

I/2 Calidutherm® – eine neue Generation von Verpressmaterialien für Erdwärmesonden

Dipl.-Ing. Heiko Theuerkauf

Effiziente Nutzung der natürlichen Ressource Erdwärme als Beitrag zur Einsparung von Energie und CO₂-Emission

Die Nutzung von erneuerbaren Energien bekommt mit dem Inkrafttreten des Erneuerbare-Energie-Wärme-Gesetzes (EEWärmeG) ab 01. Januar 2009 eine wesentlich größere Bedeutung als zuvor. Für alle Neubauten ist dann der Einsatz von erneuerbaren Energien für die Wärmeversorgung **verpflichtend vorgeschrieben**. Anlagen, die dabei die Geothermie nutzen, spielen darin eine Schlüsselrolle. Exemplarisch für eine solche Anlage soll **Bild 1** stehen. Darin abgebildet ist die Erzeugung von Wärmeenergie mittels elektrisch betriebener Wärmepumpe und einer Erdwärmesonde (EWS). Solche Anlagen werden in Zukunft bei ihrer Herstellung vom Staat gefördert. Gekoppelt daran ist aber der Nachweis der Effektivität einer solchen Anlage. Maßgebend dafür ist die Jahresarbeitszahl (JAZ), die in diesem Fall das Verhältnis von verbrauchter elektrischer Arbeit und erzeugter Wärmemenge widerspiegelt. Im Sinne des EEWärmeG muss ein Sachkundiger für die Gesamtanlage nachweisen, dass die JAZ > 4,0 beträgt. Nur dann entspricht die Anlage den Anforderungen des Gesetzes und nur dann kann eine solche Anlage durch einen Investitionszuschuss gefördert werden.

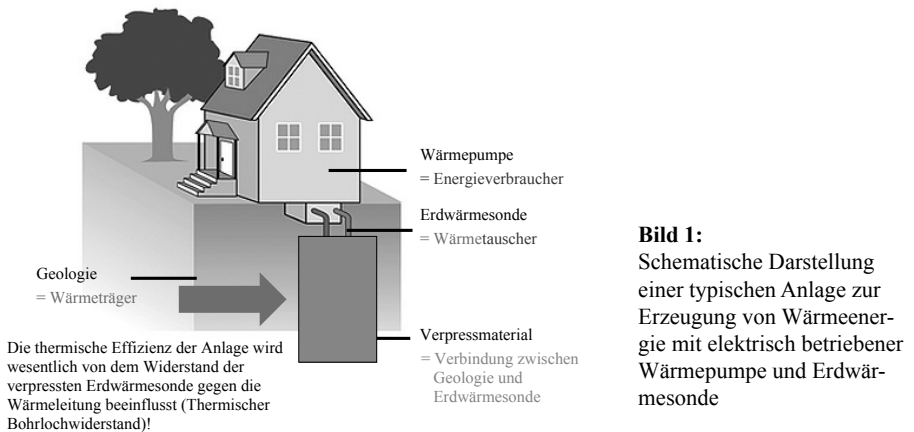


Bild 1:
Schematische Darstellung einer typischen Anlage zur Erzeugung von Wärmeenergie mit elektrisch betriebener Wärmepumpe und Erdwärmesonde

Diese Effizienz kann aber nur erreicht werden, wenn die Anlage optimal ausgelegt ist und u. a. die Entzugsleistung der EWS mit der Wärmeleistung der Wärmepumpe zusammenpasst und dies auf den zeitlichen Verlauf der Wärmeentnahme und ggf. -abgabe des Gebäudes abgestimmt ist. Demnach kommt der dauerhaft über die gesamte Nutzungszeit effizient arbeitenden EWS als Wärmetauscher eine primäre Bedeutung zu. Bisher regelt die VDI 4640 wesentliche Anforderungen und Randbedingungen, die bei der Herstellung von Erdwärmesonden zu beachten sind. Aus der Praxis der vergangenen Jahre sind dennoch viele Probleme bekannt, die sich auf mangelhafte Ausführung oder auf zeitlich verschlechternde Effizienz der EWS zurückführen lassen. Zu wenig Beachtung finden bisher die Eigenschaften der verwendeten Verpressmaterialien.

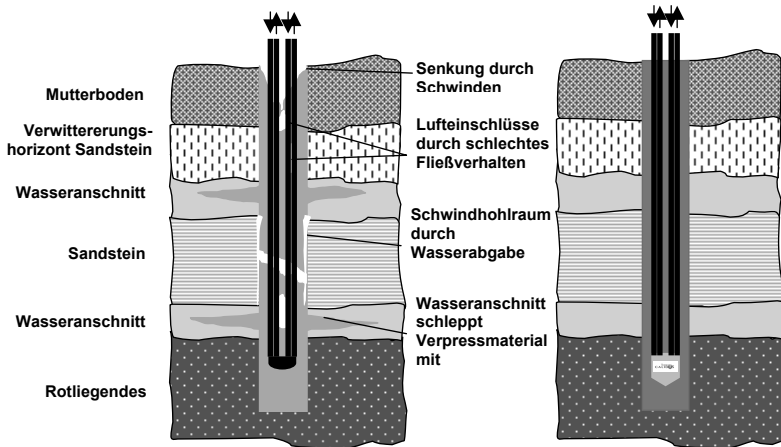


Bild 2: Effizienzverschlechternde Effekte durch ungeeignetes Verpressmaterial
Links: mit üblichem VM verpresst, z. B. Baustellenmischung VDI 4640
Rechts: mit verbessertem VM verpresst, z. B. Calidutherm®

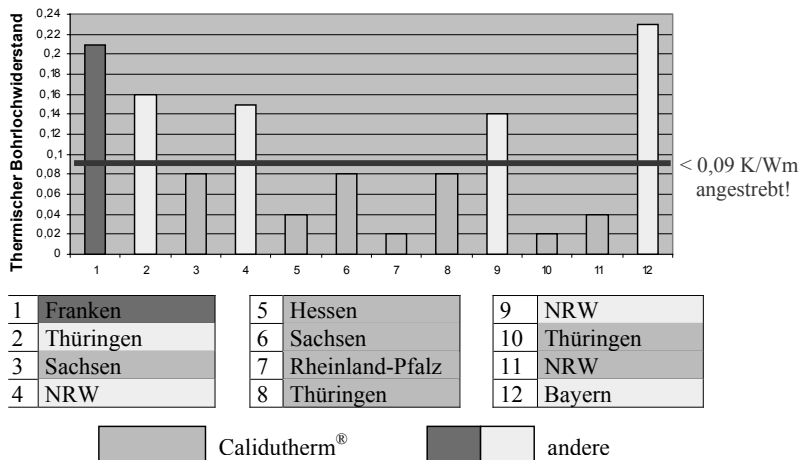


Bild 3: Ergebnisse aus der Praxis – Thermal-Response-Tests

Bild 2 soll schematisch effizienzverschlechternde Effekte durch ungeeignetes Verpressmaterial aufzeigen. Messbar ist die thermische Effizienz einer EWS über den Thermischen Bohrlochwiderstand [K/Wm]. Dieser wird mittels Thermal-Response-Test an der fertig verpressten Sonde bestimmt. Analog zum elektrischen Widerstand gilt: je kleiner der Widerstand, umso besser der Wirkungsgrad. **Bild 3** zeigt in der Gegenüberstellung an realen EWS ermittelte Thermische Bohrlochwiderstände von Anlagen in unterschiedlichen geologischen Verhältnissen, Regionen und Einsatz von unterschiedlichen Verpressmaterialien.

Wesentliche Eigenschaften von Verpressmaterialien, die Einfluss auf den Thermischen Bohrlochwiderstand haben

Eine entscheidende Rolle kommt der Vermeidung von Luft im Verpresskörper zu. Im Vergleich zum anstehenden Gestein und dem Verpressmaterial hat Luft eine **100-fach** geringere Wärmeleitfähigkeit und wirkt als Wärmedämmung! Lufteinschlüsse, die zum Beispiel durch Abkoppeln des Verpresskörpers von der anstehenden Geologie durch nachträgliches Schwinden des Verpressmaterials entstehen, führen zur Verringerung der für den Wärmetausch aktiv zur Verfügung stehenden Fläche. Der Wärmefluss wird empfindlich reduziert, der Thermische Bohrlochwiderstand wird größer. Die Wärmepumpe muss mehr arbeiten, um die abgeforderte Wärme- oder Kältemenge bereitzustellen und verbraucht dabei mehr elektrische Arbeit. Letztendlich verringert sich spürbar die Jahresarbeitszahl. Das Verhältnis aus verbrauchter elektrischer Arbeit zu erzeugter Wärmemenge verschlechtert sich. Dieser prinzipielle Zusammenhang wird in **Bild 4** dargestellt.

Anspruch an die Verpressung

Materialeigenschaft

Lufteinschlüsse beim Verpressen vermeiden!

hervorragende Fließfähigkeit

Nachträgliche Schwindrisse vermeiden!

besondere Tonkomponente

Hohlraumbildung durch Materialverschleppung in Klüfte und Grundwasserleiter vermeiden!

eingestelltes thixotropes Erstarren

Hohe eigene Wärmeleitfähigkeit des Verpressmaterials!

mind. genauso wie Geologie

Nur so lässt sich die anstehende Erdwärme verlustfrei (nahezu 100%) zur Wärmepumpe übertragen oder Wärme ins Erdreich übertragen!!!!!!!!

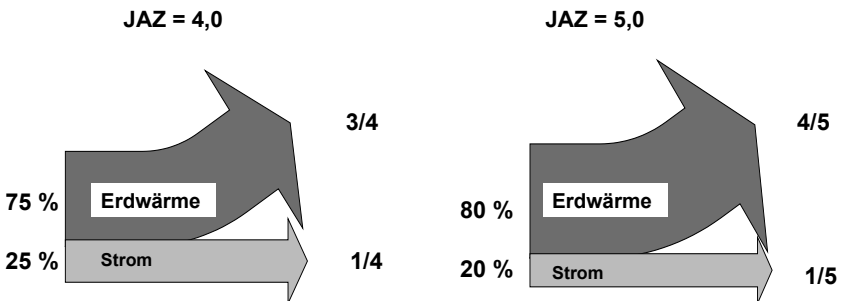


Bild 4: Energiebilanz von Anlagen mit unterschiedlichen Jahresarbeitszahlen

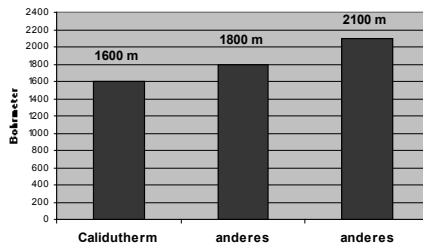
Schlussfolgerungen

Bei Großanlagen ist es heute bereits üblich, die Auslegungsparameter anhand von einer oder mehreren Testsonden im Sondenfeld mittels Thermal-Response-Test zu überprüfen, bzw. nach den Ergebnissen der Messung festzulegen. Daraus leiten sich wesentliche, zwingende Gründe ab, leistungsfähige Verpressmaterialien der neuen Generation (wie z. B. Calidutherm®) einzusetzen. Einerseits werden sehr geringe Thermische Bohrlochwiderstände realisiert, die es ermöglichen, die Gesamtbohrmeter einer Geothermieanlage zu verringern. Andererseits entsteht ein Projektierungsspielraum, der eine optimale Anpassung von EWS-Anlage und Wärmepumpentechnik ermöglicht, so dass nachweislich hohe JAZ erreicht werden. Werden in einem Fall Investitionskosten gespart, werden im anderen Fall Betriebskosten reduziert und die Voraussetzung für die Förderbarkeit nach EEWärmeG geschaffen. Gerade unter diesem Aspekt ist der Einsatz eigenschaftsoptimierter Verpressmaterialien auch für die Erzeugung geringerer Wärmemengen, wie z. B. für Einfamilienhäuser, interessant.

Bild 5 und **Bild 6** zeigen Beispiele für das so zu erzielende Optimierungspotential anhand realer Anlagendaten. Nicht vergessen werden darf, dass der Einsatz des verbesserten Verpressmaterials dauerhaft gleichbleibende Eigenschaften der Sonde sichert. Die Beständigkeit von Calidutherm® gegen nachträgliches Schwinden, Frost, Wasserdurchdringung und chemischen Angriff durch Sulfat sind nachgewiesen und garantiert.

Eckdaten der Anlage

Heizleistung: 90 kW bei 2.000 Betriebsstunden/Jahr
 Kühlleistung: 55 kW bei 1.500 Betriebsstunden/Jahr
 JAZ bei Heizbetrieb: 4,2
 Kühlung als freie Kühlung
 Jahresheizarbeit: 180.000 kWh
 Jahreskühlarbeit: 82.500 kWh



Verpressmaterial	Calidutherm®	anderes	anderes
Wärmeleitfähigkeit VM [W/mK]	2	0,6	0,6
Thermischer Bohrlochwiderstand [K/Wm]	0,07	0,12	0,23

Die 500 eingesparten Bohrmeter entsprechen einem Wert von mind. 20T€!

Bild 5: Berechnung des Einsparpotentials an Bohrm Metern durch Einsatz eines eigenschaftsoptimierten Verpressmaterials

Anlagedaten

Heizleistung: 100 kW
Laufzeit: 2.000 h
Jahresheizarbeit: 200.000 kWh
Kühlung nur passiv (nicht berücksichtigt)
JAZ: 4,2
Strompreis: 0,20 €/kWh

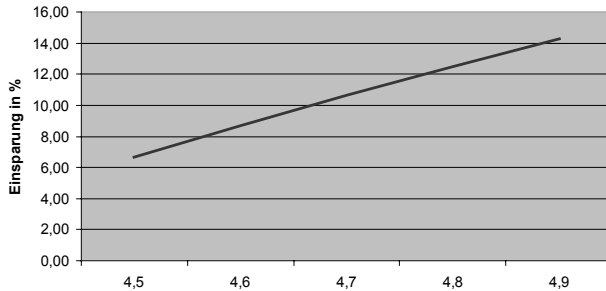


Bild 6: Berechnung des Einsparpotentials an Betriebskosten (elektrische Arbeit) durch Erhöhung der JAZ

Ausblick

Innerhalb eines vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten gemeinsamen Projektes zwischen der FITR Weimar e.V. und der dornburger zement GmbH unter dem Titel „Erdwärmesonden und deren Einbau“ wird an einer noch weiteren Verbesserung der Effizienz von EWS gearbeitet. Dabei sollen die Wärmeenergieverluste im oberflächennahen Bereich der Sonde eliminiert und der Thermische Bohrlochwiderstand noch weiter reduziert werden.

Verfasser: Dipl.-Ing. Heiko Theuerkauf
Geschäftsführer
Leiter Kompetenzzentrum
dornburger zement GmbH & Co KG
In der Oberaue
07778 Dorndorf-Staudnitz
Telefon: (03 64 27) 861 – 120
Telefax: (03 64 27) 861 – 191
e-mail: heiko.theuerkauf@thomas-gruppe.de