

ErdEis – Erdeisspeicher und Oberflächennahe Geothermie

TEXT: Victor Staudinger, Werner Jensch, Volker Stockinger



Victor Staudinger (M.Sc.)

WiMa am CENERGIE der Hochschule München im Fachgebiet oberflächennahe Geothermie

Kontakt:

victor@staedinger.de
www.cenergie.hm.edu



Prof. Dr.-Ing. Werner Jensch

Professor im Fachgebiet Gebaudefeldautomation und Informationstechnologien in der Gebäudetechnik und Leiter des CENERGIE an der Hochschule München

Kontakt:

werner.jensch@hm.edu
www.cenergie.hm.edu



Dr.-Ing. Volker Stockinger

Geschäftsführer der Energie PLUS Concept GmbH
WiMa am CENERGIE der Hochschule München

Kontakt:

v.stockinger@energie-plus-concept.de
www.energie-plus-concept.de

Im Rahmen des Forschungsvorhabens (FV) »Plusenergiesiedlung Ludmilla-Wohnpark Landshut« (+EINS) (FKZ: 0327431R) wurde der Ludmilla Wohnpark Landshut (LWP) während der Realisierung mit umfangreicher Messtechnik ausgestattet. Die 13 Einfamilienhäuser (EFH) im LWP sind jeweils mit einer Wärmepumpe (WP) ausgestattet. Als Wärmequellenanlage dienen Erdwärmekollektoren (EWK), die aufgrund der engen Platzverhältnisse bei elf der 13 EFH zum großen Teil in Sandwichbauweise übereinander angeordnet sind. Bei zwei EFH wurde 2010 ein »Messfeld oberflächennahe Geothermie« mit acht Einbauvarianten von EWK umgesetzt. Im Rahmen des FV »Erdeisspeicher« (ErdEis) erfolgte die Auswertung der Messdaten. [1]

Messfeld oberflächennahe Geothermie

Abbildung 1 zeigt das Geothermie-Messfeld im LWP. Alle Varianten unterscheiden sich in Ihrer Einbaulage. Die Varianten I und II entsprechen der aktuell standardmäßigen Einbringung in horizontaler und nicht überbauter Lage unter der Frostgrenze in 1,50 m Tiefe. Die EWK der Variante I sind in ein Sandbett eingelagert, während Variante II über kein Sandbett verfügt. Mit Variante III, IV und VI sind weitere horizontal eingebrachte Alternativen vorhanden. Die EWK der Variante III liegen unter einem EFH im Grundwasser, Variante IV einer Garage in 1,50 m Tiefe, wo noch kein Grundwasser ansteht. Variante VI unterscheidet sich von den anderen horizontalen Varianten dahingehend, dass zwei EWK exakt übereinander in Sandwichbauweise (der Obere 1,50 m unter GOK, der Untere grundwassernah) angeordnet wurden. Im Gegensatz dazu wurden die EWK der weiteren drei Varianten horizontal eingebracht. Variante VIIa und V unterscheiden sich durch die Möglichkeit in Variante V, durch Drainageleitungen über den EWK für eine zusätzliche Befeuchtung sorgen zu können. Variante VIIb ermöglicht die Untersuchung des Einflusses des Abstandes der EWK zueinander.

Der detaillierte Vergleich der unterschiedlichen Varianten zueinander kann dem Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben entnommen werden. Im folgenden sollen einige ausgewählte Auswertungen vorgestellt werden.

Entzugsleistungen Kollektoren in Sandwich-Bauweise

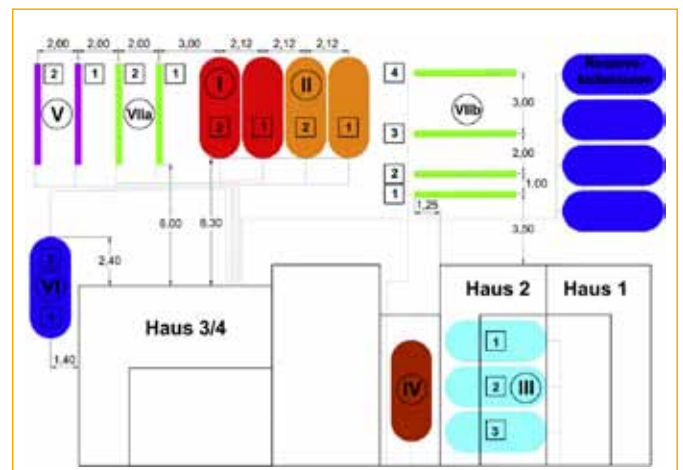
Die Abbildung 2 stellt die spezifische Entzugsleistung des Jahres 2012 der elf WP-Anlagen (ohne die Gebäude des Testfeldes) pro m² EWK-Fläche und die Laufzeit für den Heizbetrieb sowie die

TWW-Bereitung dar. Die mittlere spezifische Entzugsleistung aller WP liegt bei rund 28 W/m²a mit durchschnittlich 2800 h Betriebsstunden.

Bei der Bewertung der Entzugsleistungen bleibt zu berücksichtigen, dass der tatsächliche Platzverbrauch durch die zweilagige Ausführung des EWK-Feldes lediglich die Hälfte der Kollektorfläche ausmacht. So wird dem Erdreich, bezogen auf die für den EWK benötigte Grundstucksfache, im Mittel rund 57 W/m²a entzogen.

Um den Einfluss der langen Betriebszeiten auf die Systemeffizienz zu untersuchen, wurden die Jahresarbeitszahlen (JAZ) aus der Langzeituntersuchung der WP im LWP, fünf Referenzanlagen einer ergänzenden Studie (STH) im Rahmen von ErdEis sowie den Ergebnissen der dreijährigen Wärmepumpen Feldstudie des Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) gegenübergestellt. Die JAZ, sowohl der WP im LWP (JAZ 3,9) als auch der Referenzanlagen (JAZ 4,0), liegen nur geringfügig unter

▼ Abb. 1: Messfeld oberflächennahe Geothermie im Ludmilla-Wohnpark Landshut.



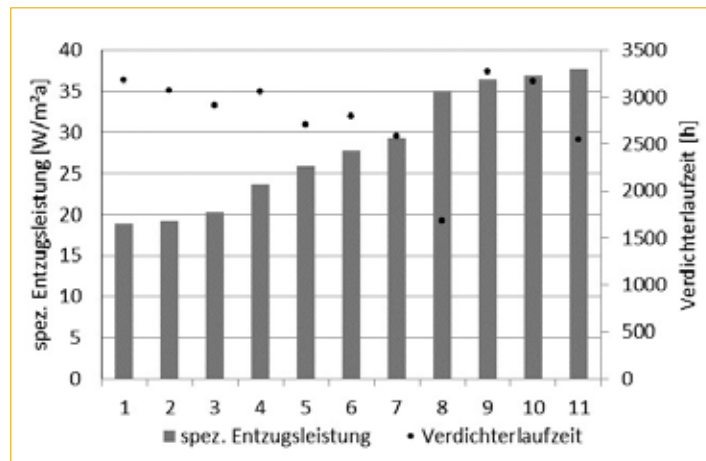
der durchschnittlichen JAZ von 4,2 in der Feldstudie des Fraunhofer ISE mit konventionell ausgelegten EWK [2].

Vergleich zur Auslegung nach VDI 4640 – Blatt 2

Beim Vergleich der kompakten EWK mit dem noch nicht gültigen Gründruck der VDI 4640-2 [3] wurden die EFH des LWP herangezogen. Hierfür wurden die im Zuge des Monitorings ermittelten Daten verwendet: Heizbedarf, JAZO, EWK-Fläche, thermische Leistung der WP. Mittels dieser Daten wurde die empfohlene EWK-Fläche nach dem Gründruck der VDI ermittelt und mit den gemessenen Anlagen verglichen. Hierzu wurden der VDI für die Klimazone 13 und wassergesättigtem Boden (Sandiger Ton) für Kapillarrohrratten die Werte für Entzugsleistung von 34 W/m^2 und Entzugsarbeit von $61 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ entnommen [3]. Damit wurden zum einen die Mindestfläche aus Entzugsleistung und zum anderen die Mindestfläche aus Entzugsenergie für jedes Gebäude berechnet. Die Mindestflächen stellen Grenzwerte dar. Beide sollen eingehalten werden. So ist die Größere der beiden Flächen zu wählen. Diese Flächen werden für einen Vergleich mit dem LWP verwendet. So wird der prozentuale Anteil der LWP-EWK-Fläche an der Soll-EWK-Fläche nach dem Gründruck der VDI 4640-2 ermittelt und in Abbildung 3 links dargestellt.

Es zeigt sich, dass die EWK des LWP mit einer Ausnahme kleiner ausgelegt wurden, als nach dem Gründruck der VDI 4640-2 empfohlen. Dennoch werden die WP mit guten JAZ betrieben. Hüsing et. al. [4] kommen zu dem Schluss, dass eine Verkleinerung der EWK-Flächen um 25 % ohne Effizienzverluste möglich ist. Dies bestätigen die Untersuchungen am LWP ebenfalls. Im LWP können erst bei einer Verkleinerung der Kollektorfläche um rund 50 % Leistungseinbußen beobachtet werden.

Ramming wiederum zeigte in seiner Dissertation, dass oberflächennahe EWK kleiner ausgelegt werden können und bei einer monoenergetischen Betriebsweise von WP, Kollektorflächen



◀ Abb. 2: Spezifische Entzugsleistung pro m^2 Kollektorfläche und Verdichterlaufzeit

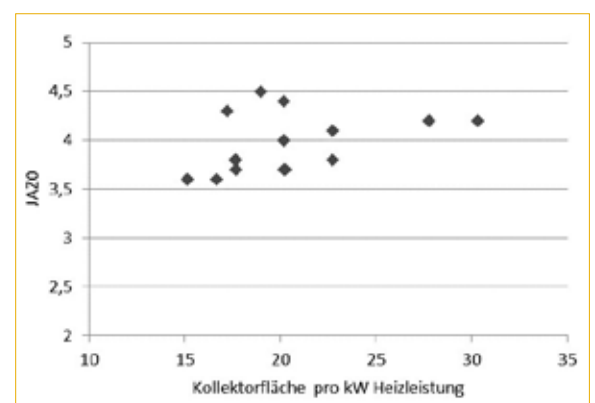
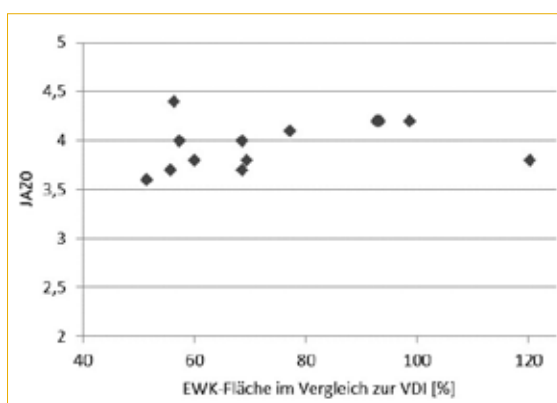
von 20 bis 40 m^2 pro kW Heizleistung nötig sind [2]. Diese Aussage kann mittels der durchgeführten Untersuchungen an den Anlagen des LWP bestätigt werden (siehe Abbildung 3). Vielmehr befinden sich die betrachteten Anlagen im unteren Bereich der von Ramming genannten Spanne. Weiter ist zu berücksichtigen, dass Sandwichkollektoren am geeigneten Standort den Flächenbedarf nochmals halbieren.

Zusammenfassung

Die Auswertung der Messdaten des LWP zeigen, dass im Messfeld interessante Kollektorvarianten umgesetzt und untersucht wurden. Es stellte sich heraus, dass sich EWK bei Gegebenheiten wie am untersuchten Standort optimal einsetzen lassen und der Flächenbedarf durch die Einbringung in Sandwichbauweise nochmals signifi-

kant reduziert werden kann. Der obere Kollektor wird von der auf die Erdoberfläche einwirkenden Umwelteinflüsse (im Schwerpunkt die Sonne) regeneriert, während der untere EWK bei guten Grundwasserverhältnissen (nahe an unterer Kollektorebene und ausreichende Fließgeschwindigkeit) die mittels des Grundwassers gelieferte Wärme nutzt. Und das bei halbiertem Platzbedarf! Die Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse sollte auch durch Untersuchungen an anderen Standorten überprüft werden. Dies geschieht unter anderem im Anschlussvorhaben »ErdEis II« (FKZ: O3ET1634A-E), das zum 01. März 2019 gestartet ist. ♦

▼ Abb. 3: Vergleich der Kollektorfläche der Anlagen im Vergleich zur VDI 4640-2 (links) und Kollektorfläche pro kW Heizleistung bei JAZ 0 (rechts)



Quellen:

- [1] Stüding, Victor; Jensch, Werner; Stockinger, Volker. 2018. Energetische Bewertung von Wärmepumpen-Anlagen mit Erdkollektoren in Sandwichanordnung. In: DKV Tagung 2018, 21.-23.10.2018, Aachen.
- [2] Ramming, C.: Bewertung und Optimierung oberflächennaher Erdwärmekollektoren für verschiedene Lastfälle. Dresden, Technische Universität Dresden, Maschinenwesen. Dissertation.

April 2007 (21.12.2016) – Überprüfungsdatum 2016-12-21.

- [3] Miara, M., et al.: Wärmepumpen Effizienz: Messtechnische Untersuchung von Wärmepumpenanlagen zur Analyse und Bewertung der Effizienz im realen Betrieb.
- [4] Hirsch, H. ; Hüsing, F. ; Rockendorf, G.: Modellierung oberflächennaher Erdwärmeübertrager für Systemsimulationen in TRNSYS.