

**Best of Kälte & Wärme aus erneuerbarer
Energie**

Erdwärmennutzung mittels CO₂-Sonden

Karl Ochsner

Erdwärmenutzung mittels CO₂-Sonden

Karl Ochsner

Für die energetische Nutzung von Erdwärme zur Raumwärme- und Warmwassergestehung, sowie zur Klimatisierung von Gebäuden existieren verschiedenste Varianten [1]:

- Die Vorwärmung der Außenluft mittels Schotterkoffer
- Die Nutzung der Wärmequelle Grundwasser
- Direktverdampfung/Erdwärmeregister
- Glykol- und Wasser-Erdwärmesonden
- Pumpenlose Erdwärmesonden

Eine der interessantesten Technologien stellt jedoch jene der CO₂-Sonde dar. Sie besteht aus einem mit CO₂ als Wärmeträger gefüllten Edelstahl-Wellrohr (alternativ sind auch andere Materialien im Einsatz). Nach dem Prinzip einer „Heat- Pipe“ rinnt flüssiges CO₂ auf der Innenseite des Wellrohres herab, verdampft und nimmt dabei Wärme aus dem umgebenden Erdreich auf. (Patent Prof. H. Kruse, FKW Hannover) [2]. Das dampfförmige CO₂ gibt nun seinerseits die Wärme über einen obenliegenden Wärmetauscher an das Kältemittel der Wärmepumpe ab.

Die technologische Entwicklung ist in der effizienten Nutzung von CO₂ durch Wärmepumpen zu sehen. Kohlendioxid kann sowohl als Kältemittel im Kältekreis als auch als Wärmeträger eingesetzt werden. CO₂ als Kältemittel ist problematisch zu bewerten – es verfügt über eine niedrige, kritische Temperatur von 31,1°C und über einen hohen kritischen Druck von 73,8 bar. Da die Wärmeübergabe an den Wärmeträger (Heizungssystem) demnach im überkritischen Bereich erfolgt, ist es schwierig dieses Kältemittel bei Heizungswärmepumpen effizient einzusetzen. Einerseits sind hierfür Kondensationstemperaturen von mehr als 35°C notwendig, andererseits ändert sich der Dampfdruck mit etwa 1bar/K. Dies bedeutet, dass bei Heizungsvorlauftemperaturen von mehr als 30°C mit Drücken von mehr als 100 bar zu rechnen ist [3]. CO₂ stellt jedoch einen idealen Wärmeträger dar. Das Gas ist ungiftig und sein Gefährdungspotenzial in Bezug auf die Treibhausgasproblematik im Vergleich zu anderen Kältemitteln vernachlässigbar. Da CO₂ als Wärmeträger nicht wassergefährdend ist, besteht außerdem der Vorteil, dass für den Einsatz dieses Gases eine wasserrechtliche Genehmigungspflicht entfällt und damit CO₂-Sonden problemlos in Wasserschutzgebieten einsetzbar sind. Weiters bieten CO₂-Sonden den Vorteil, dass **Umwälzpumpen**, welche bei herkömmlichen Sonden benötigt werden – bei dieser Anwendung **überflüssig sind** - damit können **höhere Jahresarbeitszahlen** erzielt werden. Der Nutzer spart neben den Kosten der Umwälzpumpe auch den Strom für den Antrieb der Pumpe. So ist bspw. für den Betrieb einer Erdwärmesondenanlage mit Glykol/Wasserfüllung eine Pumpenantriebsleistung von ungefähr 200 Watt erforderlich. Kann die Umwälzpumpe vermieden werden, ergibt sich für die Beheizung eines Einfamilienhauses eine elektrische Leistungseinsparung von 360kWh und damit eine Erhöhung der Jahresarbeitszahl um 15 – 20 % gegenüber konventionellen Sole-Sonden. [4] Neben der Einsparung der Stromkosten ist auch die Reduktion der CO₂-Emissionen über den reduzierten Stromverbrauch als Vorteil zu sehen.

Aus diesen Gründen wurde von der Fa. Ochsner Wärmepumpen GmbH in Zusammenarbeit mit unabhängigen Forschungsinstitutionen eine neuartige CO₂-Sonde entwickelt. Die Nutzung der Erdwärme erfolgt dabei über eine CO₂-Sonde in Kombination mit einem System zur Direktverdampfung. Dabei zirkuliert das Arbeitsmittel der Wärmepumpe als Wärmeträgermedium im Kühkopf der CO₂-Sonde und kommt dort zum Verdampfen. Durch diese direkte Verdampfung ergeben sich höchste Leistungsziffern und größte Betriebssicherheit, da Umwälzpumpen nicht benötigt werden.

Als Beispiel für die Realisierung einer CO₂-Wärmesonde kann ein in Freistadt gelegenes Haus genannt werden. Freistadt gehört zur Region Mühlviertel, die im nördlichen Teil Österreichs gelegen ist. Die Temperaturen können in dieser Gegend sehr tiefe Minusgrade erreichen, weshalb an die Bauweise, die Dämmung und die Heizanlage von Wohngebäuden hohe Ansprüche gestellt werden. Das in Niedrigenergiebauweise errichtete Haus verfügt über eine beheizte Fläche von 160 m², der Wärmebedarf beträgt 33W/m². Als Heizanlage wurde eine Ochsner Direktverdampfungswärmepumpe Golf GMDW 7 mit einer Heizleistung von 7,8 kW (E4/W35) installiert. Die Direktverdampfungs-Wärmepumpe hat eine Wärmeleistung von 7,8 kW. Sie deckt den Raumheiz-Wärmebedarf des Hauses in monovalenter Betriebsweise und ist heizungsseitig mit einem Fußboden bzw. Wandheizungssystem gekoppelt. Die maximale Vorlauftemperatur beträgt 35°C. Zur Warmwasserbereitung kommt eine separate Wärmepumpe zum Einsatz.

Auf der Wärmequellenseite ist die Direktverdampfungs-Wärmepumpe mit dem Wärmeübertrager der CO₂-Wärmesonde verbunden. Da CO₂-Wärmesonden in eine Tiefe von etwa 100 Metern reichen, betragen die Umgebungstemperaturen bereits ca. 15°, der entstehende Druck liegt bei ungefähr 50 bar. Aus diesem Grund, und weil CO₂ durch herkömmliche PE-Rohre diffundiert, wurde für die CO₂-Sonden ein druckfestes, flexibles Edelstahl-Rippenrohr verwendet. Das Edelstahl-Rippenrohr hat außerdem gegenüber anderen CO₂-Tiefensonden den Vorteil, dass der CO₂-Film wesentlich besser und vor allem weiter nach unten, entlang der Sondenwand laufen kann als bei Glattrohr-Sonden. Bei diesen verdampft das CO₂ häufig bevor es die volle Sondentiefe erreicht hat und es kann die Tiefe bzw. Oberfläche des Rohres nicht vollständig genutzt werden.

Der Durchmesser der heute verwendeten Rohre beträgt im Allgemeinen zwischen 40 und 60,3 mm. Dieser Durchmesser ermöglicht bei Längen von etwa 100 m eine optimale Wärmeaufnahme, welche bei etwa 50W/m liegt. Damit entsprechen die Werte in etwa herkömmlichen Erdsonden, welche jedoch insgesamt eine geringere Effizienz als CO₂-Sonden aufweisen.

Literatur:

- [1] **M. Ehrbar, A. Peterlunger:** *Pumpenlose Erdwärmesonde*: Schlussbericht Potenzialabschätzung, Machbarkeitsstudie energetisch und wirtschaftlich, Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs, (o.J.) Buchs, S.8f.
- [2] **FKW Forschungszentrum für Kältetechnik und Wärmepumpen GmbH:** Entwicklung eines CO₂-Wärmerohres für Erdreich-Wärmequellen, Hannover
- [3] **H. Huber:** Die CO₂ Sonde zur Nutzung der Erdwärme mit Wärmepumpenanlagen
- [4] **K. Ochsner:** Wärmepumpen in der Heizungstechnik: Praxishandbuch für Installateure und Planer, (2007) Heidelberg. S. 131.

Objekt Daten Aufgaben

Beheizte Fläche	160 m ²
Bauweise	Niedrigenergiehaus
Wärmebedarf	~ 33 W/m ²
Anzahl Personen	3
Anlagenart Lösung	
Heizanlage	OCHSNER Golf GMDW 7
Heizleistung(E0/W35)	6,4 kW
Wärmequelle	Erdwärme Direktverdampfung, 1 CO ₂ -Sonde
Betriebsweise	monovalent
Wärmeabgabesystem	Fußboden- und Wandheizung
Vorlauftemperatur	max. 35°
hydr. Entkoppelung	800 Liter Pufferspeicher
Warmwasserbereitung	OCHSNER Europa 303

OCHSNER Golf GMDW 7



Bild unten: Sondenbohrung

