

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	92 (2001)
<b>Heft:</b>	24
<b>Artikel:</b>	Gekoppelte Kälte- und Wärmeerzeugung mit Erdwärmesonden
<b>Autor:</b>	Zogg, Martin
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-855791">https://doi.org/10.5169/seals-855791</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Gekoppelte Kälte- und Wärmeerzeugung mit Erdwärmesonden

## Handbuch zum Planungsvorgehen

Die gekoppelte Kälte- und Wärmeerzeugung weist gegenüber der noch häufigen getrennten Kälteerzeugung mit Rückkühlung und der Wärmeerzeugung mit Öl- oder Gaskesseln ein erhebliches Energiesparpotenzial aus. Im entsprechenden Forschungsprojekt im Forschungsprogramm Umgebungs- und Abwärme, Wärme-Kraft-Kopplung (UAW) des Bundesamts für Energie (BFE) wurden Lücken zur Auslegung solcher Systeme geschlossen. Die energetische Effizienz von Anlagen zur gekoppelten Kälte- und Wärmeerzeugung lässt sich mit der Gesamtarbeitszahl GAZ (Verhältnis der Summe aller Kälteenergien und Nutzwärmen zur Summe aller zugeführten elektrischen Energien) erfassen. Die Ergebnisse werden in der Form eines Planungshandbuchs an die Fachwelt weitergegeben.

■ Martin Zogg

### Das Problem

In der geschickten Nutzung der Abwärme von Gewerbe- und Klimakälteanlagen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung liegt gegenüber der noch häufigen getrennten Kälteerzeugung mit Rückkühlung und der Wärmeerzeugung mit Öl- oder Gaskesseln ein erhebliches Energiesparpotenzial. Bei der Gewerbekälte (Kühlräume und Kühlmöbel in Gewerbetrieben) fällt der Kältebedarf im Allgemeinen ganzjährig etwa konstant an. Auch der Wärmebedarf zur Warmwasserbereitung ist jahreszeitlich einigermaßen konstant. Dagegen gibt es nur

im Sommer Kühlbedarf für die Raumklimatisierung und nur während der Heizsaison Wärmebedarf für die Raumheizung. Diese Größen sind zudem abhängig von der auch tageszeitlich schwankenden Außentemperatur. Deshalb stimmen Kälte- und Wärmebedarf im Allgemeinen weder tageszeitlich noch saisonal überein. Dies verdeutlicht das Bild 1 an dem im Projekt untersuchten Beispiel.

### Erdwärmesonden als Lösung

Während tageszeitliche Ungleichgewichte durch Wasserspeicher ausgeglichen werden können, sind für den Aus-

gleich saisonaler Ungleichgewichte Erdwärmesonden oder kleine Erdwärmesondenfelder geeignet. Bei fehlendem oder ungenügendem Wärmebedarf kann die überschüssige Kondensatorabwärme an Erdwärmesonden abgegeben werden (typischer Sommerbetrieb). Im typischen Winterbetrieb wird der Wärmebedarf dominierend. Das Erdwärmesondenfeld kann dann als (zusätzliche) Wärmequelle dienen. Das Bild 2 zeigt das vereinfachte Schema einer Anlage zur gekoppelten Kälte- und Wärmeerzeugung für eine in der Gewerbekälte oft vorkommende Situation mit Kühl- und Tiefkühleinheiten, einer Warmwasserbereitung und einer Raumheizung. Die Anlage weist als Besonderheit ein integriertes Erdwärmesondenfeld zur erwähnten Pufferung auf. Die weiteren Kennwerte der ausgeführten Anlage lauten: Heizleistungsbedarf am Auslegungspunkt 32 kW, Wärmeleistungsbedarf für die Warmwasserbereitung 5 kW, Bedarf an Klimakälteleistung am Auslegungspunkt 62 kW und Bedarf an Gewerbekälte 25 kW.

### Was bringt die Kopplung?

Die energetische Effizienz von Anlagen zur gekoppelten Kälte- und Wärmeerzeugung kann mit der Gesamtarbeitszahl GAZ (Verhältnis der Summe aller Kälteenergien und Nutzwärmen zur Summe aller zugeführten elektrischen Energien) erfassst werden. Für das oben erwähnte Beispiel ergab sich durch die gekoppelte Kälte- und Wärmeerzeugung

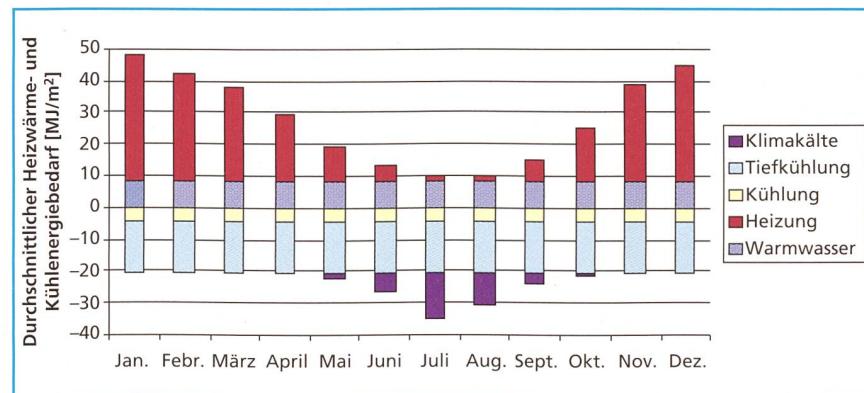


Bild 1 Gemessene Monatsmittelwerte des Heiz- und Kühlenergiebedarfs in einem Restaurant.

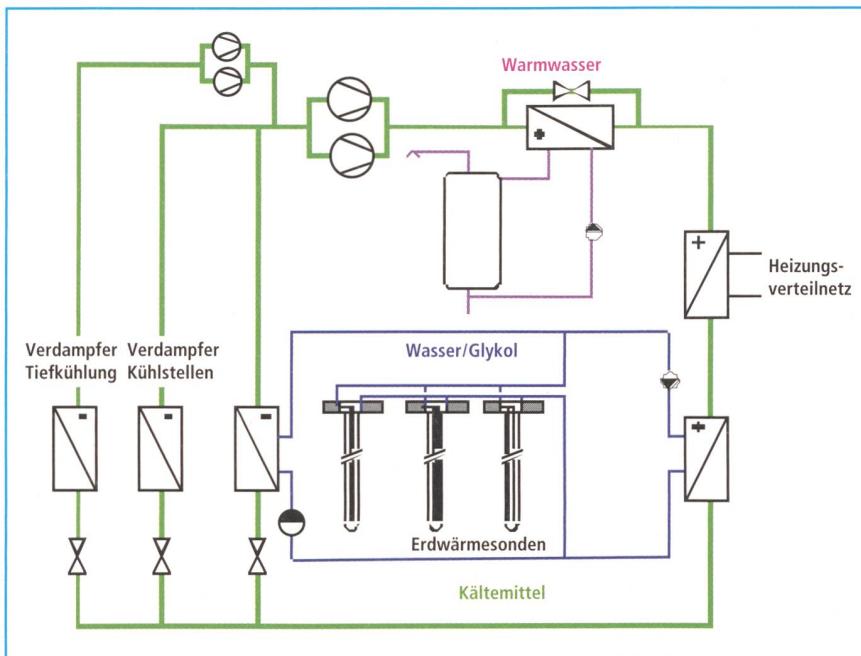


Bild 2 Vereinfachtes Fließbild einer von der Firma KWT für ein Restaurant ausgeführten Anlage zur gekoppelten Kälte- und Wärmeerzeugung mit direkter Verdampfung und kleinem Erdwärmesondenfeld.

	Gesamtarbeitszahl
Ungekoppelt: separate Kältemaschinen für Kälte und Wärmepumpen für Wärme	2,4
Gekoppelt: kombiniertes Aggregat gemäss Bild 2	2,9

Tabelle 1 Vergleich der energetischen Effizienz von ungekoppelter und gekoppelter Erzeugung von Kälte und Wärme am untersuchten Beispiel eines Restaurants.

mit Erdwärmesonden eine Steigerung der energetischen Effizienz um 21% gegenüber einer ungekoppelten Anlage mit separaten Kältemaschinen und Wärmepumpen (Tabelle 1).

### Planungshandbuch

Das im Auftrag des Bundesamts für Energie ausgearbeitete Planungshandbuch befasst sich mit der Auslegung solcher Systeme zur gekoppelten Kälte- und Wärmeerzeugung. Die Auslegung erfolgt am konkreten Fallbeispiel der erwähnten Anlage in den folgenden fünf Hauptschritten:

- 1. Heizbedarf:** Ermitteln des Heizwärmeverbrauchs nach SIA 384/2, des Heizwärmeverbrauchs nach SIA 380/1 und des Wärmebedarfs für die Warmwasseraufbereitung sowie allenfalls von Prozessen mit Niedrigtemperaturwärmeverbrauch.
- 2. Kühlbedarf:** Berechnen des Kühlleistungsbedarfs nach SIA 382/2 und des Kühlenergiebedarfs des Gebäudes so-

wie des Kühlleistungsbedarfs und des Kühlenergiebedarfs der Kühl- und Tieflüftlobjekte.

### 3. Kältemaschinen/Wärmepumpen:

Festlegen der Verdampfungs- und

Ausführliches Planungshandbuch zu diesem BFE-Forschungsprojekt

J. Good, A. Huber, P. Widmer, Th. Nussbaumer, D. Trüssel, Ch. Schmid: Gekoppelte Kälte- und Wärmeerzeugung mit Erdwärmesonden, Handbuch zum Planungsvorgehen, Schlussbericht, Bundesamt für Energie 2001.

Bestellung zum Preis von Fr. 40.– unter der ENET-Nummer 210001 bei ENET, Egnacherstrasse 69, 9320 Arbon, Tel. 071 440 02 55, [enet@temas.ch](mailto:enet@temas.ch)

Kondensationstemperaturen, Dimensionieren der Kältemaschinen/Wärmepumpen aufgrund des maximalen Kühl- und/oder Heizleistungsbedarfs.

- 4. Dimensionieren des Erdwärmesondenfeldes** aufgrund der monatlichen Eintrags- bzw. Entzugswärmemengen und des grösseren Werts der Eintrags- bzw. der Entzugswärmeleistungsspitze.
- 5. Auslegen der Speicher** (Warmwasser, Heizung) zur Aufnahme der Tageschwankungen.

Besonders ausführlich werden im Handbuch die Schritte 4 und 5 behandelt. Es gibt auch wertvolle Hinweise zur Auswahl von Systemen zur gekoppelten Kälte- und Wärmeerzeugung.

## Production combinée de chaleur et de froid à l'aide de sondes géothermiques

### Manuel de planification technique

Par rapport à la production séparée de froid (avec condenseur) et de chaleur (à l'aide de chaudières au mazout ou au gaz), la production combinée de chaleur et de froid présente un potentiel d'économies d'énergie important. Grâce au programme de recherche «Chaleur ambiante et chaleur perdue, couplage chaleur-force» (UAW) réalisé dans le contexte du projet de recherche correspondant de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), il est maintenant possible de dimensionner de tels systèmes. Le rendement énergétique d'installations de production combinée de chaleur et de froid peut être calculé à l'aide du coefficient de production COP (rapport entre la somme de l'énergie de refroidissement et les chaleurs utiles et l'énergie électrique totale injectée). Les résultats seront mis à la disposition des professionnels sous la forme d'un manuel de planification technique.