

## Einführung

Mit den zunehmenden Energiepreisen steigt die Nachfrage nach Alternativen mit geringen Betriebskosten. Dazu gehören auch die Wärmepumpenheizungen. Für Installateure und Bauherren gibt es jedoch noch häufig Berührungsängste und Unsicherheiten hinsichtlich Betriebskosten, Größe der Wärmequelle usw.

Leider treten auch immer wieder Planungs- und Ausführungsfehler auf, die z.B. zum Verreisen des Grundstückes führen.

Höhere Planungssicherheit schafft die Software TERRA-OPT® zum Planen und Optimieren von Wärmepumpenheizungen.

## Besonderheiten beim Einsatz von Wärmepumpenheizungen

Entscheidend beim Einsatz von Wärmepumpenheizungen ist der störungsfreie langjährige Betrieb sowie ein möglichst geringer Stromverbrauch. Die gegenseitige Beeinflussung der technischen Parameter der Wärmepumpe sowie der Temperaturen in Quelle und Heizwasser erschweren jedoch die Planung und Prognosen zum Betriebsverhalten. Eine Aussage darüber, wie viel Strom verbraucht wird, um mit einer Wärmepumpenheizung eine bestimmte thermische Wärmemenge zu erzeugen, ist über die Leistungszahl bzw. Arbeitszahl möglich.

Die **Leistungszahl** ist das Verhältnis aus von der Wärmepumpe abgegebener Wärmeleistung und benötigter elektrischer Leistung.

Eine Leistungszahl von 4 bedeutet also, dass das Vierfache der eingesetzten elektrischen Leistung in nutzbare Wärmeleistung umgewandelt wird. Je höher die Leistungszahl, desto besser die Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpenheizungsanlage.

Die Leistungszahl bezieht sich auf klar definierte Randbedingungen. Üblich ist bei Sole/Wasser-Wärmepumpen die Temperaturangabe 0 °C Sole und 35 °C Heizwasser. Die Leistungszahl ist ein MOMENTANWERT und kann nur unter gleichen Randbedingungen verglichen werden.

Die **Arbeitszahl** gibt das Verhältnis aus der von der Wärmepumpe abgegebenen Wärmemenge und der benötigten elektrischen Arbeit für einen längeren Zeitraum an. Die Arbeitszahl ist ein PERIODENWERT.

Der jeweilige Stromverbrauch einer Wärmepumpenheizung hängt von den Temperaturen in Heizung und Quelle ab (s. Tabelle 1).

Vorlauf-temp. [°C]	35	50	35	50	35	50	35	50
Quellentemp. [°C]	Heizleistung	in kW	Leistungsaufnahme	in kW	Leistungszahl	Leistungszahl	Kälteleistung	in kW
-5	11.70	11.00	3.10	4.30	3.77	2.56	8.80	6.90
-2	13.10	12.10	3.10	4.30	4.23	2.81	10.00	8.00
0	14.00	12.90	3.10	4.40	4.52	2.93	11.00	8.80
2	14.90	13.70	3.10	4.40	4.81	3.11	11.90	9.60
5	16.50	15.10	3.20	4.40	5.16	3.43	13.50	10.90
7	17.70	16.10	3.20	4.40	5.53	3.66	14.60	11.80
10	19.30	17.50	3.20	4.40	6.03	3.98	16.40	13.30

Tabelle 1: Technische Angaben einer Sole-Wasser-Wärmepumpe

Die Temperaturen in der Quelle und im Heizungswasser ändern sich im Jahresverlauf (s.

Bild 1).

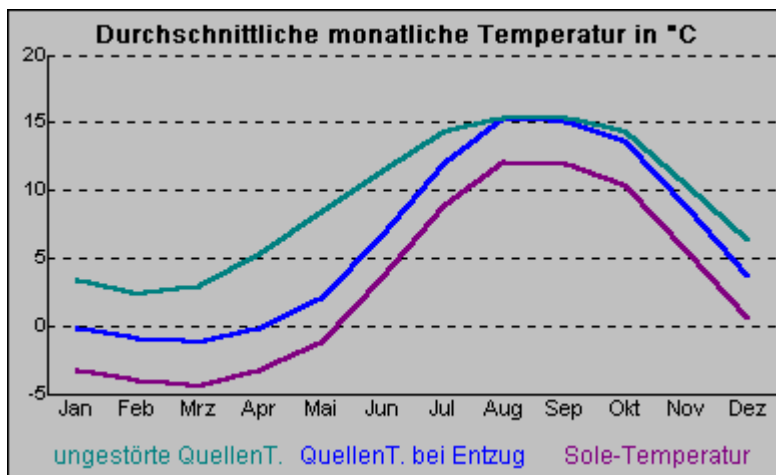


Bild 1: Jahresverlauf der Erdreichtemperatur ohne und mit Wärmeentzug durch eine Wärmepumpenheizung

Man müsste also rechnerisch so vorgehen, dass die Heizwassertemperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur am jeweiligen Standort bestimmt wird. Dem würde bei der momentanen Quellentemperatur eine bestimmte Stromaufnahme und Laufzeit der Wärmepumpe entsprechen. Durch den Entzug aus der Wärmequelle ändert sich die Erdreichtemperatur, damit verändert sich die Stromaufnahme...

Ein enormer Rechenaufwand!

Diese Arbeit nimmt TERRA-OPT® dem Nutzer ab!

### Prinzip der Simulationsrechnungen

Das Programm berechnet ausgehend von den Monatsdurchschnittstemperaturen am Gebäudestandort und dem Wärmebedarf des Hauses die benötigten Wärmemengen und momentanen Heizwassertemperaturen.

Treten Sperrzeiten im Tarif des Energieversorgers auf, werden diese mit einem Korrekturfaktor berücksichtigt.

Die Warmwasserbereitung wird je nach Speichertyp und Temperaturanforderungen ebenfalls in die Berechnung einbezogen.

Entsprechend der technischen Parameter der Wärmepumpe wird in einem iterativen Verfahren mit Beginn der Heizperiode die Abkühlung der Wärmequelle durch den Wärmeentzug berechnet. Bei Erdabsorberanlagen (horizontal oder Sonden) werden Eigenschaften des Bodens sowie der Verlegesymmetrie berücksichtigt.

Bei Soleanlagen wird noch der Wärmeübergang entsprechend der strömungstechnischen Eigenschaften sowie der Beschaffenheit von Frostschutzmittel, Absorberrohr und Erdreich einbezogen.

Je nach den momentanen Temperaturen von Heizwasser und Wärmequelle ergeben sich Laufzeiten und Stromverbrauch der Wärmepumpe.

Laufzeiten, Stromverbrauch und Entzug werden aufsummiert und zur Berechnung der Jahresarbeitszahl bzw. der Betriebskosten verwendet (s. Bild 2).

**Auswertung - Test-Projekt\_(Bib)**

<b>Stromkosten [DM/Jahr]</b> nach Heizquellen aufgeteilt Wärmepumpe im Tag-Tarif: 451 + Wärmepumpe im Nacht-Tarif: 363 + Heizstäbe: 0		<b>Laufzeit Wärmepumpe [h/Jahr]</b> Gebäudeheizung: 1531 Warmwasserbereitung: 185		<b>Entzug aus Quelle [kWh/Jahr]</b> Gebäudeheizung: 18357 Warmwasserbereitung: 1803	
nach Verbrauchern aufgeteilt Heizung: 695 + Warmwasser: 119 + Abtauen Luft-Wärmepumpe: 0		<b>Stromverbrauch der Wärmepumpe und Hilfsenergien [kWh/Jahr]</b> Gebäudeheizung: 4549 Warmwasserbereitung: 821 Sole-Umwälzpumpe: 944 Heizungsumwälzpumpe: 86 Abtauen Luft-Wärmepumpe: 0			
<b>jährliche Gesamtkosten: 814</b>		<b>Stromverbrauch Heizstab [kWh/Jahr]</b> Gebäudeheizung: 0 Warmwasserbereitung: 0		<b>Jahresarbeitszahl: 4.02</b> <input type="checkbox"/> mit Heizungs-Umwälzpumpe <input checked="" type="checkbox"/> mit Sole-Umwälzpumpe	

Ergebnis-Report erstellen    Hilfe    Schließen

Bild 2: Beispiel für Berechnungsergebnisse

Bei der Erstellung eines neuen Projektes kann zur zeitsparenden Bedienung auf benutzerspezifische Standards zurückgegriffen werden, z.B. eine regional typische Tarifstruktur. Diese Standards können beliebig erweitert werden.

### Dimensionierungshilfen

TERRA-OPT<sup>®</sup> verfügt über zahlreiche Dimensionierungshilfen und Kontrollmechanismen, z.B.:

#### Prüfung des Erdabsorbers in zweifacher Hinsicht:

1. Bezogen auf den ausreichenden momentanen Wärmeentzug (entsprechend VDI 4640)
2. Zur Kontrolle des jährlichen Wärmeentzugs (entsprechend SIA D0136) Damit wird eine zunehmende Vereisung der Quelle verhindert, die erst nach mehreren Jahren zu Betriebsstörungen der Wärmepumpenheizung führen würde.

Ist die Wärmequelle in einem der beiden Fälle nicht ausreichend, erscheint eine Fehlermeldung.

Im Dimensionierungsmodus wird der bei den entsprechenden Randbedingungen (z.B. Bodenbeschaffenheit) minimal notwendige Erdabsorber (Sonde oder Horizontalabsorber) bestimmt.

#### Prüfung der Größe der Wärmepumpe

Die Wärmeabgabe einer Wärmepumpe richtet sich nach den Temperaturen in Quelle und Heizwasser.

Außerdem muss berücksichtigt werden, dass es regional unterschiedlich lange Stromabschaltzeiten im Sondertarif für Wärmepumpen der Energieversorger gibt. Bei der Auslegung muss auch die Warmwasserbereitung mit den erhöhten

Temperaturanforderungen mit berücksichtigt werden.

Je nach Programmmodus wird entweder die kleinste geeignete Wärmepumpe der TERRA-OPT<sup>®</sup>-Bibliothek angezeigt (Dimensionierungsmodus) oder die vom Anwender ausgewählte Wärmepumpe auf die ausreichende Größe überprüft.

Prüfung der Strömungsverhältnisse

Prüfung der Temperaturanforderungen

Ein ausführlicher Rechnerausdruck wird erstellt, in den auch eigene Texte und Formulierungen eingebunden werden können.