Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 76 (1985)

Heft: 3

Artikel: Luftreinhaltung durch den Einsatz von Wärmepumpen

Autor: Kannewischer, B.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904555

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: 09.12.2025

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

Luftreinhaltung durch den Einsatz von Wärmepumpen

B. Kannewischer

Durch den Einsatz vom Wärmepumpen können fossile Brennstoffe substituiert werden. Dadurch leistet die Elektrizität einen wertvollen Beitrag zur Luftreinhaltung. Dies allerdings nur, wenn das richtige Maschinenkonzept und ein optimaler Einsatz der Maschinen einen effizienten und störungsfreien Betrieb gewährleisten. Der folgende Beitrag illustriert dies anhand einiger Beispiele und gibt darüber hinaus einige allgemeine Informationen über den Einsatz von Wärmepumpen.

Les pompes à chaleur économisent des combustibles fossiles et contribuent efficacement, par l'électricité, au maintien de la propreté de l'air. Cela toutefois à condition qu'une conception correcte des machines et leur emploi optimal assurent un fonctionnement efficace et exempt de perturbations. Quelques exemples l'illustrent et fournissent en outre des informations générales sur l'emploi des pompes à chaleur.

Adresse des Autors

B. Kannewischer, dipl. Ing. SIA, Chamerstrasse 54, 6300 Zug.

1. Einleitung

Bei Betrachtungen über den Einsatz von Elektrizität zum Antrieb von Wärmepumpen ist die besondere schweizerische Situation der Erzeugung und des Verbrauchs elektrischer Energie zu beachten. 70% davon werden mit Wasserkraft erzeugt. Im Sommer herrscht eine Stromüberschusssituation, während im Winter Strom importiert werden muss. Es ist deshalb sinnvoll, im Sommer und in der Übergangszeit Strom für die Beheizung mit Wärmepumpen einzusetzen und im Winter auf speicherbare Energie (Öl) auszuweichen. Weniger sinnvoll ist natürlich, im Sommer ein Freibad mit importiertem Öl zu heizen und gleichzeitig elektrische Energie zu exportieren. Solche Missstände könnten durch eine entsprechende Tarifgestaltung (z.B. Sommer-/Winter-Tarif) behoben werden.

2. Generelles zum Einsatz von Wärmepumpen

Eine Wärmepumpe bietet keine prinzipielle Gewähr für einen sparsamen Energieeinsatz. Dazu müssen erst die folgenden Besonderheiten bei der Planung und Erstellung beachtet werden:

- Kühlmaschinen können nicht ohne Änderung als Wärmepumpen eingesetzt und herkömmliche Heizsysteme nicht ohne weiteres in den Wärmepumpenbetrieb integriert werden.
- Die Leistung einer Wärmepumpenanlage kann nicht so einfach dem witterungsabhängigen Verbrauch angepasst werden, wie bei Heizkesseln, bei denen dies durch kurzfristiges Ein- und Ausschalten des Brenners geschehen kann.
- Eine Überdimensionierung des Wärmeerzeugers führt bei Wärmepumpenanlagen zu sehr hohen Investitionskosten, grossen regeltechnischen Problemen sowie unwirtschaftlichem Betrieb. Bei Heizkesseln wirkt sich eine Überdimensionierung bei weitem nicht so gravierend aus.
- Die Heizwassertemperaturen bei Wärmepumpensystemen liegen meistens an der Grenze zwischen höchster Temperatur, welche die Wärmepumpe wirtschaftlich erzeugen kann, und tiefster Temperatur, die für eine wirtschaftliche Heizflächendimensionierung in Frage kommt. Aus dieser Grenzsituation ergeben sich Probleme für die Energieerzeugung und -verwendung, die ingenieurmässig bearbeitet werden müssen.
- Obwohl die Heizungsinstallationen und Wärmepumpen nur bekannte Bauteile enthalten, treten bei der Kombination von beiden Probleme auf.
- Die Wärmepumpenhersteller kümmern sich zuwenig um den Übergangsbereich zur Heizungsinstallation, der Heizungsfachmann kennt häufig die besonderen Betriebsanforderungen der Wärmepumpe nicht.
- Die Erfahrungen bezüglich Schaltungstechnik und Wirtschaftlichkeit fehlen vielfach.

Trotz diesen Problemen gibt es viele Wärmepumpenheizungen mit erstaunlich niedrigen Energiekosten. Bei Gebäudeheizungen sind Leistungsziffern von 3 bis 4 erreichbar, d.h. mit einer zugeführten elektrischen Energie von 1 kWh werden 3 bis 4 kWh Wärme erzeugt.

3. Aufteilung der Leistung bei bivalenter Wärmeerzeugung

Wie vorstehend bereits erläutert, ist es wirtschaftlich, als Basiswärmeerzeugung eine Elektrowärmepumpe

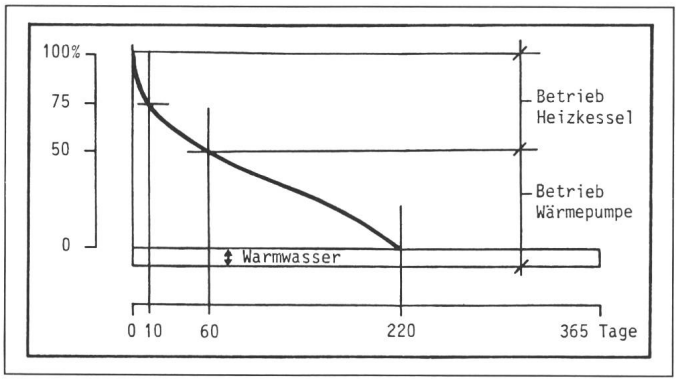


Fig. 1
Einsatz der Wärmeerzeuger

einzusetzen und die Spitze der kältesten Jahreszeit mit einem Ölkessel abzudecken. Die Figur 1 zeigt den Einsatzbereich von Wärmepumpe und Heizkessel bei einer bivalenten Anlage. Bei diesem und ähnlichen Konzepten ist zu überlegen, ob bei kalter Aussentemperatur die Wärmepumpe eingeschaltet bleiben soll.

4. Positive Beispiele

Die nachfolgenden Beispiele zeigen Anlagen, bei denen sich der Wärmepumpeneinsatz gelohnt hat.

4.1 Bivalente Kleinanlage

Der Wärmebedarf eines Zwei-Familien-Hauses (Fig. 2) beträgt 32 kW. Die Heizung wird dimensioniert bei -11 °C Aussemtemperatur auf Vor- und Rücklauftemperaturen von 70 und 50 °C. Das Heizsystem basiert auf Radiatoren. Bei Aussentemperaturen über 5° C ist die Luft-Wärmepumpe in Betrieb, bei tieferen Temperaturen wird auf den Ölkessel umgeschaltet. Der Ölkessel hat 32 kW, die Luft-Wärmepumpe 10,5 kW Heizleistung. Die vom Netz aufgenommene Leistung beträgt 3,6 kW. Ein Speicher ist nicht vorhanden, und die Wärmepumpe gleitet ständig zwischen Ein- und Ausschalttemperatur.

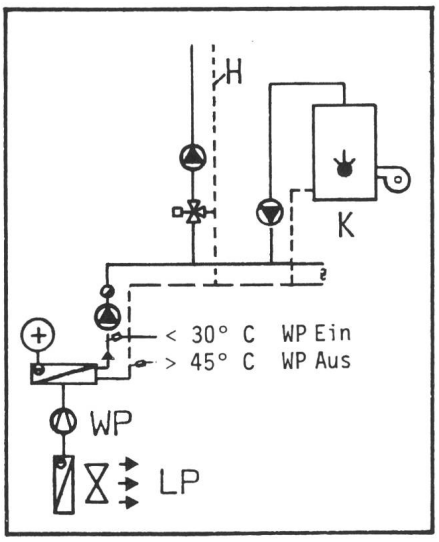


Fig. 2 Bivalente Kleinanlage
H Gebäudeheizung
K Ölkessel
LP Luftumwälzpumpe
WP Wärmepumpe

4.2 Monovalente Anlage mit Speicher

Damit wurde ein Haus mit 30 Wohnungen (Fig. 3) ausgerüstet. Die Wärmepumpe bezieht Energie aus dem Seewasser und arbeitet mit zwei Verdichtern in einem Kältekreislauf. Die Anlage besitzt einen Speicher für Tag-Nacht-Speicherung sowie eine zentrale Warmwasserbereitung. Der Strombezug erfolgt im Jahresbetrieb etwa zu 80% im Niedertarif- und zu 20% im Hochtarifbereich. Für die Wärmepumpenanlage gelten die folgenden Daten:

Kältemittel	R 12
Kondensationsleistung	127 kW
Verdampfungsleistung	87 kW
Aufgenommene Leistung	45 kW
Verdampfungstemperatur	0 °C
Seewassertemperatur	4 °C
Kondensationstemperatur	58 °C
Heizwassertemperaturen	40/55 °C

Die Stufenschaltung erfolgt in Abhängigkeit von der Rücklauf- oder der Wasseraustrittstemperatur. Bei Aussentemperaturen unter -5 °C erfolgt eine Tag-Nachladung auf kleiner Stufe.

Die günstigen Betriebskosten dieser Heizungsanlage sind einerseits der Wärmepumpe und anderseits dem Betrieb während der Niedertarifzeit zuzuschreiben.

4.3 Industrieanlage zur Wärmerückgewinnung

Diese Anlage (Fig. 4) kann mit den folgenden Stichworten beschrieben werden:

- Wärmerückgewinnung mit einem 6/12-°C-Kaltwassersystem, welches der Fortluft und dem warmen Abwasser Wärme entzieht.
- Einspeisung der Wärmepumpe in ein Niedertemperaturnetz, welches bei Spitzenbedarf aus einem Hochtemperaturnetz Zusatzwärme erhält.
- Wärmepumpenanlage mit zwei Verdichtern in zwei getrennten Anlagen.
- Jede Anlage ist mit einem Enthitzer ausgerüstet, welcher in Serie geschaltet ist.

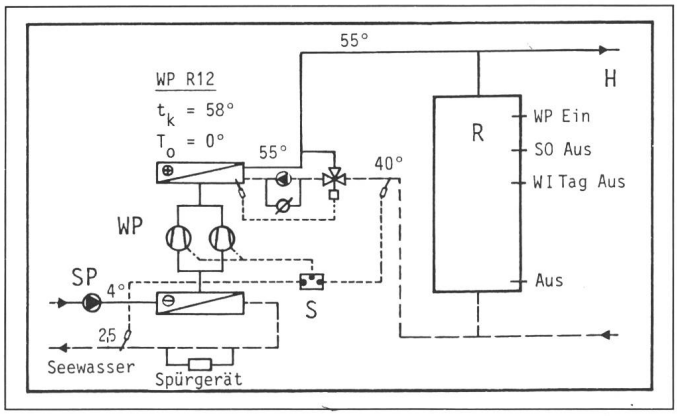
Im übrigen gelten für die Wärmepumpe die folgenden Daten:

Kondensationsleistung	635 kW
Verdampfungsleistung	460 kW
Aufgenommene Leistung	175 kW
Seewassertemperaturen	6/12 °C
Kondensationstemperatur	56 °C
Heisswassertemperaturen	55/40 °C

4.4 Wärmepumpe für Freibadheizung

Wärmepumpen für Freibadheizungen (Fig. 5) haben eine hohe Leistungsziffer von 5 bis 5,5, da die Kondensationstemperatur meist nur 30 °C beträgt und ausserdem die Umwelttemperatur (Wasser oder Luft) sehr hoch

Fig. 3
Mittlere monovalente Anlage für Mehrfamilienhaus
H Heizung und Warmwasser
R Speicher, 80 m³
S1 Stufenschalter
SP Seewasserpumpe
WP Wärmepumpe
SO Sommer
WI Winter



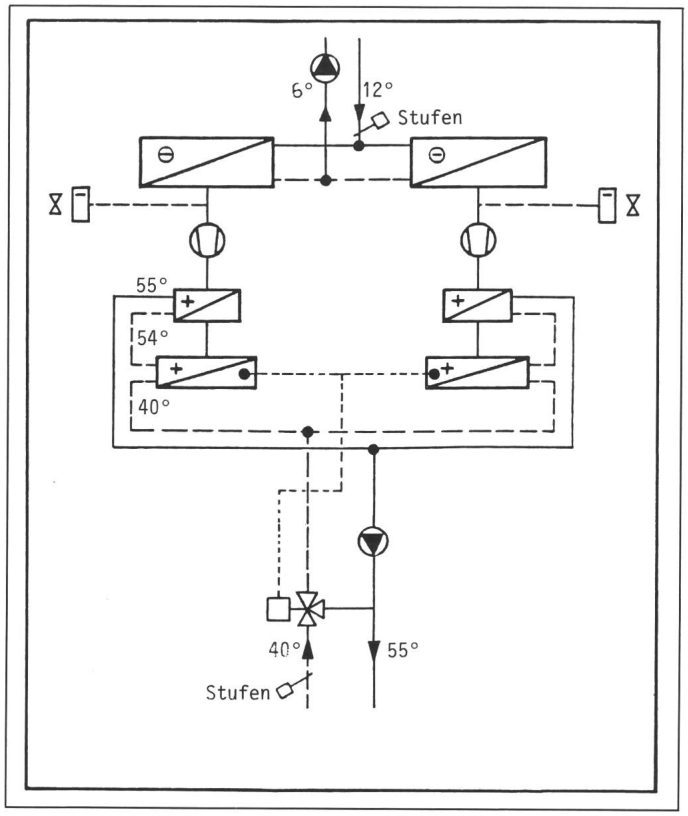


Fig. 4
Industrieanlage zur Wärmerückgewinnung

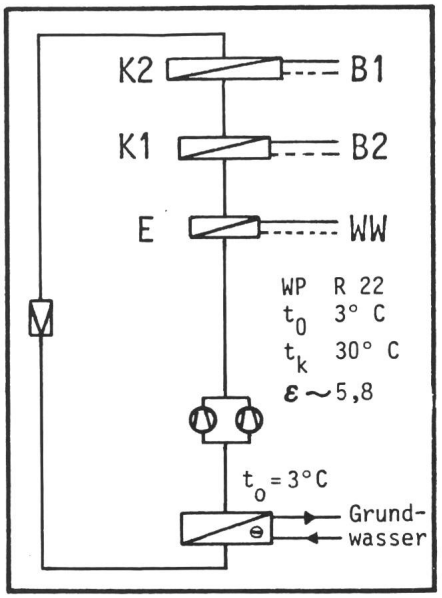


Fig. 5 Prinzipschema für Wärmepumpen-Freibadheizung

B1 Becken 1
B2 Becken 2
E Enthitzer
K1 Kondensator 1
K2 Kondensator 2
WW Warmwasserbereitung

ist. Für jedes Becken wird ein getrennter Kondensator vorgesehen, um die unterschiedlichen Temperaturen und Niveauhöhen der Wasserspiegel berücksichtigen zu können. Die Auslegung einer solchen Anlage erfolgt auf Nachtbetrieb; das Becken dient hierbei als Speicher.

5. Negative Beispiele

Nachfolgend werden zwei Beispiele aufgezeigt, bei welchen dem Einsatz von Wärmepumpen kein Erfolg beschieden war.

Das erste Beispiel betrifft eine Anlage, für welche der Wärmebedarf falsch berechnet und bei welcher demzufolge eine Wärmepumpenleistung von über 1500 kW statt 700 kW installiert wurde. Da ein Speicher in dieser Anlage fehlt, schalten die Wärmepumpen bereits auf minimaler Leistungsstufe kurzzeitig ein und aus. Hydraulische Mängel im Heiznetz haben eine zu hohe Rücklauftemperatur zur Folge. Die Leistungsziffer, welche theoretisch zwischen 3 und 4 liegen sollte, beträgt deshalb im Jahresmittel lediglich 2 bis 3. Dieses ungünstige Konzept bewirkt, dass hohe Leistungsspitzen das elektrische Netz belasten und hohe Wartungskosten sowie häufige Störungen zu verzeichnen sind. Eine Verbesserung ist wie folgt vorgesehen: Behebung der hydraulischen Mängel in der Heizungsinstallation, Einbau eines Speichers und Halbierung der Wärmepumpenleistung.

Das zweite Beispiel aus jüngster Zeit betrifft ein Thermalbad, bei dem das warme Abwasser mit Elektrowärmepumpen abgekühlt und die gewonnene Wärme wieder in das Heiznetz eingespiesen werden soll. Der Spitzenbedarf während der kalten Jahreszeit wird durch einen zusätzlichen Gaskessel gedeckt. Dieses Grundkonzept, welches prinzipiell richtig ist, hat sich in der Praxis aus folgenden Gründen nicht bewährt: Mängel in der Heizungsinstallation und ungenügende Abstimmung mit den Wärmepumpen führen dazu, dass die Wärmepumpen nicht arbeiten können. Ein Hauptproblem liegt darin, dass ein falsches Kältemittel (R 22) eingesetzt wurde, welches die erforderlichen Heizwassertemperaturen von 55 bis 58 °C nur beim Betrieb im obersten Druckbereich erbringen kann. Hochdruckstörungen sind damit vorprogrammiert. Auch bei dieser Anlage muss das Heizungsnetz auf die Bedürfnisse der Wärmepumpen umgebaut und diese auf ein geeignetes Kältemittel (R 12) umgestellt werden, damit die erforderliche Heiztemperatur ohne Störung erreicht werden kann.

6. Schlussbemerkungen

Die vorhergehenden Beispiele haben gezeigt, mit welchen Gefahren und Fehlerquellen beim Einsatz von Wärmepumpen zu rechnen ist. Abschliessend sei noch darauf hingewiesen, dass neben der Wärmepumpe praktisch alle Wärmerückgewinnungseinrichtungen mit elektrischer Energie betrieben werden. Solche Anlagen stehen heute in beträchtlichem Umfang in Betrieb. Beispiele sind rotierende Regenerativtauscher sowie Platten- oder Röhrentauscher zur Gewinnung der Wärme aus warmer Fortluft. Diese Wärmerückgewinnungsanlagen haben oft eine Leistungsziffer, welche weit über derjenigen vom Wärmepumpen liegen.