

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 108 (1990)
Heft: 1-2

Artikel: Wärmepumpenanlage Werkhof Flooz: energetische Messungen an der Anlage
Autor: Sidler, Franz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-77343>

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: 08.02.2026

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

Wärmepumpenanlage Werkhof Flooz

Energetische Messungen an der Anlage

Im Rahmen seiner Energiepolitik fördert der Kanton St. Gallen Projekte, mit denen Möglichkeiten zur Einsparung von Energie untersucht werden. Der neueste Bericht fasst die zweijährigen Erfahrungen mit der Wärmepumpenanlage im Werkhof Flooz, Wattwil, zusammen.

Abwasserwärme wird genutzt

Der Werkhof Flooz wurde 1985 erstellt und dient dem Strassenkreisinsektorat Wattwil als Stützpunkt für den kanton-

VON FRANZ SIDLER UND
WALTER FÄH,
ST. GALLEN

nenal Strassenunterhalt. Die zwei Gebäude umfassen Büros, Einstellräume für Fahrzeuge und Geräte sowie die Werkstatt. Der Werkhof liegt neben der Abwasserreinigungsanlage Wattwil. Deshalb wurde für die Wärmeerzeugung eine Wärmepumpe gewählt, die dem gereinigten Abwasser Wärme entzieht. Durch die Wärmerückgewinnung wird das 8 bis 10 Grad warme

Wasser um durchschnittlich 3 Grad gekühlt. Die Wärme wird in den Büros mit Radiatoren, in den Einstellhallen und in der Werkstatt mit Lufterhitzern abgegeben. Das Warmwasser wird während des ganzen Jahres mit der Wärmepumpe aufbereitet.

Messungen seit Mitte 1986

Nach der Installation von Elektrozählern und Messeinrichtungen für Heizenergie- und Warmwasserverbrauch wurden vom Betriebspersonal seit Mitte August 1986 täglich Verbrauchs- und Temperaturmessungen vorgenommen. Dank dieser Langzeitmessung konnten bereits vor dem Beginn der Intensivmessperiode wichtige Betriebsmerkmale herausgefunden werden.

Die Intensivmessung dauerte von Mitte Januar bis Mitte April 1987. Aufgrund

einer Zwischenauswertung wurden im März 1987 erste Optimierungsmassnahmen vorgenommen und im zweiten Teil der Intensivmessung erfasst.

Betriebskosten konnten gesenkt werden

Die Betriebskosten der Wärmepumpe für Heizung und Warmwasser wurden mit jener einer Ölheizung verglichen. Bei der Wärmepumpe fallen die Kosten für Spitzenstrombezug, Service und Reparaturen stark ins Gewicht. Beim Einsatz einer konventionellen Ölheizung wären die Betriebskosten sogar bei einem Ölpreis von 70 Rp./kg deutlich geringer als diejenigen des installierten Wärmepumpensystems. Mit der im Laufe der Intensivmessung vorgenommenen Optimierung gelang es, die Jahresbetriebskosten der Wärmepumpe um rund Fr. 3500.- zu senken.

Die Grafik (Bild 1) zeigt, wie die ursprünglich gemessenen Werte (mittlere Kolonne) mit der Systemoptimierung gesenkt werden konnten. Die Betriebskosten liegen aber auch nach der Optimierung noch über denjenigen einer Ölheizung (rechte Kolonne).

Beitrag zur Luftreinhaltung

Mit dem Einsatz einer Wärmepumpe kann ein Beitrag zur Reinhaltung der Luft geleistet werden. Eine elektromotorisch angetriebene Wärmepumpenanlage verursacht in der Regel keine Luftschadstoffe, im Gegensatz zu einer Ölheizung (Tabelle 1).

Die Aufstellung zeigt den Luftschadstoff-Ausstoss einer vergleichbaren Ölheizung. Der Berechnung wurde ein Ölbedarf von 9270 kg, entsprechend dem Jahresenergiebedarf für den Werkhof von 98 000 kWh, zugrunde gelegt.

Niedriger Energieverbrauch

Der Werkhof Flooz weist mit $E = 256 \text{ MJ/m}^2$ eine sehr tiefe Energiekennzahl auf. Der niedrige Energieverbrauch hat drei Gründe:

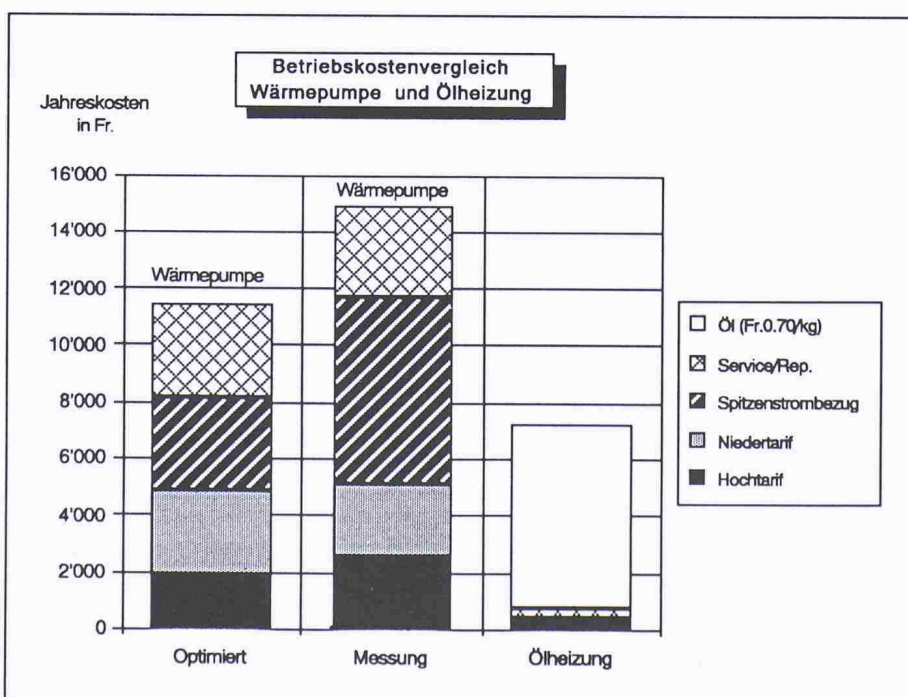


Bild 1. Vergleiche der Betriebskosten

Ölheizung: Luftschadstoffe (kg je Jahr)	
Schwefeldioxid	55
Stickoxid	17
Kohlenmonoxid	19
Kohlenwasserstoffe	5

Tabelle 1. Luftschadstoffe aus Ölheizung

- Einsatz der Wärmepumpe;
- gute Wärmedämmung;
- sparsamer Heizbetrieb und Warmwasserverbrauch.

Der gemessene Wärmeanteil (Ew) an der Energiekennzahl beträgt 177 MJ/m²a und ist damit rund halb so hoch wie die heute für Werkstattneubauten üblichen Werte.

Aussagekräftiges Energiefluss-Diagramm

Aus der Abwärme des Abwassers der ARA können 78 290 kWh gewonnen werden. Für die Wärmeerzeugung werden 49 710 kWh elektrische Energie benötigt; 41% zum Hochtarif, 59% zum Niedertarif. Der gesamte Energiebedarf für die Erzeugung von Wärme beträgt somit 128 000 kWh. Davon geht mit 30 000 kWh eine erhebliche Menge als Systemverluste verloren.

Mit den verbleibenden 98 000 kWh können der Heizenergiebedarf (97 050 kWh) und der Warmwasserbedarf (950 kWh) gedeckt werden. Der Heizenergiebedarf wird auch durch die «freie Wärme» beeinflusst. Dieser Begriff umfasst jene Wärme, die durch Sonneneinstrahlung entsteht, sowie die heizwirksamen Anteile der Motorenabwärme (Kraft) und der Beleuchtung. Für Licht und Kraft werden 21 500 kWh verbraucht, zusätzlich zur Betriebsenergie der Wärmepumpe.

Aus dem Energieflussdiagramm (Bild 5) lassen sich verschiedene Kennwerte ermitteln, die einen Vergleich mit anderen Anlagen ermöglichen:

Die *mittlere Anlageleistungsziffer* (Malz) zeigt das Verhältnis der Heizwärme zur gesamten kostenpflichtigen Energie (Elektrizität) für die Wärmeerzeugung (128 000 kWh : 49 710 kWh). Sie beträgt für Flooz 2,6 und liegt damit im Bereich vergleichbarer Anlagen.



Bild 2. Der Werkhof Flooz dient dem Strassenkreisinspektorat Wattwil als Stützpunkt für den Strassenunterhalt. Das grössere Gebäude im Vordergrund wird als Einstellhalle für Fahrzeuge und Geräte genutzt. Im kleineren Gebäude sind die Büros und die Werkstatt untergebracht; im Untergeschoss befindet sich die Wärmepumpe (Bild: Hochbauamt des Kt. St. Gallen)

Eine weitere Anlagekennziffer ist der *Systemwirkungsgrad*. Er stellt das Verhältnis von Nutzenergie zur kostenpflichtigen Energie dar und beträgt für das vorliegende Objekt 2,0 (128 000 kWh abzüglich Systemverluste von 30 000 kWh = 98 000 kWh : 49 710 kWh). Wegen der überdurchschnittlichen Systemverluste liegt der Systemwirkungsgrad für die Anlage in Flooz im unteren Bereich.

Wertvolle Erfahrungen gewonnen

Nachfolgend sind die wichtigsten Erkenntnisse und Erfahrungen, die im Rahmen dieses Messprojektes gesammelt wurden, zusammengefasst.

Erkenntnisse, bezogen auf den Werkhof Flooz:

- Der Energieverbrauch des Werkhofes ist dank dem Einsatz einer Wärmepumpe, dem sparsamen Heizbe-

trieb und Warmwasserverbrauch gering.

- Der Betrieb hat gezeigt, dass der Planung ein zu grosser Wärmeleistungsbedarf für die Lüftung zugrunde gelegt wurde. Um dies bei künftigen Projekten zu verhindern, muss der Auftraggeber die Anforderungen an die Wärmeversorgung frühzeitig ermitteln.
- Zur Deckung des Wärmeleistungsbedarfes genügt der Betrieb eines Kompressors der Wärmepumpe.
- Der Systemwirkungsgrad während des Sommers liegt unter 10%.
- Eine deutliche Verbesserung des Sommerwirkungsgrades der Wärmeerzeugung ist wegen des gewählten Kompressortyps kaum möglich.
- Mit einer Intensivmessung und einer Systemoptimierung können die Betriebskosten der Wärmeerzeugung jährlich um etwa Fr. 3500.- gesenkt werden. Die Kosten der vorliegenden

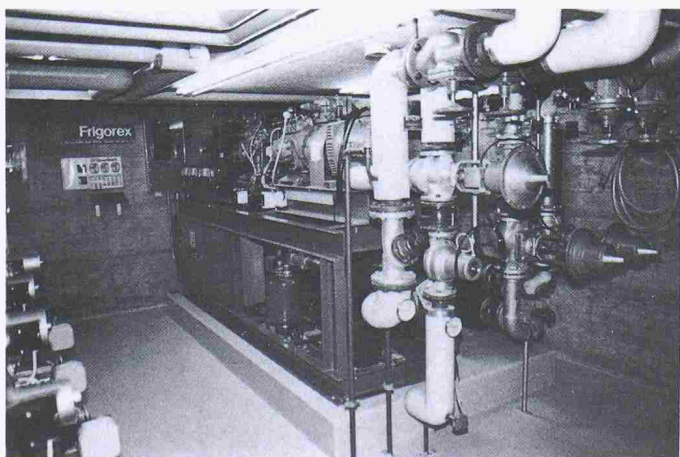


Bild 3. Zur Wärmeerzeugung des Werkhofes wurde eine Wärmepumpenanlage eingebaut. Genutzt wird die Abwasserwärme der angrenzenden Kläranlage Wattwil (Bilder 3 und 4: E. Baumann, Bazenhaid)

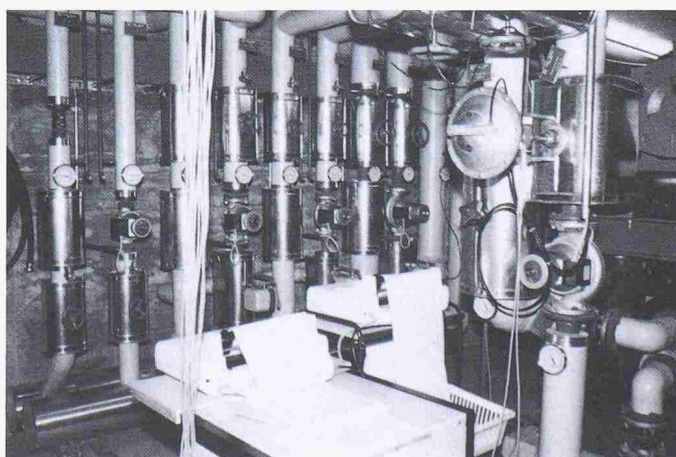


Bild 4. Es wurde eine mehrmonatige Intensivmessung durchgeführt. Auf Grund der Messergebnisse wurden Optimierungsmassnahmen getroffen, die zu erheblichen Einsparungen bei den Betriebskosten führten.

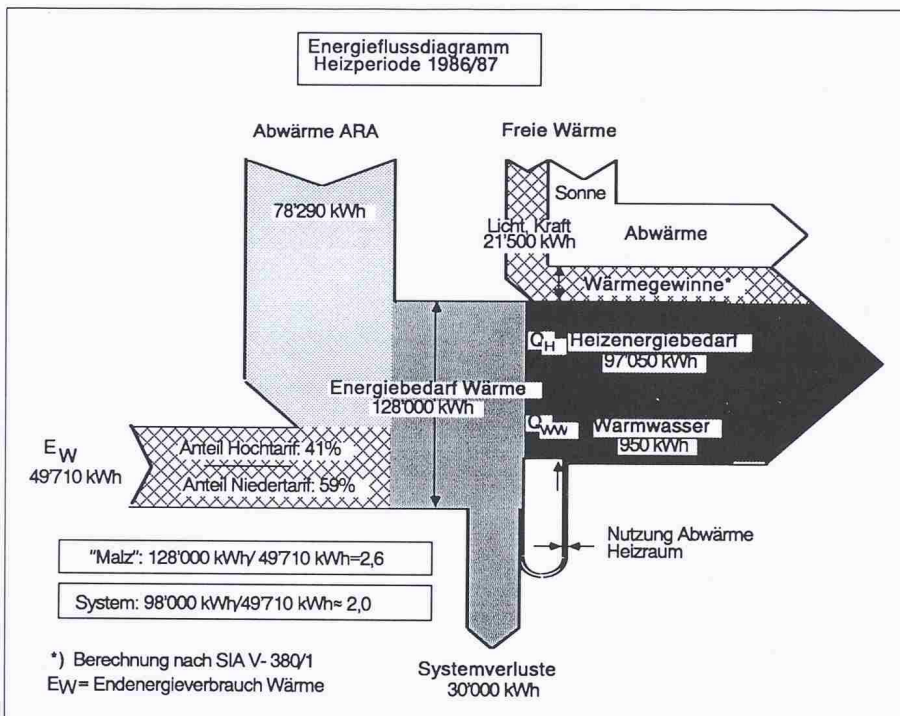


Bild 5. Aussagekräftiges Energieflussdiagramm

Untersuchung sind somit amortisierbar.

- Beim Einsatz eines konventionellen Ölkessels wären die Betriebskosten sogar bei einem Ölpreis von Fr. 70.-/100 kg deutlich geringer als diejenigen der installierten Wärmepumpenanlage.
- Es ist sehr zu empfehlen, die wöchentlichen Ablesungen weiterzuführen. Wenn regelmässig abgelesen und ausgewertet wird, können Veränderungen sofort festgestellt werden.

Allgemeine Erkenntnisse:

- Grundsätzlich soll nicht nur eine funktionierende, sondern eine optimierte Wärmepumpenanlage erstellt werden. Die Optimierungsaufwendungen sind üblicherweise nicht im Honorar begriffen. Deshalb sind

zusätzliche Ingenieurentscheidungen von Anfang an vorzusehen.

- Die Anlage zur Wärmeerzeugung soll ohne Sicherheitszuschläge gemäss SIA-Empfehlung 384/2 dimensioniert werden. Dabei ist die Gleichzeitigkeit der Lasten zu berücksichtigen.
- Beim beabsichtigten Einsatz von Wärmepumpen ist es besonders wichtig, das zukünftige Benutzerverhalten gründlich und möglichst wirklichkeitsnah abzuschätzen.
- Bei der Planung einer Wärmepumpenanlage muss ein Konzept zur optimalen Speicherbewirtschaftung erstellt werden.
- Im Honorarvertrag des Planers sind die mittlere Anlageleistungsziffer der Wärmepumpe und der Systemwirkungsgrad festzuhalten.
- Für jede Anlage ist ein Mess- und Überwachungskonzept zu erstellen und dem Betreiber bei der Inbetriebnahme zu übergeben.

- Die notwendigen Messeinrichtungen zur Überprüfung der Anlagekenngrössen sind bei jeder Anlage einzubauen.
- Bei komplexen haustechnischen Anlagen können Systemoptimierungen und damit Betriebskosteneinsparungen nur mit einer Intensivmessung erreicht werden.
- Allgemeine Schlüsse über die günstigste Ausnutzung der Elektrizitätstarife sind nicht möglich. In jedem Einzelfall müssen beim örtlichen Stromlieferanten verbindliche Auskünfte über die Tarife eingeholt werden.

Bericht liegt vor

Ziel der zweijährigen Versuchsphase war, zusätzliche Grundlagen für die Planung und den Betrieb von Wärmepumpenanlagen zu gewinnen und diese Erkenntnisse an interessierte Kreise weiterzugeben. Die Untersuchungen wurden durch die Ingenieurgemeinschaft Ernst Baumann, Ing. HTL, Bazenheid, und Thomas Baumgartner, Ing. HTL, Dübendorf, vorgenommen und die Ergebnisse in einem Bericht zusammengefasst. Dieser kann zum Preis von Fr. 10.- beim Amt für Umweltschutz, Sektion Energie, Linsebühlstrasse 91, 9001 St. Gallen, bezogen werden.

Adresse der Verfasser: Franz Sidler, Ing. HTL, Chef der Sektion Energie, Abteilung Wasser und Energiewirtschaft, und Walter Fäh, Betriebsökonom AWV, Informationsbeauftragter, Amt für Umweltschutz des Kantons St. Gallen, Linsebühlstrasse 91, 9001 St. Gallen.