



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und  
Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**

**Jahresbericht 2010, 31. Dezember 2010**

---

# **Zirkulationsverluste in Brauchwarmwasseranlagen**

## **Phase 1: Analyse**

---

**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE  
Forschungsprogramm Wärmepumpen, WKK, Kälte  
CH-3003 Bern  
[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

**Kofinanzierung:**

EKZ Elektrizitätswerke Kanton Zürich

**Auftragnehmer:**

NTB Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs  
Werdenbergstrasse 4  
CH-9471 Buchs  
[www.ntb.ch](http://www.ntb.ch)

**Autoren:**

Stefan Bertsch, Hochschule für Technik Buchs, stefan.bertsch@ntb.ch

**BFE-Bereichsleiter:** Andreas Eckmanns

**BFE-Programmleiter:** Thomas Kopp

**BFE-Vertrags- und Projektnummer:** SI/500574-01

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

# Zusammenfassung

Ziel dieser Studie ist die Untersuchung der Zirkulationsverluste in Wohnanlagen mit zentraler Brauchwarmwasser-Aufbereitung. Die Zirkulation wird vornehmlich in Mehrfamilien-Überbauungen, Hotels und Spitälern eingesetzt, um die geforderte Mindesttemperatur an der Zapfstelle garantieren zu können. Diese Mindesttemperatur wiederum wird benötigt, um einen wirkungsvollen Legionellenschutz zu gewährleisten. Die in letzter Zeit immer öfters eingesetzten Wärmepumpen mit geschichteten Speichern zur Brauchwarmwassererwärmung reagieren sehr empfindlich auf die Durchmischung des Speichers durch die Brauchwarmwasser-Zirkulation, was Effizienzeinbußen zur Folge hat. Auch bei kondensierenden Heizkesseln reduziert sich die Effizienz. Um eine Durchmischung des Speichers zu verhindern werden alternativ auch Zirkulationsheizungen mittels Heizband eingesetzt, die ebenfalls zu einem erhöhten Strombedarf führen. Ziel dieser Studie ist die Untersuchung der Zirkulationsverluste und die Beurteilung alternativer Konzepte zur Kompensation dieser Wärmeverluste. Mögliche Varianten sind zum Beispiel die Verwendung mehrerer Speicher oder der Einsatz einer kleinen Wärmepumpe zur Deckung der Zirkulationsverluste. In dieser Studie sollen verschiedene Varianten zusammengestellt und mittels Felderfahrung und Simulation auf Machbarkeit und Kosten untersucht werden. Das EKZ besitzt ca. 300 Wärmepumpenanlagen mit Online-Monitoring von denen einige Anlagen zur Beurteilung verwendet werden können. Ziel ist es, durch eine enge Zusammenarbeit mit der Industrie, praxisnahe und wirtschaftliche Handlungsanweisungen für Planer zu erstellen.

## Abstract

Aim of this study is the investigation of circulation losses in multiple-family dwellings with central domestic hot-water heating. Domestic hot water circulation is mainly used in multiple-family dwellings, hotels and hospitals in order to achieve the required water temperature at the water plug. This minimum water temperature is necessary in order to achieve an effective protection against the Legionella disease. Lately, often heat pumps with stratified heat storage tanks have been used in order to heat and store domestic hot water. The efficiency of these systems reacts heavily on mixing the hot water in the heat storage due to circulation of the domestic hot water. The same problem can be experienced with condensing boilers, although not as severe. In order to prohibit the mixing of circulating water with the hot water in the heat storage, nowadays electric trace heating systems are used which severely increase the electrical power consumption for domestic hot water heating. The main aim of this study is to investigate the heat losses due to circulation and to propose and assess alternative concepts of compensating or reducing the heat losses. Possible options are the use of several heat storage tanks or the use of a small heat pump just to compensate the circulation heat losses. Several alternative ways should be investigated with respect to cost, feasibility and energy consumption using simulation and field measurements. The electric power company EKZ owns more than 300 heat pump systems that are equipped with an online monitoring system. These heat pump installations can be used in order to evaluate existing and new approaches. Practical and cost-effective directives for planners should result at the end of this project.

# Einleitung

In dieser Studie sollen die Wärmeverluste, welche bei der Zirkulation von Brauchwarmwasser auftreten, untersucht werden. Diese Zirkulation wird vornehmlich in Mehrfamilien-Überbauungen, Hotels und Spitälern eingesetzt, um die geforderte Mindesttemperatur (meist 60°C) an der Zapfstelle garantieren zu können. Diese Mindesttemperatur wird für einen wirkungsvollen Legionellenschutz benötigt.

Besonders bei Brauchwarmwasser-Erwärmungsanlagen auf der Basis von Wärmepumpen mit geschichteten Speichern entstehen signifikante Effizienzeinbussen, wenn die Speicher durch die Brauchwarmwasser-Zirkulation durchmischt werden. Aber auch andere Heizkonzepte, wie kondensierenden Heizkessel oder solarthermische Anlagen, reagieren empfindlich auf die Durchmischung. Um diese Vermischung des Speichers zu verhindern, werden alternativ auch Zirkulationsheizungen mittels elektrischem Heizband eingesetzt. Diese führen jedoch ebenfalls zu einem erhöhten Strombedarf.

Ziel dieser Studie ist die Untersuchung der Zirkulationsverluste und die Beurteilung alternativer Konzepte zur Kompensation dieser Wärmeverluste. Mögliche Varianten sind zum Beispiel die Verwendung mehrerer Speicher oder der Einsatz einer kleinen Wärmepumpe zur Deckung der Zirkulationsverluste. In dieser Studie sollen verschiedene Varianten zusammengestellt und mittels Felderfahrung und Simulation auf Machbarkeit und Kosten untersucht werden.

Die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) besitzen ca. 300 Wärmepumpenanlagen mit Online-Monitoring. Von diesen Anlagen können einige zur Beurteilung verschiedener Konzepte verwendet werden. Des Weiteren können quantitative Aussagen über die Verluste im Feld gemacht werden. Durch eine enge Zusammenarbeit mit der Industrie ist es möglich praxisnahe und wirtschaftliche Handlungsanweisungen für Planer zu erstellen.

Es gibt einige wenige Projekte, die sich bereits mit der Brauchwarmwasser-Zirkulation auseinandergesetzt haben. *Kremer und Waider (2001)* schlagen verschiedene Bauarten von Trinkwassererwärmungsanlagen vor. Der Fokus liegt dabei allerdings nicht auf Wärmepumpen. *Sitzmann (2004)* beschäftigte sich mit der Einbindung von solarthermischen Brauchwarmwasseranlagen in Mehrfamilienhäusern. Auch hier wurde das Thema der Zirkulationsverluste am Rande behandelt. Das Grundproblem der Zirkulation und die hohen Wärmeverluste werden in den Berichten von *Hubacher und Ehrbar (2009)* und *Hubacher et al. (2010)* thematisiert. Es zeigt sich, dass die Verluste in der Wärmeverteilung eklatant hoch sind. Ein dringender Handlungsbedarf wird bescheinigt.

*Nipkow und Real (2000)* beschäftigen sich mit Energieverlusten von Warmwasserverteilsystemen und zeigen Sparpotentiale in der Wärmeverteilung auf. Das Projekt beschäftigt sich jedoch nicht im speziellen mit Wärmepumpen, die stärkere Effizienzeinbussen erfahren als vergleichbare Heizsysteme. Das Projekt weist auch darauf hin, dass weitere Untersuchungen im Feld notwendig sind, um Verbesserungsvorschläge für die Praxis abzuleiten. Für dieses Projekt sind auch Untersuchungen an Speichern interessant, da hier in den Augen der Autoren ein grosses Potential liegt. In Bezug auf verschiedene Speicher finden sich mehrere Publikationen unter anderem von *Feisst und Hüppi (1980)* und *Bär (2009)*.

## Durchgeführte Arbeiten 2010 und Ausblick 2011

Im Jahr 2010 wurde mit der Literaturrecherche begonnen und die Projektorganisation gestartet. Der Hauptteil des Projektes soll 2011 durchgeführt werden. Im speziellen sind dies die folgenden Punkte:

- a) Workshop mit Vertretern der Industrie, um den „State of the Art“ aufzuzeigen und zu analysieren.
- b) Zusammenstellung und Klassifizierung verschiedener Varianten der Reduktion und Kompensation von Wärmeverlusten in Brauchwarmwasser-Zirkulationssystemen. Abschätzung der Grössenordnung der Verluste in realen Systemen.
- c) Analyse und Beurteilung der Varianten im Hinblick auf Energieverbrauch, Machbarkeit, Kosten, Robustheit, etc. unter Verwendung von Simulation und Messungen an Anlagen der EKZ.
- d) Vergleich der Ergebnisse für Neubauten und Sanierungsfälle.
- e) Erstellung von Handlungsanweisungen für Planer.

## Referenzen

Bär S., 2009, Strömungsanalyse bei Lade- und Entladevorgängen in Warmwasserboilern, Bachelorarbeit HSR, Rapperswil.

Feisst, U. und Hüppi A., 1980, Untersuchung über die Temperaturschichtung in thermischen Speichern , Diplomarbeit NTB.

Hubacher P., Bernal C., Ehrbar M., 2009, Feldmonitoring und Analysen an Grosswärmepumpen, Phase 2, BFE-Projekt Nr. 100'917, Schlussbericht.

Hubacher P., Ehrbar M., 2008, Feldmonitoring und Analysen an Grosswärmepumpen, Phase 2, BFE-Projekt Nr. 100'917, Jahresbericht.

Huhn R., Davids A., 2008, Zirkulationsverluste in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen - Senken oder Abschaffen?, TU Dresden.

Kremer R., Waider D., 2001, Trinkwassererwärmungsanlagen, Teil 2: Konstruktion und Bauart von zentralen Anlagen sowie technische Lösungsvorschläge, SBZ 19/2001, Gentner Verlag, Stuttgart.

Menti U., 2007, Wassererwärmung: zentral ist besser, Ostschweizer Energiepraxis, Zürich.

Milles U., 2004, Optimierte Warmwasserverteilung in Wohngebäuden, Bine Projektinfo 05/04, Eggenstein-Leopoldshafen.

Nipkow J., Real M., 2000, Energieverluste von Warmwasserverteilsystemen und Sparpotentiale, Zürich.

Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW , 2001, Legionellen in Trinkwasserinstallationen - Was muss beachtet werden?, Merkblatt, Zürich.

Sitzmann B., 2004, Zirkulationseinbindung von solaren Warmwasseranlagen in MFH, DIS-Projekt Nr: 46034, Schlussbericht.

Tschui A., Stadelmann B., 2006, Studie Warmwasserverteilung, Kurzstudie über die Energieverluste der verschiedenen Verteilsituationen von Warmwasser im Mehrfamilienhaus, Version 1.4, HTA Luzern.

Vogelsanger P., Geisshüsler S., Lauber A., Daguenet X., Marty H. , 2007, Wärmeverluste durch Gegenstromzirkulation (rohrinterne Zirkulation) in an Speichern angeschlossenen Rohrleitungen, HSR SPF, Rapperswil.