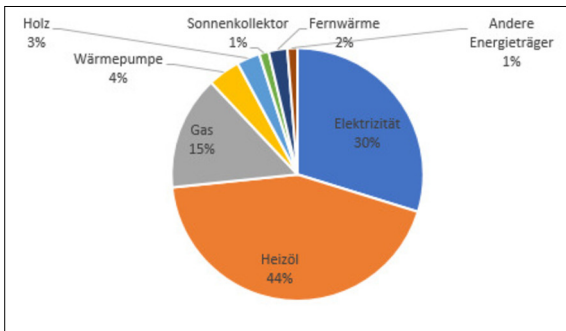




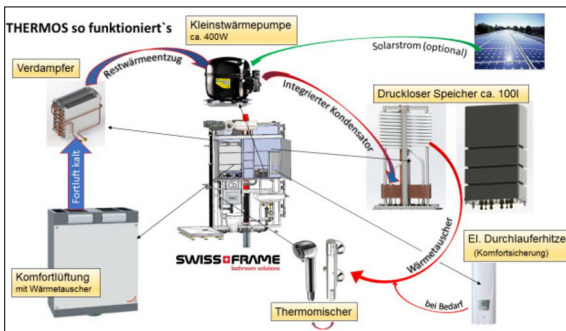
Christoph Schönenberger

Diplomand	Christoph Schönenberger
Examinator	Prof. Stefan Bertsch
Experte	Prof. Dr. Max Ehrbar
Themengebiet	Wärmepumpen und Geothermie

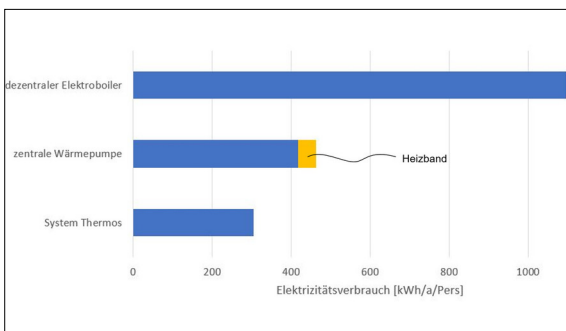
## Warmwasserbereitung im Mehrfamilienhaus mit Wärmepumpen



Energiequellen für Warmwasserbereitung im Mehrfamilienhaus  
Eigene Darstellung



Funktionsprinzip System Thermos  
www.swissframe.ch



Vergleich des Stromverbrauchs der drei untersuchten Varianten  
Eigene Darstellung

**Ausgangslage:** Die Brauchwarmwassererwärmung in Mehrfamilienhäusern ist aufwändiger als in Einfamilienhäusern. Um den Komfort und die Hygiene sicherzustellen, sind geringe Ausstosszeiten und hohe Vorlauftemperaturen zu gewährleisten. Dies wird in der Praxis meist durch zentrale Systeme mit Warmhaltung (Zirkulation oder Begleitheizung) realisiert. Dadurch entstehen teils signifikante Effizienzverluste. Daher soll der Einsatz eines dezentralen Warmwasserbereitungssystems geprüft werden.

**Ziel der Arbeit:** Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, einen detaillierten Vergleich unterschiedlicher Methoden zur Brauchwarmwasserbereitstellung mit Wärmepumpen als Wärmequelle durchzuführen. Im Speziellen soll das System Thermos von Swissframe (<https://www.swiss-frame.ch/produkte/thermos>) mit einer herkömmlichen Warmwasserbereitstellung energetisch und wirtschaftlich verglichen werden.

**Ergebnis:** Die Auswertung der Simulation des System Thermos zeigt, dass wenige, lange Zapfungen gegenüber vielen, kurzen Zapfungen energieeffizienter sind, obwohl bei langen Zapfungen der direktelektrische Durchlauferhitzer unterstützend eingreifen muss. Der Stromverbrauch der unterschiedlichen Nutzerprofile weicht für einen Zweipersonenhaushalt -5 % bis +10% vom Median (1.75 kWh) ab. Bei Betrachtung der Anzahl Nutzer wird festgestellt, dass der Stromverbrauch mit der Anzahl Nutzer exponentiell ansteigt, was hauptsächlich auf den immer grösser werdenden Anteil des Durchlauferhitzers zurückzuführen ist. Die Analyse der Einflüsse von wechselnden Aussen- und Raumtemperaturen ergibt erwartungsgemäss eine maximale Effizienz im Sommer bei einer verminderten Effizienz im Winter. Der Medianverbrauch eines Zweipersonenhaushalts findet in den Zwischenjahreszeiten Frühling und Herbst mit 1.68 kWh pro Tag statt. Der geringste Stromverbrauch wird im Sommer mit 1.47 kWh pro Tag (-12% gegenüber Median) erzielt. Der höchste Stromverbrauch findet im Winter mit 1.89 kWh (+13% gegenüber Median) pro Tag statt. Die Systemeffizienz des System Thermos ist bei einer Nutzerzahl von drei Personen am höchsten.

Der mit Hilfe der Simulation berechnete Stromverbrauch für das System Thermos beträgt 305 kWh pro Jahr und Person. Der nach SIA 385/2 berechnete Stromverbrauch für die zweite Variante mit zentraler Luft-Wasser-Wärmepumpe beträgt 464 kWh pro Jahr und Person, bei der dritten Variante mit Elektroboiler beträgt der Stromverbrauch 1097 kWh pro Jahr und Person.

Die jährlichen, schweizweiten pro Kopf Energiekosten des System Thermos betragen Fr. 61, diejenigen der zentralen Wärmepumpe Fr. 92 und die des Elektroboilers Fr. 218.