

SEK - STANDARDSYSTEME ZUM EFFIZIENTEN KÜHLEN MIT WÄRMEPUMPEN

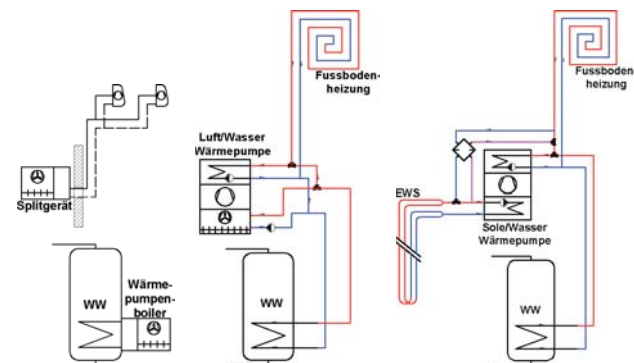
Systemvergleich, Jahresarbeitszahl, Feldmessungen

- Wärmepumpe für Raumheizung, Warmwasser und Raumkühlung
- sinkender Wärmebedarf in hochwärmegedämmten Wohngebäuden
- steigende sommerliche Behaglichkeitsanforderungen
- hohe Gesamteffizienz und niedriger Energiebedarf im Fokus

Der Heizenergiebedarf sinkt in hochwärmegedämmten Gebäuden. Die Raumkühlung erhält eine stärkere Bedeutung wegen höherer innerer Wärmelasten und steigender Behaglichkeitsansprüche. Wärmepumpen können neben Heizen und Warmwasserbereitung auch Kühlen. Ziel des Projektes ist die Unterstützung energieeffizienter Wärmepumpen-Lösungen für eine zusätzliche Raumkühlung in Wohngebäuden. Vor Einsatz einer Kühlfunktion sollten Wärmelasten reduziert und Verschattung oder Nachtlüftung genutzt werden.

Simulationsstudie

Im theoretischen Vergleich dreier Wärmepumpensysteme wurden Lösungen mit Multi-Split-Wärmepumpen-Klimageräten (Luft/Luft-Gerät mit variablem Kältemittelmassenstrom (VRF)), Luft/Wasser-Wärmepumpen und erdgekoppelte



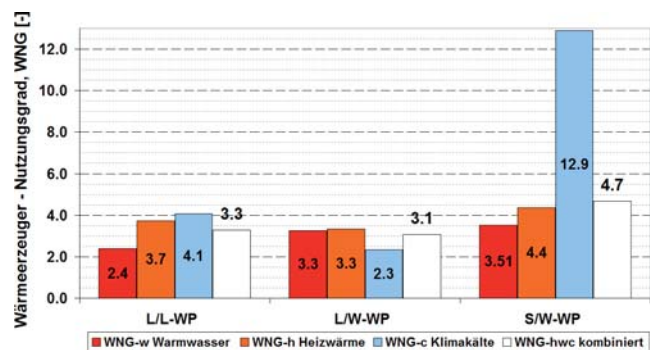
Figur 1: Hydraulikkonzepte für Raumheizung, Trinkwarmwasser & Raumkühlung

Sole/Wasser-Wärmepumpen analysiert und bewertet. Eine Sole/Wasser-Anlage erzielt die höchste Effizienz in allen Betriebsarten, wobei nur ein geringer Zusatzaufwand für die Kühlfunktion erforderlich ist. Eine Luft/Wasser-Wärmepumpe zeigt die geringste Effizienz, aber auch den geringsten Zusatzaufwand. Eine relativ hohe Effizienz erreicht eine moderne Multi-Split-Anlage, wenn auch klar unterhalb der Lösung mit passiver Kühlung. Alle Systeme erreichen eine gute thermische Behaglichkeit.

Jahresarbeitszahlberechnung

Ein Ansatz zur Integration der passiven Kühlung mit Erdwärmesonden in die Jahresarbeitszahlberechnung von Wär-

mepumpen-Heizsystemen wurde entwickelt. In einem adiabatischen Kurzzeit-Wärmespeichermodell wird die in die Erdwärmesonde eingetragene Wärme an einem Tag gespeichert und danach als verloren angenommen. Es zeigt eine gute Übereinstimmung für die Hauptkühlperiode und akzeptable Abweichungen am Beginn und Ende der Kühlperiode.



Figur 2: Gegenüberstellung des Wärmeerzeuger-Nutzungsgrades für die Funktionen Raumheizung, Trinkwarmwasser, Raumkühlung und Gesamtsystem der drei Wärmepumpenkonfigurationen L/L-WP, L/W-WP und S/W-WP

Feldmessungen

Zwei Feldmessungen mit passiver Erdwärmesonden-Kühlung bestätigen die Simulationsergebnisse und das Optimierungspotenzial. Ein System arbeitet in einem Minergie-P Mehrfamilienhaus in Basel, das andere in einem Minergie Einfamilienhaus in Muolen.

Schlussfolgerung

Raumkühlung in Schweizerischen Wohngebäuden ist bisher keine Standardanwendung und in den meisten Fällen auch nicht erforderlich, jedoch wird sie zunehmend eingesetzt. Daher ist es notwendig, dass energieeffiziente und robuste Lösungen, wie in diesem Projekt gezeigt, verfügbar sind. Weiterhin ist es sinnvoll, dass die passive Kühlung in Rechenmethoden und gesetzlichen Anforderungen berücksichtigt wird. Insbesondere in zukünftigen Niedrigst- oder Plusenergie-Gebäuden macht die Berücksichtigung aller Energieverbraucher und Einsparpotenziale Sinn.

HEATING AND COOLING WITH HEAT PUMPS IN SWISS RESIDENTIAL BUILDINGS

system comparison, seasonal performance calculation, field measurements

- heat pump for space heating, domestic hot water and space cooling
- decreasing energy demand for heating in highly-insulated dwellings
- rising summer thermal comfort demands
- aiming at a good overall efficiency and low energy demand

The energy demand for heating decreases in highly-insulated dwellings. Comfort cooling becomes more important due to higher thermal loads and rising summer thermal comfort demands. Heat pumps can provide space heat and domestic hot water but may also provide cooling. The aim of the project is to support energy efficient solutions of heat pump heating systems with additional space cooling option for residential buildings. Nevertheless, first step should always be reducing heat loads by e.g. shading and night-time ventilation.

Simulation study

In a simulation study three heat pump systems have been compared: A variable refrigerant flow multi-split air-to-air heat pump (A/A-HP), an air-to-water heat pump (A/W-HP) and a brine-to-water heat pump (B/W-HP).

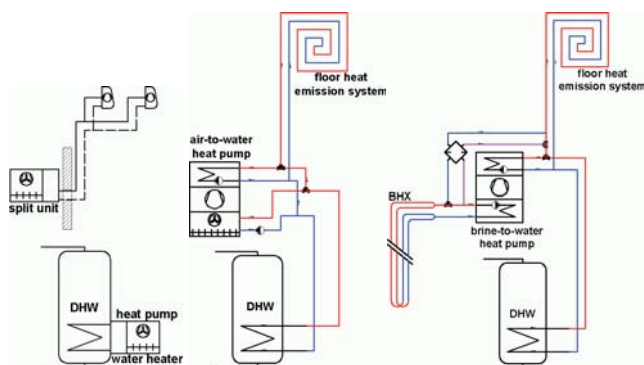


Figure 1: Hydraulic system concepts for space heating, domestic hot water & space cooling

A brine-to-water borehole heat pump system yields the highest efficiency in all operation modes. Only few additional components are necessary to supply also a comfort cooling. An air-to-water heat pump shows the lowest efficiency but also lowest additional system expenditure. A relatively high efficiency achieved a state of the art multi-split air-to-air heat pump, albeit significantly below the brine-to-water in passive cooling mode. All systems achieve good thermal comfort.

Seasonal performance calculation

An approach has been developed to integrate passive cooling with borehole heat exchangers into the seasonal performance calculation of heat pump heating systems.

A short time adiabatic heat storage model assumes that the heat from passive cooling is stored for one day in the borehole heat exchanger and lost afterwards. It shows a very good agreement for the main cooling month and for the whole period and acceptable deviations at the begin and end of the cooling period.

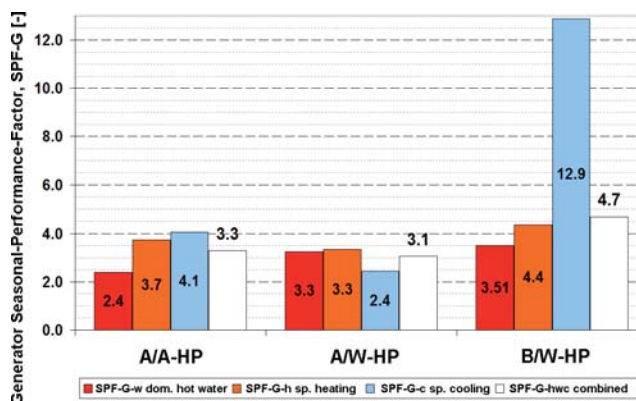


Figure 2: Juxtaposition of the generator seasonal performance numbers for the functions space heating, domestic hot water, space cooling and whole system of the three heat pump configurations A/A-HP, A/W-HP and B/W-HP

Field measurements

Two field measurements of passive cooling with borehole heat exchanger confirm the simulation results and optimisation potential. One heat pump system operates in a ultra low energy multi-family house in Basel-City the other one in a low energy single family house in Muolen.

Conclusions

Space cooling in Swiss residential buildings is not a standard application up to now and in many cases also not necessary, but still more and more used. Hence energy efficient and robust solutions as shown in the project are necessary to be available and implemented if required. Furthermore, space cooling, in particular passive cooling, is worth to be considered in calculation methods and legislative requirements. Especially in future ultra-low to plus energy buildings all consumptions and the potential energy savings of the integration of functionalities need to be considered.