



COSY PLACE

SANFTE KÜHLUNG MIT ERDWÄRMESONDEN IM MINERGIE-P WOHNGEBÄUDE COSY PLACE

Jahresbericht 2008

| | |
|----------------------------------|---|
| Autor und Koautoren | Ralf Dott, Prof. Dr. Thomas Afjei |
| beauftragte Institution | Institut Energie am Bau, HABG, FHNW |
| Adresse | St. Jakobs-Str. 84, CH-4132 Muttenz |
| Telefon, E-Mail, Internetadresse | +41-61-467 45 74, ralf.dott@fhnw.ch , www.fhnw.ch/iebau |
| BFE Projekt-/Vertrag-Nummer | 102265 / 152878 |
| BFE-Projektleiter | Charles Filleux |
| Dauer des Projekts (von – bis) | 01. Jan. 2007 – 28. Feb. 2009 |
| Datum | 12.11.2008 |

ZUSAMMENFASSUNG

In Basel wurde 2007 mit "CosyPlace" das erste Mehrfamilienhaus nach MINERGIE-P[®]-Standard erstellt, das im Winter mit einer erdgekoppelten Wärmepumpe beheizt und im Sommer mit der Erdwärmesonde passiv gekühlt wird. Die Wärmeabgabe im Heizbetrieb und die Wärmeaufnahme im Kühlbetrieb erfolgen über eine Niedertemperatur – Fussbodenheizung.

Mit einer messtechnischen Untersuchung werden im Rahmen dieses Projektes das Praxisverhalten und der Benutzereinfluss untersucht. Ein vorausgehendes Simulations-Projekt mit dem Thema "Heizen und Kühlen mit erdgekoppelten Wärmepumpen" zeigte, dass die thermische Behaglichkeit im Sommer durch den zusätzlichen passiven Kühlbetrieb mit geringem Zusatzaufwand wesentlich gesteigert werden kann. Die Messperiode am Gebäude "CosyPlace" begann Anfang November 2007 und dauert bis Herbst 2008. Bisher wurden die Auswertungen für den Winterbetrieb und eine Teilauswertung für den Sommerbetrieb vorgenommen.

Die erdgekoppelte Wärmepumpenanlage zeigte ihre Funktionstüchtigkeit mit guten Effizienzen im Heiz- und Kühlbetrieb. Im passiven Kühlbetrieb lag der realisierte Wärmeenergieerzeugungsgrad zwischen 8 und 12, im Heizbetrieb bei 3.7 bis 4.3 und im Warmwasserbetrieb bei 2.5 im Winter und 3.0 im Sommer. Die gute erreichte thermische Behaglichkeit zeigte sich bei den Raumtemperaturen, die vorwiegend im Bereich 20 °C bis 26 °C lagen. Die Raumluftfeuchte war in der Winterperiode eher gering.

Der gemessene Heizwärmebedarf liegt mit 103 MJ/m²a gegenüber dem Nachweiswert von 36 MJ/m²a unerwartet hoch, aber immer noch deutlich niedriger als die gesetzlichen Mindestanforderungen. Die Ursache kann nur zum Teil aus den Messdaten nachvollzogen werden. Eine erneute Berechnung des Heizwärmebedarfs nach SIA 380/1 zeigte beispielsweise, dass die mittlere Raumtemperatur von 23 °C einen Heizwärmebedarf von 53 MJ/m²a verursacht, was im Vergleich zur Standard-Raumtemperatur von 20 °C eine Erhöhung von 47% bedeutet.

Die Erfassung einer zweiten Heizperiode wäre aus Sicht der Autoren empfehlenswert, um den Einfluss von Bewohnern, Bauaustrocknung und optimierter Reglereinstellung auf den Heizwärmebedarf einordnen zu können. Zusammen mit der zusätzlichen Erfahrung bei der automatisierten Umschaltung zwischen Heiz- und Kühlbetrieb kann ein wichtiger Beitrag für Planung und Betrieb qualitativ hochwertiger Bauten mit Heiz- und Kühlfunktion geleistet werden, um die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft zu realisieren.

Projektziele

Das erste MINERGIE-P®-Mehrfamilienhaus des Kantons Basel-Stadt, BS-001-P genannt „CosyPlace“, wurde 2007 erstellt. Es enthält 5 Wohneinheiten mit einer Gesamtwohnfläche von 741 m² bzw. einer Energiebezugsfläche von 1064 m² (siehe [1]). Für ein thermisch behagliches Raumklima sorgen eine Komfortlüftung, eine Fussbodenheizung und -kühlung sowie eine dem MINERGIE-P®-Standard entsprechende gute Gebäudehülle. Die Heizenergie für die Fussbodenheizung und die Warmwasserbereitung wird mit einer erdgekoppelten Wärmepumpe erzeugt. Im Kühlfall wird die Erdwärmesonde über einen Wärmetauscher direkt an den Fussbodenkreis angeschlossen. Das haustechnische Konzept der Raumheizung und sanften Kühlung über die Bodenflächen in Verbindung mit einer erdgekoppelten Wärmepumpenanlage stellt ein zwar technisch erprobtes, aber in der Anwendung neuartiges Konzept mit grossem Zukunftspotenzial dar. Die technische Machbarkeit und die grundsätzliche Funktionalität sind unbestritten [2], jedoch gibt es bisher nur unzureichende Kenntnisse über das Betriebsverhalten im Wohnbau, insbesondere betreffend Regelstrategie, Aufwand/Nutzen-Verhältnis und möglicher Risiken.



Abb. 1: Ansicht des Gebäudes CosyPlace im Zeitraum des Bezugs im Spätsommer 2007

Ziel der Arbeiten ist die messtechnische Evaluation der Kälte- und Wärmeversorgung des Gebäudes „CosyPlace“ in Basel über eine Messdauer von einer Winter- und Sommerperiode. Dabei werden die Energiebilanzen für Wärmeerzeugung und Kühlung mit Erdwärmesonde und Wärmepumpe und die Wassererwärmung untersucht. Zu Ermittlung der Behaglichkeit werden Histogramme von Raumtemperatur und -feuchte erstellt. Das Ausmessen der Lüftungsanlage war nicht Gegenstand des Projektes.

Die Messdaten werden mit einem Datenlogger im 15 min - Takt erfasst, regelmässig ausgewertet und auf Plausibilität geprüft. Mit den Messungen sollen mögliche Regelprobleme identifiziert und behoben werden. Darüber hinaus dienen sie zur Validierung von Simulationsmodellen.

Der Projektablauf ist in folgende fünf Etappen gegliedert:

- Etappe I: Jan. 2007 – Aug. 2007: Entwickeln des **Messkonzepts**; Definition der zu beantwortenden Fragestellungen und Auswertungen sowie Koordination des Messprojektes mit der Erstellung des Gebäudes
- Etappe II: Mai 2007 – Sep. 2007: Einrichtung und **Inbetriebnahme** des Messsystems im Gebäude
- Etappe III: Okt. 2007 – Okt. 2008: **Messperiode**: Erfassung und fortlaufende Aufbereitung der Messdaten, um mögliche Fehler in der Datenerfassung schnell beheben zu können.
- Etappe IV: Dez. 2007 – Dez. 2008: Analyse und **Auswertung** der Messdaten
- Etappe V: Okt. 2008 – Feb. 2009: Erstellen eines technischen **Berichtes** mit Aussagen zur Dimensionierung und Betriebsweise des Systems.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Die Messungen konnten vom 01. Nov. 2007 an plangemäss durchgeführt werden. Der Bezug der ersten 3 Wohnungen erfolgte zwischen August und Oktober 2007. Die verbleibenden beiden Wohnungen wurden erst im September bzw. Oktober 2008 bezogen. Damit waren während der Messperiode 3 von 5 Wohnungen von zusammen 5 Erwachsenen und 1 Kleinkind bewohnt. Entsprechend der gemittelten Aussentemperatur erfolgte automatisch eine zentrale Umschaltung zwischen Heiz- und Kühlbetrieb, wobei im ganzen Gebäude entweder geheizt und gekühlt werden konnte. Jede Wohnung hatte einen Raumthermostaten, der manuell von Heiz- auf Kühlbetrieb umgeschaltet werden kann.

Für die Auswertung wurden die Heiz- und Kühlperiode kalendarisch festgelegt, wobei in den Übergangszeiten in beiden Perioden geheizt und gekühlt wird. Die Auswertung der Winterperiode wird für den Zeitraum 01. Nov. 2007 bis 30. Apr. 2008 vorgenommen. Die Sommerperiode wird auf den Zeitraum 01. Mai 2008 bis 31. Okt. 2008 festgelegt. Anzumerken ist, dass in den folgenden Grafiken nur Daten bis 12.08.2008 ausgewertet wurden.

ERGEBNISSE WINTER – PERIODE

Energie

Abb. 2 zeigt links die erzeugte Wärme der Wärmepumpe sowie rechts die zur Erzeugung der Wärme bezogene Elektrizität. Für Warmwasser wurden von der Wärmepumpe 4962 kWh Wärme erzeugt. Daraus ergibt sich eine spezifische Warmwasserbereitstellung von 4.96 kWh/Person/Tag bzw. ein Verbrauch von 29.8 l/Person/Tag, was im Bereich eines typischen Bedarfs liegt. Die erzeugte Wärme für Warmwasser beträgt in der Winterperiode 14 % der insgesamt erzeugten Wärme. Für Raumheizung wurden 30'414 kWh oder 86 % der Wärme erzeugt.

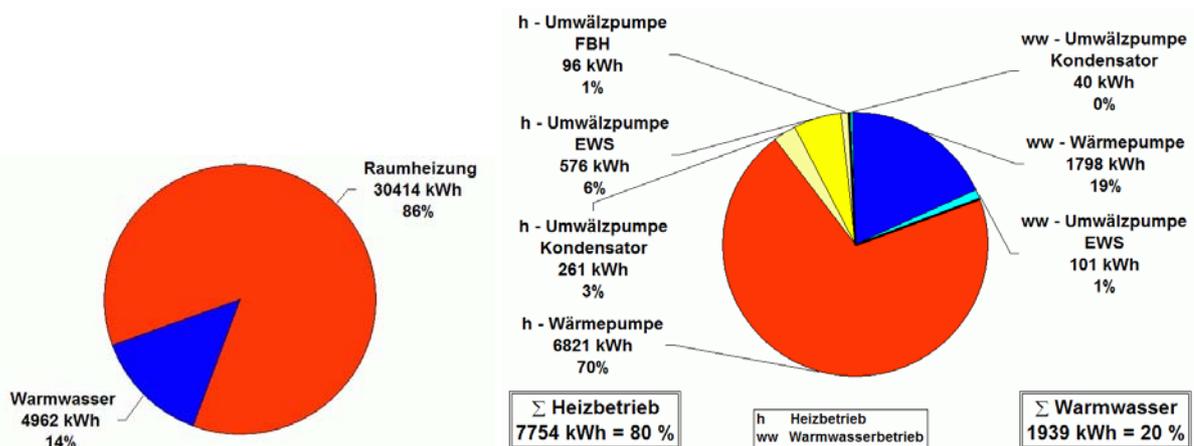


Abb. 2: Auswertung Winter (01.11.2007-30.04.2008)
erzeugte Wärme (links) und bezogene Elektrizität (rechts)

Die bereitgestellte Raumwärme liegt mit $103 \text{ MJ/m}^2/\text{a}$ deutlich höher als der gemäss SIA380/1 ermittelte Heizwärmebedarf von $36 \text{ MJ/m}^2/\text{a}$. Mögliche Ursachen dafür sind die höheren Raumtemperaturen ($23 \text{ }^\circ\text{C}$ statt $20 \text{ }^\circ\text{C}$), die Gebäudeaustrocknung in der ersten Heizperiode und eine aussergewöhnliche Belegung, da zwei Wohnungen noch nicht bezogen waren und die Bauarbeiten am Innenausbau bei geöffneten Fenstern während der Messungen weiterliefen. Eine in der Norm-Berechnung angenommene Raumtemperatur von $23 \text{ }^\circ\text{C}$ erhöht den Heizwärmebedarf um 47% auf $53 \text{ MJ/m}^2/\text{a}$. Auf der Stufe der gemäss MINERGIE [4] gewichteten Endenergie wurden im Heizbetrieb $28.6 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$ gemessen und $13.9 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$ berechnet. Der Strombezug der Wärmepumpe wurde beides Mal mit Faktor 2 gewichtet. In der Berechnung wurde für die Wärmepumpe eine Jahresarbeitszahl von 3.1 angesetzt, die gemessene Jahresarbeitszahl lag mit 4.1 deutlich höher. Eine vollständige Analyse über die Ursachen des erhöhten Heizwärmebezuges kann aus den erfassten Messdaten jedoch nicht getroffen werden. Eine Sensitivitätsanalyse mit den Parametern Verschattung, Luftwechsel und innere Wärmegevinne soll im Schlussbericht die Einflüsse der verschiedenen Parameter quantifizieren. In jedem Fall hätte die Erfassung einer zweiten Heizperiode, in der das Gebäude bestimmungsgemäss genutzt wird, Vorteile für die Aussagekraft der Resultate.

Die bezogene Elektrizität zur Erzeugung der Wärme verteilt sich zu 70 % bzw. 6821 kWh auf die Wärmepumpe im Heizbetrieb, zu 19 % bzw. 1798 kWh auf die Wärmepumpe im Warmwasserbetrieb und zu 11 % auf die Umwälzpumpen. Die Umwälzpumpe der Fussbodenheizung hat mit nur 1 % ei-

nen sehr geringen Anteil am Elektrizitätsbezug. Diese Pumpe ist im Gegensatz zu den anderen Umwälzpumpen eine elektronisch geregelte hocheffiziente Synchronmotor-Pumpe, welche den Gesamtvolumenstrom an die infolge der Raumthermostaten wechselnden Einzelvolumenströme anpassen kann.

Kennzahlen Energieeffizienz

Abb. 3 zeigt Wochenmittelwerte des Wärmeerzeugernutzungsgrades für Heizung und Warmwasser. Der Wärmeerzeugernutzungsgrad ist das Verhältnis aus erzeugter Wärme durch die Wärmepumpe und dem dafür notwendigen elektrischen Aufwand der Wärmepumpe inklusive Umwälzpumpen für die Erdwärmesonde sowie den Kondensator, da ein Pufferspeicher vorhanden ist. Der Wärmeerzeugernutzungsgrad im Warmwasserbetrieb liegt um 2.5, im Heizbetrieb bei 3.7 bis 4.3 und über beide Betriebsarten gewichtet bei 3.5 bis 3.9.

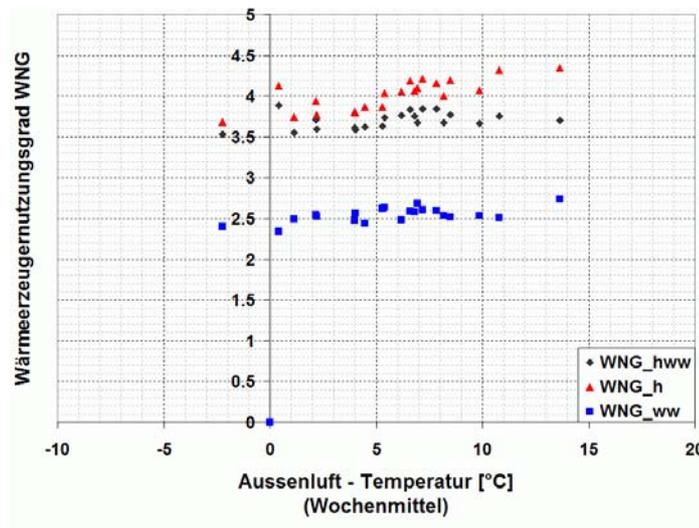


Abb. 3: Auswertung Winter (01.11.2007-30.04.2008)
Wärmeerzeugernutzungsgrad (WNG) der Wärmepumpe im Heiz- und Warmwasserbetrieb

Raumkonditionen

Die Häufigkeitsverteilung der Raumtemperaturen in der Winterperiode, dargestellt in Abb. 4 links, zeigt, dass die Raumtemperaturen in den Wohnungen grösstenteils deutlich höher liegen als die in der Norm – Rechnung angesetzten 20 °C. Die Raumtemperatur in Wohnung 1 weist einen Mittelwert über die Heizperiode von 20.0 °C, was dem Rechenwert entspricht, und eine Standardabweichung von 1.2 °C auf. Das 10% - Quantil liegt bei 18.5 °C, das 90% - Quantil bei 21.1 °C. Die Messwerte im Bereich 16...18°C sind zeitlich zusammenhängend (24. Dez. 07 - 09. Jan. 08) bei Aussentemperaturen zwischen -3°C und ca. 10°C und machen zusammen etwa 10% aus. In Wohnung 3 wurde eine Mitteltemperatur von 22.4 °C registriert mit einer Standardabweichung 0.4 °C, in Wohnung 5 eine Mitteltemperatur von 23.3 °C mit einer Standardabweichung von 0.5 °C.

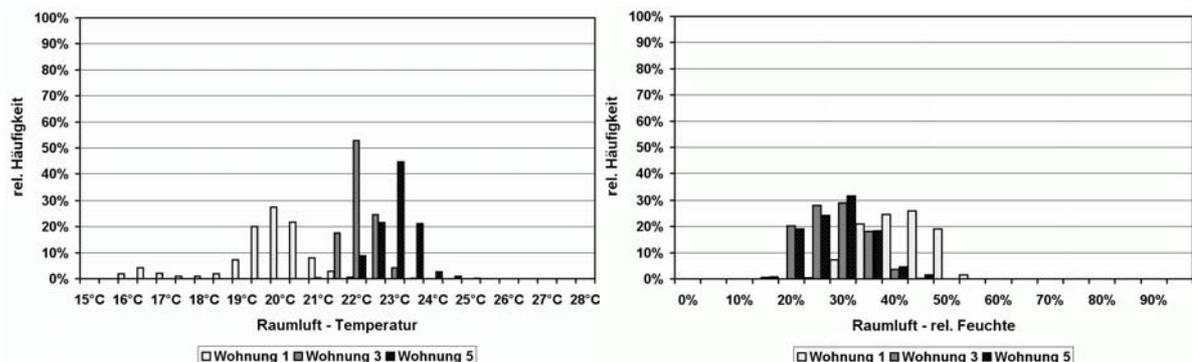


Abb. 4: Auswertung Winter (01.11.2007-30.04.2008) für die Wohnungen 1, 3 & 5
Häufigkeitsverteilung der Raumlufttemperatur (links) und rel. Raumluftfeuchte (rechts)

Die relative Feuchte der Raumluft, dargestellt in Abb. 4 rechts, liegt für Wohnung 1 zwischen 30 %_{r.F.} und 55 %_{r.F.}, bei einem Mittelwert von 45 %_{r.F.}. In Wohnung 3 und Wohnung 5 beträgt die gemessene Raumluftfeuchte im Mittel 31 %_{r.F.}, wobei der Bereich in Wohnung 3 von 20 %_{r.F.} bis 45 %_{r.F.} reicht und in Wohnung 5 von 20 %_{r.F.} bis 50 %_{r.F.}. Zu jeweils etwa 45 % der Zeit liegen die Werte für Wohnung 3 & 5 unterhalb von 30 %_{r.F.} und sind damit unbehaglich. Hier zeigt sich, dass mit der höheren Raumtemperatur in den Wohnungen 3 und 5 die relative Feuchte unter 30 %_{r.F.} sinkt.

ERGEBNISSE SOMMER – PERIODE

Die Auswertung der Sommerperiode wird abschliessend für den Zeitraum 01. Mai 2008 bis 30. Okt. 2008 vorgenommen. Da zum Zeitpunkt der Berichtserstellung die Periode noch nicht abgeschlossen ist, sind in den Auswertungen die Messdaten vom 01. Mai 2008 bis zum 12. Aug. 2008 enthalten. In diesem Zeitraum sind 3 von 5 Wohnungen von zusammen 5 Erwachsenen und 1 Kleinkind bewohnt.

Energie

Abb. 5 zeigt links die erzeugte Wärme durch die Wärmepumpenanlage sowie rechts die zur Erzeugung der Wärme bezogene Elektrizität. Für Warmwasser wurden von der Wärmepumpe 2449 kWh Wärme erzeugt. Daraus ergibt sich eine spezifische Warmwasserbereitstellung von 4.3 kWh/Person/Tag bzw. ein Verbrauch von 41 l/Person/Tag, was im Bereich eines typischen Bedarfs liegt. Die erzeugte Wärme für Warmwasser beträgt in der Sommerperiode 44 % der insgesamt erzeugten Wärme. Für Raumheizung wurden 1'432 kWh oder 26 % der Wärme erzeugt. Diese Heizwärme wird einerseits verursacht durch eine Periode mit kalter Witterung im Mai und andererseits durch zu schnelles wechseln zwischen Heiz- und Kühlobetrieb, bedingt durch zu gross angesetzte Sicherheitsreserven in der Regelung zugunsten des Heizbetriebs. Für die Raumkühlung wird mit 1'659 kWh bzw. 6 MJ/m² nur ein begrenzter Einsatz registriert. Auf die Regelung wird im Schlussbericht dieser Messperiode detailliert eingegangen.

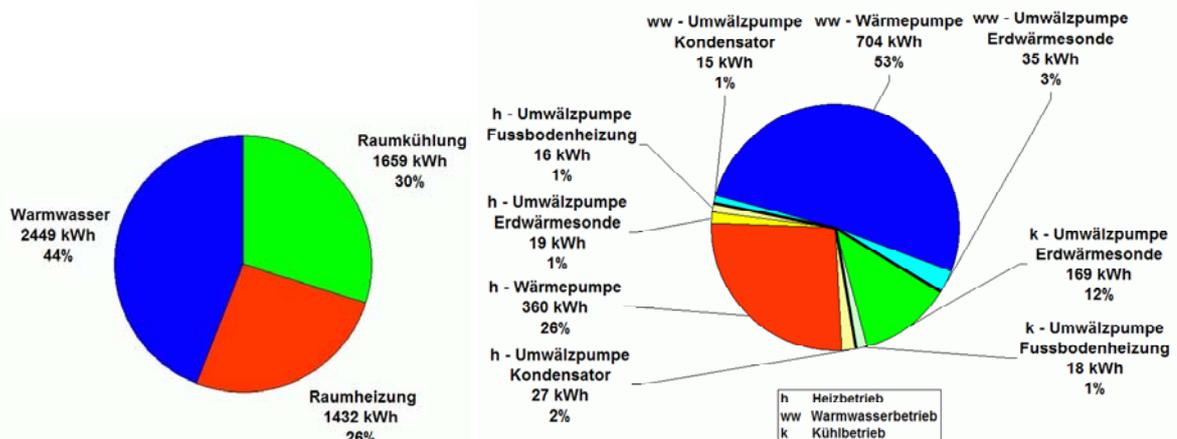


Abb. 5: Auswertung Sommer, 1. Teil (01.05.2008 – 12.08.2008) erzeugte Wärme (links) und bezogene Elektrizität (rechts)

Die bezogene Elektrizität zur Erzeugung der Wärme verteilt sich zu 30 % bzw. 422 kWh auf die Wärmepumpe im Heizbetrieb, zu 56 % bzw. 754 kWh auf die Wärmepumpe im Warmwasserbetrieb und zu 13 % bzw. 187 kWh auf den Kühlobetrieb. Im Heiz- und Warmwasserbetrieb hat die Wärmepumpe den deutlich grössten Anteil am Elektrizitätsbezug, die Umwälzpumpen haben im Verhältnis einen geringen Anteil. Im passiven Kühlobetrieb zeigt sich im Betrieb die Leistungsdifferenz zwischen den Umwälzpumpen für den Fussbodenheizkreis mit 30...40 W und der Erdwärmesonde mit 310 W.

Kennzahlen Energieeffizienz

Abb. 6 zeigt Wochenmittelwerte des Wärmeenergieerzeugernutzungsgrades für Warmwasser und den passiven Kühlobetrieb. Der Wärmeenergieerzeugernutzungsgrad ist das Verhältnis aus erzeugter Wärme durch die Wärmeenergieerzeuger und dem dafür notwendigen elektrischen Aufwand der Wärmeenergieerzeuger inklusive Umwälzpumpen für die Erdwärmesonde sowie den Kondensator. Im passiven Kühlobetrieb setzt sich der Aufwand aus der Regelung und der Umwälzpumpe der Erdwärmesonde zusammen. Der Wärmeenergieerzeugernutzungsgrad im Warmwasserbetrieb liegt bei etwa 3.0, also um 0.5 Punkte höher als in der Winterperiode. Der Wärmeenergieerzeugernutzungsgrad der passiven Kühlung liegt zwischen 7.7 und 11.8. Die relativ grosse Streubreite der Wärmeenergieerzeugernutzungsgrade für die passive Kühlung liegt darin begründet, dass die abgeführte Wärmemenge durch die Temperaturverhältnisse in Raum und Erd-

wärmesonde bestimmt wird, der elektrische Aufwand für die Umwälzpumpen aber unabhängig davon alleine durch die Laufzeit bestimmt ist und somit in keinem direkten Zusammenhang mit der abgeführten Wärmemenge steht. Hiermit begründet ist auch der relativ kleine Wert von 3 für den Wärmeerzeugergnutzungsgrad im Kühlbetrieb WNG-k bei einer Aussenluft – Temperatur von 15 °C.

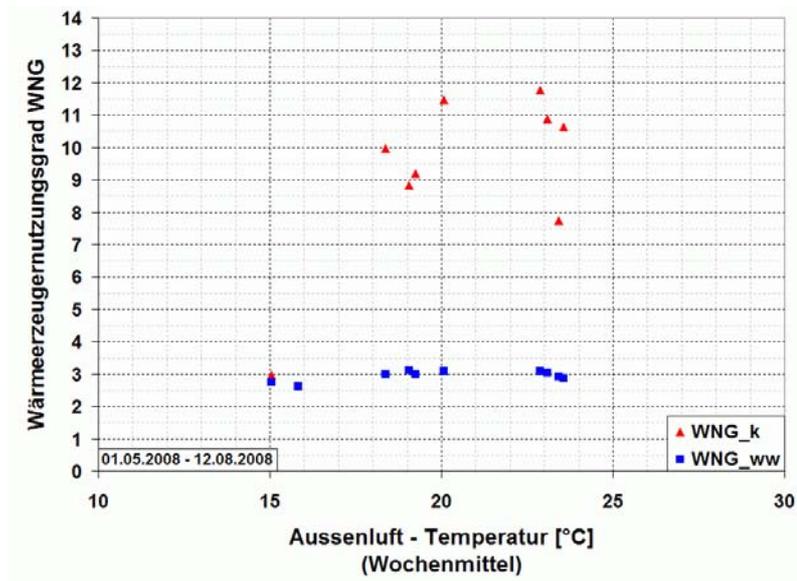


Abb. 6: Auswertung Sommer, 1. Teil (01.05.2008 – 12.08.2008)
Wärmeerzeugergnutzungsgrad (WNG) der Wärmepumpe im Warmwasser- und passiven Kühlbetrieb

Raumkonditionen

Die Häufigkeitsverteilung der Raumtemperaturen in der Sommerperiode, dargestellt in Abb. 7 links, zeigt, dass die Raumtemperaturen in den Wohnungen hauptsächlich im Bereich 22 °C bis 26 °C liegen. Die mittlere Raumtemperatur in Wohnung 1 liegt bei 24 °C bei einer Standardabweichung von 1.2 °C und einem Bereich von 21.5 °C bis 25.6 °C in dem 90% der Messwerte liegen. Die mittlere Raumtemperatur in Wohnung 3 liegt bei 24.2 °C bei einer Standardabweichung von 0.8 °C. In Wohnung 5 liegt die mittlere Raumtemperatur bei 24.3 °C bei einer Standardabweichung von 1.3 °C. Der Anteil Stunden, in denen eine Raumluft – Temperatur von 26 °C überschritten wird, ist gering.

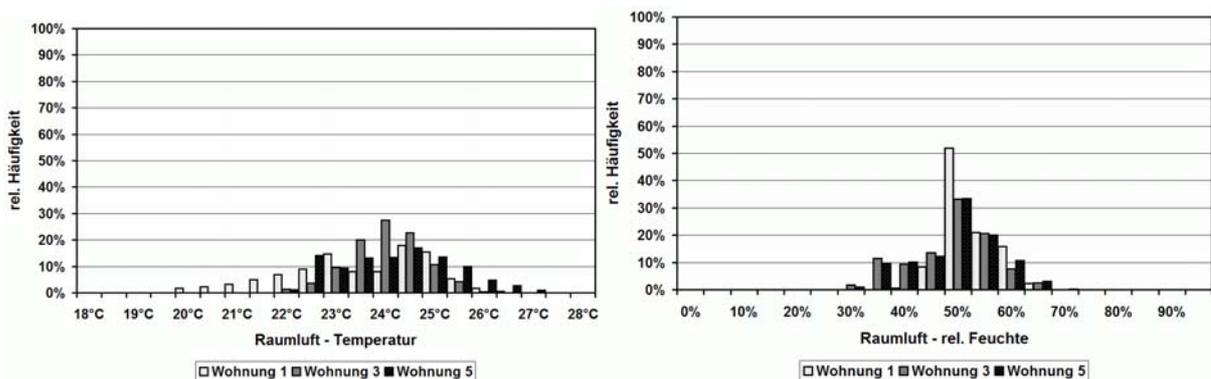


Abb. 7: Auswertung Sommer, 1. Teil (01.05.2008 – 12.08.2008) für die Wohnungen 1, 3 & 5
Häufigkeitsverteilung der Raumlufttemperatur (links) und rel. Raumluftfeuchte (rechts)

Die relative Feuchte der Raumluft, dargestellt in Abb. 7 rechts, variiert für die Wohnung 1 zwischen 45 %_{r.F.} und 65 %_{r.F.} bei einem Mittelwert von 55 %_{r.F.} und für die Wohnungen 3 und 5 zwischen 35 %_{r.F.} und 65 %_{r.F.} bei Mittelwerten von 51 %_{r.F.} respektive 52 %_{r.F.}. Die Raumluftfeuchte liegt damit in einem behaglichen Bereich.

Mit der insgesamt eher geringen Wärmeabfuhr im Kühlbetrieb zeigt sich einerseits, dass nicht nur die passive Kühlfunktion zu der guten thermischen Behaglichkeit im Gebäude beitragen kann, sondern auch die massive Bauweise und die Verschattungsmöglichkeiten eine Überhitzung verhindern. Allerdings steigt auch in längeren Warmperioden die Raumtemperatur nicht nennenswert an, womit das Ziel der passiven Kühlfunktion, die Temperaturspitzen zu verhindern, erreicht wird.

OPTIMIERUNGSPOTENZIALE / RISIKEN

Bei einer zentralen Wärmeversorgung eines Mehrfamilienhauses liegt es nahe, die Heizkurve so einzustellen, dass die Heizwärmeversorgung mit ausreichender Sicherheit gewährleistet ist. Insbesondere bei Anlagen mit Raumthermostaten wird die Heizkurve in der Regel zu hoch eingestellt mit der Konsequenz, dass die Wärmepumpe nicht in einem optimalen Betriebspunkt arbeitet. Die Heizleistung wird dann in den einzelnen Wohnungen über Raumthermostaten angepasst.

Wird nun jedoch mit demselben Wärmeübergabesystem (Fussboden) geheizt und gekühlt, so muss einerseits eine ausreichende Wärmeversorgung des ungünstigsten Raumes im Heizfall gewährleistet sein und andererseits soll die Kühlfunktion möglichst weitreichend die überschüssige Wärme auch des wärmsten Raumes abführen können. Es erfordert also eine genauere Kenntnis des Heiz- und Kühlbedarfs des Gebäudes, damit eine automatische Umschaltung zwischen Heiz- und Kühlenergieerzeugung den Bedarf des Gebäudes optimal treffen kann.

Im Gebäude CosyPlace wurde die Heizung eingeschaltet, wenn der 6 Stunden Mittelwert der Aussen-temperatur 15 °C unterschreitet und sie wurde abgeschaltet, wenn er 20 °C überschreitet. Für die Heizgrenze eines Minergie-P-Gebäudes sind diese Werte sehr hoch angesetzt. Die Kühlung wurde aktiviert, wenn der 6 Stunden Mittelwert 24 °C überschreitet und sie wurde deaktiviert, wenn er 24 °C unterschreitet. Als Konsequenz daraus ergab sich ein zu schnell wechselnder Heiz- und Kühlbetrieb, wodurch auch in der Sommerperiode Heizwärme erzeugt wurde (siehe Abb. 5), und insgesamt eine geringe Nutzung der Kühlfunktion. Weitere Optimierungsmöglichkeiten bietet der Betrieb des Heizpufferspeichers, dessen kleines Speichervolumen von 0.325 m³ und Lade- und Entladehysterese von 3 K ein zu häufiges Takten der Wärmepumpe verursachte.

Nationale Zusammenarbeit

Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit den an der Erstellung des Gebäudes beteiligten Unternehmen, der gribi-theurillat AG (Generalunternehmer & Gebäudebetrieb), der Friap AG (Hersteller der Wärmepumpe), der Raimann + Partner AG (Haustechnikplaner), der Gartenmann Engineering AG (Energiekonzept), der Rosenmund Haustechnik AG (Heizung & Sanitär Installation) und der K. Schweizer AG (Elektroinstallation) durchgeführt. Die Bewohner des Gebäudes sind über die Messungen informiert. Sie tragen mit ihren Rückmeldungen zum Gelingen des Projekt bei.

Neben der Hauptfinanzierung durch das Bundesamt für Energie (BFE) beteiligt sich das Amt für Umwelt und Energie des Kantons Basel-Stadt mit einem zusätzlichen Förderbeitrag am Projekt.

Allen Beteiligten wird bei dieser Gelegenheit für die gute Zusammenarbeit gedankt.

Internationale Zusammenarbeit

Die Ergebnisse des Projektes fliessen in die Arbeit des **IEA HPP Annex 32** mit dem Titel "**Economical heating and cooling systems for low energy houses**" des Wärmepumpenprogramms (HPP) der Internationalen Energieagentur (IEA) ein [3].

Bewertung 2008 und Ausblick 2009

Die Messungen konnten im Herbst 2007 gestartet und in 2008 erfolgreich durchgeführt werden. Der Bezug zweier Wohnungen verzögerte sich unerwartet weiter bis hin zum September bzw. Oktober 2008. Damit verbunden war eine noch andauernde Bautätigkeit während der ersten Heizperiode.

Die erdgekoppelte Wärmepumpenanlage mit Fussbodenheizung zum Heizen und Kühlen zeigte ihre Funktionstüchtigkeit mit guten Effizienzen mit einem realisierten Wärmeerzeugernutzungsgrad im passiven Kühlbetrieb zwischen 8 und 12, und einer guten erreichten thermischen Behaglichkeit mit Raumtemperaturen vorwiegend im Bereich 20 °C bis 26 °C. Die Raumluftfeuchte war in der Winterperiode eher gering.

Der Heizwärmebezug und der gemäss MINERGIE gewichtete Endenergiebezug für Heizung des Gebäudes liegen mit 103 MJ/m²a gegenüber dem Nachweiswert von 36 MJ/m²a bzw. mit 13.9 kWh/m²/a gegenüber einem Nachweiswert von 6.5 kWh/m²/a unerwartet hoch, hingegen immer noch deutlich niedriger als die gesetzlichen Mindestanforderungen. Die Ursache kann nur zum Teil aus den Messdaten nachvollzogen werden, beispielsweise ergäbe eine Raumtemperatur von 23 °C einen Heizwärmebedarf von 53 MJ/m²/a.

Eine theoretische Sensitivitätsanalyse der Einflussfaktoren Verschattung, Luftwechsel und innere Wärmegewinne auf den Heizwärmebedarf wird im Schlussbericht ergänzt. Darüber hinaus wäre die Erfassung der zweiten Heizperiode aus Sicht der Autoren empfehlenswert, um den erhöhten Heizwärmebedarf einordnen zu können.

Die Beantwortung der Fragen zum Heizwärmebezug des Gebäudes und die zusätzliche Erfahrung mit einer automatisierten Umschaltung zwischen Heiz- und Kühlbetrieb würde aus Sicht der Autoren einen wichtigen Beitrag leisten, dass in Zukunft qualitativ hochwertige Bauten verlässlich erstellt werden können, die den angestrebten Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft entsprechen.

Referenzen

- [1] gribi-theurillat AG: **CosyPlace – Edles Wohnen am Bruderholz**, Verkaufsprospekt, Basel, 2007
- [2] Th. Afjei, R. Dott, A. Huber: **Heizen und Kühlen mit erdgekoppelten Wärmepumpen**, Schlussbericht BFE Forschungsprogramm REN, Muttenz, Aug. 2007
- [3] C. Wemhöner et al.: **System assessment and field monitoring, Interim Country Report Switzerland Task 2 and 3 IEA HPP Annex 32, Economical Heating and Cooling Systems for Low-Energy Houses**, Muttenz, Aug. 2008
- [4] **Reglement zur Nutzung der Qualitätsmarke MINERGIE®**, Verein MINERGIE, Bern, Jan. 2005, <http://www.minergie.ch>