

Passivhaus und Thermische Solarenergie.

Henk Kaan

ECN Energy Research Centre of the Netherlands

P.O Box 1, 1755 ZG Petten, the Netherlands

kaan@ecn.nl

www.ecn.nl

1. Einleitung

Seit den Energiekrisen der siebziger Jahren und ins Besondere seit man sich der Klimaänderungen bewusst wird, haben westliche Länder in der Reduzierung des Energieverbrauches in Gebäuden große Fortschritte gemacht. Dies zeigen zum Beispiel die Entwicklungen in den Niederlanden. 1973 verbrauchte ein durchschnittliches Niederländisches Einfamilienhaus etwa 32.500 kWh pro Jahr alleine für Raumheizung; jetzt braucht ein neu gebautes Haus 8.000 kWh pro Jahr für Heizung und Heizwasser zusammen. Etwa 4.000 kWh sind dabei für Raumheizung, die andere Hälfte für Heizwasser.

Eine weitere Reduzierung vom Energieverbrauch kann erreicht werden: Bauen nach Passivhausmaßstäben kann den Energieverbrauch für die Raumheizung eines neu gebauten Hauses bis etwa 1.800 kWh pro Jahr weiter reduzieren.

Es ist bekannt, dass Heizwasser einen immer größer werdenden Anteil am Energieverbrauch in Gebäuden einnimmt (wir sprechen hier nicht vom Elektrizitätsverbrauch für Haushaltgeräte – dieser nimmt noch immer zu). Dieser

Verbrauch kann jedoch durch die Anwendung eines Wärmetauschers für Abfallwasser (diese kann man schon kaufen) reduziert werden, wodurch etwa 40% der Energie für Heizwasser eingespart werden können, sowie durch die Anwendung eines Solarkollektors –die Einsparungen sind dabei abhängig von Größe und Kapazität der Anlage.

2. Zum idealen Passivhaus?

Natürlich erfordern Passivhäuser höhere Investitionen als Niedrigenergiehäuser, die der Bauverordnung entsprechend gebaut sind. Nach dem Passivhauskonzept können die Mehrkosten durch das Weglassen des traditionellen Heizungssystems (teilweise) gedeckt werden. Die Voraussetzung –die wahrscheinlich auf Deutschland und Österreich zutrifft - ist, dass die Kosten für ein konventionelles System einen wesentlichen Anteil der gesamten Baukosten darstellen. Die geförderte Wärme für Raumheizung muss so niedrig sein, dass die Lüftung die Wärme transportieren kann. Dieses Prinzip definiert das Passivhaus. Aber in einem Land wie die Niederlande sind die Kosten eines Heizungssystems, das in die Lüftungsanlage integriert ist, nicht wesentlich anders als die Kosten eines konventionellen Systems. Die extra Investitionen in ein Passivhaus sind dadurch tatsächlich zusätzliche Investitionen und müssen gegen die Investitionen in andere Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauches abgewogen werden – wie zum Beispiel Solaranlagen. Zur Vermeidung von Missverständnissen: Solaranlagen müssen nicht mit Passivhäusern konkurrieren, aber der Gebäudeentwurf muß so konzipiert sein, dass der niedrigste Energieverbrauch bei niedrigsten Kosten und höchstem Komfort erreicht wird.

In so einer Situation sollte man abwägen, ob man in ein energieeffizientes Heizungssystem investiert, statt zum Beispiel die besten Fenster und Verglasungen zu kaufen, um der Passivhausstandard um jeden Preis zu erreichen.

Ein Argument gegen diesen Gesichtspunkt ist, dass Investitionen in die Gebäudehülle auch Investitionen für das ganze “Leben” eines Gebäudes sind. Investitionen in die Haustechnik haben eine durchschnittliche Lebensdauer von 15 bis 25 Jahre. Wenn einmal auf die Gebäudehülle bezogene Maßnahmen durchgeführt sind (zum Beispiel das Bauen im Passivhausstandard), haben diese Maßnahmen eine viel längere Wirkung als solche, die auf der Ebene der Haustechnik realisiert wurden. Diese Maßnahmen sind im Lauf der Zeit meist einfach zu ersetzen, zum Beispiel wenn das Haus renoviert wird. Das Verhältnis zwischen investierten Euros und vermeideten CO₂-Emissionen sollte sorgfältig abgewogen werden, bevor man endgültige Entwurfsentscheidungen trifft – nicht nur im Renovierungs- sondern auch im Neubauprozess.

3. Solarsysteme in Passivhäusern

Wie kann thermische Solarenergie in einem Passivhaus eine Rolle spielen? Es wird angenommen, dass ein Passivhaus eine mechanische Lüftungsanlage mit hocheffizientem Wärmetauscher sowie ein (kleines) Heizungssystem für Raumheizung und ein Heizungssystem für Heizwasser braucht – wenn möglich kombiniert mit einem oder mehr der genannten Systeme. Im Prinzip kann so ein System wie in Abbildung 1 gezeichnet aussehen. Das System in Abb.1 besteht aus einem Solarkollektor, einem mechanisch balancierten Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung (hru in der Zeichnung), einem Wärmerückgewinnungssystem für Abfallwasser und einer hocheffizienten gasgefeuerten Heizung (die meisten niederländischen Häuser werden noch immer mit Gas geheizt). Die Gasheizung kann – entweder im Entwurfstadium oder im Zuge einer späteren Renovierung – von einer Wärmequelle mit niedriger CO₂-emissionen (wie zum Beispiel einem Palletofen) ersetzt werden. Sonnenenergie kann für Raumheizung und für Heizwasser angewendet werden. Die Wärme wird übertragen durch einen Wärmetauscher im Zuluftrohr. Alternativ können auch Flurheizung, Wandheizung oder niedrigtemperatur Heizungskörper angewendet werden.

The diagram illustrates a hybrid solar water heating system. It features a **solar collector** (a diagonal rectangle with a blue-to-red gradient) that receives solar radiation, represented by three yellow arrows. A **circulation pump** (a circle with a triangle) is connected to the solar collector and a **storage vessel** (a vertical rectangle with a blue-to-red gradient). The storage vessel is connected to a **gas-fired boiler** (a rectangle containing a zigzag line and three flames). The boiler is connected to a **shower** (represented by a red dome and a white rectangle) and a **heat exchange** unit (a blue-to-red gradient rectangle). The heat exchange unit is connected to a **cold water** inlet and an **air in** inlet. The system also includes an **hru** (heat recovery unit, a rectangle with a cross) connected to **air out** and **air in** lines. The entire system is designed to provide hot water for a shower and heat for a room.

Abb. 1 Konzept für thermische Solaranlage für ein Passivhaus

4. Passivhaus und thermische Solarenergie in einem integrierten Entwurf – ein niederländisches Beispiel

Abbildung 2 zeigt ein Nullenergiehaus in Zandvoort an der Nordseeküste, 30 km westlich von Amsterdam. Das Haus wurde von seinem früheren Besitzer Peer Kamp entworfen und ist 1993 gebaut worden. Das Haus, das eine Grundfläche von 180 m^2 hat, weist einen Stromverbrauch von insgesamt ungefähr 2600 kWh pro Jahr auf. Die PV-Anlage produziert etwa 2800 kWh pro Jahr. Der Strom für Haushaltgeräte beläuft sich auf nur 1480 kWh/a, Ventilatoren verbrauchen 250 kWh/a und die elektrische Wärmepumpe ungefähr 850 kWh/a. Verglichen mit der maximalen Primärenergie von $120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, die von einem Passivhaus gebraucht wird, verbraucht dieses Haus weniger als $14 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Die Raumheizung benötigt nur $4,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Die erforderliche Energie ist so extrem niedrig, weil nur die beste verfügbare Haustechnik und Haushaltgeräte angewendet sind und vor allem auch durch den ausgezeichneten Solarentwurf –Passiv und Aktiv. Das Haus ist südorientiert und hat eine Glasfassade mit 8 m^2 Fensterglas und 8 m^2 thermischen Luftkollektoren. Die Wärme aus den Luftkollektoren wird in den Betondecken gespeichert, die so als Niedrigtemperatur-Heizkörper wirken. Die Nordfassade hat nur wenige Fenster. Die Wände und Dächer sind sehr gut isoliert ($R_c = 7,5 \text{ m}^2\text{K/W}$), Wärmebrücken wurden vermieden. Das Haus wird von einer Wärmepumpe mit einer Kapazität von nur 750 W geheizt. Die Wärmepumpe zieht die Wärme aus dem Bodenwasser. Mittels eines Verflüssigers und eines Wärmetauschers wird die Wärme an ein 300 Liter Speicherfass abgegeben. Das Fass ist auch mit einem $7,2 \text{ m}^2$ grossen Solarkollektor auf dem Dach verbunden, das eine balancierte Lüftungsanlage mit einem hocheffizienten Wärmetauscher hat und nicht mit dem Gasnetz verbunden ist: es ist ein „all-electric“ Haus und ziemlich ungewöhnlich in den Niederlanden. Der Strom wird von einer 30 m^2 großen PV-Anlage erzeugt. Das Haus ist mit dem Elektrizitätsnetz verbunden: Strom, der nicht gebraucht wird, wird im

Netz „gespeichert“. Wenn die Sonne nicht scheint wird Strom aus diesem Netz entzogen. Über das Jahr gesehen ist die Bilanz positiv: das Haus produziert mehr Strom als gebraucht wird.



Fig. 2 Solarhaus in Zandvoort

5. Conclusion

As the above example shows, very good energy performances can be obtained when the optimum between Passive House components and solar systems is found. The Zandvoort solar house has not the quality of window frames and glazing that are presently found in Passive Houses –simply because this quality was not available in 1993.

Also the U-values of the walls and roofs are higher than usual for Passive Houses. But by means of a well-engineered solar design combined with Passive House technologies, an outstanding building could be realized, whose performance is difficult to beat.