

Stromfresser entlarvt

Eine „sensationelle Energiebilanz“ wird den Infrarot-Heizungen attestiert – allerdings nur von den Herstellern. Da es sich bei diesen Angeboten um reine Elektro-Widerstandheizungen handelt, erstaunt diese Einschätzung nicht nur Fachleute. Die Konferenz der Ostschweizer Energiefachstellen wollte es genau wissen und beauftragte die Hochschule Luzern, Technik + Architektur, mit einer detaillierten Untersuchung [1]. Die Berechnung des Energiebedarfes und der Nachweis des Komforts sollten, so der Wille der Auftraggeber, auf einem realen Gebäude basieren. Allerdings sind fest installierte Elektrowiderstandsheizungen, also auch Infrarot-Strahlungsheizungen, in den meisten Kantonen verboten.

Zweifamilienhaus in Kreuzlingen

Mittels thermischen Simulationen an einem Zweifamilienhaus im thurgauischen Kreuzlingen berechneten die Wissenschaftler den Heizenergiebedarf (Tabelle). Das 3-geschossige Haus steht in einer städtisch strukturierten Siedlung und ist kaum beschattet. Die beiden 3-Zimmer-Wohnungen liegen im Erdgeschoss und im 1. Obergeschoss. Einer konventionellen Heizanlage mit Wärmepumpe (WP) und hydraulischer Heizverteilung mit Radiatoren steht eine elektrische Infrarot-Strahlungsheizung (IR) gegenüber. Einige Parameter wurden variiert, nämlich:

- Die Bauqualität des Gebäudes (unsaniert, Stand 1960, und nach Minergie erneuert, Stand 2010)
- Das Regelungsregime (nach der Raumlufttemperatur, nach der operativen Raumtemperatur und nach einer – nur theoretisch möglichen – PMV-Strategie).
- Die Gebäudemasse (Speicherfähigkeit)
- Das Wärmeabgabesystem (Radiatoren, Bodenheizregister)

Im Zentrum steht die Frage: Ist eine IR-Heizung effizienter als eine WP-Lösung?

Zum Einsatz kam das Programm IDA-ICE 4.0 von EQUA, mit dem Raumklimata dynamisch simuliert werden können. Die Datenerhebung erfolgte in Stundenschritten. Sowohl die Werte der Aussenluft als auch jene der Strahlung wurden aus einem Sample über 20 Jahre generiert. Zur Bestimmung der internen Lasten dienten Fahrpläne, die auf Nutzungsdaten zu den Zonen nach SIA 2024 [3] basieren. Insgesamt wurden 21 Varianten simuliert.

Im Vergleich der Heizsysteme wurden für die Wärmepumpe gezielt suboptimale Bedingungen gewählt. Die für die Berechnung relevante Jahresarbeitszahl (JAZ) beträgt lediglich 2,3. Zum Vergleich: Das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme, ISE, hat in einem Feldtest (2007 bis 2010) von Sole-Wasser-Aggregaten im Bestand eine mittlere JAZ von 3,3 ermittelt (Neubau 3,9).

Regelungsregimes

- **Raumlufttemperatur:** Temperatur der den Menschen umgebenden Luft in einem Raum ohne Einwirkung von Wärmestrahlung.
- **Operative Temperatur:** Mittelwert von Raumlufttemperatur und der gemittelten Temperaturen der raumumschliessenden Flächen.
- **PMV:** Die PMV-Regelung basiert auf dem Modell von P.O. Fanger zur Bewertung von Raumklimata. Danach kann die Qualität eines thermischen Raumklimas als vorhergesagter Prozentsatz unzufriedener Personen (PPD-Index) ausgedrückt werden. Der PPD-Wert hängt mit dem vorhergesagten mittleren Votum zusammen ab (PMV-Wert). Bei einem PMV von 0 – dem Klima mit dem höchsten Zuspruch – sind 5 % der Personen unzufrieden, bei 0,5 sind es 10 %. Für die Simulation wurde die Raumtemperatur entlang eines PMV-Wertes von - 0,5 geregelt, was einer Raumtemperatur von 21°C entspricht. Aus wissenschaftlicher Sicht ist die Heizungsregelung nach PPD/PMV sehr aussagekräftig, sie lässt sich aber in der Praxis nicht umsetzen, weil sie nicht automatisiert werden kann.

Zweifamilienhaus in Kreuzlingen	
Standort	Kreuzlingen
Relevante Klimastation	Kreuzlingen
Höhe über Meer	432 m
Baujahr/Sanierungsjahr	1960/2010
Energiebezugsfläche	270 m ²
Bauweise	m-+assiv
Anzahl Geschosse	4 (UG, EG, OG, DG)
Heizölverbrauch pro Jahr (2004 bis 2008)	4'500 Liter
U-Werte (vor/nach Sanierung)	
Aussenwand	1,04/0,18 W/m ² K
Boden EG zu UG	2,01/0,54 W/m ² K
Decke OG zu DG	0,80/0,18 W/m ² K
Fenster	2,50/1,20 W/m ² K
Heizwärmebedarf nach SIA 380/1	819/232 MJ/m ²

Resultat: Eklatanter Mehrverbrauch

Die simulierten Werte beziehen sich auf ein 20 m² grosses Eckzimmer im Erdgeschoss während der Woche vom 15. bis 22. Januar. Die Daten zu den anderen Räumen sind ebenfalls verfügbar, aber nicht dargestellt. In der Berichtswoche variierte die Aussentemperatur zwischen -8°C und +8°C, die Solltemperatur der Räume beträgt generell 21°C.

Auffallend im Vergleich der Lufttemperaturen sind die grossen Schwankungen bei den Werten der IR-Heizung. Während die Wasserheizkörper ihre Temperatur über einen Proportionalregler annähernd konstant halten und dadurch näher am Sollwert liegen, folgt die IR-Heizung einem 2-Punkt-Regler mittels Ein- und Ausschaltung. Das Totband beträgt 3 K (Hysterese).

Da die Oberflächentemperatur der IR-Heizplatte höher ist als jene der Wände bei konventioneller Heizung, lässt sich thermischer Komfort bei der IR-Variante auch mit tieferen Raumlufttemperaturen erreichen. Dies führt naturgemäß zu einem tieferen Nutzenergiebedarf.

Beide Heizsysteme ermöglichen Komforttemperaturen ohne Einschränkung. Sehr nahe am PMV-Sollwert von -0,5, entsprechend einer Raumtemperatur von 21°C, liegen die PMV-geregelten Varianten beider Heizungssysteme; zeitweise liegt die PMV-geführte IR-Heizung etwas darunter.

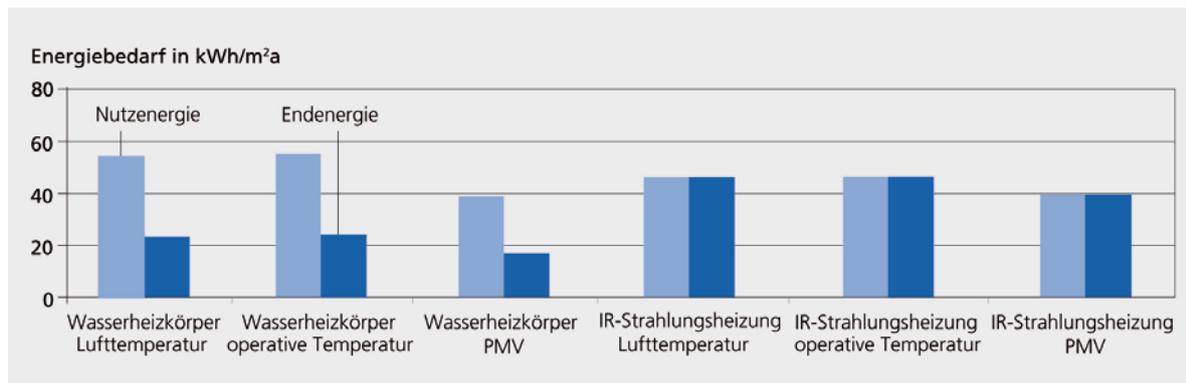


Abbildung 1: Spezifischer Energiebedarf pro Jahr des sanierten Gebäudes für drei verschiedene Regelstrategien.

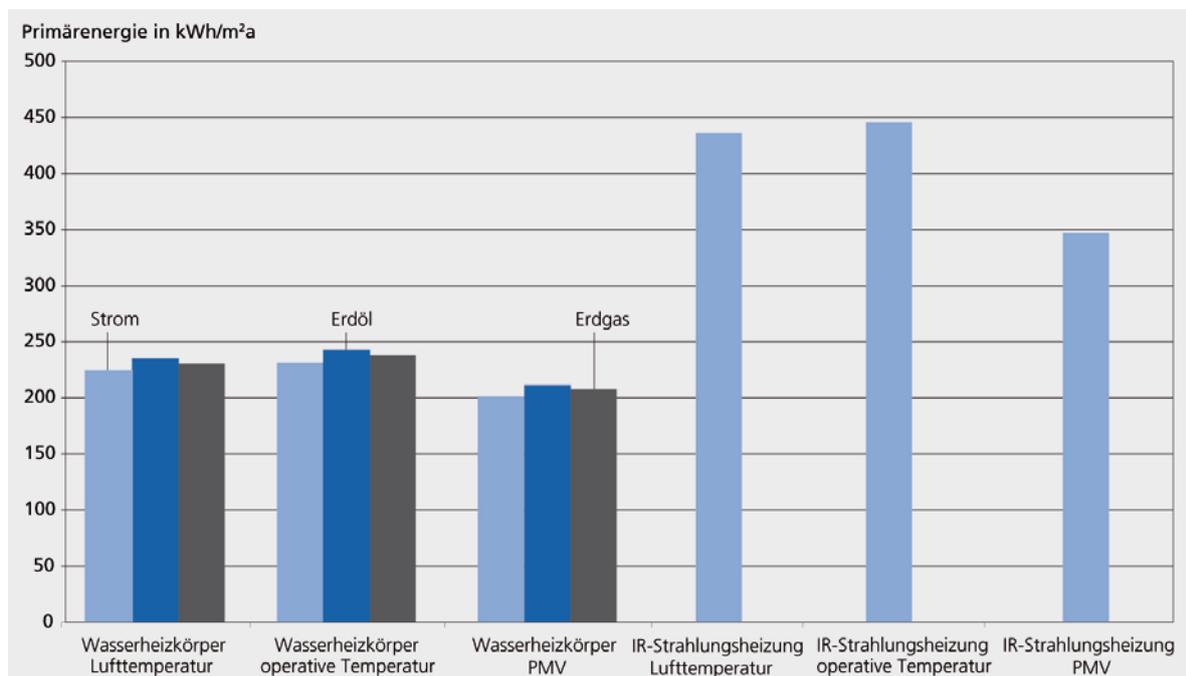


Abbildung 2: Spezifischer Energiebedarf pro Jahr des unsanierten Gebäudes für drei verschiedene Regelstrategien und drei Energieträger.

Dass die PMV-Regelung aus energetischer Sicht am besten abschneidet, zeigt sich auch in der Energiebilanz (Abbildung 1). In allen drei Regelungsregimes braucht die IR-Heizung weniger Nutzenergie, was im wesentlichen in den Rohrleitungsverlusten der Radiatorenheizung begründet ist. Der Bedarf an Endenergie ist dagegen um zwei Drittel höher. Hier macht sich

der Beitrag der über die Wärmepumpe genutzten Erdwärme bemerkbar. Bezüglich Primärenergie sind ebenfalls riesige Unterschiede dokumentiert. In einem Vergleich verschiedener Energieträger (Abbildung 2) verändert sich das Bild bezüglich Primärenergiebedarf nicht wesentlich: Die IR-Heizung weist um den Faktor 1,5 bis 1,7 höhere Werte aus. Bei den wassergeführten Systemen mit Erdgas, Heizöl und Strom sind die Unterschiede gering. Gering ist auch der Einfluss der Speicherfähigkeit des Gebäudes auf den Energieverbrauch; erheblich dagegen die Wärmeverteilung: Die WP-Heizung braucht mit einer Bodenheizung rund 30 % weniger Endenergie als mit Radiatoren. Fazit:

- Der Einfluss des Regelungsregimes ist relativ gering.
- Eine IR-Strahlungsheizung braucht rund zwei Drittel mehr Strom als eine Wärmepumpe mit Wärmeverteilung über Radiatoren.

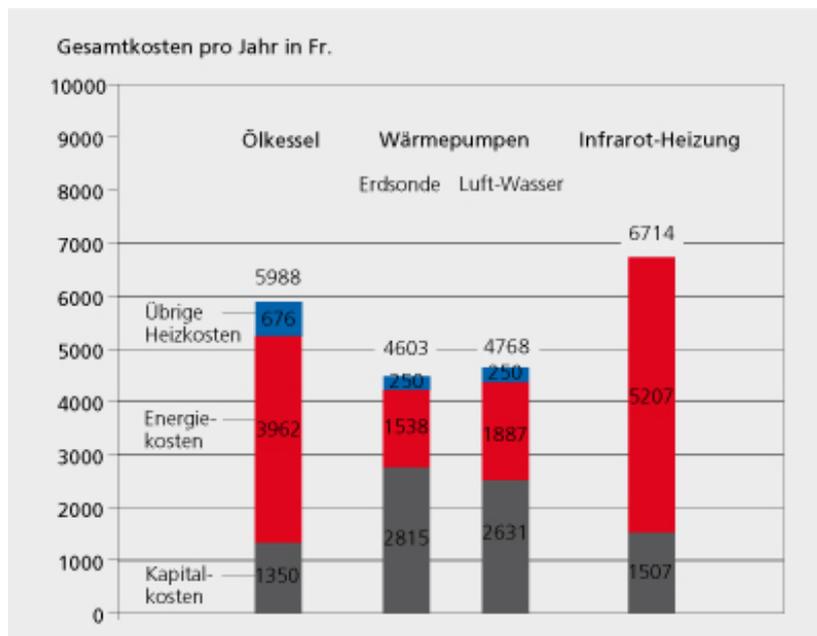


Abbildung 3: Vergleich der Jahreskosten von Heizsystemen in einem Einfamilienhaus mit einer Energiebezugsfläche von 200 m², spezifiziert nach Investitionskosten und Energiekosten.

Quelle: Energiefachstelle des Kantons Thurgau.

Quellen

[1] Vergleich Energieeffizienz: Infrarot-Heizung versus Wärmepumpen-Heizung. Studie im Auftrag der Konferenz der Ostschweizer Energiefachstellen. Autoren: Sebastian Klauz, Iwan Plüss, Urs-Peter Menti, Hochschule Luzern, Technik & Architektur, August 2010. Bezug: www.endk.ch

[2] Merkblatt 2031: Energieausweis für Gebäude; SIA, Zürich 2009.

[3] Merkblatt 2024: Standard-Nutzungsbedingungen für die Energie- und Gebäudetechnik; SIA, Zürich 2009.