

Bemerkungen zur

Studie der Hochschule Luzern „Infrarot-Heizung vs. Wärmepumpen-Heizung“

Prof. Dr. habil. H. Matschiner

Halle, Dez.11

Von der Energiefachstellenkonferenz Ostschweiz wurde die Hochschule Luzern beauftragt, die Energieeffizienz von elektrisch betriebenen IR-Heizungen und Wärmepumpen-Heizungen mit konventionellen Wärmeabgabesystemen (Heizkörper respektive Bodenheizung) zu vergleichen.

Die Studie kann im Internet eingesehen werden unter www.endk.ch/studie.

Da diese Studie in der Schweiz, in Deutschland, Österreich und anderen Ländern als Argument gegen die Nutzung von elektrisch betriebenen IR-Heizungen ins Feld geführt wird, wurde von seitens des BVIR Bundesverband Infrarot-Heizung die Hochschule Luzern um ein Fachgespräch gebeten, das am 31.08.2011 in Luzern stattfand. [1]

Was spricht nach der an der Hochschule Luzern durchgeführten

Computersimulation gegen die Nutzung von IR-Strahlungsheizungen?

Der thermische Wirkungsgrad eines Heizsystems - darum geht es letztlich bei dem Vergleich der Energieeffizienz von IR-Heizungen und Wärmepumpen-Heizungen mit konventionellen Wärmeabgabesystemen (Heizkörper respektive Bodenheizung) beschreibt das Verhältnis von eingebrachter Leistung zu erbrachter Leistung, die innerhalb des Gebäudes verbleibt.

Dabei ergibt sich die Frage, wie viel elektrischer Strom von den beiden Heizsystemen zur Erzeugung eines behaglichen Raumklimas in einem definierten Umfeld oder Raum notwendig ist.

Bekannt ist, dass jede Wärmepumpe über eine individuelle Effizienz verfügt, die auf Testständen für mehrere definierte Betriebszustände ermittelt wird und als Leistungszahl (ϵ) oder als "coefficient of performance" (COP) bezeichnet wird.

Für die Modellrechnungen wird in der Studie dieser Wert mit 2,3 angegeben.

Die Effizienz einer Wärmepumpenheizung im realen Betrieb beschreibt die Arbeitszahl AZ, ausgedrückt durch den Quotienten aus bereitgestellter thermischer sowie aufgewandter elektrischer Energie. [2]

Ähnliche Kriterien gelten auch für eine IR-Strahlungsheizung. So spiegelt der

Strahlungsfaktor, auch Geräteeffizienz genannt, den Anteil der in Strahlungswärme umgewandelten Energie im Verhältnis zur eingesetzten Leistung innerhalb des Aufenthalts- oder Nutzungsbereichs wider. [3]

Wie bei einer Wärmepumpe lässt sich eine Arbeitszahl formulieren und die Energieeffizienz anhand des Stromverbrauchs über einen längeren Zeitraum messen. (Anlage)

Bei der Aussprache in der Hochschule Luzern wurden von unserem Verband und insbesondere Herrn Marte, Inhaber der Firma Marte-Decke-Wand-Altbau aus der Schweiz, der an diesem Gespräch teilnahm, sehr überzeugende Berichte über Anwendungen von IR-Heizungen in der Praxis vorgelegt.

In gut Wärme gedämmten Häusern kann mit Hilfe von IR-Heizungen ein großer Teil des Wärmebedarfs abgedeckt werden. Damit sind in vielen Fällen bei relativ geringem Investitionsaufwand erhebliche Energieeinsparungen möglich oder können Regellücken bzw. Engpässe bei der zur Verfügung zu stellenden Wärmeenergie ausgeglichen werden. Dazu kommt, dass eine IR-Heizung einen großen Beitrag zur Wärmeisolation der Gebäude leisten kann, da die Wände trocken werden oder bleiben. Die Nutzung der extrem flachen Infrarot-Elektroheizungen verspricht zudem die Entwicklung von neuen Wärmedämmsystemen.

Computerprogramme, die die Simulation des Strahlungsfeldes und der konvektiven Wärmebilanz erlauben, werden seit Jahren genutzt, wichtige Einflussgrößen bei Heizungssystemen virtuell zu simulieren. [4]

Die Simulationsresultate der Hochschule Luzern bei Nutzung des Computerprogramms IDA-ICE 4.0 der Firma EQUA führten zu der Aussage, dass auf der Stufe Nutzenergie die elektrisch betriebenen IR-Strahlungsheizungen effizienter (ca. 5 %) als Wärmepumpenheizungen mit einem konventionelle Systeme sind.

Würde das nicht aus Sicht der laufenden Betriebskosten und insbesondere der hohen Investitionskosten für eine Wärmepumpenheizung für eine IR-Strahlungsheizung sprechen? [5]

Aber sind überhaupt Aussagen zur Fragestellung "Infrarot-Heizung vs. Wärmepumpen-Heizung" mit Hilfe einer thermischen Simulation möglich, wenn in der Studie keinerlei Angaben zum IR-Heizsystem zu finden sind? Es müsste doch angegeben werden:

1. Auf welchen IR- Heizungstyp bezieht sich die Vergleichssimulation?
2. Wie sieht das Innenleben des Heizsystem aus? Handelt es sich z, B. um eine

Heizung mit Glühdrähten oder um eine IR-CNT-Heizung?

3. Wie wurden die IR- Heizpaneele im Raum positioniert?
4. Welche Plattenkapazität in kW per m² Raumfläche bzw. per m³ Rauminhalt wurden betrachtet?
5. Wie hoch war der Feuchtigkeitsgrad im Raum zu Beginn der Testphase?
6. Warum wurde die Testphase nur auf 7 Tage limitiert?

So ist beispielsweise bekannt, dass eine 1800 W Heizung mit Glühdrähten und Keramikgrund nicht annähernd die Leistung einer 300 W IR-CNT-Heizung erbringt. Dabei ist aber auch zu beachten, dass eine IR-Heizung eine gewisse Anlaufzeit benötigt, denn zuerst muss sich die Bausubstanz, sprich Boden, Wände und Decke 4 bis 5 cm tief erwärmen. Des weiteren muss in dieser Anlaufzeit, gerade wenn ein Gebäude lange leer stand und nicht beheizt war, die in der Bausubstanz enthaltene Feuchtigkeit aus dem Bauwerk (z.B. bei gekippten Fenstern) abgeführt werden. Erst nach dieser Anlaufzeit, wenn die Bausubstanz trocken ist, kommt die IR- Heizung voll zur Geltung und erhöht dabei auch gleichzeitig den Dämmwert des Gebäudes. Nur so lässt sich die IR-Heizung kostengünstig betreiben und diese wichtigen Einflussgrößen müssen vom Simulationsprogramm mit berücksichtigt werden.

Bei dem Fachgespräch in Luzern erfuhren wir, dass es der Hochschule Luzern nicht gestattet war, das IR-Heizsystem in der Studie zu beschreiben. Aus unserer Sicht hätte dann diese Studie auch nicht veröffentlicht werden dürfen!

Bemerkungen zur Nutzung von elektrischem Strom zum Heizen

In der Studie wird die Empfehlung gegeben:

"Eine mit elektrischem Strom betriebene IR-Heizung verwendet zu 100% hochwertige Exergie, welche sinnvoller als zu Heizzwecken auf tiefem Temperaturniveau (wie es für die Raumheizung typisch ist) für andere Anwendungen verwendet werden sollte".

Aufgrund solcher Aussagen sind fest installierte Elektrowiderstandsheizungen, also auch Infrarot-Strahlungsheizungen, in den meisten Kantonen der Schweiz verboten.

Aber was wäre die Alternative?

Wir wissen, dass die wichtigen Rohstoffe und Energieträger - Erdöl und Erdgas - uns bereits in naher Zukunft nicht mehr in scheinbar unbegrenzter Menge zur Verfügung stehen werden. Nicht der elektrische Strom, sondern das Erdöl ist viel zu kostbar, um nur verbrannt zu werden, es muss zur Herstellung von chemischen Verbindungen - Farben,

Lacke, Arzneimittel, Reinigungsmittel, Kunststoffe, Klebstoffe und viele andere Stoffe - genutzt werden, auf die unsere Wirtschaft heute nicht verzichten kann.

Die Folgen des Klimawandels, insbesondere verursacht durch CO₂-Emissionen, stellen eine der größten Herausforderungen unserer gesamten Zivilisation dar. Allein in Deutschland verursachen mit 113 Mio t CO₂ die privaten Haushalte 15 % der Gesamtemissionen. [Quelle: UBA-Szenario für 2020]

Wir müssen den Weg zu einer neuen Energie- und Rohstoffwirtschaft bereits heute einschlagen und nicht erst dann, wenn die fossilen Vorräte ausgebeutet sind oder der Klimawandel die magische Marke von 2°C hinter sich zu lassen droht. [6]

Es ist unbestritten, dass auf dem Wege in eine neue Energiezukunft der elektrische Strom eine Schlüsselfunktion einnimmt. Elektrizität lässt sich vollständig in Wärme umwandeln, umgekehrt ist das leider nicht möglich. Nur ein Teil der Wärmeenergie, der als "Exergie" bezeichnet wird, lässt sich in Elektrizität umwandeln, die Restwärme, die "Anergie", dagegen nicht.

Die aus einer Wärmemenge ΔQ gewinnbare Exergie ΔE (mechanische Arbeit, Elektrizität) hängt auf einfache Weise nur von der Arbeitstemperatur T (°K) der Wärmeentnahme und der Umgebungstemperatur T_u für die Aufnahme der Restwärme (also der Anergie) ab.

$$\Delta E = (T - T_u)/T \cdot \Delta Q \qquad \text{Gl. 1}$$

Weil die Wärme nur von einem wärmeren zu einem kälteren Ort fließt, lässt sich ohne Verlust von Exergie keine Heizung betreiben.

Der Verlust von Exergie lässt sich jedoch durch geeignete technische Lösungen sehr klein halten. Das ist möglich mit Hilfe der

1. Kraft-Wärme-Kopplung

Brennstoffe werden verbrannt und gleichzeitig elektrischer Strom und Wärme erzeugt. Je nach Wahl der Abgabetemperatur oberhalb der Umgebungstemperatur T_u kann auf Kosten der Stromerzeugung (Exergie) Wärme zum Heizen erzeugt werden. Demnach wäre es günstig, Erdgas und Biomasse bevorzugt zur Stromerzeugung zu nutzen als in Haushalten zu verbrennen.

2. Wärmepumpe

Mit einer Wärmepumpe lässt sich eine Wärmemenge ΔQ_u bei der Temperatur T_u aus der Umgebung entnehmen, Exergie in Form mechanischer oder elektrischer

Energie ΔE hinzufügen und so auf ein Temperaturniveau T heben, das zum Heizen geeignet ist. Die Gleichung 1 umgestellt, beschreibt eine ideale Wärmepumpe.

$$\Delta Q = T / (T - T_u) \cdot \Delta E \quad \text{Gl. 2}$$

3. Arbeiten mit kleinen Temperaturdifferenzen

Dieses Prinzip wird durch entsprechend ausgelegte Flächenheizungen möglich. Es ist durchaus realistisch, dass elektrisch betriebene IR-Heizungen wegen der besseren Wärmeübertragung weniger Strom zum Heizen benötigen als Wärmepumpen-Heizungen mit konventionellen Wärmeabgabesystemen.

Dabei sind die Möglichkeiten des "thermodynamisch optimierten Heizens" noch längst nicht ausgereizt. Verwiesen sei auf die hervorragende Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft e.V., Elektrizität: Schlüssel zu einem nachhaltigen und klimafreundlichen Energiesystem, Bad Honnef, 2010.

Unabhängig davon, die Bewertung einer IR-Heizung kann nicht allein aus thermodynamischer Sicht erfolgen, denn es darf nicht außer Acht gelassen werden, dass der elektrische Strom ein Wirtschaftsgut ist und an der Börse gehandelt wird. Zur Stabilisierung der deutschen Netze werden heute teilweise sogar negative Strompreise gezahlt. Eine IR-Heizung kann als rasch zu nutzender Verbraucher betrieben werden und demzufolge zur Stabilisierung der Stromnetze genutzt werden. [7]

Was soll der Vergleich Infrarot-Heizung vs. Wärmepumpen-Heizung mit konventionellen Wärmeabgabesystemen?

Elektrisch betriebene IR-Heizungen haben den Vorteil, dass das Prinzip des "Heizens mit kleinen Temperaturdifferenzen" besonders günstig realisiert werden kann. Die Wärmepumpe dagegen erlaubt, allerdings bei einem viel höheren technischen Aufwand, Umgebungswärme mittels technischer Arbeit (Exergie) auf ein höheres Temperaturniveau zu heben, das für Heizzwecke ausreicht, jedoch noch einem entsprechenden Wärmeverteilungssystem zugeführt werden muss während die elektrisch betriebenen IR-Heizungen bereits das Heizsystem sind. Eine sparsame Heizungsanlage mit Wärmepumpe wird heute nicht mit einem klassischen Radiator sondern mit einer großzügig ausgelegten Flächenheizung gekoppelt und das sind IR-Heizungen! Die Energieproblematik ist aber nur eine Seite: Es ist bekannt, dass im Gegensatz zu

konvektiven Wärmeübertragungssystemen bei Nutzung von IR-Heizungen in den Räumen kaum heizungsbedingte Luftumwälzungen auftreten, die die Bildung von Schimmelpilz an nicht von der zirkulierenden Warmluft erreichten kalten Stellen, wie z. B. Außenwänden, begünstigen sowie Hausstaub bestehend aus Schmutzpartikeln, Bakterien und Milben aufwirbeln, den die Menschen einatmen und der Allergien oder andere Erkrankungen verursachen kann. In Deutschland sollen jährlich über 2000 Menschen an den Folgen von Schimmelpilzerkrankungen sterben, was sich mit IR-Heizungen in vielen Fällen vermeiden ließe, da bei einer gleichmäßigen Erwärmung von Wänden und Gegenständen mittels einer IR-Heizung eine Schimmelpilzbildung verhindert werden kann.

Bemerkungen zum verwendeten Rechenprogramm

In dem betrachteten unsanierten Objekt wurde über viele Jahre der Energiebedarf dokumentiert. Nach der Modellrechnung sollte dieser aber rund 50% höher sein. Es ist daher nicht abwegig zu fragen, wie sicher sind die "berechneten" Werte nach der geplanten Sanierung?

Es spricht viel dafür, dass das Programm IDA-ICE 4.0 der Firma EQUA nicht genügend die Besonderheiten von IR-Heizungen berücksichtigt: nämlich dass die Wände immer wärmer als die Raumluft sind und außerdem eine gewisse Einstellzeit der Wandtemperatur erforderlich ist.

Notwendig sind deshalb Vergleiche mit anderen Programmen. Für die Nutzung und Weiterentwicklung dieser Rechenprogramme ist es wichtig, die erhaltenen Daten durch gleichzeitige Messungen von IR- und konvektiven Anteilen zu verifizieren.

Zusammenfassung

Der Vergleich "Infrarot-Heizung vs. Wärmepumpen-Heizung" wurde unter der Vorgabe durchgeführt, dass weder der Hersteller noch die Betriebsdaten der IR-Strahlenheizung veröffentlicht werden durften. Damit reduziert sich diese Studie ausschließlich auf eine Energieeffizienz-Betrachtung der elektrisch betriebenen Wärmepumpen-Heizungen mit konventionellen Wärmeabgabesystemen. Sehr nützlich wäre ein Vergleich mit Literaturdaten gewesen.

Bei dem Fachgespräch in Luzern wurden viele Beispiele genannt, dass es in thermisch sanierten Gebäuden bzw. entsprechend wärmegeprägten Neubauten bei Ausnutzung freier Energiequellen (Solarenergie, Abwärme etc.) möglich ist, den dann verbleibenden, geringen Heizenergiebedarf mit elektrisch betriebenen Infrarot-Heizungen abzudecken.

Damit sind in vielen Fällen bei relativ geringem Investitionsaufwand erhebliche Energieeinsparungen möglich und können Regellücken bzw. Engpässe bei der zur Verfügung zu stellenden Wärmeenergie ausgeglichen werden. Dazu kommt, dass eine IR-Heizung einen großen Beitrag zur Wärmeisolation der Gebäude leisten kann, da die Wände trocken werden oder bleiben. Zudem versprechen elektrisch betriebene Infrarot-Heizungen die Entwicklung von neuen Wärmedämmsystemen. Sie könnten in Zukunft auch einen wichtigen Beitrag zur Stabilisierung der Stromnetze liefern (Smart Grid). Da bei IR-Heizungen kaum durch Konvektion bedingte Luftbewegungen auftreten, werden die Schimmelpilzbildung und die Aufwirbelung von Staub in den Wohnräumen deutlich verringert.

Wir dürfen nicht warten, bis die fossilen Vorräte ausgebeutet sind oder der Klimawandel die magische Marke von 2°C hinter sich zu lassen droht sondern sofort bezahlbare Lösungen aufgreifen und fördern, die langfristig eine sichere und umweltfreundliche Wärmeversorgung garantieren.

Im Ergebnis des Gespräches in Luzern wurden Änderungen im Text der vorliegenden Studie vereinbart. Uns wurde aber inzwischen von der Hochschule Luzern mitgeteilt, dass der Auftraggeber diesen Änderungen nicht zustimmt. Wir wollen uns deshalb bei der Energiefachstellenkonferenz Ostschweiz um ein Gespräch bemühen.

Literatur:

1. Stromfresser entlarvt, Presseinformation zum Erscheinen der Luzerner Studie www.endk.ch
2. M. Miara, D. Günther, T. Kramer, T. Oltersdorf, J. Wapler: Wärmepumpen Effizienz, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme, ISE Freiburg 2011
3. K. Weber: Thermischer Wirkungsgrad, www.schwank.de
4. B. Glück: Raummodell zur wärmetechnischen und wärmephysiologischen Bewertung, <http://berndglueck.de/raummodell.php>
5. J. Schampel: Energieeffizienz der elektrischen Wärmewellenheizung in der Wissenschaft, www.waermemeister.com/informationen-infrarotheizungen.
6. M. Röper: Rohstoffbasis im Wandel, www.vci.de
7. I. Englich: Kraft-Wärme-Nutzung mit IR-Heizungen, Vortrag, III. Fachtagung Infrarotheizung - ein Heizsystem mit Zukunft, Halle/S, 2011

Anlage:

Energieverbrauch mit, und ohne Infrarotheizung in 3 Wohngebäuden

1. Bürogebäude mit wohnraumähnlicher Nutzung
 - Hospitalstraße Nr. 14 in 01097 Dresden
 - beheizte Fläche 133 m², Nutzfläche 141m²

2. Wohngebäude mit 2 Wohneinheiten und Büro im KG
 - Altnossener Straße 63a in 01156 Dresden
 - beheizte Fläche 296 m², Nutzfläche 336 m²

3. Wohngebäude mit Büro
 - Stettiner Straße 9 in 74372 Sersheim
 - beheizte Fläche 130 m² vor IR Heizung ,
160 m² seit Einbau der IR Heizung

Planungsbüro für rationelle
Energie Hospitalstraße 14 01097
Dresden

Energieverbrauch für Heizung vor Installation der Infrarotheizung

	Jahresenergieverbrauch gesamt	Jahresenergieverbrauch je m ² beheizte Fläche
1.	15 778 kWh (gemäß Bedarf)	124,23 kWh/m ²
2.	39 600 kWh 2007 bis 2010	133,78 kWh/m ²
3.	35 000 kWh 2008 – 2009	269,00 kWh/m ²

Planungsbüro für rationelle
Energie Hospitalstraße 14 01097
Dresden

Energieverbrauch für Heizung nach Installation der Infrarotheizung

	Jahresenergieverbrauch gesamt	Jahresenergieverbrauch je m ² beheizte Fläche
1.	7300 kWh	54,89 kWh/m ²
2.	16500 kWh Heizöl 3110 kWh Strom EG 743 kWh Strom OG	55,74 kWh/m ² 10,51 kWh/m ² 2,51 kWh/m ²
	<u>20353 kWh</u>	<u>68,76 kWh/m²</u>
3.	7500 kWh Strom 1500 kWh Holz	46,88 kWh/m ² 11,53 kWh/m ²
	<u>9000 kWh</u>	<u>69,23 kWh/m²</u>

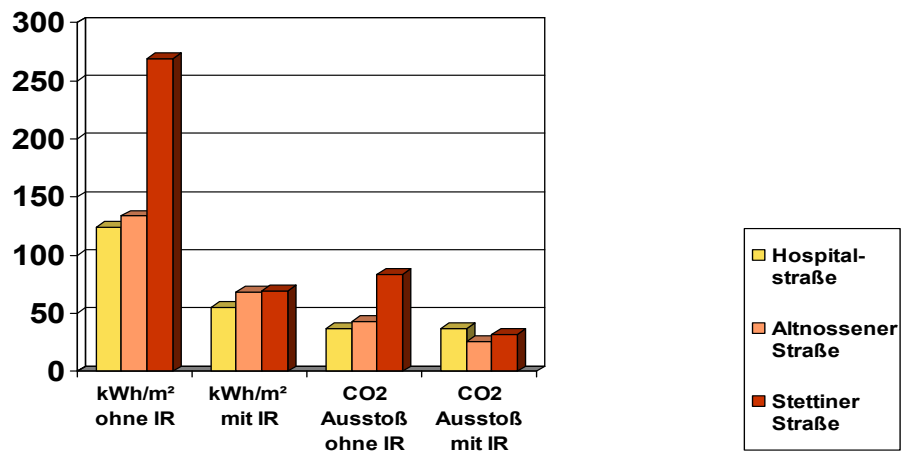
Planungsbüro für rationelle
Energie Hospitalstraße 14 01097
Dresden

CO₂ Ausstoß je Jahr ohne - und mit IR Heizung

	kg CO ₂ ohne IR Heizung		mit IR Heizung	
	gesamt,	je m ² beh. Fläche	gesamt,	je m ² beh. Fläche
1	4906	36,89	4985	37,48
2	12657	42,76	7763	26,22
3	10885	83,73	5203	32,25

Planungsbüro für rationelle
Energie Hospitalstraße 14 01097
Dresden

Verbrauchsvergleich je m² und Jahr beheizter Fläche mit- und ohne IR Heizung



Planungsbüro für rationelle
Energie Hospitalstraße 14 01097
Dresden