

Langzeitmessungen zum Wärmeenergiebedarf

Infrarot-Heizung im Vergleich zur Nachtspeicherheizung



Ergebnisbericht

Dez. 2015

Ergebnisbericht

Langzeitmessung zum Wärmeenergiebedarf

1. Objekt: Mietshaus in Leipzig mit acht Wohnungen, davon sechs mit Infrarotstrahlungsheizung, zwei mit Nachtspeicheröfen

Zeitraum Oktober 2014 – Mai 2015

2. Objekt: Einfamilienhaus in Oschatz mit Nachtspeicheröfen 1994–2010, 2011 umgerüstet auf Infrarotstrahlungsheizung

Erarbeitet unter redaktioneller Leitung vom

IB Kurt Schmidt Leipzig

mit wissenschaftlicher Unterstützung von

Dr. Dieter Achilles, IET GmbH Jena

Weitere Mitwirkende

Candor GmbH Zwenkau

IB Lindner Markkleeberg

Conwert Immobiliengesellschaft Standort Leipzig

Mieter des Objektes

Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung	2
Objekt 1 – Eine Immobilie in Leipzig wie viele	4
Ermittlung des Energiebedarfs der Wohnungen	5
Erläuterung der Temperaturkurven	10
Ergebnis der Beratung mit dem Eigentümer	12
Objekt 2 – Ein Einfamilienhaus in Oschatz	14
Verifizierung und Bewertung IET	18
Anlage 1	19
Anlage 2	21
Anlage 3	24

Aufgabenstellung

Auf der Grundlage von Gesprächen und dem geführten Schriftverkehr mit der Verbraucherzentrale Bundesverband finden in der Heizperiode 2014/2015 durch Mitglieder des BVIR in Objekten Messungen von Infrarotheizungen zwecks Effizienznachweises statt. Die ermittelten Daten werden an konkreten Objekten erfasst und im Bericht auf Wunsch der Eigentümer anonym dargestellt und verarbeitet. Die Originaldaten werden im IET unter Verschluss gehalten. Eine Übermittlung von Daten an Dritte wird aus rechtlichen Gründen ausgeschlossen.

1. Messtechnische Erfassung (Temperaturen und Energieverbrauch) von Wohnungen mit IR-Heizung
2. Messtechnische Erfassung (Temperaturen und Energieverbrauch) in Wohnungen mit Speicheröfen im selben Haus wie 1.
3. Auswertung des Langzeittests in den gemessenen Wohnungen in der Zeit Oktober 2014 bis Mai 2015
4. Erarbeitung des Ergebnisberichtes

Vorgesehenes Objekt:

Objekt 1: Leipzig, Gebäude: Reihenhauses aus der Jahrhundertwende, acht Wohnungen, alle Wohnungen sind vermietet

Eigentümer: conwert Immobiliengruppe

Hersteller Infrarottechnik: Candor GmbH Leipzig

Hersteller Nachtspeicheröfen Stiebel-Eltron

Messmittel

- Elektrische Leistung in kWh pro Wohnung durch eingebauten Zähler
- Temperaturen in °C durch digitales Temperaturmessgerät Typ PCE-P390 digitaler Mehrkanaltemperaturlogger mit vier unterschiedlichen Fühlerleitungen
- Alle Räume sind mit Hand verstellbaren Raumtemperaturreglern (RTR) ausgestattet, die direkt mit den Heizgeräten verbunden sind.

Verantwortlichkeiten

Programmierarbeit:	IB Kurt Schmidt, Candor GmbH
Messmittel und Infrarottechnik:	Candor GmbH
Monatliches Ablesen der Werte:	IB Kurt Schmidt
Auswertung und Berichterarbeitung:	Candor GmbH, IB Kurt Schmidt
Verifizierung/Bewertung der Ergebnisse	IET GmbH

Messung am verwendeten Heizkörpertyp in Anlehnung des Vorschlags des IET zur DIN-Erarbeitung:

Energiekennziffer
Strahlungskennziffer
spezifischer Energieverbrauch

Temperaturerfassung in der Wohnung mit Infrarotheizung

Außentemperatur

Raumtemperatur in der Mitte des Raumes

Temperatur am Raumtemperaturregler

Außenwandtemperatur innen

Temperaturmessungen in Wohnungen mit Nachtspeicherofen

Raummitte

Außenwandtemperatur innen

Decke

Fußboden

Wenn möglich, wird von allen Wohnungen des Gebäudes der Energieverbrauch über vorhandene Zähler monatlich abgelesen.

Eine Projekterweiterung ist vor dem Start der Untersuchung möglich.

Objekt 1 – Eine Immobilie in Leipzig wie viele

Es handelt sich bei dieser Immobilie um ein denkmalgeschütztes Reihenhaus aus der Jahrhundertwende mit soliden Klinkerwänden. Die Fenster wurden 1992 gegen neue Fenster mit $U=1,3$ ausgetauscht.

Das Treppenhaus ist unbeheizt.

Die Renovierung von Conwert (Eigentümer des Objektes 1) dienten der Erhöhung des Wohnkomforts.

Eine Außen- oder Innenisolierung des Baukörpers war nicht vorgesehen.

Nach heutigen Kriterien wird dieses Gebäude in die Energieeffizienzklasse „E“ eingeordnet. ^[2]

Der Energieverbrauch für die Heizung ist nach EnEV 2009 mit über $126 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ anzusetzen. ^[2]

Conwert hat sich deshalb entschlossen, die vorhandenen Nachtspeicheröfen von Stiebel-Eltron durch Infrarot-Strahlungstechnik zu ersetzen, um eine deutliche Reduzierung des Energieverbrauchs zu erreichen.

Es wurden 6 der 8 Wohnungen mit Infrarot-Strahlungstechnik ausgerüstet.

Die Firma Candor hat auftragsgemäß im Rahmen der Wohnungsrenovierung zunächst 3 Wohnungen realisiert.

Später wurden drei weitere Wohnungen in Eigenregie der Conwert nachgerüstet.

Im Heizzeitraum 2014/15 konnten alle 8 Wohnungen mit Genehmigung des Eigentümers energetisch erfasst werden.

Die Ergebnisse werden in diesem Bericht dargestellt.

Der erforderliche Kontakt mit den Mietern, die eine Infrarot-Strahlungsheizung haben, war während der

Erfassungszeit gut.

Bei den Mieter, die Nachtspeicheröfen haben, gibt es kaum Bereitschaft zur Kommunikation.

Leider konnte dadurch keine der vorgesehenen Temperaturmessenrichtungen in die Wohnung 7 oder 5 eingesetzt werden.

Die monatlichen Zählerablesungen erfolgten ohne Probleme.

Alle Originalunterlagen werden im IET Institut für angewandte Energietechnologie hinterlegt und unter Verschluss gehalten. Die Anonymität wird, wie in der Aufgabenstellung fest geschrieben, eingehalten.

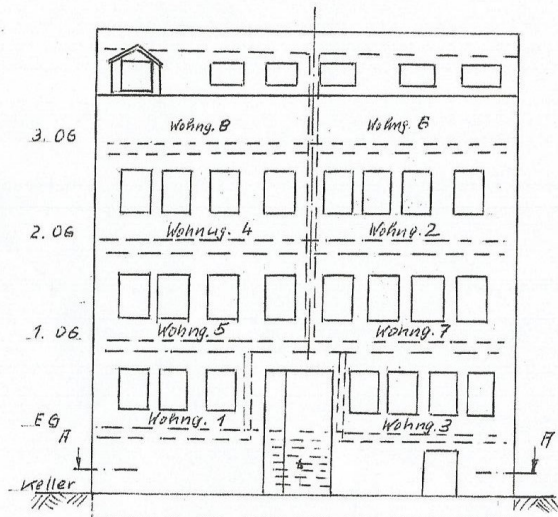
Angaben zum Gebäude:

Hüllfläche	1096 m ²
Gebäudevolumen	3136 m ³
Nutzfläche Wohnraum	462 m ²
Nutzfläche mit Treppenhaus	676 m ²
Nutzfläche mit Treppenhaus und Keller	845 m ²
Raumhöhe in den Wohnungen	2,9 m
(Daten aus eigener Messung)	

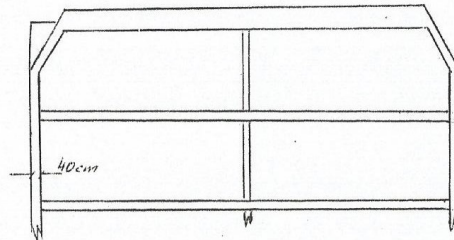


[2] Berechnung IBLindner Anhang 2

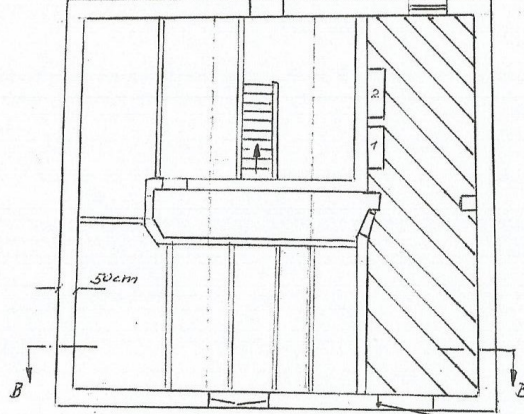
Legende:
 1+2 E-Schrank u. Zähler
 - - - - - Anordnung EG-Wohnung über Keller
 \ \ \ \ \ Teilisolierung an Kellerdecke



Schnitt B-B 3. u. 2. OG



Schnitt A-A



Daten und Skizzen wurden selbst erstellt.

SKIZZE: Wohnhaus
 Leipzig Denkmal; gelberKlinker
 M: 1:100 Keller u. Wohnhaus

Plan der Wohnungseinteilung.
 Grundrisse der Wohnungen: siehe Anhang.

Ermittlung des Energieverbrauchs der Wohnungen

Trotz größter Bemühungen der Beteiligten kam es zu keiner verbindlichen Aussage der Energielieferanten über den spezifischen Energieverbrauch von vermieteten Wohnungen. Erschwert wird die Aussage durch die freie Wahl des Mieters, von welchem Anbieter die Energie bezogen wird.

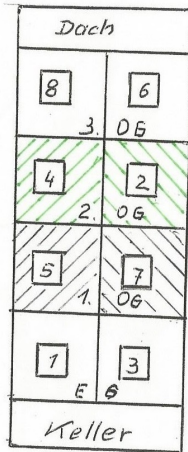
Deshalb wurde der jeweilige Energiebezug durch monatliches Ablesen des Zählers erfasst. Für die monatlichen Energiebezüge für die Heizung gibt es in den erfassten Wohnungen Unterzähler in den Schaltkästen der jeweiligen Wohnung.

Das warme Wasser konnte nicht separat erfasst werden und ist im sonstigen Energieverbrauch enthalten.

Die berechnete Prognose des Jahresverbrauchs ist durch Hochrechnungen in den heizfreien Monaten möglich. Zur Bestätigung werden am 30.9.2015 die Zählerstände nochmals erfasst.

Dok. Langzeit test 14/15

Direktvergleich JR-Heizung u. NS-Heizung, JR = 0,27 Euro/kWh NS 0,20 Euro/kWh
Wohnung 4/2 (JR) u. 5/7 (NS) bautechnisch identisch

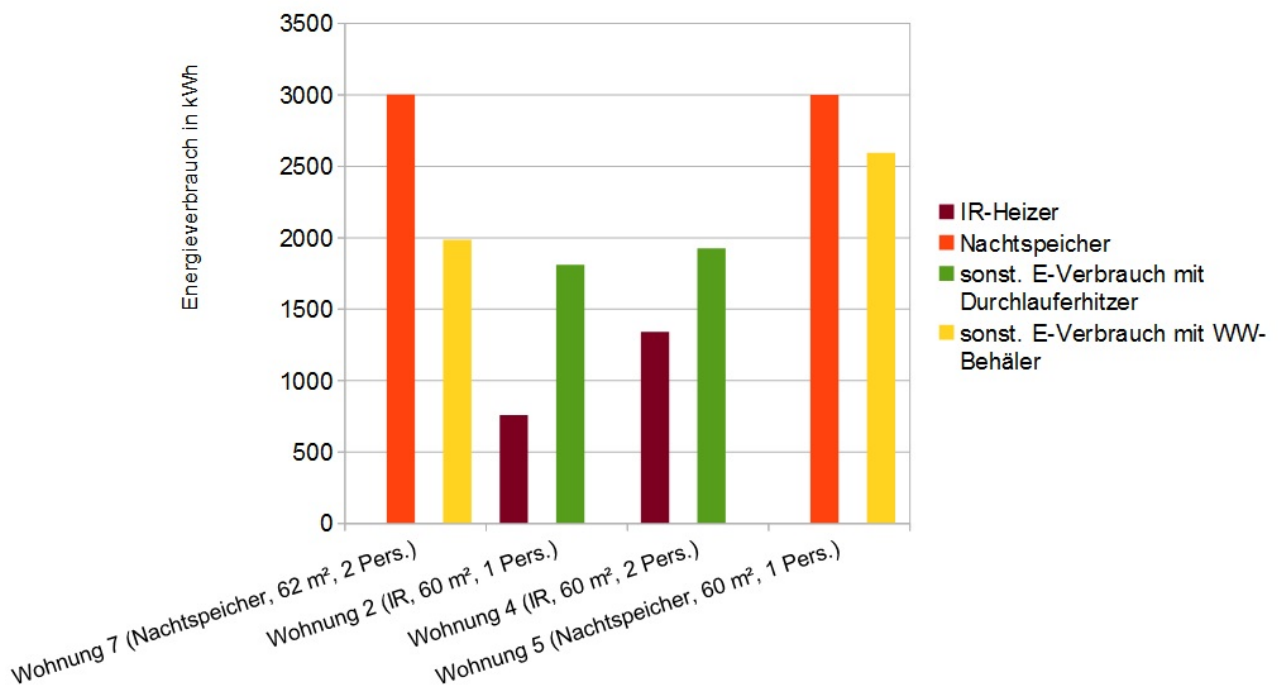


Wng.	Fläche m ²	Verbrauch gesamt kWh/a	Verbrauch Heizung kWh/a	Energieko. gesamt Euro/a	Heizung kosten Euro/a
1				0,27/kWh	
2	60	2561,5	755,0	691,6	203,9
3					
4	60	3258,0	1336,3	879,7	360,8
5	60	5585,1	2995,2	699,0	599,0 [*]
6					
7	62	4969,3	2988,7	534,8	597,7 [*]
8					

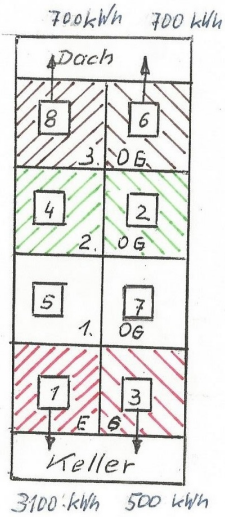
* Tarif 0,20

Energieverbrauch 2014/-15

Wohnungen baulich identisch - Vergleich Nachtspeicher- und IR-Heizungen



Direktvergleich IR Heizung Kellerwohnung u. Mittelwohnung 1/3: 4/2
 Dachwohnung u. Mittelwohnung 8/6: 4:2 bautechnisch nicht identisch

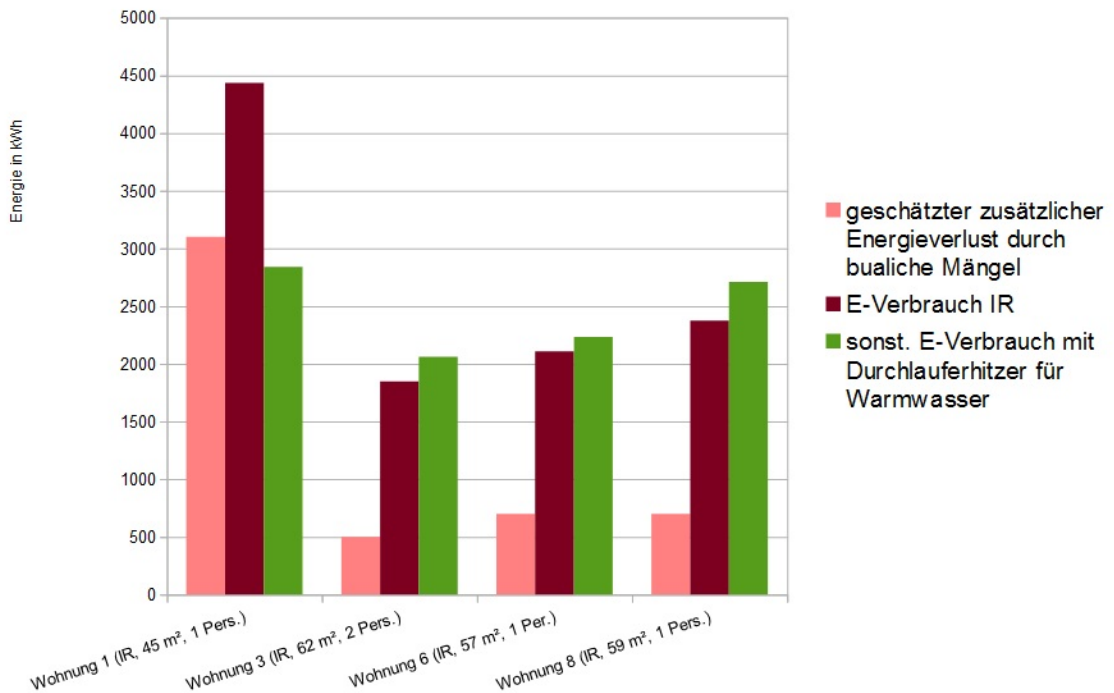


Wng.	Fläche m ²	Verbrauch gesamt kWh/a	Verbrauch Heizung kWh/a	Energiekosten €u. 0,23/kWh	Heizungskosten Euro	Wärmeverl. Dach kWh/a	Wärmeverl. Keller kWh/a	Maßnahmen
1	45	7275,5	4435,9	1964,4	1197,69	0	3100!	Kellerdecken-Isolierung
2	60	2561,5	755,0	691,5	203,9	0	0	
3	62	3910,0	1848,0	1055,7	499,0	0	500	Kellerdecken u. 200. ergän.
4	60	3258,0	1336,3	879,7	360,8	0	0	
5	60	5585,1	2995,2	699,0	599,0 ^x	0	0	
6	57,1	4340,9	2107,7	1172,0	569,1	700	0	Dach-Isol.
7	62	4969,3	2988,7	534,8	597,7 ^x	0	0	
8	59,8	5083,0	2373,4	1372,4	640,8	700	0	Dach-Isol.

^x Tarif 0,20 Eur/kWh NS Wärmeverluste, geschätzte Werte

Energieverbrauch 2014-15

Wohnungen mit baulichen Fehlern



Dach	
8	6
3. OG	
4	2
2. OG	
5	7
1. OG	
7	3
E 6	
Keller	

Wng.	Fläche m ²	Geschoß	Heizung	installierte Leistung W	W/m ²	Verbrauch Gesamt Energie kWh/a	für Heizung kWh/a	Heizung kWh/m ² ·a	Norm. Pers.	norm. Wert
1	45	EG	JR	3150	70	7275,5	4435,8	98,5	1	
2	60	2.	JR	3600	60	2561,5	755,0 ^x	12,6	1	
3	62	EG	JR	3410	55	3910,0	1848,0	29,8	2	
4	60	2.	JR	3600	60	3258,0	1336,3 ^x	22,3	2	
5	60	1	NS	18000	300	+2995,2 2589,9	2495,2	49,9	2	
6	57,1	3	JR	5200	91,0	4340,9	2107,7	36,9	1	
7	62	1	NS	18000	28,0	+2988,7 1980,6	2988,7	48,2	1	
8	53,8	3	JR	4050	67,7	5083,0	2333,4	39,7	1	

^x Fensterfalschlüftung Typ „Regelair“
Anteil einer Energieerduzierung
wurde nicht untersucht

Nach Beratung wird zur Qualifizierung der Messwerte Folgendes festgeschrieben:

Wohnung 2 und 4 (2. OG) erhalten von Wohnung 5 und 7 (1. OG) eine zusätzliche Wärmeenergie über den Fußboden, da der bestehende Wärmestau an der Decke im 1. OG in der Heizperiode eine höhere Temperatur erreicht als der Boden des 2. OG.

Das mit Nachtspeicheröfen betriebene 1. OG erreicht in der Heizzeit an der Decke eine Temperatur von geschätzten 29°C – 26°C. (Erfahrungswert von Teilnehmern im Autorenkollektiv für Luftwärme-geführte Anlagen.)

Der Fußboden im 2. OG erreicht in der Heizzeit nach der im Bericht vorliegenden Temperaturkurve 17°C – 20°C. Das ergibt eine Temperaturdifferenz von 9 K, welche eine abfließende Wärme von der Decke des 1. OG zum 2. OG entstehen lässt. Dies messtechnisch genau zu erfassen, war uns nicht möglich.

Um auf einen genaueren Wert für den Wärmetransport durch den Fußboden des 2. OG zu kommen, muss man sich Folgendes vor Augen führen: Wohnungen 2 und 4 erfahren keine atypischen Wärmeverlust über Decke. Erfahrungen der Fima Candor an vielen anderen Objekten ergeben für diese beiden Wohnungen einen realistischen Wärmebedarf für die Heizperiode 2014/15 von 3200 kWh für die beiden Wohnungen (120 m²) (entspricht 26,7 kWh / a. Mithilfe des tatsächlichen Energieverbrauchs von 2091 kWh (s. Tabelle) lässt sich auf einen Wärmeenergietransport aus den unteren Wohnungen des 1. OG von 1109 kWh / a schließen (entspricht 9,2 kWh / (m² a)).

Aus der Prognosetabelle (S.9 u. Anhang) sind folgende Schlussfolgerungen zu entnehmen:

Die gemessenen Resultate der mit IR ausgestatteten Wohnungen 8, 6, 4, 2 und 3 (Wohnungen 2 und 4 mit korrigierten Energieverbrauchsdaten) ergeben eine Wohnfläche von 298,9 m² mit einem Jahresverbrauch von 9529,4 kWh, d.h. einen Durchschnittswert von 31,9 kWh / (m² a).

Dieser Wert ist in eine allgemeine Betrachtung einzubeziehen und beweist die hohe Effizienz der IR-Technik .

Die Mischung der beiden Techniken in einem Objekt ist nicht die ideale Lösung für eine direkte Vergleichsuntersuchung zwischen Nachtspeicheröfen und Infrarotstrahlungsheizungen und wird hier nicht weiter verfolgt. Es wird auf die Ergebnisse am Objekt 2 verwiesen.

Erläuterung zu den Temperaturkurven

Mehrfamilienhaus in Leipzig Wohnung Nr. 2 (2.OG)
Temperaturmessgerät PCE-T390 Nr. H. 299745
mit 4 Temperaturfühlern für Batterie-oder Netzbetrieb

Das Gerät wurde erstmalig eingesetzt.

Der Batteriebetrieb war für unsere Messreihen ungeeignet,

Die verwertbaren Messungen fanden mit Netzanschluss vom 4.-27.1 2015 und 1.4.-10.5 2015 statt.

Zwischenzeitlich waren die Messungen durch einen unbemerkten Stromausfall unterbrochen. Die Wiedereinschaltung war nur manuell möglich.

T 1 außen am Fenster (mit Sonneneinstrahlung)

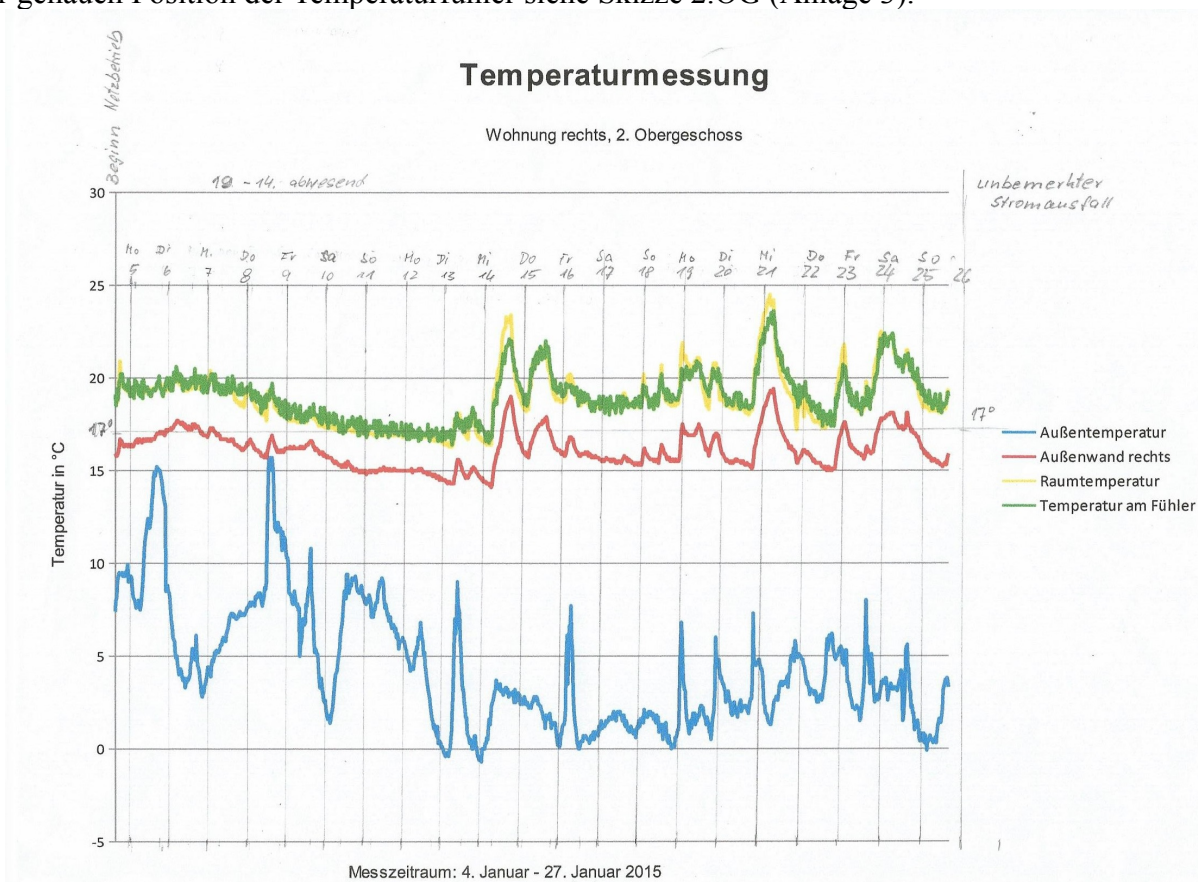
T 2 Außenwand innen

T 3 Raumlufttemperatur freihängend

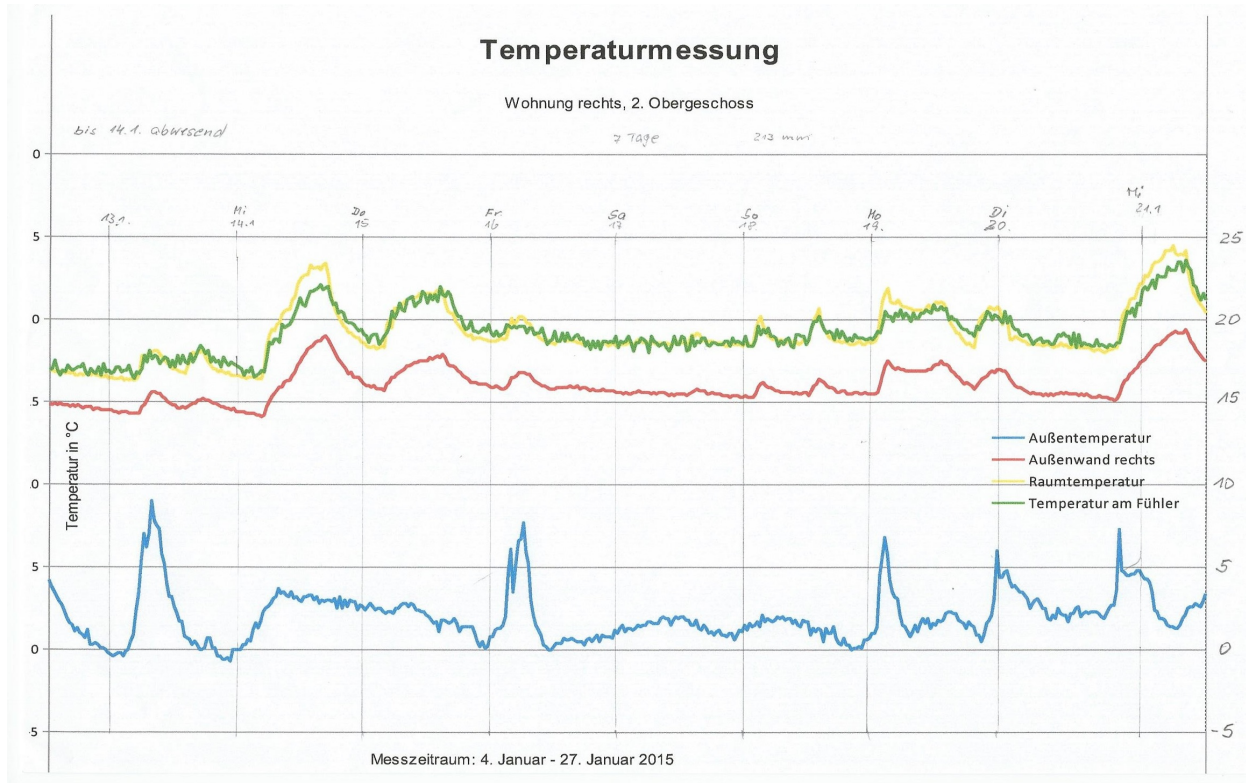
T 4 Innenwand in der Nähe des RTR

In der Zeit vom 10.-15. 1. 2015 war die Mieterin nicht anwesend. Nach eigenen Angaben war der Raumtemperaturregler auf 17C eingestellt.

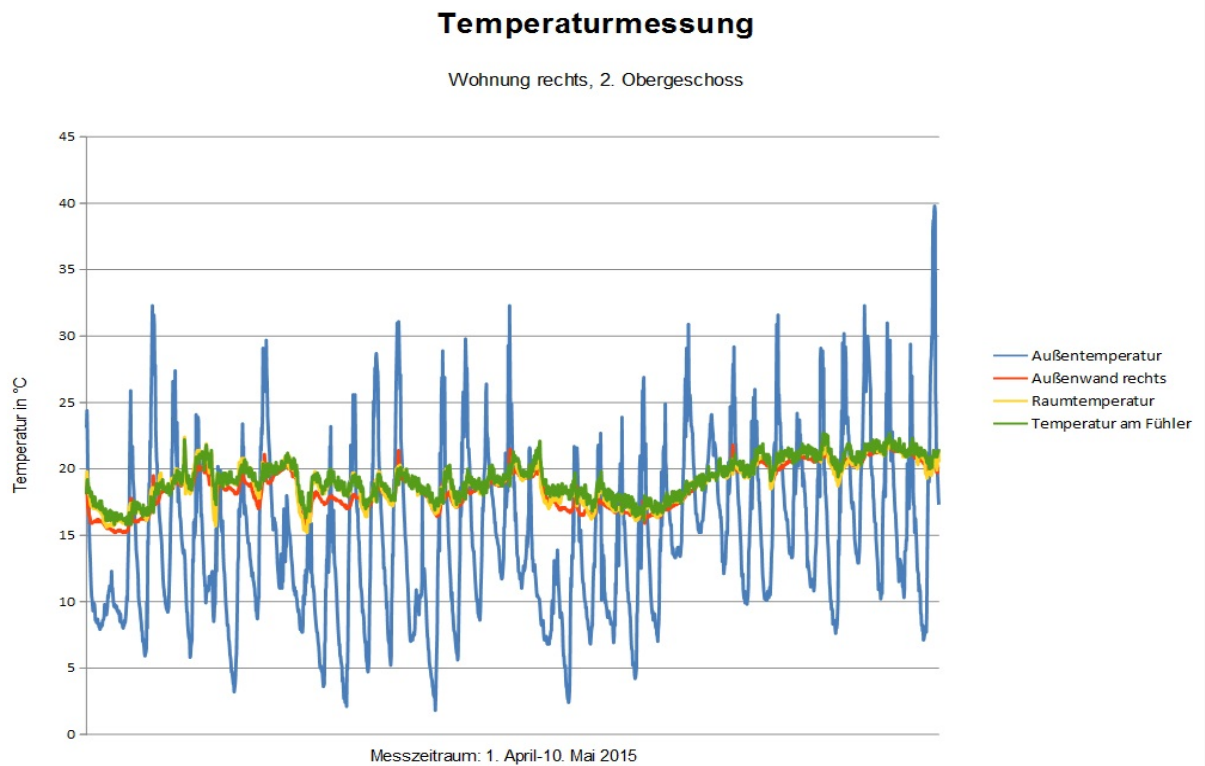
Zur genauen Position der Temperaturfühler siehe Skizze 2.OG (Anlage 3).



Hier die selbe Messung über sieben Tage:



Die hohen Außentemperaturen im April sind Ergebnis der Sonneneinstrahlung auf den Fühler.



Ergebnis der Beratung mit dem Eigentümer des Mehrfamilienhauses in Leipzig Objekt 1

Die Entscheidung des Eigentümers Conwert, die Nachtspeicheröfen abzulösen, war richtig. Der Einsatz einer elektrischen Infrarot-Heizung Typ Candor hat eine Reduzierung des Energieverbrauchs für Heizungen erbracht. (S.9) .

Dringender Hinweis: Dach und Keller sind grundsätzlich auf notwendige Isolierungen zu überprüfen. Im Rahmen einer Sanierung kann die Isolierung als Innenisolierung innerhalb der Wohnung oder wie traditionell außerhalb der Wohnung erfolgen.
Bei Ziegelbauten (40 cm Wanddicke) ist eine Isolierung der Wände nicht erforderlich..

Fenster mit Verbundglas ($U=1,3$) gewähren ausreichenden Wärmeschutz.

Die Beheizung des Treppenaufganges ist möglich, aber nicht unbedingt notwendig, wie in diesem Objekt nachgewiesen.

Unter den gegebenen Bedingungen des Objektes ist bei Einbringung einer Kellerdeckenisolierung die Effizienzklasse B sicher zu erreichen.

Eine zusätzliche Be- und Entlüftung der Wohnungen wird empfohlen, z. B. Durch die Fensterfalzlüftung Regelaire, wie sie in den Wohnungen 2 und 4 in OG 2 seit 2010 im Einsatz sind.

Kosten der Investitionen:

Investitionskosten für Infrarotheizung mit Raumsteuerung: 60 – 65 € / m².

Vor Ort-Kabelverlegung, Schaltkasten und Montage: 25 – 40 € / m².

Energiekosten für Mieter in der Wohnung mit Infrarotheizung: 730 – 1300 €.

Energiekosten für Mieter in der Wohnung mit Nachtspeicher: 1100 – 1300 €

(Dies beinhaltet Heizung, Warmwasser, sonstiger Stromverbrauch.)

Als Vergleich lässt sich ein modernes Mehrfamilienhaus in Gohlis, Baujahr 1994, mit Gasheizung heranziehen:

Laut aktueller ista-Abrechnung wird für die gleiche Wohnung 1200 € gezahlt.

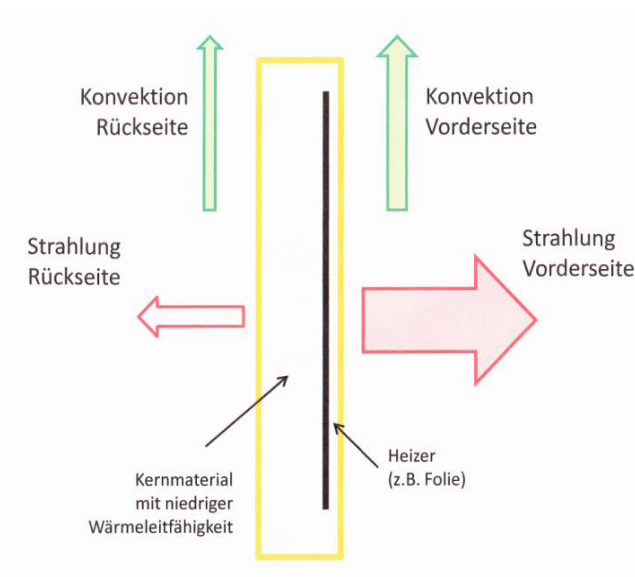
Alle Preise sind inkl. MWST !

Zurecht wurde in der Aufgabenstellung die Überprüfung der Heizkörpertechnik vorgegeben.

Um die Ergebnisse bei den erfassten Energieverbrauchsdaten zu bewerten, sollten die eingesetzten Heizkörper einen Strahlungsnachweis erhalten, damit Vergleiche zu anderen Objekten überhaupt erst möglich werden.

Mit dem Strahlungsnachweis des IET erhält der Candor-Heizkörper eine neutrale/unabhängige Bewertung. In dieser ist die „Energieumwandlung in Strahlung nach vorn in den Raum“ als die wichtigste Komponente für das Heizsystem Infrarot-Strahlungsheizung ausgewiesen, in den benutzten Heizkörpern beträgt sie 53%.

Die Heizwirkung einer Strahlungs-Infrarotheizung kann in die vier Komponenten Strahlung an Vorder- und Rückseite, sowie Konvektion an Vorder- und Rückseite unterteilt werden. Wie man aus diesen Werten den Wirkungsgrad ermittelt, ist zur Zeit noch nicht geregelt. Allerdings haben alle Komponenten eine Bedeutung im Prozess der Raumerwärmung.



Beispiel Infrarotheizkörper Candor
 Abmessung: 600 mm * 900 mm
 Leistung: 650 W / 230 V
 Strahlungsleistung: 53% nach IET
 (s. Anlage 1)

Daraus ergeben sich nach Richter/Schmidt (nach Energiebedarf in Räumen (1)) sich folgende Werte in der Skizze links:

Strahlung Vorderseite: 344,5 W
 Strahlung Rückseite: 27,5 W
 Konvektion Vorderseite: 163,8 W
 Konvektion Rückseite: 14 W
 Aktive Strahlungsfläche: 0,42 m²

Objekt 2 – Ein Einfamilienhaus in Oschatz

Auf Empfehlung des GF von Candor GmbH, Herrn Ekici, hatten wir Einsicht in Unterlagen und vorhandene Verbrauchsdaten über einen Zeitraum von 5 Jahren:

1994 Baujahr

1994 -2010 Heizung mit Nachtspeicheröfen

2011—bis heute mit Infrarot -Heiztechnik

Diese authentischen Daten,, Bauunterlage und erfaßte Zählerstände vergangener Jahre veranlaßten uns, das Objekt mit in unsere Auswertung zu nehmen,da sie genau in die Aufgabenstellung paßt

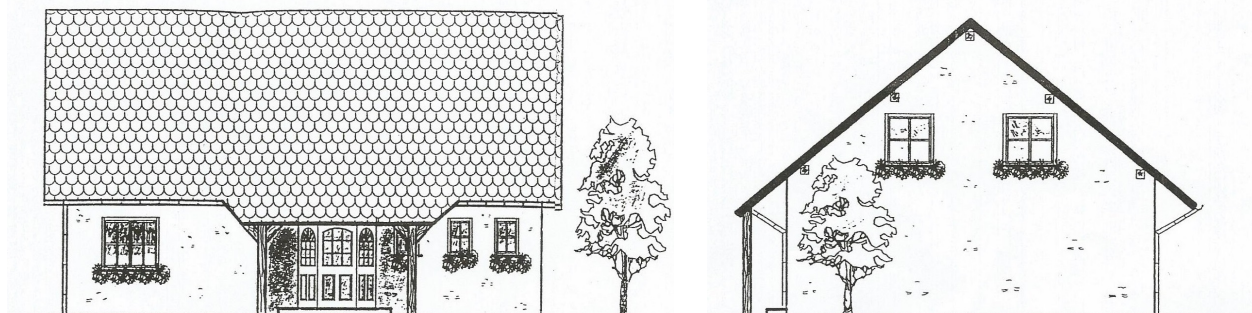
Bezüglich der Anonymität der verwendeten Daten gilt das Gleiche wie im Objekt 1.

Anders als beim Mehrfamilienhaus Objekt 1 steht hier eine Familie für Kontinuität und kaum Schwankungen in der Verhaltensweise. Schwankungen im Energieverbrauch sind also nur wetterbedingt. Deshalb ist der Vergleich der Heizsysteme gut darstellbar, zumal auch hier der Lieferant und Planer der Infrarot-Strahlungsheizung Candor ist. Die Ablesung für den Energieverbrauch der Heizung erfolgt ab 2013 am Unterzähler für den Stromkreis Heizung. Deshalb wurde für die Heizperiode 14/15 die monatliche Ablesung registriert wie beim Mehrfamilienhaus.

Angaben zum Gebäude

Grundriss	10 m * 12 m
Wohnfläche	190 m ²
Personen	5
Baujahr	1994
Ohne Keller	-
Isolierung unter Erdgeschoss	12 cm
Isolierung unter Dach	12 cm
Wanddicke	Leichtbaublockstein mit Isolierputz 40 cm
1994-2010	Nachtspeicheröfen von Siemens 24 kW
2011-2015	Infrarotheizung von Candor 10 kW

(Daten aus Dokumentation des Eigentümers entnommen.)



Unser besonderes Interesse gilt einem Vergleich verschiedener Heizsysteme. Die hier besprochenen Werte wurden zu versetzten Betrachtungszeiträumen aufgenommen und sind reale Verbrauchswerte. Diese werden im Folgenden mithilfe der Klimafaktoren des deutschen Wetterdienstes normiert. Die Verbrauchsdaten werden aus den konkreten Jahresabrechnungen entnommen, die uns der Eigentümer dankenswerterweise zur Verfügung gestellt hat.

In Betrachtung stehen drei Systeme:

- Energieträger Gas (wassergeführte Heizung) mit Brennwerttechnik als Planungsmodell
- Nachtspeicheröfen Lieferant Siemens Baujahr 1994
- Infrarot-Strahlungsheizung der Firma Candor

Verbrauchsdaten:

- Brennwerttechnik: geplanter Jahresverbrauch: 22800 kWh/a
- Nachtspeicheröfen: Verbrauch 09/10: 15349 kWh/a
mit Klimafaktor 0,93: 14275 kWh/a
- Infrarot-Strahlungsheizung: Verbrauch 12/13: 7000 kWh/a (geschätzt)
Verbrauch 13/14: 7020 kWh/a (gemessen)
Verbrauch 14/15: 6492 kWh/a (gemessen)
13/14 klimabereinigt (Faktor 1,1): 7722 kWh/a
14/15 klimabereinigt (Faktor 1,07): 6946 kWh/a

Quellen der Klimafaktoren:

http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU1/KU12/Klimadaten/Klimafaktoren/KF_P_alle_ab_2009_XLS_XLS,templateId=raw,property=publicationFile.xls/KF_P_alle_ab_2009_XLS_XLS.xls

Das arithmetische Mittel der klimabereinigten Werte der Infrarot-Strahlungsheizung beträgt 7334 kWh/a. Dieser lässt sich nun mit dem Wert von Nachtspeicheröfen (14275 kWh/a) vergleichen. Man erkennt: Die Einsparung bei Benutzung von Infrarot-Strahlungsheizung anstelle von Nachtspeicheröfen ist 49%.

Spezifischer Verbrauch in kWh/(m²a) für 190 m² Wohnfläche:

- Brennwerttechnik: 120
- Nachtspeicheröfen: 75,1
- Infrarot-Strahlungsheizung: 38,6

- Wassergeführte Heizungen mit Brennwerttechnik erfahren Verluste bis zur Wirkung im Raum.
- Nachtspeicheröfen haben diese Verluste nicht und benötigen daher deutlich weniger Energie. Die Wirkung im Raum ist aber genau wie bei Brennwerttechnik, d.h. es geht um die Erwärmung der Luft. Damit tritt der gleiche Zustand bei den Transmissionswärmeverlusten und Lüftungswärmeverlusten auf. Beide Heiztechniken erreichen in diesem eine Wirkung von ca. 75 kWh/(m²a).

- Die Infrarottechnik kann durch die Wandlung von elektrischer Energie in Strahlungsenergie den Energietransport ohne Verluste an die Gegenstände und Wände bringen. Dieser Vorgang ist augenscheinlich viel effektiver und erreicht eine wesentlich bessere Verteilung der Wärme im Raum bei gleichzeitiger Reflexion von Wärmestrahlen im Raum als die beiden oben genannten Techniken. Für eine Energietransmission nach draußen stehen also nur noch $<38,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.
Da die Prozesse der Transmissionswärmeverluste durch Strahlung wissenschaftlich nicht geklärt sind und erheblicher Forschungsbedarf diesbezüglich besteht, halten wir es für sinnvoll, die Messergebnisse dieser Langzeitstudie positiv zur Kenntnis zu nehmen.

Auch ohne wissenschaftliche Klärung der noch offenen Fragen des Energietransportes bei der Infrarotstrahlung ist die Ambition zur Energieeinsparung durch den vermehrten Einsatz der Infrarottechnik im Heizungswesen der richtige Schritt.

Ableseprotokoll Objekt 2:

EFH - Oschatz

Zeitraum 1.10.14 - 1.6.15

Monat	Zählersland	kWh Verbrauch
1. Oktober	9195	0
1. November	9195	1364
1. Dezemb.	10559	1321
1. Januar	11980	1534
1. Februar	13514	1243
1. März	14757	704
1. April	15461	226
1. Mai	15687	205
1. Juni	15687	0

6492 kWh/a

Nachtrag 13/14 7020 kWh/a abgelesen

12/13 7000 kWh/a geschätzt

Der Unterschalter wurde erst 2013 eingebaut

Letzter Verbrauch Nachtspeicheröfen

9/10 15349 kWh

gem. Rechn. envia M

lan

Verifizierung und Bewertung durch IET

Die vorgelegten Messergebnisse belegen wirksam, dass der Einsatz von Infrarot-Strahlungselementen gegenüber der elektrischen Nachtspeicherheizung ein hohes Effizienzpotential hat

Bei der Untersuchung des Wohngebäudes vom Baujahr ca. 1900 (Objekt 1) konnten 2 Wohnungen mit Nachtspeicherheizungen mit 2 anderen Wohnungen, die mit Strahlungsheizungen ausgestattet waren, verglichen werden. Alle 4 Wohnungen waren Innenwohnungen – weder Erdgeschoss noch oberstes Geschoss.

Der mittlere Heizstromverbrauch für die Wohnungen mit Strahlungsheizung wurde mit nur 35 % gegenüber den Wohnungen mit Nachtspeicherheizungen gemessen. Das Nutzerverhalten der 4 Mieter konnte allerdings nicht bewertet werden, da keine vergleichbaren Innentemperaturmessungen vorliegen. Die mittlere Raumtemperatur eines Mietbereiches mit Strahlungsheizung (Wohnung 2) wurde mit 18 – 19°C zeitweise ermittelt.

Unter Berücksichtigung einer Bestimmungssicherheit durch unbestimmtes Nutzerverhalten bzw. durch etwaigen (ungewollten) Wärmeübergang aus den Wohnungen mit Nachtspeicherheizung in die Wohnungen mit Strahlungsheizung kann obiges Ergebnis nur qualitativ bewertet werden. D. h. Mit hoher Wahrscheinlichkeit liegt der Stromverbrauch bei Strahlungsheizung deutlich niedriger gegenüber Wohnungen mit Nachtspeicherheizungen, schätzungsweise um 30 – 60%. Die niedrigen Wohnzimmertemperaturen sind ein Indiz, dass bei Anwesenheit von Strahlungsheizkörpern die Behaglichkeit bei relativ niedriger Raumtemperatur erreicht wird.

Belastbarer sind die Ergebnisse bei der Bewertung eines Einfamilienhauses vom Baujahr 1994 (Objekt 2). Hier fand in 2011 eine Umrüstung von einer Nachtspeicherheizung hin zu einer Infrarot-Strahlungsheizung statt, ohne dass die Bewohner sich geändert haben. So kann man in beiden Fällen von gleichem Nutzerverhalten ausgehen. Verglichen wurden die Heizperioden

2009 / 2010	Nachtspeicherheizung
2013 / 2014	Infrarotstrahlungsheizung
2014 / 2015	Infrarotstrahlungsheizung

Nach Klima bedingter Auswertung wurden nach der Heizungsumstellung nur noch im Mittel 51% des Heizstromes verbraucht.

Betrachtet man die Ergebnisse beider Objekte zusammen, zeigen sie den gleichen Trend - **Effizienzerhöhung durch den Einsatz von Strahlungsheizungen.**

Ergänzend wird noch darauf hingewiesen, dass die Berechnungen nach EnEV durch einen Energiesachverständigen jeweils stark vom tatsächlichen Verbrauch abwichen. Eine Ursachenanalyse fand dazu nicht statt.

Anlage 1:



Messung des Strahlungswirkungsgrades

in Anlehnung an das Prüfverfahren des BVIR - Verband Infrarot-Heizung e.V.

eingbracht als Normvorschlag im Feb. 2014

Messobjekt: Strahlungsheizelement CANDOR Basic M, 650 W

Persönliche Lieferung durch Herrn Kurt Schmidt;
Seriennummer: nicht bekannt

Abmessungen BxH = 900 mm x 600 mm = 0,54 m²



Messaufgabe: Montage mit herstellereigenen Haltern an OSB-Wand (vertikal in Querlage)

Messung im Beharrungszustand bei möglichst hoher Oberflächentemperatur (< 100°C) unterhalb der Abschalttemperatur (Teillast mittels Stelltrafo)

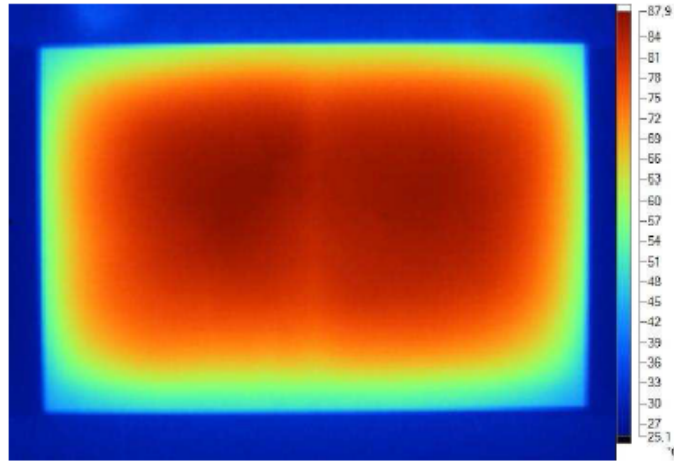
Messung und Bestimmung des Strahlungswirkungsgrades mittels Wärmebildkamera in Anlehnung an das Prüfverfahren des BVIR Verband Infrarot-Heizung e.V., eingebracht als Normvorschlag von 02/2014 (Umgebungstemperaturen waren außerhalb des zulässigen Bereiches.)

Messbedingungen: Mittlere Temperatur der Umgebungsflächen: 26,8°C ± 1K

Mittlere Lufttemperatur: 25,5 °C ± 2K

eingesetzte Wärmebildkamera: Raytek® ThermoView™ TI30

-2-



Aufnahmedatum: 5.8.2015 13:24

elektrische Leistungsaufnahme¹: 362 W ± 6 W


IR-Strahlungsleistung (Front): 192 W ± 16 W

Maximaltemperatur (Front): 87,9°C

Durchschnittstemperatur (Front): 72,4°C

Strahlungswirkungsgrad²: (53,0± 5,5) %

Jena, den 05.10.2015

**IET GmbH**
Institut für angewandte
Energietechnologie
Karlstr. 27 Tel.: (03641) 6349562
D-07745 Jena Fax: (03641) 6349563

¹ Die elektrische Konstantleistung wurde so gewählt, dass sich eine Oberflächentemperatur gemäß der Messaufgabe einstellt.

² Der Strahlungswirkungsgrad wird definiert als das Verhältnis der im Beharrungszustand mit dem zu beheizenden Raum über die Frontfläche ausgetauschten Strahlungsleistung zu der in diesem Beharrungszustand aufgenommenen mittleren elektrischen Leistung. Er wurde in Anlehnung an den eingereichten Normungsvorschlag unter folgenden Annahmen bestimmt:

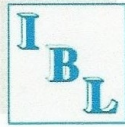
- Die Abstrahlungsintensität des Heizkörpers und die der Umgebungsflächen entsprechen dem Stephan-Boltzmann-Gesetz eines idealen grauen Strahlers mit einem Emissionskoeffizienten von $\epsilon = 0,95 \pm 0,05$.
- Die Richtungscharakteristik der Abstrahlung entspricht dem Lambertschen Kosinusetz.
- Die Luftabsorption wird vernachlässigt.
- Der angegebene Bestimmungsfehler wird nach den Regeln der Fehlerfortpflanzung unter Berücksichtigung aller eingehenden Messgerätefehler, der zulässigen Unschärfe des Beharrungszustandes und aller statistischen Fehler bei der Mittelung von Messwerten bestimmt.

Hinweis: Die empfohlenen Umgebungstemperaturen konnten am Messtag nicht eingehalten werden.

IET GmbH – Institut für angewandte Energietechnologie

Anlage 2: Auszug aus Energiepassberechnung

Anlage 2



05.06.15

Planungsbüro für Energie & Umwelt Lindner

Ing.-Büro Heizung- Lüftung- Sanitär-Fernwärme-Rohrbau
Erneuerbare Energien- Spezialist für Erdwärme
Gutachten- Energieausweise- Konzepte-Projektsteuerung



Vorschlag zur Auswertung- Praxistest-Infrartheizung
für das Objekt *1 Mehrfamilienhaus* **Leipzig**



Rathenastraße 10 a
E-Mail: ibindner@me.com

04416 Markkleeberg Dipl.-Ing. L. Lindner Tel. 0172-36 11 418
<http://www.ibindner.de>



Planungsbüro für Energie & Umwelt Lindner
 Ing.-Büro Heizung- Lüftung- Sanitär-Fernwärme-Rohrbau
 Erneuerbare Energien- Spezialist für Erdwärme
 Gutachten- Energieausweise- Konzepte-Projektsteuerung

05.06.15

Ergebnisse Energieausweis Nachtspeicherheizung 7 kW

Projekt: [Name] Variante: Ist-Zustand

Hüllfläche Anlagen Ergebnisse

Übersicht der Teil Konstellation Heizanlage Warmwasser Erneuerbare Energien

Heizung

decentral 100%
 Elektrische
 Warmwasser
 decentral 100%
 Elektro-Du

Anlagen-Schemata
 der gewählten Heizsystemtechnik

Heizwärmebedarf kWh / Jahr 71488
 Anteil Deckung Heizwärmebereitung des Stranges am Gebäude 100 % 71488

Anzahl 8
 Wärmespeicher Elektrische-Nachtspeicheröfen
 Energiehüger Strom-Heizen (HT)
 Baujahr 1995 Nennleistung 75 kW

Anlagenbeispiele

Erklärung:
 Ein Teilsystem besteht aus W:
 Schritt 1: Teilsystem erfassen
 Anlagenübersicht an
 gelichtet werden.
 Schritt 2: Auswahl einer zentral
 Heizung/Warmwasser
 Schritt 3: Die Deckungsanteile
 Summe jeweils 100%

Projekt: [Name] Variante: Ist-Zustand

Hüllfläche Anlagen Ergebnisse

Übersicht der Teil Konstellation Heizanlage Warmwasser Erneuerbare Energien

Heizung

decentral 100%
 Elektrische
 Warmwasser
 decentral 100%
 Elektro-Du

Anlagen-Schemata
 der gewählten Warmwasser-Systemtechnik

Nutzenergiebedarf Warmwasser kWh/Jahr 7036
 wohnungszentrale Versorgung Einzelversorgung
 Anteil Deckung Warmwasserbereitung des Stranges am Gebäude 100 % 7036

Anzahl gleicher Stänge 8
 Warmwasserbereitung Elektro-Durchlauferhitzer
 Energiehüger Strom-Mix (HT)
 Anordnung beheizte Etage
 Baujahr 1995 Nennleistung 21 kW

Warmwasserverteilung

Verluste der Warmw.-Verteilung

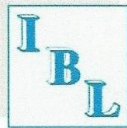
pauschal	Leistungsabschnitt	Lage	zirkuliert	Länge m	U-Wert W/mK
<input checked="" type="checkbox"/>	Sich-leitung	gem. Installationswand	<input type="checkbox"/>	6,3	0,2
<input checked="" type="checkbox"/>	Wärmeschutz-Rohrleitungen	ENEV	<input type="checkbox"/>		

Anlagenbeispiele

Erklärung:
 Ein Teilsystem besteht aus W:
 Schritt 1: Teilsystem erfassen
 Anlagenübersicht an
 gelichtet werden.
 Schritt 2: Auswahl einer zentral
 Heizung/Warmwasser
 Schritt 3: Die Deckungsanteile
 Summe jeweils 100%

Rathenastraße 10 a
 E-Mail: ibindner@me.com

04416 Marktleeburg Dipl.-Ing. L. Lindner Tel. 0172-36 11 418
<http://www.ibindner.de>



Planungsbüro für Energie & Umwelt Lindner
 Ing.-Büro Heizung- Lüftung- Sanitär-Fernwärme-Rohrbau
 Erneuerbare Energien- Spezialist für Erdwärme
 Gutachten- Energieausweise- Konzepte-Projektsteuerung

05.06.15

Variante: Ist-Zustand

Hüllfläche | Anlagen | Ergebnisse

Übersicht der Teil

- Heizung
 - dezentral 100%
 - Elektrische
- Warmwasser
 - zentral 100%
 - Elektro-Du

Anlagen-Schemata
 des gewählten Warmwasser-Systemtechnik

Nutzenergiebedarf Warmwasser kWh/Jahr 7036

☑ wohnungszentrale Versorgung ☐ Einzelversorgung

Anteil Deckung Warmwasserbereitung des Stranges am Gebäude 100 % 7036

Anzahl gleicher Stränge

☑ 8 Warmwasserbereitung Elektro-Durchlauferhitzer

Energieträger Strom - Mix (HT)

Anordnung beheizte Etage

Baujahr 1995 Nennleistung 21 kW

Warmwasserverteilung

Verluste der Warmw.-Verteilung

pauschal	Leistungsabschritt	Lage	zirkuliert	Länge m	U-Wert W/mK
<input checked="" type="checkbox"/>	Sich. leitung	gem. Installationswand	<input checked="" type="checkbox"/>	5,3	0,2
<input checked="" type="checkbox"/>	Wärmeschutz Rohrlösungen	EnEV	<input type="checkbox"/>		

Erklärung:
 Ein Teilsystem besteht aus Nl
 Schritt 1: Teilsystem ordnen
 Anlagenübersicht an
 gelblich werden.
 Schritt 2: Auswahl einer zentral
 Heizung/Warmwass
 Schritt 3: Die Deckungsanteile
 Summe jeweils 100%

Variante: Heiz/Warmwass...

Hüllfläche | Anlagen | Ergebnisse

Energiebilanz | Ausweis-Ergebnis-Grafiken | Drucken

■ Ist-Zustand
 ■ Sanierungspaket

Energieeinsatz

Innere Quellen	21093 kWh/a	
Solargewinne	11889 kWh/a	
erneuerbare und fossile Energieerzeuger	76437 kWh/a	
Elektr. Hilfsenergie	387 kWh/a	
Strom Heizen/ Warmwasser	87349 kWh/a	
	7143 kWh/a	
Verdampfungs- / Umweltwärme	8488 kWh/a	1662

Energieverluste

Heizungsverluste	6348 kWh/a	7%	-4638 kWh/a	-4%
Warmwasser	7143 kWh/a	6%	0 kWh/a	0%
Elektrische Hilfsenergie	0 kWh/a	0%	387 kWh/a	-0%
Dach/Dachstuhl	25878 kWh/a	21%	0 kWh/a	0%
Lüftung	25842 kWh/a	24%	0 kWh/a	0%
Fenster	9395 kWh/a	8%	0 kWh/a	0%
Wand	27947 kWh/a	23%	0 kWh/a	0%
Keller	8635 kWh/a	7%	0 kWh/a	0%
Wärmeüberverluste	5019 kWh/a	4%	0 kWh/a	0%
			0 kWh/a	-4%

Graph speichern

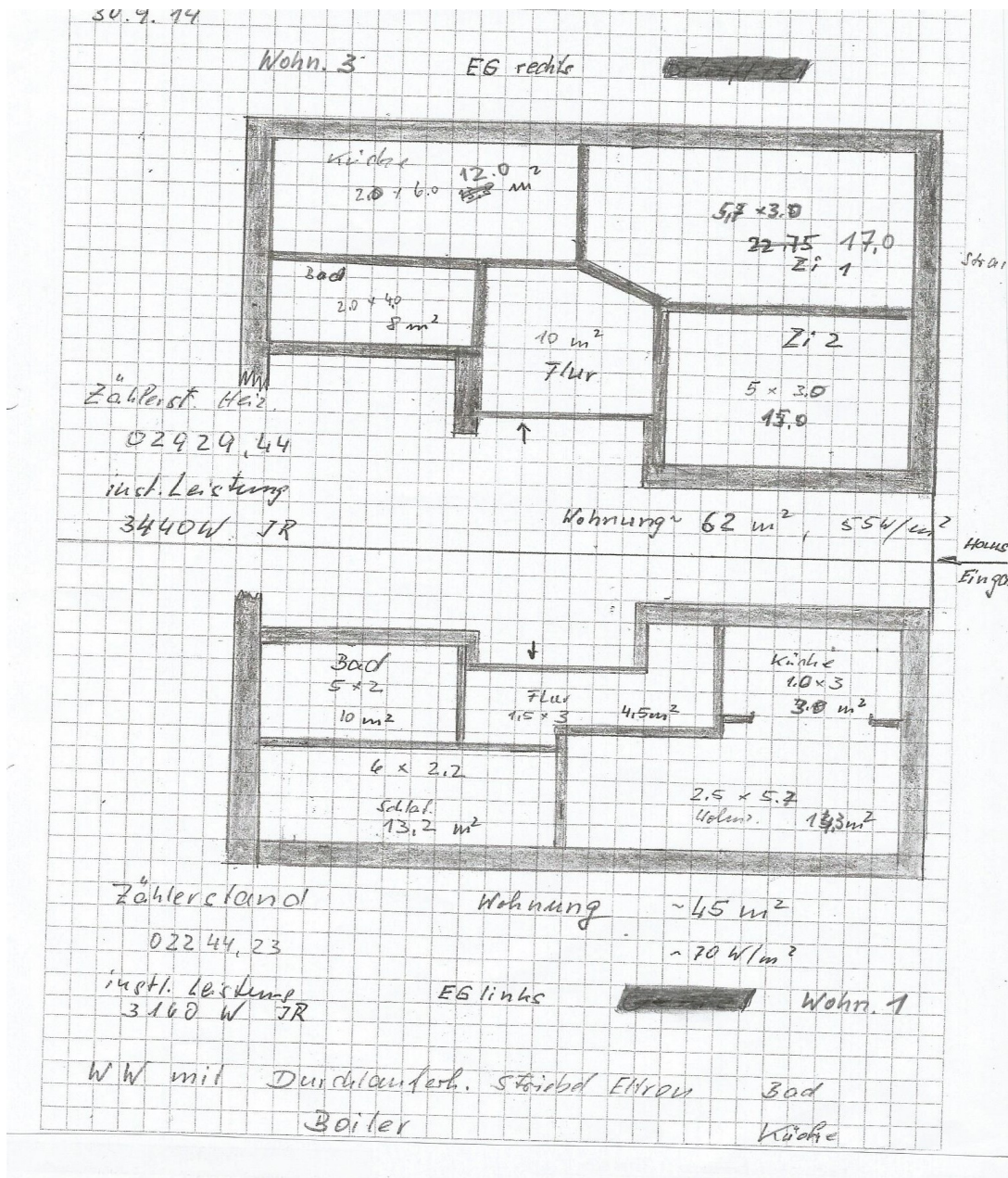
	berechneter Wert	Höchstwert	Energiekennwerte	q _H :	Endenergie bedarf	E
Hauptanforderung	nicht erfüllt		Heizwärmebedarf	126,61		
Primärenergiebedarf	qp: 181,48 kWh/(m ² a)	72,94	Endenergie - Hilfsenergie	0,69		
Nebenanforderung	nicht erfüllt		Entenergie - Wärmeenergie	148,48		
Transmissionswärmeverlust HT	1,516 W/(m ² K)	0,91	Anlagenaufwandszahl	ep: 1,3		F

Rathenaustraße 10 a
 E-Mail: ibindner@me.com

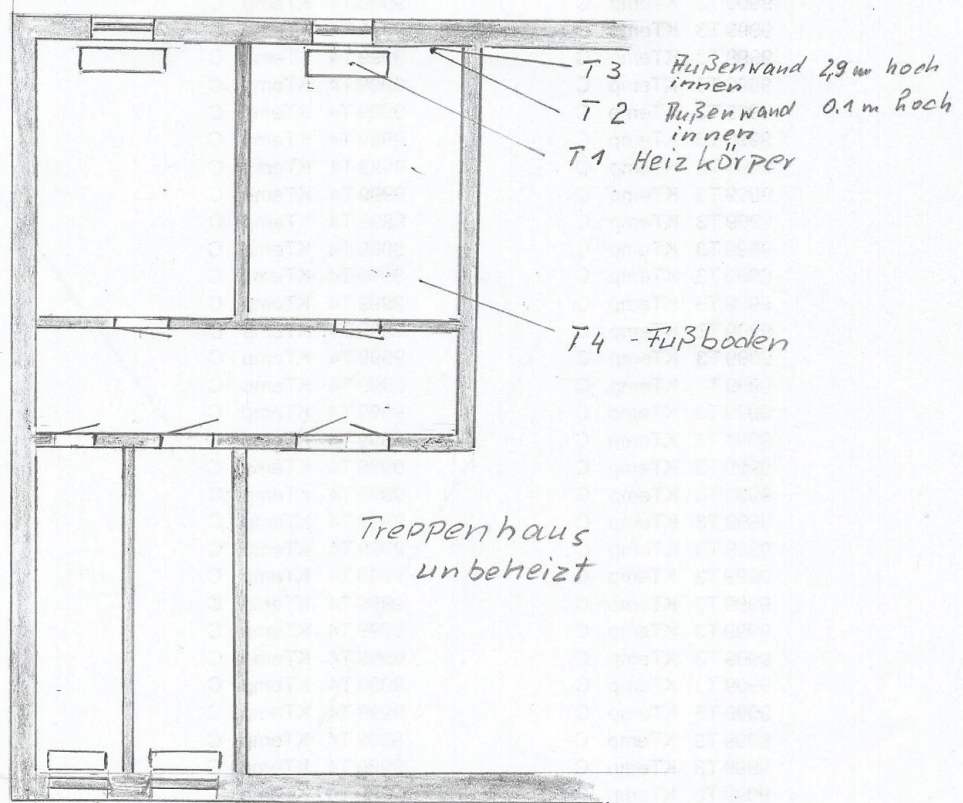
04416 Marktleeburg Dipl.-Ing. L. Lindner Tel. 0172-36 11 418
<http://www.ibindner.de>

Anlage 3: Grundrisse der Wohnungen

Erdgeschoss:



1. Obergeschoss:



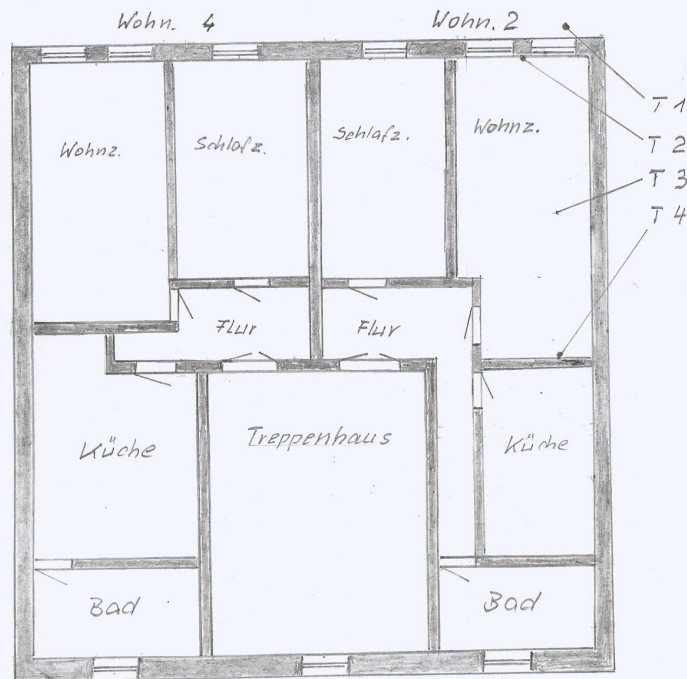
Wohnung 60 m² 1. OG. Wohn. 5
mit Nachspeicherofen Stiebel-Eltron 4992
7 u. 5 kW regelbar
geplante Temperaturfühler

Skizze Mehrfamilienhaus
Objekt 1 Mehrfamilienhaus

2014 - 15
la

2. Obergeschoss:

Belüftung:
 Fensteratzlüftung
 TP-Regel-air
 Wohn. 4+2 in
 allen Fenstern



Anordnung
 Temperaturfühler:

- T1 außen am Fenster
- T2 Außenwand innen
Höhe 1m
- T3 Raumtemp.
frei hängend
Höhe ca 1.5m
- T4 Unter RTR
frei hängend

Wohnfläche: 60m^2
 installierte Heizleistung: 3600W

60m^2
 3600W

Skizze 2.06
 Grundriß

Dat. 2014
 J.W.

3. Obergeschoss:

