

# SüdSan

Sozialverträgliche und klimazielfunktionale Sanierung  
von zwei Mehrfamilienhäusern als Muster für die  
Sanierung der Südtiroler-Siedlung Bludenz

---

Themendokumentation

## **Wärmeabgabeleistung von Heizkörpern bei niedrigen Vorlauftemperaturen**

---

**Vermessung der Wärmeabgabeleistung von Heizkörpern  
bei niedrigen Vorlauftemperaturen**

Gleisdorf, März 2024

Waldemar Wagner, AEE INTEC

Roland Kerschenbauer, AEE INTEC

AEE - Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)

8200 Gleisdorf, Feldgasse 19, Austria

Herausgeber:

Energieinstitut Vorarlberg, Fachbereich Energieeffizientes Bauen

CAMPUS V, Stadtstraße 33

6850 Dornbirn, Österreich

Tel. +43 (0)5572 / 31 202-0

[info@energieinstitut.at](mailto:info@energieinstitut.at)

## **Fragestellungen**

Welche Wärmeleistungen werden von Heizkörpern bei niedrigen Vorlauftemperaturen abgegeben? Was sind wesentliche Einflussfaktoren?

Inwieweit muss bei einer hochwertigen Gebäudesanierung und einem Niedertemperaturheizsystem auch das Wärmeabgabesystem getauscht werden? Kann ein bestehendes Heizkörpersystem in bestimmten Grenzen bestehen bleiben und können damit die Investitionskosten erheblich reduziert werden?

# Inhalt

Fragestellungen.....	3
1 Einleitung.....	5
1.1 Hintergrund und Zielsetzungen .....	5
1.2 Untersuchungsgegenstand und Methodik .....	7
2 Messkonzept.....	9
2.1 Heizkörper .....	9
3 Ergebnisse.....	10
3.1 Versuch 1: Kermi X2 .....	11
3.2 Versuch 2: Kermi X2 .....	12
3.3 Versuch 3: Wandheizkörper .....	13
3.4 Versuch 4: Wandheizkörper .....	14
3.5 Versuch 5: Kermi X2 mit Ventilator.....	15
3.6 Zusammenfassung.....	16
4 Anhang .....	18
4.1 Abbildungsverzeichnis .....	18
4.2 Tabellenverzeichnis .....	18

# 1 Einleitung

## 1.1 Hintergrund und Zielsetzungen

Für die Optimierung von Heizungssystemen ist die Vorlauftemperatur der Wärmeabgabe ein wichtiger Parameter. Gerade für Gebäude mit Wärmeerzeuger Wärmepumpe erhöhen niedrige Vorlauftemperaturen den Systemwirkungsgrad. Beim Umstieg von fossilen Wärmeversorgungssystemen auf Wärmepumpen stellt sich in vielen Fällen die Frage, ob die vorhandenen, nach der thermischen Sanierung der Gebäude oftmals überdimensionierten Heizkörper weiterverwendet werden können, ob neue Heizkörper erforderlich sind oder ob ein Umstieg auf Flächenheizsysteme vorteilhafter wäre. In diesem Zusammenhang sind verlässliche Angaben zur Wärmeabgabe von Heizkörpern erforderlich. Diese liegen jedoch standardmäßig für niedrige Temperaturniveaus nicht vor.

Im Rahmen des Projekts SüdSan wurden daher Messungen der Wärmeabgabe von zwei Radiator-Heizkörpertypen in Abhängigkeit von der Vorlauftemperatur durchgeführt. Dabei wurden auch sehr niedrige Vorlauftemperaturen bis 30° gemessen. Die Messungen wurden für beide Heizkörper mit je zwei Volumenströmen durchgeführt. Für einen Heizkörper wurde zusätzlich untersucht, wie sich die Wärmeabgabe durch den Einbau von Ventilatoren am Heizkörper zur Steigerung der konvektiven Wärmeabgabe auf die Wärmeabgabe auswirkt.

Die Abbildung 1 zeigt die Prüfumgebung am Fassadenprüfstand der AEE INTEC.



Abbildung 1: Prüfraum des Fassadenprüflabors bei AEE INTEC

## Wärmestrahlung

Die gesamte abgestrahlte Leistung kann durch das Stefan-Boltzmann-Gesetz beschrieben werden, nach welchem Körper, abhängig von Ihrer Temperatur, beständig Energie in der Form von Wärmestrahlung abgeben.

$$P = \varepsilon \sigma A T^4$$

*P...Strahlungsleistung [W]*

*A...Fläche [m<sup>2</sup>]*

*ε...Emissionsgrad*

*T...Temperatur [K]*

*σ...Stefan-Boltzmann-Konstante*

Die abgestrahlte Leistung ist vom Emissionsgrad  $\varepsilon$  der Oberfläche abhängig. Beim theoretischen Fall des sogenannten „schwarzen Strahlers“ ist dieser 1.0 und die Abstrahlung maximal. Bei den meisten üblichen Oberflächen liegt der Wert im Bereich von 0.85 - 0.98, d.h., es werden immer noch 85% bis 98% der Leistung des schwarzen Strahlers abgestrahlt. Entspricht die Abstrahlung in etwas reduzierter Form jener eines schwarzen Körpers, so spricht man von „grauen Strahlern“. Die meisten Oberflächen, wie auch jene der Heizkörper, fallen unter diese Kategorie. Ausnahmen wären etwa – insbesondere polierte – Metalloberflächen oder nanostrukturierte oder kristalline Oberflächen. Bei diesen kann der Emissionsgrad generell oder in bestimmten Wellenlängenbereichen („selektiv“) deutlich geringer sein. Ein wichtiges Prinzip der Wärmestrahlung ist, dass der Emissionsgrad  $\varepsilon$  dem Absorptionsgrad  $\alpha$  entspricht. Das heißt, dass das Vermögen von Oberflächen, Wärmestrahlung abzugeben, dem Vermögen, Wärmestrahlung aufzunehmen, entspricht. Oberflächen mit hohem Emissionsgrad erwärmen sich deshalb bei gleicher Wärmestrahlung schneller.

Die abgegebene Leistung ist zudem abhängig von der vierten Potenz der Temperatur, d.h., sie steigt mit zunehmender Temperatur stark überproportional an. Da bei Berechnung der übertragenen Wärmemenge jedoch auch die entsprechende Strahlungsleistung der Umgebung in umgekehrter Richtung berücksichtigt werden muss, ergibt sich im hier relevanten Temperaturbereich ein nahezu linearer Zusammenhang. Das heißt, bei einer Verdoppelung der Temperaturdifferenz zwischen Strahler und Umgebung, steigt die netto abgestrahlte Leistung nur geringfügig mehr als das Doppelte an (siehe Abbildung 2).

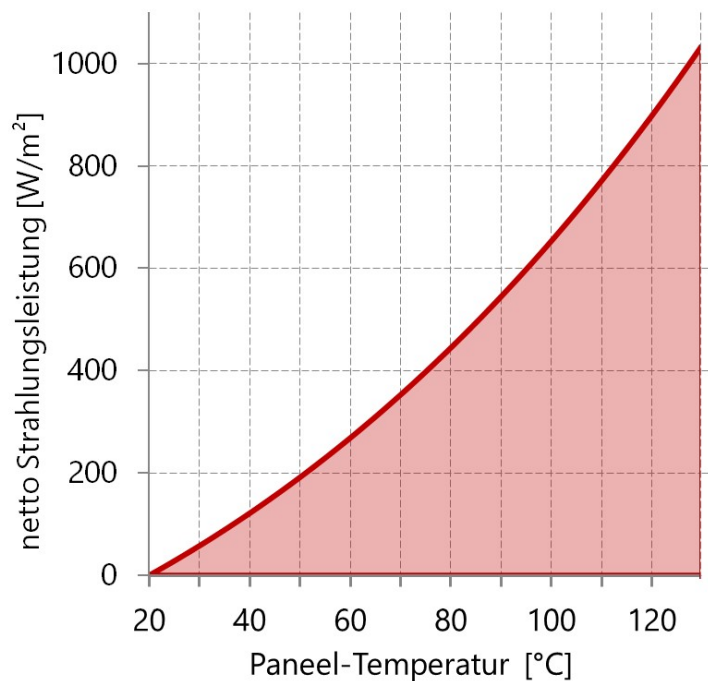


Abbildung 2: Beispiel abgegebene Strahlungsleistung abhängig von der Paneel-Temperatur (bei 20°C Umgebungstemperatur, 0.96 Emissionsgrad)

### Konvektion

Zusätzlich zur abgestrahlten Leistung wird auch bei Heizkörpern ein Teil der Wärme über Konvektion abgegeben, d.h., die vorbeiströmende Luft wird erwärmt. Der genaue Anteil der Konvektion an der Wärmeabgabe ist von einer Reihe von Parametern abhängig, insbesondere auch von der Größe und Einbauposition.

Zielsetzung der vorliegenden Untersuchungen ist eine Bewertung von Radiator-Heizsystemen in Bezug auf die abgegebene Leistung bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen.

## 1.2 Untersuchungsgegenstand und Methodik

Alle umschließenden Oberflächen des Prüfraums mit Ausnahme der vorderen Stirnfläche wurden für jeden Prüfdurchlauf mit einer bestimmten Wandoberflächentemperatur betrieben, wodurch sich unterschiedliche Heizleistungen einstellten. Die Heizkörpervorlauftemperatur wurde so geregelt, dass die Raumtemperatur konstant auf 22°C blieb.

Die Energie für die Erwärmung der Heizkörper wurde durch einen mit Wasser betriebenen Heizkreis eingebracht. Die Heizleistung wurde mittels eines elektrischen Heizstabs erzeugt. Gemessen wurde die eingebrachte Leistung sowohl elektrisch mittels Stromzähler als auch hydraulisch mittels Wärmemengenzähler. Die Einbausituation des Heizsystems ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt. Die am Prüfstand vorhandene

Messtechnik erfasst alle für die Fragestellung relevanten Parameter wie Energieverbrauch, Raumlufftemperaturen, Raumlufffeuchte und Strahlungstemperaturen. Die Regelung der Temperatur erfolgt, wie in der Praxis üblich, mittels eines an der Wand montierten Raumthermostats.

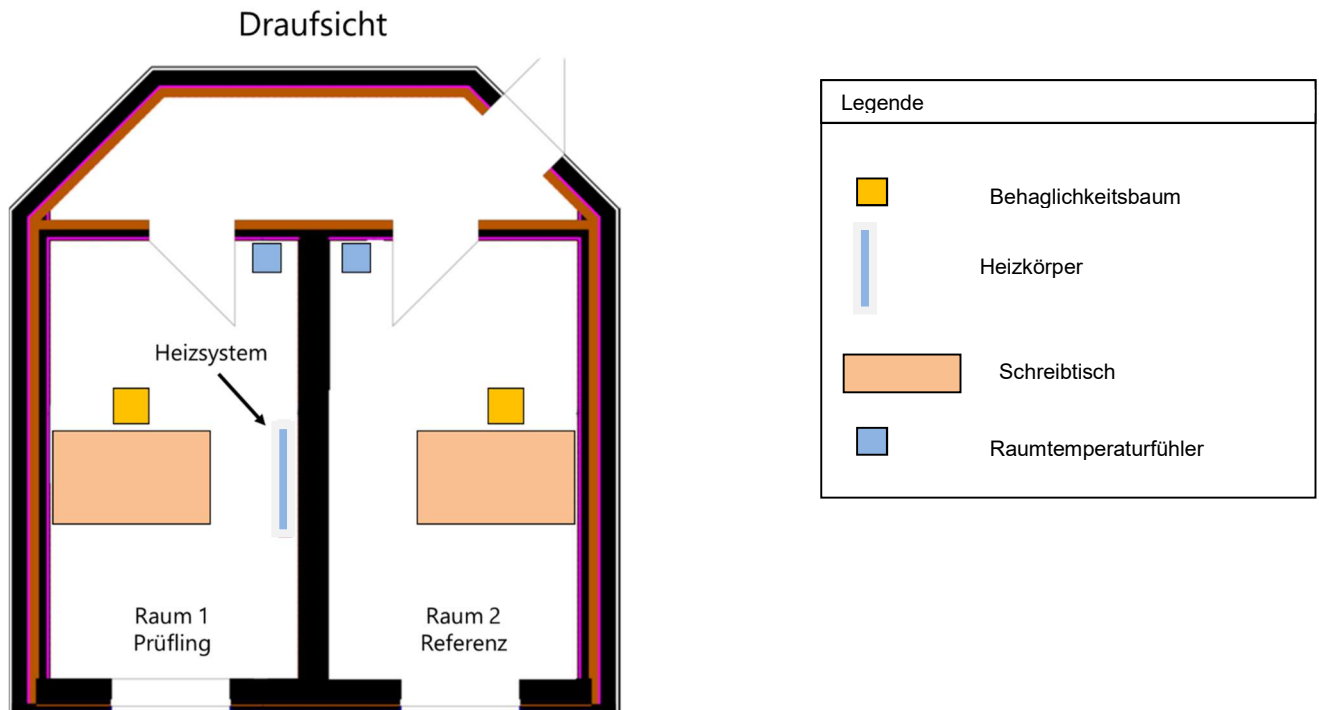


Abbildung 3: Aufbau des Prüfraumes (Raum 1) und des Referenzraumes (Raum 2)



## 2 Messkonzept

Ziel bei der Messtechnik-Konzeptentwicklung war es, durch die veränderte Heizlast die Vorlauftemperatur so zu regeln, dass die Raumtemperatur immer konstant auf 22°C gehalten wird.

### 2.1 Heizkörper

Heizkörper Kermi therm-x2 Profil-Vplus FTP Typ 22 BH 600mm BL 1000mm rechts in weiß



Abbildung 4: Radiator mit 600mm Höhe

Kermi Verteo Profil FSN Typ 22 BH 2000mm BL 600mm in weiß



Abbildung 5: Radiator mit 2000mm Höhe

### 3 Ergebnisse

Im Umfang dieses Berichts wurden fünf Versuche durchgeführt, wobei für jeden Versuch mindestens 5 Stützpunkte gemessen wurden. Im Folgenden sind alle Versuchsparameter in einer Übersicht dargestellt. In den weiteren Kapiteln wird im Detail auf die einzelnen Messungen eingegangen.

Tabelle 1: Übersichtsdarstellung aller ausgewerteten Versuche

	Heizsystem		
	Wärmequelle	Volumenstrom	Raum Sollwert
Versuch 1	Kermi therm-x2 Profil-Vplus FTP Typ 22 BH 600mm BL 1000mm	215 L/h	22 °C
Versuch 2	Kermi therm-x2 Profil-Vplus FTP Typ 22 BH 600mm BL 1000mm	56 L/h	22 °C
Versuch 3	Kermi Verteo Profil FSN Typ 22 BH 2000mm BL 600mm	397 L/h	22 °C
Versuch 4	Kermi Verteo Profil FSN Typ 22 BH 2000mm BL 600mm	70 L/h	22 °C
Versuch 5	Kermi therm-x2 Profil-Vplus FTP Typ 22 BH 600mm BL 1000mm mit Ventilator 2 x 80mm	95 L/h	22°C

### 3.1 Versuch 1: Kermi X2

	Wärmequelle	Volumenstrom	Raum Sollwert
Versuch 1	Kermi therm-x2 Profil-Vplus FTP Typ 22 BH 600mm BL 1000mm	215 L/h	22 °C

Versuch 1 betrachtet die gewünschte Standardeinbausituation für den Heizkörper. In Abbildung 6 sind als Übersicht die Heizleistung in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur des Heizkörpers (grüner Linie) sowie die Heizkörper-Vorlauftemperatur (rote Linie) dargestellt. Hellblau strichliert ist die Rücklauftemperatur.

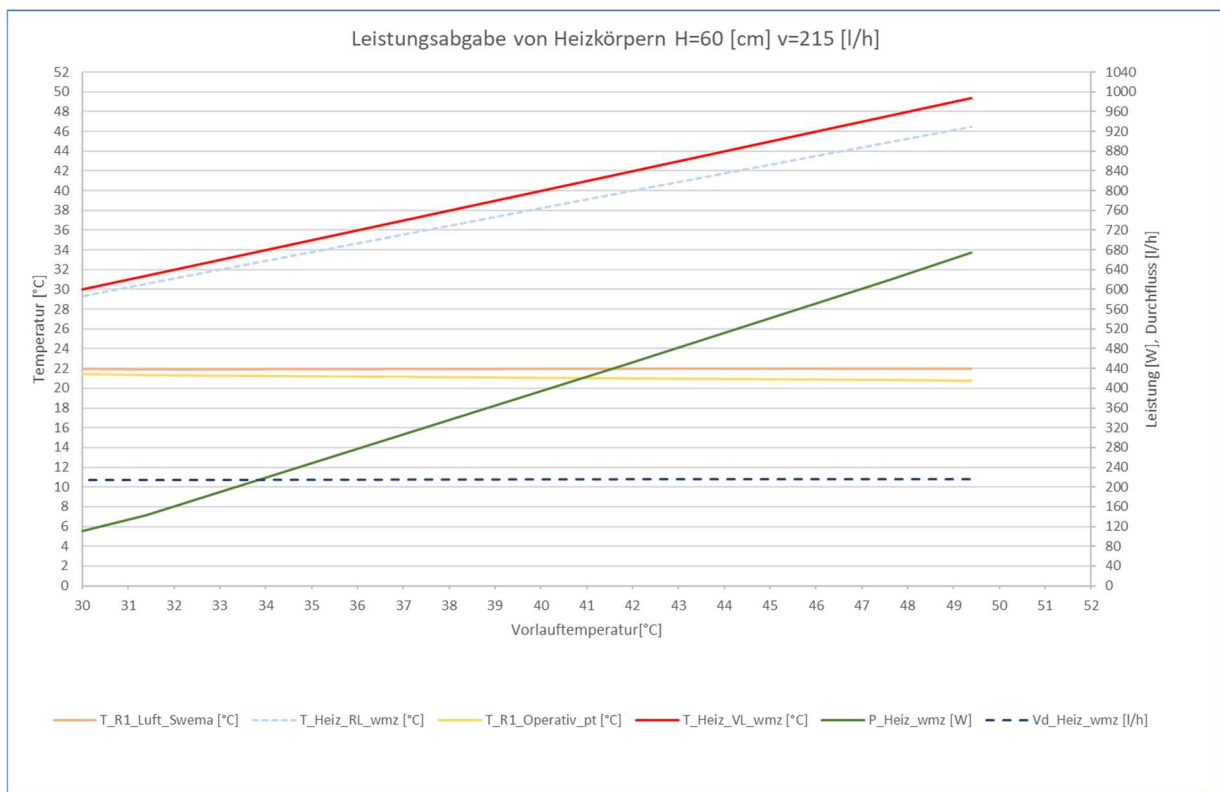


Abbildung 6: Darstellung der Heizleistung des Prüflings in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur

### 3.2 Versuch 2: Kermi X2

	Wärmequelle	Volumenstrom	Raum Sollwert
Versuch 2	Kermi therm-x2 Profil-Vplus FTP Typ 22 BH 600mm BL 1000mm	57 L/h	22 °C

Versuch 2 betrachtet die gewünschte Standardeinbausituation für den Heizkörper.

In Abbildung 7 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind als Übersicht die Heizleistung in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur des Heizkörpers (grüner Linie) sowie die Heizkörper Vorlauftemperatur (rote Linie) dargestellt.

Hellblau strichliert ist die Rücklauftemperatur.

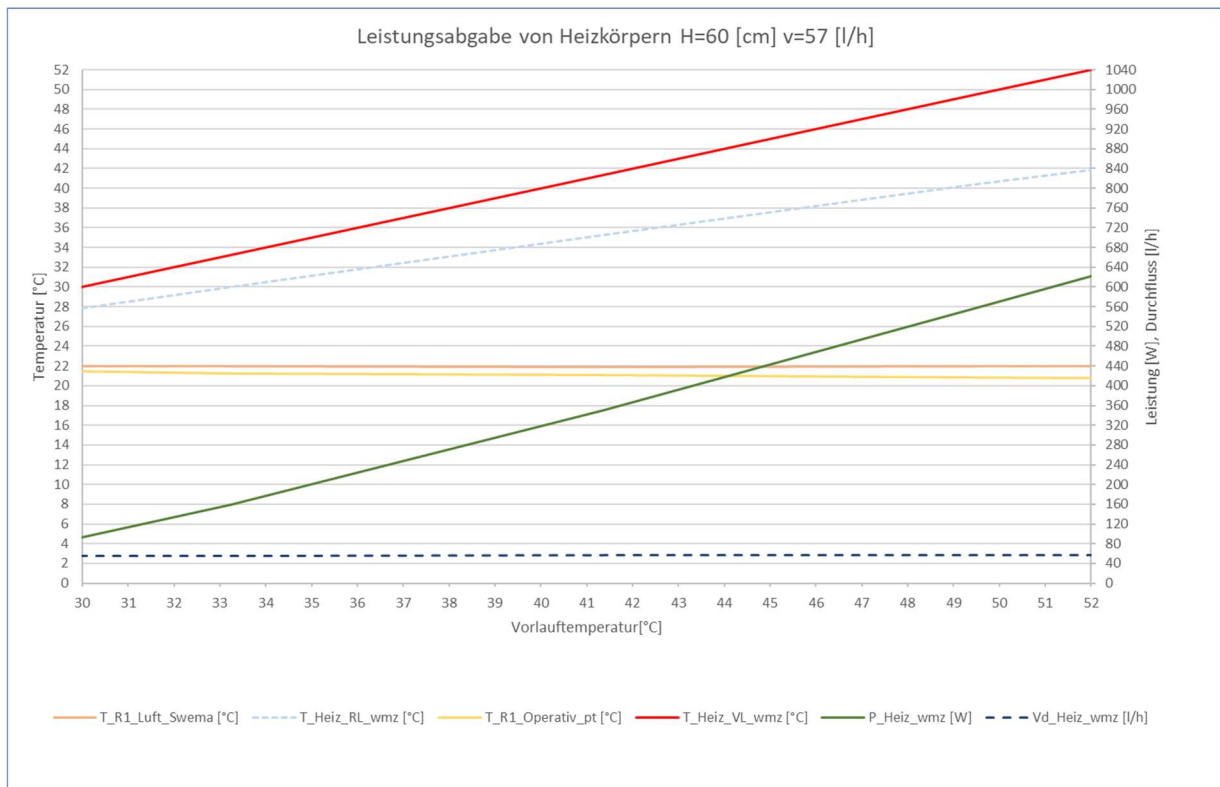


Abbildung 7: Darstellung der Heizleistung des Prüflings in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur

### 3.3 Versuch 3: Wandheizkörper

	Wärmequelle	Volumenstrom	Raum Sollwert
Versuch 3	Kermi Verteo Profil FSN Typ 22 BH 2000mm BL 600mm	398 L/h	22 °C

Versuch 3 betrachtet die gewünschte Standardeinbausituation für den Heizkörper.

In Abbildung 8 sind als Übersicht die Heizleistung in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur des Heizkörpers (grüner Linie) sowie die Heizkörper-Vorlauftemperatur (rote Linie) dargestellt.

Hellblau strichliert ist die Rücklauftemperatur.

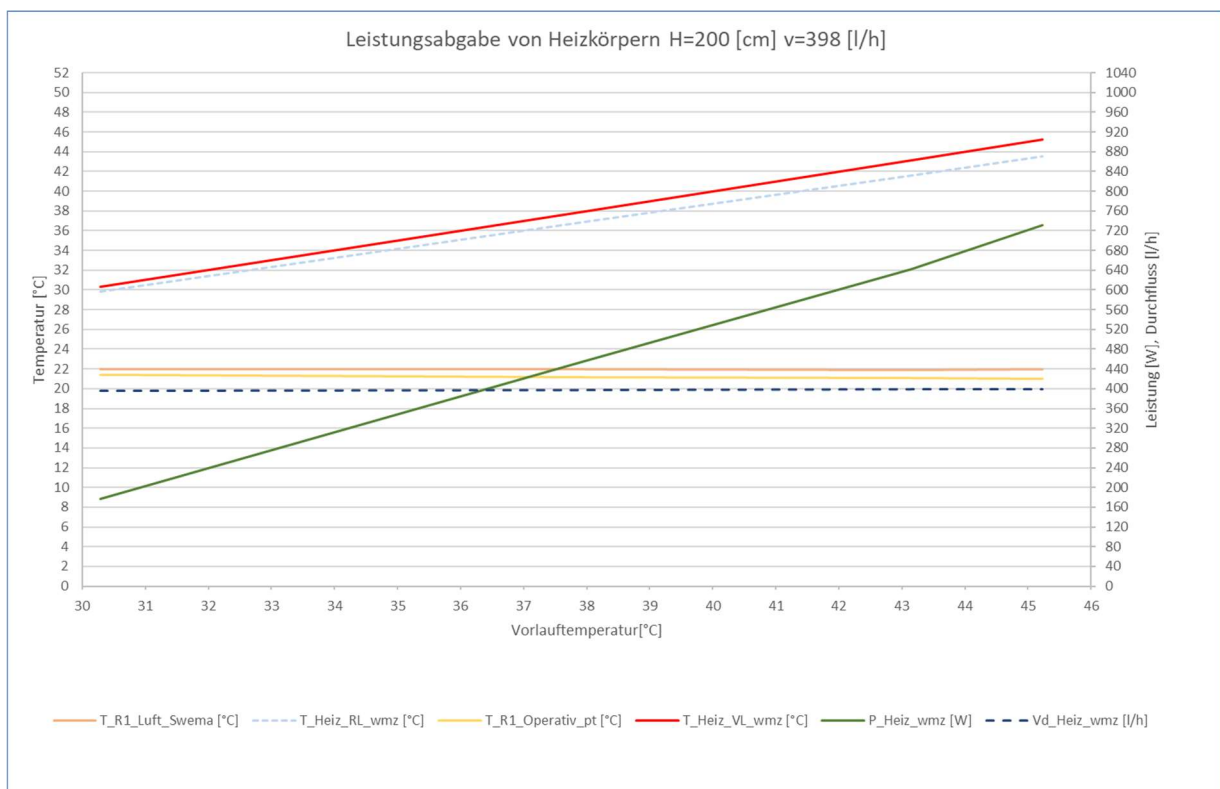


Abbildung 8: Darstellung der Heizleistung des Prüflings in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur

### 3.4 Versuch 4: Wandheizkörper

	Wärmequelle	Volumenstrom	Raum Sollwert
Versuch 4	Kermi Verteo Profil FSN Typ 22 BH 2000mm BL 600mm	70 L/h	22 °C

Versuch 4 betrachtet die gewünschte Standardeinbausituation für den Heizkörper.

In Abbildung 9 sind als Übersicht die Heizleistung in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur des Heizkörpers (grüner Linie) sowie die Heizkörper-Vorlauftemperatur (rote Linie) dargestellt.

Hellblau strichliert ist die Rücklauftemperatur.

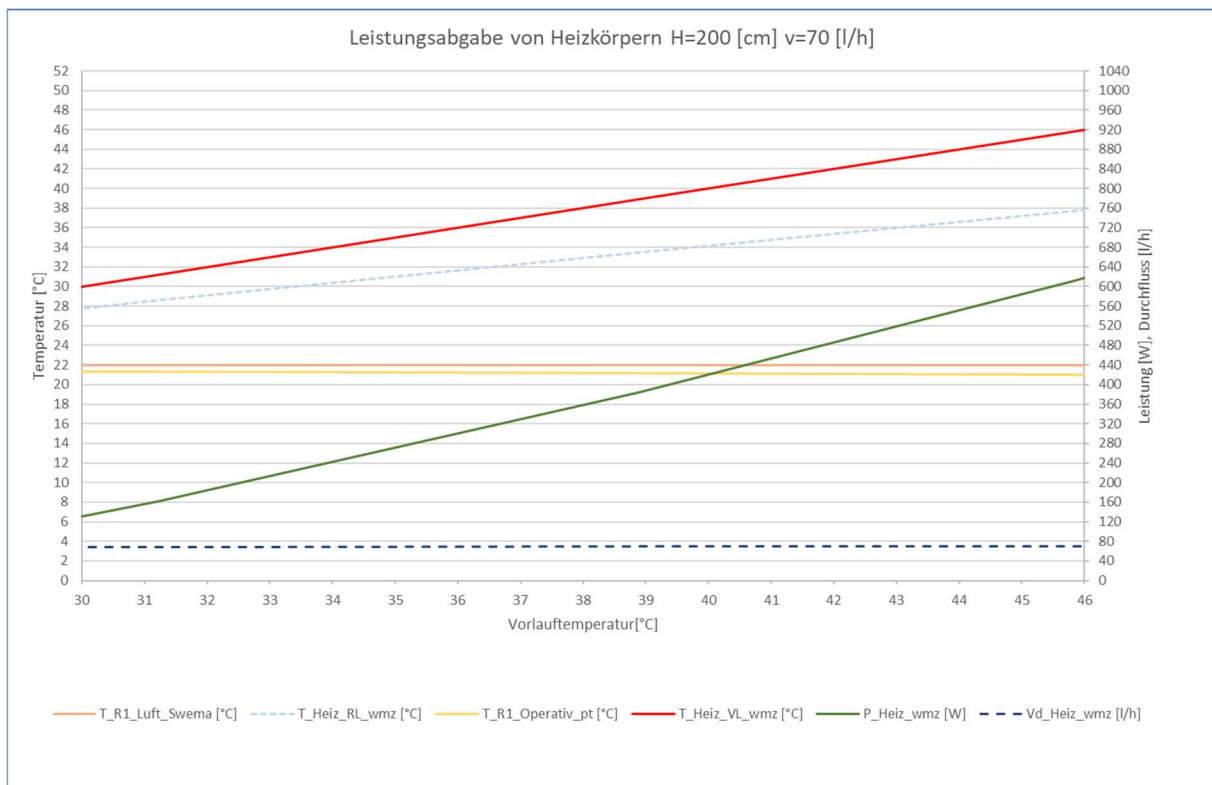


Abbildung 9: Darstellung der Heizleistung des Prüflings in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur

### 3.5 Versuch 5: Kermi X2 mit Ventilator

	Wärmequelle	Volumenstrom	Raum Sollwert
Versuch 5	Kermi therm-x2 Profil-Vplus FTP Typ 22 BH 600mm BL 1000mm mit Ventilator	95 L/h	22 °C

Versuch 5 betrachtet die gewünschte Standardeinbausituation für den Heizkörper.

In Abbildung 10 sind als Übersicht die Heizleistung in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur des Heizkörpers (grüner Linie) sowie die Heizkörper-Vorlauftemperatur (rote Linie) dargestellt.

Hellblau strichliert ist die Rücklauftemperatur.

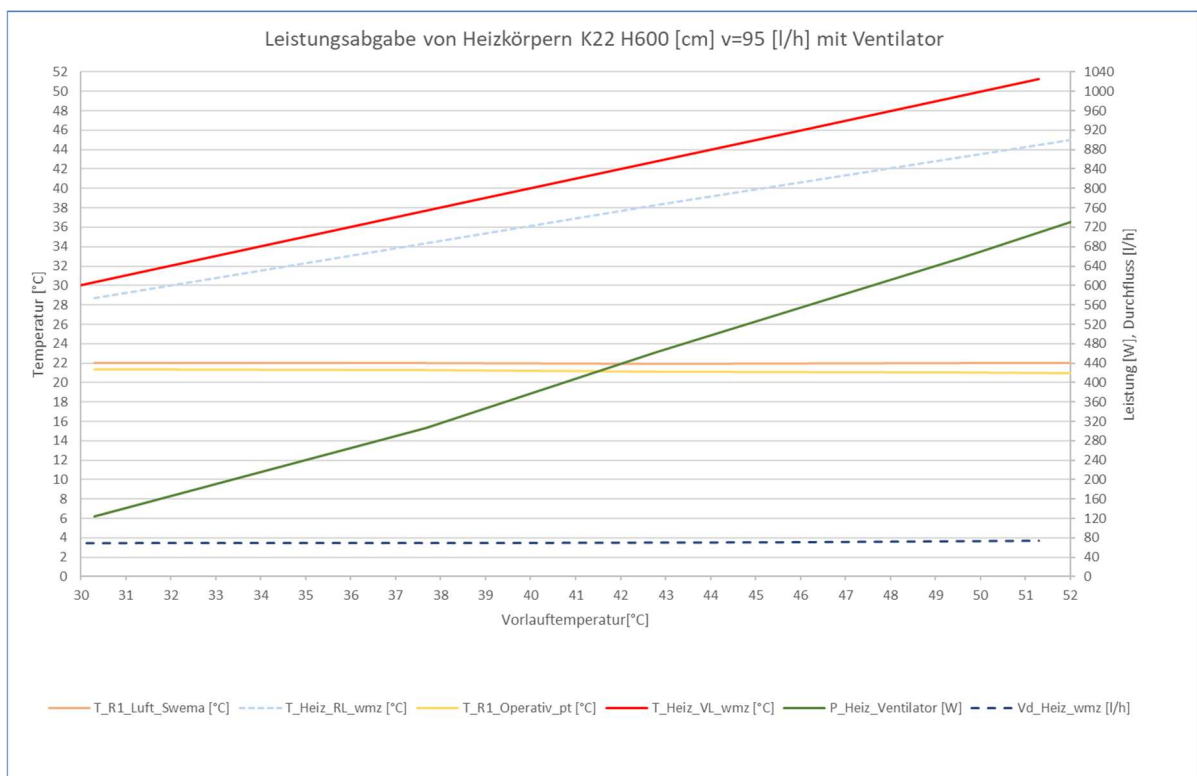


Abbildung 10: Darstellung der Heizleistung des Prüflings in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur

### 3.6 Zusammenfassung

In Abbildung 11 sind alle fünf Leistungskurven in einem Diagramm dargestellt.

- Dunkelgrün zeigt die Leistungskurve des Wandheizkörpers (B600 x H2000 mm) mit einem hohen Durchfluss von 397 [Liter/h]
- Hellgrün zeigt die Leistungskurve des gleichen Wandheizkörpers (B600 x H2000 mm) mit einem Durchfluss von 70 [Liter/h].
- Dunkelbraun zeigt die Leistungskurve des Kermi X2 Heizkörpers (B1000 x H600 mm) mit einem hohen Durchfluss von 215 [Liter/h]
- Hellbraun zeigt die Leistungskurve des Kermi X2 Heizkörpers (B1000 x H600 mm) mit einem Durchfluss von [56 Liter/h]
- Blau zeigt die Leistungskurve des Kermi X2 Heizkörpers (B1000 x H600 mm) mit einem Durchfluss [95 Liter/h] und einem zusätzlichen Ventilator an der Unterseite des Heizkörpers.
- Die dazugehörigen Rücklauftemperaturen sind strichliert dargestellt.

#### Erkenntnisse:

- 1 Es ist gut ersichtlich, dass die Leistungsabgabe der Heizkörper bei niedrigen Vorlauf-temperaturen einen linearen Verlauf haben und nicht plötzlich einbrechen.
- 2 Die Durchflussmenge, die durch den Heizkörper fließt, hat einen wesentlichen Einfluss auf die Leistungsabgabe.
- 3 Der zusätzliche Einbau eines Ventilators an der Unterseite des Heizkörpers zeigt in dieser Konstellation eine ähnliche Leistungserhöhung wie die Erhöhung der Durchflussmenge des Heizungsmediums.



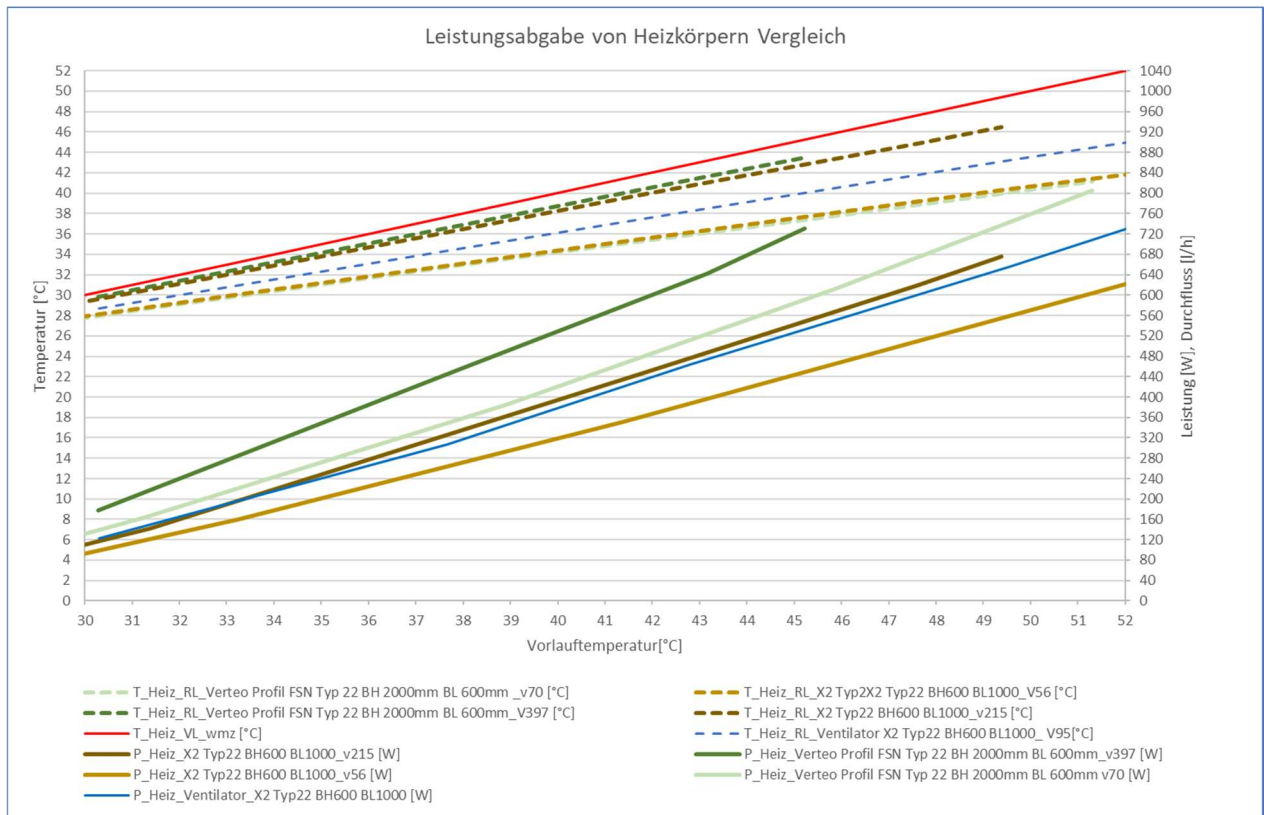


Abbildung 111: Darstellung der Heizleistungen und der Rücklauftemperaturen in einer Grafik

## 4 Anhang

### 4.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prüfraum des Fassadenprüflabors bei AEE INTEC .....	5
Abbildung 2: Beispiel abgegebene Strahlungsleistung abhängig von der Paneel-Temperatur (bei 20°C Umgebungstemperatur, 0.96 Emissionsgrad) .....	7
Abbildung 3: Aufbau des Prüfraumes (Raum 1) und des Referenzraumes (Raum 2) .....	8
Abbildung 4: Radiator mit 600mm Höhe .....	9
Abbildung 5: Radiator mit 2000mm Höhe .....	9
Abbildung 6: Darstellung der Heizleistung des Prüflings in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur .....	11
Abbildung 7: Darstellung der Heizleistung des Prüflings in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur .....	12
Abbildung 8: Darstellung der Heizleistung des Prüflings in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur .....	13
Abbildung 9: Darstellung der Heizleistung des Prüflings in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur .....	14
Abbildung 10: Darstellung der Heizleistung des Prüflings in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur .....	15
Abbildung 11: Darstellung der Heizleistungen und der Rücklauftemperaturen in einer Grafik .....	17

### 4.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersichtsdarstellung aller ausgewerteten Versuche .....	10
---	----