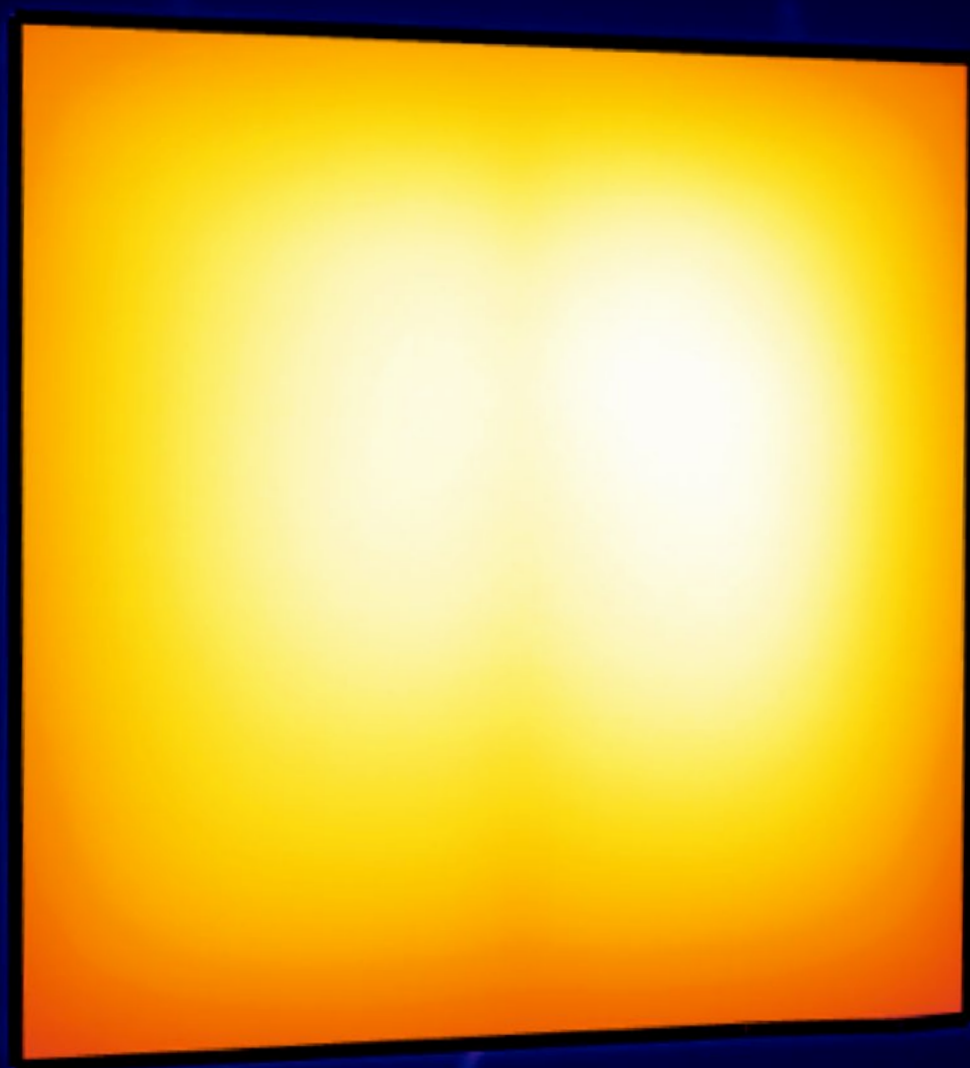


Dr. Ing. Peter Kosack

# LEITFADEN INFRAROTHEIZUNG

BVIR Bundesverband Infrarot-Heizung e.V. und IG INFRAROT Deutschland e.V. (Hg.)



Für Endkunden, Energieberater, Planer, Architekten und Installateure



© 1. Auflage 2021 | IG Infrarot Deutschland e.V., Pfronten | BVIR Bundesverband Infrarot-Heizung e. V., Zwenckau

Inhalt und fachspezifische Redaktion: Dr. Ing. Peter Kosack, Kaiserslautern  
Layout + Satz: von-freytag.com»munications«, Stefan Hofmann, Kolbermoor  
Cover: Technische Universität Kaiserslautern

Dr. Ing. Peter Kosack

Leiter Arbeits-Kreis Infrarot (AKI), Technische Universität Kaiserslautern

# **LEITFADEN INFRAROTHEIZUNG**

herausgegeben von

BVIR Bundesverband Infrarot-Heizung e. V.

und IG Infrarot Deutschland e.V.

# INHALT

Einleitung	.....	7
Was sind Infrarotheizungen?	.....	8
Was sind Infrarotstrahlen?	.....	9
Welche Arten von Heizungen gibt es? Und wo kann die Infrarotheizung eingeordnet werden?	.....	12
Welche Arten von Infrarotheizungen gibt es?	.....	18
Warum sind Infrarotheizungen sinnvoll? Und was macht das Heizen mit Infrarot so attraktiv?	.....	20
Wieso empfindet man auch große Flächenheizungen als behaglich, obwohl sie keine Infrarotheizungen sind?	.....	22
Der technische Aufbau von Infrarotheizungen	.....	24
Die neue Norm: DIN EN IEC 60675-3	.....	28
Infrarotheizungen einsetzen – aber richtig!	.....	29
Infrarotheizung als Zusatzheizung	.....	30
Infrarotheizung als Hauptheizung Teil 1: Die Systemlösung der Anwendung von Infrarotheizungen als Hauptheizung	.....	37

Infrartheizung als Hauptheizung Teil 2: Eine Schritt-für-Schritt-Anleitung für den Fachmann .....	40
Ökologie und die CO <sub>2</sub> -Bilanz .....	42
Wirtschaftlichkeit .....	42
Häufig gestellte Fragen .....	43
Quellen und Links .....	49

# EINLEITUNG

Wer sich mit Infrarotheizungen beschäftigt, stößt sehr schnell auf Aussagen von Herstellern und Beratungsstellen wie:

„Infrarotheizungen sind die Zukunft des Heizens.“

„Eine Infrarotheizung wärmt schnell den ganzen Raum auf.“

„Infrarotheizungen sind ineffizient, teuer und ungesund.“

„Infrarotheizungen lohnen sich nur in wenigen Fällen.“

„Infrarotheizungen sind sparsam im Verbrauch, preiswert in der Anschaffung und sehen dabei auch noch elegant aus.“

„Infrarotheizungen sind elektrische Heizungen. Punkt. Und mit Strom zu heizen, ist im Vergleich zu Gas etwa viermal so teuer.“

Es sind also sehr widersprüchliche Aussagen im Umlauf. Was ist an solchen Aussagen dran?

Um es kurz zu machen: Alle diese Behauptungen sind mehr oder weniger einseitig übertrieben oder sogar inkorrekt und werfen ein falsches Licht auf das Thema Infrarotheizung. Hierüber sachlich und neutral zu informieren, war die Motivation für diesen Leitfaden als kurzgefasste Darstellung zur Einführung in das Wissensgebiet Infrarotheizung.

Er soll nicht nur der Orientierung für den Endkunden dienen, sondern auch Informationsquelle für alle sein, die sich beruflich damit auseinandersetzen wollen – wie z.B. Energieberater, Planer, Architekten und Installateure.

Peter Kosack, im November 2020

# WAS SIND INFRAROTHEIZUNGEN?

Aus der Alltagserfahrung kennt praktisch jeder Infrarotstrahlungsheizungen, zum Beispiel als elektrischer Heizstrahler für das Bad, als gasbetriebener Heizpilz im Freien in Restaurants oder als sogenannter Wärmestrahler für Kleinkinder. In den vergangenen Jahren sind Infrarotstrahler auch als plattenförmige Heizkörper zur Beheizung von Innenräumen bekannt geworden.

Allgemein formuliert sind dies Heizungen, die die Wärme überwiegend durch Infrarotstrahlen abgeben. So einfach diese Formulierung ist, so aufwendig ist es in der Praxis festzustellen, welche Heizungen dazu gehören und welche nicht.

Für diese Entscheidung ist in der Forschung der vergangenen zehn Jahre die messtechnische Kenngröße des sogenannten Strahlungswirkungsgrads (englisch: radiation efficiency) definiert worden. Erst wenn der prozentuale Wert des Strahlungswirkungsgrads über bestimmten Grenzen liegt, handelt es sich um eine Infrarotheizung. Details zum Strahlungswirkungsgrad sind auf Seite 23 zu finden.

Vorweg: Viele Heizungen, die heute in der Werbung als Infrarotheizungen bezeichnet werden, sind nach dieser Definition gar keine.

Die zu Grunde gelegte Kenngröße des Strahlungswirkungsgrads wird in einer neu entwickelten Norm DIN EN IEC 60675-3 verwendet, die kurz vor der Veröffentlichung steht (Stand Herbst 2020) und dann weltweit Gültigkeit finden wird. Alle Hersteller können sich dann auf diese Norm berufen und ihre Geräte darauf ausrichten und testen lassen.



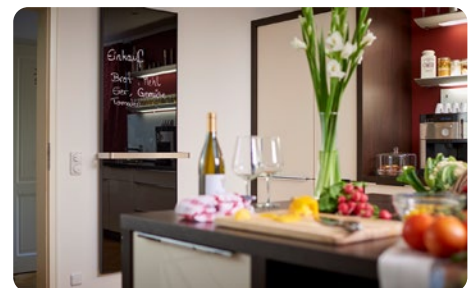
Infrarot-Lampe



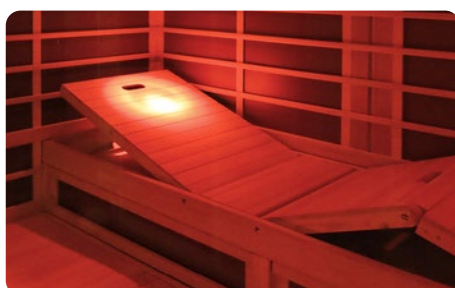
Gas-Heizpilz



Infrarot-Plattenheizkörper



Infrarot-Glas-/Tafelheizkörper



Infrarotkabine



Hellstrahler



# WAS SIND INFRAROTSTRAHLEN?

Infrarotstrahlen gehören zur großen Familie der elektromagnetischen Strahlen, zu denen auch die Sonnenstrahlen zählen. Infrarotstrahlen sind unmittelbar neben dem Rot außerhalb des Regenbogenspektrums angesiedelt und unsichtbar. Jeder warme oder heiße Körper gibt Infrarotstrahlen ab. Das sind die Strahlen, die wir als Wärme auf der Haut wahrnehmen, wenn die Sonne auf uns scheint oder wir am Lagerfeuer sitzen. **Die Sonne ist also die natürliche Infrarotheizung für die Erde.**



Die Sonne als natürliche Infrarotheizung der Erde

Wer es genauer wissen will:

## **Ein kleiner Ausflug in die Physik**

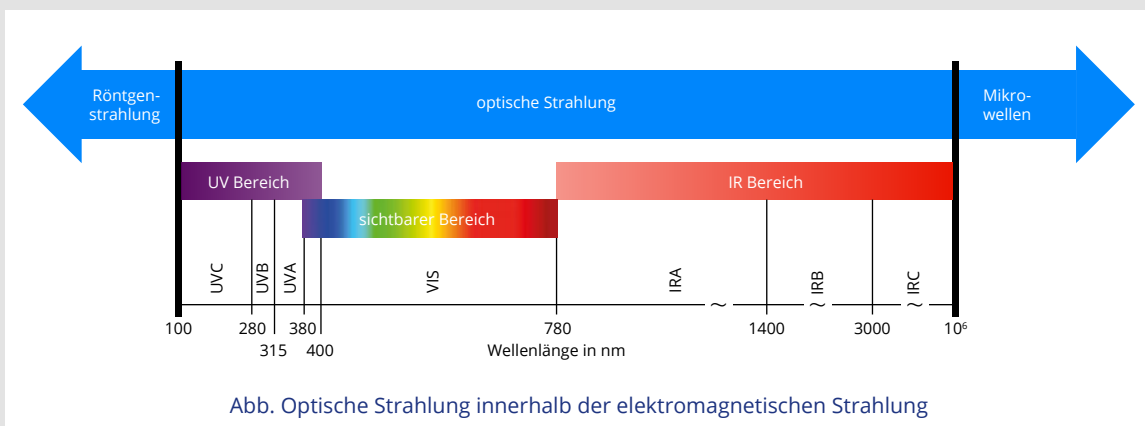
Die Infrarotstrahlung ist Teil der Wärmestrahlung. Historisch bedingt wird so die elektromagnetische Strahlung bezeichnet, die von der Sonne zu uns geschickt wird. Man nennt sie Wärmestrahlung, weil sie durch die Wärme der Sonnenoberfläche entsteht. Inzwischen bezeichnet man die Wärmestrahlung auch als optische Strahlung wie im Bild unten.

Die Sonne ist aber nicht der einzige Wärmestrahler. Jeder warme oder heiße Körper gibt Wärmestrahlung ab. Das physikalische Gesetz, das dies beschreibt, ist das Stefan-Boltzmann-Gesetz: Jeder Körper, der wärmer als die absolute Nullpunkttemperatur von minus 273,15°C ist, gibt Wärmestrahlung ab. Auch ein Feuer oder andere chemische Reaktionen, bei denen Energie frei wird, geben Wärmestrahlung ab.

Je heißer ein Körper, eine Flüssigkeit oder eine Flamme ist, desto höher ist die Intensität der Wärmestrahlung.

Das kann man am besten mit einer gedimmten klassischen Glühbirne demonstrieren. Zuerst dreht man den Dimmer so weit herunter, dass praktisch kein Licht zu sehen ist. Trotzdem wird die Glühbirne nach relativ kurzer Zeit warm, weil die unsichtbare Infrarotstrahlung das Glas erwärmt, die vom warmen, aber noch nicht glühenden Glühfaden ausgestrahlt wird. Dreht man den Dimmer hoch, wird der Glühfaden immer heller und die Glühbirne immer heißer, bis man sie nicht mehr anfassen kann. Je heißer der Glühfaden wird desto mehr verschiebt sich die Farbe von Rot nach Weiß. Zuerst erzeugt der Glühfaden also nur Infrarotstrahlung und rotes Licht, dann kommen immer mehr Farben aus dem Regenbogenspektrum hinzu. Zum Schluss hat man alle Farben, die zusammen Weiß ergeben. Der Glühfaden hat dann eine Temperatur von über 3000°C. Diese physikalische Gesetzmäßigkeit der Farbverschiebung nennt man das Wiensche Verschiebungsgesetz. Das Farbspektrum, das bei einer bestimmten Temperatur ausgestrahlt wird, nennt man das Plancksche Strahlungsspektrum.

Wie sich die Infrarotstrahlen in die Wärmestrahlung der Sonne und das gesamte Spektrum der elektromagnetischen Strahlen einfügen, zeigt die folgende Grafik:



Für die Infrarotstrahlung gibt es zwei international übliche Einteilungen: Das eine ist die Einteilung in nahe, mittlere und ferne Infrarotstrahlung, was die Nähe zum Rotspektrum ausdrücken soll. Das andere ist die Einteilung in Infrarot-A-, Infrarot-B- und Infrarot-C-Strahlung.

Den Zusammenhang zeigt folgende Tabelle:

Benennung	Kurzzeichen		Wellenlänge in $\mu\text{m}$
<b>nahes Infrarot</b>	NIR	IR-A	0,78...1,4
		IR-B	1,4...3,0
<b>mittleres Infrarot</b>	MIR	IR-C	3...50
<b>fernes Infrarot</b>	FIR		50...1000

Nebenbei bemerkt:

Außer durch heiße Oberflächentemperaturen lassen sich elektromagnetische Strahlen wie das sichtbare Licht und Infrarotstrahlen auch durch andere physikalische Vorgänge wie den photoelektrischen Effekt erzeugen. Das führte zu Entwicklungen wie den LEDs, die man in modernen Leuchtmitteln oder in Infrarot-Fernbedienungen findet.



Infrarot-Fernbedienung



Infrarotstrahlung des Körpers

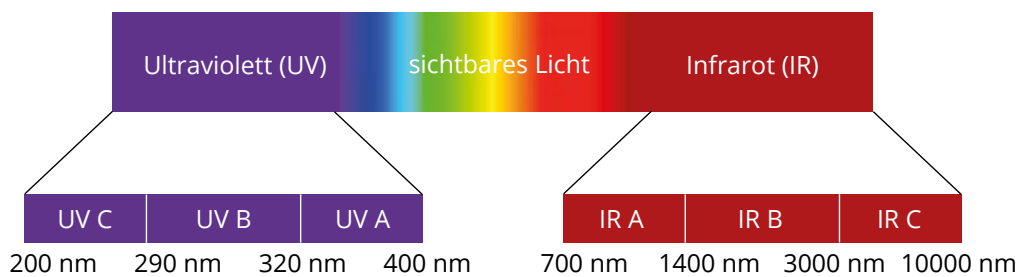


Abb. Infrarot A-, B-, C-Strahlung innerhalb der optischen Strahlung

# WELCHE ARTEN VON HEIZUNGEN GIBT ES?

Und wo kann die Infrarotheizung eingeordnet werden?

Heizungen kann man nach der überwiegenden Art der Wärmeübertragung in den Raum unterteilen. Wärmeübertragung erfolgt immer von warm nach kalt, nie umgekehrt. Es gibt drei Formen der Wärmeübertragung:

- Wärmeleitung
- Konvektion
- Strahlung.

**Wärmeleitung** kennt man aus dem Alltag, zum Beispiel vom Eingießen von kochend heißem Kaffee oder Tee in eine kalte Tasse. Nach kurzer Zeit ist die Tasse so heiß, dass man sie kaum noch anfassen kann. Die Wärme hat sich aus der Flüssigkeit auf die Tasse durch Wärmeleitung übertragen und der Tasseninhalt sich währenddessen nur leicht abgekühlt.

**Konvektion** kann man im Alltag bei einer Kerze oder einem Ofen beobachten, wo die erhitzte Luft über der Wärmequelle nach oben steigt. Erhitzte Luft ist leichter als die kalte Luft der Umgebung und steigt deshalb nach oben. Von unten strömt kalte Luft nach und wird ebenfalls erwärmt. So entsteht eine fortlaufende Übertragung von Wärme von einer Kerze oder einem Ofen in die Luft.

Die Wirkung von Wärmeübertragung durch **(Infrarot-) Strahlung** kennt praktisch jeder vom Lagerfeuer. Obwohl die Luft sehr kalt sein kann, ist die Seite des Körpers warm, die dem Feuer zugewandt ist. Das heißt, zwischen Wärmequelle und der Körperoberfläche als Wärmeempfänger muss eine Sichtverbindung bestehen. Die Wärmeübertragung durch Strahlung braucht im Gegensatz zu den anderen beiden Übertragungsarten keine Materie. Deshalb gelangt auch die Sonnenstrahlung durch das Vakuum des Weltraums zu uns.

**Wieder ein Ausflug in die Physik zum tieferen Verständnis von Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung und den daraus abgeleiteten Heizungsformen Wärmeleitungsheizung, Konvektionsheizung und Strahlungsheizung.**

Bei der **Wärmeleitung** in festen Körpern, Flüssigkeiten und ruhenden Gasen hängt die Höhe der übertragenen Wärmeleistung vom Temperaturunterschied zwischen warmer und kalter Seite, dem Wärmewiderstand des Materials, der Flächengröße, durch die die Wärme strömt, und der Weglänge zwischen warmer und kalter Seite ab. Die folgende Grafik veranschaulicht dies an einem Wand-Ausschnitt.

Innen ist die Wand warm ( $T_1$ ) und die Wärme fließt zur kalten Außenseite ( $T_2$ ). In der Wand wird es dabei von innen nach außen kontinuierlich kälter. Wenn der Wärmestrom nach außen nicht abfließt, wird die Wand irgendwann durchgehend gleich warm.

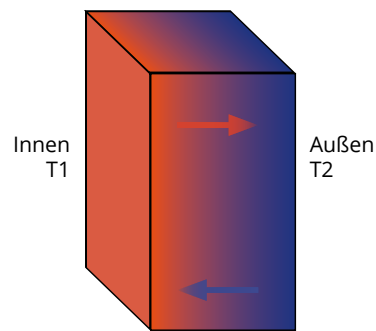


Abb. Wärmeleitung

Die Höhe der übertragenen Wärmeleistung bei der **Konvektion** hängt von folgenden Faktoren ab:

- vom Temperaturunterschied zwischen der Heizfläche und dem umgebenden Medium (Flüssigkeit oder Gas)
- der Größe der Heizfläche und dem
- Wärmeübergangswiderstand zwischen Heizfläche und Medium.

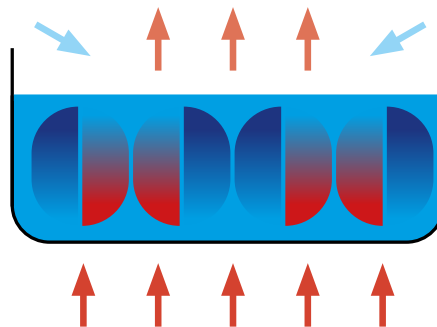


Abb. Konvektion im Kochtopf

Bei der **Wärmeübertragung durch Strahlung** ist die übertragene Wärmeleistung abhängig

- von der Differenz aus der vierten Potenz der Oberflächentemperatur des Strahlers und
- der vierten Potenz der Oberflächentemperatur der angestrahlten Fläche,
- der Größe der strahlenden Oberfläche des Strahlers und
- der Fähigkeit der strahlenden Oberfläche, Strahlung abzugeben,
- sowie der Fähigkeit der angestrahlten Oberfläche, Strahlung aufzunehmen.

Die Fähigkeit der Strahleroberfläche, Strahlung abzugeben, wird mit dem Emissionsfaktor bezeichnet. Die Fähigkeit der angestrahlten Fläche, Strahlung anzunehmen, nennt man Absorptionsfaktor. Der Emissionsfaktor sowie der Absorptionsfaktor kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Je kleiner der Wert ist, desto kleiner ist die jeweilige Fähigkeit zur Abstrahlung oder Aufnahme. Das bedeutet, dass ein Strahler

trotz hoher Oberflächentemperatur bei niedrigem Emissionsfaktor oder niedrigem Absorptionsfaktor der angestrahlten Fläche nur wenig Wärme übertragen kann.

Allerdings gilt auch, dass die Wärmeübertragung durch Strahlung bei hohen Emissions- und Absorptionsfaktoren im Vorteil gegenüber den anderen beiden Übertragungsarten ist.

Wenn man nämlich die drei Übertragungsarten miteinander vergleicht, stellt man fest, dass unabhängig vom konkreten Heizgerät und prinzipiell

- bei Wärmeleitung und Konvektion die Wärmeleistung nur mit der Höhe der Temperaturdifferenz,
- bei der Wärmestrahlung die Leistung aber mit der Differenz der vierten Potenz der beiden Oberflächentemperaturen ansteigt.

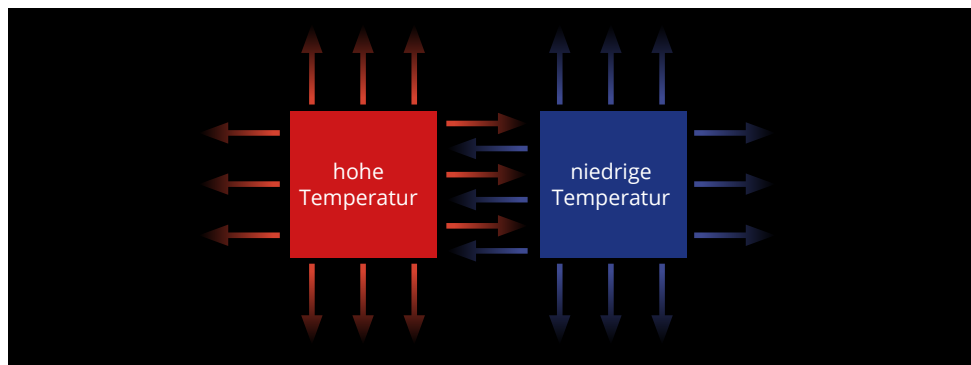


Abb. Strahlung zwischen zwei Körpern

Zu höheren Temperaturen hin "gewinnt" die Strahlungsübertragung immer. Ist man nur an der von einem konkreten Strahler direkt abgegebenen Strahlungsleistung interessiert, ohne Wärmeübertragung auf eine andere Fläche, dann ist diese nur abhängig von

- der vierten Potenz der Oberflächentemperatur des Strahlers,
- der Flächengröße des Strahlers und
- der Fähigkeit der Strahleroberfläche, Strahlung abzugeben.

Für die Heizungsanwendung ist diese Betrachtung allerdings nicht von Bedeutung. Während bei Wärmeleitung und Konvektion immer eine Wärmeübertragung stattfindet, ist das bei der Strahlung nicht automatisch gegeben. Da Wärmeleitung und Konvektion stoffgebunden sind, stellt sich diese Übertragung nur ein, wenn es einen Temperaturunterschied gibt.

Für die Strahlung reicht es aus, wenn der strahlende Körper wärmer ist als die absolute Nullpunkttemperatur. Die Abstrahlung findet also auf jeden Fall statt und nicht nur, wenn es einen Temperaturunterschied gibt. Ob diese abgestrahlte Energie zur Wärmeübertragung führt, hängt aber davon ab, wo die Strahlung ankommt und was sie dort bewirkt.

Einfaches Beispiel: Man stelle sich zwei Flächen vor, die aus dem gleichen Material bestehen, gleich groß sind, die gleichen Abstrahleigenschaften haben und gleich heiß sind. Die erste Fläche strahlt auf die zweite und die zweite Fläche ihrerseits mit gleicher Strahlungsleistung auf die erste. Beide verlieren durch Strahlung gleich viel Energie, die durch die empfangene Energie der anderen wieder ausgeglichen wird. Die Strahlungsbilanz ist Null. Es findet also effektiv keine Wärmeübertragung durch Strahlung statt!

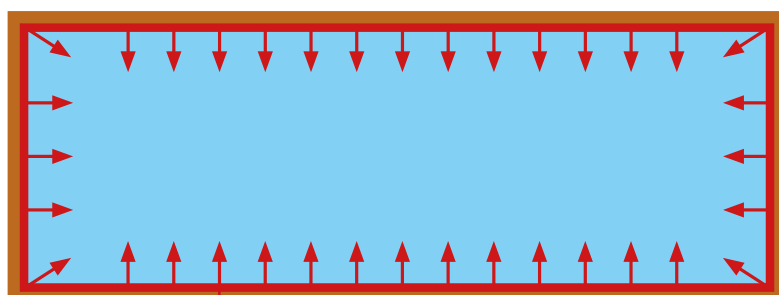
**Es reicht also nicht, nur die abgestrahlte Wärmeleistung zu betrachten, sondern man muss immer den Strahlungsaustausch mit der Umgebung einbeziehen. Das wird aber sehr häufig nicht berücksichtigt. Bei fast allen Angaben zum Strahlungsanteil von Heizungen wird nur die abgestrahlte Wärmeleistung betrachtet und nicht die Bilanz mit der Umgebung. Näheres dazu siehe im Kapitel zum Strahlungswirkungsgrad auf Seite 23.**

### Die grundsätzlichen Heizungsformen

Verschiedene Heizungen können nach der Art der Wärmeübertragung in den Raum eingeteilt werden.

Bei den sogenannten **Wärmeleitungsheizungen** (wie die üblichen Fußboden-, Wand- und Deckenheizungen) werden die Wände, der Fußboden und die Decke durch eingebaute elektrische Heizfolien oder durch eingebaute, von warmem Wasser durchflossene Rohre erwärmt. Dies geschieht durch Wärmeleitung. Falls alle Raumbauteile und damit auch die Raumbooberflächen so auf die gleiche Temperatur aufgeheizt werden, wird die stehende Luft im Raum von den Oberflächen her ebenfalls von außen bis hin zur Raummitte über Wärmeleitung aufgeheizt.

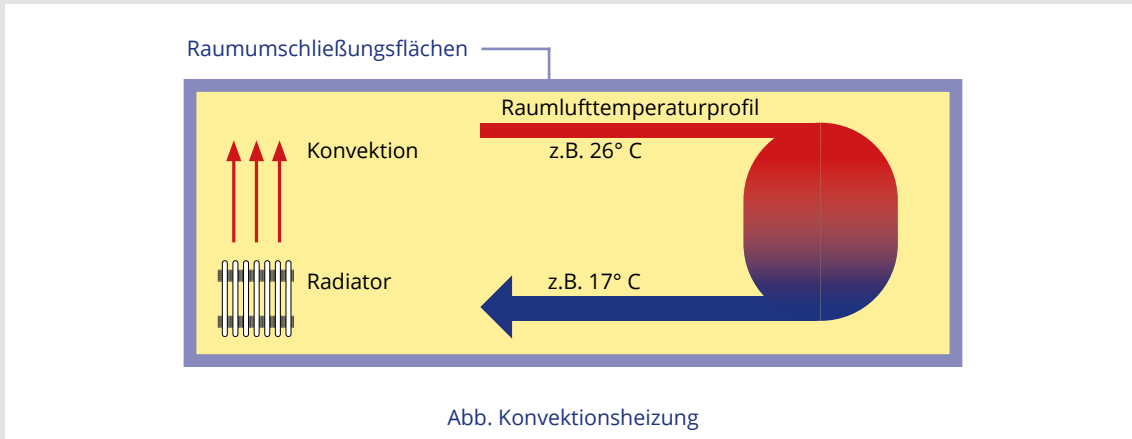
Diese ideale Form der Wärmeleitungsheizung wird in der Praxis nur sehr selten realisiert. Sobald nur ein Teil der Flächen – zum Beispiel nur Wand, nur Fußboden oder nur Decke – auf diese Weise geheizt werden, spielen auch Wärmestrahlung und Konvektion eine zunehmende Rolle, je kleiner die Flächen werden. Aktuelle Untersuchungen an der TU Kaiserslautern sprechen dafür, dass auch dann die Wärmeleitung in vielen Fällen die prozentuale Mehrheit behält und generell einen viel höheren prozentualen Anteil an der Wärmeleitung hat als alle anderen Heizungsformen (siehe Quellen am Ende des Leitfadens).



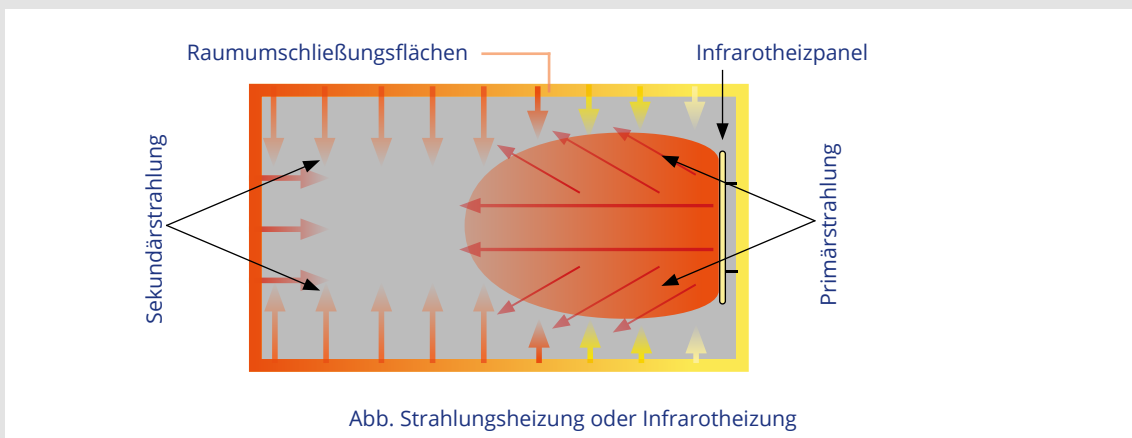
elektrische Flächenheizung in Wand, Boden, Decke

Abb. Ideale Rundum-Flächenheizung

Danach würde man alle Flächenheizungen wie Fußboden-, Wand- oder Deckenheizungen den Wärmeleitungsheizungen zuordnen, obwohl diese Bezeichnung in der Heizungsbranche unüblich ist. Wichtig ist, dass diese Art der Einteilung kein Qualitätskriterium darstellt, weil jede Art der Wärmeübertragung in den Raum für bestimmte Anwendungsfälle optimal ist.



Nach dem Prinzip der Konvektion arbeiten die meisten der aktuell verbreiteten Heizungen, die sogenannten **Konvektionsheizungen**. Zwischen den Rippen oder den Lamellen dieser gängigen Heizkörper wird die Luft erwärmt, steigt auf, bildet zusammen mit der von unten nachströmenden Kaltluft eine sogenannte Luftwalze und verteilt sich so im Raum. Über die aufgewärmte Luft werden dann mit starker Verzögerung auch die Raumflächen aufgeheizt. Die Heizkörper werden entweder über durchströmendes Warmwasser oder durch innen liegende elektrische Heizelemente erwärmt.



Die **Strahlungsheizung oder genauer die Infrarotheizung** heizt mit der abgegebenen Wärmestrahlung die angestrahlten Körper und Oberflächen des Raumes direkt auf. Über die Oberflächen wird danach auch die Raumluft erwärmt. Es gibt verschiedene Bauformen für Strahlungsheizungen (siehe ab Seite 22).

Es gibt also unterschiedliche Möglichkeiten, die Raumluft und die Raumboflächen aufzuheizen. Diese Unterschiede sind wichtig für eine Betrachtung der thermischen Behaglichkeit im Raum.



## Direktheizung, Speicherheizung, Zentralheizung

Neben der wichtigen Einteilung nach der Art der Wärmeübertragung kann man die Heizungen auch nach der räumlichen und zeitlichen Organisation des Heizvorgangs, nämlich in die Direktheizung, die Speicherheizung und die Zentralheizung einteilen.

Die **Direktheizung** wandelt die zum Heizen verwendete elektrische oder chemische Energie eines Verbrennungsprozesses direkt an der Verbrauchsstelle ohne Zwischenspeicherung in Wärme um. Zu diesen Heizungen gehören alle elektrisch betriebenen Einzelraumheizungen, Kaminöfen und Einzelraum-Gas- oder Einzelraum-Öl-Öfen. Letztere werden heute praktisch nicht mehr verwendet.

Bei der **Speicherheizung** und der Zentralheizung wird die erzeugte Wärme zuerst in einem Speichermedium zwischengespeichert und anschließend bei Bedarf dem zu beheizenden Raum zugeführt.

Typische Vertreter von Speicherheizungen sind die Nachtspeicherheizungen, wo ein Kern aus Steinen über elektrische Heizdrähte durch Nachtstrom erhitzt und bei Zuschaltung warme Luft über Luftkanäle in den Steinen in den Raum geblasen wird.

Zu den **Zentralheizungen** gehören Holz-, Öl- und Gas-Zentralheizungen, die aus einem meist im **Keller oder Technikraum** aufgestellten Holz-, Öl- oder Gas-Brenner, einem Wasserspeicher und einem Wärmeverteilsystem aus Rohren und Heizkörpern oder in Fußboden, Wand oder Decken eingebauten Flächenheizungen besteht. Der Brenner heizt das Wasser im Speicher auf, von wo die Wärme aus dem warmen Wasser erst bei Bedarf über die Rohre zu den Heizkörpern in den Räumen oder zu den eingebauten Flächenheizungen geleitet wird. Statt durch einen Brenner kann das Wasser im Speicher auch elektrisch geheizt werden.

Speicherheizungen und insbesondere Zentralheizungen haben den Nachteil, dass ein Teil der Wärme über Wärmeverluste im Brenner, im Speicher oder in den Rohrleitungen verloren gehen kann und so nicht mehr wirklich zum Heizen im Raum zur Verfügung steht.

Zu den **elektrischen Direktheizungen** gehören Heizlüfter, elektrische Radiatoren, Teilspeicherheizungen (wie Natursteinheizungen) und elektrische Infrarotstrahler. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass diese Heizungen im mittlerweile gültigen Gebäudeenergiegesetz (GEG) in der energetischen Bewertung alle gleich behandelt werden, obwohl es erfahrungsgemäß große Unterschiede gibt. Die Gleichbehandlung ergibt sich rechnerisch durch die sogenannte Anlagenaufwandszahl, die bei allen Direktheizungen gleich 1 ist, unabhängig davon, ob es sich dabei um einen Heizlüfter oder eine Infrarotheizung handelt. Die Anlagenaufwandszahl soll ein allgemeines Maß für die energetische Effizienz eines Heizungssystems sein. Sie beschreibt das Verhältnis von Nutzenergie (hier Wärme) zur zugeführten Energie (hier elektrische Energie). Es macht für den Nutzen aber einen großen Unterschied, ob primär die Luft erwärmt und darüber indirekt die Oberflächen oder primär die Oberflächen aufgeheizt werden und darüber indirekt die Luft. Dies wird auf Seite 18 zum Thema thermische Behaglichkeit genauer beschrieben.

# WELCHE ARTEN VON INFRAROTHEIZUNGEN GIBT ES?

Infrarotheizungen werden u.a. nach DIN EN IEC 60675 nach der verwendeten Energiequelle wie Gas- oder Strombetrieb und nach der Betriebstemperatur in Niedertemperatur- und Hochtemperatur-Infrarotstrahler eingeteilt. Die Betriebstemperatur bestimmt gleichzeitig, in welchem Infrarotbereich die Infrarotheizung die meiste Energie abgibt.

Typische **Gas-Infrarotstrahler** findet man zum Beispiel als Deckenstrahler in Fabrikhallen und als Heizpilze in der Gastronomie. Beim Gas-Infrarotstrahler wird Erdgas oder Propangas verbrannt. In der Ausführung als Hellstrahler wird die Flamme direkt als Strahlungsquelle genutzt. In der Ausführung als Dunkelstrahler wird durch die Flamme von innen die Gehäuseoberfläche des Strahlers erhitzt, die dann als Strahlungsfläche dient.

Gas-Infrarotstrahler haben den Nachteil, dass Abgase und Wasserdampf als Verbrennungsprodukte entstehen. Das macht sie für den Einsatz in Büro- und Wohngebäuden unbrauchbar.



Gashellstrahler

Sowohl gasbetriebene Hellstrahler als auch gasbetriebene Dunkelstrahler gehören zu den Hochtemperaturstrahlern. Die Grenze zwischen **Niedertemperatur- und Hochtemperatur-Infrarotstrahlern** liegt bei 200°C Betriebstemperatur an der Oberfläche oder am sichtbaren Heizdraht. In diesem Sinne gehören auch klassische Glühbirnen zu den Hochtemperatur-Infrarotstrahlern, auch wenn diese nicht im eigentlichen Sinne als Heizungen eingesetzt wurden.



Gasdunkelstrahler



Elektrischer Hellstrahler

Für Hell- und Dunkelstrahler gibt es elektrisch betriebene Varianten, die auch für den Büro- und Wohnbereich geeignet sind, wenn sie mit entsprechenden Schutzvorrichtungen ausgestattet sind.

Zu den Dunkelstrahlern gehören außerdem die Niedertemperatur-Infrarotstrahler mit Oberflächentemperaturen zwischen 40°C und 200°C. Die Niedertemperatur-Infrarotstrahler wurden ursprünglich für die Bautrocknung entwickelt, bevor man ihre Eignung für die Raumheizung entdeckte. Es gibt sie in unterschiedlichen Bauformen (siehe Kapitel zum technischen Aufbau, ab Seite 22). Die gebräuchlichste Gehäuseform ist die Platte (siehe auf Seite 22 zur technischen Ausführung).



Niedertemperatur-Infrarotstrahler mit Steckdosen-Thermostat



Das subjektive Empfinden, dass es weder zu warm noch zu kalt, also thermisch behaglich ist, kann durch unterschiedliche Kombinationen von Luft- und Raumoberflächentemperaturen erzeugt werden. Wahrscheinlich kennt jeder aus eigener Erfahrung, dass in einem ungedämmten Altbau, in dem bei Frostwetter die Außenwände empfindlich abkühlen können, die Lufttemperatur am Thermostat deutlich über 20°C eingestellt werden muss, damit man sich im Raum behaglich fühlt.

Man kann Behaglichkeit sowohl mit niedrigen Raumflächentemperaturen und hohen Lufttemperaturen als auch umgekehrt mit hohen Raumflächentemperaturen und niedrigen Lufttemperaturen erreichen.

Mit Hilfe der Forschung der letzten Jahre konnte gezeigt werden, dass die zweite Variante – höhere Raumflächentemperaturen und niedrigere Lufttemperaturen – in vielen Fällen die energiesparendere und kostengünstigere ist (siehe Forschungsberichte und Tagungsbände zum Internationalen Workshop Infrarotheizung im Quellenverzeichnis am Ende). Dies ist im Bild Seite 18 mit den beiden roten Pfeilen veranschaulicht. Beide Pfeile stehen für die gleiche Menge an Wärmeenergie. Ausgehend von einer unbehaglich kalten Anfangssituation von Luft- und Raumoberflächentemperaturen von jeweils 16°C, steckt man gleich viel Wärmeenergie entweder nur in die Aufheizung der Luft oder nur in die Aufheizung der Oberflächen. Mit der Aufheizung der Oberflächen kommt man viel näher an die Behaglichkeitszone heran und schneller in die Behaglichkeitszone hinein als mit der Aufheizung der Luft. Man verbraucht insgesamt weniger Wärmeenergie, was in der Regel zu effizienteren Heizungen führt.

Aus diesem Grund gewinnen Flächenheizungen und insbesondere Infrarotheizungen immer mehr an Bedeutung, da sie in erster Linie die Raumoberflächen aufheizen.

# WIESO EMPFINDET MAN AUCH GROSSE FLÄCHENHEIZUNGEN ALS BEHAGLICH

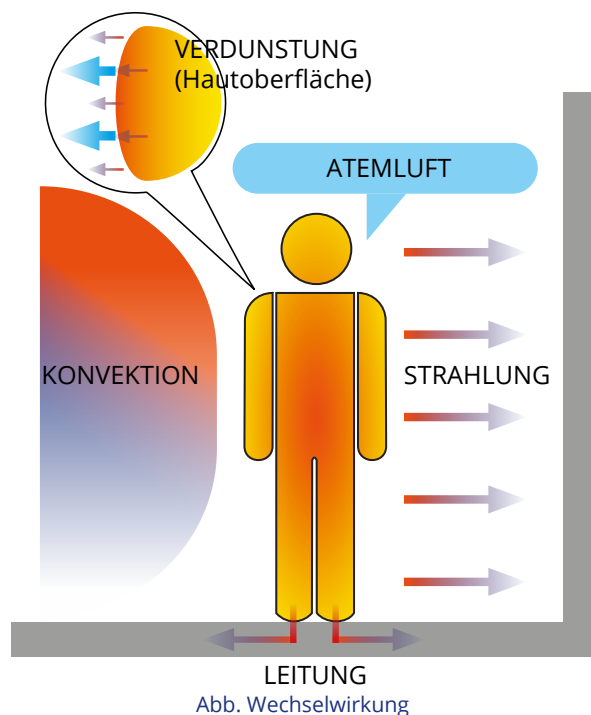
- obwohl Sie keine Infrarotheizungen sind?

Wie in früheren Kapiteln schon beschrieben, hängt die thermische Behaglichkeit entscheidend von den Oberflächentemperaturen der Raumflächen und der Lufttemperatur ab, die auf eine Person im Raum einwirken.

Umgekehrt hängt das Wärmeempfinden von der Wärmeabgabe der Person ab.

Die Wärmeabgabe unterteilt sich im Durchschnitt etwa wie folgt:

- 43% durch (Infrarot-) Strahlung
- 31% durch Konvektion und Wärmeleitung
- 22% durch Verdunstung (Schwitzen)
- 4% durch Atmung



Fast die Hälfte der Körperwärme wird also durch Strahlung an die Umgebung abgegeben. Um eine Auskühlung und das Frieren zu verhindern, muss man also als erstes die Strahlungsverluste des Körpers verhindern. Deshalb nutzen Rettungskräfte bei Unfällen infrarot-reflektierende Folien, die diesen Strahlungsverlust fast vollständig verhindern.

Aus der Alltagserfahrung kennen viele diesen Strahlungsverlust, wenn man sich bei frostigen Außentemperaturen in der Nähe eines großen, ungedämmten Fensters aufhält. Die Innenoberfläche des Fensters wird dann sehr kalt. Man hat subjektiv den

Eindruck, dass es am Fenster zieht, obwohl das Fenster dicht schließt. Die Nerven in der Haut können Wärmeverlust durch Zugluft und Wärmeverlust durch Strahlung nur sehr schlecht unterscheiden, aber letzteres ist hier der Fall.

Wir verlieren also einen großen Teil der Körperwärme an die umgebenden kühleren Raumflächen und Fensterflächen.

Mit der Infrarotheizung werden diese Flächen aufgeheizt. Die Flächen bekommen eine mittlere Temperatur, die näher an der mittleren Oberflächentemperatur der bekleideten Person liegt. Das sind meistens Temperaturen zwischen 18°C und 25°C. Die Bilanz für den Strahlungsaustausch zwischen den umgebenden Oberflächen und der Person wird fast zu null. Die Wärmeverluste durch Strahlung werden gering und die Behaglichkeit steigt.

Diese mittlere Temperaturerhöhung der gesamten Umgebungsflächen ist also der entscheidende Punkt.

Dies ist aber auch entscheidend für die Behaglichkeit bei den Flächenheizungen wie Fußboden-, Wand- und Deckenheizungen. Obwohl sie ihre Energie insgesamt vorwiegend per Wärmeleitung abgeben, sind die Oberflächentemperaturen des Raumes im Mittel ungefähr genauso groß wie die Oberflächentemperaturen der Personen im Raum. Die Wärmeverluste an Körperwärme durch Strahlungsaustausch sind daher ähnlich gering wie bei der Infrarotheizung.

# DER TECHNISCHE AUFBAU VON INFRAROTHEIZUNGEN

Da Gas-Infrarotheizungen im Büro- und Wohnbau keine Rolle spielen und daher kaum bis gar nicht in diesen Bereichen eingesetzt werden können, beschränken wir uns hier auf die elektrischen Infrarotheizungen.

Alle elektrischen Infrarotheizungen bestehen aus einem stromdurchflossenen Heizelement und einem Gehäuse. Das Heizelement ist ein elektrischer Widerstand und die elektrische Energie wird praktisch zu 100 Prozent in Wärme umgewandelt. **Dieser Umwandlungswirkungsgrad ist für alle elektrischen Infrarotheizungen gleich und ist keinesfalls ein Qualitätsmerkmal. Es wird von vielen Herstellern aber oft als solches angegeben. Der Umwandlungswirkungsgrad darf nicht mit dem Strahlungswirkungsgrad (siehe unten in diesem Kapitel) verwechselt werden. Der Strahlungswirkungsgrad ist das wichtigste Qualitätsmerkmal.**

Bei **Dunkelstrahlern** ist das Heizelement unsichtbar im Gehäuse integriert und heizt dessen Oberfläche von innen her auf. Die Oberfläche des aufgeheizten Gehäuses ist damit der eigentliche Infrarotstrahler. Die Eigenschaften der Oberfläche bestimmen dann die Qualität als Strahler. Dunkelstrahler haben Oberflächentemperaturen bis ca. 500°C.

Die meisten dieser Dunkelstrahler sind als flächige Niedertemperatur-Infrarotstrahler (bis 200° C Oberflächentemperatur) ausgeführt, die nur zu einer Seite hin abstrahlen. Sie sind für die Wand- oder Deckenmontage gedacht. Sie strahlen diffus in einem breiten Winkel aus.

Den prinzipiellen Aufbau zeigt die folgende Grafik:

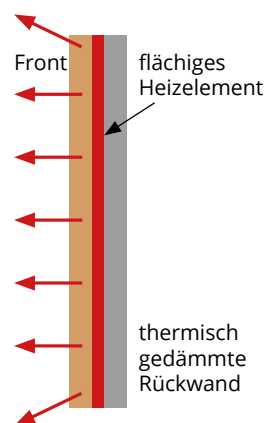


Abb. Der prinzipielle Aufbau eines flächigen Niedertemperatur-Infrarotstrahlers



Bei den **Hellstrahlern** ist das Heizelement je nach Gehäuseaufbau mal mehr, mal weniger sichtbar, je nach Temperatur hell oder dunkel glühend und besteht entweder aus einem Glühfaden, wie bei der klassischen Glühbirne in einem Glasröhrchen, oder aus einer Glühplatte. Meistens ist hinter dem Heizelement ein Reflektor angebracht, damit die Strahlung wie bei einer Spot-Leuchte in einem engen Winkel gerichtet nach vorne abstrahlt. Nach hinten ist die Abstrahlung dann nur noch ganz schwach.

Den prinzipiellen Aufbau zeigt die folgende Grafik:

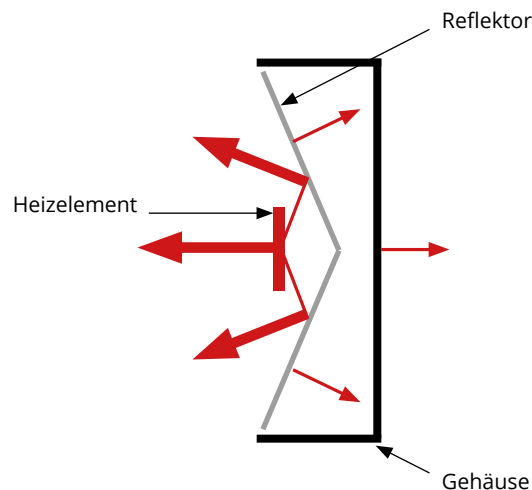


Abb. Das Prinzip eines Hellstrahlers

Die Gehäuse der Infrarotstrahler sind heute in den verschiedensten Designs erhältlich. Insbesondere die flachen Niedertemperatur-Infrarotstrahler gibt es in zahlreichen Variationen als Wand- oder Decken-Paneele, als Spiegel-Heizungen, als Bildheizungen, als künstlerische Collagen und vieles mehr.

Die wichtigsten Kenngrößen von Infrarotheizungen neben der elektrischen Anschlussleistung sind der Strahlungswirkungsgrad und die Aufheizzeit.

Die **elektrische Anschlussleistung** ist die Leistung, die von der Infrarotheizung aus dem Stromnetz aufgenommen und in Wärme umgewandelt wird. Sie muss mindestens so groß sein wie die für den Raum benötigte Heizleistung, die sich aus der Heizlastberechnung gemäß DIN EN 12831 ergibt.

Der **Strahlungswirkungsgrad** gibt an, wie viel von der zugeführten elektrischen Leistung effektiv als Infrarotstrahlungsleistung an die Oberflächen des Raumes tatsächlich übertragen wird.

Wie schon beschrieben, darf das nicht mit dem Anteil der abgestrahlten Leistung verwechselt werden, der dem Anteil der elektrischen Leistung entspricht, der als Infrarotstrahlung abgegeben wird. Die Raumflächen wirken mit der eigenen, von ihnen abge-

gebenen Infrarotstrahlung auf die Infrarotheizung zurück und heben die Wirkung der dort abgegebenen Strahlung teilweise wieder auf.

Manchmal wird auch der Begriff des Strahlungswirkungsgrads irrtümlich oder sogar missbräuchlich verwendet, obwohl eigentlich der Strahlungsfaktor gemeint ist. Die Werte für den Strahlungsfaktor liegen nämlich deutlich höher als die Werte für den Strahlungswirkungsgrad.

Ein Messverfahren für den Strahlungswirkungsgrad ist erstmals von einer Arbeitsgruppe an der Technischen Universität Kaiserslautern in den Jahren 2010 bis 2014 entwickelt und seit 2014 in einer Normungs-Arbeitsgruppe des VDE/DKE in die neue Norm DIN EN IEC 60675-3 umgesetzt worden, die 2020/21 zur Veröffentlichung ansteht.

**Wichtig dabei ist, dass nur der Strahlungswirkungsgrad eine Qualitätsaussage darüber zulässt, wie gut der Infrarotstrahler heizungstechnisch funktioniert, d.h. wie gut er in der Lage ist, die Raumboflächen aufzuheizen.**

Alle Heizungen geben, wie alle warmen Körper, Wärme als Infrarotstrahlen ab. Typische Werte für den Strahlungswirkungsgrad verschiedener Heizungen nach dem neuen Messverfahren für den Strahlungswirkungsgrad sind:

<b>Heizgerät / Heizkörper</b>	<b>Strahlungswirkungsgrad</b>
Heizlüfter	maximal 5%
Elektro-Nachtspeicherofen	maximal 10%
Radiator (elektrisch oder mit Warmwasser)	5 bis 15%
Plattenheizkörper (elektrisch oder mit Warmwasser)	10 bis 25%
Fußbodenheizung (elektrisch oder mit Warmwasser)	15 bis 35%
Deckenheizung (elektrisch oder mit Warmwasser)	20 bis 40%
Wandheizung (elektrisch oder mit Warmwasser)	10 bis 35%
Kachelofen	25 bis 45%
Infrarot-Strahlungsheizung (= Infrarotheizung)	40 bis über 90%

**Hier wird deutlich, weshalb den Infrarotheizungen so eine hohe Bedeutung zukommt. Sie überragen alle anderen Heizungen deutlich im Strahlungswirkungsgrad. Dabei ist zu beachten, dass nach der neuen Norm nur Heizungen ab 40 Prozent Strahlungswirkungsgrad als Infrarotheizungen bezeichnet werden können.**

Viele der heute als Infrarotheizung angebotenen Heizungssysteme sind in diesem Sinne keine. Wärmeabgabe an einen Raum erfolgt immer zugleich über Wärmestrahlung, Konvektion und Wärmeleitung. Eine hundertprozentige Abgabe über Wärmestrahlung ist physikalisch nur im Vakuum wie zwischen Sonne und Erde möglich.

Die bisher in der Forschung zum oben genannten Messverfahren praktisch gemessenen Infrarotheizungen erreichen die erforderlichen 40 Prozent Strahlungswirkungsgrad erst bei Oberflächentemperaturen oberhalb ca. 60°C. Theoretisch wäre das schon ab ca. 40°C erreichbar. Bei Niedertemperatur-Infrarotheizungen mit maximal 200°C Oberflächentemperatur sind theoretisch maximal 70 Prozent Strahlungswirkungsgrad erreichbar. Hellstrahler erreichen bis über 90 Prozent.

Der Heizleistungsanteil, der nicht durch Infrarotstrahlung an den Raum übertragen werden kann, wird in der Regel hauptsächlich durch Konvektion in die Umgebung übertragen. Der Wärmeleitungsanteil ist bei den meisten Heizungen gering. Fast alle Heizungen, die keine echten Infrarotheizungen mit mindestens 40 Prozent Strahlungswirkungsgrad sind, sind also eigentlich Konvektionsheizungen, obwohl viele von ihnen wie zum Beispiel der Plattenheizkörper aus historischen Gründen als Strahlungsheizungen bezeichnet werden.

Die **Aufheizzeit** ist eine weitere wichtige Kenngröße, weil sie angibt, wie gut die Infrarotheizung regelbar ist. Je kürzer die Aufheizzeit, desto besser kann die Infrarotheizung der Regelung folgen. Auch die Aufheizzeit wird nach der neuen Norm DIN EN IEC 60675-3 bestimmt. Gute Infrarotheizungen schaffen Aufheizzeiten unter fünf Minuten, ideal wären weniger als zwei Minuten.

# DIE NEUE NORM: DIN EN IEC 60675-3

In der neuen Norm DIN EN IEC 60675-3 wird weltweit erstmals ein Verfahren zur Bestimmung des Strahlungswirkungsgrads für elektrische Haushalt-Direktheizgeräte festgelegt.

Die Norm wurde auf der Basis von Forschungsergebnissen an der TU Kaiserslautern zunächst in einer Arbeitsgruppe des VDE/DKE entwickelt. Anschließend wurde sie auf internationaler Ebene in eine Arbeitsgruppe der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (International Electrotechnical Commission, IEC) eingebracht und dort weiterentwickelt. Die IEC ist die weltweit bedeutendste Normierungsorganisation im Bereich der Elektrotechnik und Elektronik mit Sitz in Genf. Der IEC-Standard ist ein entscheidendes Qualitätskriterium für den Handel.

Die zur Bestimmung des Strahlungswirkungsgrads notwendigen Messungen werden in einem standardisierten Testraum vorgenommen und, wie oben beschrieben, die tatsächlich effektiv übertragene Wärmeleistung auf die Oberflächen des Raumes gemessen. Außerdem wird die Grenze festgelegt, ab wo eine elektrische Einzelraumheizung nach dieser Norm eine Infrarotheizung ist, nämlich ab 40 Prozent. Ab dieser Schwelle überwiegt die übertragene Wärmeleistung durch die Infrarotstrahlung die von jeder der beiden anderen Wärmeübertragungsarten, also sowohl die der Konvektion, als auch die der Wärmeleitung.

Diese Festlegung ist entscheidend, da die beschriebenen Wirkungen der Infrarotheizung wie zum Beispiel die überwiegende Aufheizung der Oberflächen statt der Raumluft erst dann zutreffen. Da im Heizungsmarkt bisher die Bezeichnung Infrarotheizung beliebig verwendet wurde – es wurden sogar Heizlüfter als Infrarotheizungen angeboten –, war das bisher bei weitem nicht mit allen unter dieser Bezeichnung angebotenen Produkten gewährleistet.

Mit der in der DIN EN IEC 60675-3 verankerten Definition des Strahlungswirkungsgrades wurde eine Grundlage geschaffen, mit deren Hilfe es möglich ist, eine vorliegende Heizung als Infrarotheizung zu klassifizieren – oder eben nicht.

Außerdem wird in der Norm ein Messverfahren für die Aufheizzeit festgelegt.

Das wichtigste Qualitätskriterium für die Infrarotheizung ist also der Strahlungswirkungsgrad, das zweitwichtigste die Aufheizzeit, wie sie nach der Norm zu bestimmen ist.

# INFRAROTHEIZUNGEN EINSETZEN

Aber richtig!

Grundsätzlich besteht der Wunsch bzw. Bedarf nach einer behaglich temperierten Umgebung. Aufgabe und Zielsetzung in der Heizungstechnik ist es, für eine solche Umgebung zu sorgen.

Wie ist hier am besten vorzugehen, wenn eine Infrarotheizung eingesetzt werden soll?

Das wichtigste Kriterium ist: Infrarotheizung und das Gebäude oder die Anwendung müssen zueinander passen. Wir sind an die Nutzung von Konvektionsheizungen und ihren Anblick gewöhnt. Diese arbeiten aber ganz anders. Daher erfordert der Einsatz von Infrarotheizungen in der Regel ein Umdenken bei deren Planung und Nutzung.

Generell gibt es zwei Aufgabenstellungen:

## 1. Einsatz als Zusatzheizung

Man will eine behaglich temperierte Umgebung in (flexibel, mobil) wählbaren Teilbereichen eines Raumes, einer Wohneinheit oder eines Freiflächenbereichs additiv zu einer Hauptheizung herstellen. Das ist das typische Anwendungsgebiet für eine Zusatzheizung. Es brauchen dabei vom Anwender keine speziellen Gesetze oder Verordnungen beachtet zu werden und der Laie kann dies in Eigenregie gemäß der jeweiligen Bedienungsanleitung umsetzen.

Beispiele für Anwendungsfälle als Zusatzheizung sind:

- Kalte Zone in einem ansonsten beheizten Raum
- Unbeheizter Einzelraum innerhalb einer beheizten Wohneinheit
- Zusatzheizung in sporadisch genutzten Räumen zur Komforterhöhung (z.B. Bad)
- Schimmelprobleme (vorher Ursache abklären: grundsätzlicher Feuchteschaden, Lüftungsprobleme, Folgen einer kalten Zone)

Allgemein: Behaglichkeitsdefizite in bestimmten Aufenthaltsbereichen einer sonst beheizten Wohneinheit.

## 2. Einsatz als Hauptheizung

Man will eine behaglich temperierte Umgebung im gesamten Bereich eines Gebäudes, einer Wohnung, einer Halle oder einer Freifläche herstellen. Dies wäre die Anwendung der Infrarotheizung als Hauptheizung.

Es ist eine Reihe von einschlägigen Gesetzen, Verordnungen und Normen zu erfüllen (s. Seite 31), die eine fachkundige Ingenieursleistung durch Energieberater, Fachplaner und Architekten sowie die Ausführung durch das Fachhandwerk erforderlich macht!

Die unten aufgeführte Schritt-für-Schritt-Anleitung für den Einsatz einer Infrarotheizung als Hauptheizung ist für Fachleute gedacht. Für Laien kann sie als Information für die Beauftragung eines Fachbetriebes oder Spezialisten dienen.

# INFRAROTHEIZUNG ALS ZUSATZHEIZUNG

Die folgenden Hinweise gelten für die oben beschriebenen Anwendungsfälle als Zusatzheizung.

## Dimensionierung der elektrischen Anschlussleistung

Die in der unten stehenden Tabelle aufgelisteten Werte für die Heizleistung dienen als grobe Richtwerte für die Abschätzung der benötigten Anschlussleistung einer Infrarotheizung als Zusatzheizung. Man ermittelt die Grundfläche der kalten Zone oder des zu beheizenden Einzelraums und multipliziert die Fläche mit der zutreffenden Heizleistung. Daraus ergibt sich die elektrische Anschlussleistung des oder der Infrarotstrahler, die man als Zusatzheizung benötigt.

Speziell beim Passivhaus ist die zusätzlich benötigte Heizleistung so niedrig, dass es keine näherungsweise passenden Infrarotstrahler gibt. Das ist jedoch kein Problem, da der Thermostat eine Überheizung verhindert.

<b>Baujahr oder Gebäudestandard</b>	<b>Heizleistung</b>
Baujahre bis 1982	60-100 W/m <sup>2</sup>
Baujahre 1983 bis 1995	40-60 W/m <sup>2</sup>
Baujahre ab 1996 generell	30-40 W/m <sup>2</sup>
KfW-Effizienzhaus 70	15-30 W/m <sup>2</sup>
Passivhaus	10 W/m <sup>2</sup>

## Verwendete Raumthermostate

Leider gibt es derzeit keine speziellen Raumthermostate für Infrarotheizungen, die die Kombination von Luft- und Oberflächentemperaturen messen könnten. Spezielle Sensoren wie der Globesensor (Schwarzkugelsensor) haben sich in Untersuchungen zu Regelungen für Infrarotheizungen als zu träge erwiesen. Deshalb muss man den Umweg über handelsübliche Thermostate für die Lufttemperatur nehmen, bis neue und schnelle Sensoren industriereif entwickelt sind. In der Forschung gibt es sie schon und einer davon ist sogar in einer neuen DIN SPEC 91420 bereits definiert. Am einfachsten in der Anwendung als Zusatzheizung haben sich daher batteriebetriebene Funkthermostate erwiesen.

## Platzierung

Zur Veranschaulichung kann man die Installation einer Infrartheizung als Zusatzheizung mit der Installation einer zusätzlichen Leuchte in einem Teilraum vergleichen, in dem es zu dunkel ist. Oder man nimmt als Beispiel einen einzelnen Raum, in dem keine Lichtquelle installiert ist. Bei dieser Vorstellung wird unmittelbar klar, dass die besten Positionen an der Decke und an der oberen Wandhälfte sind, wo man normalerweise auch Leuchten installieren würde.

Installationen hinter oder unter Einrichtungsgegenständen sind fast immer falsch und nicht effektiv. Man will den Raum ja mit Infrarotstrahlen gleichmäßig "ausleuchten". Ausnahme ist zum Beispiel ein kleiner mobiler Infrarotstrahler als Zusatzheizung unter einem Schreibtisch, wenn sich dort eine kalte Zone befindet.

Zur richtigen Positionierung wird die zu beheizende Zone (Teilraum) von Infrarotstrahler und Thermostat umschlossen oder eingegrenzt (siehe Abbildung unten).

Dabei können auch mobile Infrarotstrahler zum Einsatz kommen. In einem unbeheizten einzelnen Raum ist die Platzierung wie im Bild unten.

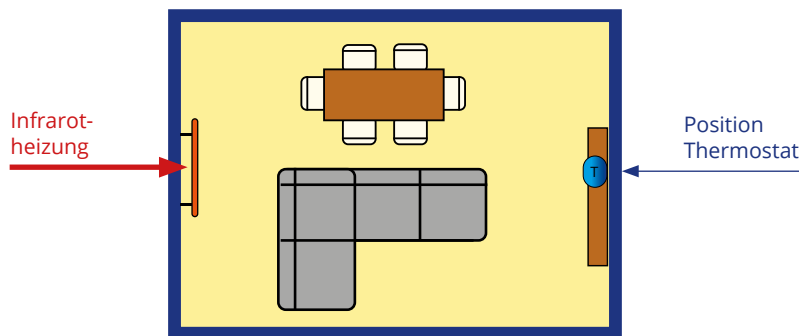


Abb. Beispiel Positionierung in einer zu beheizenden Zone

Wichtig ist, dass „Sichtverbindung“ zwischen Infrarotstrahler und Thermostat besteht, um bei normalen Luftthermostaten einen Messeffekt für die Kombination von Luft- und Oberflächentemperaturen zu erhalten.

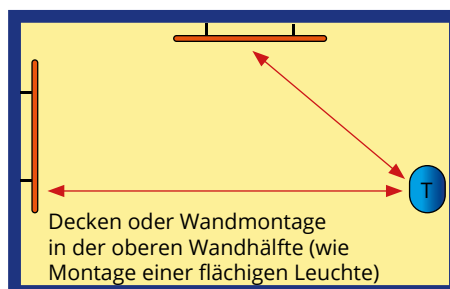


Abb. Positionierung Zusatzheizung in einem einzelnen unbeheizten Raum



Zur Positionierung einer Infrarotheizung zu Fensterflächen gibt es nur eine generelle Regel: möglichst nicht gegenüber von Fenstern.

Durch die kalte Fensterfläche ist die Durchschnittstemperatur der Fensterseite deutlich niedriger als die gegenüberliegende Wand mit Infrarotheizung. Das kann wegen der möglichen hohen Strahlungs-Asymmetrie zwischen beiden Wänden zum sogenannten „Lagerfeuer-Effekt“ führen, das heißt, eine Seite wird als zu warm, die andere Seite als zu kalt empfunden. Alle anderen Positionierungen sind diesbezüglich unkritisch. Die Position gegenüber Fenstern ist also möglichst zu vermeiden. Speziell bei Altbauten ist die beste Position neben oder zwischen den Fenstern.

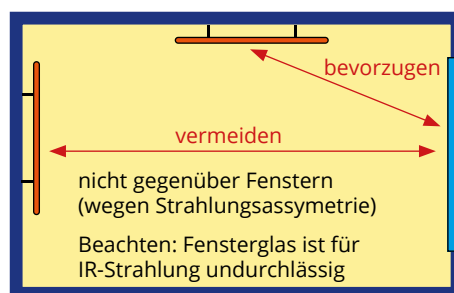


Abb. Positionierung Zusatzheizung in einem einzelnen unbeheizten Raum mit Fenster

### Außerdem zu beachten

Für das System aus Infrarotheizung und Regelungsthermostat gelten folgende Bedingungen im Falle der Verwendung als Zusatzheizung:

- Die Temperatur-Regelung erfolgt standardmäßig unabhängig von der Regelung der Hauptheizung. Darauf ist bei der Platzierung der Thermostate von Hauptheizung und Zusatzheizung zu achten (genügender Abstand!).
- Die Infrarotheizung und der zugehörige Thermostat müssen beide örtlich in der zu beheizenden Zone platziert werden (siehe oben zum Thema Platzierung), um einen möglichst hohen Effekt zu erzielen und die gegenseitige Beeinflussung von Hauptheizung und Zusatzheizung zu minimieren.

### Inbetriebnahme

- Es muss sichergestellt sein, dass alle Hinweise in der Bedienungsanleitung von Infrarotheizung und Thermostat beachtet wurden.
- Die Thermostate der Hauptheizung sind vor Inbetriebnahme in der sonst üblichen Einstellung zu belassen, in der das Behaglichkeits-Defizit bestand.
- Den Thermostat der Infrarotheizung auf subjektive Behaglichkeit einstellen. Bitte beachten Sie: Die Temperaturanzeigen am Display sind bei Raumluft-Thermostaten irreführend! Der Grund: Für die Behaglichkeit zählt die Kombination von Raumluft und Oberflächentemperaturen und nicht die Raumlufttemperatur allein.

## Betrieb

- Die Infrarotheizung ist bewusst als Zusatzheizung und nicht als versteckte Hauptheizung zu betreiben.
- Bei Nichtbenutzung ausschalten (über den Thermostat).
- Die Thermostate der Hauptheizung in der vor der Inbetriebnahme der Zusatzheizung üblichen Einstellung belassen. Veränderungen können zu überhöhtem Energieverbrauch führen.  
Der Grund: In bestimmten Einstellungskombinationen der Thermostate kann es zu einer Überhitzung des Raumes kommen.

## Welche gesetzlichen Vorgaben und Normen sind generell zu befolgen?

Im Internet kursieren viele Anleitungen, wie man die benötigte Heizleistung für einzelne Räume nach einfachen Formeln berechnet und danach die Infrarotheizung auslegt. Das wird dadurch unterstützt, dass Infrarotheizungen günstig in der Anschaffung sind und leicht vom Laien in Eigenregie installiert werden können. Dabei wird vielfach der Eindruck erweckt, man könne alle Räume im Haus oder in der Wohnung auf diese Weise ausstatten.

Das Gegenteil ist der Fall! Die Installation auf eigene Faust ist nur für einzelne Räume und als Zusatzheizung gesetzlich zugelassen. Bei der Anwendung von Infrarotheizungen als Hauptheizung ist die Beachtung der entsprechenden Gesetze und Verordnungen unbedingt einzuhalten. Die Nichtbeachtung ist strafbar und kann hohe Ordnungsstrafen nach sich ziehen.

Zusätzlich setzt man sich der Gefahr aus, dass die Installation hinsichtlich Stromverbrauch und dadurch verursachter Kosten äußerst unrentabel wird.

Gesetzlich vorgeschrieben sind im Falle einer Hauptheizung die Heizlastberechnung und die Berechnungen nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG).

Mit der Heizlastberechnung (früher Wärmebedarfsberechnung) wird ermittelt, auf welche Heizleistung die Heizungsanlage auszulegen ist, um auch an sehr kalten Tagen das Gebäude sicher warm zu halten.

Mit dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) werden Grenzwerte für den Jahresenergieverbrauch festgelegt, die das Gebäude samt der verwendeten Heizung einzuhalten hat.

Wichtig sind auch noch produktspezifische gesetzliche Vorgaben und Normen wie

- die Ökodesign-Richtlinie
- Prüfzeichen wie das CE-Zeichen oder das GS-Zeichen samt der zugehörigen Prüfungen
- Normen wie die neue DIN EN IEC 60675-3.

Die Ökodesign-Richtlinie dient dazu, die Umweltwirkungen von energieverbrauchenden Produkten möglichst weit zu vermindern. Dabei wird der gesamte Produktlebenszyklus berücksichtigt. Die Produkte müssen so gestaltet sein, dass sie in Produktion und Gebrauch möglichst wenig die Umwelt belasten. Von dieser Richtlinie ist auch die Infrarotheizung betroffen. Alle Auflagen aus der Richtlinie sind von den Herstellern und Anbietern einzuhalten.

Mit dem CE-Zeichen oder genauer der CE-Kennzeichnung bestätigt der Hersteller, dass er die Harmonisierungsrichtlinien der EU einhält und das Produkt allen Anforderungen genügt, die sich daraus ergeben. Das reine CE-Zeichen ist kein Prüfzeichen wie das GS-Zeichen. Wenn diese Konformität mit den EU-Richtlinien durch eine staatlich benannte Prüfstelle zertifiziert wurde, wird noch eine Prüfnummer hinzugefügt. Damit wird es auch zum Prüfzeichen.

Mit dem GS-Zeichen wird dem Produkt bescheinigt, dass es den Anforderungen des Produktsicherheitsgesetzes entspricht. Es ist das einzige gesetzlich geregelte Zeichen für Produktsicherheit in der EU, das vor Schäden an Leib und Leben schützt.

### **Spezielle Hinweise zur Anwendung von Hochtemperatur-Infrarotheizungen**

Viele elektrische Hochtemperatur-Infrarotheizungen können ebenfalls in Eigenregie als Zusatzheizungen speziell in hohen Räumen und zur Beheizung von Freiflächen wie Terrassen installiert werden.

Zu den Hochtemperatur-Infrarotheizungen zählt man alle Strahler mit Oberflächentemperaturen ab 200°C bis über 1000°C. Wegen den hohen Temperaturen sind besondere Sicherheitsvorkehrungen wie zum Beispiel Mindest-Installationshöhe und Abstand zu brennbaren Materialien einzuhalten.

Die elektrische Anschlussleistung kann wegen der Anwendungsgebiete im Gegensatz zu Niedertemperatur-Infrarotstrahlern mehrere tausend Watt betragen. Deshalb muss eine Stromversorgung mit entsprechend hoher Absicherung, eventuell bis hin zum Starkstromanschluss zur Verfügung stehen.

Die typisch benötigte elektrische Leistung des Strahlers beträgt in hohen Räumen (3 Meter und höher) 100 bis 200 Watt pro Quadratmeter auf Freiflächen 200 bis 400 Watt pro Quadratmeter, wenn die Freifläche nicht windgeschützt ist, sogar mehr. Im Einzelfall sollte man die Empfehlungen des Herstellers beachten oder einen Fachplaner zu Rate ziehen.

Die Platzierung hängt stark von der Leistung und dem Abstrahlwinkel ab. Die Hersteller geben dazu entsprechende Hinweise in den Installationsanleitungen.

Eine allgemein vorteilhafte Platzierung für die Verwendung auf Freiflächen ist im folgenden Bild veranschaulicht. Gibt es keine begrenzende Wand zur Freifläche (Teilbild a),

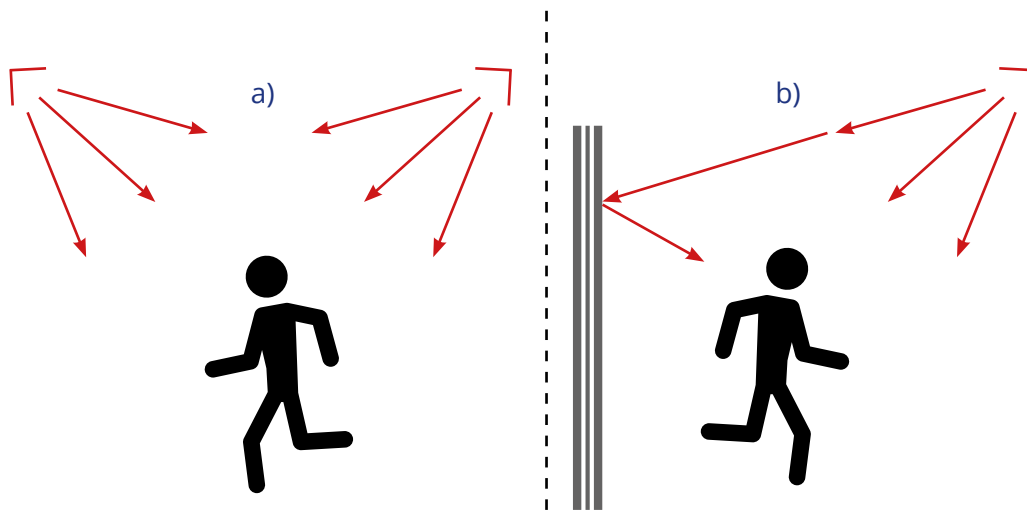


Abb. Positionierung von Strahlern auf Freiflächen

dann genügt in der Regel die Positionierung an zwei gegenüber liegenden Seiten schräg von oben (entsprechende Installationsvorrichtungen wie zum Beispiel Masten vorausgesetzt).

Gibt es eine begrenzende Wand (Teilbild b), dann ist die beste Positionierung gegenüber der Wand. Das hat den Vorteil, dass auch die Wandoberfläche aufgeheizt wird, die Strahlung je nach Wandoberfläche teilweise auch reflektiert wird (Spiegelstrahler-Effekt) und die dort befindlichen Personen auch von zwei Seiten erwärmt werden. Auch hier braucht man entsprechende Installationsvorrichtungen. Die oft verwendete Installation an der Wand ist zwar wesentlich einfacher und kostengünstiger, aber wegen des Wärmeunterschieds zwischen dem Strahler und dem Außenbereich wesentlich unbehaglicher.

Bei allen Anwendungen, die über den Charakter der Zusatzheizung hinausgehen, also in der Regel alle Anwendungen in Nichtwohngebäuden, sind über die Anleitungen der Hersteller hinaus die dort geltenden Normen und gesetzlichen Vorgaben einzuhalten. Diese Installationen sind zwingend von Fachleuten durchzuführen.

# INFRAROTHEIZUNG ALS HAUPTHEIZUNG

## Teil 1: Die Systemlösung für die Anwendung von Infrarotheizungen als Hauptheizung

In den gesetzlichen Verordnungen und den darin enthaltenen Berechnungsvorschriften werden Infrarotheizungen nicht von den anderen Formen der Direktheizungen unterschieden. Es gibt viele Praxisbeispiele, in denen die Infrarotheizungen energetisch wesentlich besser abschneiden als vergleichbare Konvektionsheizungen. Doch leider gibt es auch viele Gegenbeispiele, bei denen der Energieverbrauch beim Umstieg auf die Infrarotheizung steigt. Die genauen Zusammenhänge sind derzeit noch Gegenstand der Forschung.

Der Grund, weshalb die bisherigen Berechnungsformeln in den Verordnungen nicht gut auf die Infrarotheizungen passen, ist folgender:

Die bisherigen Heizungen sind überwiegend Konvektionsheizungen, die die Luft aufheizen. Für diese Heizungen gibt es gut funktionierende Berechnungsverfahren. Genau genommen wird bei Konvektionsheizungen aber nicht das Gebäude selbst, sondern nur der Luftraum im Gebäude geheizt. Die Infrarotheizung heizt aber direkt die Oberflächen in den Gebäuden, also die Gebäudebauteile und damit das Gebäude selbst. Das ist bauphysikalisch ein großer Unterschied. Die Konsequenzen daraus sind jedoch noch nicht im Detail erforscht. Deshalb gibt es auch noch keine zugeschnittenen Berechnungsformeln für Infrarotheizungen, die man sinnvoll in den Verordnungen verwenden könnte, um im Voraus zu entscheiden, ob die Infrarotheizung im konkreten Gebäude von Vorteil ist oder nicht. Insbesondere gibt es für Infrarotheizungen noch keinen spezifischen Wert für die oben erwähnte Anlagenaufwandszahl.

Die Folge davon ist, dass bei der Berechnung nach dem GEG die Infrarotheizung in vielen Fällen die geforderten Grenzwerte nicht erfüllen kann und als Hauptheizung ausscheidet.

Aus diesem Dilemma gibt es jedoch einen Ausweg:

Die ganzheitliche Betrachtung der Energieversorgung des Hauses oder der Wohnung.

Die Frage nach der richtigen Heizung ist nicht die einzige, die energetisch sinnvoll zu beantworten ist. Dahinter steht die viel umfassendere Aufgabenstellung der richtigen Energieversorgung für ein Gebäude. Dazu gibt es viele Untersuchungen, die alle darauf hinauslaufen, dass die Energieversorgung von Gebäuden sich in Richtung lokale Energieautonomie entwickeln muss.

Schon in den 1990er Jahren wurden solche Untersuchungen auch an der Technischen Universität Kaiserslautern in den damaligen Arbeitskreisen für Ökologisches Bauen und für Gebäudesystemtechnik begonnen. Das Ergebnis ist ein in vielerlei Hinsicht

ökologisch und ökonomisch vorteilhaftes Systemkonzept. Dieses Systemkonzept wurde bis heute immer weiter entwickelt und enthält mittlerweile die Infrarotheizung als eine wichtige Komponente. Das Systemkonzept ist schematisch in folgender Grafik dargestellt:

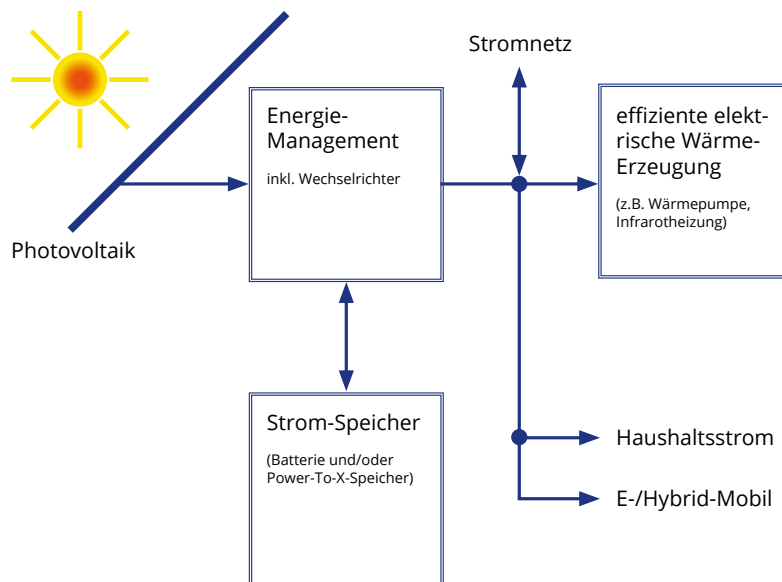


Abb. System-Konzept

Als Energiequelle dient die Solarenergie, die über eine Photovoltaik-Anlage in elektrischen Strom gewandelt wird. Der elektrische Strom wird nicht nur als „normaler“ Haushaltsstrom verwendet, sondern auch zur effizienten Wärmeerzeugung für die Raumheizung und die Warmwasserbereitstellung. Darüber hinaus dient der erzeugte Strom auch noch für die Versorgung eines Elektrofahrzeugs. Der Strom wird entweder direkt verbraucht oder in einem Stromspeicher für die Zeiträume zwischengespeichert, in denen die Photovoltaik-Anlage nicht genug liefert. Außerdem wird die Photovoltaik-Anlage parallel zum Stromnetz betrieben und überschüssiger Strom eingespeist. Falls notwendig, wird auch Strom wieder aus dem Netz bezogen. Angestrebt wird jedoch die vollständige Energieautonomie.

Für die effiziente Wärmeerzeugung sind Infrarotheizungen und Wärmepumpen im Konzept vorgesehen.

Dieses Konzept kommt dem GEG sehr entgegen. So ist es problemlos möglich, die Infrarotheizung als wichtige Komponente mit den bisher gültigen Berechnungsverfahren einzubinden.

Es haben sich folgende Haupt-Varianten als ökonomisch und ökologisch besonders geeignet herausgestellt:

**Variante 1:** Photovoltaik-Anlage (mit oder ohne Speicher), Infrarotheizung, Warmwasserbereitung mit Durchlauferhitzer oder Warmwasser-Wärmepumpe.

Die Variante 1 ist besonders geeignet für alle Neubauten mit Energiestandard KfW 55 und besser.

**Variante 2:** Photovoltaik-Anlage (mit oder ohne Speicher), Infrarotheizung, Lüftungs-Kompakt-Wärmepumpe zur Warmwasserbereitung und Raumheizungsunterstützung.

Die Variante 2 ist geeignet für alle Neubauten mit Energiestandard schlechter als KfW 55 und insbesondere für die energetische Altbausanierung.

Über die konkrete Umsetzung im Detail wird in regelmäßigen Workshops und Vorträgen an der TU Kaiserslautern diskutiert.

Entsprechende Fortbildungs-Seminare werden auch von den Verbänden IG Infrarot und Bundesverband Infrarot-Heizung (BVIR) angeboten.

Als Vorab-Information wird die Vorgehensweise im folgenden Kapitel zusammenfassend vorgestellt.

# INFRAROTHEIZUNG ALS HAUPTHEIZUNG

## Teil 2: Eine Schritt-für-Schritt-Anleitung für den Fachmann

Um entscheiden zu können, welche Systemvariante im konkreten Fall die richtige ist und wie die einzelnen Komponenten zu dimensionieren sind, wird ein zyklisches Verfahren durchlaufen, bis man das optimale Ergebnis gefunden hat.

Das Verfahren ist schematisch in folgender Abbildung dargestellt:



Es beginnt mit der Heizlastberechnung für das Gebäude nach DIN EN 12831. Für Neubauten liegen die Daten aus der Planung vor. Im Falle einer Altbauanierung müssen die benötigten Daten im Rahmen einer Vor-Ort-Beratung erfasst werden.



Im zweiten Schritt werden diejenigen Konzeptvarianten und deren Untervarianten (zum Beispiel mit oder ohne Stromspeicher) ausgewählt, die berechnet werden sollen. Im dritten Schritt wird die Photovoltaik-Anlage dimensioniert. Sie sollte möglichst großzügig ausfallen, damit sie energetische Autonomie ermöglicht, Kriterien als Notstrom-Aggregat erfüllt und die Erfüllung der Grenzwerte aus dem GEG sicherstellt.

Als vierter und letzter Schritt erfolgt die GEG-Berechnung. Werden alle Grenzwerte erfüllt und ist das Ergebnis insgesamt ökologisch und ökonomisch zufriedenstellend, ist das Berechnungsverfahren beendet und man kann das Ergebnis umsetzen.

Ist dies nicht der Fall, muss man zum zweiten Schritt zurückspringen und es müssen Alternativen berechnet werden.

Die verwendeten Berechnungsprogramme müssen in der Lage sein, die Erträge der Photovoltaik-Anlage zu berücksichtigen und zwei zugleich benutzte Heizungen (hier die Wärmepumpe und die Infrarotheizung) zu berechnen.

Das Verfahren liefert in der Praxis stets eine gute bis sehr gute Lösung.

In den bisherigen Beispielen haben sich folgende Kriterien für die Auslegung von Infrarotheizung und Wärmepumpe herausgestellt (darüber wird in speziellen Veranstaltungen für Fachleute genauer informiert):

- a) Die Wärmepumpe übernimmt gegebenenfalls die Warmwasserbereitung in Variante 1. In Variante 2 übernimmt die Wärmepumpe zusätzlich ca. ein Viertel bis ein Fünftel der Heizlast. Die Infrarotheizung übernimmt gemäß Variante 1 die gesamte Heizlast. In Variante 2 übernimmt die Infrarotheizung die übrigen drei Viertel bis vier Fünftel der Heizlast, die von der Wärmepumpe nicht abgedeckt werden.

Bei dieser Aufteilung entfallen in Variante 2 mehr als drei Viertel des Stromverbrauchs der Heizung auf die Wärmepumpe, weniger als ein Viertel auf die Infrarotheizung.

Wegen der in der Regel geringen benötigten Heizleistung der Wärmepumpe haben sich Lüftungs-Wärmepumpen bewährt, die als preiswerte Kompaktanlagen angeboten werden und sowohl die Warmwasserbereitung als auch die Raumheizung übernehmen können.

- b) Bei der Installation muss die Regelung in Variante 2 so eingestellt werden, dass die Wärmepumpe kontinuierlich für die Warmwasserbereitstellung und die Grunderwärmung des Gebäudes sorgt. Die Infrarotheizung übernimmt alle über die Grunderwärmung hinausgehenden Spitzen des Heizbedarfs.

# ÖKOLOGIE UND CO<sub>2</sub>-BILANZ

Da die Verwendung der Infrarotheizung in ein ökologisches Systemkonzept eingebunden sein sollte, ist auch die Ökobilanz der Infrarotheizung positiv zu bewerten. Im Idealfall der vollständigen Energieautonomie entsteht keinerlei CO<sub>2</sub>.

Über Details zu diesem Thema informieren die unter Quellen aufgeführten Forschungsberichte. Aktuelle Forschungsergebnisse werden regelmäßig in Workshops an der TU Kaiserslautern vorgestellt.

# WIRTSCHAFTLICHKEIT

In den bisherigen Beispielen hat sich gezeigt, dass die hier vorgestellte Systemlösung sowohl in den Investitionskosten als auch in den Verbrauchskosten in der Regel besser abschneidet als vergleichbare andere Lösungen.

Die Infrarotheizungen tragen insbesondere zur deutlichen Senkung der Investitionskosten bei. Die Energieverbräuche und die damit verbundenen Verbrauchskosten sind in der Regel ebenfalls niedriger als bei anderen Lösungen.

Über Details zu diesem Thema informieren die unter Quellen aufgeführten Forschungsberichte und die regelmäßigen Workshops an der TU Kaiserslautern.

# HÄUFIG GESTELLTE FRAGEN

## **Woher stammt die Idee, Infrarotstrahlung für Heizzwecke zu nutzen und seit wann werden Infrarot-Heizplatten produziert?**

Die Idee gibt es, seit der Mensch das Feuer für sich entdeckt hat. Das offene Feuer kann als die erste Infrarotstrahlungsheizung überhaupt gewertet werden. Infrarot-Heizplatten – fachlich korrekt: flächige Niedertemperatur-Infrarotstrahler – gibt es seit etwa 20 bis 30 Jahren. Sie wurden ursprünglich als Bautrocknungsgeräte eingesetzt.

Hochtemperatur-Infrarotstrahler gibt es als sogenannte Heizstrahler mindestens schon seit den 1950er Jahren, Vorläufer davon sind sogar aus den 1920er Jahren bekannt.

## **Gibt es medizinische/therapeutische Auswirkungen der Infrarotstrahlung? Wenn ja, welche?**

Um Verwechslungen mit gefährlichen Strahlungsarten zu vermeiden, benutzen viele Hersteller von Infrarotheizungen aus Marketinggründen das Kunstwort „Wärmewellen“ oder ähnliche Wortschöpfungen statt den physikalisch richtigen Begriff Infrarotstrahlen.

Tatsächlich darf man sie nicht mit anderen Strahlungsarten verwechseln. Infrarotstrahlen werden von allen Körpern abgegeben, auch vom menschlichen. Die Infrarot-C-Strahlen dringen nur bis in die oberste Hautschicht, die sogenannte Hornhaut ein und sind wohltuend ohne sonstige direkte medizinische Wirkung. Wegen des wohltuenden Effekts wirken sie auch entspannend und indirekt stressmindernd. Die Infrarot-A- und Infrarot-B-Strahlung dringt tiefer in die Haut ein. Wenn man zu viel davon abbekommt, dann kann die Haut etwas trocken werden. Auch medizinische Therapiegeräte, die im Infrarot-A-Bereich strahlen, soll man nur kurzzeitig anwenden und die in der Bedienungsanleitung angegebenen Sicherheitshinweise beachten. Bei den Niedertemperatur-Infrarotheizungen, die nicht glühen und die nur im Infrarot-C-Bereich strahlen, ist die dauerhafte Verwendung unbedenklich.

Anders sieht es aus bei UV-Strahlung, Mikrowellenstrahlung oder der radioaktiven Strahlung. Diese können schädlich sein, sind aber im elektromagnetischen Spektrum an ganz anderer Stelle angesiedelt und werden von Infrarotstrahlern nicht abgegeben.

## **Was sind Dunkel- und Hellstrahler?**

Wenn man einen Körper langsam erwärmt, kommt irgendwann ein Punkt, an dem dieser Körper zu glühen beginnt. Physikalisch bedeutet das, dass er nicht nur Infrarotstrahlen aussendet, sondern auch sichtbares Licht. Da das Lichtspektrum mit der roten Seite an das Infrarotspektrum angrenzt, glüht der Körper erst dunkelrot, dann rot, dann orange usw., bis er schließlich so heiß ist, dass er alle Farben des Regenbogenspektrums ausstrahlt und weiß glüht.

So lange noch kein Licht zu sehen ist, handelt es sich um einen Dunkelstrahler. Sobald Licht zu sehen ist, egal welche Farbe, handelt es sich um einen Hellstrahler.

## **Was ist eine Infrarot-Flächenheizung?**

Das Wort Strahlungsheizung sowie das Wort Infrarot-Flächenheizung wird in zwei Bedeutungen gebraucht:

Erstens für Flächenheizungen wie Fußboden-, Decken- oder Wandheizungen, wo große Flächen mit warmem Wasser oder einer eingebauten elektrischen Heizfolie auf niedrige Oberflächentemperaturen unter 40°C aufgeheizt werden.

Zweitens für elektrisch betriebene Niedertemperatur-Infrarotheizungen, die meist als flächige Paneele an Wand oder Decken montiert sind und mindestens 40°C bis maximal 200°C Oberflächentemperatur erreichen können. Nur letztere gehören tatsächlich zu den Infrarotheizungen, sofern Sie einen Strahlungswirkungsgrad von mindestens 40 Prozent haben.

## **Was ist der Unterschied zwischen Strahlungsheizungen und Infrarotheizungen?**

Strahlungsheizung hat sich historisch als Sammelbegriff für alle Heizungsarten eingebürgert, die einen höheren Strahlungswirkungsgrad haben als die klassischen Konvektionsheizungen, also mehr als 15%.

Infrarotheizungen haben eine Mindesthöhe im Strahlungswirkungsgrad (nach der neuen Norm DIN EN IEC 60675-3 mindestens 40 Prozent). Diese Anforderung hat insbesondere Bedeutung für Niedrigtemperatur-Heizgeräte (< 200°C). Damit ist jede Infrarotheizung eine Strahlungsheizung, aber nicht jede Strahlungsheizung eine Infrarotheizung.

## **Entsteht beim Einsatz von Infrarotheizungen Elektromog?**

Rein theoretisch wäre es möglich, dass nennenswerte Anteile an Elektromog auftreten, die zwar die CE-Richtlinien einhalten, aber als baubiologisch bedenklich gelten könnten.

Die Messungen während der oben genannten Forschungsprojekte haben jedoch bisher ergeben, dass die entsprechenden Werte spätestens in etwa 30 Zentimetern Abstand so gering sind, dass sie auch baubiologisch keine Rolle mehr spielen. So nahe hält sich niemand bei einer Infrartheizung auf, dass Elektrosmog wirksam werden könnte.

### **Wie erkenne ich als Laie die Qualität/Leistungsfähigkeit einer Infrartheizung?**

Für Laien ist das sehr schwer, weil von einigen Herstellern unseriöse Werbeaussagen gemacht werden. Auch die Aussagen von Verbraucherberatungen sind wenig hilfreich, da auch sie mit dem Thema nicht wirklich vertraut sind.

Sobald die neue Norm DIN EN IEC 60675-3 in Kraft tritt und die Infrarotstrahler danach gemessen und deren Werte auf dem verpflichtenden Datenblatt angegeben werden müssen, kann der Laie auf Qualität und Leistungsfähigkeit zurückschließen.

Darüber hinaus gelten die üblichen Qualitätskriterien und Prüfzeichen für elektrische Geräte, wie die CE-Kennzeichnung, die GS Prüfung oder Prüfungen nach CB/IEC Standards.

### **Wie kann ich als Laie feststellen, ob mein Haus für eine Infrartheizung geeignet ist?**

Der Laie kann das leider überhaupt nicht und der Fachmann erst, wenn er die entsprechenden Berechnungen durchgeführt hat, die in diesem Leitfaden erläutert wurden.

### **Lässt sich die Heizlast vom Laien abschätzen?**

Nur für die Verwendung als Zusatzheizung, wie in der Anleitung oben angegeben. Zur Bestimmung der richtigen Heizlast für eine Hauptheizung ist eine professionelle Heizlastberechnung notwendig. Alles andere führt zu teils erheblichen Abweichungen und Fehlern. Abschätzungen helfen dort nicht weiter, im Gegenteil.

### **Wie wird die Infrartheizung angeschlossen?**

Bei der Anwendung als Zusatzheizung kann man die meisten Infrartheizungen – die Zuleitung muss die benötigte Leistung liefern können – über eine Funk-Steckdose anschließen, über die sie dann auch von einem zum Betrieb für elektrische Heizungen zugelassenen Funk-Thermostat ein- und ausgeschaltet werden können. Aber auch jede andere elektrische Installationsart ist möglich. Wesentlich ist, dass die gesetzlichen Vorschriften zum Einsatz eingehalten werden. Bei einer Altbausanierung und

Verwendung als Hauptheizung sowie bei Geräten höherer Leistung muss die Installation von Fachbetrieben vorgenommen werden und es empfiehlt sich eine elektrische Unterverteilung.

### **Kann man den Nachtspeicheranschluss und die zugehörigen Tarife verwenden?**

Das hängt davon ab, ob der Stromanbieter dieser Verwendung zustimmt und die gleichen Zweitarif-Zähler verwendet werden können. Außerdem sind im Falle einer Hauptheizung die genannten gesetzlichen Vorschriften einzuhalten.

### **Wie weit strahlen Infrartheizungen?**

Infrarotstrahlen haben wie Lichtstrahlen prinzipiell eine unendliche Reichweite. Allerdings nimmt die Strahlungsintensität wie die Helligkeit einer Lampe mit der Entfernung ab. Deshalb sollten in großen Räumen mehrere verteilte Infrartheizungen verwendet werden.

### **Wie schnell heizt eine Infrartheizung?**

Das hängt von der Aufheizzeit des Infrarotstrahlers ab. Prinzipiell heizen Infrarotstrahler viel schneller auf als jede andere Heizungsart.

### **Kann man sich an einer Infrartheizung verbrennen?**

An Hochtemperatur-Infrartheizungen prinzipiell ja, insbesondere, wenn es sich um Hellstrahler handelt. Deshalb sind dort Schutzvorrichtungen vorgeschrieben und viele von ihnen dürfen wegen Brandgefahr nicht ohne Aufsicht betrieben bzw. nur in bestimmten Installationshöhen montiert werden.

An Niedertemperatur-Infrarotstrahlern kann man sich bei kurzzeitiger Berührung in der Regel nicht verbrennen obwohl die Oberflächentemperatur bis zu 200°C betragen kann. Bis ca. 105°C zulässiger Oberflächentemperatur dürfen Niedertemperatur-Infrarotstrahler unterhalb von 1,8 Metern über dem Fußboden montiert werden. Bei diesen ist die Wärmestromdichte zu gering. Es wird an der Berührungsstelle nicht genügend Wärmeenergie für eine Verbrennung übertragen. Es ist ähnlich wie bei einem elektrischen Viehzaun. Obwohl die Spannung bei 10.000 Volt und mehr liegen kann, ist der Stromfluss so begrenzt, dass es zwar einen Stromschlag gibt, aber bei zufälliger Berührung keine gesundheitliche Gefahr besteht. Allerdings sollte man die Heizfläche auch nicht dauerhaft berühren, da es dann zu einem Hitzestau kommen kann, der doch zu Verbrennungen oder Vorstufen davon führen kann. Das kann auch bei Niedertemperatur-Infrarotstrahlern mit Oberflächentemperaturen oberhalb von 105°C passieren. Allerdings müssen diese oberhalb von 1,8 Metern über dem Fußbo-

den montiert werden, was eine zufällige Berührung verhindert. Auch sollte man die Infrarotheizung nicht durch Gegenstände wie Handtücher oder Kleidungsstücke abdecken. Die Strahlungsfunktion wird dadurch behindert und der Überhitzungsschutz schaltet die Heizung komplett aus. Im ungünstigsten Fall, wenn der Überhitzungsschutz versagt oder bei schlechten Produkten nicht vorhanden ist, kann es sogar zu einem Brand kommen.

### **Ist es sinnvoll, Infrarotheizungen zu dimmen oder im sogenannten modulierenden Betrieb zu verwenden?**

Bei Niedertemperatur-Infrarotheizungen ist das nicht sinnvoll. Wenn man Niedertemperatur-Infrarotheizungen dimmt oder durch eine kontinuierliche Regelung moduliert, wird die Oberflächentemperatur abgesenkt und der Strahlungswirkungsgrad nimmt deutlich ab. Durch das Dimmen oder Modulieren macht man eine Niedertemperatur-Infrarotheizung zu einer gewöhnlichen Konvektionsheizung, was nicht Sinn der Anwendung ist.

Niedertemperatur-Infrarotheizungen sollten entweder ganz ein- oder ganz ausgeschaltet sein.

Bei Hochtemperatur-Infrarotheizungen kann das Dimmen bzw. Herunterschalten je nach Anwendungsfall sinnvoll sein.

### **Wie lange halten Infrarotheizungen?**

Das hängt davon ab, ob es sich um eine Hochtemperatur- oder Niedertemperatur-Infrarotheizung handelt. Hochtemperatur-Infrarotheizungen sind nicht wartungsfrei. Das Heizelement altert und muss nach einer gewissen Betriebsstundenzahl regelmäßig ausgetauscht werden wie die Glühbirne in einer Leuchte.

Niedertemperatur-Infrarotheizungen sind grundsätzlich wartungsfrei. Allerdings sind alle Bestandteile durch das häufige Ein- und Ausschalten und mit dem damit verbundenen Aufheizen und Abkühlen starken thermo-mechanischen Belastungen ausgesetzt, die zu Materialermüdung führen können. Darauf muss der Hersteller bei der Auswahl der Komponenten und bei der Konstruktion achten. Bei der Verwendung als Zusatzheizung sind die gesamten Betriebszeiten überschaubar und die Geräte halten viele Jahre. Werden die gleichen Geräte in einer Hauptheizung verwendet, gibt es bei vielen schon nach zwei oder drei Jahren Ausfälle. Man sollte daher immer auf die generelle Produktqualität eines guten Herstellers achten, was bei den Mitgliedern der Verbände IG Infrarot und BVIR der Fall ist. Sehr gute Geräte halten drei Jahrzehnte und länger.

### **Wieso ist die Kombination von Infrarotheizung und Photovoltaik sinnvoll?**

Sowohl die aktuellen Forschungen zu hochgedämmten neuen Gebäuden als auch die Untersuchungen zur Altbausanierung haben ergeben, dass dadurch die Ökobilanz entscheidend gegenüber anderen Heizungen verbessert wird. Die Ergebnisse sind sogar so gut, dass sie bei gleichem Investitionsaufwand für Heizung und Photovoltaik von keinem anderen Heizungssystem erreicht werden.

Außerdem hilft diese Kombination, die Grenzwerte des GEG zu erfüllen.

### **Was ist bei Lüftungsanlagen in Verbindung mit Infrarotheizungen zu beachten?**

Sofern eine Lüftungswärmepumpe für die Warmwasserbereitung und/oder die Raumheizung verwendet wird, ist keine weitere Lüftung nötig (siehe beschriebenes Systemkonzept). Falls die Warmwasserbereitung unabhängig von der Lüftung bereitgestellt wird, wie bei der Verwendung von Durchlauferhitzern, haben sich Einzelraumlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung bewährt.



# QUELLEN UND LINKS

## Forschungsberichte:

Kosack, P: Bericht zum Forschungsprojekt „Beispielhafte Vergleichsmessung zwischen Infrarotstrahlungsheizung und Gasheizung im Altbaubereich“, Technische Universität Kaiserslautern, 2009; Herunterladbar unter:  
<http://www-user.rhrk.uni-kl.de/~kosack/forschung/?INFRAROT-STRAHLUNGSHEIZUNG>

Oschatz, B.; Mailach, B.; Winiewska, B.: Energetische Effizienz und Wirtschaftlichkeit der elektrischen Direktheizung, Gutachten vom Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden (ITG Dresden), Fassung vom 20.11.2019

Heider, J; Conrad, N; Stark, T; Abdulganiev, A; Kosack, P; Wagner, A.-K.: Potenzial von Infrarot-Heizsystemen für hocheffiziente Wohngebäude, Projektabschlussbericht zum Forschungsprojekt „IR-Bau“, Stand: 02/2020.  
Herunterladbar unter:  
[https://www.htwg-konstanz.de/fileadmin/pub/ou/energie/Forschung/IR-Bau/abschlussbericht\\_Forschungsprojekt\\_IR-Bau.pdf](https://www.htwg-konstanz.de/fileadmin/pub/ou/energie/Forschung/IR-Bau/abschlussbericht_Forschungsprojekt_IR-Bau.pdf)

Tagungsband-Reihe zu den Internationalen Workshops Infrarotheizung an der Technischen Universität Kaiserslautern, geplantes Erscheinungsjahr 2020;  
Siehe Information auf:  
<http://www-user.rhrk.uni-kl.de/~kosack/forschung/?Home>

## Links im Internet

<http://www.berndglueck.de/strahlungsheizung.php>  
([http://de.wikipedia.org/wiki/Plancksches\\_Strahlungsgesetz](http://de.wikipedia.org/wiki/Plancksches_Strahlungsgesetz)) ([http://de.wikipedia.org/wiki/Schwarzer\\_Körper](http://de.wikipedia.org/wiki/Schwarzer_Körper)) ([http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetisches\\_Spektrum](http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetisches_Spektrum))  
(<http://de.wikipedia.org/wiki/Infrarotstrahlung>)  
(<http://de.wikipedia.org/wiki/Wärmestrahlung>)  
(<http://de.wikipedia.org/wiki/Strahlungsaustausch>)

## Sonstige

DIN SPEC 91420, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, 2020

## Quellennachweis für die Abbildungen

Cover: Technische Universität Kaiserslautern

Seite 6: Adobe Stock, CANDOR GmbH, Schlosserstraße 6, 04442 Zwenkau (Leipzig)

Seite 7: Min An, <https://www.pexels.com/photo/mountains-with-crepuscular-ray-1403550/>

Seite 9: Adobe Stock

Seite 16: Schwank GmbH, Bremerhavener Str. 43, 50735 Köln

Seite 17: Aquila-2664, <https://de.wikipedia.org/wiki/Infrarotstrahler>

Alle Grafiken in diesem Leitfaden wurden auf Basis der Informationen des Autors erstellt und vereinheitlicht von: Stefan Hofmann.



