

# Wohlfühlklima durch moderne Tribünenheizungen

## Gasinfrarotstrahler wärmen modernste Fußballstadien der Welt

Olaf Schreiber, Marketingleiter

**Unbehagliche Tribünen in Fußball- und Mehrzweckstadien sind nicht mehr zeitgemäß. Die Zuschauer von Sportveranstaltungen erwarten neben den sportlichen Ereignissen ein angenehmes Umfeld, das ursächlich durch das thermische Klima auf der Tribüne bestimmt wird.**

**Da große Sportstadien meist offene Gebäude sind, also Bauwerke ohne geschlossene Dachkonstruktion, werden an das Heizsystem besonders hohe Anforderungen gestellt. Diese Ansprüche erfüllt die Gasinfrarotstrahlungsheizung von Gogas.**

Infrarotwärmestrahlung bietet die ideale Beheizungsmöglichkeit für viele Anwendungsfälle, die mit konventionellen Systemen nicht erbracht werden können. Sie ist sauber und leicht regelbar, hat keine Verteilungsverluste und ist energiesparend sofort nutzbar. Die Systeme sind einfach zu installieren, mühelos zu warten und werden mit Erdgas oder Flüssiggas betrieben.

### Gerätetechnik

Der Gasinfrarotstrahler emittiert mittelwellige Infrarotstrahlung, die sich beim Auftreffen auf feste Körper in Wärme umwandelt. Da Luft nahezu strahlungsdurchlässig ist und somit nicht erwärmt wird, können offene Sportplatztribünen oder Freiflächen unterschiedlicher Nutzungsart wirtschaftlich und komfortabel beheizt werden.

Abb.1 zeigt die installierte Tribünenheizung in Betrieb. Die Strahlerelektronik wurde speziell für den Außenbetrieb abgedichtet. Zusätzliche Einrichtungen wie Mehrfachzündboxen und doppelte Flammenüberwachungskerzen erhöhen die Zuverlässigkeit auch bei windigem Wetter.

Gasinfrarotstrahler werden direkt beheizt, das Gas/Luft-Gemisch verbrennt an einer Keramikplatte bei

einer Oberflächentemperatur von etwa 850 bis 900° C. Die überwiegende Wärmeübertragung an die Umgebung erfolgt durch direkte Wärmestrahlung. Ein zusätzlich angebrachtes Strahlungsgitter führt zu einer Erhöhung des Wirkungs-

sorgt darüber hinaus für die Vorwärmung des Gas/Luft-Gemisches, wodurch eine weitere Erhöhung des Wirkungsgrades erzielt wird.

Jeder Strahler verfügt über eine Zünd- und Sicherheitseinrichtung.

Hier verhindert eine Ionisations-

Flammenüberwachung das Ausströmen unverbrannten Gases. Aufgrund der niedrigen Flammentemperaturen an der Keramikplatte sind die NOx-Schadstoffemissionen minimal (< 10 ppm). In geschlossenen Räumen dürfen die Gasgeräte aufgrund der hygienischen Verbrennung ohne eine direkte Abgasanlage betrieben werden. Die Mindestinstallationshöhe der Hellstrahler beträgt in geschlossenen Räumen

4 m. Für Freiflächenheizungen gelten andere Kriterien, die eine deutlich niedrigere Aufhängehöhe erlauben.



Abb.1 Strahlerinstallation in der BayArena

grades. Unterschiedliche Reflektoren ermöglichen eine gezielte und gleichmäßige Wärmestrahlung in den Aufenthaltsbereich von Besuchern.

Der Wunsch nach höheren Strahlungswirkungsgraden und der damit verbundenen besseren Energieausnutzung führte zu sehr effizienten Strahlersystemen. Kombistrahler verfügen über einen geschlossenen wärmegeprägten Reflektor. Er heizt sich auf eine Temperatur von ca. 300° C auf und emittiert zusätzlich langwellige Strahlung. Das Abgaspolster innerhalb des Reflektors

4 m. Für Freiflächenheizungen gelten andere Kriterien, die eine deutlich niedrigere Aufhängehöhe erlauben.

### Behaglichkeit durch Gasinfrarotstrahler

Die Wirkung der Gasinfrarotstrahlungsheizung ist mit Sonnenstrahlung im Hochgebirge vergleichbar. Selbst bei Minusgraden kann man sich auf Bergen sonnen und es ist angenehm warm. Dieser Effekt ist auf die viel intensivere Infrarotstrahlung in den Bergen zurückzu-

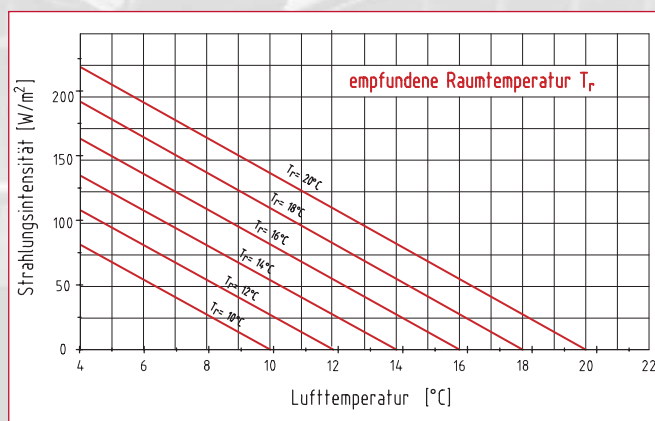


Abb.2 Empfindungstemperatur in Abhängigkeit von der Strahlungsintensität

führen. Genau diesen Aspekt machen sich Gasinfrarotstrahler zunutze. Die empfundene Temperatur setzt sich zusammen aus Lufttemperatur und Strahlungsintensität. Durch den hohen Strahlungswärmeanteil der Gasinfrarotstrahler wird schon bei geringen Luft- bzw. Außentemperaturen ein hoher thermischer Komfort geschaffen. Die Umgebungsluft bleibt kühl und frisch, so dass das Klima als angenehm und gesund empfunden wird. Ein indirekter Heizeffekt liegt in der Erwärmung von Wänden, Fußböden und anderen Gegenständen. Deren Oberflächen-

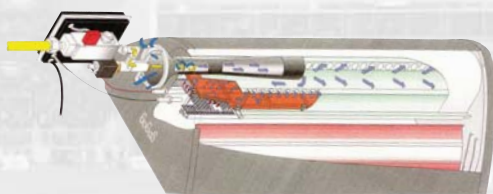


Abb.4 Prinzipskizze Hellstrahler

temperaturen steigen über den Wert der Lufttemperatur und dienen so als zusätzliche Heizflächen. Den Zusammenhang zwischen Empfindungstemperatur und eingestrahelter Intensität macht Abb.2 deutlich.

### Wirtschaftlichkeit

Die Wärme wird dort umgesetzt, wo sie benötigt wird - im Aufenthaltsbereich von Personen. Schon kurz nach dem Einschalten der Geräte wird ein deutliches Wärmeempfinden spürbar. Durch sofortige Betriebsbereitschaft der Infrarotstrahlungsheizung entfallen lange Aufheizphasen. Dies mini-

miert den Energiebedarf und damit die Energiekosten, was gerade bei stundenweiser Nutzung von Sporthallen oder Stadien einen enormen energetischen Vorteil darstellt.

### Projektierung

Sachgerechte Planung, z. B. einer Tribünenbeheizung, erfordert viel Erfahrung und Know-how, worüber nur wenige Anbieter solcher Systeme verfügen. Die Strahleranordnung, die Installationshöhe sowie die Leistung der Geräte sind bei jedem Projekt erneut zu ermitteln, damit die geforderten Strahlungsintensitäten im Aufenthaltsbereich eingehalten werden.

Für die Beheizung von Zuschauertribünen lässt sich der Wärmebedarf nicht allgemein ermitteln, da die Umschließungsflächen des Gebäudes nicht definiert sind. Darum wird bei der Projektierung von Freiflächen von einer Außentemperatur ausgegangen, die in Kombination mit einer gewissen Strahlungsintensität zu behaglichen Empfindungstemperaturen führt. Da die Zuschauer während kalter Herbst- und Wintertage in der Regel mit warmer Kleidung ausgestattet sind, reicht eine Temperaturerhöhung von 6 bis  $8^{\circ}\text{C}$  in Sportstadien meist völlig aus. Ein Grad Strahlungstemperatur entspricht ca.  $14 \text{ W/m}^2$  aufgenommener Strahlungsintensität im Aufenthaltsbereich von Personen, Abb.2. Bei einer Temperaturerhöhung um 6 bis  $8^{\circ}\text{C}$  ist eine mittlere Strahlungsintensität von 80 bis  $120 \text{ W/m}^2$  erforderlich.

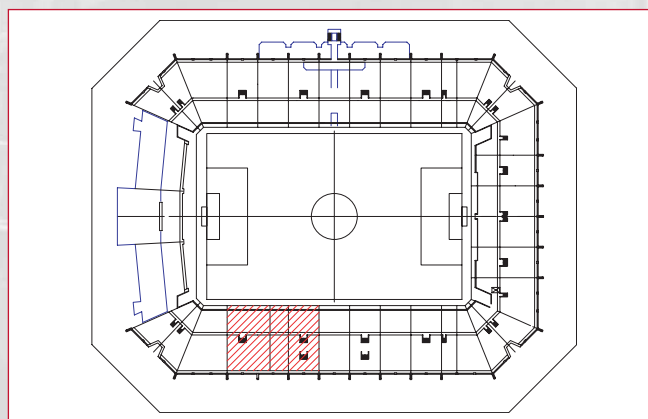


Abb.3 Schnittzeichnung der BayArena (Messfläche markiert) Strahlungsintensität

Diese muss gleichmäßig den gesamten Tribünenbereich beaufschlagen.

### Projektierung der BayArena Leverkusen

Die BayArena wurde 1986 zum heutigen Stadion umgebaut und erhielt über dem Tribünenbereich eine lichtdurchlässige Dachkonstruktion. Die Kapazität des Stadions beträgt 25 000 Sitzplätze.

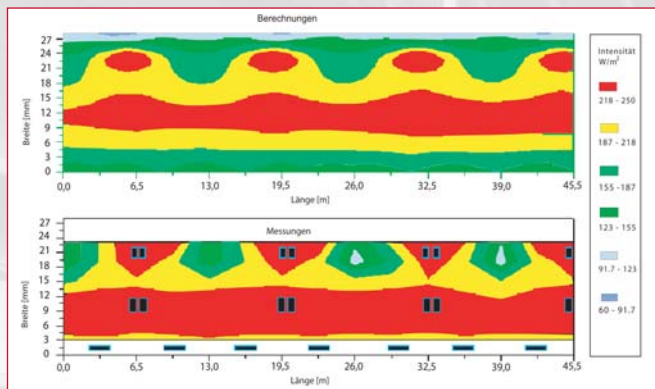
Aufgabenstellung des Projektes war die komplette Beheizung aller Tribünenbereiche sowie die Beheizung der Umgriffsebene, in der sich der Imbiss- und Toilettenbereich befindet. Sie liegt unterhalb der Tribürentreppen und umschließt den kompletten Stadionbau.

Die Heizstrahler sollten im Aufenthaltsbereich eine Temperaturerhöhung um  $8^{\circ}\text{C}$  bewirken und eine gleichmäßige Bestrahlung der Zuschauer garantieren. Die möglichen Installationspunkte waren durch die Dachkonstruktion und spezielle Wünsche des Betreibers festgelegt. Abb.3 zeigt die BayArena. Es wurden unterschiedliche Tribünenbereiche rechnerisch untersucht. Der schraffierte Bereich wird nachfolgend ausgewertet.

Der Hellstrahler, der für die Sportstättenbeheizung hauptsächlich eingesetzt wird, ist in Abb.4 schematisch dargestellt. Nach umfangreichen Simulationsrechnungen mit unterschiedlichen Installationsvarianten wurde für die Beheizung der Tribüne eine Installation in drei Strahlerreihen festgelegt. Die erste Reihe, mit der größten Installations-



**Abb.5**  
Berechnete  
und gemessene  
Strahlungs-  
verteilung  
in  $W/m^2$



höhe über den Sitzreihen, wurde mit 36 kW-Strahlern ausgestattet. Die zweite und dritte Reihe wurden jeweils mit Tandemstrahlern von 24 und 18 kW ausgeführt. In der ersten Strahlerreihe beträgt der Abstand zwischen den Strahlern 6,5 m, in der 2. und 3. Reihe 13 m.

## Messungen am Objekt

Abb.5 stellt die berechnete und gemessene Strahlungsverteilung auf der Osttribüne zwischen Block B1 und B3 dar. Mit einem Strahlungsempfänger (Komfortmeter) wurden die Strahlungsintensitäten im Zuschauerbereich, ca. 1,5 m über dem Boden, erfasst. Insgesamt wurden etwa 100 Messdaten zwischen den Sitzreihen 3 und 25 aufgenommen und grafisch ausgewertet. Der Bereich unterhalb der Sitzreihe 3 und oberhalb der Sitzreihe 25 wurde nicht erfasst und wird in der Grafik durch weiße Flächen gekennzeichnet, Abb.5 unten.

Die Berechnung umfasst die gesamte Tribünenbreite, Abb.5 oben. Die Grafik stellt die Auswertung von über tausend Berechnungspunkten dar. Auffällig ist die sehr gute Übereinstimmung von Messwerten und Berechnung, sowohl in der absoluten Höhe der ermittelten Strah-

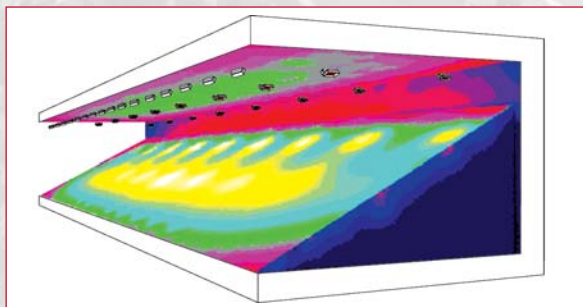
lungsintensitäten wie auch bezüglich der Verteilung. Für die Messung konnte nur eine begrenzte Anzahl von Messpunkten ermittelt werden, so dass die Verteilungsdarstellung scharfkantiger erfolgt. In dem unteren Diagramm ist die Installation der Strahler durch schwarze Rechtecke gekennzeichnet.

Die Strahlungsverteilung liegt im überwiegenden Bereich der Tribüne zwischen 180 und 250  $W/m^2$ . Im oberen Sitzplatzbereich (Sitzplatzreihe 18) ist ein Abfall der Strahlungsintensität zwischen den Strahlern zu verzeichnen. Die Strahler konnten hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nur in Abständen von 13 m installiert werden. Bedingt durch geringere Installationshöhen im oberen Tribünen-Block ist eine absolut gleichmäßige Bestrahlung nicht möglich. Subjektiv ist der Unterschied jedoch nicht wahrzunehmen. Die Strahlungsintensitäten liegen auch hier noch deutlich über 150  $W/m^2$ . Abb.6 und 7 zeigen die berechnete Strahlungsverteilung in dreidimensionaler Ansicht für nahezu die gesamte Osttribüne bzw. Isolinien für die Südtribüne. Die Abnahme der Intensitäten an den Tribünenenden ist durch die Strahleranzahl der Berechnung bedingt. Da die Strah-

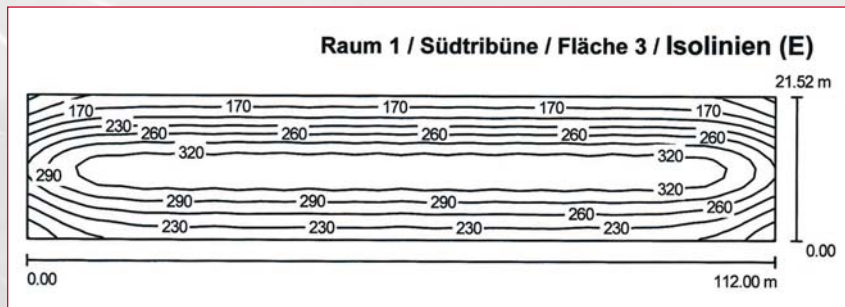
ler im Stadion rundherum gleichmäßig angeordnet sind, tritt dieser Effekt in der Realität nicht auf.

Die ermittelten Strahlungsintensitäten verursachen auf der Tribüne eine Temperaturerhöhung, die den thermischen Komfort der Zuschauer steigert. Um die Temperaturbedingungen auf der Tribüne exakt zu erfassen, wurden die instationären Temperaturverläufe während eines Spieltages aufgezeichnet. Es wurden die Lufttemperatur innerhalb (Tribünenbereich) und außerhalb (Tribünenbereich) des Stadions, die Empfindungstemperatur auf der Tribüne sowie die relative Luftfeuchtigkeit im Stadion gemessen, Abb.8.

Die Strahlungsanlage wurde gegen 16.00 Uhr in Betrieb genommen. Die Temperatur- und Feuchtemessung wurde gegen 17.30 Uhr gestartet. Bei einer durchschnittlichen Außentemperatur von ca. 7° C ist während des Heizbetriebes eine Empfindungstemperatur von im Mittel 19° C erreichbar. Der Temperaturunterschied liegt im Heizbetrieb immer über 10° C gegenüber der Außentemperatur. Gegenüber der Lufttemperatur im Aufenthaltsbereich liegt die Empfindungstemperatur um durchschnittlich 6,5° C höher. Die Strahlungsintensität an der Messstelle betrug bei eingeschalteten Strahlern ca. 145  $W/m^2$ . Zwischen 18.30 und 19.30 Uhr wurden die Strahler zur Überprüfung des Automatikbetriebes der Regelanlage außer Betrieb genommen. Der Abfall der Empfindungstemperatur aufgrund der fehlenden Einstrahlung ist deutlich erkennbar. Das Ziel der Projektierung, eine Temperaturerhöhung von 8° C auf den Sitzplätzen zu gewährleisten, ist somit vollständig erfüllt.



**Abb.6** Infrarot 3D-Ansicht der berechneten Osttribüne.



**Abb.7** Isolinien für Südtribüne

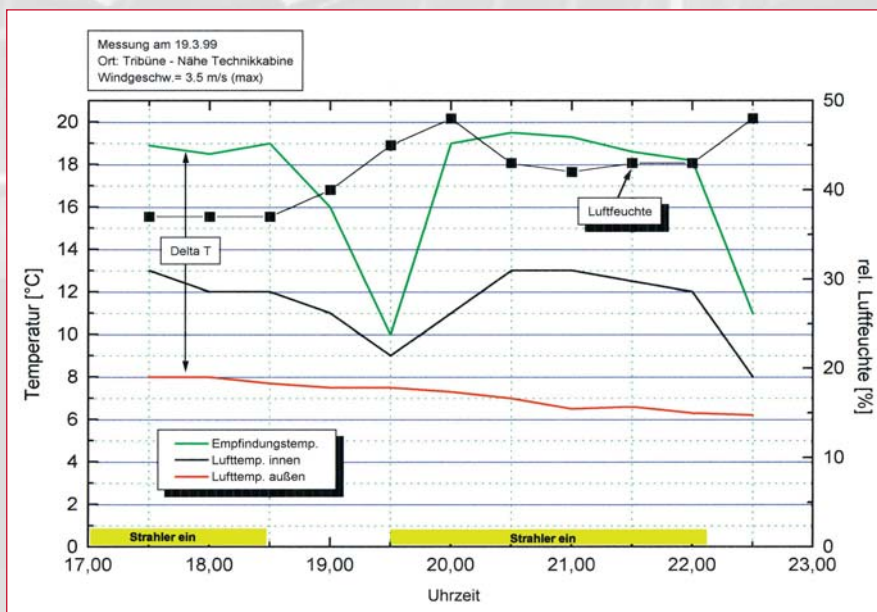


Abb.8 Temperatur- und Feuchtemessung auf der Tribüne

Die Heizungsanlage sollte insgesamt 14 Schaltkreise aufweisen. Abhängig von der Tribünenlufttemperatur sind die Strahler der verschiedenen Regelkreise in Betrieb zu nehmen. Die Außenluft- und die Tribünenlufttemperatur sowie die Strahlungsintensität an einem Referenzort sind permanent anzuzeigen. Darüber hinaus sollte im Falle eines Katastrophenalarms die Gaszufuhr zentral an der Gasübergabestation gestoppt werden.

Die Regelungsanlage sollte eine manuelle sowie eine automatische Fahrweise der Strahlungsheizsysteme zulassen. Bei der automatischen Fahrweise sind die Umgriffsebene und die Tribünonebene unabhängig voneinander über zu programmierende Zeitintervalle zu- bzw. abzuschalten. Im Tribünenbereich wurden die Heizstrahler in 9 unabhängige Schaltgruppen zusammengefasst, der Umgriffsbereich in 5 Schaltgruppen eingeteilt.

Die Regelung der Anlage wird über zwei Temperaturfühler realisiert, die beim Überschreiten bestimmter Grenztemperaturen Strahlerreihen unabhängig voneinander ab- bzw. zuschalten. Durch die Inbetriebnahme der Tribünenheizung ca. 45 Minuten vor Spielbeginn wird eine Temperaturerhöhung der Sitzflächen und des Fußbodens erzielt, der den Komfort im Aufenthaltsbereich

zusätzlich steigert. Die Umgriffsebene wird noch 2,5 Stunden nach Spielbetrieb beheizt, um den Aufenthalt der Zuschauer in den Gas-

tronomiebereichen zu verlängern. Insgesamt wurde eine Wärmeleistung auf der Tribüne von 5016 kW installiert. Dies entspricht bei einem 2,5 stündigen Betrieb einem Gasverbrauch von etwa 1250 m<sup>3</sup>. Im Umgriffsbereich sind darüber hinaus 1260 kW Strahlerleistung installiert. Die Reaktionen des Publikums sind durchwegs positiv. Dem Service am Zuschauer kommt eine immer größere Bedeutung zu. Viele Zuschauer nehmen gerne ein geringfügig erhöhtes Eintrittsgeld in Kauf, um dafür während der Sportveranstaltung ein angenehmes Raumklima zu erleben. Für den Betreiber der Sportstätte hat sich die Investition in kürzester Zeit amortisiert.

Autor  
Olaf Schreiber, Marketingleiter  
GoGaS Goch, Dortmund  
[www.gogas.com](http://www.gogas.com)



# Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]



**innovatools**

*Werkzeuge für den Erfolg*

Fach.**Journal**

*Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung*

[Hier mehr erfahren](#)



**innovapress**

*Innovationen publik machen  
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne