

Einfluß des Heizverfahrens auf den Wärmebedarf von Hallen

Der Einfluß des Heizverfahrens auf die zur Sicherung der Empfindungstemperatur erforderliche Heizleistung wird meistens nur qualitativ diskutiert. Einzelmessungen weisen – nicht immer seriös, aber spektakulär – Vorteile für Heizsysteme mit hohem Strahlungsanteil aus, wobei die speziellen Randbedingungen in der Regel ungenannt bleiben. Die Erkenntnis, daß man eine Freifläche bedeutend effektiver mit Infrarotstrahlen als mit Warmluftgeräten beheizen kann, ist auf Hallen mit hohen Wärmedurchgangskoeffizienten der Wände und des Daches übertragbar. Dies gilt aber nicht gleichermaßen für Hallen mit heute üblichem, hohen Wärmedämmstandard.

gebunden ist, hängt bei niedrigen Außenluftwechseln ($\beta = 0,2 \text{ h}^{-1}$) nur sehr gering vom Heizverfahren ab. In der Regel ist dieser bei Strahlplattensystemen höher als bei Luftheizungen; bei schlechterer Wärmedämmung des Daches ergeben sich jedoch bei Luftheizungen höhere Wärmeströme. Die relativen Abweichungen des vom Heizverfahren abhängigen Transmissionswärme-

In [1] und auszugsweise in [2] wurde ein umfangreiches, theoretisches Modell zur Ermittlung der erforderlichen stationären Heizleistung für Hallenbauten vorgestellt. Dabei erfolgt die Berechnung des Strahlungsaustausches recht genau, während die Ermittlung der konvektiven Wärmeübertragung auf der Abschätzung praktischer Grenzwerte basiert. Weiterhin wurden einige, alle Heizverfahren gleichermaßen betreffende, Fundamentalannahmen getroffen. In [1] sind gleichzeitig umfangreiche Ergebnisauswertungen enthalten. Um die für spezielle Bedingungen errechneten Heizleistungen zu einer statistisch abgesicherten Vorschrift zur Berechnung des Wärmebedarfs zu verwenden, sind umfassendere Auswertungen erforderlich. Sie wurden in begrenztem Umfang durchgeführt, woraus nachfolgende Aussagen resultieren. Einen Auszug der Ergebnisse zeigt *Tabelle 1*.

Transmissionswärmebedarf

Durch das Fehlen der Innenwände in den Hallen reduziert sich bekanntermaßen der Strahlungswärmestrom zu den Außenwänden und Fenstern gegenüber üblichen Wohn- und Büroräumen. Dadurch gewinnt der von den Heizflächen an die Umfassung übertragene Strahlungswärmestrom an Bedeutung.

Der angenommene vertikale Lufttemperaturgradient beeinflusst die energetische Effizienz des Heizverfahrens nicht gravierend, dennoch wird er bei Luftheizungen höher (z.B. 0,5 K/m) als bei Strahlplattenheizungen (z.B. 0,2 K/m) liegen.

Im Ergebnis dieser beiden Einflüsse zeigen die sich einstellenden, inneren Oberflächentemperaturen bei Strahlplattenheizungen unterhalb der Aufhängeebene deutlich höhere Werte als bei Luftheizungen. Oberhalb der Strahlplattenebene kehren sich die Verhältnisse um. Dabei ist der Einfluß der Hallengeometrie nur marginal.

Der Transmissionswärmestrom, der kausal an die innere Oberflächentemperatur

Tabelle 1:
Auszug der Ergebnisse

Fall		t_i	t_L	t_s	\dot{Q}_T	\dot{Q}_L	ϵ	Bemerkungen
1	S	10	8,2	11,8	94 021	59 676	0,87	K = 0
	L	10	10,7	9,3	95 360	69 419	0,94	
	F	10	8,1	11,8	102 010	59 422	0,92	
2	S	15	13	17,1	117 653	71 384	0,89	K = 0
	L	15	16,2	13,8	118 154	82 878	0,95	
	F	15	12,9	17,1	127 184	71 244	0,94	
3	S	20	17,7	22,3	141 413	83 060	0,91	K = 0
	L	20	21,6	18,4	141 072	96 264	0,96	
	F	20	17,7	22,3	152 392	83 074	0,96	
4	S	25	22,4	27,6	165 273	94 690	0,92	K = 0
	L	25	27,0	23,0	164 070	109 601	0,97	
	F	25	22,5	27,5	177 569	94 854	0,97	
5	S	15	13,7	16,4	114 750	73 120	0,89	
	L	15	17,0	12,9	115 117	85 047	0,95	
	F	15	13,6	16,4	124 323	72 893	0,93	
6	S	20	18,5	21,5	138 101	85 006	0,90	
	L	20	22,6	17,4	137 709	98 646	0,96	
	F	20	18,4	21,6	149 107	84 940	0,95	
7	S	15	8,7	21,3	122 205	304 691	0,79	K = 0, $\beta = 1$
	L	15	16,2	13,8	118 154	414 392	0,99	
	F	15	8,7	21,3	144 245	304 701	0,83	
8	S	20	12,9	27,1	146 325	356 718	0,81	K = 0, $\beta = 1$
	L	20	21,6	18,4	141 072	481 320	1,00	
	F	20	12,9	27,1	171 871	356 820	0,85	
9	S	15	11,2	18,9	109 902	335 462	0,83	$\beta = 1$
	L	15	20,4	9,6	103 655	466 099	1,06	
	F	15	11,1	18,9	132 689	334 207	0,87	
10	S	20	15,6	24,4	132 800	390 120	0,84	$\beta = 1$
	L	20	26,2	13,8	125 003	538 402	1,06	
	F	20	15,6	24,4	158 635	389 756	0,88	
11	S	15	13,4	16,5	154 014	72 517	0,89	$\kappa_D = 1,2$
	L	15	17,7	12,3	157 823	86 648	0,96	
	F	15	13,5	16,5	167 850	72 761	0,95	
12	S	20	18,2	21,8	184 424	84 411	0,91	$\kappa_D = 1,2$
	L	20	23,3	16,7	187 300	100 429	0,97	
	F	20	18,4	21,6	199 902	84 764	0,96	
13	S	15	12,9	17,1	119 231	71 319	0,90	$g_{Lt} = 0,2;$ $\Delta t = 4K^1)$ $g_{Lt} = 1$ $g_{Lt} = 0$
	L	15	15,7	14,3	122 775	87 596	1,00	
	F	15	13,9	16,0	121 713	71 412	0,92	
14	S	15	13,4	16,6	45 365	18 108	0,91	K = 0; Halle 2
	L	15	16,6	13,4	45 355	20 999	0,95	
	F	15	12,9	17,1	47 184	17 812	0,93	
15	S	15	14,0	16,0	44 575	18 477	0,90	Halle 2
	L	15	17,3	12,7	44 632	21 418	0,94	
	F	15	13,4	16,6	46 437	18 128	0,92	
16	S	15	14,4	15,6	60 628	36 684	0,89	$t_a = 0$
	L	15	16,4	13,6	59 608	43 447	0,94	
	F	15	14,2	15,8	65 953	36 219	0,94	

¹⁾ erhöhte Lufttemperatur im Dachraum.

Den Berechnungen liegen folgende Fundamentalwerte zugrunde:		
Außentemperatur	t_a	= - 15 °C
Erdreichtemperatur	t_{EB}	= 8 °C
Außenluftwechsel	β	= 0,2 h ⁻¹
Lufttemperaturgradient:	Strahlungsheizung	$g_{Lt} = 0,2$ K/m
	Fußbodenheizung	$g_{Lt} = 0,2$ K/m
	Luftheizung	$g_{Lt} = 0,5$ K/m
Teilwärmehdurgangskoeffizienten (ohne inneren Wärmeübergangswiderstand):		
	Wände	$\kappa_W = 0,8$ W/(m ² K)
	Decke	$\kappa_D = 0,6$ W/(m ² K)
	Boden	$\kappa_B = 0,4$ W/(m ² K)
Hallenabmessungen B x L x H in m:		
	Halle 1	30 x 90 x 12
	Halle 2	15 x 45 x 12
Wärmestromanteil zum Erwärmen der infiltrierten Außenluft von t_a auf die mittlere Hallenlufttemperatur, der vom unteren Wand- bzw. Bodenbereich stammt:		
		K = 0,5

Davon abweichende Werte sind in der Tabelle vermerkt. Weiterhin bedeuten:

- | | | |
|---------------|--|-------------------------------|
| S | Strahlplattenheizung | } in Raummitte 1 m über Boden |
| L | Luftheizung | |
| F | Fußbodenheizung | |
| t_i | Innentemperatur in °C | |
| t_L | Lufttemperatur in °C | |
| t_s | Strahlungstemperatur in °C | |
| \dot{Q}_T | Transmissionswärmestrom in W | |
| \dot{Q}_L | Lüftungswärmestrom in W | |
| ε | energetische Kennzahl (tatsächlicher Energieaufwand/Norm-Energieaufwand) | |

mestromes betragen maximal 3%. Bezieht man diese Abweichungen auf den Normwärmebedarf (Transmissions- plus Lüftungswärmebedarf), so ergeben sich Werte kleiner 2%. Bei hohen Außenluftwechseln ($\beta = 1$ h⁻¹) treten stets bei Strahlplattenheizungen die höheren Transmissionsverluste auf. Die relativen Abweichungen betragen bis 6%, bezogen auf den Normwärmebedarf liegen die Werte wiederum unter 2%.

Schlußfolgernd kann der Transmissionswärmebedarf mit ausreichender Genauigkeit unabhängig vom Heizverfahren berechnet werden.

Bei Fußbodenheizungen entfällt der Transmissionswärmestrom im Bereich der

Registerfläche vom Raum an das darunterliegende Geschoß bzw. an das Erdreich. Der Wärmestrom vom Heizregister nach unten ist bei der systembedingten Heizleistung jedoch zu erfassen.

Lüftungswärmebedarf

Bei gleicher geforderter Empfindungstemperatur (Norm-Innentemperatur) t_i ergeben sich im üblichen Einsatzbereich systemabhängige Lufttemperaturen:

Strahlungs- und Fußbodenheizung $t_L = t_i - (1 \text{ bis } 2) \text{ K}$
Luftheizung $t_L = t_i + (1 \text{ bis } 2,5) \text{ K}$.

Diese großen Unterschiede wirken sich natürlich auf den Lüftungswärmebedarf aus. Es sollte die wirksame Temperaturdif-

Tabelle 1:
Fortsetzung

ferenz ($t_i - t_a$) mit einem Faktor ν , der vom Heizverfahren und vom Außenluftwechsel β abhängig ist, korrigiert werden:

Strahlungsheizung (Plattenbänder, Strahler), Fußbodenheizung $\nu = 0,98 - 0,13\beta$
Radiatorheizung

(Radiatoren, Platten) $\nu = 1$
Luftheizung (Luftheritzer) $\nu = 1,06$.

Die für ν benannten Nährungswerte sind – um die vom Heizverfahren auftretenden Abhängigkeiten maßvoll zu halten – relativ nahe $\nu = 1$ plziert. Im Realfall werden größere Unterschiede auftreten.

Auswertung

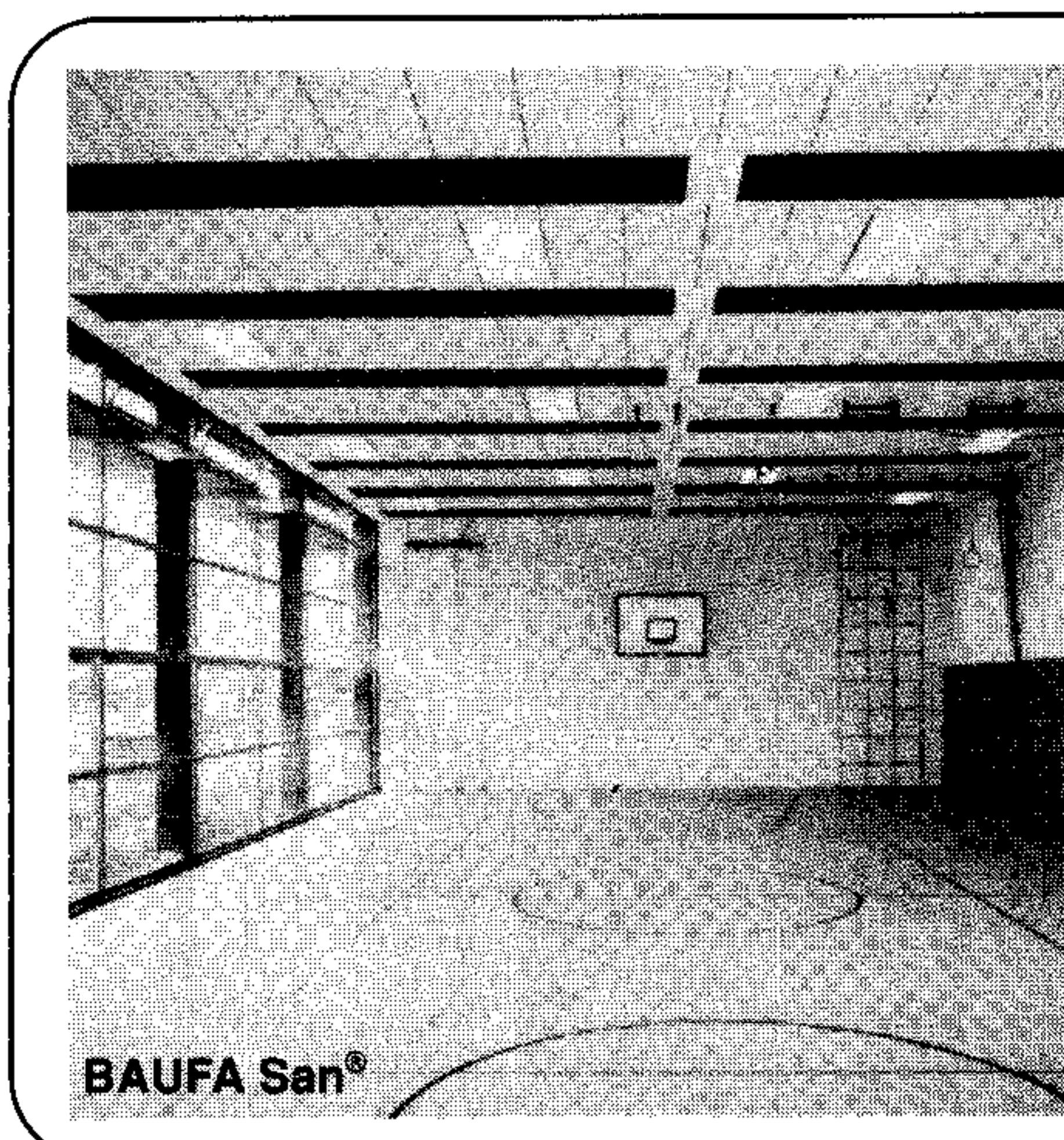
Die in [1] berechneten Beispiele ergaben Heizleistungen (Transmissions- plus Lüftungswärmestrom), die bei Strahlplattenheizungen um 4% bis 22% niedriger als bei konventionellen Luftheizsystemen lagen. Verwendet man den vorgeschlagenen Algorithmus zur Berechnung des Wärmebedarfs, so ergeben sich Unterschiede von 3% bis 16%. Bemerkenswert ist, daß auch jeder Einzelwert unter der modellierten Rechnung lag.

Das vorgestellte Verfahren wird zur Modifizierung der genormten Wärmebedarfsrechnung für Hallen empfohlen. [H 3967]

Dr.-Ing. habil. B. Glück, Hamburg

Literaturangaben

- [1] Glück, B.: Erforderliche Heizleistung in Hallenbauten. Stadt- und Gebäudetechnik (1990) Hefte 1, 2, 3, S. 10/15, S. 47/50, S. 68/71.
[2] Glück, B.: Wirtschaftliche Hallenheizung mit Strahlplatten. Heizung-Lüftung-Haustechnik (1990) Heft 8, S. 665/66.



Formschöne exklusive Heizkörper



Auszeichnung für hohe Design-Qualität
Design Center Stuttgart

Deckenstrahlplatten für Großräume
BAUFA San® / San Line®

BAUFA-WERKE RICHARD RINKER GMBH · 5750 MENDEN 1 · PF 140
TELEFON (0 23 73) 6 83-0 · TELEX 8 202 856 · FAX (0 23 73) 6 83 296

