Erste Ergebnisse relevanter Parameter für die Konstruktion von Strahlplatten

Dr. sc. techn. B. GLUCK
VEB Kombinat Technische Gebäudeausrüstung – Institut –

In [1] wurde unter anderem ein universell anwendbares Rechenprogramm für die Bemessung von Lamellenelementen vorgestellt. Damit können auch die wärmetechnischen Eigenschaften der Stahl-Strahlplatten, die im Industriebau bereits häufig Anwendung finden, nachgerechnet werden.

Es sei vorab jedoch darauf hingewiesen, daß die Berechnungsverfahren nicht die Wärmeleistungsmessungen ersetzen können, die grundsätzlich für die Industrieerzeugnisse erforderlich sind.

Die Eingabewerte für die Durchführung der Berechnung sind von verschiedenen Einflüssen abhängig, so beispielsweise von der Fertigungsgenauigkeit, vom theoretischen Erkenntnisstand u. a. m., so daß ein endgültiger Aufschluß über die tatsächlichen Leistungsparameter nur durch Versuche zu erlangen ist.

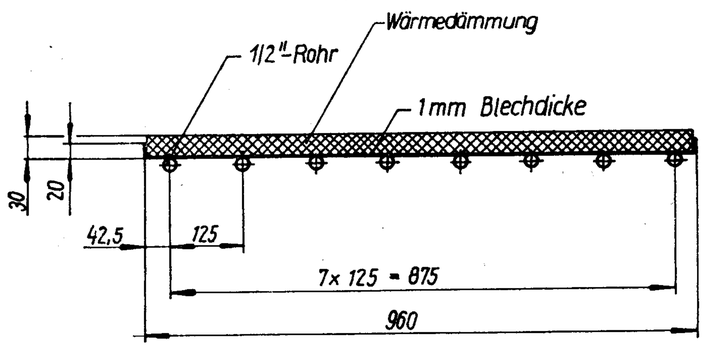
Die Berechnungsverfahren haben ihre Existenzberechtigung für Neuentwicklungen, Interpolationen und Extrapolationen von Meßergebnissen für den jeweiligen projektspezifischen Anwendungsfall und nicht zuletzt für Optimierungsuntersuchungen hinsichtlich des Materialeinsatzes.

Mit einer bisher geringen Anzahl von Beispielrechnungen wurde versucht, einige Unsicherheiten bezüglich der theoretischen Annahmen zu beseitigen und verschiedene konstruktive Einflüsse zu quantifizieren. Zu nachfolgenden Problemen sind erste Aussagen und Trendabschätzungen möglich. Grundlage der Berechnungen war die im Bild 1 dargestellte Prinzipkonstruktion.

1. Konvektiver Wärmeübergangskoeffizient

Die Annahme des konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten für Strahlplatten ist von vornherein unsicher, da Werte für Konstruktionen ähnlich der Strahlplatten (Berohrung steht von der Fläche hervor, seitlicher Konvektionsschutz) nicht vorliegen. Die konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten für einfache ebene Platten schwanken nach den Literaturangaben teilweise um mehrere Hundert Prozent. Um einen Anhaltswert zu bekommen, wurden Berechnungen mit den Ansätzen

$$\left.\begin{aligned} \text{Innenseite } \alpha_{K,i} &= 0{,}64\sqrt[4]{\Delta t_i} \\ \text{Außenseite } \alpha_{K,a} &= 2{,}67\sqrt[4]{\Delta t_a} \end{aligned}\right\} \text{ Kennzahl } K = 1$$

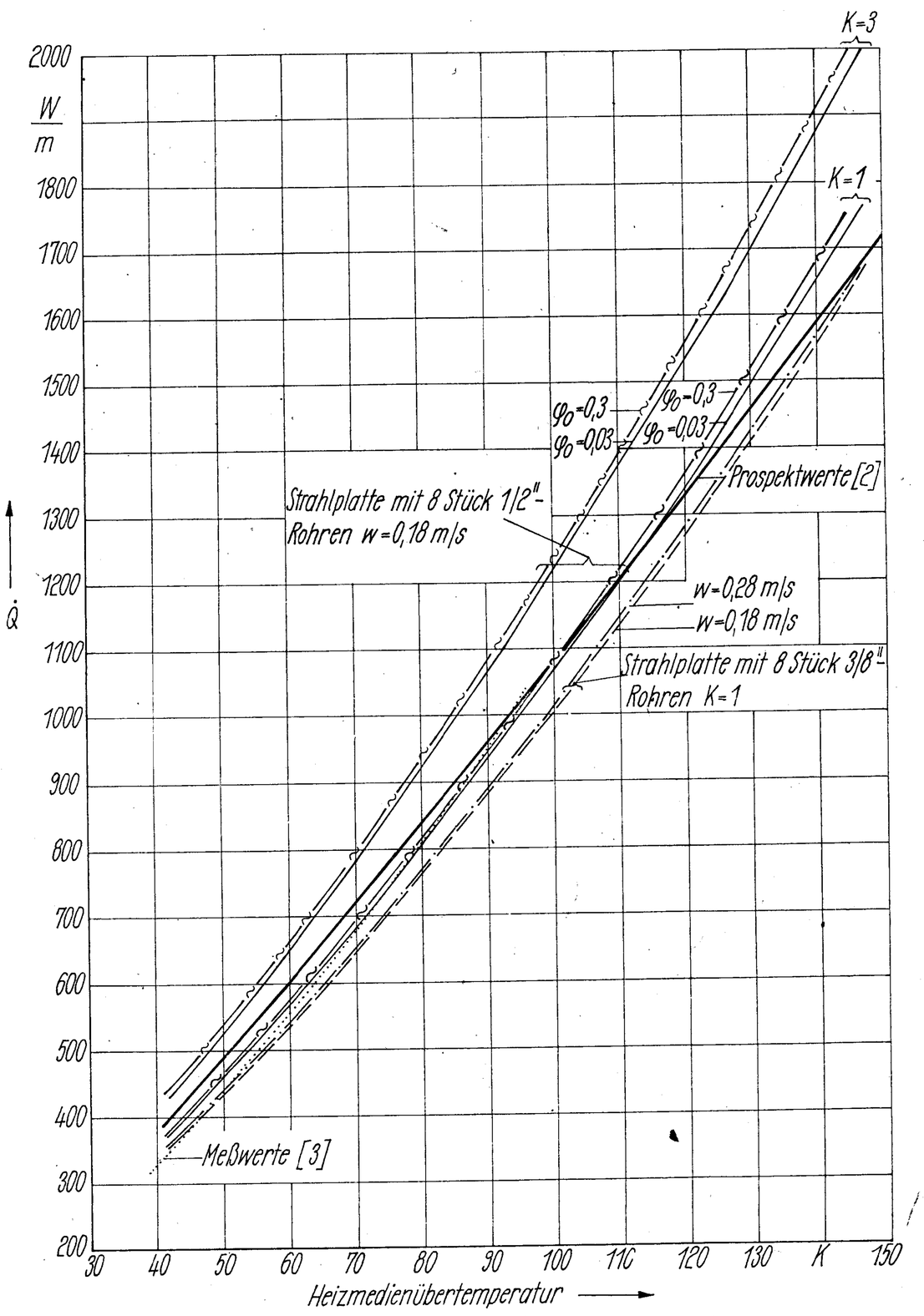


1

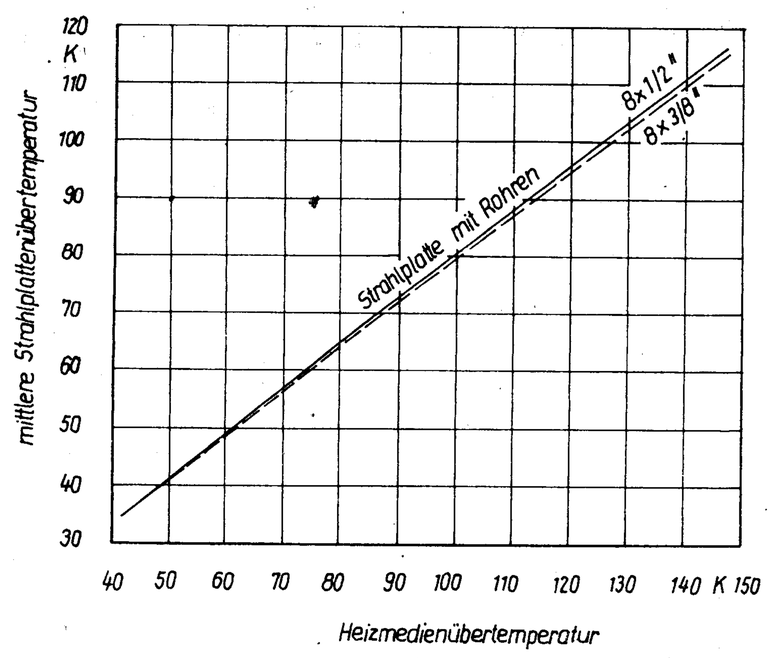
und

$$\left.\begin{aligned} \text{Innenseite } \alpha_{K,i} &= 1{,}28\sqrt[4]{\Delta t_i} \\ \text{Außenseite } \alpha_{K,a} &= 3{,}25\sqrt[4]{\Delta t_a} \end{aligned}\right\} \text{ Kennzahl } K = 3$$

durchgeführt. Als Wassergeschwindigkeit in den Rohren wurde $w = 0{,}18$ m/s gewählt. Dies entspricht einem Durchsatz je Platte von $\dot{m} \approx 1\,000$ kg/h. Die Ergebnisse sind im Bild 2 wiedergegeben. Gleichzeitig wurden die Prospektwerte [2] des Herstellers sowie



2



3

Werte neuerer Messungen [3] eingetragen. Unter Beachtung der Tatsache, daß die Prospektangaben und die Meßdaten etwas divergieren, stellen die Berechnungsergebnisse mit $K = 1$ gute Näherungen dar.

2. Schweißnahtbreite

Die Berechnung geht von einer Rollnaht aus, die das Strahlblech mit den Rohren verbindet. In Wirklichkeit erfolgt jedoch eine Punktschweißung im Abstand von $l \doteq 30$ mm und mit einem Durchmesser von $d = 3 \ldots 7$ mm. Als erste Näherung wurde eine Umrechnung der durch Stoffschluß hergestellten Fläche in eine äquivalente Schweißnahtbreite vorgenommen. Für einen mittleren Schweißpunkt-Durchmesser von $d = 5$ mm ergeben sich für die Breite der Rollnaht

$$b = \frac{\pi d^2}{4\,l} = \frac{\pi\, 0{,}005^2}{4 \cdot 0{,}03}\, m = 0{,}00065 \text{ m}\,.$$

Dies entspricht einem Winkel — gemessen im Bogenmaß — (Definition in [1], Bild 18) von

$$\varphi_0 = \frac{b/2}{d_a/2} = \frac{0{,}00065}{0{,}0213} \approx 0{,}03\,.$$

Um den Einfluß dieses Wertes — dem bei der Konstruktion stets sehr große Bedeutung beigemessen wurde — zu erkennen, erfolgten Berechnungen für $\varphi_0 = 0{,}03$ und $\varphi_0 = 0{,}3$.

Die Ergebnisse sind ebenfalls im Bild 2 aufgezeichnet. Es wird deutlich, daß eine Vergrößerung um das Zehnfache der Verbindungsfläche lediglich eine Steigerung der Wärmeabgabe von maximal zwei Prozent bringt.

3. Rohrdurchmesser und Wassergeschwindigkeit

Die im Bild 1 dargestellte Plattenkonstruktion wurde mit acht $^3/_8$"-Rohren bestückt, und für die Berechnung wurden folgende Parameter gewählt:

- Wassergeschwindigkeit in den Rohren $w = 0{,}18$ m/s und $w = 0{,}28$ m/s. Dies entspricht einem Wasserdurchsatz je Platte von $\dot{m} \approx 640$ kg/h bzw. $\dot{m} \approx 1\,000$ kg/h.
- $\varphi_0 = 0{,}03$
- Kennzahl für Konvektion $K = 1$.

Die Ergebnisse — wiederum im Bild 2 dargestellt — zeigen, daß die Wassergeschwindigkeit in den Rohren nur geringen Einfluß auf die Wärmeleistung hat (etwa ein Prozent) und daß die Leistungsminderung gegenüber der mit $^1/_2$"-Rohren bestückten Platte etwa fünf bis sechs Prozent beträgt. Der Gesamt-Stahleinsatz verringert sich um 17 Prozent. Die spezifische materialbezogene Heizflächenleistung steigt um etwa 14 Prozent.

4. Strahlblechdicke

Wird die Dicke der Blechlamelle vergrößert, so erhöht sich auch die Wärmeleistung. Die Änderung der Blechdicke von 1 mm auf 1,2 mm ergab unter Beibehaltung der Parameter des Punktes 3 eine im Mittel um drei Prozent höhere Wärmeleistung. Die spezifische materialbezogene Heizflächenleistung sinkt allerdings um 5,2 Prozent.

5. Rohranzahl

Mit steigender Rohrbestückung nimmt die Wärmeleistung der Strahlplatte zu. Obwohl damit auch der Stahlverbrauch wächst, erhöht sich dennoch die spezifische materialbezogene Heizflächenleistung, wenn über die derzeit übliche Rohranzahl von acht Stück gegangen wird. Es ergeben sich folgende Werte:

8 Rohre	100 %
9 Rohre	102,6 %
10 Rohre	104,3 %
11 Rohre	105,3 %.

Dabei wurden $^3/_8$"-Rohre, eine Blechdicke von 1 mm und eine 4 m lange Strahlplatte zugrunde gelegt. Bezüglich des Stahleinsatzes sind als Sammler und Verteiler $^3/_4$"-Rohre und der Konvektionsschutz berücksichtigt worden.

Zusammenfassend ist folgendes festzustellen:

- Die konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten sind niedriger anzusetzen, als dies bisher üblich war.
- Schweißnahtbreite und Wassergeschwindigkeit haben, sofern sie über einer kritischen Größe liegen, keinen so großen Einfluß wie bisher angenommen.
- Die Rohrdurchmesser sollten verringert werden, da dies zu einer beträchtlichen Materialeinsparung führt.
- Die Anzahl der Rohre ist zu erhöhen.

Abschließend ist im Bild 3 die bei den Berechnungen überschläglich bestimmte mittlere Übertemperatur der Strahlplatte angegeben. Sie wird für die wärmephysiologischen Betrachtungen benötigt.

Literatur

[1] *Glück, B.:* Rationelle Bemessung von Strahlungsheizungen, *„Stadt- und Gebäudetechnik"*, H. 7/H. 9, 1978

[2] Prospekt über Strahlplatten, Typ HBK, vom VEB (K) Wärmetechnik Neuruppin

[3] *Klug, T.:* Diplomarbeit an der TU Dresden, Sektion Energieumwandlung, Wissenschaftsbereich TGA, 1978 (unveröffentlicht)