

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 121/122 (1943)  
**Heft:** 16

## Inhaltsverzeichnis

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.12.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

INHALT: Fortschritte und Probleme der Wärmeübertragung. — Ideenwettbewerb für einen Bebauungsplan der Stadt Rapperswil. — Mitteilungen: Ausbau der Verbindungen des Hafens von Genua nach der Schweiz. Neue Motoren für dieelektischen Schiffsantrieb. Frostschäden im Strassenbau. Ein Pisoni-Denkmal in Zuchwil (Solothurn). Volkshochschule Zürich. Eine Schweiz. Eisenbahnmodell-Ausstellung.

Eidg. Technische Hochschule. — Nekrologe: H. Philippe Humbert. Alfred Sachs. Das Porträt Prof. A. Stodola. — Wettbewerbe: Bebauungsplan Zollikon. Künstlerischer Schmuck im Friedhof Rosenberg, Winterthur. Regional-Planungen Solothurn und Olten. — Literatur. Mitteilungen der Vereine. Vortragskalender.

Band 121

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 16

### Fortschritte und Probleme der Wärmeübertragung

Von Prof. M. ten BOSCH, E.T.H., Zürich

Dieser kurze Ueberblick behandelt nur einige einfache Probleme und gibt weder ein vollständiges Bild über den Umfang der wissenschaftlichen Forschung noch über die Vielseitigkeit der Probleme der Wärmeübertragung.

1. *Strahlung von Wasserdampf und Kohlensäure.* A. Schack<sup>1)</sup> hat als erster auf die grosse praktische Bedeutung der Gasstrahlung für die Wärmeübertragung in Feuerungen und in Verbrennungskraftmaschinen hingewiesen und auch die theoretischen Grundlagen für die Berechnung der Gasstrahlung zusammengestellt. In Abb. 1 sind die berechneten Absorptionsverhältnisse  $A$  für Wasserdampf mit den neuesten Versuchswerten verglichen. Die Uebereinstimmung mit den Messungen von E. Eckert<sup>2)</sup> ist (unter Berücksichtigung der etwas unsicheren Berechnungsgrundlagen) befriedigend. Die Abbildung zeigt auch, wie stark die Messungen von Eckert von den amerikanischen Versuchen<sup>3)</sup> abweichen. Die Grundlagen für die Berechnung der Strahlung von Kohlensäure sind viel unsicherer als bei Wasserdampf, weil die einzelnen Absorptionsstreifen flache Grenzgebiete haben, in denen nur schwache Absorption stattfindet. In Abb. 2 sind die Absorptionsverhältnisse  $A$  von Wasserdampf und Kohlensäure für Temperaturen bis 1200°C und für Werte  $ps$  kleiner als 10 at cm (nach Eckert) zusammengestellt. Bei der Extrapolation auf grössere Schichtstärken und höhere Temperaturen wurden die theoretischen Grundlagen und insbesondere die Grenzwerte der schwarzen Gasstrahlung berücksichtigt. Die Extrapolation weicht also von den Vorschlägen von Eckert ab, die sicher zu hohe Werte geben. Die Abbildung gilt für reine Gase.

Für *Gasgemische*, die bei den technischen Anwendungen meistens vorkommen, ist es gebräuchlich vom Beer'schen Gesetz auszugehen, nach dem der Strahlungsweg  $s$  und der Partialdruck  $p$  beliebig vertauschbar seien, gleichgültig durch welches neutrale Gas der Gesamtdruck konstant gehalten wird. Man hat bis vor kurzem geglaubt, dass diese Vertauschbarkeit allgemein gültig sei, da es natürlich erscheine, dass nur die Zahl der strahlenden Moleküle (die auf dem Strahlungsweg liegen) massgebend für die Gesamtstrahlung ist. Ueberraschenderweise wurde aber von E. Eckert durch Versuche nachgewiesen, dass dieses Gesetz z. B. wohl für Kohlensäure, aber nicht für Wasserdampf gilt. Die Strahlung des Wasserdampfes nimmt trotz gleichbleibendem  $ps$  ab, wenn der Teildruck vermindert wird. Wie hinsichtlich zahlreicher sonstiger Eigenschaften verhält sich Wasserdampf auch hier anormal; möglicherweise ist dies auf die Bildung von Doppelmolekülen zurückzuführen, die bei reinem Dampf grösser sein dürfte als bei Verdünnung durch ein anderes Gas. Dadurch wird die Berechnung der Strahlung von Gasgemischen noch etwas verwickelter. Wird Wasserdampf mit einem nicht strahlenden Gas gemischt (z. B. bei den Verbrennungsgasen durch Stickstoff), so muss auch die Höhe des Partialdruckes  $p$  berücksichtigt werden. Nach den Versuchen von Eckert sind die Werte von Abb. 2:

für  $p = 0,5, 0,25, 1,125, 0,0625, 0,031$  at  
mit  $f_p = 0,85, 0,70, 0,58, 0,50, 0,42$   
zu multiplizieren, welche Werte praktisch fast unabhängig von der Temperatur sind.

A. Schack<sup>4)</sup> fasst das arithmetische Mittel aller Versuchsergebnisse in einer einfachen Formel zusammen:

$$q_{CO_2} = 3,5 \sqrt[3]{ps} (T/100)^{3,5} \text{ kcal/m}^2 \cdot h \quad (1)$$

$$q_{H_2O} = 35 p^{0,8} s^{0,6} (T/100)^3 \text{ kcal/m}^2 \cdot h \quad (2)$$

( $T$  = absolute Temperatur,  $p$  = Partialdruck in at,  $s$  = Schichtdicke in m) und für die Wärmeübergangszahl:

<sup>1)</sup> Literatur-Hinweise am Schluss des Artikels.

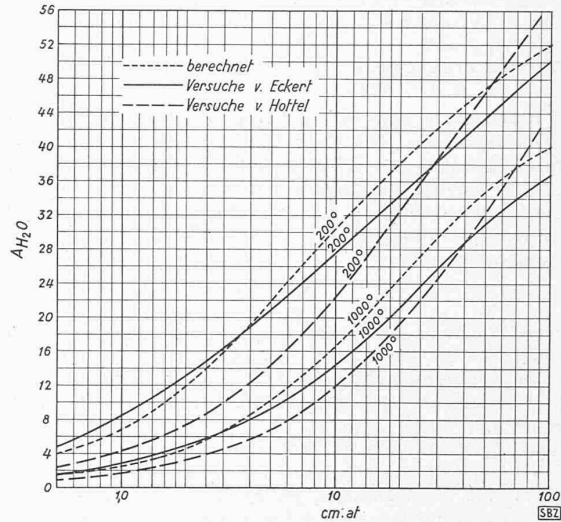


Abb. 1. Vergleich der berechneten Absorptionsverhältnisse  $A$  für Wasserdampf mit den Versuchswerten von Eckert<sup>2)</sup> und Hottel<sup>3)</sup>

$$\alpha_{CO_2} = [0,0513 (t_1 + t_2) - 30,25] \sqrt[3]{ps} \text{ kcal/m}^2 \cdot h^\circ C \quad (3)$$

$$\alpha_{H_2O} = [0,107 (t_1 + t_2) - 46,5] p^{0,8} s^{0,6} \text{ kcal/m}^2 \cdot h^\circ C \quad (4)$$

( $t_1$  = Temperatur des Gases in °C,  $t_2$  = Temperatur des bestrahlten schwarzen Körpers). Der ungleiche Einfluss des Partialdruckes und des Strahlungsweges in den Gleichungen für Wasserdampf lassen es ratsam erscheinen, diese empirischen Gleichungen nicht zu weit zu extrapolieren. Schwiedessen<sup>5)</sup> weist auch darauf hin, dass es nicht möglich sei, die Strahlung durch eine Potenzfunktion mit gleichbleibendem Exponenten darzustellen.

Infolge der niedrigeren Temperaturen der Gasschicht in der unmittelbaren Nähe der kalten Begrenzungswände muss die Gasstrahlung bei Feuerungen oder in den Zylindern von Verbrennungskraft-Maschinen immer kleiner sein, als wenn die Gasschichten eine vollständig gleichmässige Temperatur hätten.

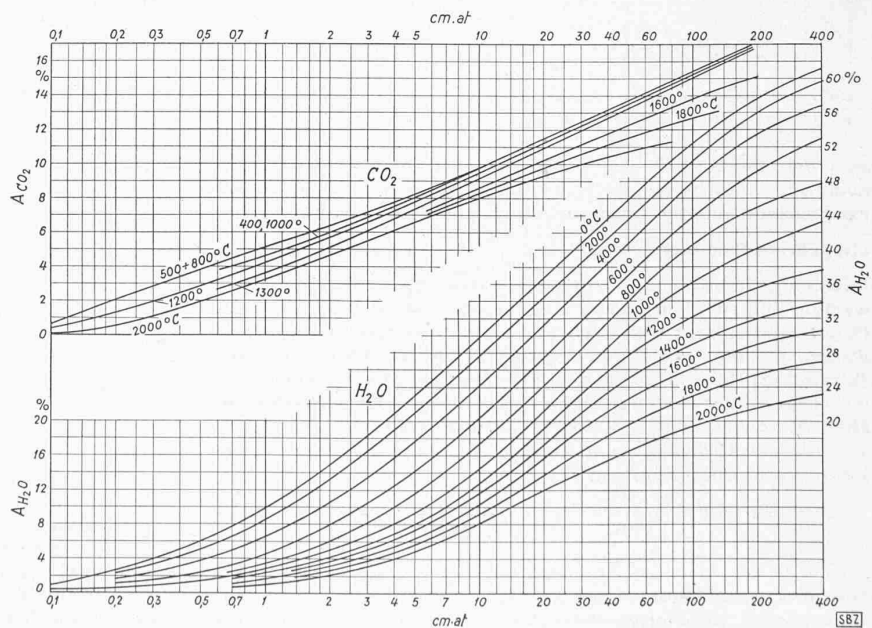


Abb. 2. Gasstrahlung, extrapoliert für  $ps > 10 \text{ cm.at}$  und  $\vartheta > 1200^\circ C$