

Objektyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **83/84 (1924)**

Heft 18

PDF erstellt am: **23.04.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Die richtige Bemessung von Dampfrohrleitungen auf Grund der besten Wärme-Oekonomie. — Ergänzende Bemerkungen zur Frage der durchgehenden Güterzugbremse. Die Kirchen des Saastales im Wallis. — Neue französische Instruktion zum Bau hoher Talsperren als Gewichtsmauern. — † Professor Dr. Ulrich Grubenmann. — Das projektierte Albigna-Wasserkraftwerk. — Zum Kapitel Ausfuhr elektrischer Energie und Wahrung schweizerischer Interessen. — Miscellanea: Ausfuhr elektrischer

Energie. Energieübertragung durch Flüssigkeitswellen. Zugzusammenstoss bei Bellinzona. Vom Stockensee-Projekt. Aluminium-Fonds Neuhausen. Eisenbahnfähre zwischen Zeebrügge und Harwich. Kontrollingenieur der Schweizer Bundesbahnen. — Korrespondenz. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Section vaudoise de la S. I. A. Schweizerische Technische Stellenvermittlung. S. T. S.

Band 83.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur auf Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 18.

Die richtige Bemessung von Dampfrohrleitungen auf Grund der besten Wärme-Oekonomie.

Von Ing. Alfred Sachs, Zürich.

Den Dampfrohrleitungen als vermittelndes Bindeglied zwischen Dampferzeuger und Dampfverbrauchsstelle wird gewöhnlich vom Konstrukteur viel zu wenig Interesse entgegengebracht, sodass es oft vorkommt, dass durch deren unrichtige Bemessung in industriellen Werken viel Wärme unnütz verloren geht. Bei den heutigen, immer noch hohen Kohlenpreisen kann dieser Verlust an Wärme, der bei richtiger Dimensionierung der Dampfleitungen leicht vermieden werden kann, auf die Wirtschaftlichkeit der Gesamtlage immerhin einen gewissen Einfluss ausüben. Es kann z. B. sehr oft beobachtet werden, dass die Durchmesser der Rohrleitungen den Abmessungen der Kessel- und Turbinen-Anschlussflanschen angepasst werden. Da diese Anschlüsse meistens reichlich gross bemessen sind, werden auch die Dampfleitungen viel zu gross, was infolge der Strahlungsverluste der Rohroberfläche verhältnismässig hohen Wärmeverlusten ruft. Auch der gegenteilige Fall kann eintreten, und zwar insbesondere bei Anlagen, bei denen die Kessel- und Maschinenanlage nachträglich vergrössert wurde. In den zu kleinen Rohrleitungen tritt dann eine hohe Dampfgeschwindigkeit und infolgedessen am Ende der Leitung ein grosser Druckverlust auf. Auch dadurch ist die Wirtschaftlichkeit einer Anlage bezüglich Wärmeausnutzung unter Umständen sehr in Frage gestellt. Es ist deshalb von grosser Wichtigkeit, eine Dampfleitung derart zu dimensionieren, dass der Wärmeverlust ein Minimum wird. Dadurch, dass man die allgemein gebräuchlichen Werte für die Dampfgeschwindigkeit, wie 20 bis 30 m/sek bei Sattdampf und 30 bis 60 m/sek oder noch mehr für Heissdampf in die Rechnung einsetzt, kann man nicht mit Bestimmtheit erreichen, dass die so berechnete Rohrleitungsanlage wirklich auch ökonomisch ist.

Da bei einer bestimmten Dampftemperatur die durch Strahlung verloren gehende Wärmemenge mit dem Rohrdurchmesser wächst, der Spannungsabfall dagegen, gleichen Anfangsdruck vorausgesetzt, um so grösser wird, je kleiner die Leitung ist, muss es einen Durchmesser geben, bei dem die Summe aus Strahlungsverlust und Verlust infolge Druckabfall ein Minimum ist. Die rechnerische und graphische Bestimmung dieses günstigsten Durchmessers soll nun im folgenden dargelegt werden. — Es bedeute:

t_1 die Temperatur des gesättigten Dampfes am Anfang der Dampfleitung in $^{\circ}\text{C}$,

t_2 diese Temperatur am Ende der Leitung in $^{\circ}\text{C}$,

p_1 der abs. Dampfdruck am Anfang der Leitung in at,

p_2 dieser Druck am Ende der Leitung in at,

$\lambda_1 = 606,5 + 0,305 t_1$ der Wärme-Inhalt des gesättigten Dampfes am Anfang der Dampfleitung in kcal,

$\lambda_2 = 606,5 + 0,305 t_2$ der Wärmeinhalt des gesättigten Dampfes am Ende der Dampfleitung in kcal,

Q die durch die Rohrleitung strömende Dampfmenge in kg/h,

d, l Durchmesser und Länge der Dampfleitung in m,

L die Länge der Dampfleitung in m, einschl. der Zuschläge für Krümmer, Ventile, Wasserabscheider, Schieber usw.,

γ das spezifische Gewicht des Dampfes,

v die Dampfgeschwindigkeit in m/sek.

Der Wärmeverlust $\Delta\lambda$ bezogen auf 1 kg Dampf, der infolge des Druckabfalles in der Leitung auftritt, ist:

$$\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2 = 0,305 (t_1 - t_2).$$

Bezeichnet man mit W_1 den Wärmeverlust infolge des Druckabfalles bezogen auf die Dampfmenge Q , so ist:

$$W_1 = Q \Delta\lambda = Q \cdot 0,305 (t_1 - t_2) \quad (1)$$

Für gesättigten Dampf besteht nach *Rusch*¹⁾ zwischen Druck und Temperatur die für praktische Rechnung genügend genaue Annäherungsformel: $t = 100\sqrt[4]{p}$; durch Einsetzen dieses Wertes geht Gl. (1) über in:

$$W_1 = Q \cdot 0,305 \cdot 100 (\sqrt[4]{p_1} - \sqrt[4]{p_2}) \quad (2)$$

Zwischen p_1 und p_2 besteht nun die Beziehung:

$$p_1 - p_2 = \frac{10,5}{16^8} \gamma \frac{L}{d} v^2 \quad (3)$$

oder da

$$v = \frac{4Q}{3600 \pi \gamma d^2} \quad (3a)$$

$$p_1 - p_2 = \frac{10,5 \cdot 16 \cdot L Q^2}{16^8 \cdot 3600^2 \cdot \gamma \cdot \pi^2 \cdot d^5} = \frac{C_1}{d^5},$$

wobei

$$C_1 = \frac{1,3134 \cdot L Q^2}{10^{14} \cdot \gamma} \quad (4)$$

Setzt man in Gleichung (2) $p_2 = p_1 - \frac{C_1}{d^5}$ ein, so folgt:

$$W_1 = 30,5 Q \left[p_1^{1/4} - \left(p_1 - \frac{C_1}{d^5} \right)^{1/4} \right]$$

oder, nach dem Binomischen Lehrsatz aufgelöst

$$= 30,5 Q \left(\frac{C_1}{4 p_1^{3/4} \cdot d^5} + \frac{3}{32} \frac{C_1^2}{p_1^{7/4} \cdot d^{10}} + \frac{27}{384} \frac{C_1^3}{p_1^{11/4} \cdot d^{15}} + \dots \right) \quad (5)$$

Der Wärmeverlust durch Strahlung lässt sich nach *Stefan-Boltzmann* für die nackte, nicht isolierte Leitung ausdrücken durch die Beziehung

$$W_2 = F \cdot C_2$$

worin die Konstante C_2 beträgt:

$$C_2 = b (t_w - t_l) + C \left[\left(\frac{273 + t_w}{100} \right)^4 - \left(\frac{273 + t_l}{100} \right)^4 \right] \quad (6)$$

Darin bedeuten F die Oberfläche der nackten Leitung einschliesslich Flanschen usw. in m^2 , b der Durchgangskoeffizient = 4 bis 6, im Mittel rd. 5, t_w die Wandtemperatur an der Rohroberfläche, t_l die Lufttemperatur, $C = 4$.

Die Temperatur t_w ist nicht nur von der Dampftemperatur, sondern auch von der Dampfgeschwindigkeit abhängig. Die Uebergangsziffer zwischen Dampf und Rohrwand wächst mit der Dampfgeschwindigkeit. In nachstehender Tabelle sind die Rohrwandtemperaturen bei einer Dampfgeschwindigkeit von etwa 25 m/sek angegeben, unter der Voraussetzung, dass die Lufttemperatur 20°C betrage.

Dampftemperatur in $^{\circ}\text{Cels.}$	Temperaturgefälle in $^{\circ}\text{Cels.}$	Temperaturgefälle zwischen Dampf und Wandung $^{\circ}\text{C}$	Wandungs- temperatur t_w in $^{\circ}\text{Cels.}$
100	80	6	94
125	105	9	116
150	130	12	138
175	155	15	160
200	180	18	182
225	205	22	203
250	230	26	224
275	255	31	244
300	280	35	265
325	305	40	285
350	330	46	304
375	355	51	324
400	380	57	343

Die Oberfläche F der Leitung können wir als Funktion des Durchmessers ausdrücken, $F = 1,15 d \pi l$, wobei 1,15 ein Faktor bedeutet, der das Verhältnis zum Ausdruck bringt zwischen äusserer Rohroberfläche einschliesslich Oberfläche der Flanschen und der inneren Fläche, die auf Grund des Durchmessers d berechnet wird. Da die

¹⁾ Zeitschrift des Oesterr. Ing.- und Arch.-Vereins 1906, Nr. 38.