

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 68 (1950)  
**Heft:** 45

**Artikel:** Verstärkung eines Hochkamins durch Vorspannung des Kaminschaftes  
**Autor:** Derron, E. / Eglin, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-58108>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.01.2026

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

## Verstärkung eines Hochkamins durch Vorspannung des Kaminschaftes

DK 624.027.1

Von E. DERRON, Dipl. Ing., und A. EGLIN, Dipl. Ing., Basel

Der Fall ist nicht selten, dass bestehende Hochkamine zur Verbesserung der Zugwirkung oder zur Herabsetzung der Flugaschenbelastigung aufgestockt werden müssen. Wenn aber die Erhöhung ein bestimmtes Mass erreicht, sind solche Kamine — trotz des Gewichtes der Aufstockung — den vergrösserten Beanspruchungen durch Windbelastung meistens nicht mehr gewachsen. Die zulässigen Spannungen im unteren Teil des Kaminschaftes, besonders in den durch Rauchgasöffnungen, Revisionstüren usw. geschwächten Querschnitten, werden in der Regel beträchtlich überschritten. In solchen Fällen ist eine Verstärkung des Kaminen nicht zu umgehen.

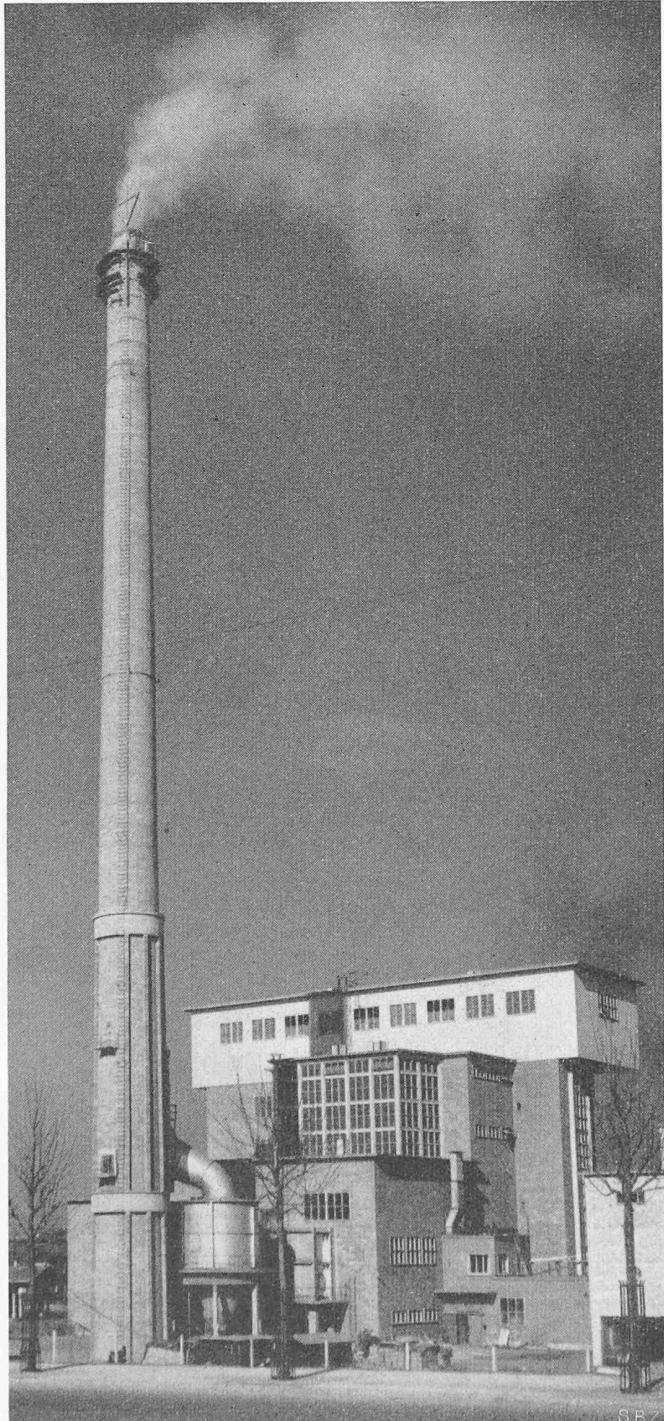


Bild 1. Das verstärkte Hochkamin mit dem obersten Verankerring, den vertikalen Rippen, die die Spannkabel enthalten, und dem mittleren Ring, der den Rahmen der Rauchgasöffnung unterstützt. Die Aufstockung ist noch nicht vollendet.

Vor dieses interessante Problem sahen sich die Verfasser gestellt, als ihnen die Aufgabe übertragen wurde, das 70 m hohe Hochkamin der Kehrichtverwertungsanstalt Basel<sup>1)</sup> um 15 m zu erhöhen (Bilder 1 und 2). Der tragende Mantel dieses Kaminen besteht aus vorgefertigten Betonradialsteinen von 30 cm Höhe und von unten nach oben abnehmender Länge und Stärke. Die letzte genannte liegt zwischen 35 cm am Fuß und 15 cm an der Krone. Die Radialsteine haben in der Mitte Aussparungen zur Aufnahme der Längsarmierung. An ihrer Oberseite befindet sich eine ringförmige Nut, in der die Radialarmierung liegt. Das nichttragende Futter besteht aus 12 bis 21 cm starken Hartbrandziegeln. Futter und Mantel sind durch eine Luftsicht von abnehmender Stärke getrennt, die im Minimum 8 cm misst. Das Gewicht des Futters wird, wie üblich, durch innere Konsolen auf den Mantel übertragen. Der äussere Kamindurchmesser beträgt über dem Fundament 5,06 m, in 70 m Höhe über Boden, bzw. 73,5 m über Fundament O. K. rund 3,14 m (Anzug = 1,3 %). Die Öffnung für die Einführung der Rauchgase befindet sich 12 bis 15 m über Boden (Bild 1).

Wegen Einhaltung eines vorgeschriebenen lichten Kamindurchmessers an der Krone konnte bei Annahme einer Futterstärke von 12 cm und eines Luftzwischenraums von 8 cm das Mantelmauerwerk des aufgestockten Kaminteils nur mit Betonsteinen von 15 cm Stärke ausgeführt werden. Infolgedessen ist das Gewicht der Kaminerhöhung verhältnismässig klein; es vermag die Exzentrizität infolge der zusätzlichen Windmomente aus der Kaminerhöhung nicht wesentlich herabzusetzen. Eine Aufstockung mit 35 cm starkem Betonmauerwerk, die statisch bessere Verhältnisse ergeben hätte, wäre bei Weglassung des Futters möglich gewesen. Wegen der sicher zu befürchtenden Korrosion des Mauerwerks durch die Rauchgase und wegen ihrer hohen Temperatur von rund 120 °C an der Kaminkrone, die unzulässige Temperaturspannungen bewirkt hätte, musste aber auf diese Lösung verzichtet werden. Wie die statische Berechnung zeigt (siehe S. 619), wären die zulässigen Spannungen im unteren Teil des Kaminschaftes, besonders in den Schnitten durch die Rauchgasöffnung, durch die geplante Erhöhung des Kaminen stark überschritten worden. Es mussten daher Mittel und Wege gefunden werden, um diesen Teil zu verstärken. Unter den für diesen Zweck verfügbaren Methoden konnte bei den gegebenen Umständen nur die Vorspannung des überbeanspruchten Mantelmauerwerks, d. h. die Einleitung einer durch künstliche Vorspannung erzeugten Längsdruckkraft in das Kamin in Frage kommen.

### Ausführung (Bilder 1 bis 6)

Die gesamte Vorspannung von total 165 t wird durch acht Vorspannkabel am Kaminumfang auf das Mantelmauerwerk übertragen. Sechs dieser Kabel enthalten je 8, die übrigen zwei je 12 Stahldrähte von 5 mm Durchmesser. Die Drähte sind gekerbt und bestehen aus Spezialstahl mit einer Zerreissfestigkeit von 170 kg/mm<sup>2</sup>, einer Streckgrenze von 135 kg/mm<sup>2</sup> und einem Elastizitätsmodul von 19 000 kg/mm<sup>2</sup>. Jedes Drahtbündel liegt in einer Kabelhülle aus Leichtmetallfolie. Zum Schutz gegen Witterungseinflüsse sind die Kabel mit U-förmigen, vorgefertigten Betonsteinen verkleidet (Bild 4). Die Höhe dieser Steine (30 cm) entspricht der Fugenteilung des Mantelmauerwerks. Die Aussparungen der Verkleidungssteine sind zur satten Umhüllung der Kabelschutzhüllen mit Spezialmörtel ausgegossen. Die Anordnung der acht Vorspannkabel im Grundriss ist so getroffen worden, dass die Resultierende aller Kabelspannkräfte in die Kaminaxe fällt. Da eine gleichmässige Verteilung der Kabel über den Kaminumfang wegen der Rauchgasöffnung, den Blitzableiterkabeln und den Steigisen nicht möglich war, mussten, wie oben erwähnt, zwei Kabel mit einer grösseren Vorspannung versehen, d. h. mit einer grösseren Anzahl von Spanndrähten ausgestattet werden. Immerhin ist die Kabelanordnung in bezug auf die Axe der Rauchgasöffnung symmetrisch.

Die acht vertikalen Vorspannkabel sind in einem obnen und einem untern Ring verankert. Der untern befindet sich

<sup>1)</sup> Siehe C. Felber in SBZ 1944, Bd. 124, Nr. 25, S. 325\*.

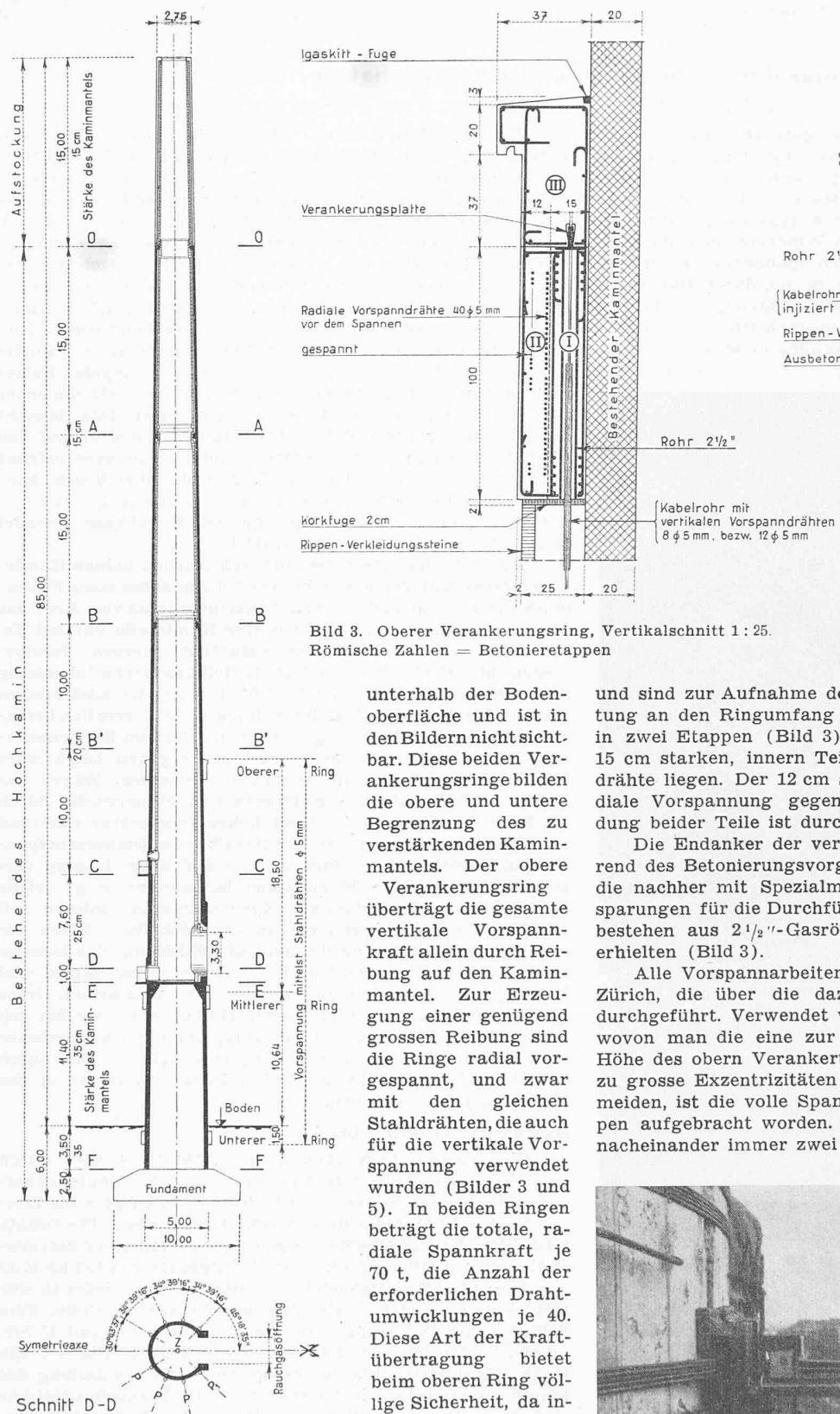


Bild 2. Kamin. Maßstab 1:500,  
mit Anordnung der Vorspannkabel  
(Schnitt D-D)

Ring hingegen fällt diese Sicherung weg, da hier die Vorspannkraft nach aufwärts wirkt. Theoretisch würde zwar auch hier die durch die radiale Vorspannung erzeugte Reibung zwischen Ring und Kaminmantel zur Kraftübertragung genügen. Um aber die Möglichkeit einer Verschiebung überhaupt auszuschliessen, besitzt der untere Verankerungsring auf der Innenseite elf gleichmässig auf den Umfang verteilte, 33 cm hohe und 50 cm lange Zähne, die 10 cm tief in vorgespitzte Löcher des Kaminmantels eingreifen und mit dem innern Teil des Ringes in einer Etappe betoniert wurden.

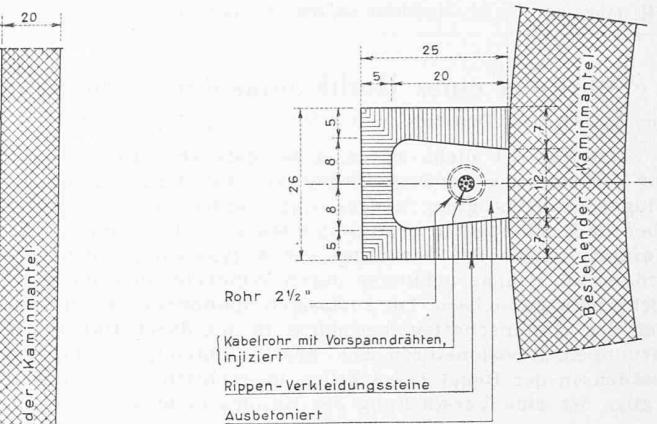


Bild 4. Verkleidung der Vorspannkabel, Horizontalschnitt 1 : 12,5

Selbst bei einer Vernachlässigung der durch die radiale Ringvorspannung erzeugten Reibungskräfte könnte diese Verzahnung die gesamte vertikale Vorspannkraft von 165 t durch Scherspannungen in den Verzahnungsquerschnitten ( $\tau_{\max} = 10,5 \text{ kg/cm}^2$ ) allein aufnehmen.

Beide Verankerungsringe bestehen aus hochwertigem Beton

und sind zur Aufnahme der Momente in der Tangentialrichtung an den Ringumfang bewehrt. Die Betonierung erfolgte in zwei Etappen (Bild 3). Die erste Etappe umfasst den 15 cm starken, innern Teil des Rings, auf dem die Spanndrähte liegen. Der 12 cm starke äussere Teil schützt die radiale Vorspannung gegen Witterungseinflüsse. Die Verbindung beider Teile ist durch Bügel gewährleistet.

Die Endanker der vertikalen Vorspannkabel lagen während des Betonierungsvorgangs in konischen Aussparungen die nachher mit Spezialmörtel vergossen wurden. Die Aussparungen für die Durchführung dieser Kabel durch die Ringe bestehen aus  $2\frac{1}{2}$ "-Gaströhren, die ebenfalls einen Verguss erhielten (Bild 3).

Alle Vorspannarbeiten hat die Firma *Stahlton A.-G.* in Zürich, die über die dazu nötigen Installationen verfügt durchgeführt. Verwendet wurden zwei hydraulische Pressen wovon man die eine zur Vorspannung der Vertikalkabel in Höhe des oberen Verankerungsrings aufstellte (Bild 6). Um zu grosse Exzentrizitäten während des Anspannens zu vermeiden, ist die volle Spannkraft jedes Kabels in zwei Etappen aufgebracht worden. Aus dem gleichen Grunde wurden nacheinander immer zwei einander gegenüberliegende Kabe-

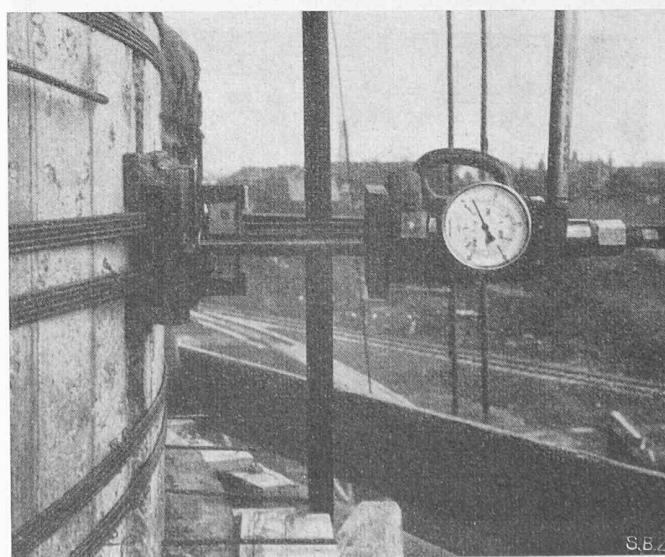


Bild 5. Anspannen der Vorspanndrähte der Verankerungsringe mittels einer hydraulischen Presse

angespannt. Zur radialen Vorspannung der Verankerungsringe hat man eine zweite Presse als Hebebock senkrecht zur Kaminwandung angesetzt und die Drähte etappenweise gespannt (Bild 5).

Die vertikalen Vorspannkabel sind nach Vollendung der Vorspannarbeiten mit einem Spezialmörtel, wie er für die Herstellung von Prepkart-Beton<sup>2)</sup> verwendet wird (Intrusion-Mörtel, bestehend aus Feinsand, Zement, «Alfesil», Intrusion-Aid und Wasser), injiziert worden.

Der in den Bildern 1 und 2 sichtbare, mittlere Ring unterhalb der Rauchgasöffnung hat die Aufgabe, die Auflagerkräfte des die Öffnung fassenden Eisenbetonrahmens in stetigem Spannungsfluss auf den Kaminmantel zu übertragen. Auch dieser Ring erhielt eine radiale Vorspannung.

#### Berechnung

Die statischen Berechnungen wurden nach den deutschen Normen für die Berechnung der Standfestigkeit hoher, freistehender Schornsteine (DIN 1056) durchgeführt. Nach diesen Vorschriften ist der Winddruck nach der Formel  $w = 120 + 0,6 h$  in Rechnung zu stellen, worin  $h$  die Schornsteinhöhe in Metern bedeutet. Für  $h = 85$  m ergibt sich ein Winddruck von  $171 \text{ kg/m}^2$ . Unter Annahme eines Formkoeffizienten von 0,67 beträgt daher die in Tonnen ausgedrückte, auf die Fläche  $F$  wirkende Windkraft

$$W = \frac{0,67 w F}{1000} = 0,1145 F.$$

Für verschiedene Schnitte — bei den Schnitten durch die Rauchgasöffnung auch für verschiedene Windrichtungen — wurden hierauf die Längskräfte und daraus nach dem Spangenbergschen Verfahren<sup>3)</sup> die Lage und die Richtung der Nulllinien und die Spannungen ermittelt, und zwar für die beiden Belastungsfälle ohne und mit Vorspannung des unteren Teils des Kaminschaftes. Die sehr beträchtlichen Spannungsermässigungen infolge der Vorspannung gehen

<sup>2)</sup> Siehe SBZ 1948, Nr. 23, S. 317\*: Konstruktionen in Prepkart-Beton.

<sup>3)</sup> Siehe «Bauingenieur» 1925, H. 10, S. 366.

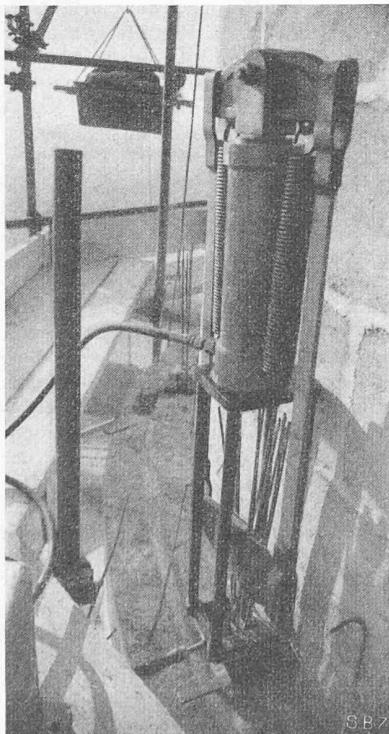
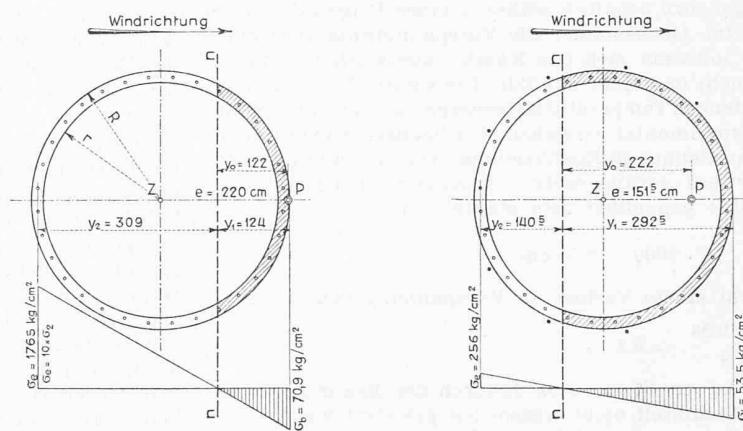


Bild 6. Verankerung und Anspannen der vertikalen Vorspannkabel

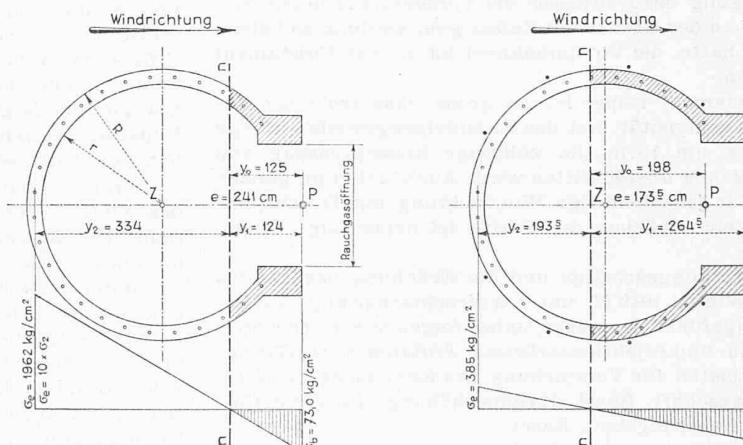
aus Tabelle 1 und den Bildern 7 bis 9 hervor. Die grössten Randdruckspannungen im Beton sinken von 74 auf höchstens  $55,9 \text{ kg/cm}^2$  (zulässig sind für vorfabriziertes Beton-

Tabelle 1. Spannungen im Kamin infolge Eigengewicht und Wind

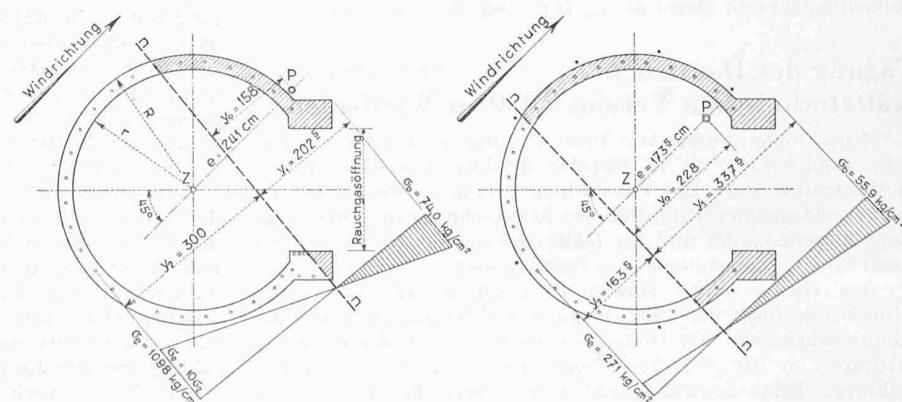
Schnitt	Grösste Randdruckspannung im Beton		Grösste Zugspannung in der Längsarmierung	
	ohne Vorspannung	mit Vorspannung	ohne Vorspannung	mit Vorspannung
C — C . . . . .	70,9	53,5	1765	256
D — D (Wind gegen Rauchgasöffnung) . . . . .	73	52,5	1962	385
D — D (Wind unter $45^\circ$ gegen die Axe der Rauchgasöffnung) . . . . .	74	55,9	1098	271



Ohne Vorspannung,  $P = 365100 \text{ kg}$   
Mit Vorspannung,  $P = 529100 \text{ kg}$   
Bild 7. Randspannungen im Schnitt C-C ( $R = 222 \text{ cm}, r = 202 \text{ cm}$ )



Ohne Vorspannung,  $P = 425300 \text{ kg}$   
Mit Vorspannung,  $P = 590000 \text{ kg}$   
Bild 8. Randspannungen im Schnitt D-D ( $R = 232 \text{ cm}, r = 207 \text{ cm}$ )



Ohne Vorspannung,  $P = 425300 \text{ kg}$   
Mit Vorspannung,  $P = 590000 \text{ kg}$   
Bild 9. Randspannungen im Schnitt D-D, Wind unter  $45^\circ$  zur Axe der Rauchöffnung

mauerwerk  $55 \text{ kg/cm}^2$ ), die grössten Zugspannungen in der Längsarmierung von  $1962 \text{ kg/cm}^2$  auf  $385 \text{ kg/cm}^2$ .

In den vertikalen Vorspanndrähten beträgt die Zugspannung rd.  $11\,000 \text{ kg/cm}^2$ . Bei einer Drahtlänge von 30 m, wie sie hier zur Anwendung gelangte, wird daher die elastische Verlängerung der Spanndrähte

$$\Delta l = \frac{11\,000 \cdot 3000}{1900\,000} = 17,4 \text{ cm.}$$

Spannungsverluste infolge Schwinden und Kriechen des Kaminmauerwerks können nicht auftreten, da das Kamin bereits acht Jahre alt ist. Dagegen sind Spannungsverluste möglich, wenn sich die Drähte entweder stärker erwärmen oder weniger stark abkühlen als der Kaminmantel. Beide Fälle können durch Betriebsunterbrechungen von längerer Dauer hervorgerufen werden. Wird z. B. in einem strengen Winter die Kesselfeuerung längere Zeit abgestellt, so kühlst sich das Kaminmauerwerk bis zur Lufttemperatur ab. Tritt nun plötzliche Erwärmung ein, so dehnen sich die Vorspanndrähte unter der Sonnenbestrahlung schneller aus als der Kaminmantel. Umgekehrt behalten während eines langen Betriebsunterbruchs im Hochsommer die Vorspanndrähte ihre hohe Temperatur, indessen sich das Kaminmauerwerk von innen her immer mehr und mehr abkühlt. Die während solcher Vorgänge auftretenden Temperaturdifferenzen zwischen Vorspannkabel und Kaminmantel erreichen aber höchstens  $15^\circ\text{C}$ . Gleiche Wärmeausdehnungs-Koeffizienten von Stahldraht und Kaminmauerwerk vorausgesetzt, verlängern sich mithin die Vorspanndrähte gegenüber dem Mantel um

$$\frac{12}{10^6} \cdot 15 \cdot 3000 = 0,54 \text{ cm.}$$

Das entspricht einem Verlust an Vorspannung von

$$\frac{100 \cdot 0,54}{17,4} = 3,1 \text{ %.}$$

Dieser Wert ist so klein, dass dadurch die Spannungen im verstärkten Kaminteil nicht wesentlich geändert werden.

Unterhalb des unteren Verankerungsringes, insbesondere in der Fuge F—F (Bild 2) unmittelbar über dem Fundament, wirkt die Vorspannung nicht mehr. Die Spannungen ohne Berücksichtigung des Einflusses der Vorspannung liegen hier gerade noch an der Grenze des Zulässigen, weshalb es keinen Sinn gehabt hätte, die Vorspannkabel bis in das Fundament hinabzuführen.

Das Fundament selber ist so gross, dass trotz der Zunahme der Exzentrizität und des Kamineigengewichts infolge der Erhöhung um 15 m die zulässige Bodenpressung von  $3 \text{ kg/cm}^2$  nirgends überschritten wird. Auch treten im ganzen Fundament für jede beliebige Windrichtung nur Druckspannungen auf, ein Abheben der Platte ist demzufolge ausgeschlossen.

Die Verstärkungsarbeiten und die Erhöhung des Kamins wurden im Winter 1949/50 unter Aufrechterhaltung des Betriebes durchgeführt. Es waren dabei folgende Firmen beteiligt: Vorspann- und Injektionsarbeiten: *Stahlton A.-G.*, Zürich; Eisenbetonarbeiten für Verstärkung des Kaminschafts: *Gebr. Stamm*, Baugeschäft, Basel; Kaminerhöhung: *Litzler & Cie.*, Kamin- und Feuerungsbau, Basel.

Die Projektierungsarbeiten, die statischen Berechnungen und die Bauleitung besorgte das Ingenieurbureau *A. Eglin & E. Derron* in Basel, im engen Einvernehmen mit dem Baupolizeiinspektorat Basel-Stadt, Dipl. Ing. *K. Rudmann*.

## Tagung des Deutschen Kältetechnischen Vereins 1950 in Wiesbaden

DK 061.3: 621.56 (43)

Unter dem Vorsitz von Prof. Dr. Ing. R. Pank, Karlsruhe, fand vom 9. bis 11. Oktober die Deutsche Kältetagung in Wiesbaden statt. Zur Behandlung gelangten wie alljährlich die verschiedensten Probleme der kältetechnischen Forschung, der Kälteerzeugung und der Kälteverwendung in Form von Vorträgen mit anschliessenden Diskussionen.

Im Hauptvortrag sprach Prof. Dr. A. Wattinger, Trondheim, über die «Feuchtigkeitswanderung in isolierten Kühlraumwänden» auf Grund von Versuchen im Wärmekraftlaboratorium der T. H. Trondheim. Die Luft ausserhalb der isolierten Kühlraumwände hat meist einen höhern Wasserdampfdruck als die Innenluft des Kühlraums. Um ein Eindringen des Wasserdampfes in das Innere der Isolation zu ver-

meiden, ist man daher gezwungen, eine Sperrsicht mit grossem Diffusionswiderstand auf der warmen Seite der Isolation anzuordnen. Ebenso wichtig ist es aber, den Diffusionswiderstand auf der kalten Seite so klein wie möglich zu machen, sodass eventuell eingedrungene Feuchtigkeit aus der Isolierung in den Kühlraum diffundieren kann. Die vorliegenden Erfahrungen zeigen, dass die wirklichen Wärmeleitzahlen immer höher sind als die in Plattenapparaten gefundenen Werte. Konvektionsströme in der Isolation mit Feuchtigkeitsverlagerungen, Fugen und Luftpalten, sowie eingebaute Stützkonstruktionen verschlechtern die Isolierwirkung. Die Versuche zeigten, dass der Wärmestrom im untern Teil der Wände wesentlich grösser ist als im obern Teil. Die Aufwärtsströmung der warmen getrockneten Luft führt die trotz der Sperrsicht eintretende Feuchtigkeit in den obersten Teil der Wand, wo die Luft nach der kalten Seite überströmt und sich die Feuchtigkeit in der Isolation niederschlägt und zwar oft in Form von Eis. Die gezeigten Kurvenbilder geben einen Einblick in die Verteilung der Feuchtigkeit, der Temperatur und des Wärmestromes in der Isolation im Verlauf einer jahrelangen Betriebszeit. Die Abweichungen der wirklichen Vorgänge von denen der reinen Wärmeleitung bedingen eine Erweiterung der Betrachtungsweise bei der Ausführung und Beurteilung der Wandkonstruktionen.

Obering. H. Flemming, München, erläuterte die in Deutschland geplanten «Rationalisierungsbestrebungen im Kühlverkehr» durch die neue Transthermos G. m. b. H., gegründet von den Deutschen Bundesbahnen, zusammen mit namhaften Firmen der Kühlwirtschaft und des Verkehrsgewerbes.

Dr. Ing. E. Altenkirch, Neuenhagen, sprach über den Einfluss endlicher Temperaturdifferenzen bei der Wärmeübertragung auf die Betriebskosten von Kompressionskälteanlagen. Die sehr komplizierten Beziehungen bei der Berücksichtigung der wirklichen Temperaturverluste in den Wärmeaustauschern erschweren die Möglichkeit zutreffender Vergleiche zwischen verschiedenartigen Prozessen. Die entwickelten Gleichungen liefern Formeln zur Entscheidung der Frage, ob die Berieselungs- oder die Grundwasserkühlung in einem bestimmten Fall vorteilhafter ist.

Der Vortrag von Dr. Ing. J. Wucherer, Höllriegelskreuth, über den Energieverbrauch von Grossauerstoffanlagen führte in das Gebiet der Tiefsttemperaturen, wo wegen der Grösse der Anlagen zur Zerlegung der Luft durch Verflüssigung immer neue Anstrengungen zur Verringerung des Energiebedarfs gemacht werden. Durch die Entwicklung der Expansionsturbinen sind hier weitere Verbesserungen möglich geworden, wobei Deutschland eine führende Rolle spielt.

Prof. Dr. Ing. G. Pahlitzsch, Braunschweig, erläuterte den Einfluss der verstärkten Kühlung bei der Metallbearbeitung. Die Starkkühlung der Schmiermittel von Werkzeugmaschinen ermöglicht eine Verlängerung der Werkzeugstandzeit durch Senkung der Schneidentemperatur. Die notwendige Kältemaschine amortisiert sich oft bereits in einem Jahr.

Ein sehr spezielles Gebiet behandelte Dr. H. Steinle, Stuttgart, in seinem Vortrag über die Prüfung der Kältemittel-Beständigkeit nichtmetallischer Stoffe. Kältemittel und Öl wirken auf die Isolierstoffe und Dichtungen extrahierend. Die umlaufenden Extrakte führen durch Ausscheidung zu Verstopfungen, ja zu Zerstörungen in den Kältemaschinen.

Obering. H. Köckritz, Mannheim, sprach über Kälteerzeugungsanlagen mit Turboverdichtern. Die Entwicklung ging für solche Anlagen in Amerika und Europa verschiedene Wege, führte aber in den letzten Jahren zu ganz ähnlichen Lösungen. Die gesamte Anlage kann mit geringen Anforderungen an Fundation und Wartung zu einem Block zusammengefasst werden, der es gestattet, die Kälteerzeugung in der Nähe der Kälteverwendung durchzuführen (z. B. Wetterkühlung in Bergwerken).

Das Programm erfuhr eine wertvolle Bereicherung durch die Berichte über eine Reise von 48 europäischen Fachleuten, die diesen Sommer auf Anregung der OEEC in den USA weilten. Wenn sich auch die amerikanischen Verhältnisse nicht ohne weiteres auf Europa übertragen lassen, so zeigt doch das frische, unbeschwerliche Anpacken der Probleme durch die Amerikaner auch uns manch neuen Ausgangspunkt für die Forschung wie für die Anwendung der Kältetechnik.

In den Diskussionen, die sich durch ein fachtechnisch hohes Niveau auszeichneten, wurden jeweils die Zusammenhänge zwischen den durch die Vorträge berührten, weitauseinanderlie-