

Schweizerische Bauzeitung

Revue Polytechnique Suisse
Wochenschrift

EINGEGANGEN 20. Nov. 2000

Organ des SIA und der GEP

Herausgeber

W. Jegher und A. Ostertag

28

82. Jahrgang

Donnerstag 9. Juli 1964



dosiertes Klima

Der Einbau von Klimaanlage greift weitgehend in das bauliche Geschehen ein. Dabei hat er sich der raumarchitektonischen Konzeption des Architekten anzupassen. Die individuelle Lösung finden wir auf Grund strömungstechnischer, akustischer und weiterer Voraussetzungen, die in unserem Laboratorium durch praktische Versuche erprobt werden. So planen und bauen wir das geforderte Klima nach Mass und Ihnen den vollumfänglichen Service aus eigener Fabrikation.

Häusler Klima

Walter Häusler & Co Zürich 46

Fabrik in Regensdorf/ZH 051 / 94 64 24

Inhalt

Neue Tendenzen im Schulbau. Von R. Gross	489*
Längslüftung von Autotunneln mit Strahl- gebläsen. Von U. Meidinger	498*
Wettbewerbskommission S. I. A./BSA	501
Otto Brechbühl 75 Jahre alt	502
Firma Dr. Ing. Koenig AG., Dietikon, Von W. Jegher	502

Nekrologe

Carl Griot	502*
Georg Pürner	503

Mitteilungen

Amerikanische Gesellschaft für Schweis- sung, Wasserkraftwerke der Sowjetunion. Persönliches	503
--	-----

Buchbesprechungen

Schiefe Einfeldplatten, von C. Schleicher und K. Müller	503
Feldmessen, von H. Volquards und K. Matthews	504
Neuerscheinungen	504

Wettbewerbe

Kirchliche Bauten in Nyon, Schulhausan- lage und kirchliche Bauten in Muri-Bern. Schulhaus «Stalden» in St. Gallen	504
--	-----

Ankündigungen

IFIP-Kongress 1965. Vortragskalender	504
--	-----

Bezugspreise

	Abonnement:		
	3 Monate	6 Monate	12 Monate
Schweiz	17.50	35.—	70.—
Ausland	19.—	38.—	76.—

Für Mitglieder des S. I. A., der G. E. P. und des Schweiz. Technischen Verbandes sowie Studierende anerkannter schweiz. Technischer Mittelschulen ermässigte Preiskategorien nach Tarif.

Verlag und Redaktion

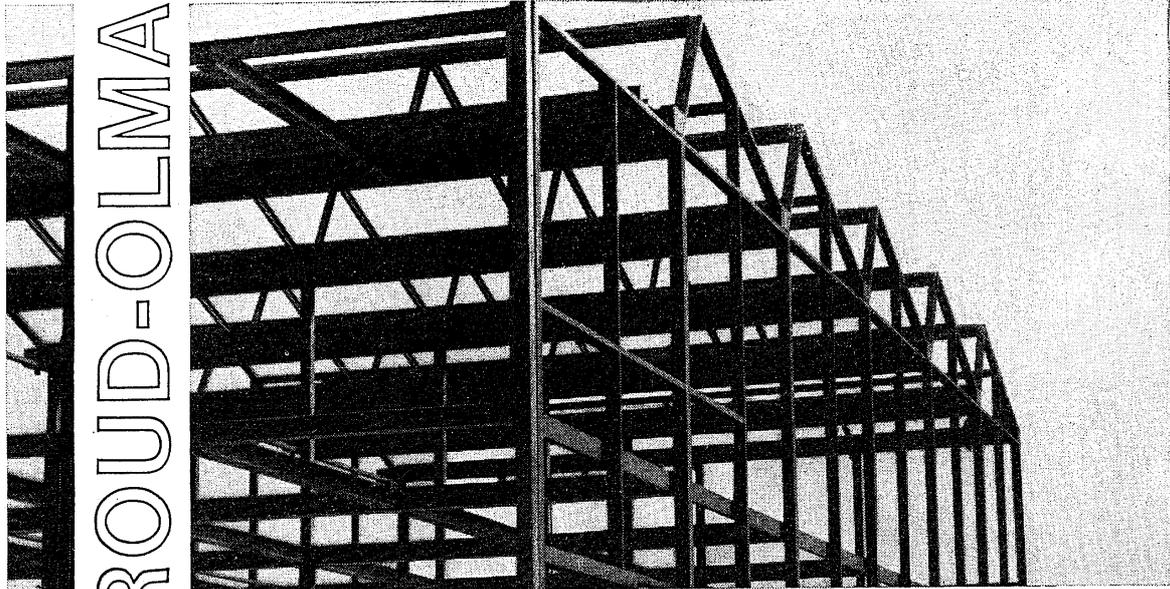
8045 Zürich, Staffelstrasse 12
8021 Zürich — Postfach
Tel. (051) 23 45 07/08, Postcheck 80 - 6110

Anzeigenverwaltung

Mosse-Annoncen AG, 8001 Zürich
Limmatquai 94, 8023 Zürich - Postfach
Tel. (051) 24 26 00, Postcheck 80 - 1027

GIROUD-OLMA AG

Stahlkonstruktionen für
Industriebauten.
Behälter- u. Apparatebau



GIROUD
OLMA

GIROUD-OLMA AG OLTEN
Maschinen- und Stahlbau

Meidinger

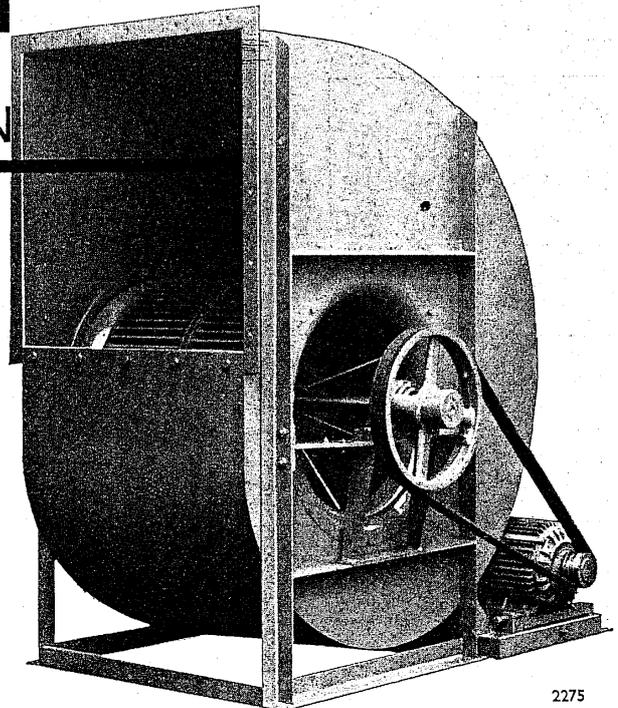
VENTILATOREN

AUS BLECH ODER KUNSTSTOFFEN



- Axialventilatoren
für mittlere bis grosse Luftmengen
- Dachventilatoren
- Gasschutzaggregate
- Hochdruck-Ventilatoren
für Wasser-Filtrieranlagen
- Rauchgas-Ventilatoren
- Spezialventilatoren
für Küchen-, Bad-, WC-Entlüftungen
Tankreinigung
- Transport-Ventilatoren

G. Meidinger & Cie.
Basel 4, Tel. 061/238870



2275

- [10] Erstmals vorgeschlagen im Aufsatz Pädagogischer Schulbau, «Werk» 6/1963.
- [11] P. Bussat: Les constructions scolaires d'après-guerre en Grande-Bretagne «Werk» 6/1963.
- [12] «Schweizerische Lehrerzeitung» 3/1964: Probleme des Schulbaus.
- [13] «Schweizerische Lehrerzeitung» 10/1964: Einsendungen zum Sonderheft «Probleme des Schulbaus»

Nachwort

Die Darlegungen von Roland Gross zeigen grundsätzliche Aspekte der neueren Unterrichtsmethodik, aus denen sich konkrete schulbauliche Folgerungen ergeben. Sie vermögen aber auch zu überzeugen, dass ein intensiverer Erfahrungs- und Wissensaustausch zwischen allen Instanzen, die sich mit dem Bau von Schulhäusern befassen, unbedingt vonnöten ist und praktisch nutzbare Richtlinien, wie auch Beratungsmöglichkeiten in Schulbaufragen ein zeitbedingtes Erfordernis geworden sind. Der Vorschlag des Verfassers, eine schweizerische Koordinationsstelle für den Schulbau zu gründen, hat in der Lehrerschaft lebhaft Resonanz gefunden. An den Behörden und an der Architektenschaft (S. I. A., BSA, Werkbund) liegt es nun, im Verein mit den Pädagogen für den

Schulbau jene konkrete Handhabe zu schaffen, deren wir bedürfen, um Unsicherheit, Fehldispositionen und Rückständigkeit zu verhüten innerhalb eines baulichen Aufgabenbereiches, der von Kanton und Gemeinden grosse finanzielle Mittel verlangt. Eine Koordinationsstelle für den Schulbau dient ebenso sehr der zeitgemässen Heranbildung unserer Jugend wie auch der öffentlichen Aufgabe, zweckmässige, gut durchdachte und ökonomische Schulbauten für die Zukunft zu errichten. Ob das koordinative Endziel nach dem Vorschlage Gross auf direktem Wege zu erstreben sei, oder über eine Reihe von Arbeitstagen, die unter Pädagogen, Behördenvertretern und Architekten vorerst periodisch zu veranstalten wären, sei hier nur angedeutet. Die zweitgenannte Lösung könnte den ideellen und baulichen Fundus an Kenntnissen und Erfahrungen für die künftige Schulbauberatung erbringen, dessen die Koordinationsstelle für ihre Tätigkeit bedürfte. Denkbar ist auch, beides nebeneinander zu verfolgen, um ausser der praktischen Beratung gleichzeitig auch über ein konsultatives Gremium für Schulbaufragen zu verfügen. Jedenfalls wäre es eine folgenschwere Unterlassung, wenn die Initiative für eine schweizerische Koordinationsstelle, so wie sie R. Gross vorgetragen hat, nicht ernsthaft und mit der gebotenen Weitsicht geprüft würde.

Die Redaktion

Längslüftung von Autotunneln mit Strahlgebläsen

DK 625.712.95:628.83

Von U. Meidinger, dipl. Masch.-Ing., Institut für Aerodynamik an der ETH, Zürich

Die nachstehende Arbeit behandelt ein Lüftungssystem für kurze und mittellange Autotunnels. Zunächst wird seine Wirkungsweise beschrieben und mit der «Saccardolüftung» verglichen. Mittels der Impulstheorie wird dann ein Lüftungsabschnitt untersucht und schliesslich ein Kriterium für die nötige Anzahl der Gebläseaggregate formuliert.

1. Einleitung

Wegen dem zunehmenden Autoverkehr werden in Zukunft in vermehrtem Masse kreuzungsfreie, geradlinige Strassen angelegt werden, was oft nur durch Unterführungen ermöglicht wird. Bei diesen kurzen bis mittellangen Autotunneln¹⁾ wird nun oft die natürliche Lüftung (Lüftung durch die «Kolbenwirkung» der Fahrzeuge) nicht mehr ausreichen. Man will aber doch mit einer reinen Längslüftung noch auskommen. In solchen Fällen wurde gelegentlich die künstliche Lüftung mit «Saccardo»-Düsen vorgenommen. Ihr Prinzip besteht darin, Luft von aussen mittels Strahlgebläsen durch einen Ringspalt in den Verkehrsraum zu blasen (Bild 1a).

1) Maximale Länge $L_{Max} = 800 \div 900$ m, Bemerkungen über die maximal zulässige Tunnellänge bei Längslüftung siehe (1) S. 101 und [3]

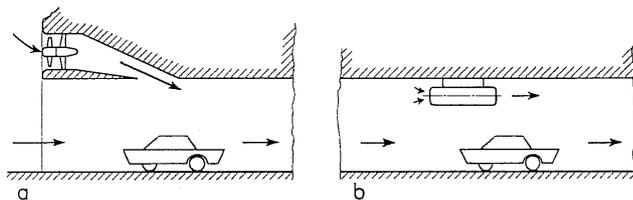


Bild 1. Längslüftung mit Saccardodüsen (a) und mit Strahlgebläsen (b)

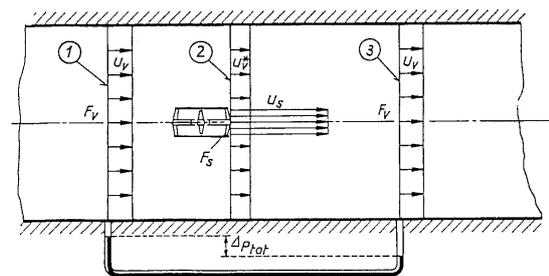


Bild 2. Prinzipskizze des Lüftungsabschnittes mit Strahlgebläse

Die Firma Voith, Getriebe KG, Heidenheim, hat nun ein einfaches Lüftungssystem entwickelt²⁾, das sich vor allem für Einspur-tunnel eignet. Es wird nicht mehr frische Luft von aussen wie bei der Saccardolüftung eingeführt, vielmehr halten regelmässig über die Tunnelröhre verteilte Strahlgebläse die Luft im Verkehrsraum in Bewegung (Bild 1b). Der Einbau der Aggregate ist einfach, deren Anzahl kann nach Inbetriebnahme eines ausgeführten Tunnels wenn nötig noch vergrössert oder verkleinert werden. Bei ausreichendem Platz können auch Tunnel, die ohne künstliche Lüftung projektiert wurden, durch Anbringen dieser Strahlgebläse nachträglich noch belüftet werden. Nachfolgend werden einige rechnerische Überlegungen mitgeteilt, deren Ziel die Bestimmung der nötigen Anzahl Aggregate sein soll.

2. Bezeichnungen

ρ	Luftdichte
u_v	ungestörte Luftgeschwindigkeit im Verkehrsraum
Q_v	Mengenstrom im Verkehrsraum
F_v	Verkehrsraumquerschnitt
D_v	Hydraulischer Durchmesser des Verkehrsraumquerschnitts
L_v	Länge der Tunnelröhre
λ_v	Reibungszahl im Verkehrsraum
u_s	Gebläseausstrittsgeschwindigkeit
Q_s	Gebläsedurchflussmenge
F_s	Gebläseausstrittsquerschnitt
$\psi = u_v/u_s$	Geschwindigkeitsverhältnis
$\Phi = F_s/F_v$	Flächenverhältnis
$\chi = Q_v/Q_s$	Mengenverhältnis
Δp_{tot}	totaler Drucksprung im Lüftungsabschnitt
Δp_{VE}	Drucksprung im Gebläse
Δp_R	Reibungsdruckabfall
Δp_E	Eintrittsdruckabfall am Tunnelportal
ζ_E	Eintrittsverlustziffer
Δp_W	Winddruck auf Tunnelportal
u_W	Windgeschwindigkeit aussen
N	Anzahl Fahrzeuge im Verkehrsraum
ζ_W	Widerstandskoeffizient der Fahrzeuge
F_F	Hauptpanzfläche der Fahrzeuge
v	Geschwindigkeit der Fahrzeuge
n	Anzahl Strahlgebläse
Le	Leistung ($Le_N =$ Nutzleistung, $Le_P =$ Pumpleistung)
CL	Leistungsziffer (CL_N, CL_P) $CL = Le / (q/2 \cdot u_s^3 F_s)$

²⁾ siehe: Technische Unterlagen der Firma Voith, Getriebe KG, Heidenheim

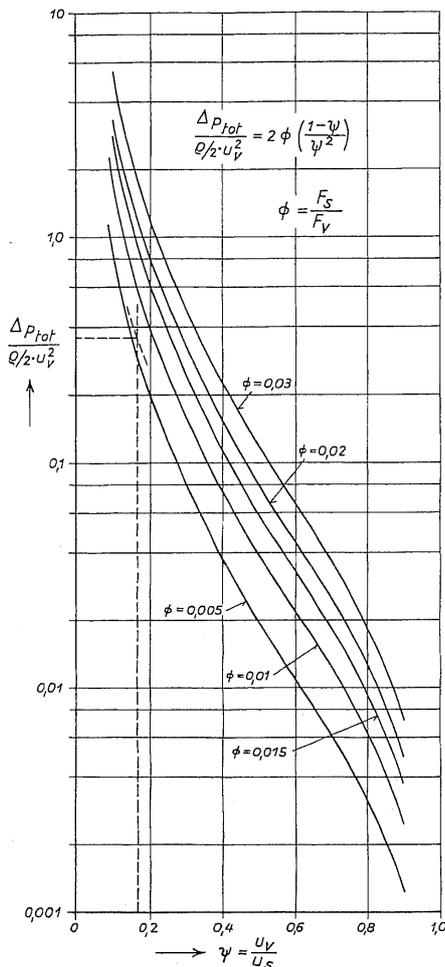


Bild 3 (links). Druckaufprägung im Lüftungsabschnitt. Dem gestrichelt eingezeichneten Beispiel liegen folgende Daten zugrunde:
 $u_s = 30 \text{ m/s}$; $u_v = 5 \text{ m/s}$;
 $F_s = 0,3 \text{ m}^2$; $F_v = 50 \text{ m}^2$;
 $\psi = 0,167$; $\phi = 0,006$;
 $\Delta p_{tot} / (\rho/2 \cdot u_v^2) = 0,36$

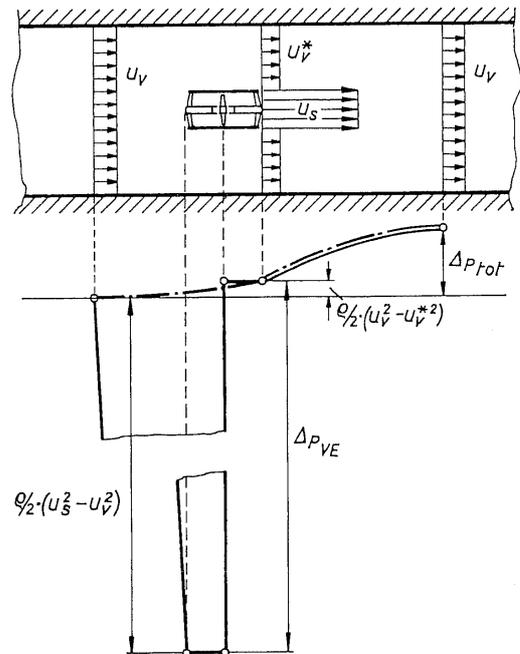


Bild 4 (rechts). Druckverlauf in und ausserhalb des Gebläses.
 — Druckverlauf eines Teilchens, das den Ventilator durchströmt
 - - - Druckverlauf eines Teilchens, das am Ventilator vorbeiströmt

3. Druckaufprägung mit Strahlgebläse

Die nähere Untersuchung eines Lüftungsabschnittes führt zunächst auf die Frage, welcher statische Druck mit einem Strahlgebläse der Strömung aufgeprägt werden kann. Dieser Druck, vermehrt um die «positive Kolbenwirkung» der Fahrzeuge, muss die Reibung und allfällige meteorologisch bedingte Gegendrücke überwinden. Bild 2 veranschaulicht den Rechnungsgang. Der Gebläseaustrittsquerschnitt F_s und das Durchsatzvolumen $F_s u_s$ seien bekannt; im Verkehrsraum ströme die Luft mit der Lüftungsgeschwindigkeit u_v , welche sich aus der vorgeschriebenen Frischluftmenge berechnet und hier als bekannt vorausgesetzt wird. Im weiteren sei angenommen, im Querschnitt 1 ströme die Luft ungestört. Die Strömung teilt sich dann in zwei Teile, wobei der eine vom Gebläse angesogen wird und der andere daran vorbeiströmt. Im Querschnitt 2 verlässt der Strahl das Gebläse mit u_s und vermischt sich mit der von aussen kommenden langsamen Strömung, bis sich in Querschnitt 3 wieder die ungestörte, «gesunde» Strömung eingestellt hat.

Eine Kontinuitätsbetrachtung liefert zunächst die Geschwindigkeit u_v^* :

$$(1) \quad u_v^* = \frac{F_v u_v - F_s u_s}{F_v - F_s}$$

Bei der Bestimmung der statischen Druckaufprägung $\Delta p_{tot} = p_3 - p_1$ wird angenommen, im Abschnitt von 1 bis 2 gehe die Entmischung sauber vonstatten. Ein Luftteilchen, das nicht durch das Gebläse geht, erfährt einen durch die Verzögerung bewirkten Druckanstieg, der sich nach der Bernoullischen Gleichung berechnen lässt zu

$$(2) \quad p_2 - p_1 = \rho/2 \cdot (u_v^2 - u_v^{*2})$$

Um in einem nächsten Schritt den Drucksprung von 2 zu 3 zu bestimmen, legen wir eine Kontrollfläche, die diesen Abschnitt einschliesst und wenden darauf den Impulsatz an. Dabei wird über dem ganzen Querschnitt 2 derselbe Druck p_2 angenommen, wie ihn die äussere Strömung aufzwingt. Diese Annahme ist gültig, da die Strom-

linien angenähert parallel verlaufen. Somit schreibt sich der Impulsatz:

$$(3) \quad (p_3 - p_2) F_v = \rho [(F_v - F_s) u_v^{*2} + F_s u_s^2 - F_v u_v^2]$$

Die Gleichungen (2) und (3) liefern den totalen Drucksprung $\Delta p_{tot} = p_3 - p_1$. Wird u_v^* durch Gleichung (1) ersetzt und im weiteren die dimensionslosen Grössen $\Phi = F_s/F_v$ und $\psi = u_v/u_s$ eingeführt, so ergibt sich:

$$(4) \quad \Delta p_{tot} = \rho/2 \cdot u_s^2 \frac{4\psi\Phi^2 + 2\Phi - \psi^2\Phi^2 - 2\Phi\psi - 3\Phi^2}{(1-\Phi)^2}$$

Hiefür kann auch geschrieben werden

$$(5) \quad \Delta p_{tot} = \rho/2 \cdot u_s^2 \times \left[(2\Phi - 2\Phi\psi) + \frac{\Phi^2 - 2\Phi^3 + 2\Phi^3\psi - \psi^2\Phi^2}{(1-\Phi)^2} \right]$$

Bei dem hier zu besprechenden Lüftungssystem wird aus Platz- und Kostengründen notwendigerweise der Wert Φ immer klein ausfallen. Das zweite Glied auf der rechten Seite weist im Zähler höhere Potenzen von Φ auf. Da auch $\psi < 1$ und der Nenner fast 1 ist, kann dieses Glied in guter Näherung vernachlässigt werden. Sind z. B.: $u_v = 5 \text{ m/s}$, $u_s = 30 \text{ m/s}$, $F_v = 50 \text{ m}^2$, $F_s = 0,3 \text{ m}^2$, so macht das Korrekturglied nur etwa 0,3% des gesamten Drucksprunges aus. Wir werden später auf dieses Beispiel zurückkommen. Für den Drucksprung im Lüftungssegment wird somit immer die Näherungsformel verwendet:

$$(6) \quad \Delta p_{tot} = \rho/2 u_s^2 2\Phi(1-\psi) = \rho/2 u_v^2 2\Phi \frac{1-\psi}{\psi^2}$$

In Bild 3 ist der Wert $\Delta p_{tot} / (\rho/2 \cdot u_v^2)$ über dem Geschwindigkeitsverhältnis ψ aufgetragen. Als Parameter wurde das Flächenverhältnis Φ in vernünftigen Grenzen variiert.

4. Pump-Nutzleistung und Wirkungsgrad des Lüftungsabschnittes

Die Berechnung der Gebläse- oder Pumpleistung verlangt zunächst die Kenntnis der vom Ventilator aufzubringenden Druckerhöhung. Es seien wiederum alle Wandreibungseinflüsse sowie die Gebläsekanalreibung vernachlässigt. An Hand von Bild 4, wo die Druckverläufe über den ganzen Lüftungsabschnitt schematisch dargestellt sind, lässt sich die Drucksteigerung im Gebläse ablesen:

$$(7) \quad \Delta p_{VE} = \rho/2 \cdot (u_s^2 - u_v^{*2})$$

Mit u_v^* nach Gleichung (1) und den dimensionslosen Grössen ψ und Φ ergibt sich

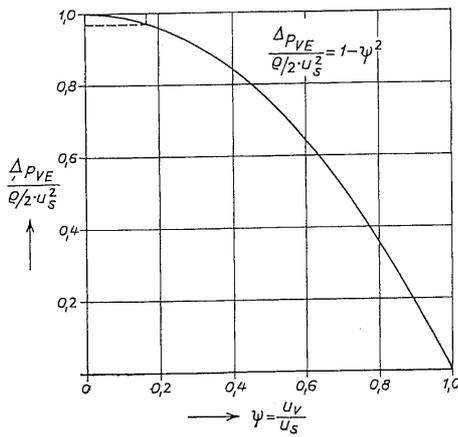
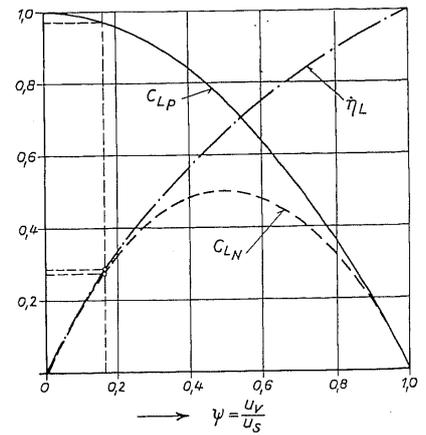


Bild 5 (links). Drucksprung im Gebläse. Daten des gestrichelt eingezeichneten Beispiels: $u_s = 30 \text{ m/s}$; $u_v = 5 \text{ m/s}$; $\Psi = 0,167$; $\Delta p_{VE} / (\rho/2 \cdot u_s^2) = 0,97$

Bild 6 (rechts). Pumpenleistungsziffer C_{LP} , Nutzleistungsziffer C_{LN} und Wirkungsgrad η_L im Lüftungsabschnitt. Daten des gestrichelt eingezeichneten Beispiels: $u_s = 30 \text{ m/s}$; $u_v = 5 \text{ m/s}$; $\Psi = 0,167$; $C_{LP} = 0,97$; $C_{LN} = 0,27$; $\eta_L = 0,286$



$$(8) \quad \Delta p_{VE} = \rho/2 \cdot u_s^2 \left[1 - \left(\frac{\psi - \Phi}{1 - \Phi} \right)^2 \right]$$

Formel (8) lässt sich auf die Form bringen:

$$(9) \quad \Delta p_{VE} = \rho/2 \cdot u_s^2 \left[1 - \psi^2 + \frac{2\Phi\psi + \psi^2\Phi^2 - 2\Phi\psi^2 - \Phi^2}{(1 - \Phi)^2} \right]$$

Auch hier hat das zweite Glied den Charakter einer Korrektur und kann vernachlässigt werden. Mit den bereits oben genannten Zahlen macht es nämlich nur etwa 0,2% des gesamten Drucksprunges aus. Somit genügt die vereinfachte Form:

$$(10) \quad \Delta p_{VE} = \rho/2 \cdot u_s^2 (1 - \psi^2)$$

Die Abhängigkeit des Ventilator-drucksprunges vom Geschwindigkeitsverhältnis zeigt Bild 5. Die Kenntnis von Δp_{VE} und Δp_{tot} erlaubt nun die Berechnung der entsprechenden Pump- und Nutzleistungen.

Für die *Pumpleistung* gilt der Ausdruck:

$$(11) \quad L_{EP} = \Delta p_{VE} F_s u_s$$

Mit Δp_{VE} aus Gleichung (10) wird:

$$(12) \quad L_{EP} = \rho/2 \cdot u_s^3 F_s (1 - \psi^2)$$

Analog gilt für die *Nutzleistung*:

$$(13) \quad L_{EN} = \Delta p_{tot} F_v u_v$$

Hier wird Δp_{tot} durch Gleichung (6) ersetzt, woraus folgt:

$$(14) \quad L_{EN} = \rho/2 \cdot u_s^3 F_s (1 - \psi) 2\psi$$

Als *Wirkungsgrad* des Lüftungsabschnittes sei das Verhältnis der Pumpleistung zur Nutzleistung festgesetzt:

$$(15) \quad \eta_L = \frac{L_{EN}}{L_{EP}} = \frac{2\psi}{1 + \psi}$$

In Bild 6 sind die dimensionslosen Leistungskennwerte und der Wirkungsgrad über dem Geschwindigkeitsverhältnis aufgetragen. Um zu zeigen, mit welchen Werten etwa in der Praxis zu rechnen ist, wurde wiederum das Beispiel $u_v = 5 \text{ m/s}$, $u_s = 30 \text{ m/s}$ herangezogen. Wie ersichtlich, ergeben sich dabei sehr schlechte Wirkungsgrade (etwa 30%). Bei grösseren ψ -Werten wären wohl bedeutend höhere Wirkungsgrade zu erzielen. Dies würde aber kleinere Gebläseausstrittsgeschwindigkeiten u_s bedingen, was auch kleinere Drucksprünge im Lüftungsabschnitt zur Folge hätte. Somit wären mehr Gebläseaggregate nötig.

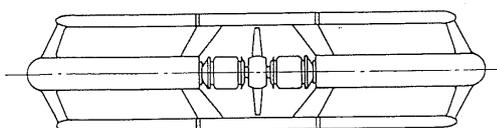


Bild 7. Gebläseskizze (aus: Technische Unterlagen der Firma Voith, Getriebe K. G., Heidenheim)

Um den Gesamtwirkungsgrad η_{tot} zu erhalten, kommt noch der Gebläsewirkungsgrad η_G hinzu; man erhält

$$(16) \quad \eta_{tot} = \eta_L \eta_G$$

Der Gebläsewirkungsgrad (Gebläseleistung zu Wellenleistung) liegt bei den hier verwendeten Ventilatoren (Bild 7) bei 50 bis 60%, womit sich ein Gesamtwirkungsgrad von nur etwa 18% ergibt. Damit solche Gebläse auch in umgekehrter Richtung betrieben werden können, werden sie ohne drallaufhebende Leitapparate und ohne Austrittsdüsen gebaut. Die grossen Geschwindigkeiten, die längs des ganzen Gebläsekanals aufrecht erhalten bleiben, verursachen deshalb grosse Verluste, überdies werden diese Gebläse meistens noch mit schalldämpfenden Oberflächen versehen.

5. Nötige Anzahl der Strahllüfter bei gegebenen Tunnelabmessungen und Verkehrsverhältnissen

Um Aufschluss zu erhalten, wieviel Druck dem ganzen Verkehrsraum mittels Strahlgebläsen zuzuführen ist, müssen alle Drücke bekannt sein, die auf die Strömung wirken. Zunächst ist die turbulente Reibung zu überwinden, wofür folgender Ansatz gilt:

$$(17) \quad \Delta p_R = - \rho/2 \cdot u_v^2 \lambda_v \frac{L_v}{D_v}$$

Das negative Vorzeichen soll ausdrücken, dass dieser Druck der Strömung entgegenwirkt.

Durch das Einströmen der Luft in den Verkehrsraum entsteht ein weiterer Druckabfall, der durch die Beschleunigung der Luft aus der Ruhe im Aussenraum herrührt. Die dabei auftretenden Verluste werden durch die Verlustziffer ζ_E erfasst, die von der Geometrie des Einlaufes abhängt. Der Eintrittsdruckabfall schreibt sich somit:

$$(18) \quad \Delta p_E = - (1 + \zeta_E) \rho/2 \cdot u_v^2$$

Von den meteorologischen Einflüssen ist wegen der geringen Tunnelänge von höchstens etwa 800 m nur der Winddruck zu berücksichtigen. Wir nehmen den ungünstigen Fall an, bei dem der Wind auf das Austrittsportal bläst und so der Strömung mit seinem vollen Staudruck entgegenwirkt:

$$(19) \quad \Delta p_W = - \rho/2 \cdot u_w^2$$

Sehr wichtig ist schliesslich noch die Tatsache, dass die fahrenden Autos als Kolben wirken und somit ihrerseits auf den Luftstrom einen Druck ausüben. Da meistens zwei getrennte Tunnelröhren mit Richtungsverkehr vorliegen, kann diese Kolbenwirkung positiv ausgenutzt werden, indem Fahrzeug- und Lüftungsstrom die selbe Richtung haben. Wenn jeder Wagen die Hauptspantfläche F_F und den Widerstandsbeiwert ζ_W aufweist, so ergibt sich für N Fahrzeuge, die sich mit der Geschwindigkeit v fortbewegen, folgender Ausdruck³⁾:

$$(20) \quad \Delta p_F = \rho/2 \cdot u_v^2 \frac{N \zeta_W F_F}{F_v} \left(\frac{v}{u_v} - 1 \right)^2$$

Bei n Gebläseaggregaten, die der Strömung je den Drucksprung Δp_{tot} aufprägen, ergibt sich schliesslich für die totale Druckbilanz:

3) Näheres siehe: [1]

$$(21) \quad n \Delta p_{tot} = \rho/2 \cdot u_v^2 \times \left[1 + \zeta_E + \lambda \frac{L_v}{D_v} + \left(\frac{u_{W'}}{u_v} \right)^2 - \frac{N \zeta_W F_F}{F_v} \left(\frac{v}{u_v} - 1 \right)^2 \right]$$

In Gleichung (21) ersetzen wir den Klammerausdruck durch:

$$(22) \quad \lambda' = 1 + \zeta_E + \lambda_v \frac{L_v}{D_v} + \left(\frac{u_{W'}}{u_v} \right)^2 - \frac{N \zeta_W F_F}{F_v} \left(\frac{v}{u_v} - 1 \right)^2$$

und erhalten somit für die Anzahl der Aggregate:

$$(23) \quad n = \frac{\lambda' \rho/2 \cdot u_v^2}{\Delta p_{tot}}$$

wobei Δp_{tot} nach Gleichung (6) zu berechnen ist. Damit wird

$$(24) \quad n = \frac{\lambda' \psi^2}{2 \Phi (1 - \psi)}$$

In der Praxis rechnet man oft auch mit Mengenverhältnissen, wofür die dimensionslose Grösse χ eingeführt wird:

$$(25) \quad \chi = \frac{Q_v}{Q_s} = \frac{F_v u_v}{F_s u_s} = \frac{\psi}{\Phi}$$

Damit wird aus Gleichung (24)

$$(26) \quad n = \frac{\lambda' \Phi \chi^2}{2 (1 - \Phi \chi)}$$

In Bild 8 ist n/λ' über dem Mengenverhältnis $1/\chi$ aufgetragen, wobei wiederum das Flächenverhältnis Φ in vernünftigen Grenzen variiert wurde. Dieses Diagramm dient zur direkten Bestimmung der Anzahl der Gebläseaggregate. Unter der Annahme, dass u_v und damit Q_v schon bestimmt sei, wählen wir ein Gebläse, das bei einem bestimmten Δp_{tot} (Formel 6) die Menge Q_s fördere; dann lässt sich aus Bild 8 der Wert n/λ' bestimmen. Mit den bekannten Tunnelabmessungen, Verkehrsverhältnissen und meteorologischen Verhältnissen ergibt sich λ' und somit auch die Anzahl n .

Literaturverzeichnis

- [1] J. Ackeret, A. Haerter, M. Stahel: Die Lüftung der Autotunnels, Bericht der Expertenkommission für Tunnellüftung an das Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau (veröffentlicht als Mitteilung Nr. 10 aus dem Institut für Strassenbau an der ETH Zürich).
- [2] A. Haerter: Theoretische und experimentelle Untersuchungen über die Lüftungsanlage von Strassentunneln. Mitteilung Nr. 29 aus dem Institut für Aerodynamik, ETH Zürich.
- [3] G. Gruner und P. Bürkel: Maximale Länge von Autotunneln ohne künstliche Belüftung. SBZ 81 (1963), H. 29, S. 511.

Wettbewerbskommission S.I.A./BSA 06.063

Ueber die umfangreiche Tätigkeit der Wettbewerbskommission hat deren Präsident, Rudolf Christ, dipl. Arch. S.I.A./BSA Basel, einen Bericht samt detailliertem Verzeichnis aller Geschäftsvorfälle für das Jahr 1963 zusammengestellt. Diese sind in ihrer Zahl nach weit grösser, als entsprechend dem Stand der behandelten Gegenstände anzunehmen wäre, weil ein und dieselbe Angelegenheit häufig Anlass zu mehrfachen Korrespondenzen, Verhandlungen, Vernehmlassungen usw. gibt. Fasst man die für die Wettbewerbskommission S.I.A./BSA behandelten Geschäfte thematisch zusammen, wobei jedes Geschäft nur einmal berücksichtigt wird, so ergeben sich für das ganze Jahr etwa folgende Zahlen: Genehmigte Wettbewerbsprogramme für Schulbauten, Seminare, Jugendheime 36; Bauten der Kirchgemeinden 18; Zentrums- und Siedlungsplanungen 7; Alterssiedlungen und -heime 4; Spitalbauten 2; Verwaltungsbauten, Banken 8; Theater, Kongressbauten 3; Gastwirtschaftsgewerbe 3; Sportanlagen 1; Städtebau 1; Orientierungen, Bereinigungen, Fragenbeantwortungen, Entscheide usw. 42; Beschwerden 8; Wettbewerbswesen, Sitzungen, Persönliches 11.

Zusammenfassend äussert sich Architekt Christ zur Jahresarbeit der Wettbewerbskommission wie folgt (leicht gekürzt, Red.):

«Auch in diesem Jahr sind sehr viele Wettbewerbsprogramme kontrolliert, teilweise richtig gestellt und durch

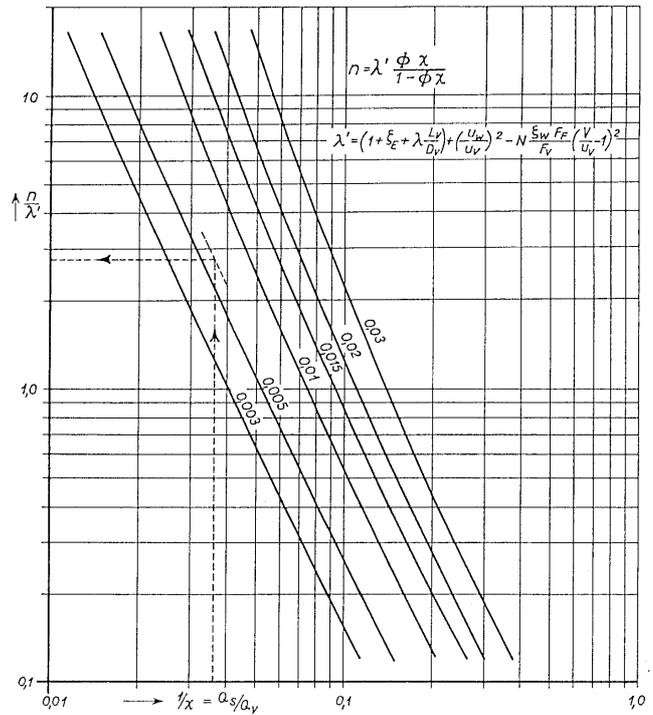


Bild 8. Kurven zur Bestimmung der Anzahl Strahlventilatoren.

Daten des gestrichelt eingezeichneten Beispiels:

$u_s = 30$ m/s; $u_v = 5$ m/s; $F_s = 0,3$ m²; $F_v = 50$ m²

$1/\chi = 0,036$; $\Phi = 0,006$; $n/\lambda' = 2,78$

den Präsidenten der Wettbewerbskommission, oder die Präsidenten der Gruppen Ost-Schweiz und West-Schweiz, genehmigt worden. Daneben erfolgten vielfach Beratungen an einzelne Veranstalter von Projektierungen oder Wettbewerben. Rechtzeitige Anfragen von Gemeinden oder Einzelunternehmungen halfen mit, die Aufgabenstellung und deren Erledigung auf einen zweckmässigen und erfolgversprechenden Weg zu leiten.

Eine Reihe von Beschwerden, die als Folge von Unklarheiten in Entscheiden, Programmen oder Fragestellungen erhoben worden sind, mussten mit Zeitverlust und Bemühungen der Kommissionsmitglieder und der ausschreibenden Behörden bestmöglich erledigt werden. Es ist bedauerlich, dass solche Beschwerden, die vielfach sachlich unnötig und dem Wettbewerbswesen abträglich sind, meistens auf eine wenig kollegiale Einstellung von seiten gewisser Architekten zurückzuführen sind.

Die revidierte Norm Nr. 152, S.I.A. hat sich in der ganzen Schweiz gut bewährt und eine eindeutige, rechtliche Grundlage geschaffen. Es ist bedauerlich, dass die Regierung des Kantons Zürich im Wettbewerb Frauenklinik, Unfallklinik Zürich, geglaubt hat, gegen den Art. 42 der Grundsätze protestieren zu müssen. Trotz mehreren Aussprachen und der Bereitschaft auch unsererseits, einen gangbaren Weg zu finden, ist dies im Berichtsjahr nicht gelungen, scheint aber in absehbarer Zeit möglich zu werden. Die Wettbewerbskommission hält eindeutig an der revidierten Norm fest, insbesondere an Art. 42. Modifikationen können in den Wettbewerbsprogrammen festgelegt werden, sofern sie nicht gegen den Sinn der Grundsätze verstossen.

Immer wieder muss darauf gesehen werden, dass die Wettbewerbsprogramme keine einschränkenden Reglementierungen, insbesondere auf Grund teilweise veralteter, gesetzlicher Vorschriften enthalten. Durch die Resultate der Wettbewerbe können solche Vorschriften für das Ausführungsprojekt erst richtig beurteilt, geltend gemacht, oder durch Ausnahmegewilligungen überbrückt werden. Wesentlich ist, dass die Fachpreisrichter in ihren Anträgen für die Weiterführung der Bauaufgaben durchführbare Entscheide fällen und den Veranstaltern der Wettbewerbe beratend behilflich sind.