

Zur Frage der Erdwärme und Ventilation in grossen Tunnels

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **3/4 (1884)**

Heft 6

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-11909>

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.

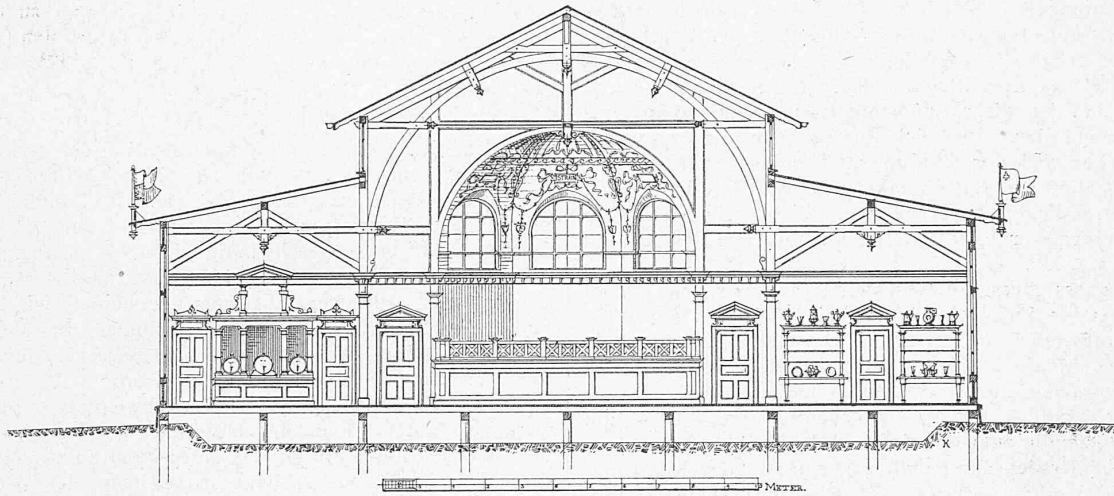
Haftungsausschluss

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.

Restaurants dienten 200 Gasflammen und zwölf electriche Bogenlampen der Zürcher Telephongesellschaft von je 600 Kerzen Leuchtkraft. Ausserdem wurden bei Abendunterhaltungen der Ausstellungspark, die Gebäudefacaden, die Con-

grösseren industriellen Etablissements ihre theilweise sehr kostbaren Schränke selbst lieferten). In den nachfolgenden Beträgen sind alle Ausgaben für die Decoration der Gebäude inbegriffen.

Festhalle.



Querschnitt (Blick nach dem Orchester).
Masstab 1: 200.

ditorei Sprüngli und das Aquarium durch electriche Lampen der Firmen Bürgin & Alioth in Basel, de Meuron & Cuénod in Genf und der Telegraphenfabrik Neuchâtel (M. Hipp) beleuchtet, während auf dem Ausstellungsplatz bei der Tonhalle Bogenlampen der Firma Stirnemann & Cie. in Zürich in Thätigkeit standen.

Zum Schlusse lassen wir noch eine Uebersicht der Kosten sämmtlicher Hochbauten folgen, wobei erwähnt werden muss, dass die am See gelegene Festhalle, weil dieselbe ein Privat-Unternehmen war, nicht in der nachfolgenden Tabelle erscheint.

Die Gesamtbaukosten der Schweizerischen Landesausstellung erstiegen sich auf rund 1 060 000 Franken, wovon 839 135 Franken oder 70% auf die Hochbauten entfielen.

Die übrigen 21% der Gesamtbaukosten (ca. 221 000 Franken) wurden für die Freimachung des Platzes (Abtragung des Kornhauses), die Herstellung der Wege und Anlagen, die beiden Brücken (obere Brücke 7 925 Fr., untere Brücke 12 227 Fr.), die Wasser-, Gas-, Dampf- und Electricitätsleitungen, die Umzäunung des Platzes (Einfang, Cassahäuschen, Passerelle, Hauptportal etc.), die Wiederinstandstellung des Platzes und endlich für die Bauleitung und Planbeschaffung (Concurrenz) verausgabt.

Wie schon früher bemerkt, wurden alle Hochbauten durch die betreffenden Unternehmer nur miethweise erstellt, so dass nach der Wiederentfernung der Gebäulichkeiten das Baumaterial Eigenthum der Unternehmer verblieb. (Der nämliche Grundsatz wurde auch bei der Vergebung der durch die Ausstellungsbehörden beschafften Glasschränke durchgeführt, wobei übrigens zu bemerken ist, dass die

	Einzel Fr.	Total Fr.	Grundfläche m ²	p.m ² Fr.	
1. Industriehalle.					
a. Hauptgebäude	203 965				
b. Gedeckte Gänge	6 245	210 210	10 040	20,94	
2. Maschinenhalle.					
a. Hauptgebäude	215 535				
b. Raum für die Bohrmaschinen	4 025				
c. „ „ „ Lederindustrie	8 215				
d. Kesselhaus	11 500				
e. Anbau des Dampfkessel-Vereins	950	240 225	13 265	18,11	
3. Halle f. Landwirtschaft, Chemie etc.					
a. Hauptgebäude	53 360				
b. Gebäude f. Chemie, Hygiene etc.	20 975				
c. „ „ „ Rettungswesen	6 980	81 315	6 783	12,00	
4. Kunsthalle	90 420	90 420	1 950	46,33	
5. Kleinere Pavillons etc.					
a. Keramik	8 400				
b. Photographie	6 040				
c. Musikpavillon	9 110				
d. Administrationsgebäude	10 340				
e. Press-Pavillon	1 830				
f. Hôtelwesen	20 700				
g. Aquarium	21 760	78 180	2 052	38,10	
6. Jagd- und Forstgebäude	26 835	26 835	752	35,67	
7. Restaurants.					
a. Hauptrestaurant	58 630				
b. Bierhalle	12 525				
c. Conditorei Sprüngli	26 175	97 330	2 497	38,98	
8. Aborte	14 620	14 620	340	43,00	
		Zusammen:	839 135	37 679	22,27

Zur Frage der Erdwärme und Ventilation in grossen Tunnels.

(Schluss.)

Die zweite der im Beginn angeführten Broschüren, von Ingenieur Ch. de Sinner, behandelt speciell die Frage der Ventilation in bereits vollendeten, in Betrieb befindlichen Tunnels, und soll in erster Linie eine Entgegnung auf eine den nämlichen Gegenstand betreffende Arbeit von Dr. Stapff sein, die im „Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes“ erschienen ist. Es handelt sich vor Allem darum, zu wissen, ob der natürliche Luftzug, wie er sich in einem fertigen Tunnel zwischen den beiden Mündungen

einstellt, unter allen Umständen genügt, um die durch den Betrieb, insbesondere durch den Kohlenverbrauch der Locomotiven verdorbene Luft vollständig zu erneuern. Herr Stapff glaubt in seiner Abhandlung diese Frage bejahen zu können, während verschiedene andere Autoritäten eine entgegengesetzte Ansicht verfechten. So haben die Herren Inspector Giordano und Oberingenieur Frescot für den Mont-Cenis-Tunnel gleich vom Beginn des Betriebs an gerathen, der natürlichen Ventilation noch künstlich nicht bloss

durch die Luft aus den Compressoren, sondern durch Anbringung grosser Ventilatoren nachzuhelfen. Zu dem nämlichen Schluss kommt auch ein Memorial von Herrn von Kossuth, Director der Minen von Cesena bei Rimini (veröffentlicht in den „Annales des mines“ 1881), und eine Broschüre von Herrn Pressel über Ventilation und Abkühlung langer Alpentunnels. Zwar sind im Gotthardtunnel seit Beginn des Betriebes noch keine von ungenügender Ventilation herrührende erhebliche Nachtheile verspürt worden, wenigstens vom reisenden Publicum nicht; aber nach der Ansicht des Verfassers ist dieses günstige Resultat nur dem Umstande zuzuschreiben, dass sich der Verkehr noch zu wenig entwickelt hat und der Consum an Brennmaterial noch so gering war, dass die Luft immer genügend Zeit hatte, sich zwischen zwei Zügen zu erneuern. Ob dieses auch in Zukunft so bleiben werde, soll durch die folgende Betrachtung untersucht werden.

Wie gross muss die Geschwindigkeit der den Tunnel durchströmenden Luft sein, damit die sich bei der Verbrennung bildenden schädlichen Gase neutralisirt werden? Solcher Gase kommen bei der Kohlenfeuerung hauptsächlich zwei in Betracht, die Kohlensäure und das Kohlenoxyd. Vom Kohlenoxydgas genügt ein Quantum von $\frac{1}{8}$ 0/0, um die Luft vollständig zum Einathmen unbrauchbar zu machen, während der Kohlensäuregehalt bis auf $\frac{1}{2}$ 0/0 gehen kann; es ist indessen nicht ratsam, für die einzuathmende Luft im Durchschnitt mehr als $\frac{1}{2}$ 0/0 Kohlenoxyd und etwa 1 0/0 Kohlensäure vorauszusetzen; man sollte daher für jeden m^3 Kohlenoxyd, der sich im Tunnel entwickelt, $2000 m^3$ frische Luft, und für jeden m^3 Kohlensäure $1000 m^3$ frische Luft zur Verfügung haben. Es lässt sich nun annehmen, die Verbrennung von 1 kg Steinkohle von Saarbrücken liefere 2,09 kg oder $1,29 m^3$ Kohlensäure und 0,44 kg oder $0,425 m^3$ Kohlenoxydgas. Supponirt man ferner, jeder durchlaufene km erfordere einen Kohlenverbrauch von 9 kg, so werden bei jeder Hin- und Rückfahrt durch den Tunnel 270 kg Kohle verbraucht, also für zehn täglich in jeder Richtung verkehrende Züge 2700 kg; diese produciren nach obiger Annahme $3550 m^3$ Kohlensäure und $1150 m^3$ Kohlenoxyd, und erfordern eine Luftzuführung von im Ganzen $3550000 + 2300000 = 5850000 m^3$ per Tag, oder per Secunde eine solche von $67,63 m^3$. Da nun der Querschnitt des Tunnels $41 m^2$ beträgt, so müsste hiernach die Luft mit einer Geschwindigkeit von $\frac{67,63}{41} = 1,65 m$ durchströmen, um

dieser Forderung zu genügen. Vermehrt sich die Anzahl der täglichen Züge auf 12 und 15, so muss sich diese Geschwindigkeit im nämlichen Verhältniss erhöhen, also auf 1,98, beziehungsweise 2,48 m. Bei ganz gutem Brennmaterial und sehr sorgfältiger Heizung lässt sich der Kohlenverbrauch per km vielleicht auf 7,5 kg herunterbringen; alsdann wären die entsprechenden erforderlichen Luftgeschwindigkeiten:

Für 10 tägliche Züge: 1,38 m
 „ 12 „ „ 1,65 m
 „ 15 „ „ 2,00 m

Es fragt sich nun, ob der Luftzug in Folge der natürlichen Ventilation stark genug sei, um die berechnete Geschwindigkeit zu erzeugen und die Wirkung der schädlichen Gase zu neutralisiren. Diese natürliche Ventilation kann aus zwei Ursachen entstehen: 1) aus der Differenz zwischen den Temperaturen der Luft ausserhalb und innerhalb des Tunnels; 2) aus der Differenz des Luftdruckes an jeder der beiden Mündungen. Aus der erstern Ursache resultirt eine theoretische Geschwindigkeit der Luft, von der tiefern gegen die höhere Mündung, v_1 , die durch die Formel ausgedrückt wird:

$$v_1 = \sqrt{2 g D \alpha \frac{t - t'}{1 + \alpha t'}}$$

in welcher g die Acceleration des freien Falles, D die Höhendifferenz beider Mündungen, α den Ausdehnungscoefficienten der Luft, t die innere und t' die äussere Temperatur bezeichnet. Setzt man die Werthe ein $g = 9,81 m$, $D = 36 m$,

$\alpha = 0,00367$, und vernachlässigt $\alpha t'$ gegenüber von 1, so erhält man:

$$v_1 = 1,5 \sqrt{t - t'}$$

Nun hat aber die Luft in ihrem Durchzug durch den Tunnel verschiedene Widerstände zu überwinden, als deren hauptsächlichster die Reibung an den Wänden anzusehen ist. Durch Entwickelungen, deren Wiedergabe hier zu umständlich wäre, kommt man zum Schluss, dass für den Gotthardtunnel die effective Luftgeschwindigkeit v bloss etwa $\frac{1}{10}$ der theoretischen sein wird, also:

$$v = 0,1 v_1 = 0,15 \sqrt{t - t'}$$

Im Winter kann die Temperaturdifferenz zwischen der äussern und innern Luft von 16 bis 30^0 differiren, daher schwankt v zwischen 0,60 und 0,85 m. Im Sommer dagegen beträgt die Temperaturdifferenz bloss 0 bis 9^0 , und die daraus resultirende Geschwindigkeit 0 bis 0,45 m. Das Ergebniss dieser Untersuchung ist somit, dass diese Ursache der Temperaturdifferenz durchaus ungenügend ist, um einen hinreichenden Luftzug zu bewerkstelligen. Im Mont-Cenis-Tunnel tritt ihre Wirkung wegen grösserer Höhendifferenz der Mündungen (150 m) stärker zu Tage.

Weit wesentlicher für die Luftbewegung ist die zweite Ursache, bestehend in der Differenz der Dichtigkeit oder des Druckes der Luft an der Nord- und Südmündung. Ist diese Druckdifferenz, so wie sie sich in den beidseitigen Barometerhöhen ausdrückt, gerade so gross, wie sie der blossen Höhendifferenz entsprechen würde, so findet keine Strömung im Tunnel statt; ist sie grösser, so muss ein Luftzug von Nord nach Süd, und ist sie kleiner, ein solcher von Süd nach Nord eintreten. Bezeichnen b' und b'' die beidseitigen Barometerhöhen in Millimetern (auf 0^0 reducirt), p das spezifische Gewicht des Quecksilbers, α dasjenige der Luft, D wieder die Höhendifferenz, so erhält man als theoretische Geschwindigkeit:

$$v_1 = \sqrt{2 g \left((b' - b'') \frac{p}{\alpha} - D \right)}$$

oder wenn man die Werthe $p = 13,6$, $\alpha = 1,05$, $D = 36$ einsetzt, und die effective Geschwindigkeit v wieder zu $\frac{1}{10}$ der theoretischen annimmt:

$$v = 0,443 \sqrt{12,9 (b' - b'') - 36}$$

Die Formel kann natürlich auf keine mathematische Genauigkeit Anspruch machen, um so weniger, als die Luftgeschwindigkeit noch durch eine Reihe anderer Umstände, wie die Bewegung der Züge, die aussen herrschenden Winde u. s. w. beeinflusst wird. Da indessen die Barometerstände in Göschenen und Airolo Tag für Tag bekannt sind, so kann sie doch dazu dienen, ein ungefähres Mass für die an jedem Tag durchschnittlich herrschende Geschwindigkeit zu geben. Der Verfasser hat die Rechnungen für drei Monate des Jahres 1881 durchgeführt, nämlich für Februar, April und August, die Mittel ans den Tagesresultaten gezogen und dafür gefunden:

Luftgeschwindigkeit im Mittel.

	Von Nord nach Süd	Von Süd nach Nord	Im Durchschnitt
	m	m	m
Februar	1,06	1,39	1,32
April	1,30	1,17	1,22
August	1,20	0,81	1,00

Dabei wurden diejenigen Tage, an welchen die Richtung der Luftströmung wechselte, und anzunehmen war, in der centralen Tunnelpartie sei die Geschwindigkeit 0 gewesen, nicht mit in Rechnung gebracht. Aus diesen Berechnungen will nun Herr von Sinner ableiten, dass die Ventilation des Gotthardtunnels durch die blosse natürliche Luftströmung zu allen Jahreszeiten eine ungenügende sei. Würde vollends der keineswegs unmögliche Fall eintreten, dass während mehrerer Tage der Barometerstand auf der Nord- und Südseite, auf denselben Horizont reducirt, der nämliche wäre*), so könnte gar keine Lufterneuerung im Tunnel statt-

*) Die Differenz der Barometerstände in Göschenen und Airolo müsste 2,9 bis 3,0 mm betragen.

finden; die Luft würde so verschlechtert, dass es kein Mensch mehr darin aushalten könnte, folglich der Betrieb eingestellt werden müsste.

Ist so die Unzulänglichkeit der natürlichen Ventilation dargethan, so fragt es sich, was für Mittel anzuwenden seien, um diesem Uebelstande zu begegnen. Das erste Abhülfsmittel, an das man denken könnte, wäre die gewöhnlichen Locomotiven mit Kohlenfeuerung für den Transport im Tunnel nicht zu verwenden, sondern durch electriche oder solche mit comprimierter Luft zu ersetzen. Von der erstern Art Locomotiven wird kaum die Rede sein können, da die electriche Bahnen, namentlich für den Transport schwerer Massen, noch zu wenig erprobt sind, und sich die Gotthardbahn nicht wird zum Versuchsfeld dafür hergeben wollen. Man hat sodann von den Luftlocomotiven nach dem System Mekarsky, wie solche schon während des Baues verwendet wurden, gesprochen; aber auch diese eignen sich, nach der Meinung des Erfinders selbst, nicht zum Transport von so grossen Lasten, und ein von Mekarsky vorgeschlagenes gemischtes System (Dampf und comprimerte Luft) brächte wieder andere Unbequemlichkeiten mit sich. Das System, das sich für den vorliegenden Fall noch am ehesten eignen dürfte, wäre nach der Ansicht des Verfassers dasjenige von Herrn Ingenieur Gonin, das in der Schweiz bis jetzt keine Verwendung gefunden hat.

So lange man davon absieht, für den Tunneltransport besondere Maschinen ohne Brennmaterialverbrauch zu verwenden, muss man auf eigentliche Ventilationsmittel Bedacht nehmen. In den Kohlenminen des Nordens von England wird ein verticaler Schacht angelegt und derselbe von unten auf durch ein starkes Feuer erwärmt, wodurch, wie in einem Kamin, ein sehr kräftiger Luftstrom durch die Galerien geführt wird, bis auf $150 m^3$ per Secunde. Dass eine ähnliche Anlage am Gotthardtunnel, wo die Schächte erst noch frisch abzuteufen wären, durchaus unstatthaft ist, liegt auf der Hand; ebenso lässt sich auch ein Vorschlag Pressels, die Temperatur in einem Schacht, statt zu erhöhen, durch Circulation kalten Wassers zu erniedrigen und dadurch die gewünschte Luftströmung herbeizuführen, nicht mehr auf den Gotthardtunnel anwenden. Dagegen ist ein solcher Vorschlag allerdings sehr der Beachtung werth für einen neu zu durchbohrenden Tunnel, wie den Simplontunnel, und hier stimmt der Verfasser ziemlich mit der schon mitgetheilten Idee von Herrn Stockalper überein, und glaubt auch, dass ein oder zwei solcher Ventilationschächte sowol während der Bauzeit als auch später beim Betrieb von ungeheurem Vortheil für die Lufterneuerung wären, wobei zur Verstärkung der Wirkung immer noch künstliche Ventilatoren angebracht werden könnten, um das erforderliche Quantum frischer Luft zu liefern.

Letzteres bleibt auch schliesslich das einzige Mittel, um eine genügende Ventilation im Gotthardtunnel ohne allzu grosse Kosten herbeizuführen. Die bereits genannten Herren Frescot und Kossuth haben schon für den Mont-Cenis-Tunnel die Installation eines grossen Centrifugal-Ventilators, der in der Nähe der Südmündung anzubringen wäre, vorgeschlagen. Die Mündung des Tunnels würde in der Regel verschlossen gehalten und nur beim Passiren eines Bahnzuges geöffnet werden, so dass das Innere des Tunnels nur mittelst des Ventilators mit der äusseren Atmosphäre in Verbindung stünde. Ein solcher Apparat müsste im Stande sein, der Luft im ungünstigsten Fall, d. h. wenn die Gegenströmung am grössten ist, noch eine Geschwindigkeit von $2 m$ zu ertheilen; zur Erzielung dieser Wirkung bedürfte es nach der Berechnung des Verfassers einer theoretischen Arbeit von 131 Pferden oder einer effectiven von 250—300 Pferden. Diese Leistung ist aber in Airolo mit einer der bestehenden Turbinen, nöthigenfalls durch eine zweite, kleinere, verstärkt, ganz wohl möglich aufzubringen. Der den Umständen am besten entsprechende Ventilator wäre ein solcher nach System Guibal mit einem Durchmesser von $12-14 m$; ein solcher wäre im Stand, eine Luftgeschwindigkeit bis auf $4 m$, die sich im ungünstigsten Fall auf $2 m$ reduciren würde, zu erzeugen, und seine Kosten

würden 45 000—50 000 Franken nicht übersteigen. Solche Apparate haben sich an verschiedenen andern Orten, wie in englischen Minen und in einem Tunnel in St. Louis (Amerika) sehr gut bewährt. Mit der Zusicherung, ein solcher Ventilator erfülle vollständig den Zweck genügender Lufterneuerung, und mit der Hoffnung, die Gotthardbahngesellschaft werde mit der Anschaffung eines solchen nicht länger zögern, schliesst Herr von Sinner seine Abhandlung.

Correspondance.

C'est avec un véritable intérêt que j'ai pris connaissance des lignes publiées par Monsieur l'ingénieur FR. ALLEMANN sur ce qui a rapport aux défauts inhérents et palpables, dans la mise au concours et à l'adjudication de travaux publics et privés.

Il y a déjà longtemps que parmi quantité de gens du métier et de ceux offrant les concours, il existe une sourde rumeur concernant tous les points énumérés par M. Allemann, seulement l'individualité, seule, se trouvant être trop faible force, n'a pu, jusqu'à ce jour, provoquer une entente, voir même une initiative au sujet de mesures à prendre pour éviter ces défauts. Aussi est-ce avec d'autant plus de plaisir que j'ai lu la proposition faite par M. Allemann auquel serait dû l'initiative, par laquelle il serait à désirer que le corps suisse des ingénieurs et architectes prenne l'affaire en mains. Et je ne puis que souscrire à cette proposition, en y invitant de même la Société des anciens polytechniciens, ce complément technique et cette soeur de la Société suisse des Ingénieurs et Architectes.

Certainement que s'il fallait une démonstration concernant le résultat des défauts relatifs aux concours et de leurs effets, on ne serait embarrassé que par le trop grand nombre de faits.

Il est nombre de cas (prouvables) dans lesquels, par exemple et entre autre, l'exécution des plans et des devis (surtout pour les concours ouverts par les communes) était des plus défectueuses; cependant que grâce à ceci, à cela, aux relations, aux influences personnelles ou de tiers etc. etc., il fut passé outre pour l'adjudication et outre aussi d'être donné à tel ou tel adjudicateur. Puis, que des devis furent faits, ou durent être faits à des prix si anormalement réduits qu'il existe des cas où la personne chargée de l'élaboration des dites plans a assuré que le prix établi était prix minimum, et qu'à ce prix (sans rabais %) seules des firma ou des gens du métier placés dans une situation spécialement favorable, quant aux moyens techniques et financiers et de matériel, pourraient prendre à leur charge l'exécution des travaux du concours sans y perdre!

Or on demande encore en pareil cas, pour concourir, une offre avec minimum de rabais de tant % ou avec rabais illimité!

Le résultat de tels faits et de bien d'autres encore doit être nécessairement que les personnes sensées et de toutes manières bien qualifiées pour l'exécution des travaux et donner garantie de la qualité de ceux-ci, ne peuvent prendre part au concours; sans une hausse de tant % sur le devis, ou bien sont forcées de se tenir à l'écart.

Un second résultat, facile de constater est celui: que l'on se trouve parfois obligé de se contenter d'un adjudicateur présentant des garanties très-médiocres; lequel est presque inconnu, et parfois non à la hauteur de la tâche qui lui incombe; ou enfin, d'une jeune force (ou faiblesse!) qui veut souvent à l'étourdi, essayer pour la première fois de ses ailes; „d'où des chûtes fort dangereuses!“

En troisième lieu: le résultat final se trouve être une construction défectueuse en tout, ou en partie, et bien souvent aussi en plus la ruine de l'adjudicateur et, *qui plus est*, un grand préjudice porté aux hommes capables et sérieux du métier.

Je ne voudrai pas anticiper sur les moyens propres à mettre un terme à cet état des choses; qu'il me soit cependant permis deux choses: Premièrement de soutenir l'idée émise par M. l'ingénieur Allemann, en faisant à mes collègues et amis des deux Sociétés un chaleureux appel pour prendre la question en main, et secondement d'émettre l'opinion que la première chose à examiner serait la question suivante:

N'y aurait-il pas lieu de fixer une limite minima quant à l'exécution des plans destinés à former la base d'un concours et quant aux preuves matérielles, intellectuelles, financières et morales de celui qui peut concourir? Autrement dit: Ne serait-il pas de première nécessité que l'on déterminât le nombre, le genre et l'échelle des dessins formant la base d'un concours et que chaque concurrent prouva: 1^o par un examen, 2^o par sa position (technique, industrielle etc.), 3^o par des pièces à l'appui