Die Energie des Schwingers ist

$$E = \frac{m\dot{x}_0^2}{2} + \int_0^{x_0} k\,dx \quad \ldots\ldots \quad (18)$$

Aus (4) folgt

$$\frac{m\dot{x}_0^2}{2} = \frac{n^2}{2}\,p'^2_0 \quad \ldots\ldots \quad (19)$$

Ferner ist die potentielle Anfangsenergie gleich dem Inhalt des schraffierten Trapezes in Abb. 6:

$$\int_0^{x_0} k\,dx = (k_0 + n^2|p_0| + k_0 + n^2 a)\,\frac{|p_0| - a}{2} =$$

$$= \frac{n^2}{2}(2d + |p_0| + a)\,(|p_0| - a) = \frac{n^2}{2}\left\{(|p_0| + d)^2 - (a + d)^2\right\} \quad (20)$$

Daraus folgt

$$(|p_0| + d)^2 + p'^2_0 - (a + d)^2 = \frac{2E}{n^2} \quad \ldots \quad (21)$$

Führt man dies in (17) ein, so hat man für die Eigenperiode

$$U = 2\pi + \frac{4an}{\sqrt{2E}} - 4\arcsin\frac{n(a+d)}{\sqrt{2E + n^2(a+d)^2}} =$$

$$= \frac{4an}{\sqrt{2E}} + 4\arccos\frac{n(a+d)}{\sqrt{2E + n^2(a+d)^2}} \quad \ldots \quad (22)$$

oder, wenn man unter Benützung von (4) und (6) wieder zur ursprünglichen Veränderlichen, der Zeit, zurückkehrt:

$$T = 4\sqrt{m}\left\{\frac{\pi}{2n} + \frac{a}{\sqrt{2E}} - \frac{1}{n}\arcsin\frac{na + \frac{k_0}{n}}{\sqrt{2E + \left(na + \frac{k_0}{n}\right)^2}}\right\} =$$

$$= 4\sqrt{m}\left\{\frac{a}{\sqrt{2E}} + \frac{1}{n}\arccos\frac{na + \frac{k_0}{n}}{\sqrt{2E + \left(na + \frac{k_0}{n}\right)^2}}\right\} \quad . \quad (23)$$

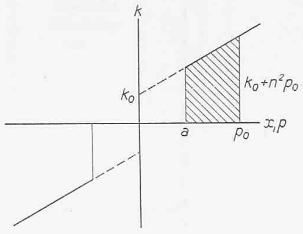


Abb. 6.

Aus diesem letzten Ausdruck, dem man beiläufig entnimmt, dass sich die Periode der Schwingung mit wachsender Energie jener der harmonischen Schwingung mit gleich geneigter Charakteristik nähert, lässt sich bei Kenntnis des Rückstellkraftgesetzes und der Schwingungsenergie sofort die Eigenperiode berechnen.

Contrôle de la qualité d'un béton au moyen de la densité de celui-ci

par J. BOLOMEY, professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne

La résistance à la compression d'un béton est donnée, avec une précision suffisante pour les besoins du chantier, par la formule:

$$R = (C/E - 0{,}50) \cdot K \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

qui est une simplification de notre formule générale:

$$R = \left[\left(\frac{\Delta}{2{,}35}\right)^2 \frac{C}{E}\right]^{3/2} \frac{K}{2} \quad \ldots \quad (2)$$

R = Résistance à la compression en kg/cm².
C/E = Rapport du poids du ciment au poids de l'eau de gâchage.
Δ = Densité du béton lors de sa mise en oeuvre.
K = Coefficient de résistance, variable avec la qualité du ciment, le mode et la durée du durcissement. Pour les ciments suisses actuels K est compris dans les limites suivantes:

		3 jours	7 jours	28 jours
C. P. ordinaire	$K =$	70 à 100	140 à 170	180 à 250
C. P. spécial	$K =$	130 à 160	200 à 260	280 à 350

Le coefficient K étant connu, la résistance probable du béton le sera aussi dès que nous aurons déterminé le rapport C/E, c'est-à-dire dès que nous connaîtrons le dosage effectif en ciment et la quantité d'eau de gâchage totale (eau retenue par le ballast humide et eau ajoutée) par m³ de béton.

Détermination du dosage effectif. Le dosage effectif du béton peut être déterminé exactement, sans perte de temps, en comptant le nombre de gâchées nécessaires pour exécuter un élément de l'ouvrage dont le volume est facile à calculer en raison de sa forme géométrique (sommier, mur coffré, etc.). Connaissant le nombre de gachées, le poids du ciment par gâchée, le volume exécuté, nous en déduisons immédiatement le dosage par m³ de béton:

$$\text{Dosage en kg/m}^3\text{:}\ \frac{\text{Poids du ciment utilisé}}{\text{Volume de béton exécuté}}$$

Le dosage effectif peut aussi être déterminé en mesurant exactement (par exemple au moyen d'une caisse sans fond posée sur une surface plane) le volume occupé par une seule gâchée du béton.

Détermination de la quantité d'eau de gâchage. Nous pouvons calculer la quantité d'eau de gâchage dès que nous connaissons le dosage et les densités absolues (vides nuls) du béton, du ciment et du ballast. En effet, soient:

C, S, E les poids du ciment, du ballast et de l'eau en kg/m³ de beton.
c, s, e, v les volumes en litres occupés dans 1 m³ de béton par le ciment, le ballast, l'eau et les vides.
Δ_b le poids du m³ de béton au moment du gâchage, vides nuls, c'est-à-dire $v = 0$.
Δ_c et Δ_s les densités absolues du ciment et du ballast. En général on peut admettre, comme première approximation:

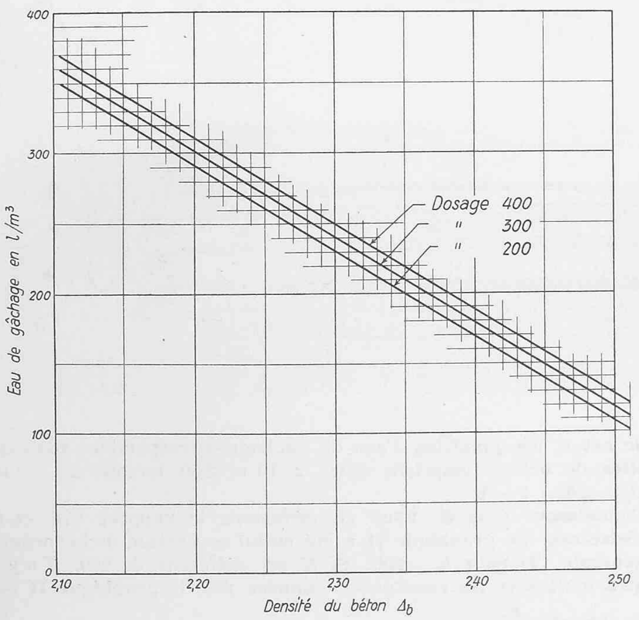
$$\Delta_c = 3{,}10 \qquad \Delta_s = 2{,}65$$

Nous avons:

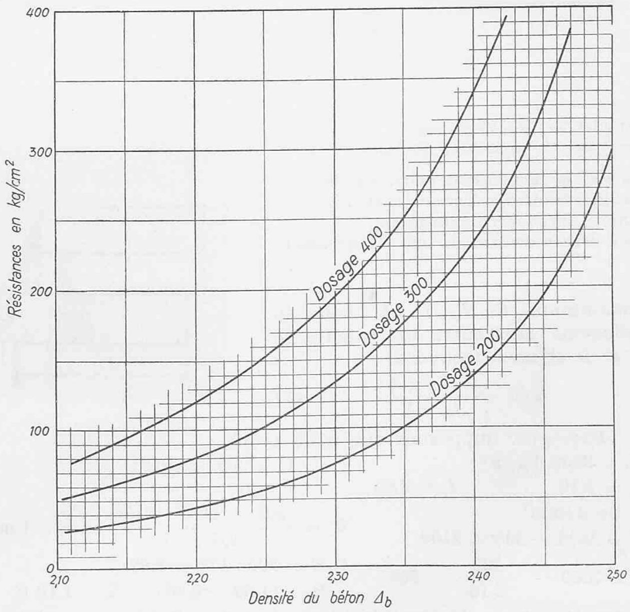
$\Delta_b = C + S + E$ d'où $\Delta_b - C = A = S + E$

$1000 = c + s + e + v$ si $v = 0$, nous en tirons

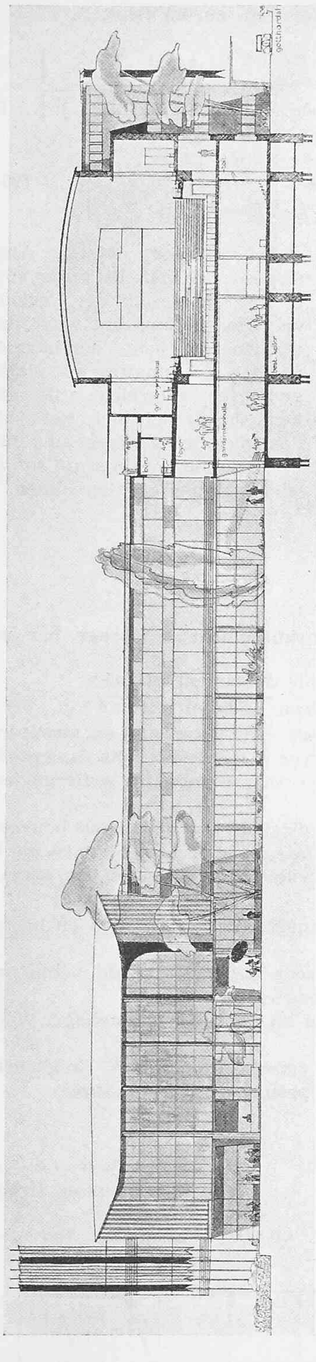
$1000 - \frac{C}{\Delta_c} = \frac{S}{\Delta_s} + E = B$ en effet $c = \frac{C}{\Delta_c}$ $s = \frac{S}{\Delta_s}$

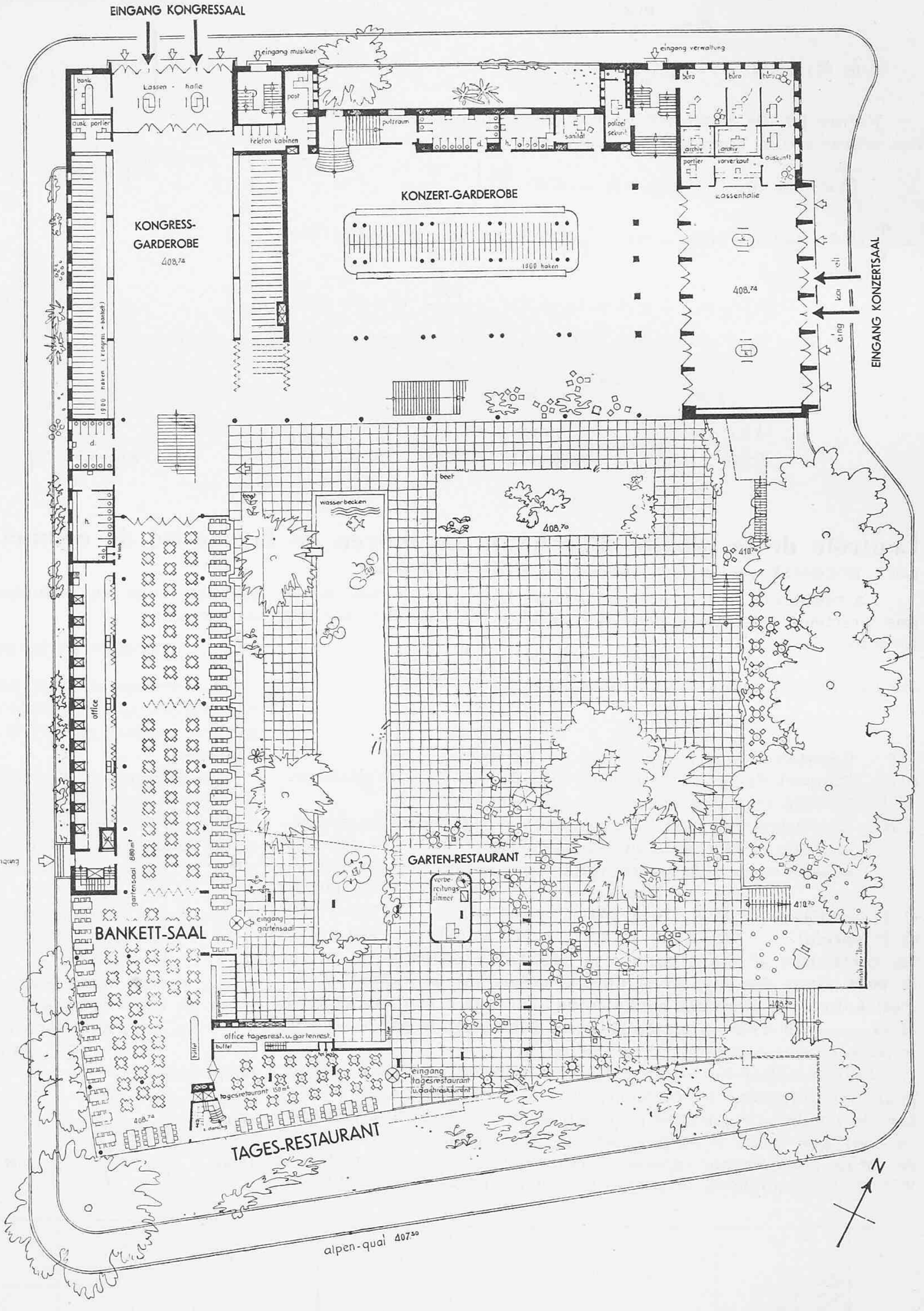


Graphique I: Eau de gâchage.



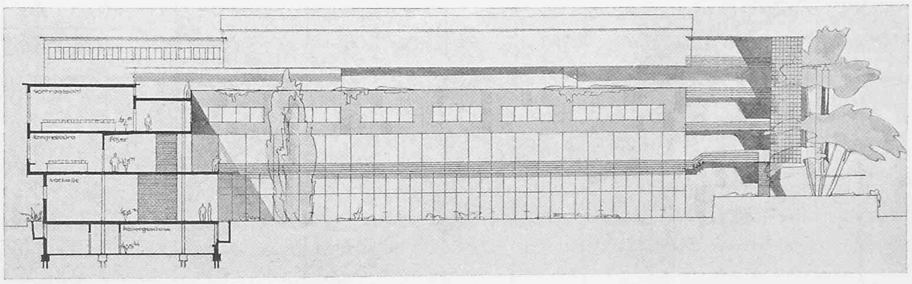
Graphique II: Résistance à la compression du béton.





Entwurf Nr. 74, Verfasser
Architekt Dr. ROLAND ROHN.

Rechts: Erdgeschoss-Grundriss 1 : 700,
darunter Südfront Konzerttrakt und
Schnitt durch Verbindungsbau,
oben dessen Ostfassade (mit Kongressaal).



Connaissant C, Δ_c, Δ_s, Δ_b, nous en déduisons sans autre les valeurs de A et B et nous trouvons:

$$E = \frac{B\,\Delta_s - A}{\Delta_s - 1} \quad . \quad . \quad (3)$$

Exemple: Supposons que nous ayons:

$\Delta_b = 2400$ kg/m³ $\qquad C = 300$ kg/m³

$\Delta_c = 3{,}10 \qquad \Delta_s = 2{,}65 \qquad v = 0$

Nous avons:

$A = 2400 - 300 = 2100$

$B = 1000 - \dfrac{300}{3{,}10} = 903$

$E = \dfrac{903 \times 2{,}65 - 2100}{2{,}65 - 1} = 177$ l/m³

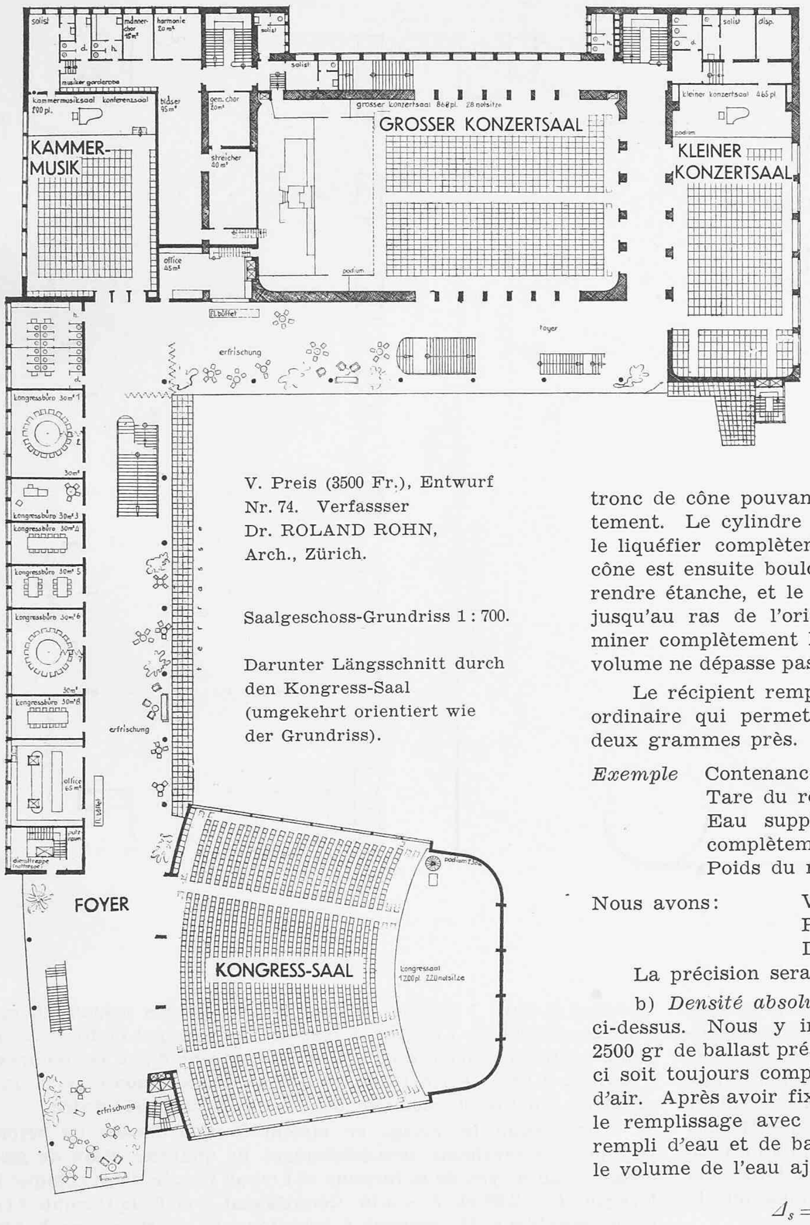
$C/E = 300 : 177 = 1{,}69$

$R = (1{,}69 - 0{,}50) \times K = 1{,}19\,K$

Nous basant sur la formule (3) nous avons établi le graphique I qui donne directement, pour les dosages de 200, 300 et 400 kg/m³ de béton, les quantités d'eau de gâchage correspondant aux densités de béton comprises entre 2, 10 et 2,50, lorsque $\Delta_c = 3{,}10$, $\Delta_s = 2{,}65$, $v = 0$.

Connaissant C et E, nous en déduisons le rapport C/E et la résistance. Le graphique II a été établi en partant de la formule générale (2) pour $K = 200$. Si K est différent de 200, il n'y a qu'à multiplier les résistances données par le graphique II par le rapport $\dfrac{K_{\text{eff}}}{200}$.

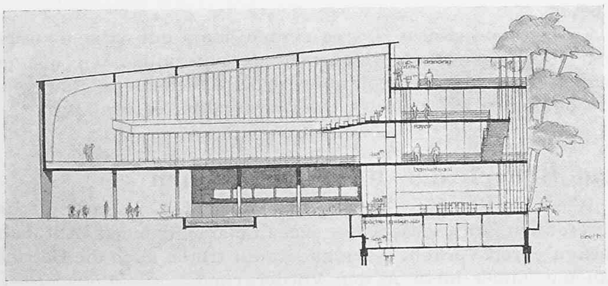
Wettbewerb Konzert- und Kongressgebäude in Zürich



V. Preis (3500 Fr.), Entwurf Nr. 74. Verfassser Dr. ROLAND ROHN, Arch., Zürich.

Saalgeschoss-Grundriss 1 : 700.

Darunter Längsschnitt durch den Kongress-Saal (umgekehrt orientiert wie der Grundriss).



Considérations pratiques

La précision de la méthode exposée ci-dessus dépend essentiellement de celle de la détermination de la densité du béton, lorsque la porosité de celui-ci est nulle ($v = 0$).

Si, dans l'exemple traité plus haut, nous avions commis une erreur de 0,4 $^0/_0$ dans la détermination de la densité du béton, c'est-à-dire si nous avions trouvé par exemple 2,39 au lieu de 2,40 pour la densité du béton compact, nous aurions trouvé une quantité d'eau de gâchage de 183 l/m³ au lieu de 177, erreur de 3,4 $^0/_0$. Si la densité absolue du ballast avait été en réalité de 2,70 au lieu de 2,65 admis, nous aurions trouvé $E = 199$ au lieu de 177. Erreur de 12,4 $^0/_0$. Si la densité absolue du ciment avait été en réalité de 3,00 au lieu de 3,10 admis, nous aurions trouvé $E = 173$ au lieu de 177. Erreur de 2,3 $^0/_0$ qui est encore admissible.

Enfin, si la porosité du béton n'est pas nulle, mais atteint le 1 $^0/_0$ de son volume par exemple, ce qui est peu, nous aurions trouvé

$$B = 1000 - \frac{300}{3{,}10} - 10 = 893$$

au lieu de 903 et $E = 161$ au lieu de 177, erreur de 9 $^0/_0$, ce qui est beaucoup.

Pour éliminer ces diverses erreurs, qui peuvent prendre une importance telle que la valeur pratique de la méthode est fortement compromise, il faut: a) Déterminer exactement la densité du béton, ce qui nécessite la connaissance précise du poids et du volume de l'échantillon de béton examiné. b) Déterminer exactement la densité absolue du ballast utilisé, pour autant que celle-ci n'est pas déjà connue. c) Eliminer complètement tous les vides du béton, de façon à être certain que $v = 0$.

a) *Densité du béton.* Nous utilisons un récipient d'une contenance d'environ 2 litres, exactement déterminée. Cette contenance suffit pour les bétons gradués jusqu'à 30 mm. Ce récipient se compose de deux parties: un cylindre et un tronc de cône pouvant être boulonné à celui-la et s'y ajustant très exactement. Le cylindre est rempli le premier de béton et d'eau destinée à le liquéfier complètement, comme indiqué ci-après sous c). Le tronc de cône est ensuite boulonné au cylindre, après avoir suiffé le joint pour le rendre étanche, et le remplissage est achevé au moyen de béton et d'eau jusqu'au ras de l'orifice supérieur. (Frapper sur le récipient pour éliminer complètement les bulles d'air). L'erreur dans la détermination du volume ne dépasse pas 1 $^0/_{00}$ (2 cm³).

Le récipient rempli de béton est ensuite pesé sur une balance Roberval ordinaire qui permet de déterminer les poids jusqu'à 10 kg à un ou deux grammes près.

Exemple	Contenance du récipient	2076 cm³
	Tare du récipient	1280 gr
	Eau supplémentaire, ajoutée pour liquéfier complètement le béton	547 gr ou cm³
	Poids du récipient rempli de béton et d'eau .	5425 gr

Nous avons: Volume occupé par le béton = 2076 — 547 = 1529 cm³
Poids du béton = 5425 — 1280 — 547 = 3598 gr
Densité du béton: 3598 : 1529 = 2,353.

La précision sera augmentée en répétant l'opération deux ou trois fois.

b) *Densité absolue du ballast.* Nous utilisons le même récipient que ci-dessus. Nous y introduisons au préalable environ 0,8 l d'eau, puis 2500 gr de ballast préalablement séché, en ayant soin de vérifier que celui-ci soit toujours complètement noyé, de façon à éliminer toutes les bulles d'air. Après avoir fixé la partie tronc-cônique supérieure, nous achevons le remplissage avec de l'eau jusqu'à l'orifice supérieur. Le récipient, rempli d'eau et de ballast, est ensuite pesé; la différence de poids donne le volume de l'eau ajoutée et

$$\varDelta_s = \frac{\text{Poids du ballast sec}}{\text{Contenance du récipient — eau ajoutée}}$$

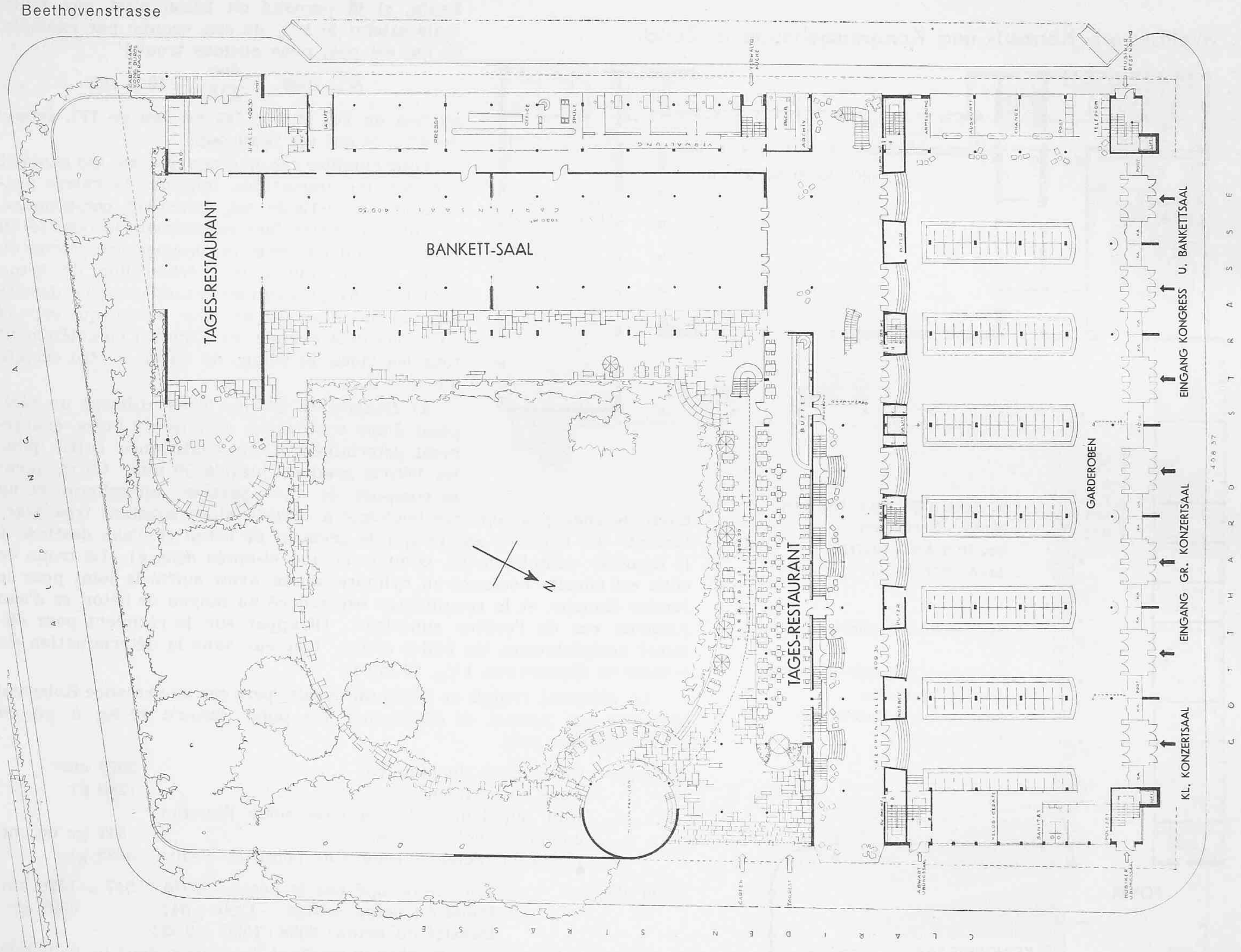
Exemple	Contenance du récipient	2076 cm³
	Tare du récipient	1280 gr
	Poids du ballast introduit	2500 gr
	Poids du récipient rempli	4919 gr

Nous avons:
Eau ajoutée = 4919 — 1280 — 2500 = 1139 gr ou cm³

$$\varDelta_s = \frac{2500}{2076 - 1139} = 2{,}67$$

La détermination de la densité absolue du ballast se fait une fois pour toutes sur un même chantier, tant que la provenance du ballast ne change pas.

c) *Elimination des vides du béton.* Nous avons admis que les vides du béton sont nuls, c'est-à-dire que celui-ci a été mis en oeuvre dans le récipient de façon à éliminer complètement toutes les bulles d'air qu'il contient normalement. Cette élimination est aisée lorsque le béton est fluent, par contre elle devient d'autant plus difficile que le béton est plus sec. Un béton à la consistance de terre humide sera toujours plus ou moins poreux, cette porosité ne pouvant d'ailleurs pas être évaluée exactement à l'avance, de sorte que les résultats fournis par la densité risquent d'être faussés au point de devenir inutilisables. Cette difficulté peut être aisément écartée en additionnant le béton, dans le récipient, d'une quantité d'eau supplémentaire E_a, largement suffisante (30—40 $^0/_0$ de la contenance du récipient) pour le rendre complètement liquide. Ce procédé permet l'évacuation complète des bulles d'air, tous les vides du béton étant remplis par cette eau supplémentaire.



Nous opérons comme suit: Nous pesons exactement un vase quelconque, contenant environ 1 litre d'eau. Nous versons quelque décilitres de cette eau au fond du récipient dans lequel nous introduisons ensuite le béton à examiner, en ayant soin de vérifier qu'il reste toujours complètement noyé et en le travaillant avec une tige de fer pour faciliter l'élimination complète des bulles d'air. Le remplissage du récipient achevé jusqu'à l'orifice supérieur de la partie tronc-cônique, nous pesons exactement le récipient rempli de béton et d'eau supplémentaire, ainsi que le vase avec l'eau qu'il contient encore.

Nous avons:

$E_a = P_v$ initial $- P_v$ final.
$P_b =$ Poids récipient rempli $-$ tare récipient $- E_a$.
$V_b =$ Contenance récipient $- E_a$.
$E_a =$ Poids (volume) de l'eau supplémentaire ajoutée.
$P_v =$ Poids du vase avec l'eau qu'il contient.
$P_b =$ Poids du béton introduit dans le récipient.
$V_b =$ Volume occupé par le béton introduit dans le récipient.

Exemple.	Poids initial du vase + eau =	1540 gr
	Poids final du vase + eau =	953 gr
	Eau E_a =	587 gr ou cm³
	Contenance du récipient	2076 cm³
	Tare du récipient	1280 gr
	Poids du récipient rempli de béton et d'eau supplémentaire	5428 gr

Nous trouvons immédiatement:

$$V_b = 2076 - 587 = 1489 \text{ cm}^3$$
$$P_b = 5428 - 1280 - 587 = 3561 \text{ gr}$$
$$\varDelta_b = \frac{P_b}{V_b} = \frac{3561}{1489} = 2{,}391$$

La contenance et la tare de chaque récipient ont été déterminées une fois pour toutes et sont gravées sur les parois de celui-ci.

La détermination de la densité du béton se fait donc au moyen de trois pesées précises et du remplissage, par un mélange de béton et d'eau; d'un récipient de contenance connue. La durée totale de l'opération n'exède guère 10 minutes. Comme matériel il faut: 1 balance permettant des pesées jusqu'à 10 kg avec sensibilité de 1 à 2 gr; 1 vase quelconque (pot en fer-blanc) d'une contenance d'environ 1 litre; 1 récipient d'une contenance d'environ 2 litres permettant la détermination exacte (à 2 cm³ près) du volume du mélange béton et eau supplémentaire.

Connaissant le dosage en ciment C et la densité du béton $\varDelta_b$, nous déterminons immédiatement la quantité d'eau de gâchage E au moyen de la formule (3) ou au moyen du graphique I lorsque $\varDelta_s = 2{,}65$ et $\varDelta_c = 3{,}10$. Connaissant C et E, la formule (1) ou le graphique II donnent à leur tour la résistance probable du béton.

La méthode ci-dessus, très simple, mais qui exige de la précision dans les mesures, permet de déterminer en quelques minutes la qualité du béton qui sort de la bétonnière. Son emploi se recommande sur tous les chantiers, petits et grands.

Vom Betrieb der Reichsautobahnen

Wie «Die Strasse», Heft 1, 1937, berichtet, nimmt mit dem fortgesetzten Anwachsen der zusammenhängenden Autobahnstrecken deren Verkehr stark zu; damit treten auch die Betriebsprobleme immer mehr in den Vordergrund.

Hierzu gehört in erster Linie eine planmässige Treibstoffversorgung. Für die Anlage von *Tankstellen* sind die Zwickel zwischen Autobahn, Zu- und Wegfahrten hervorragend geeignet. Sie geben Gemisch und reines Benzin, sowie Oel, alles ohne Markenbezeichnung, ab für Rechnung der hierfür gegründeten Reichsautobahn-Kraftstoff G. m. b. H., bei der die Gesellschaft Reichsautobahnen massgebend beteiligt ist. Die Tankstellen, die z. T. auch mit Wagenheber ausgerüstet sind, weisen 4 bis 6 Zapfstellen unter Dach auf, mit deren Hilfe je 20 Wagen pro Stunde bedient werden können. Sie sind in der Regel einseitig angelegt, in vereinzelten Fällen aber auch auf der Gegenseite mit einfachen freistehenden Tanksäulen ausgerüstet, die von der Hauptstelle aus bedient werden. Der Abstand der Tankstellen auf der Autobahn beträgt 20 bis 25 km. Dazwischen werden bei den Zufahrten auch Wärterhäuschen aufgestellt, die als