

**Zeitschrift:** Die Eisenbahn = Le chemin de fer  
**Herausgeber:** A. Waldner  
**Band:** 12/13 (1880)  
**Heft:** 13

**Artikel:** La fabrication du Ciment Portland en Suisse  
**Autor:** Frühling, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-8534>

#### **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:** 23.02.2026

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

an die Entwicklung der Principien eine Schilderung der Bauten Semper's mit Vorführung einer Reihe von Illustrationen und vernehmen wir mit Freuden, dass Semper's beide Söhne, Architect Manfred Semper und Dr. Hans Semper eine Sammlung von Semper's Entwürfen als Kupferwerk, wie eine Neuherausgabe seiner kleinen Schriften beabsichtigen.

In der nebenstehenden Ansicht der Sternwarte Zürich bieten wir unsren Lesern eine Illustration einer der bescheidenen Bauten Semper's.

Ziemlich gleichzeitig mit dem Polytechnikum, doch ganz unabhängig davon, wurde dieser Bau auf eidgenössische Kosten am Fusse des Zürichberges im Anfang der Sechziger Jahre erbaut. Architect Bösch, jetzt in Winterthur, ein strebsamer Schüler Semper's, war sein Bauführer. Trotz mehrerer Nachbewilligungen im Baucredit waren doch die Mittel nicht grossartig und musste sehr Haus gehalten werden. Die Gruppierung des Baues war theils durch das abhängige Terrain, theils durch die Benutzung des Gebäudes mit Rücksicht auf die Meridianlinie geboten. Unser Grundriss gibt die Anordnung ohne weiterer Erklärung zu bedürfen. Als Verbindung zwischen dem Meridianzimmer und den übrigen Räumen der Sternwarte, wie als Vorhalle des Hörsaales, dient der Sammlungssaal, eine Art Museum mathematisch-astronomischer Instrumente, eine dreischiffige Halle mit zierlichen Kreuzgewölben. Es ist der einzige Innenraum, der architektonisch würdiger durchgebildet ist, während die übrigen bloss dem Bedürfniss gemäss ausgestattet erscheinen.

Der Haupttreiz der Anlage liegt in der äusseren Erscheinung. Vor der ganzen Südfront des Baues zieht sich eine Terrasse entlang, ein Platz für Beobachtungen im Freien. Im gleichen Niveau liegt der Garten an der Ost- und Nord-Seite, der in das Terrain eingeschnitten, mit Stützmauer und darüber rankendem Rebendache gegen die dahinter aufsteigenden Weinberge geschützt ist. Der Privateingang für die Wohnung des Directors liegt am Nordende, im dicken Rundthurme, der von Osten her aus dem Garten durch eine malerische Treppen-

Terrassenanlag zugänglich wird. Der Thurm trägt auf seinem isolirt aufgeföhnten inneren Pfeiler das Postament für den grossen Refractor, eine drehbare Kuppel mit Schlitz zum Oeffnen bildet den Schutz für das Instrument und krönt dieser Kuppelthurm den ganzen Bau, ihm den Stempel seines Zweckes aufdrückend.

Der niedere eingeschossige Bau des Meridianzimmers an

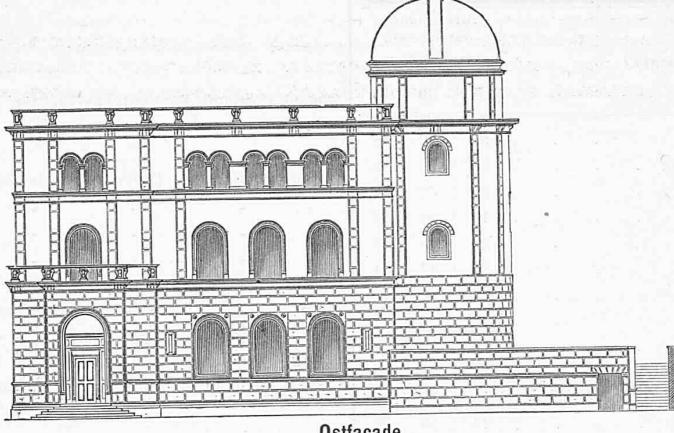
der Ostseite, der dreigeschossige Hauptbau in der Axe Süd-Nord, vom Kuppelthurm überragt, und der westlich sich anschliessende wieder niedere Bau, der oben die Director-Wohnung, im Erdgeschoss den Hörsaal enthält und mit seinem hohen Unterbau aus dem tiefliegenden westlichen Garten herauswächst — Alles zusammen bietet eine so natürliche und harmonische Schöpfung, eine anscheinend so selbstverständliche Lösung hier an dieser Stelle, wie eben nur ein Meisterwerk sie zeigt. Auch die architectonische Gliederung di

ser so glücklich componirten

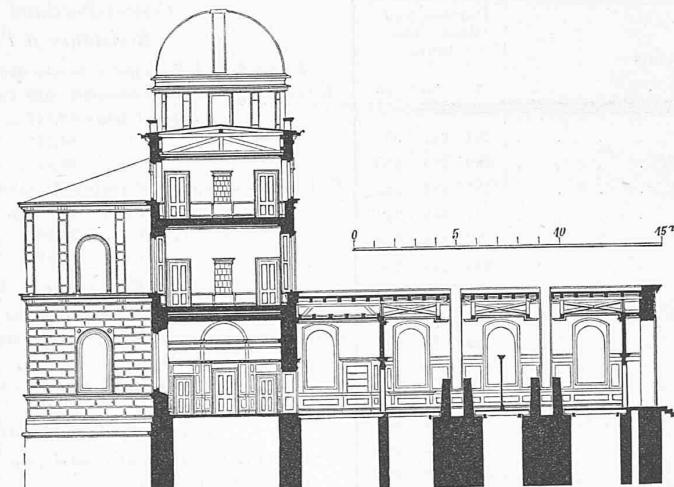
Masse ist eine anspruchslose; man wird unwillkürlich an Bramante erinnert. Die Formen sind fein, vielleicht ein wenig mager, wie dies bei dem Meister der Frührenaissance ja auch vorkommt. Das Polygonmauerwerk am Unterbau und der Terrasse, die Quaderlesenen und wenig ausladenden Gesimse mit ihren gruppirt geordneten Consolen und den leichten Brüstungen als Abschluss der Plattformen, der Sgraffito-Schmuck an der Trommel des Kuppelthumes, das Kupferdach der Kuppel selbst — alles steht sehr glücklich zum Grün der ganzen Umgebung. Haus und Garten steht in inniger Beziehung zu einander und ist vom Architecten ein Werth auf dieses Zusammenwirken gelegt, wie auch der kleine Portalbau an der Strasse, nach italienischer Anordnung ein Bogen mit Schutzdach darüber und die Sitzbank im Winkel der Einfriedigung daneben, beweist. Kein Prunk, kein Prahlen mit gesuchten „Motiven“, sondern eine einfache, natürliche, aber von echt poetischem Hau-

stungen als Abschluss der Plattformen, der Sgraffito-Schmuck an der Trommel des Kuppelthumes, das Kupferdach der Kuppel selbst — alles steht sehr glücklich zum Grün der ganzen Umgebung. Haus und Garten steht in inniger Beziehung zu einander und ist vom Architecten ein Werth auf dieses Zusammenwirken gelegt, wie auch der kleine Portalbau an der Strasse, nach italienischer Anordnung ein Bogen mit Schutzdach darüber und die Sitzbank im Winkel der Einfriedigung daneben, beweist. Kein Prunk, kein Prahlen mit gesuchten „Motiven“, sondern eine einfache, natürliche, aber von echt poetischem Hau-

che durchwehte Lösung, so tritt uns die Sternwarte in ihrer Umgebung entgegen.



Ostfaçade



Durchschnitt A-B

## La fabrication du Ciment-Portland en Suisse.

(Fin.)

De la qualité des Ciments-Portland suisses, et spécialement de celui de St-Sulpice.

On demande d'un bon Ciment-Portland, qu'employé pur, ou avec un mélange de sable, il donne un mortier possédant les qualités suivantes :

1<sup>o</sup> Qu'il offre une grande résistance, se rapprochant le plus possible de celle des pierres à bâtir, naturelles ou artificielles.

2<sup>o</sup> Qu'il résiste aux influences atmosphériques, telles que celle de l'humidité, du gel, et d'une température chaude et sèche; il faut qu'il supporte sans altération le changement des saisons, et qu'il puisse être utilisé sous tous les climats de la terre.

3<sup>o</sup> Qu'il soit d'une composition telle, qu'alors même qu'il serait travaillé par des mains inexpérimentées, il fournisse encore un produit dont la qualité ne soit pas sensiblement altérée.

4<sup>o</sup> Qu'il conserve, après emploi et durcissement, une teinte agréable, unie et sans taches.

Article 1er. Le ministre prussien du commerce et de l'industrie, a fait publier des règles et prescriptions uniformes, relativement aux Ciments-Portland destinés aux travaux publics. D'après ces règles, un mélange composé d'une partie de bon Ciment-Portland et de 3 parties de sable, doit, après 28 jours, atteindre une résistance à la traction, d'au moins 10 kg. par centimètre carré. Il ressort du tableau suivant que les Ciments-Portland allemands offrent en général une résistance bien supérieure à celle prescrite par le gouvernement.

Ce tableau est extrait du rapport publié au mois d'Octobre 1878 dans le huitième cahier des „Verhandlungen“ concernant les

essais faits sur les Ciments-Portland, par l'Académie des Arts et Métiers de Berlin.

Tab. I.

## Résistance à l'arrachement.

Ciment pur; section de rupture = 5 cmq. Les chiffres indiquent des kilogrammes par centimètre carré. Moyenne de 5 essais.

No.	Désignation des Ciments	Durcissement dans l'eau. Jours		
		7	30	90
1	Stern . . . . .	35	52	48
2	Stettiner v. Lossius et Dr. Delbrück . . . . .	33	26	33
3	Wildauer . . . . .	30	37	39
4	Hermsdorfer . . . . .	14	39	53
5	Heidelberger . . . . .	23	28	43
6	Cement von Dr. F. Briegleb . . . . .	25	43	34
7	Lüneburger . . . . .	26	49	49
8	Beckumer . . . . .	17	33	47
9	Feege & Sonnet, Frankfurt a./M.	13	19	26
10	Beckumer, Marke II.	29	39	50
11	Rigaer Roman-Cement . . . . .	9	13	23
12	Alsen in Itzehoe I. . . . .	29	38	56
13	Rigaer Portland-Cement . . . . .	26	36	44
14	Alsen in Itzehoe II. . . . .	52	57	72

## Résistance à l'écrasement.

Ciment pur; dimensions des prismes 10.10.6 cm. Surface comprimée 100 cmq  
Les chiffres indiquent des kilogrammes par centimètre carré.

Moyenne de 5 essais.

No.	Désignation des Ciments	Durcissement dans l'eau. Jours		
		7	30	90
1	Stern . . . . .	264	361	394
2	Stettiner v. Lossius et Dr. Delbrück . . . . .	260	284	390
3	Wildauer . . . . .	157	242	335
4	Hermsdorfer . . . . .	197	245	383
5	Heidelberger . . . . .	140	178	209
6	Cement von Dr. F. Briegleb . . . . .	230	248	305
7	Lüneburger . . . . .	206	240	303
8	Beckumer . . . . .	153	219	244
9	Feege & Sonnet, Frankfurt a./M.	139	154	223
10	Beckumer, Marke II.	275	363	437
11	Rigaer Roman-Cement . . . . .	72	115	183
12	Alsen in Itzehoe I. . . . .	285	334	406
13	Rigaer Portland-Cement . . . . .	233	320	385
14	Alsen in Itzehoe II. . . . .	375	412	501

Voir "Discussions de la Société pour l'avancement de l'industrie 1878." Cahier III, Octobre, page 270.

Le tableau No. II qui suit, est emprunté au catalogue des échantillons de matériaux de construction, comprenant les chaux hydrauliques et les Ciments essayés à l'exposition universelle de Paris en 1878.

Le tableau No. III renferme les résultats des expériences faites à l'Académie des Arts et Métiers de Berlin, avec le Ciment-Portland de St-Sulpice.

Je ferai remarquer que la méthode de préparation des briquettes d'essai, ainsi que l'appareil que j'ai construit et qui est adopté par le gouvernement prussien comme appareil normal pour l'essai des ciments, et qui sont l'un et l'autre en usage à St-Sulpice, sont également ceux dont on se sert à l'Académie des Arts et Métiers de Berlin. Il est donc impossible que des différences puissent se produire dans les essais comparatifs, comme c'est souvent le cas, lorsqu'on emploie des méthodes différentes.

Art. 2. Il est vrai que ce n'est qu'après un certain nombre d'années que l'on peut constater si les ciments s'altèrent ou non, lorsqu'ils sont exposés aux influences atmosphériques. C'est déjà de l'année 1873 que datent mes premières observations sur les Ciments-Portland de St-Sulpice. C'est à cette époque que fût fabriqué dans mon laboratoire le premier Ciment-Portland provenant des matières premières tirées de cette localité.

Tab. II.

Ciments Portland	Résistance moyenne par cmq. après une immersion de		
	jours	mois	rupture par arrachement par écrasement
Ciment Portland de Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais)	5 jours	12,01	107,0
" " " " "	15 "	17,4	169,3
" " " " "	1 mois	17,28	225,8
Ciment Portland de Desvres (Pas-de-Calais)	5 jours	12,94	115,05
" " " " "	15 jours	19,86	190,8
" " " " "	1 mois	22,32	228,9
" " " " "	6 "	24,27	396,8
" " " " "	1 an	23,27	438,0
Ciment Portland de Samer (Pas-de-Calais)	1 mois	19,80	138,0
Ciment Portland du bassin de Paris	1 "	27,62	288,7
Ciment Portland d'Argenteuil (Seine et Oise)	1 "	28,97	295,7
Ciment Portland de Frangey près Lézinnes (Yonne)	5 jours	17,12	145,5
" " " " "	10 "	24,49	229,0
" " " " "	1 mois	30,39	320,0
Portland artificiel de Tenay (Ain)	1 "	18,12	149,7
Portland Cément de Tenay (Ain)	1 "	15,37	141,1
Ciment Portland de Marseille	1 "	10,47	68,9
Ciment Portland de Lesquibat près Fumel (Lot et Garonne)	1 "	9,32	72,2

Tab. III.

Ciment-Portland de St-Sulpice.  
Résistance à l'arrachement.

Essais faits à l'académie royale des Arts et Métiers à Berlin.

A. Ciment pur — Durcissement dans l'eau

après 7 jours 68,84 kg. par centimètre carré.

" 30 " 84,27 "

" 90 " 86,64 "

B. 1 partie de ciment, 3 parties de sable normal — Durcissement dans l'eau après 7 jours 19,35 kg. par centimètre carré.

" 30 " 26,48 "

" 90 " 31,57 "

## Résistance à l'écrasement.

Essais faits à l'académie royale des Arts et Métiers à Berlin.

Ciment pur; cubes de 70,1.70,1.70,1 mm. de côté.

a. 2 mois sous l'eau 528 kg. par centimètre carré

b. 2 " (1 mois sous l'eau, 1 mois à l'air) 504 "

c. 3 " sous l'eau 534 "

d. 3 " (1 mois sous l'eau, 2 mois à l'air) 532 "

Essais faits à l'institut fédéral pour l'essai des matériaux à Zurich.

e. 7 mois sous l'eau 678 kg. par centimètre carré

f. 7 " (1 mois sous l'eau, 6 mois à l'air) 617 "

Les résultats de résistance à l'écrasement, indiqués dans le tableau I, ont été obtenus avec des prismes mesurant: 100.100.60 mm.

La résistance d'un cube en ciment est à la résistance d'un prisme dont la hauteur est les 0,6 de celle de ce même cube, comme 1:1,3.

Ainsi, si l'on veut comparer les résultats de résistance à l'écrasement du présent tableau III avec ceux du tableau I, il faut multiplier les premiers par 1,3.

On obtient alors les chiffres suivants:

pour a. 528 kg. 1,3 = 686 kg. par centimètre carré.

" b. 504 " 1,3 = 655 "

" c. 534 " 1,3 = 694 "

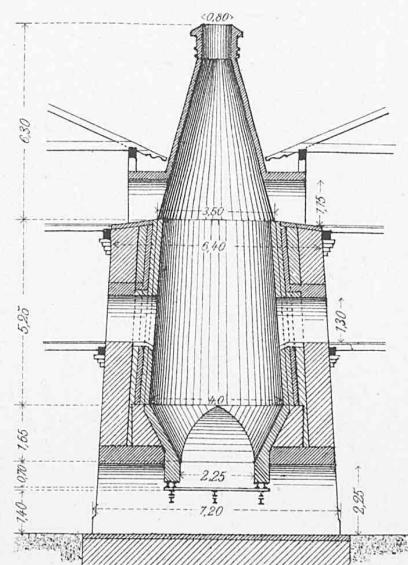
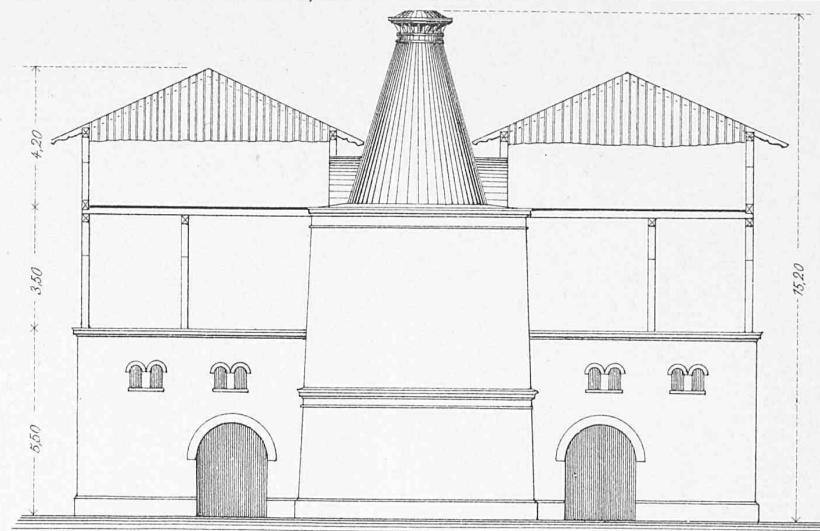
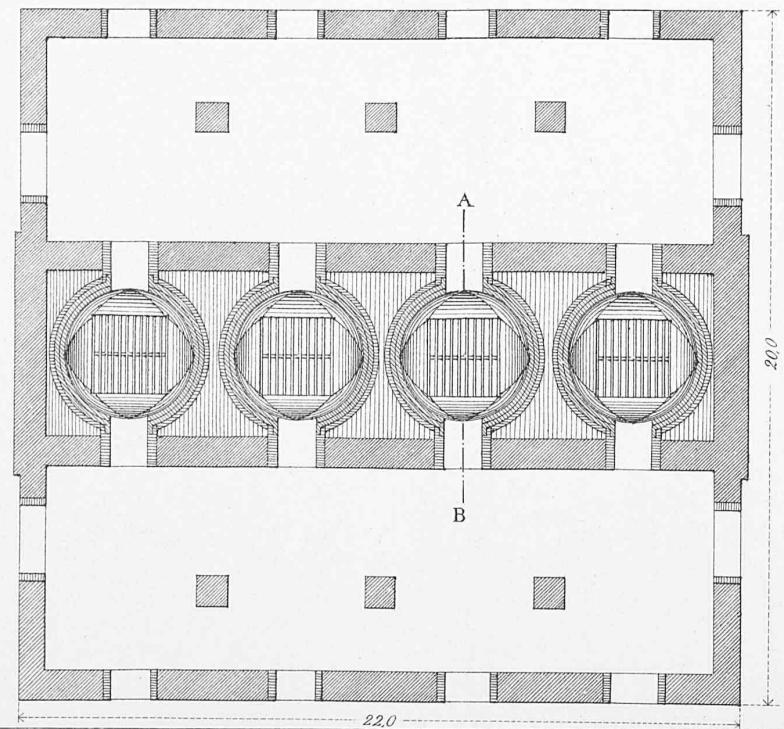
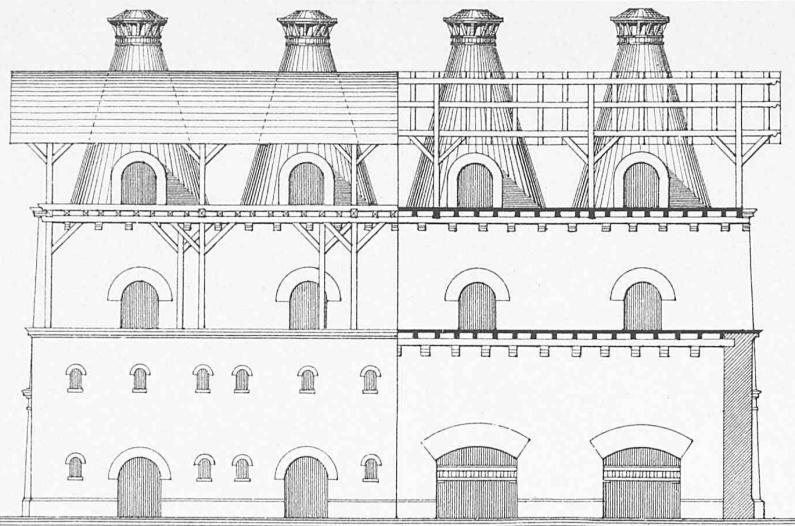
" d. 532 " 1,3 = 691 "

" e. 678 " 1,3 = 881 "

" f. 617 " 1,3 = 802 "

Il existe un moyen parfaitement sûr d'éprouver l'inaltérabilité du Ciment-Portland, surtout contre les effets du gel; c'est l'application de la cristallisation des solutions salines, procédé dont j'ai publié la description en 1876 dans le second cahier du "Notizblatt", organe de la Société pour la fabrication des briques et ciments.

Bien que le résultat des expériences faites sur le Ciment-Portland de St-Sulpice soit la meilleure garantie de son inaltérabilité absolue, je puis encore ajouter que mes nombreuses expériences, artificielles et scientifiques, l'ont pleinement confirmée.



Coupe suivant A.B.

FOURS A CIMENT  
de la Fabrique Suisse de Ciment Portland

ST SULPICE

— Echelle 1: 200 —

P. Balzer auct

# Seite / page

76(3)

# leer / vide / blank

Depuis la rédaction de cette notice, les froids exceptionnellement rigoureux survenus dans les mois de Décembre 1879 et Janvier 1880, m'ont permis de soumettre le Ciment-Portland de St-Sulpice à des températures de 10 à 20° au-dessous de zéro. Ces expériences ont complètement réussi et justifient mes précédentes allégations.

Art. 3. Les procédés de fabrication mis en pratique à St-Sulpice, ainsi que les qualités et les propriétés des matières premières, permettent de fabriquer un Ciment-Portland à prise plus ou moins lente. Cependant on fabrique de préférence, et certes, avec raison, des ciments à prise lente. Ils sont en effet beaucoup moins exposés à se détériorer pendant la manipulation, et ils acquièrent une beaucoup plus grande résistance.

Il arrive bien trop souvent que Messieurs les Architectes, Ingénieurs et Entrepreneurs font une déplorable confusion, entre la lenteur de la prise et la lenteur du durcissement. Ils se figurent qu'un ciment qui *prend* lentement est nécessairement un ciment qui *durcit* lentement, tandis que, pour les véritables Ciments-Portland, c'est tout le contraire qui se produit. Si l'on compare entre eux deux ciments de bonne qualité, dont l'un fera prise en 10 minutes et l'autre après 12 heures, l'on trouvera toujours, après 36 heures par exemple, que ce dernier sera le plus résistant. La différence sera bien plus sensible encore au bout de sept jours. Ce n'est donc qu'exceptionnellement et pour des raisons particulières, qu'il faudra se servir de Ciment à prise prompte.

Art. 4. Le Ciment-Portland de St-Sulpice est exempt de veines à nuances diverses; il est d'une teinte des plus régulières, de couleur grise ressemblant à celle de la molasse, et d'un aspect fort agréable à l'œil.

La fabrication du Ciment-Portland ne repose pas sur de soi-disant secrets de fabrication et n'est plus un mystère pour personne. De nos jours, chaque architecte ou ingénieur, au moyen de connaissances scientifiques parfaitement établies, peut se rendre un compte très exact de la valeur de ce produit.

Il est vrai, qu'il y a dix ans, la fabrication du Ciment-Portland ne reposait pas sur des données aussi positives que celles que nous possédons aujourd'hui. Le cas s'est même présenté, où des fabriques nouvelles ont livré des ciments qui ont été préjudiciables aux constructions dans lesquelles ils ont été employés, d'autant plus que ce n'est qu'après un laps de temps, quelquefois assez considérable, qu'on a pu constater leur défectuosité. L'on conçoit aisément la défiance parfaitement justifiée dont a été entourée, à cette époque, l'apparition des produits, sortant d'une usine nouvelle. Mais dès lors les temps ont bien changé.

Les recherches approfondies auxquelles les chimistes et les techniciens se sont livrés, afin de constater et de reconnaître la valeur et la qualité des ciments, ont été couronnées du plus éclatant succès. Aujourd'hui, dans un temps relativement très court, l'on peut se rendre un compte parfaitement exact de la valeur d'un ciment quelconque.

Au surplus, il est un fait certain, c'est qu'aucun architecte n'aura de crainte à concevoir, quand il se servira de Ciments-Portland sortant triomphants des épreuves auxquelles ils sont soumis par les règlements cités plus haut.

Or, les Ciments-Portland suisses, représentés par ceux de la Fabrique de St-Sulpice et de Luterbach, n'ayant nullement à redouter la comparaison avec les meilleurs ciments de l'étranger, il est à désirer que leur emploi en soit généralisé, et que le public soit mis à même d'en apprécier la haute valeur.

Dr. H. Frühling.

## Revue.

Tiefseekabel sind gegenwärtig 136 922 km. im Betriebe. Dieselben befinden sich im Besitze von 20 Staatsverwaltungen und 22 Privatgesellschaften, von welch' letzteren 16 ihren Sitz in London haben.

**Verkleidung von Dampfleitungen.** — Der Elsässer Verein von Dampfkesselbesitzern hat im vorigen Jahre unter Leitung des Oberingenieurs Walther-Meunier in Mülhausen eine Reihe von Versuchen über den Effect der verschiedenen im Gebrauch befindlichen Mittel zur Umhüllung von Dampfleitungen vornehmen lassen. Die Resultate waren kurz folgende: 1 qm. unbekleidetes Rohr gab stündlich unter sonst gleichen Verhältnissen, wenn aus Gusseisen 3,484 kg., wenn aus Schmiedeisen 3,906 kg., und wenn aus Kupfer 2,816 kg. Condensationswasser. Bei den Proben mit bekleideten Rohren, zu welchen ein Versuchsrühr aus Gusseisen verwendet wurde, zeigte sich, je nach der Dicke der Bekleidung, die von 20—50 mm. variierte, und des dazu verwendeten Materials pro Stunde 0,321 kg. bis 1,327 kg. Condensationswasser. Die Ersparnis bei der das günstigste Resultat ergebenden Isolirmasse (von Grünzweig & Hartmann in Ludwigshafen) berechnet sich daher auf stündlich 3,484—0,321 = 3,163 kg. pro Quadratmeter weniger condensirtes Wasser. Rechnet man 1 kg. Kohlen zur Verdampfung von 7 kg. Wasser, so könnten auf den Quadratmeter bekleidetes Rohr im Jahr 1500 kg. Kohlen oder (zu 3 Fr. pro 100 kg.) 45 Fr. erspart werden, während die Kosten der Bekleidung sich auf nur 6 Fr. pro Quadratmeter stellen.

Die Arbeit zur Unterfahrung des Hudson mit einem Tunnel, zur Verbindung von New-York mit Jersey City, ist im besten Fortschreiten begriffen. Der Tunnel, für zwei Geleise bestimmt, wird eine Länge von 1645,92 m. haben und beiderseits Einfahrtsrampen von 1036,32 m. und 914,40 m. erhalten. Das Profil ist ein voller Kreis und das Gewölbe wird ganz aus Ziegelmauerwerk erstellt. An beiden Endpunkten des Tunnels sind Schachte von 12 m. Tiefe abgeteuft worden, von denen aus der Bau nach dem pneumatischen System eingeleitet ist.

## Statistisches.

### Gotthardbahn.

#### Monatsausweis über die Arbeiten an den Zufahrtslinien.

Februar 1880	Sectionen					Total
	Immen- see- Flüelen	Flüelen- Göschen.	Airolo- Biasca	Cade- nazzo- Pino	Giubiasco- Lugano	
Länge in Kilom.	31,980	38,742	45,838	16,200	25,952	158,712
<b>Erdarbeiten:</b> <sup>1)</sup>						
Voranschlag cbm.	879 250	1 357 640	1 721 890	287 870	518 100	4 764 750
Fortsch. i. Feb. „	20 220	12 470	24 540	11 520	8 370	77 120
Stand a.29. „ „	183 730	420 790	647 730	93 220	19 270	1 364 740
„ „ „ 0/0	21	31	38	32	4	29
<b>Mauerwerk:</b>						
Voranschlag cbm.	53 250	89 400	95 160	27 690	32 680	298 180
Fortsch. i. Feb. „	120	—	250	180	—	550
Stand a.29. „ „	5 490	21 990	33 750	490	—	61 720
„ „ „ 0/0	10	25	35	2	—	21
<b>Tunnels:</b>						
Voransch. <sup>2)</sup> m.	5 442	7 258	8 024	—	3 114	23 838
Fortschritt i. Feb.						
a. Richtstollen m.	396	283	432	—	120	1 231
b. Ausweitung „	234	432	351	—	33	1 050
c. Strosse „	183	344	291	—	—	818
d. Gewölbe „	—	67	61	—	—	128
e. Widerlager „	—	93	33	—	—	131
Stand a.29. Feb. <sup>2)</sup>						
a. Richtstollen m.	4 089	5 010	3 193	—	264	12 556
b. Ausweitung „	2 830	3 320	2 482	—	33	8 665
c. Strosse „	545	2 193	1 818	—	—	4 556
d. Gewölbe „	43	246	246	—	—	535
e. Widerlager „	10	268	124	—	—	402
Stand a. 29. Feb.						
a. Richtstollen 0/0	75	69	40	—	9	53
b. Ausweitung „	52	46	31	—	1	36
c. Strosse „	10	30	23	—	—	19
d. Gewölbe „	1	3	3	—	—	2
e. Widerlager „	—	4	2	—	—	2

<sup>1)</sup> Exclusive Sondirungsarbeiten für Brücken, Gallerien etc.

<sup>2)</sup> Inclusive Voreinschnitte an den Mündungen.