

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Band: 97/98 (1931)

Heft: 26

Artikel: Die schweiz. Portland-Zemente und deren Beton im Laboratorium, auf der Baustelle und im Bauwerk

Autor: Meyer, M.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-44710>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 19.11.2024

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

Gebäude eine unzulässige Einbusse erlitt. Schon beim Empire State Building ist ein Teil des Mauerwerkes durch Aluminium und Glasplatten ersetzt worden und man trägt sich mit dem Gedanken, die grossen Turmbauten nur noch in Stahl, Glas und Aluminium zu erstellen, unter Verwendung geeigneter Isolierstoffe. In diesem Falle könnten die Gebäude vollständig fabrikmässig hergestellt und die bereits jetzt schon ausserordentlich kurzen Bauzeiten noch weiter herabgesetzt werden.

Die Eisenmonteure erhalten in Chicago 50 bis 70 Fr. im Tag, die Maurer in New York sogar 60 bis 90 Fr. Dabei sollen sie aber nur $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ des Jahres Arbeit finden, was auf den Jahresverdienst stark drückt. Im Vergleich damit sei erwähnt, dass Ingenieure jährlich 11 000 Fr. verdienen, nach fünf Jahren Praxis etwa 16 000 Fr. Die Eisenmonteure haben einen gefährlichen Beruf; alle fünf Jahre entfällt auf jeden eine mehr oder minder schwere Verletzung.

Ueber die Gründungsverfahren, Materialfragen, Feuer-sicherheit, bauliche Einzelheiten, Landpreise usw. liesse sich noch manches beifügen, doch würde dies zu weit führen.

Das Hochhaus hat sich ferner sowohl als Wohnhaus wie auch als Familienhotel bewährt. Diese Apartment-Hotels besitzen Speiseräume für die Mieter. Infolge der schwieriger gewordenen Lebensverhältnisse und des Mangels an bedienendem Personal, als Nebenfolge der Einwanderungsbeschränkung, setzte seit einiger Zeit eine verstärkte Landflucht ein, sowie ein Aufgeben der früher so beliebten Eigenheime. Dazu trägt bei, dass die Stadtwohnung gestattet, die Arbeitstätte leichter zu erreichen, während das Automobil erlaubt, abends und Sonntags die Zeit im Freien zu verbringen. Zur Zeit wohnen 97 Millionen in Städten und nur 27 Millionen sind Farmer.

Die Wohnhäuser sollen in der Regel mit Land 40 000 bis 100 000 Fr. kosten und zwar, mit Keller, 30 bis 110 Fr./m³, zumeist aber 70 bis 90 Fr./m³.

SCHLUSSBEMERKUNGEN.

Wohl die meisten Amerikareisenden glauben sich berechtigt, auf Grund ihrer kurzen, ja allzukurzen Reiseerfahrungen ein Urteil über die Verhältnisse und über Land und Leute zu fällen. Solche Urteile sind keine bleibenden Werturteile; sie sind stets aus engem Gesichtswinkel gefällt und können auf die Dauer nicht bestehen. Ich beschränke mich daher darauf, folgendes beizufügen.

Zunächst habe ich im allgemeinen die Menschen drüben gefunden, wie sie hier sind. Vielfach sicher tätiger, von weiterem Horizont; wer dünkte nicht an Goethe's Satzprägung: „Im engen Kreis verengert sich der Sinn, es wächst der Mensch mit seinen grössern Zwecken“. Viele sagen, das Land habe den Höhepunkt überschritten, andere meinen, der weitere Aufstieg in materieller und ökonomischer Hinsicht werde weitergehen, wenn auch mit Krisen. Ich selber glaube an letztgenanntes; auch ist nicht zu verkennen, dass in der innern Gestaltung und der Zusammensetzung der Bevölkerung viele Gefahrenpunkte liegen. Es sei nur an die Rassenfrage erinnert, die zur Beschränkung der Einwanderung geführt hat, indem die Angehörigen mancher Länder nur kommen, um reich zu werden und sich auch im Falle des Bleibens nach mehreren Generationen nicht assimilieren. Die Einwanderungsbeschränkung hat zum Zweck, die Vorherrschaft der anglo-sächsischen Bevölkerung auf die Dauer sicherzustellen.

Tatsächlich sind die Vereinigten Staaten ein Land mit grossen Unterschieden, was Klima, Gewohnheiten und Bevölkerung anbetrifft. Daneben zerrinnen die von den schweizerischen Politikern so gern hervorgehobenen und von so zahlreichen Personen gedankenlos bejahten Verschiedenheiten im Leben und selbst im Empfinden der schweizerischen Bevölkerung in Nichts, und nichts würde hindern, der Schweiz eine Organisation zu geben, die um ein Mehrfaches wirtschaftlicher wäre, als die bestehende, und die vermöchte, unsere viel zu hohen Lebenskosten hierzulande herabzusetzen oder bessere Lebensbedingungen zu schaffen.

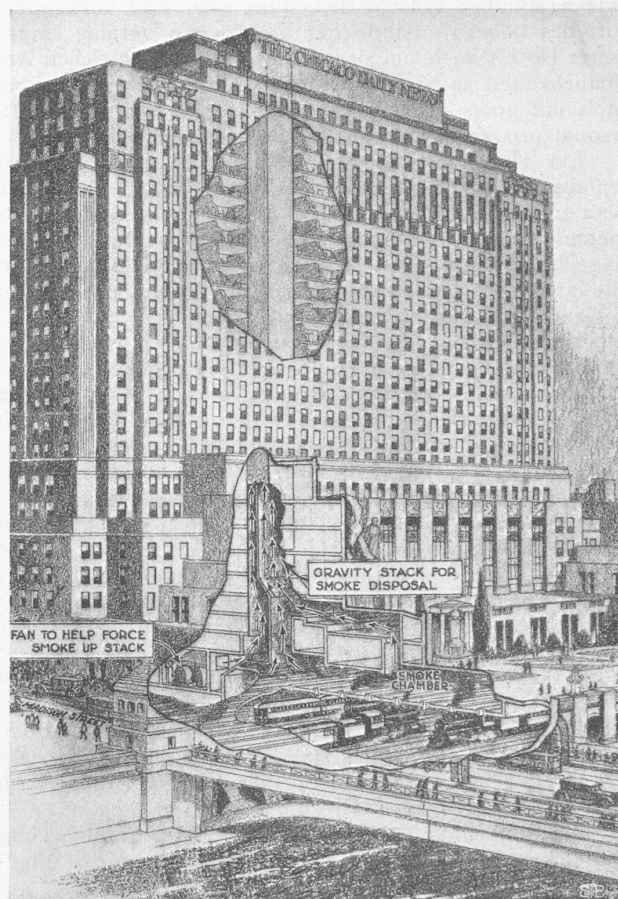


Abb. 73. Hochbau der Daily News, mit Rauchabzug über den Ausfahrtgleisen der Union Station in Chicago.

Noch ein Wort über die so viel besprochene Prohibition. Die weit überwiegende Mehrzahl aller Männer, mit denen ich diese Frage besprach, sind überzeugt von ihrer Zweckmässigkeit. Viele Unternehmer betonen, dass ihre Arbeiter seitdem keinen „blauen Montag“ mehr kennen und die teuern maschinellen Einrichtungen sorgfältiger behandeln. Auch die Wohnungsverhältnisse hätten sich um Vieles gebessert, sodass die Prohibition nicht unwesentlich zum nationalen Wohlstand beigetragen habe.

Damit möchte ich schliessen und nur wünschen, dass das Gute und Schöne, an dem die Vereinigten Staaten so unendlich reich sind, auch unserem Lande ein erstrebenswertes Beispiel sein möchte.

Die schweiz. Portland-Zemente und deren Beton im Laboratorium, auf der Baustelle und im Bauwerk.

Am 25. Februar sprach Prof. Dr. M. Roš vor dem Zürcher Ingenieur- und Architektenverein über diesen Gegenstand. Unabhängig vom Erscheinen des betreffenden Vereinsprotokolls sei hier über diesen interessanten Vortrag etwas ausführlicher als gewohnt berichtet.

Das Endziel des Beton- bzw. Eisenbeton-Ingenieurs, die Berechnung, Konstruktion und Erstellung jeder Art von Bauten, für die Beton oder Eisen-Beton in Frage kommen, kann, abgesehen von umfassenden statischen Kenntnissen, nur auf einer gründlichen Vertrautheit mit dem in Frage kommenden Material geschehen. Die zahlreichen elastischen, festigkeitstechnischen, chemischen, physikalischen und petrographischen Eigenschaften des Baumaterials, vorangehend jene seines Bindemittels, werden in den Laboratorien der Zementwerke und vor allem an der E. M. P. A. seit Jahren fortwährend untersucht und mannigfachen Prüfungen unterworfen. Auf diesen Versuchen aufbauend können wir jede Komponente des an sich sehr heterogenen Baustoffes definieren und so Rückschlüsse für den auf der Baustelle verwendeten Beton bezüglich seiner Qualität und Eigenschaften gewinnen.

Wenn auf diese Art das Material, wie es am Bau zur Verwendung gelangte, nach allen wünschenswerten Richtungen hin erforscht ist, können *Belastungsproben am fertigen Bauwerk*, verbunden mit den erforderlichen Messungen mittels empfindlicher Instrumente, Rückschlüsse auf die den statischen Berechnungen zu Grunde gelegten Annahmen gestatten. Es ist klar, dass solche Messungen der Beton-Bauweise nur förderlich sein können, wenn sie die Theorie zu bestätigen scheinen; andererseits erlauben sie eine allfällige Korrektur der Theorie, um sie mit der Wirklichkeit besser in Einklang zu bringen (z. B. Pilsdecken-Theorie). Hand in Hand mit solchen Erkenntnissen wird der Ingenieur durch eine fortlaufende Verbesserung des Baumaterials und der *Baukontrolle* veranlasst, kühner und auch wirtschaftlicher zu konstruieren.

Tabelle 1.
Einheitliche Bestimmungen für die Lieferung u. Prüfung von Portland-Zementen.
Fassung Februar 1931.

Benennung: Portlandzement = Mahlgut von Klinker + höchstens 12 Gewichtsprocente (Gipsstein + CaCO₃ + Unlösliches).

A. Verbindlicher Teil.		Toleranzen	Grenzwerte
1. Spezifisches Gewicht:	Mittelwert = 3,10	- 5 %	min. 2,95
2. Mahlfineheit Rückstand auf 4900 M. S.:	Mittelwert = 12 %	+ 25 %	max. 15 %
3. Abbindezeiten	Beginn: nicht wesentlich unter 2 1/2 Stunden. Ende: nicht wesentlich unter 8 Stunden.		
4. Raumbeständigkeit an der Luft und unter Wasser. — Le Chatelier, Kochprobe	Δ _{max} = 5 mm		
5. Gehalt an CaCO ₃ , Unlöslichem und SO ₃			
a) CaCO ₃ + Unlösliches	ca. 6 %	+ 30 %	max. 7,80 %
b) SO ₃	ca. 2,5 %		max. 3,25 %
c) MgO	ca. 4 %		max. 5,20 %
2,5 % SO ₃ = 4,25 % CaSO ₄ = 5,375 % CaSO ₄ + 2H ₂ O			
6. Festigkeiten in kg/cm ² , plastisch, W = 11 %, Wasserlagerung.			
<i>Portlandzement</i>		<i>hochw. Portlandzement</i>	
Würfeldruckfestigkeit	Biegezugfestigkeit	Würfeldruckfestigkeit	Biegezugfestigkeit
3 Tage	—	250	40
7 Tage	180	340	50
28 Tage	250	420	60
Toleranzen — 10 %.			

B. Informatorischer Teil.

- Raumgewicht, lose eingefüllt 1,00 bis 1,25
- Glühverlust: 2 % bis 5 %.
- Hydraulischer Modul: $i = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3} = 2,0$; Toleranz — 10 %
- Schwinden: Schwindmasse nach 90 Tagen
Normalbrei: 1 : 0 0,7 bis 1,4 %₁₀₀
Baumörtel: 1 : 6 0,3 bis 0,6 %₁₀₀
- Abbindewärme: Temperaturerhöhung, gemessen im Söhwindkörper 1:0 10 b. 25° C.
- Elastische Dehnungszahl $ae = \frac{1}{E_e}$
 $E_e = 600000 \frac{pr\beta d}{pr\beta d + 300}$ für $\sigma = 0 - 0,3 pr\beta d$
 $pr\beta d = \text{Prismendruckfestigkeit} = 0,80 \text{ Würfeldruckfestigkeit } n\beta d.$

Tabelle 2. Zulässige Spannungen für armierten normalen Portlandzementbeton, Mischung 300 kg/m³ fertigen Beton.
Würfeldruckfestigkeit auf Druck nach 28 Tagen, im Mittel: $n\beta_{28d} = 220 \text{ kg/cm}^2$; Prismenfestigkeit $pr\beta_{28d} = 175 \text{ kg/cm}^2$ $E_c : E_b = n = 10$.

Art der Beanspruchung	Zulässige Spannungen		
	ohne Schwinden und ohne Temperatur	mit Temperatur	mit Schwinden und mit Temperatur
1. Beanspruchung in der Schweraxe, zul. σ_s'	40	20 % höher für Beton und Armierungsstahl	40 % höher für Beton und Armierungsstahl, für letzteren jedoch nicht höher als $\sigma_e \text{ zul} = 1600 \text{ kg/cm}^2$
2. am Plattenrande, auch von T-Trägern, einfache Biegung zul $\sigma_b' =$	50		
3. am Rande rechteckiger Querschnitt, einfache Biegung und Biegung mit Axialkraft zul $\sigma_b =$	(75 — 0,25 $\sigma_s \text{ vorh}$) max 75 min 65		
4. am Rande bei Ermässigung der Eisenzugspannung $\sigma_e \text{ vorh} < \text{zul } \sigma_e = 1200 \text{ kg/cm}^2$, einfache Biegung und Biegung mit Axialkraft zul $\sigma_b'' =$	$\sigma_b' + 0,05 (\sigma_e \text{ zul} - \sigma_e \text{ vorh})$ max 90 für $\sigma_e \text{ vorh} = 900$ min 75 für $\sigma_e \text{ vorh} = 1200 = \sigma_e \text{ zul}$		

Tabelle 3. Zulässige Spannungen für armierten hochwertigen Portlandzementbeton, Mischung 300 kg/m³ fertigen Beton.
Würfeldruckfestigkeit auf Druck nach 28 Tagen, im Mittel: $n\beta_{28d} = 300 \text{ kg/cm}^2$; Prismenfestigkeit $pr\beta_{28d} = 240 \text{ kg/cm}^2$ $E_c : E_b = n = 10$.

Art der Beanspruchung	Zulässige Spannungen		
	ohne Schwinden und ohne Temperatur	mit Temperatur	mit Schwinden und mit Temperatur
1. Beanspruchung in der Schweraxe, zul σ_s	50	20 % höher für Beton und Armierungsstahl	40 % höher für Beton und Armierungsstahl, letzterer wenn von normaler Qualität nicht über $\sigma_e \text{ zul} = 1600 \text{ kg/cm}^2$ und wenn hochwertig nicht über $\sigma_e \text{ zul} = 2000 \text{ kg/cm}^2$
2. am Plattenrande, auch von T-Trägern, einfache Biegung zul $\sigma_b =$	65		
3. am Rande rechteckiger Querschnitt, einfache Biegung und Biegung mit Axialkraft, zul $\sigma_b' =$	(100 — 0,25 $\sigma_s \text{ vorh}$) max 100 min 88		
4. am Rande bei Ermässigung der Eisenzugspannung $\sigma_e \text{ vorh} < \text{zul } \sigma_e = 1200 \text{ kg/cm}^2$, — Stahlqualität normal bzw. $\sigma_e \text{ vorh} < \text{zul } \sigma_e = 1600 \text{ kg/cm}^2$ — Stahlqualität hochwertig einfache Biegung und Biegung mit Axialkraft zul $\sigma_b'' =$	$\sigma_b' + 0,05 (\sigma_e \text{ zul} - \sigma_e \text{ vorh})$ max 115 für $\sigma_e \text{ vorh} = 900 \text{ kg/cm}^2$ normaler Stahl: $\sigma_e \text{ zul} = 1200$ max 120 für $\sigma_e \text{ vorh} = 1200$ hochw. Stahl $\sigma_e \text{ zul} = 1600$		

Es ist deshalb von weittragender Bedeutung, wenn unsere Zement-Fabriken sich anstrengen, immer höherwertige Zemente zu fabrizieren, wenn andererseits eine wissenschaftliche und doch praktische Bau-Kontrolle sich mehr und mehr einbürgert.

Doch wären alle diese Anstrengungen zum Nutzen der Volkswirtschaft und einer ökonomischen Bauweise vergeblich, wenn nicht die sogenannten „Normen“ mit dieser Entwicklung Schritt halten würden.

I. Normen.

Die Begründung und den jetzigen Stand dieser „Normen“ füllte den ersten Teil des Vortrages aus. Der Referent beschäftigt sich vorab mit den im Jahre 1919 erschienenen und heute noch gültigen „Schweizerischen Normen für Bindemittel“ und deren Ergänzung bzw. Erweiterung, die sie durch die Teilrevision vom Jahre 1925 erfahren haben. Graphische Aufzeichnungen der in den letzten 50 Jahren erreichten Mittelwerte von verschiedenen Festigkeiten liessen die hervorragende Qualitätsverbesserung der schweizerischen Bindemittel (auch im Vergleich zum Ausland) recht augenfällig erscheinen. Die Qualitätsverbesserungen erstrecken sich hauptsächlich auf höhere Festigkeiten, hohe Anfangsfestigkeiten, als Folge von rascherem Erhärten, Abbindezeiten, Schwinden, und und auf sehr gleichwertige chemische Analysen der verschiedenen Zement-Marken.

Wir geben in Tabelle 1 eine Zusammenstellung betreffend die Normen-Prüfung der Portland-Zemente (Fassung Februar 1931), wie sie der Referent im Lichtbilde vorführte.

Die Tabelle zeigt, dass die Bestimmungen über die Mahlfineheit, die Abbindezeiten, die Raumbeständigkeit, die Reinheit, sowie die Festigkeiten verschärft worden sind. Neu ist die Definition der technischen Qualität eines Bindemittels durch Festsetzung von Mittelwerten mit den zulässigen Toleranzen. Wie man weiss, hängt die Festigkeit eines Beton vorzüglich von der ihm entsprechenden Mörtelfestigkeit ab; die zulässigen Festigkeiten können deshalb auch für den Beton selbst entsprechend höher angesetzt werden.

Diese Tatsache, sowie die in den letzten Jahrzehnten gemachten Erfahrungen auf dem Gebiete des Eisenbeton-Baues, wie auch die immer weiter entwickelte Theorie seiner Berechnung, die parallel fortwährend durch Versuche selbst erhärtet wird, führte dazu, zwei Kommissionen, eine zur Ausarbeitung neuer schweizerischer Normen für Bindemittel, die zweite für Eisenbeton-Normen zu ernennen. Diese letzte beschäftigt sich mit Vorschriften über die statische Berechnung, über die ihr zu Grunde zu legenden Annahmen, über die Bauausführung und die erforderlichen Qualitäten der zur Verwendung gelangenden Materialien. Wichtig sind darin

wesentlich verschärfte Bestimmungen über die *Baukontrolle*, sowie erhöhte zulässige Festigkeiten für den Beton wie auch für das Eisen. Vor allem sind ganz neu Bestimmungen über hochwertige Zement-Beton und Armierungstähle.

Obwohl diese neuen Vorschriften noch nicht endgültig bereinigt sind, machte der Referent im Rahmen seines Vortrages Angaben über die neuen zulässigen Festigkeitswerte, von denen wir in den Tabellen 2 und 3 die wichtigsten zusammengestellt haben.

Neu sind auch Angaben über zulässige Festigkeitswerte von nicht armiertem Beton (plastischem Beton) der Mischungen P. C. 150, P. C. 200, P. C. 250, P. C. 300, P. C. 350 (Tabelle 4).

Als Toleranzen sind für Betonfestigkeitswerte überall $\pm 25 \%$ angenommen.

Eine erwünschte Erweiterung der bisherigen Bestimmungen sind auch Angaben über die *zulässigen Zugspannungen in nicht armiertem Beton* von den verschiedenen oben angeführten Zement-Mischungen.

Diese kurzen, nur auszugsweisen Angaben über die Tätigkeit der oben genannten Kommission durch den Referenten überzeugten die Zuhörer, dass die schweizer. Technikerschaft in den neuen Normen ein Instrument in die Hand erhält, das sie befähigen wird, die hervorragenden Qualitäten der schweizerischen Portlandzemente sowie des Beton und des Eisenbeton voll auszunützen; man darf erwarten, dass durch diese Bestimmungen diese jüngste Bauweise einen neuen, kraftvollen Impuls zum Nutzen der schweizerischen Volkswirtschaft allgemein erhalten wird.

Interessant ist auch Tabelle 5, die gestattet, die heute in verschiedenen europäischen Ländern zugelassenen Festigkeiten zu vergleichen (Tabelle 5).

Was den Koeffizienten $n = \frac{E_c}{E_b}$ anbetrifft, so zeigt sich, dass auch Deutschland in bestimmten Fällen den Wert 10 vorgeschrieben hat, während Frankreich, wie bisher, ein veränderliches n von 7 bis 20 beibehält. Die Schweiz bleibt endgültig bei $n = 10$.

II. Baukontrolle.

Es ist selbstverständlich, dass so hohe zulässige Spannungen, wie sie die neuen schweizerischen Eisenbeton-Vorschriften nennen, eine verschärfte und genau definierte Baukontrolle bedingen. Dieses Kapitel nahm denn auch einen grossen Teil des Vortrages in Anspruch. Wir können uns enthalten, die mannigfachen, jedoch einfachen Grundsätze hier aufzuzählen, denen auf der Baustelle nachzuleben ist.

In Anschluss an die (zur Bestimmung der Ausschaltungsfristen) geforderten Probewürfel bzw. Probeprismen aus dem verwendeten Beton sei kurz erwähnt, dass heute den Prismen-Versuchen deshalb der Vorzug gegeben wird, weil diese Versuchskörper zugleich mehrere Festigkeitsversuche an der E. M. P. A. ermöglichen:

a) Das Beton-Prisma kann vorangehend einem Biegeversuch unterworfen werden, aus dem die allein massgebende *Biegezugfestigkeit* gewonnen werden kann (zulässige Schubspannungen bzw. Zughauptspannungen = $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ der Biegefestigkeit).

b) Die verbleibenden Hälften können zur Prismen-Druckfestigkeitsprobe Verwendung finden.

c) Es ist sodann möglich, auch die Werte der Prismendruckfestigkeit und des Elastizitäts-Moduls zu bestimmen. Es ist bekannt, dass die Prismen-Druckfestigkeits-Probe richtigere Werte liefert, als die bis anhin übliche Würfel-Druckprobe, weil der Einfluss der Druckplatten-Einspannung auf die Beton-Festigkeit sich nicht mehr bemerkbar macht. Es gilt die Beziehung $\sigma_{pr} = 0,8 \sigma_b$.

III. Das fertige Bauwerk in seiner Beziehung zur Baustelle und zum Laboratorium.

Zur Erhärtung der in der Einleitung betonten Wichtigkeit von Messungen am ausgeführten Bauwerk und deren Rückwirkung sowohl auf die theoretischen Grundlagen der Berechnung, wie zu deren Erhärtung oder Korrektur, führte der Referent eine Reihe erfolgreicher Messungen an, die von ihm im Laufe der letzten Jahre ausgeführt worden sind. Wir erwähnen solche an der Kornhausbrücke in Zürich, an der Landquartbrücke bei Klosters¹⁾, an der Merjenbrücke über die Zermatter-Visp, an der Tavanasa-Brücke über den Vorder-Rhein²⁾, an der Strassenbrücke über das Salginatobel, an dem neuen Magazin-Gebäude der Gesellschaft der chemischen Industrie Basel, am Sihlpostgebäude Zürich³⁾, an der Limmat-Brücke in Baden⁴⁾, an der Strassen-Brücke über die Urnäsch bei Hundwil⁵⁾, andere Messungen am Langwieser-Viadukt der Chur-Arosa-Bahn, am Grandfey-Viadukt der S. B. B., an der Brücke über das Val-Tschiel-Tobel⁶⁾, an der Wäggitäl-Staumauer, u. a. m. Alle diese Versuche zeigen die befriedigende Uebereinstimmung der errechneten Spannungen im fertigen Bauwerk gegenüber den gemessenen, sofern man in bestimmten Fällen der oft weitgehenden Entlastung der Tragteile durch die Ueberbauten sinngemäss Rechnung trägt. Sie stärken im konstruierenden Ingenieur auch das Vertrauen, das er seinen Rechnungen entgegenbringen kann, indem sie die Gewährleistung eines angemessenen, in ökonomischen Grenzen liegenden Sicherheitsgrades, trotz der Heterogenität des Baumaterials verbürgen.

M. Meyer.

MITTEILUNGEN.

50 Jahre elektrische Strassenbahn. In der Mai-Nummer der „Siemens-Zeitschrift“ wird an die am 16. Mai 1881 erfolgte Eröffnung der von Siemens und Halske erbauten ersten elektrischen Strassenbahn erinnert. Ebenso, wie beim ersten Versuch elektrischer Traktion auf der Berliner Gewerbeausstellung von 1879 verwendeten Siemens und Halske auch für die erste, regelmässig zwischen dem Bahnhof Lichterfelde der Anhaltischen Eisenbahn und der Hauptkassettenanstalt verkehrende Strassenbahn eine Gleichstromzuführung durch die Schienen, wobei natürlich die Räder von einander isoliert sein mussten; dies war dadurch bewerkstelligt, dass die Radkränze, von denen der Strom mittels Schleiffedern zum Motor geleitet wurden, auf Holzscheiben aufgebaut werden mussten. Zwischen den beiden Fahrsschienen war nur eine geringe Isolation aufrecht zu halten, denn es betrug die Fahrspannung auch nur 180 Volt. Für die Speisung der 2,5 km langen Linie diente eine im Lichterfelder Wasserwerk aufgestellte Hauptschluss-Dynamo von 12 bis 15 PS. Der mit 12 Sitz- und 8 Stehplätzen ausgerüstete, sehr leichte meterspurige Tramwagen war mit einem für eine Geschwindigkeit von 15 bis 20 km/h ausreichenden Motor von nominell 5 PS ausgerüstet, der die beiden Wagenachsen mittels Stahlschnüren und Schnurrollen antrieb. Zum Anlassen und Drehzahlregeln diente schon eine Schaltwalze in Verbindung mit einem Vorschaltwiderstand, der zuerst als Wasserwiderstand und

Tabelle 4. Nicht armierter Beton. Zulässige Spannungen $\sigma_{Rand} = 2 \sigma_{Axe} \text{ zul} - 0,5 \sigma_{Axe} \text{ eff.}$

		Zementdosierung per m ³ fertigen Beton in kg				
		150	200	250	300	350
Portlandzement	Axe	8	14	22	32	38
Hochwertiger Portlandzement	Axe	10	18	28	42	50

Tabelle 5. Vergleich der in der Schweiz, Frankreich und Deutschland zugelassenen Festigkeiten.

		Schweiz		Frankreich			Deutschland	
		1909	1931	1930			1931	
<i>Betondruckfestigkeiten pro qm, Mittelwerte</i>								
Portlandzement	P. Z.	160	175	130	160	160	160 Säulen 130	
Hochwertiger Portlandzement	H. P. Z.	—	240	200			190 Säulen 160	
<i>Verhältniszahl</i>								
		10 und 20	10	7 bis 20			10 und 15	
<i>Zulässige Spannungen für Beton, kg/cm²</i>								
		P. Z.	P. Z.	H. P. Z.	P. Z.	P. Z.	H. P. Z.	P. Z.
					130	160	200	
Druck	Axe	35	40	50	50	70	90	35
	Rand	45	65	85	50	70	90	max. 50
Biegung, bezw.	} Rand	40	75	100	50	70	90	max. 50
Biegung mit Axial-Druck		max. 70	U. 90	120				max. 65
<i>Zulässige Spannungen für Stahl, kg/cm²</i>								
		P. Z.	P. Z.	H. S.	H. S.		H. S.	
				1600 bis 2000 max	1400 bis 1600 max 1900 bis 2100 max		1200 H. S. 1500	
Zug		1200 bis 1500 max	1200 bis 1600 max	1200 bis 1600 max				

H. S. = hochwertiger Stahl; U. = Ueberarmiert; P. Z. = Portlandzementbeton; H. P. Z. = hochwertiger Portlandzementbeton.

¹⁾ Band 96, S. 341 (20. Dez. 1930).
²⁾ Band 93, S. 208 (27. April 1929).
³⁾ Band 97, S. 165 (28. März 1931).
⁴⁾ Band 93, S. 105 (2. März 1929).
⁵⁾ Band 94, S. 63 (10. August 1929).
⁶⁾ Band 90, S. 172 (1. Okt. 1927).