

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 82 (1964)
Heft: 51

Artikel: Feuersicherheit von Stahlkonstruktionen: Vortrag
Autor: Kollbrunner, Curt F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-67640>

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>

Betriebsanzeige auf der Vorderfront der Schalttafel angebracht. Hier befinden sich auch die notwendigen Messinstrumente wie Ampèremeter, kWh-Zähler sowie die Anzeige von zu hohen oder zu tiefen Drücken und Temperaturen des Schmieröls für die Mühlenhauptlager und das Getriebe. Ein Blindschema ermöglicht in Verbindung mit den genannten Steuer-, Signal- und Messapparaten einen guten und raschen Überblick über den jeweiligen Betriebszustand der Mahlanlage.

Bild 21 zeigt die Fortsetzung der Schalttafel. Dieser Teil enthält die Steuerung und Messinstrumente für die Dosierung des Aufgabegutes. Wie ersichtlich sind im vorliegenden Fall drei Klinkersorten und Gips als Zuschlagstoff dauernd im gewünschten Verhältnis aufzugeben, dessen Änderung, je nach Prüf-Resultaten des chemischen Laboratoriums, von Zeit zu Zeit möglich sein sollte. Außerdem ist es erforderlich, die zur Mühle fliessende Aufgabemenge bei konstantem Mischungsverhältnis vergrössern oder verkleinern zu können. Diese Steuerung erfolgt mittels Druckknöpfen «Mehr-Weniger» durch Beeinflussung der Waagenmotoren. Die Schalttaelfelder der Mischdosierung enthalten ferner die notwendigen Anzeigegeräte (t/h) und Zähler (t), so dass über die laufende Zementproduktion gute Übersicht besteht.

Mit der beschriebenen Schaltanlage kann der Bedienungsmann die Anlage «von Hand» fahren, d.h. er muss versuchen, die Materialaufgabe möglichst hoch zu halten, ohne dass der Umlauf zu hoch und ohne dass die Mühle überfüllt wird. Der Füllungszustand der Mühle wird nach dem Geräusch beurteilt. Dieses ist bei leerer Mühle sehr stark, da der Lärm der Stahlkugeln durch das Mahlgut nicht gedämpft wird. Mit zunehmender Füllung wird das Geräusch geringer und dumpfer. Es zeigt sich nun, dass im Geräuschpegel eine brauchbare Messgröße für eine selbsttätige Regelung vorhanden ist, welche meist darin besteht, dass der Umlauf in Abhängigkeit von der Becherwerkleistung konstant gehalten wird und dass «das elektrische Ohr» die Aufgabe nur im Falle der Überfüllung der Mühle begrenzt, beziehungsweise verringert.

Wird beispielsweise bei gleichbleibender Mahlgutaufgabe die Mahlbarkeit des Klinkers schlechter, so bleibt das Mahlgut länger in der Mühle, welche sich allmählich anfüllt. Das Becherwerk erhält weniger Material und verlangt über den Regler mehr. Ein weiteres Anfüllen der Mühle ist die Folge. Dieses allmähliche Überfüllen wird durch den elektro-akustischen Wandler (elektrisches Ohr), indem dieser die Mahlgutaufgabe verhindert, begrenzt oder verringert.

Feuersicherheit von Stahlkonstruktionen

Von Dr. Curt F. Kollbrunner, dipl. Bau-Ing., Zollikon

Vortrag gehalten am 16. Oktober 1964 anlässlich der Studententagung über aktuelle Ingenieurprobleme, veranstaltet vom S. I. A., Fachgruppe der Ingenieure für Brückenbau und Hochbau (FGBH) im Physikgebäude der ETH

DK 624.94:699.81

Seit über fünf Jahren wissen wir, dass der neuzeitliche Stahlseklettbau das Feuer nicht mehr fürchten muss. Wir haben damals schon durch Grossbrandversuche bewiesen, dass eine Stahlkonstruktion einer Brandbelastung von 25 kg/m^2 standhält¹⁾. Seit längerer Zeit verlangen wir, dass für Brandbelastungen bis zu 20 kg/m^2 der Stahl nicht mehr verkleidet werden muss²⁾.

Die Brandbelastung eines Gebäudes oder eines Gebäudeteiles bedeutet dabei den Heizwert der im untersuchten Teil des Baues vorhandenen brennbaren Materialien, bezogen auf die Einheit der vorhandenen Bodenfläche. Umgerechnet auf eine entsprechende Holzmenge, bezogen auf die Einheit der Bodenfläche, wird die Brandbelastung ausgedrückt in kg Holz/m^2 Bodenfläche. Da die Brandbelastung moderner Hochbauten meist nur noch 8 bis 15 kg/m^2 beträgt, müssen die Stahlkonstruktionen nicht verkleidet werden.

Leider wird dem Prinzip der Brandbelastung als Hauptkriterium der Feuergefährlichkeit teilweise auch heute noch entgegengehalten, dass bei späterem, verändertem Verwendungszweck eines Gebäudes die Brandbelastung grösser als anfänglich sein könnte. Diesem Einwand kann man aber immer mit Recht die durch Jahrzehnte bewährte Praxis der Baustatik, die allgemeine Gültigkeit hat, entgegenhalten: Nie muss eine statische oder dynamische Überdimensionierung vorgenommen werden, die Dimensionierung findet vielmehr ein für allemal nur für die vorgesehenen Lasten statt. Somit müssen auch übertriebene Feuerschutzmassnahmen und Verkleidungen von Stahlkonstruktionen, sofern die Brandbelastung nicht grösser als 20 kg/m^2 ist, abgelehnt werden.

Die neuzeitlichste Norm betreffend Feuersicherheit der Stahlkonstruktionen ist die auf den Publikationen der Kommission 3 «Feuerschutz» der Europäischen Konvention der Stahlbauverbände aufbauende italienische Vorschrift aus dem Jahre 1961 («Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile.» Ministerio dell'Interno, Roma; Direzione Generale dei Servizi Antincendi). Voraussichtlich werden im Jahre 1965 auch weitere der Europäischen Konvention der Stahlbauverbände angeschlossene Länder ihre Vorschriften den heutigen Gegebenheiten anpassen³⁾, wobei sicherlich auch die Schweiz, dank dem Weitblick ihrer Feuerpolizeibehörden, ebenfalls einen grossen Schritt vorwärts machen wird.

Die Brandversuche werden in den meisten Ländern unter ähnlichen Bedingungen ausgeführt. Grundsätzlich muss jedoch zwischen den Standardkurven und den bei wirklich auftretenden Bränden entsprechenden Kurven ein klarer Trennungsstrich gezogen werden. Ein Naturbrand entwickelt sich nie nach einer Standardkurve, sondern je nach den vorhandenen Verhältnissen, bei viel Luftzutritt rasch, bei wenig Luft langsam, unter Umständen auch nur schwelend. Beim Naturbrand liegen die auftretenden Temperaturen im allgemeinen viel tiefer als die Norm- oder Standardkurve angibt. Die Temperatur-Zeit-Kurve verläuft in Wirklichkeit meist so, dass nach dem Feuersprung ein rascher Anstieg der Temperatur mit einer über der Standardkurve liegenden Spitze eintritt, worauf ein flacher, langgezogener Temperaturabfall stattfindet (Bild 1).

Wird eine Standard-Temperatur-Zeit-Kurve auf eine ungeschützte Stahlkonstruktion angewendet, so müsste diese Konstruktion theoretisch nach 12 bis 20 Minuten einstürzen. Die durchgeföhrten Grossbrandversuche zeigen jedoch, dass dies nicht der Fall ist⁴⁾. Da sich die

¹⁾ C. F. Kollbrunner: Feuersicherheit der Stahlkonstruktionen, III. Teil. (Feuerversuche mit belasteten Stahlrahmen). Schweizer Stahlbauverband, Mitteilungen der Technischen Kommission, Heft 18, Februar 1959.

²⁾ C. F. Kollbrunner: Muss der moderne Stahlhochbau das Feuer fürchten? «Stahlbau-Bericht» Nr. 24, Dezember 1959, Verlag Schweizer Stahlbauverband.

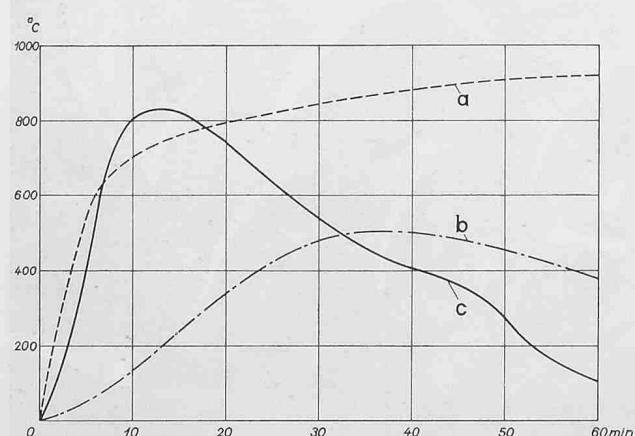
³⁾ C. F. Kollbrunner: Bewertung des Feuerschutzes von Stahlkonstruktionen nach dem Punktsystem, «Schweiz. Bauzeitung» 1960, H. 9, S. 142.

⁴⁾ C. F. Kollbrunner und P. Boué: Berechnung der Feuersicherheit der Stahlkonstruktionen im Hochbau und ihre praktische Durchführung. Europäische Konvention der Stahlbauverbände, Heft Nr. 1, Dezember 1960. Verlag Schweizer Stahlbauverband, Zürich.

C. F. Kollbrunner: Unverkleidete Stahlkonstruktionen bis 20 kg/m^2 Brandbelastung, «Stahlbau-Bericht» Nr. 8, August 1964. Verlag Schweizer Stahlbauvereinigung.

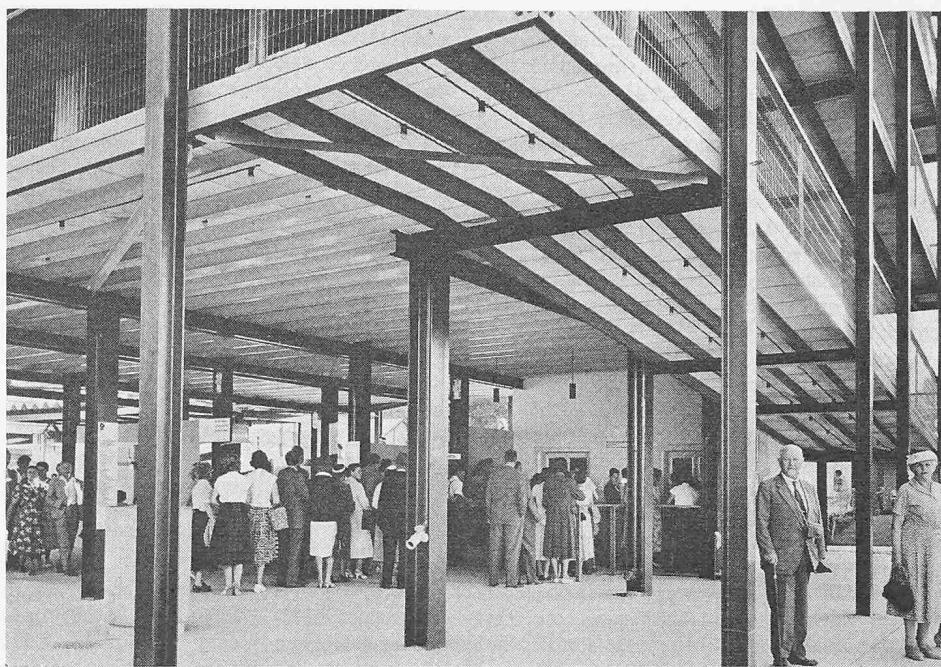
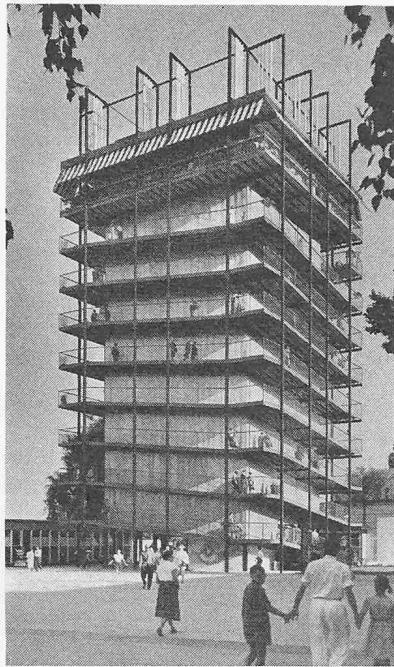
D. Sfintesco: Feu et acier. Edité par Publimétal, Paris, Paris 1963 (Mit 32 Literaturangaben).

W. Geilinger: Feuer und Stahl. Dritte Schweizerische Stahlbau-Tagung, Lausanne 1960. Schweizer Stahlbauverband, Mitteilungen der Technischen Kommission, Heft 21, Seite 74.



a) EMPA-Standardkurve für Ofenversuche
b) Temperatur-Zeit-Kurve bei «natürlichem» Brand und Feuerbelastung von 25 kg/m^2
c) Temperatur-Zeit-Kurve bei langsamem Brand und Feuerbelastung von 25 kg/m^2

Bild 1. Temperatur — Zeit — Kurven



Bilder 2 und 3. Turmhaus der SAFFA-Ausstellung, Zürich 1958. Arch. Annemarie Hubacher-Constam. Unverkleidete Stahlkonstruktion

Brandtemperatur nur sehr verzögert auf den ganzen Querschnitt der Stahlkonstruktion überträgt, hält auch eine ungeschützte Stahlkonstruktion, selbst wenn die Brandbelastung grösser als 20 kg/m^2 ist, eine gewisse Zeit der Brandwirkung stand. Dass statisch unbestimmte Tragwerke dem Feuer länger widerstehen als statisch bestimmte Konstruktionen, ist klar.

Wenn die Brandbelastung grösser ist als 20 kg/m^2 , kann nach den heutigen Erfahrungen der Stahl meist bedeutend einfacher verkleidet werden, als es von den Feuerpolizeibehörden vorgeschrieben ist. So genügt es meist, z.B. bei Säulen aus Differdinger- und ähnlichen Trägern, diese zwischen den Flanschen auszubetonieren, wobei die Flanschen unverkleidet bleiben.

Hier soll lediglich auf zwei Stahlskelettbauten hingewiesen werden: das Turmhaus der SAFFA-Ausstellung in Zürich 1958 und auf die Kantonsschule Baden. Da es sich beim Turmhaus der SAFFA-Ausstellung um ein Provisorium handelte, konnten die Stahlkonstruktionen trotz höherer Brandbelastung unverkleidet ausgeführt werden (Bilder 2 und 3). Bei der Kantonsschule Baden (Bilder 4 und 5) blieben grund-

sätzlich bei allen Gebäuden sowohl die Stahlstützen wie auch die Stahlträger-Unterseiten sichtbar⁵⁾.

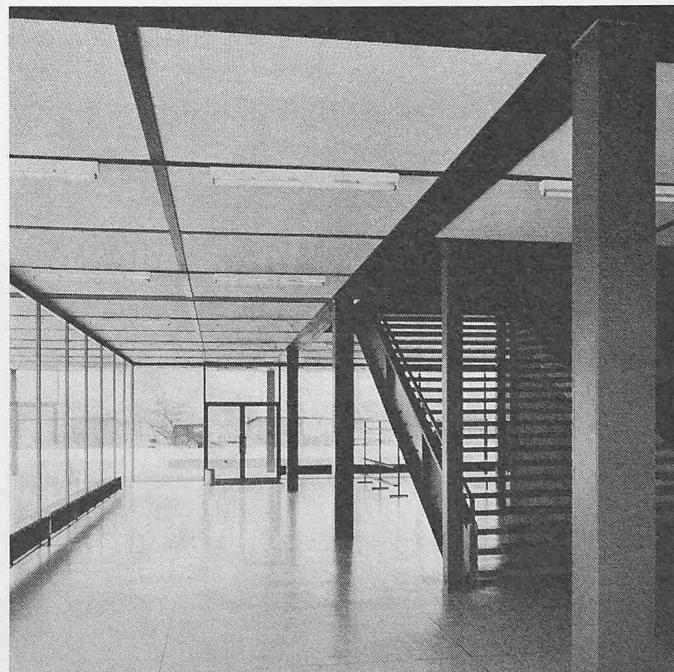
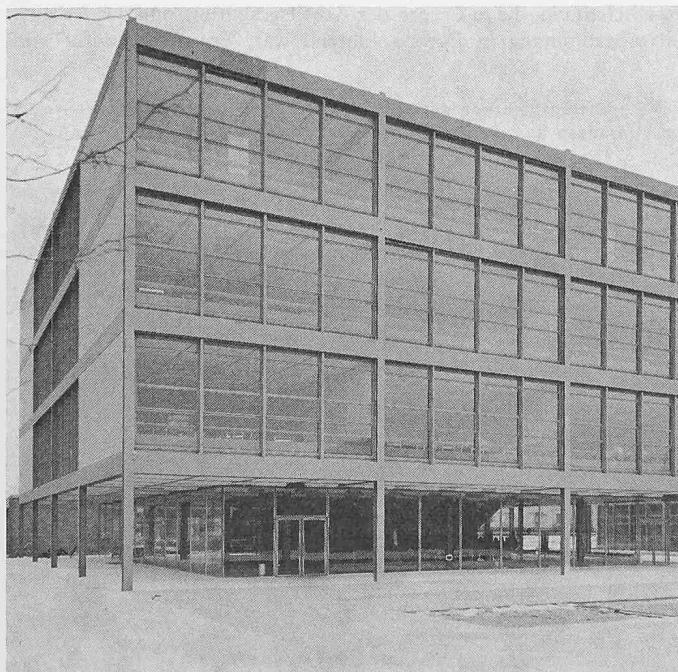
Um zu zeigen, wo unverkleidete Stahlkonstruktionen ausgeführt wurden, soll im Jahre 1965 eine Veröffentlichung der Europäischen Konvention der Stahlbauverbände herausgegeben werden, die mit Photos das festhält, was wir verwirklichen wollen: Die unverkleidete Stahlkonstruktion bei Brandbelastungen bis zu 20 kg/m^2 .

Trotzdem die langjährigen Erfahrungen noch unvollständig sind, soll festgehalten werden, dass in Zukunft voraussichtlich für zu verkleidende Stahlkonstruktionen ein Schutzanstrich genügt, der beim Brand eine den Stahl gegen das Feuer schützende Schaumschicht entwickelt.

Es ist naheliegend, dass neue Ansichten, die den Rahmen des Bisherigen sprengen, sowie neue, durch Versuche gewonnene Erkenntnisse nie ohne Widerspruch zum Erfolg führen und sofort

⁵⁾ E. Schmid: Stahlkonstruktion für die Kantonsschule Baden. Stahlbau-Bericht Nr. 3, März 1964. Schweizer Stahlbau-Vereinigung.

Bilder 4 und 5. Kantonsschule Baden, Hauptgebäude, Gesamtansicht und Innenaufnahme der Eingangshalle, 1963/64. Arch. B. und F. Haller



praktisch verwirklicht werden können. Es ist auch naheliegend, dass neuzeitliche Bestimmungen, die veraltete Feuerpolizeivorschriften angehen, von den Behörden sehr kritisch unter die Lupe genommen werden. Trotzdem klappt zwischen den verschiedenen Ansichten kein unüberbrückbarer Graben. Es soll hier sogar festgehalten werden, dass die schweizerischen Feuerpolizeibehörden sehr fortschrittlich sind. Viele Stahlkonstruktionen konnten in der Schweiz unverkleidet oder leicht-verkleidet ausgeführt werden.

Es ist bekannt, dass verschiedene Stahlkonstruktionen bei einem Grossbrand einstürzten. Dabei handelte es sich jedoch immer um sehr hohe Brandbelastungen und um Stahlkonstruktionen, die nicht nach den neuesten Erkenntnissen und Erfahrungen gegen das Feuer geschützt wurden.

Selbstverständlich müssen die Behörden versuchen, die Zahl und das Ausmass der Brandfälle durch logische, den neuesten Versuchen und Erkenntnissen angepasste Vorschriften, wie auch durch den Ausbau der aktiven Feuerbekämpfung auf ein Minimum herabzusetzen. Die Behörden dürfen dabei jedoch nicht an ihren teilweise überholten Vorschriften festhalten; sie müssen neuzeitlich denken, berücksichtigen, dass die Feuergefährlichkeit heute viel kleiner ist als vor zehn Jahren, und ihre Vorschriften revidieren⁶⁾.

Als Positivum darf eingesetzt werden, dass in verschiedenen Ländern mit den Feuerpolizeibehörden ein bedeutender Schritt vorwärts gemacht wurde. Nur an uns liegt es, mit diesen Behörden freundschaftlich zusammenzuarbeiten, sie von den heutigen Gegebenheiten zu überzeugen und ihnen zu beweisen, dass in vielen Fällen die heutigen Stahlkonstruktionen unverkleidet ausgeführt werden können. Wir wissen, dass uns, dank den Ergebnissen der von uns durchgeführten Grossbrandversuche, recht gegeben werden muss. Der Weg bis zur Erreichung des Ziels ist allerdings steil, steinig, mühsam und beschwerlich. Doch wir beschreiten diesen Weg optimistisch und siegesgewiss, denn am Schlusse winkt uns der Erfolg⁷⁾.

Heute stehen wir am Anfang einer neuen Epoche, der Epoche der unverkleideten Stahlkonstruktionen. Dies gilt allerdings nur, sofern bewiesen wird, dass die Brandbelastung nicht grösser als 20 kg/m² ist. Da jedoch neuzeitliche Stahlhochbauten meist kleinere Brandbelastungen als 15 kg/m² aufweisen, ist dieser Beweis leicht zu erbringen.

6) C. F. Kollbrunner: Jahresbericht 1959 der Kommission 3 (Feuerschutz) der Europäischen Konvention der Stahlbauverbände. Februar 1960.

7) C. F. Kollbrunner: Jahresbericht 1963 der Kommission 3 (Feuerschutz) der Europäischen Konvention der Stahlbauverbände. März 1964.

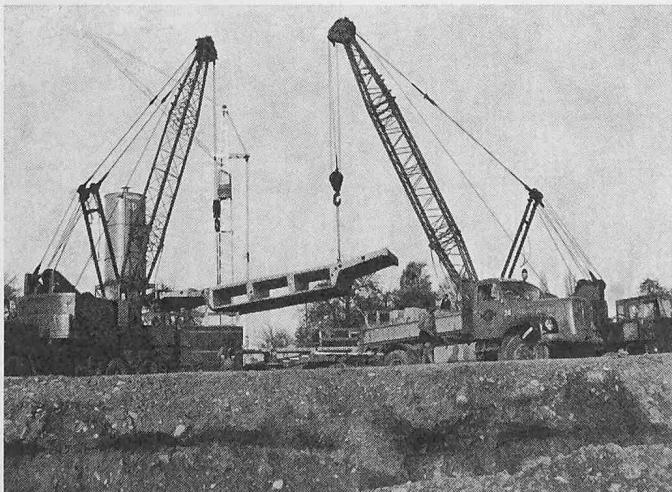
Adresse des Verfassers: Curt F. Kollbrunner, Dr. sc. techn., Witellikerstrasse 50, Zollikon ZH.

Brückenbau aus vorfabrizierten Elementen an der N 3

DK 624. 27: 624. 012. 47. 002. 22

Beim Ausbau der linksufrigen Höhenstrasse am Zürichsee ergab es sich, dass vier geplante Überführungen grosse Ähnlichkeit aufwiesen. Das Tiefbauamt des Kantons Zürich beschloss deshalb, diese

Bild 1. Abheben der Elemente. Drei bis vier Tage nach dem Betonieren (Spezialzement) erreichen die Elemente die genügende Festigkeit, um abgehoben und gestapelt werden zu können



Bauwerke als vorfabrizierte Konstruktionen ausführen zu lassen und schrieb im Frühling 1963 die Submission entsprechend aus. Die Bauunternehmung *Lerch AG* in Winterthur hatte schon seit einiger Zeit verschiedene Möglichkeiten der Vorfabrication von Brücken eingehend studiert und arbeitete zusammen mit dem Ingenieurbüro *Widmer & Wädensweiler*, Winterthur, ein eigenes Projekt aus, das dann vom Kant. Tiefbauamt für die Ausführung gewählt wurde. Mit dem Bau konnte nach Fertigstellung eines Teils der Strasse im Frühling 1964 begonnen werden.

Das Neuartige an der Konstruktion besteht darin, dass die Brückenplatte quer aufgeteilt wird, und zwar in Elemente der vollen Brückenbreite, die nachher nur roh aneinandergestossen werden. Auch die Stützen werden vorfabriziert und zusammen mit den übrigen Teilen im gleichen Arbeitsgang versetzt. Das ganze Bauwerk wird anschliessend durch die in den Elementen ausgesparten Löcher vorgespannt. Auf diese Weise wird erreicht, dass außer dem Ausbetonieren der Querträger auf der Oberseite der Elemente, den Fundationsarbeiten und einigen Anpassungen an den Brückenenden praktisch sämtliche Arbeiten auf der Baustelle wegfallen. Gleichzeitig wird durch die Querfugen auch eine ästhetisch einwandfreie Lösung erzielt, obwohl deutlich sichtbar bleibt, dass die ganze Brücke vorfabriziert ist.

Das Hauptproblem bildet die notwendige Massgenauigkeit der Elemente, da z.B. für die Fugen auf den ganzen Brückenquerschnitt eine Toleranz von maximal 5 mm eingehalten werden muss. In einer äusserst genauen Schalung mit spezieller Unterkonstruktion ist es aber möglich, eine solche Genauigkeit in den Ausmassen und Winkeln zu erhalten. Bei den Überführungen an der N 3 wurden je 20 bis 22 gleiche Elemente von 2,30 m Länge benötigt. Die Stützen wurden als Schrägstiele ausgebildet.

Eine ausführliche Darstellung dieses Brückentyps ist uns zugesagt und soll demnächst erscheinen.

Nekrologie

† Paul Fornallaz, dipl. Bau-Ing., S.I.A., G.E.P., von Haut-Vully FR, geboren am 25. Januar 1892, ist am 20. Oktober 1964, in seinem 73. Lebensjahr, nach kurzer Krankheit einer unermüdlichen beruflichen Tätigkeit und einem harmonischen Familienleben entrissen worden. Mit ihm ist ein Mann von uns gegangen, dessen Name im Bewusstsein weiter Kreise der Industrie eng verbunden war mit der Entwicklung und der Anwendung arbeitswissenschaftlicher Methoden zur Arbeitsgestaltung und zur Arbeitszeitvorbestimmung.

Nach erfolgreichen Studien an der ETH betätigte sich der junge Bauingenieur vorerst an einer Reihe grösserer Bauvorhaben. Bei dieser Tätigkeit fesselte ihn rasch, neben den technischen Aspekten, das Problem der eigentlichen Arbeitsausführung mit der Frage nach der Bestgestaltung der einzelnen Arbeitsgänge. Aus diesen besonderen Interessen heraus trat er in den zwanziger Jahren in die Bedaux-Gesellschaft ein, die in Fragen der Arbeitsgestaltung und der Arbeitszeitvorbestimmung in Europa führend war. Entscheidend für sein

Bild 2. Schrägstiele vor dem Einschütten. Dank dem statischen System von V-förmigen Stützen sind für die Brücken nur zwei Fundamente nötig

