Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht

Band: 2 (1936)

Artikel: Fortschritte in der Anwendung des Stahles in Belgien 1932 bis 1936

Autor: Campus, F. / Spoliansky, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-2742

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: 15.12.2025

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

VIIa 1

Fortschritte in der Anwendung des Stahles in Belgien 1932 bis 1936.

Progrès réalisés de 1932 à 1936 dans l'application de l'acier en Belgique.

Progress made in Belgium from 1932 to 1936 in the Use of Steel.

F. Campus,
Professeur à l'Université de Liége-Directeur du Laboratoire d'essais du Génie Civil
A. Spoliansky,
Ingénieur des Constructions Civiles et Electricien A. I. Lg.

Wir haben nicht die Absicht, in diesem Bericht eine allgemeine Übersicht der Stahlanwendung bei Brücken- und Hochbauten in Belgien im Zeitabschnitt 1932—1936 zu geben. Wir werden uns auf die Darstellung einiger eigenartiger und bezeichnender Fortschritte der Stahlbauweise in unserem Lande während dieser Jahre beschränken; sie stellen durch Verfahren und Bauart bedeutendere Entwicklungen dar, als sich in mehreren Jahrzehnten gezeigt haben. Obgleich wir den Ansporn dieser Fortschritte für uns in Anspruch nehmen, wie das ja übrigens bekannt ist, glauben wir jeden subjektiven Charakter vermeiden zu müssen. Wir wollen weder Behauptungen aufstellen noch Kritiken zurückweisen, sondern hauptsächlich ausgeführte Bauten behandeln. Wenn sich die neuen Auffassungen, deren Anwendungen wir auseinandersetzen werden, durchgesetzt haben, so liegt das in ihrer Natur. Unser Verdienst kann nur das einer vernünftigen Arbeit gemäß den natürlichen Gesetzen sein und die angetroffenen Schwierigkeiten nur mit Hilfe der Technik bezwungen zu haben.

Die Abschnitte dieser Fortschritte sind die folgenden, wobei wir für den ersten wenige Jahre vor dem betrachteten Zeitabschnitt beginnen müssen:

1930—31 Bau des genieteten Gerippes mit Stockwerkrahmen des Chemisch-Metallurgischen Instituts in Val-Benoît in Lüttich.

1931—32 Bau der Brücke in Lanaye, mit 68,00 m Spannweite, mit Werkschweißung und Baunietung.

1932 Bau des vollständig geschweißten Stahlskelettes mit Stockwerkrahmen für das Bauinstitut in Val-Benoît in Lüttich.

1933 Erstellung der Brücke C in Hérenthals, mit 57,50 m Spannweite. vollständig geschweißt.

Jede dieser Ausführungen war in Belgien die erste ihrer Art. Sie haben dort die Systeme von Stahlskelettbauten mit Stockwerkrahmen und steifen genieteten oder geschweißten Knoten, der Straßenbrücken System Vierendeel mit zuerst

teilweiser und bald darauf vollständiger Schweißung eingeführt. Wir denken, daß zur Zeit ihres Entwurfes und ihrer Ausführung in anderen Ländern keine entsprechenden Bauten bestanden. Diese Brücken und Hochbauten haben wesentliche gemeinsame Bestandteile: die steifen Knoten als hauptsächliche geschweißte, genietete und zusammengesetzte Verbindungen. Sie bestimmen die Entstehung und die Aufeinanderfolge der genannten Bauten. Im Verlaufe der angegebenen Abschnitte haben ihre Einzelheiten charakteristisch geändert, ohne jede Änderung der Grundlagen. Diese Typen sind darauf in vielen Ausführungen ohne bedeutende Änderungen wiederholt worden.

Einer von uns hat einen genauen Bericht über die steifen Knoten verfaßt; wir verweisen den Leser darauf und beschränken uns hier auf die Erklärung der Merkmale von Ausführungen mit solchen Knoten.

Straßenbrücken-System Vierendeel.

Seit 1896 sucht der Ingenieur und Professor A. Vierendeel die arkadenartig durchbrochenen Träger ohne Diagonalen denen mit Dreieckfachwerken vorzuziehen. Die ersten Anwendungen haben verschiedene Formen erhalten, die heute meistens verlassen worden sind. Eine gewisse Zahl von Brücken dieser Art wurde vor 1931 in Stahl erstellt. Nach den Erfahrungen mit den Brücken von Lanaye und Hérenthals wurden aber im Abschnitt 1933-1936 mehr Vierendeel-Straßenbrücken in Belgien und der ganzen Welt gebaut, als von 1896—1933. Es ist sogar möglich, daß dieses Resultat die Erstellung einer großen Zahl von Eisenbahnbrücken System Vierendeel von großer Spannweite begünstigt hat, die alle genietet sind, mit Ausnahme der teilweisen Anwendung der Lichtbogenschweißung für eine der letzten (Brücke Val-Benoît über die Maß in Lüttich).

Wie die Brücke von Lanaye ausgeführt wurde, stellt sie das Ergebnis eines Gegenprojektes dar, das im Jahre 1931 bei der Ausschreibung einer von Prof. A. Vierendeel geplanten genieteten Straßenbrücke eingereicht wurde. Die Société Métallurgique d'Enghien Saint-Eloi hat die Ersetzung der Werknietung durch Werkschweißung vorgeschlagen. Sie entschloß sich zu jener Zeit nicht, auch die Anwendung der Bauschweißung zu versuchen; sie hat die Nietung für die Montage beibehalten. Dennoch erlaubte die Werkschweißung besonders der Knoten

1. durch Unterdrückung aller Schmiedearbeit und Ersatz der zusammengesetzten Balken für Gurtungen, Pfosten und Querträger durch breitflanschige Walzprofile (mit Ausnahme der geschweißten oberen Gurtung von T-Profil) die Handarbeit beträchtlich zu vermindern,
2. das Gewicht um ungefähr 10% zu ermäßigen. Dieser Gewichtsgewinn war noch nicht endgültig. Bei den späteren Ausführungen konnte der gleiche Konstrukteur 20—25% einsparen. Der Grund davon lag in den mit einer ersten Ausführung zusammenhängenden Schwierigkeiten und dem damaligen Fehlen von leichten Breitflanschprofilen auf dem belgischen Markt, wie man sie nach den Erfahrungen bei der Brücke von Lanaye herzustellen begonnen hat,
3. die Baukosten infolge der beiden vorgenannten Gründe zu vermindern. Bei der Brücke von Lanaye war der Preisunterschied noch nicht beträchtlich, was sich durch die Kosten der Studien und Vorversuche sowie die Arbeits-

anpasssung im Werk leicht erklärt. Bei den späteren Ausschreibungen betrug die Kostenersparnis bei geschweißter gegenüber genieteter Ausführung ca. 15%, so daß die Nietung bei der Ausführung von Straßenbrücken praktisch verlassen wurde.

Die Vorteile des Vorschlages ließen ihn bald als Fortschritt erkennen und führten zur Annahme seiner wesentlichen Bestandteile, nach einem Vorversuch mit einem geschweißten Knoten kleinerer Größe, worüber am Ersten Kongreß für Brücken- und Hochbau in Paris 1932 berichtet wurde. Indessen war die Neuigkeit derart, daß nicht alle Vorschläge des Konstrukteurs angenommen wurden; nur einige Änderungen der Abmessungen wurden verlangt, sowie die Beibehaltung einer Zahl von Anordnungen des ursprünglichen genieteten Projektes. Das Ebenmaß des Bauwerks hat darunter gelitten; es hat einen etwas zwitterhaften Charakter, der seiner Zusammensetzung und Form schadet. Die späteren Ausführungen haben gezeigt, daß es besser gewesen wäre, wenn die einheitlicheren Anordnungen des Gestalters angenommen worden wären. Man kann aber sagen, daß die eigentliche Neuigkeit vollständig übernommen wurde, die geschweißten Knoten mit ihren besonderen Folgen für die Einzelteile (Gurtungen und Pfosten) der Balken und die Fahrbahnteile.

Die Versuche an der Brücke im Mai 1933 waren ebenso zufriedenstellend wie am Knotenmodell (siehe Santilman-Annales des Travaux Publics de Belgique, décembre 1933).

Der Erstellung der Lanaye-Brücke folgte diejenige von 5 Brücken von derselben Grundauffassung: Werkgeschweißte Knoten und Baunietung. Infolge der günstigen Erfahrungen bei der Brücke von Lanaye wurde ihr Aufbau bei den Windverbänden, den Fahrbahnträgern, den Pfostenaussteifungen etc. vereinheitlicht.

Eine der ersten darauffolgenden Brücken war die Muide-Drehbrücke in Gent (M. Storrer et A. Spoliansky. L'Ossature métallique 1933; siehe auch Hawranek: Bewegliche Brücken 1936). Sie ist heute noch die größte geschweißte und bewegliche Brücke der Welt.

Wir erwähnen auch die Brücken von Schooten (Nr. 39 und 40), Lanklaer und Lanaeken, erbaut 1933—34.

Gestützt auf ihre Erfahrungen in dieser Bauart, zögerte die Ausführungswerkstätte der Lanaye-Brücke nicht, bei der Ausschreibung der Brücke C in Hérenthals dem genieteten Projekt ein vollständig geschweißtes gegenüberzustellen. Dieses Gegenprojekt wurde durch die Administration des Ponts et Chaussées auf Grund seiner technischen und wirtschaftlichen Vorteile angenommen. Die gänzliche Schweißung vervollständigte die bei der Lanaye-Brücke begonnene Entwicklung, und zwar in weniger als 3 Jahren. Der Entwurf der Brücke von Lanaye stammt von Ende 1931 und die ganz geschweißte Brücke C in Hérenthals war im Februar 1934 im Rohbau beendigt (A. Spoliansky. L'Ossature métallique 1934). Die Figuren 1, 2 und 3 geben typische Ansichten dieses Stahlbauwerks wieder (Schlußbericht des 1. Kongresses 1932, Seite 258, Fig. 8 und 9). Die vollständige Schweißung bestätigt die schon bei der Brücke von Lanaye angewendeten technischen Merkmale und die Vereinfachungen der darauffolgenden Ausführungen. Einer der Verfasser hat sie im dritten Band der Abhandlungen des I.V.B.H. beschrieben und untersucht (1935 — A. Spoliansky.

Les ponts soudés en Belgique. Revue Universelle des Mines, tome XI, no 8, 1935. — Vergleiche auch l'Ossature métallique 1935 et 1936).

Nach dem Vorbild der Brücke C in Hérenthals wurden sehr viele Bauten in Belgien ausgeführt, darunter die Brücke A in Hérenthals (gleichzeitig wie die

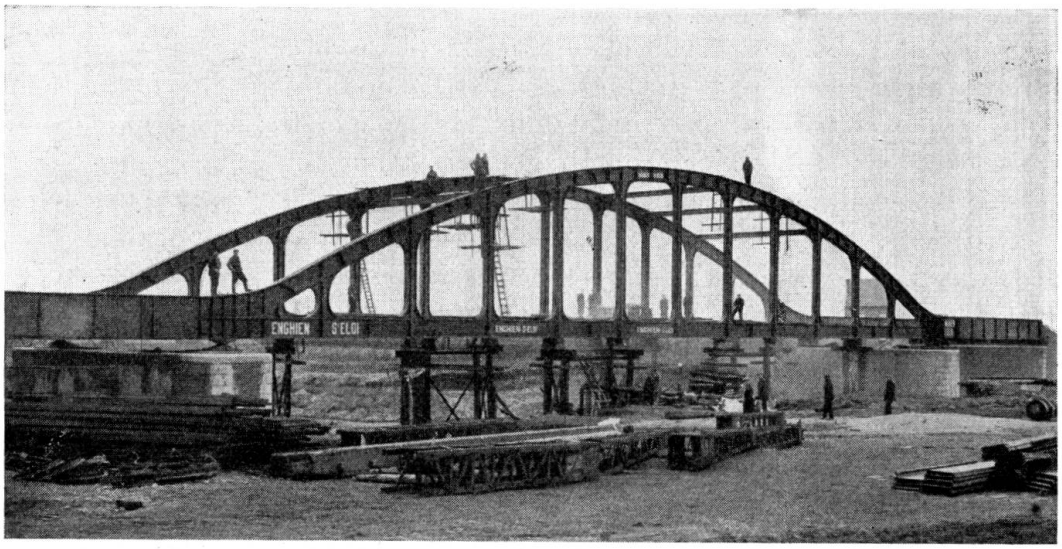


Fig. 1.
Brücke C in Hérenthals (1933—34).

vorherige), die Brücken in Bocholt 1934, Dilsen (8 Brücken über den Albert-Kanal 1934—35), Gheel und Oolen (4 Brücken 1934—35), Dudzeele (2 Brükken 1934—35), Eygenbilsen (1934), Sutendeal (1935), Monsin (2 Brücken 1935), Vivegnis, Hermalle und Haccourt (3 Brücken von 90 m, 1936), kurz

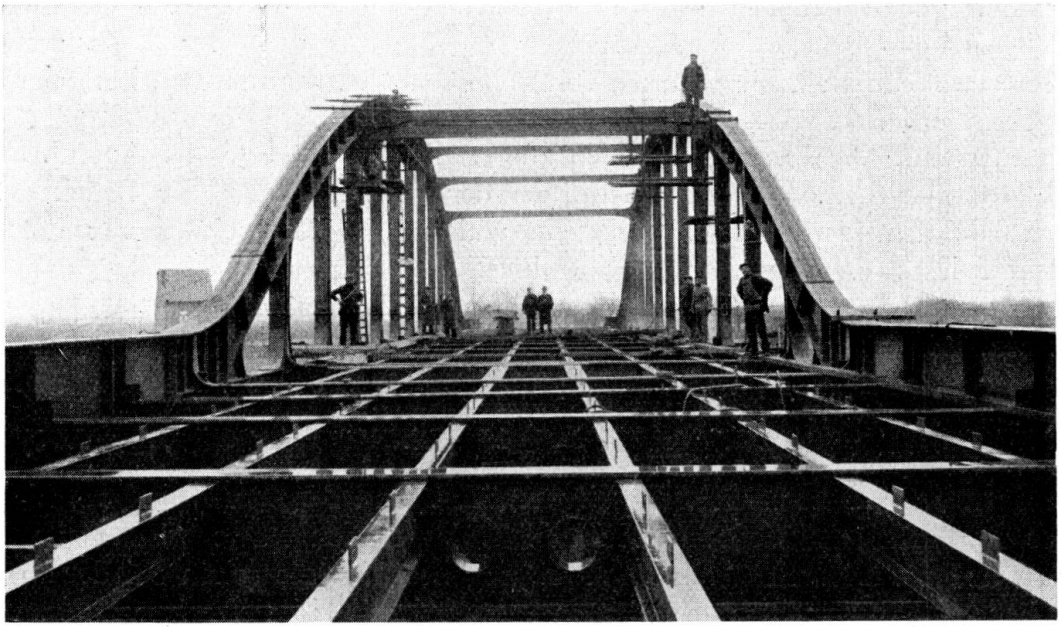


Fig. 2.
Brücke C in Hérenthals (1933—34).

mehr als 30 Brücken in Belgien. Diejenige in Nuth (Niederlande) und in Michalovce (Tschechoslowakei) sind in der Anordnung ganz gleich.

Diese verschiedenen Bauten unterscheiden sich nur durch Einzelheiten, die ihre Grundähnlichkeit mit dem Vorbild nicht berühren. Alle belgischen Brücken wurden mit Stahl Typ Etat belge 42/50 erbaut. Die sehr rasche Vervielfachung dieses Systems stellt durch seinen Umfang eine wirkliche Neuerung in

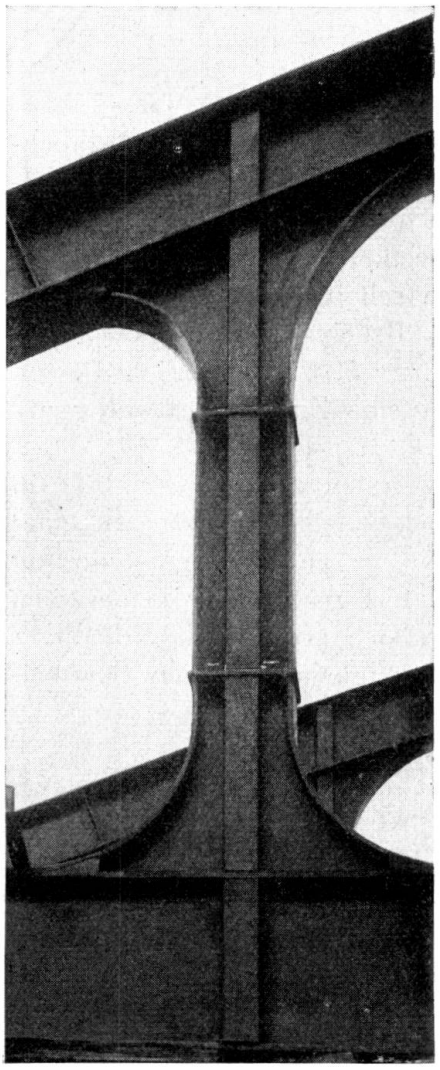


Fig. 3.
Brücke C in Hérenthals (1933—34).

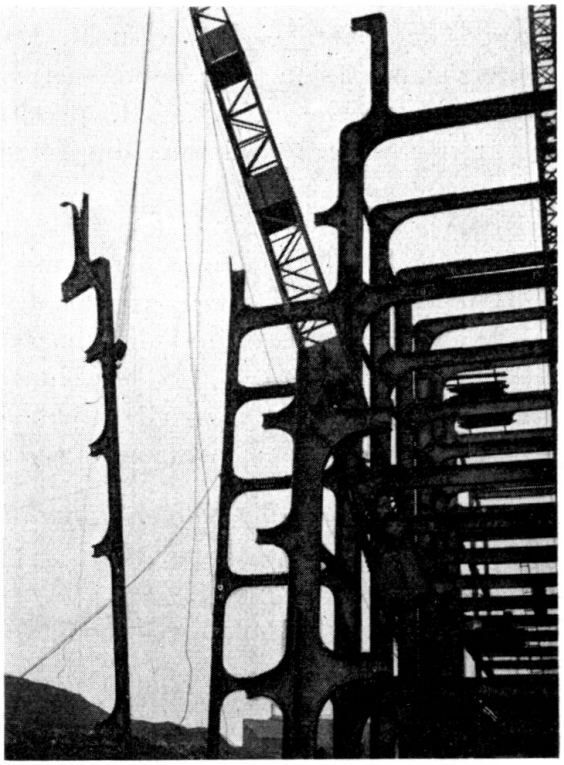


Fig. 4.
Gebäude des Chemisch-Metallurgischen Instituts. Einzelheiten vom Haupteingang (1930—31).

der Stahlkonstruktion dar. Sie hat eine große Zahl wichtiger Probleme gestellt, sowohl beim Entwurf und der Planung als auch bei der Ausführung und Arbeitseinteilung im Werk und auf dem Bau. Sie ließ in der Eisenbauindustrie in Belgien einen Geist der Tätigkeit und des Wetteifers erstehen, der sich durch viele Forschungsarbeiten ausdrückt. Die ersten schon veröffentlichten wurden mit bescheidenen Mitteln ausgeführt; sie hielten sich an die Grundzüge, die die genannten Ausführungen erlaubten. Gegenwärtig sind genauere Untersuchungen im Gange. Teils sind sie durch die unstreitige und rasche Entwicklung der

genannten Fortschritte, teils durch die Beobachtungen veranlaßt worden, die im Verlaufe der Ausführung und bei gewissen angetroffenen Schwierigkeiten gemacht wurden. Es betrifft dies besonders die Wärmespannungen in den geschweißten Bauteilen. Es ist zu hoffen, daß diese Erneuerungsbewegung des Stahlbaues dadurch einen neuen Halt finden wird, der ihm die Fortsetzung seiner Anstrengungen auf dem Gebiete der Eisenbahnbrücken und anderer Balkenarten erlauben wird. Einer der Verfasser hat seit 1932 (Sitzung vom 11. Mai 1932 der A.B.E.M.) die Anwendung von geschweißten steifen Knoten auf große dreieckige Brücken mit ebenfalls steifen Stäben empfohlen.

Stahlstockwerkrahmen mit steifen Knoten.

Im Jahre 1929 haben wir zusammen das Projekt eines genieteten Stahlhochbaues mit steifen Knoten für das Chemisch-Metallurgische Institut in Val-Benoît in Lüttich ausgearbeitet. Dieses Projekt gab den Anlaß zu den Voruntersuchungen an ebenen Knotenmodellen. Der 1931 beendigte Bau wurde in jenem Jahre sehr weitgehend untersucht. Darüber wurde schon Bericht erstattet, besonders am Ersten Internationalen Kongreß für Brücken- und Hochbau in Paris 1932 (siehe auch R.U.M. 8e série, tome, IX, n° 5, 6 et 7 de 1933).

Für das volle Verständnis des folgenden scheint eine Zusammenfassung der Ergebnisse notwendig.

Die Fig. 6, Seite 534 des Schlußberichtes des ersten Kongresses 1932 in Paris, gibt die Diagramme der gemessenen und berechneten Spannungen eines Balkens bei zwei Belastungen wieder. Man bemerkt die gute Übereinstimmung des Diagrammverlaufs und die charakteristische Unterlegenheit der gemessenen Spannungen gegenüber den berechneten. Der Vergleich wird noch auffälliger bei den Querverschiebungen (Durchbiegungen) und Winkeländerungen (Knotendrehungen) und dem Einspannungsgrad der Balkenenden:

Winkeländerungen der Knoten 1 und 1':

Versuch	gerechneter Wert	gemessener Wert	Unterschied in %
Nr. 1	226×10^{-6}	166.90×10^{-6}	26
Nr. 2	246×10^{-6}	174.39×10^{-6}	29

Durchbiegung in der Mitte des Balkens 1 — 1':

Versuch	gerechneter Wert	gemessener Wert	Unterschied in %
Nr. 1	8.49 mm	11.70 mm	27
Nr. 2	11.48 mm	14.40 mm	20

Einspannungsgrad in den Knoten 1 und 1':

Versuch	gerechneter Wert	aus den Messungen sich ergebender Wert
Nr. 1	0.965	0.975
Nr. 2	0.970	0.980

Diese Einspannungsgrade kommen tatsächlich vor; sie stimmen mit der Beziehung zwischen Einspannmoment und Winkeländerung überein. Wenn diese Beiwerke in Abhängigkeit der Durchbiegungen oder Größtbiegungsmomente in der Balkenmitte bestimmt werden, findet man ca. 1.10 für den Versuch Nr. 1 und ca. 1.08 für den Versuch Nr. 2, als Werte ohne physikalische Bedeutung (siehe genannte Hinweise).

Die Unterschiede stammen hauptsächlich von der Unvollständigkeit der Berechnung her, die die Teile als prismatisch zwischen ihren Achsschnittpunkten betrachtet und dabei die versteifende Wirkung der gemeinsamen Teile und der Knotenbleche nicht berücksichtigt. Das tritt durch eine genauere Berechnung mit Berücksichtigung der Verstärkung durch die Knoten in Erscheinung, dank der Auffassung eines gedachten mittleren und vergrößerten Trägheitsmomentes. Die Unterschiede gegenüber den Messungen waren merklich geringer, als es sich beim Vergleich der Einspannungsgrade ergibt. Man hat für die wirklichen Einspannungsgrade der Knoten 1 und 1' gefunden:

Versuch	gerechneter Wert	aus den Messungen sich ergebender Wert
Nr. 1	0.968	0.971
Nr. 2	0.969	0.974

Nach der Mitteldurchbiegung des Balkens 1—1' werden die berechneten Werte 1.04 für den Versuch Nr. 1 und 1.015 für den Versuch Nr. 2.

Diese Ergebnisse zeigen auch die Unveränderlichkeit des Einspannungsgrades dieser Bauteile, auf die sich der Begriff indessen nicht streng anwenden läßt. Ferner stellt man fest, daß er gleich 1 ist.

Die Fig. 4 gibt eine kennzeichnende und bisher unveröffentlichte Ansicht dieses Baues.

Das Gebäude des Bauinstituts in Val-Benoît in Lüttich, das von einem der Verfasser bearbeitet worden ist, kam 1932/33 zur Ausführung. Begonnen nach der Brücke von Lanaye, wurde es vorher fertiggestellt. Vom vorigen Bau wurde die Art der in der Form verbesserten starren Knoten übernommen; das Gerippe war vollständig geschweißt und durch die kühne Anregung der S. A. D'Ougrée-Marihaye ganz aus Spezialstahl 58/65 hergestellt. Dieses dreifach bemerkenswerte Gebäude wurde im einzelnen noch nicht beschrieben. Hier kann mangels an Platz nicht darauf eingegangen werden. Die Fig. 5 gibt ein Bild seiner sehr zahlreichen Binder. Der Bau wurde ohne ein Loch ausgeführt. Die Fig. 6 zeigt die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung eines andern Bindertyps.

Diese Untersuchung wurde unter sehr verbesserten Bedingungen ausgeführt, als die Versuche beim Chemisch-Metallurgischen Institut. Die Belastung erfolgte mittels zweier Pressen auf zwei aufeinanderfolgende Balken desselben Rahmens. Diese Anordnung hat die Vervielfachung der Versuche in sehr kurzer Zeit, eine einfache Durchführung sowie eine rasch steigende und stoßfreie Kraftanwendung erlangt. Die Tatsache, daß diese Beanspruchung unvorhergesehen und außergewöhnlich war, hat keinen Einfluß ausgeübt. Diese Anordnung gestattete eine einfache Berechnung und erlaubte einen leichten Vergleich ihrer Resultate mit den Untersuchungsergebnissen. Diese waren von allgemein größerer Genauigkeit durch die gewählte Anordnung, die Kräfte der Pressen waren durch Anwendung von genügend genauen Kontrollmanometern gut bekannt. Die Annehmlichkeiten dieses Systems erlaubten auch eine vollständige Untersuchung des ganzen Binders. Die Fig. 6 gibt für alle Stäbe die gemessenen und gerechneten Spannungen an den äußersten Fasern. Die Übereinstimmung im allgemeinen Verlauf ist bemerkenswert. Die Abweichungen sind gegenüber der Prüfung der Nietkonstruktion des Chemisch-Metallurgischen Instituts sehr verklei-

nert worden (7% anstatt 13% im Mittel), da die geschweißten Knoten viel weniger Ausdehnung haben. Dennoch bleiben die gemessenen Spannungen geringer als die berechneten aus den schon angegebenen Gründen. Wir kennen keine andere Untersuchung eines ausgeführten Stahlbaues, die eine ebenso gute Übereinstimmung zwischen Rechnung und Wirklichkeit ergibt. Man kann eine leichte Störung des oberen Balkens durch einen Längsträger für eine Hängebahn feststellen, der an die Balken der benachbarten Binder angeschweißt ist. Man hat seine Wirkung so gut als möglich abgeschätzt und die Berechnung verbessert. Darauf hat man eine bessere, wenn auch nicht vollkommene Übereinstimmung des Verlaufes erhalten.

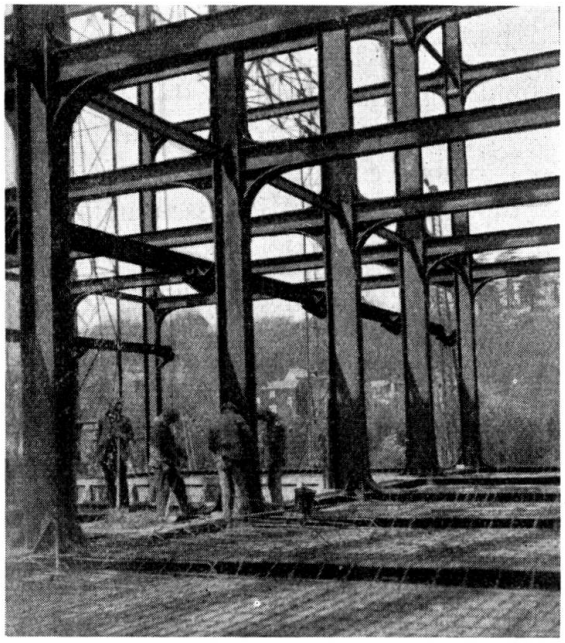


Fig. 5.
Gebäude des Instituts für das Bauwesen. (1932—33)

Wir haben bei anderen Gelegenheiten festgestellt, daß die Störungen, die oft mit Sekundärwirkungen bezeichnet werden, solche Ursachen haben können. In diesem Fall ändern sie die sehr große Genauigkeit der Eigenschaften nicht. Die Resultate der Verformungen ergaben im Vergleich zur Berechnung folgendes Bild:

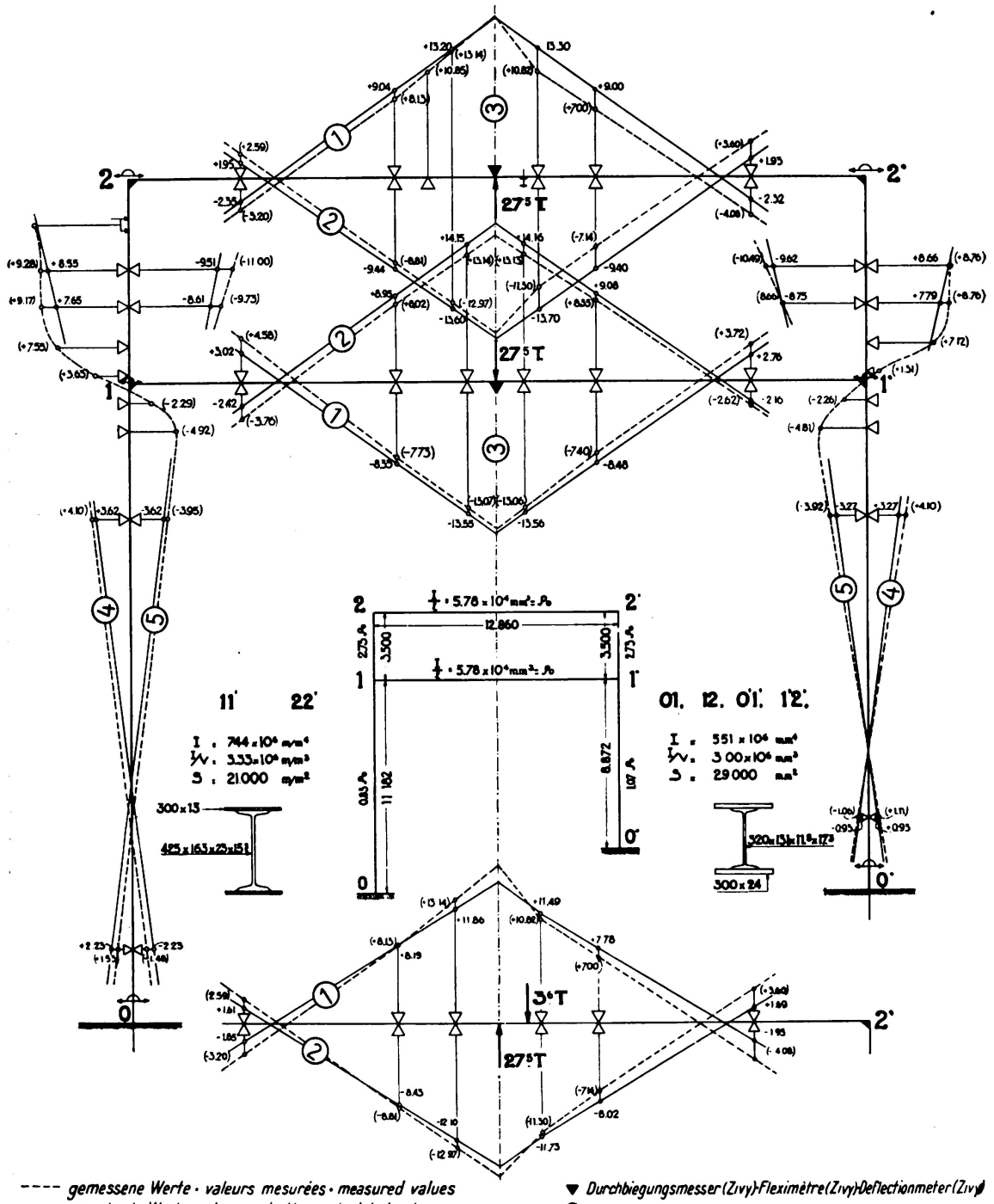
Winkeländerungen der Knoten:

Knoten Nr.	gerechneter Wert	gemessener Wert	Unterschied in %
1	3525×10^{-6}	2770×10^{-6}	21.5
1'	-4377×10^{-6}	-3547×10^{-6}	19
2	-3701×10^{-6}	-3215×10^{-6}	13
2'	4326×10^{-6}	2936×10^{-6}	32
0	0	-496×10^{-6}	
0'	0	473×10^{-6}	

Durchbiegungen in den Balkenmitten:

Balken	gerechneter Wert	gemessener Wert	Unterschied in %
1—1'	31 mm	24.91 mm	19.7
2—2'	33.45 mm	23.88 mm	28.6

Die Abweichungen in den Verformungen sind also im Mittel ebenso groß wie beim Chemisch-Metallurgischen Institut, obschon die Unterschiede in den Spannungen geringer sind. Zweifellos sind die Spannungsmessungen genauer als die der zweiten Untersuchung. Ferner ist es möglich, daß die geschweißten Ver-



---- gemessene Werte · valeurs mesurées · measured values
—— gerechnete Werte · valeurs calculées · calculated values
\+ Druckspannungen · compressions · compressive stresses
\- Zugspannungen · extensions · tensile stresses
▽ Akustischer Dehnungsmesser Schaeffer (Maihak)-Extensomètre acoustique Schaeffer (Maihak)-Acoustic tensometer Schaeffer (Maihak)
Klinometer (Stoppani)-Clinomètre (Stoppani)-Clinometer (Stoppani)
▼ Durchbiegungsmesser (Zivy)-Fleximètre (Zivy)-Deflectionmeter (Zivy)
① unterer Rand · bord inférieur · lower edge
② oberer Rand · bord supérieur · upper edge
③ 2 Durchbiegungsmesser · 2 Fleximètres · 2 Deflectionmeters
④ innerer Rand · bord intérieur · inner edge
⑤ äusserer Rand · bord extérieur · outer edge

Fig. 6.

Untersuchung des Baues für das Wasserbau-Laboratorium.

bindungen weniger verformbar sind. Der Unterschied zwischen den Belastungsergebnissen beim Chemisch-Metallurgischen Institut läßt eine leichte Gleitung der Nieten vermuten.

Die obengenannten Zahlen beweisen, daß die Annahme einer vollständigen Einspannung der Stützenfüße O und O' für die ganze Berechnung nicht genau stimmt. Diese Füße O und O' haben mäßige aber meßbare Drehungen ausgeübt. Wir glauben, daß das sehr wahrscheinlich die Folge der Belastungsanordnung ist, wodurch die Stützen nicht belastet werden, die nur das Gewicht des Binders, der Pressen und der Versuchsplattform zu tragen haben. Unter den wirklichen Belastungen ist die Einspannung der Binderfüße sehr wahrscheinlich besser. Bei der Untersuchung lassen sich in der Berechnung die gemessenen Drehungen berücksichtigen. Damit werden die Unterschiede zwischen den berechneten und gemessenen Werte größer und nähern sich denen beim Chemisch-Metallurgischen Institut, wo eine praktisch vollständige Einspannung der Stützenfüße festgestellt wurde. Schließlich ist noch zu erwähnen, daß für die betrachtete Beanspruchung des Binders 4 des Bauinstituts der Begriff des Einspannungsgrades auch theoretisch weniger sicher ist als für die andern beschriebenen Versuche, während dem er praktisch in seinem ganzen Werte bestehen bleibt. Es ist uns unmöglich, diese Punkte im vorliegenden Bericht im einzelnen anzuführen, was für den vorgesehenen Zweck dazu noch überflüssig wäre.

Wir glauben, daß diese Ergebnisse sprechend genug sind, um eine genügende Beurteilung ohne weitere Bemerkungen zu gestatten. Im Hinblick auf eine Prüfung der Rechnungsgrundlagen wäre es gewiß interessant, die Untersuchung noch weiter zu führen, was wir uns für eine spätere besondere Veröffentlichung vorbehalten. Wir beschränken uns auf die Schlußfolgerung, daß diese beiden aufeinanderfolgenden Versuche das vollkommene Vertrauen in die gut entworfenen und ausgeführten Bauten dieser Art rechtfertigen; sie zeigen die praktische Möglichkeit ihrer Berechnung mit einem gewünschten Genauigkeitsgrad, ohne daß es absolut nötig wäre, diese Genauigkeit auf ein Höchstmaß zu treiben. Vereinfachte Methoden mit Berücksichtigung des Konstruktionsgrundsatzes sind vollkommen erlaubt. Der gesunde Menschenverstand ist hier ebenso notwendig wie die Theorie.

Die genietete Konstruktion des Chemisch-Metallurgischen Instituts wog 24.8 kg/m³ umbauten Raum (1817 t), diejenige des Bauinstituts 20.15 kg/m³ (595 t). Im Jahre 1933 ließ einer der Verfasser ein neues vollkommen geschweißtes Gebäude von derselben Art und mit Spezialstahl erstellen. Das Gewicht wurde auf 16.69 kg/m³ nach Projekt vermindert. Im Verlaufe der Ausführung wurde die Schweißung durch Nietung ersetzt. Das Gewicht ergab sich schließlich zu 17.34 kg/m³ (146 t).[1] Einer der Verfasser arbeitete 1935 ein Wettbewerbsprojekt für das Laboratorien-Gebäude der Universität Gent aus. Er schlug die andern Projekte mit einem beträchtlichen Vorsprung. Der nach dem vorhergehenden Typ in normalem Stahl und vollständig geschweißter Ausführung bestehende Bau wiegt 16.60 kg/m³ (414 t).

Die Bodenlasten dieses Gebäudes waren beträchtlich (1000 und 3000 kg/m²).

[1] Es ist zu erwähnen, daß diese drei Bauten auch die ersten in Belgien waren, die ganz mit Beton ummantelt wurden.

Ferner wurden als besondere Erschwerungen Wechselbalken im Abstand von 2 Meter notwendig, von denen jeder eine Wand tragen konnte. Dadurch wird das Gewicht dieser Teile relativ groß (4.5 kg/m³). Die Fig. 7 und 8 zeigen dieses Gerippe.

Im Jahre 1936 legte einer der Verfasser ein Gegenprojekt als durchlaufendes Stahlgerippe mit steifen Knoten, gänzlich geschweißt und mit Spezialstahl, bei Gelegenheit einer Ausschreibung für ein wichtiges Gebäude vor (7000 t). Die Verminderung des Gewichtes, der Kosten und der Schweißmenge im Verhältnis zum ausgeschriebenen Projekt war beträchtlich. Dieses besaß ein Gewicht von ungefähr 75 kg/m³ und eine Schweißmenge von 80 Elektroden auf 100 kg Konstruktionsgewicht. Im Gegenprojekt waren diese Zahlen auf 40 kg/m³ und 40 Elektroden auf 100 kg zurückgeführt. Es ist klar, daß dieser

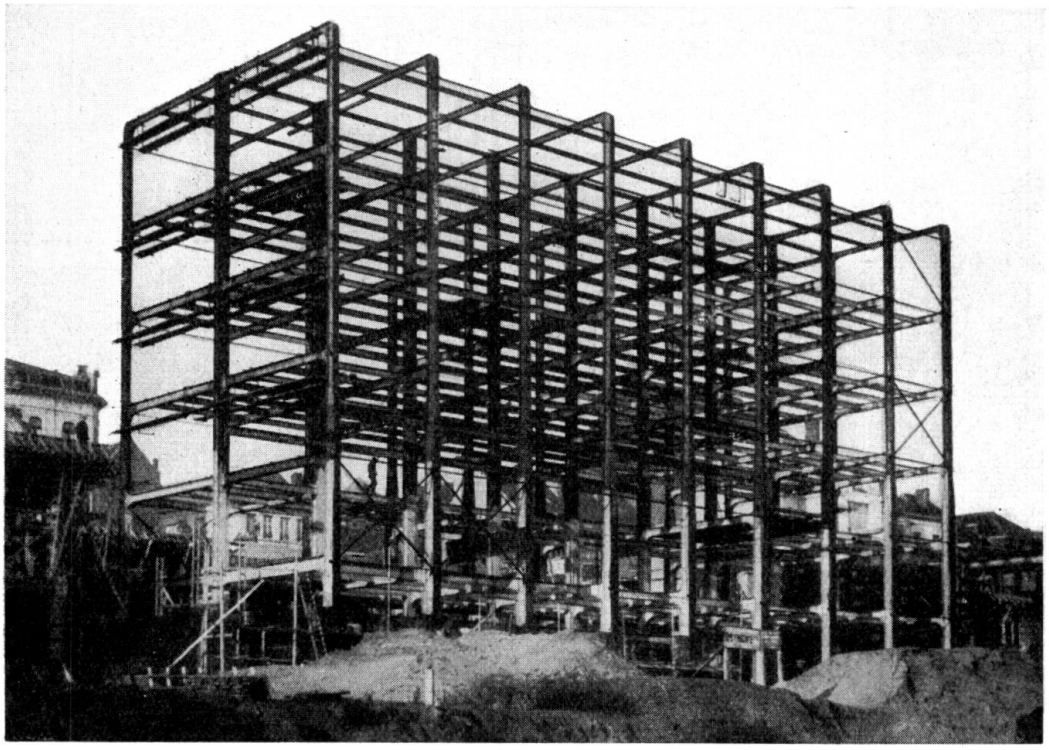


Fig. 7.

Gebäude der technischen Laboratorien der Universität Gent (1935).

Gewichtsgewinn nicht nur der Anwendung von Stahl hoher Festigkeit zu verdanken ist, sondern vor allem einem vorteilhafteren Entwurf. Übrigens waren die Tonnen-Preise bei beiden Entwürfen praktisch gleich groß, trotz dem großen Preisunterschied zwischen normalem und hochwertigem Stahl (Mehrpreis 70% für die Bleche). Wir erwähnen auch das Beispiel einer ganz neuen Ausschreibung für ein Gebäude des Centre Anticancéreux in Brüssel von ca. 35 Meter Höhe. Ein Projekt entsprechend dem für das Laboratorien-Gebäude der Universität Gent wurde als erstes gewertet mit einem Gewicht von ca. 16 kg/m³. Die Ausführung dieses Gebäudes nach den angegebenen Grundlagen steht bevor.

Wir müssen feststellen, daß die oben beschriebenen Stahlgerippe mit steifen

Knoten sicher nicht so viel wiederholt wurden wie die geschweißten Straßenbrücken System Vierendeel. Das ist deshalb der Fall, weil die Administration des Ponts et Chaussées nach der Aufstellung der Vorbilder dieser Brücken die Projekte für die weiteren Ausführungen selbst ausgearbeitet hat. So wurde der ganze Stahlbau Nutznießer der Pioniertätigkeit einer Werkstätte. Bei den Stahlhochbauten geschah nichts derartiges; eine einzige Werkstätte hat hauptsächlich diese Bauart übernommen, während einige der vorgenannten Bauten von andern Entwürfen in Wettbewerb getreten ist, hat es indessen klar die technischen und wirtschaftlichen Vorteile erwiesen. Seine Konkurrenzfähigkeit mit dem Eisenbeton, verbunden mit einem möglichen Fortschritt der Erfahrung im Eisenbau, versprechen eine gute Zukunft. Wir können noch bemerken, daß die

Fig. 8.

Gebäude der technischen Laboratorien der Universität Gent (1935).

Form der Knoten, die in diesem Fall im Vordergrund steht, nicht wesentlich ist. Der Grundsatz der Durchlaufwirkung, den wir in die Stahlskelettkonstruktion eingeführt haben, erfordert die von uns immer gebrauchten zweckmäßigen und vervollkommneten Knoten nicht. Es sind auch andere Verbindungen möglich; jeder kann seine Ideen daran anbringen. Wir haben aber durch Versuche, Ausführungen und wirtschaftliche Ergebnisse bewiesen, daß die von uns empfohlenen Knoten in jeder Hinsicht die besten sind. Die andern sind technisch weniger passend und sicher und auch wirtschaftlich weniger vorteilhaft. Dieser letzte Punkt ist durch eine Reihe von praktischen Wettbewerben erwiesen. Für eine weitere Erklärung der Grundlagen verweisen wir auf die Abhandlung, die einer der Verfasser am 2e Congrès national des Sciences in Brüssel im Jahre 1935 vorgelegt hat.

Zusammenfassung.

Die Verfasser setzen auseinander, wie der Eisenbau in Belgien von 1932 bis 1936 (genauer 1930 bis 1936) durch neuartige Ausführungen mit gemeinsamen Merkmalen erneuert wurde. Das sind die durchlaufenden Stahlstockwerkrahmen mit steifen Knoten, genietet, geschweißt oder zusammengesetzt, aus gewöhnlichem oder Spezialstahl, und die teilweise oder vollständig geschweißten Straßenbrücken, System Vierendeel.

Die gemeinsamen Kennzeichen dieser Ausführung, die sich bei der aufeinanderfolgenden Ausarbeitung ihrer Vorbilder ergeben, sind die zweckmäßigen Arten von steifen Knoten; sie sollen die Durchlaufeigenschaften der Bauten vollkommen gestalten.

Diese Bauart hat in Belgien und dem Ausland zahlreiche Anwendungen erfahren. Die Verfasser erwähnen die meisten derselben sowie die Ergebnisse einiger Versuche darüber, die ihre technischen Eigenschaften erkennen lassen. In wirtschaftlicher Hinsicht haben diese Ausführungen überall über ihre Mitbewerber gesiegt, wo sie gleiche Bedingungen erfüllen mußten.

Leere Seite
Blank page
Page vide