Zeitschrift: IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen

Band: 9 (1971)

Rubrik: Theme III: Applications in structural engineering

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: 22.01.2026

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

Stahlbausysteme in der Bundesrepublik Deutschland

Building Systems in the Federal Republic of Germany

Systèmes de construction métallique en République Fédérale Allemande

HANSJÜRGEN SONTAG
Dipl.-Ing.
Berlin, Deutschland

I

Die Einführung von Bausystemen hat die Verringerung von Baukosten, die Verkürzung der Bauzeit und die Einsparung von Arbeitsstunden zum Ziel. Die Baukosten bestehen überwiegend aus Material- und Personalkosten. Das Einsparen von Materialkosten führt beim Stahlbau selten zu einer wirksamen Senkung der Baukosten; im Gegenteil kann ein höherer Materialeinsatz oft zu einem wirkungsvollen Senken der Personalkosten führen. Eine Kostensenkung hat vor allem bei den Personalkosten einzusetzen. Diese entstehen bei allen Bauvorgängen, also auch bei Bauten mit Stahlskeletten, in den Sparten

- Planung
- Fertigung
- Bauausführung bzw. Montage.

Die Anwendung von Bausystemen kann auf diesen drei Gebieten in folgender Weise zur Kosteneinsparung führen:

1. <u>Bei der Planung</u>

   1.1 In der Konstruktion

   - durch wiederholte Benutzung einmal berechneter und konstruierter Elemente,
   - durch die Verwendung von Rechenautomaten für statische und geometrische Berechnungen,
   - durch automatische Zeichengeräte,
   - durch Einsatz der Datenverarbeitung für das Lösen der Ordnungsprobleme, wie Materialauszüge, Stücklisten u.a.

   1.2 In der Ausführungsplanung

   - durch wiederholte Verwendung des gleichen Ablaufschemas,
   - bei unterschiedlichen Fertigungsabläufen durch detaillierte Ablaufplanung mit Hilfe von Netzplänen und deren Durchrechnung über EDV-Programme,
   - durch EDV-Programme für die Verknüpfung der Bauablaufprogramme mit den Material- und Teile-Auszügen.

2. Bei der Fertigung

2.1 Materialwirtschaft

Durch Beschränkung der Vorratshaltung nach Qualität, Profil und Länge.

2.2 Fertigung

- Die ständige Wiederholung gleicher Arbeitsvorgänge führt zu geringerem Arbeitsaufwand.
- Die Wiederholung von Arbeitsvorgängen rentiert das Beschaffen von Fertigungsbehelfen, d.h. von Formen, Vorrichtungen oder ähnlichem für das Herstellen spezieller Teile und das Durchführen bestimmter, genau definierter Arbeitsvorgänge.
- Bei halbautomatischen oder elektronisch gesteuerten Arbeitsmaschinen, die in der Lage sind, Teile unterschiedlicher Abmessungen und Formen zu bearbeiten, liegen die Ersparnisse nur in der Herstellung der Arbeitsprogramme.

2.3 Vorratshaltung, Lagerung

Die Verwendung identisch gleicher Elemente ermöglicht ein Herstellen dieser Teile auf Vorrat, wodurch arbeitsschwache Perioden günstig genutzt werden können. Bei Bauelementen mit variierten Abmessungen, jedoch beschränkter Typenzahl, vereinfacht sich Zwischenlagerung, Transportvorgereitung, Verladung und Transport.

3. Bei der Bauausführung, Montage

3.1 Verringerung der Zahl der Arbeitsgänge auf der Baustelle durch hohen Vorfertigungsgrad der Einzelelemente.

3.2 Verkürzung der Arbeitsvorgänge bei wiederholtem routiniertem Einbau gleicher oder ähnlicher Elemente.

3.3 Vereinfachung der detaillierten Ablaufplanung für

- Anlieferung,
- Einbau der Teile (möglichst ohne vorherige Zwischenlagerung),
- Verbinden der Teile ,
- Abschlußarbeiten.

Die vorstehenden Betrachtungen machen deutlich, daß der Vorsprung von Serienteilen sich mit zunehmender Automatisierung von Planungs- und Arbeitsvorgängen vermindert, d.h. daß die Verwendung von Serienteilen gegenüber individuell konstruierten Teilen dann besonders große Einsparungen bringt, wenn sie zur Wiederholung manuell auszuführender Planungs- und Fertigungsvorgänge und zur Verwendung von Fertigungshilfen führt. Diese Einsparung setzt aber voraus, daß Personaleinsatz für diese Planungs- und Fertigungsarbeiten erforderlich ist. Sobald die genannten Planungs- und Fertigungsarbeiten aber von automatisch gesteuerten Einrichtungen oder Maschinen übernommen werden, verringert sich dieser Vorteil.

Dieser Gedankengang sei an zwei Beispielen verdeutlicht:

- Die Fertigung bestimmter Betonelemente oder Stahlgußteile wird verbilligt, wenn die zu fertigenden Teile identisch gleich sind und die gleichen Betonierformen bzw. Modelle für die Gußformen verwendet werden können. Hierdurch wird aufwendige Formarbeit erspart. Die Herstellung von Serien bringt also erhebliche Vorteile.

- Beim Bearbeiten eines Stahlprofils auf einer automatischen, elektronisch gesteuerten Säge- und Bohrstraße entsteht jedoch der gleiche Maschinenaufwand, gleichgültig ob sich die Maße, z.B. die Lochabstände, ändern. Bei einer derartigen Fertigung bringt daher die Verwendung von Serienteilen nur in der Konstruktion und Ablaufplanung, in der Vorratshaltung von Roh- und Fertigmaterial, jedoch nicht mehr in der Fertigung, Vorteile.

Bei der Betrachung des Typisierungsgrades von Bauelementen ergibt sich daher folgender Gang der Entwicklung:

1. Stufe, Konventionelles Bauen:

Alle Elemente werden einzeln geplant und einzeln gefertigt. Fertigungsbehelfe werden nicht verwendet.

2. Stufe, Bausysteme mit eng genormten Elementen:

Es werden durchdetaillierte, in sich identisch gleiche Serienteile verwendet. Konstruktive Planungen sind wiederverwendbar. Ablaufplanungen werden erheblich vereinfacht. Die manuelle Fertigung wird durch die Verwendung von Fertigungseinrichtungen beschleunigt und verbilligt.

3. Stufe, Bausysteme mit Elementen unterschiedlicher Abmessungen aber gleicher Charakteristika:

Die Planung erfolgt weitgehend durch elektronische Datenverarbeitung, die Fertigung auf elektronisch gesteuerten, automatisierten Fertigungsstraßen. Gleichheit von Serienteilen bringt nur noch geringe Vorteile. Wesentliche Einsparungen werden durch die Verwendung gleichartiger Konstruktions- und Fertigungsprinzipien erreicht, die auf die Eigenart und optimale Ausnutzung der verfügbaren Einrichtungen besonders Rücksicht nehmen.

Diese Betrachungen waren notwendig, um deutlich werden zu lassen, daß in einer weitgehend mechanisierbaren Fertigung, wie dem Stahlbau, Serienteile eine weit geringere Rolle spielen als bei Fertigungen, die mehr Handarbeit erfordern und einer Mechanisierung bisher weniger zugänglich waren.

Dies sei wiederum an Beispielen verdeutlicht:

- Die Fertigung von Betonfertigteilen erfordert Formen, deren mechanische Veränderbarkeit bisher auf wenige Ausnahmen beschränkt ist und sich nur in engen Grenzen gewegt. Für Betonfertigteile ist daher eine relativ enge Systematisierung der

Einzelteile beim derzeitigen Stand der Technik von Vorteil.

- Bei der Fertigung von Wandpanels aus profilierten oder gezogenen Metall- oder Kunststoffplatten sind Ziehwerkzeuge und Einrichtungen notwendig, die das Variieren der Panelabmessungen nur in beschränkten Grenzen ermöglichen.

- Als Gegenbeispiel ist wiederum die Stahlbaufertigung oder etwa die automatisierte Fertigung von Schrauben oder ähnlichen Elementen zu erwähnen, bei denen die Variierung der Abmessungen der Produkte nicht zu Mehrkosten führt.

II

Die vorstehenden Gedanken sollen an der Beschreibung einiger ausgewählter Bausysteme verdeutlicht werden. Zuvor sind jedoch einige Bemerkungen über den Markt für Bausysteme in der Bundesrepublik Deutschland überhaupt erforderlich.

1. Industriehallen

Auf diesem Gebiet sind in Deutschland einige Bausysteme entwickelt worden, die sich jedoch nur in gewissen Anwendungsbereichen und in begrenztem Umfange haben durchsetzen können. Als Beispiele seien erwähnt: Die Hallensysteme der Firmen Donges und Greschbach. Die Ursache für die im einzelnen sicherlich erfreuliche, im Ganzen jedoch relativ geringe Anwendbarkeit dieser Systeme in einem so hoch industrialisierten Land wie der Bundesrepublik Deutschland mag in folgendem liegen:

- Örtliche Beschränkungen in dicht besiedelten Gebieten mit der Folge besonderer geometrischer Forderungen.
- Starke Unterschiede der Verwendungszwecke.
- Hang zu starker Individualität.

2. Im Wohnungsbau

besteht ein großer Bedarf ähnlicher Bauten mit gleichartigen Bauelementen. In dieses Gebiet hat der Stahlbau jedoch in Deutschland nur geringen Eingang gefunden. Es werden - im wesentlichen auf französischen Entwicklungen fußend - Großtafelbausysteme angewendet.

3. Auf dem Bildungssektor

ist für den Bau von Kindertagesstätten, Schulen, Universitäts- und Institutsbauten in den letzten Jahren ein enormer Bedarf entstanden, der eine kurzfristige Befriedigung erfordert. Für diese Bauaufgaben sind durch ihre konstruktiven Forderungen nach großen Stützweiten, nach Variierbarkeit, rascher Montage, witterungsunabhängiger Bauausführung tragende Stahlskelette geeignet. Daher haben sich auf diesem Gebiet in der BRD einige Bausysteme entwickelt.

Bekannt geworden sind die Schulbausysteme von Brockhouse und der Firmen Homburger Stahlbau, Klönne, Krupp Berlin; die

Sporthallensysteme der Firmen Steingass und Dillinger Stahlbau; das Universitätsbausystem von Krupp Berlin. Diese Bausysteme lassen sich auch für andere Stockwerksbauten, wie Bürogebäude, verwenden.

Für viele Arten von Stockwerksbauten geeignet ist das Verbunddeckensystem mit Stahlfachwerkträgern der Firma Rüter-Bau.

4. Im Verkehrswesen

sind Parkbauten für die Entwicklung von Bausystemen besonders geeignet, weil sie immer gleiche Abmessungen erfordern. Begünstigt durch Erleichterungen in den Bauordnungen sind in letzter Zeit zahlreiche Stahlparkhäuser entstanden nach den Systemen der Firmen Donges und Krupp.

III

Zur Erläuterung der Entwicklungstendenzen seien im folgenden drei Bausysteme der Firma Krupp betrachtet, die in Berlin entwickelt wurden.

1. Bausystem mit identisch gleichen, nicht variierten Bauelementen: Parkhaussystem.

Von der gestellten Aufgabe her ist eine Variierung der Bauelemente kaum erforderlich. Die Stellplatzgröße liegt mit 5,0 m Länge und 2,50 m Breite, die Breite einer Fahrspur mit 3,0 m fest. Damit ergibt sich das wiederholbare Grundelement von 16,0 m Breite und 2,50 m Tiefe, das beiderseits einer zweispurigen 6,0 m breiten Fahrstraße 5,0 m tiefe Einstellplätze enthält.

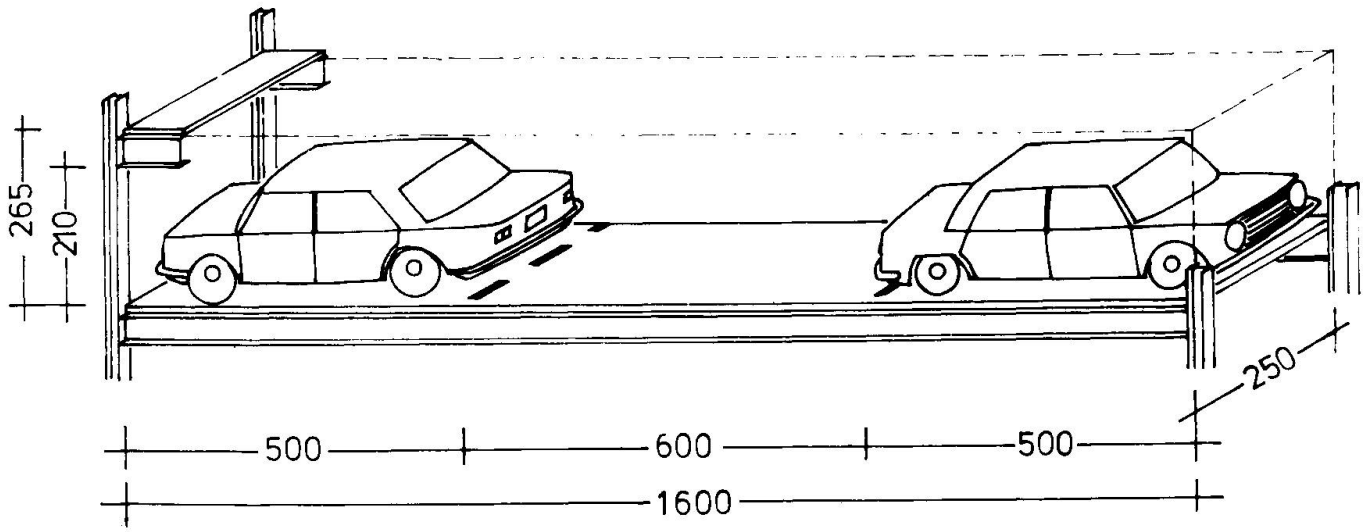


Bild 1: Das Grundelement des Parkhauses

Dieses Element, gereiht und gestapelt, ergibt Parkhausschiffe beliebiger Länge und Höhe. Stellt man mehrere Parkhausschiffe

dieser Art nebeneinander oder auch im rechten Winkel zueinander, so lassen sich beliebige Grundrißformen für Parkhäuser aus dem gleichen Element formen. Bei diesem Parkhaussystem werden die Vorteile des Stahlbaues in Verbindung mit vorgefertigten Deckenplatten, die in nachträglichen Verbund mit den Stahlträgern gebracht werden, voll ausgeschöpft, so daß 16,0 m breite stützenfreie Parkschiffe entstehen. Die vorgefertigten Betondeckenplatten (8,0 m lang, 2,50 m breit, 10 cm dick) liegen auf 16,0 m weit gespannten Trägern. Diese Träger werden an ihren Enden unmittelbar von Stützen getragen, so daß diese einen relativ engen Abstand haben. Unterzüge werden nur an solchen Stellen notwendig, an denen breitere Durchfahrten das Stellen von Stützen verbieten. Das System enthält ferner die Elemente für die Rampen, und zwar als Wendel oder als gerade Rampen.

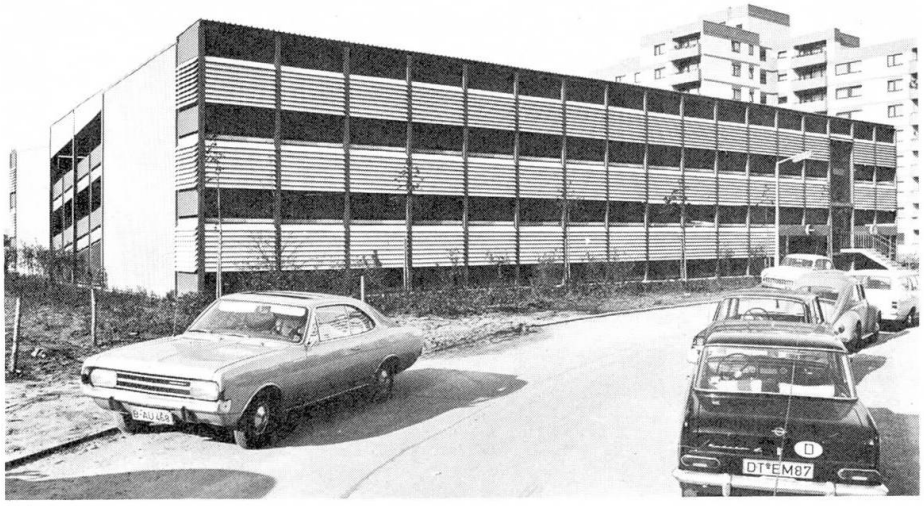


Bild 2: Außenansicht eines Parkhauses in Berlin-Rudow. Verkleidung der Fassade mit Asbestzementtafeln.

Bild 3: Innenansicht mit Blick in ein Parkhausschiff.

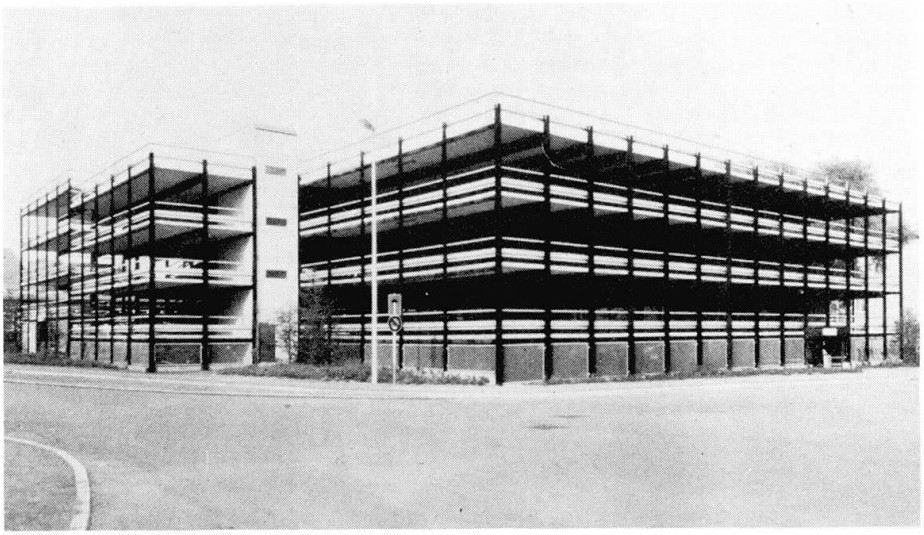


Bild 4: Innenansicht eines Parkhauses in Tübingen. Offene Fassade.

Häufig findet man bei zweischiffigen Parkhäusern, bei denen die Geschosse der einzelnen Schiffe um ein halbes Stockwerk gegeneinander versetzt sind, die kurze Halbgeschoßrampe (d'Humy-System). Ergänzt wird das Parkhaussystem durch die entsprechenden Sonderteile für Treppen, Dächer, Anfahrschutz, Geländer, Beleuchtung, Wasserableitung u.ä.

Ein Charakteristikum für dieses System ist das Detail, das die Übertragung der Schubkräfte im Verbundsystem Deckenplatte/Deckenträger ermöglicht, und zwar werden auf die Deckenträger Kopfbolzendübel nach dem Verfahren der Firma PECO mit einer automatisch gesteuerten Abbrenn-Stumpfschweißung aufgeschweißt. Die Betonplatten erhalten zur Überleitung der Kräfte für jeden Kopfbolzendübel eine halbkreisförmige Ausnehmung. An dieser Stelle ragen Bewehrungsschlaufen aus der Betonplatte heraus, die in die entsprechende Ausnehmung der Nachbarplatte eingreifen und das Dübelpaar umfassen. Die Fugen über dem Träger und die Dübelausnehmungen werden nach dem Verlegen mit besonders hochwertigem Fugenbeton ausgefüllt.

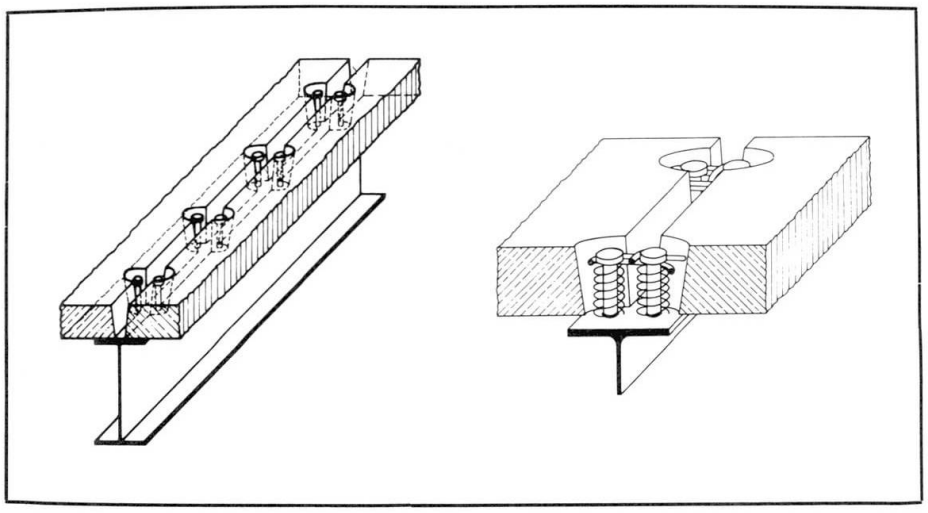


Bild 5: Verbund mit Kopfbolzendübeln.

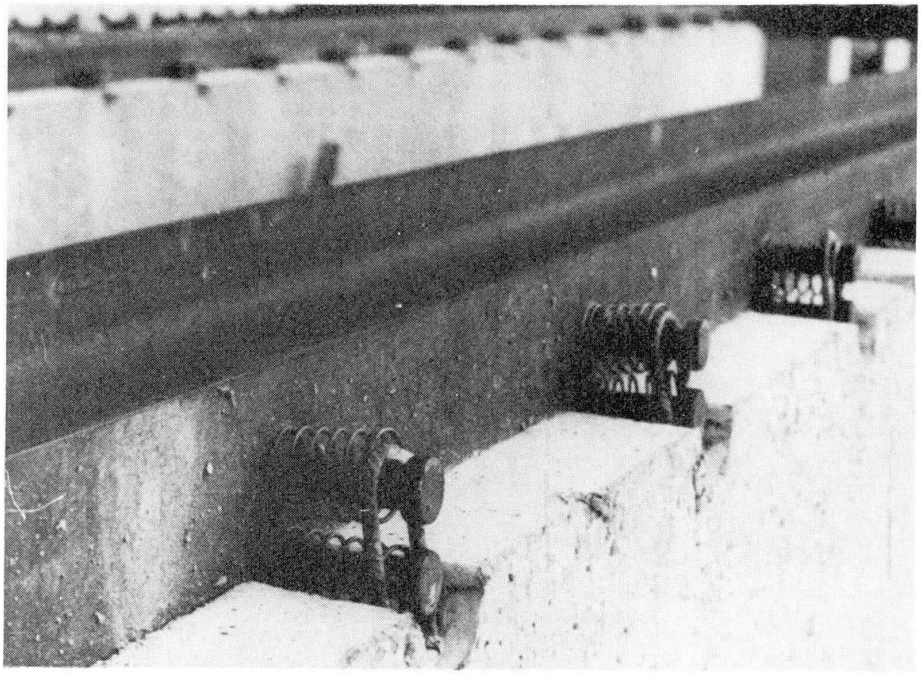


Bild 6: Träger mit Kopfbolzendübeln vor dem Verlegen der zweiten Platte.

Bemerkenswert an diesem Parkhaussystem ist das Simplifizieren der einzelnen Konstruktionsteile nach dem Grundsatz, daß ein vermiedener Arbeitsgang noch billiger ist als ein vereinfachter.

2. Bausystem, z.T. aus identisch gleichen, z.T. aus variierten Bauelementen bestehend: Universitätsbausystem.

Dieses Bausystem ist ein Stahlskelett, 4 - 5 Stockwerke hoch. Dem System liegt der Grundmodul von 60 cm zugrunde. Die Stützenstellung ist insoweit beliebig, als Maximalstützweiten in beiden Richtungen von 7,20 m einzuhalten sind. Im übrigen können die Stützenabstände in Modulsprüngen von 60 cm variiert werden. Die Stützen brauchen nicht in Fluchten zu stehen. Die Decke besteht aus vorgefertigten Betondeckenplatten, die auf Stahlträger mit hochfesten Schrauben aufgeschraubt werden. Die Platten haben eine Breite von 1,80 m. In diesem Abstand liegen die Deckenträger.

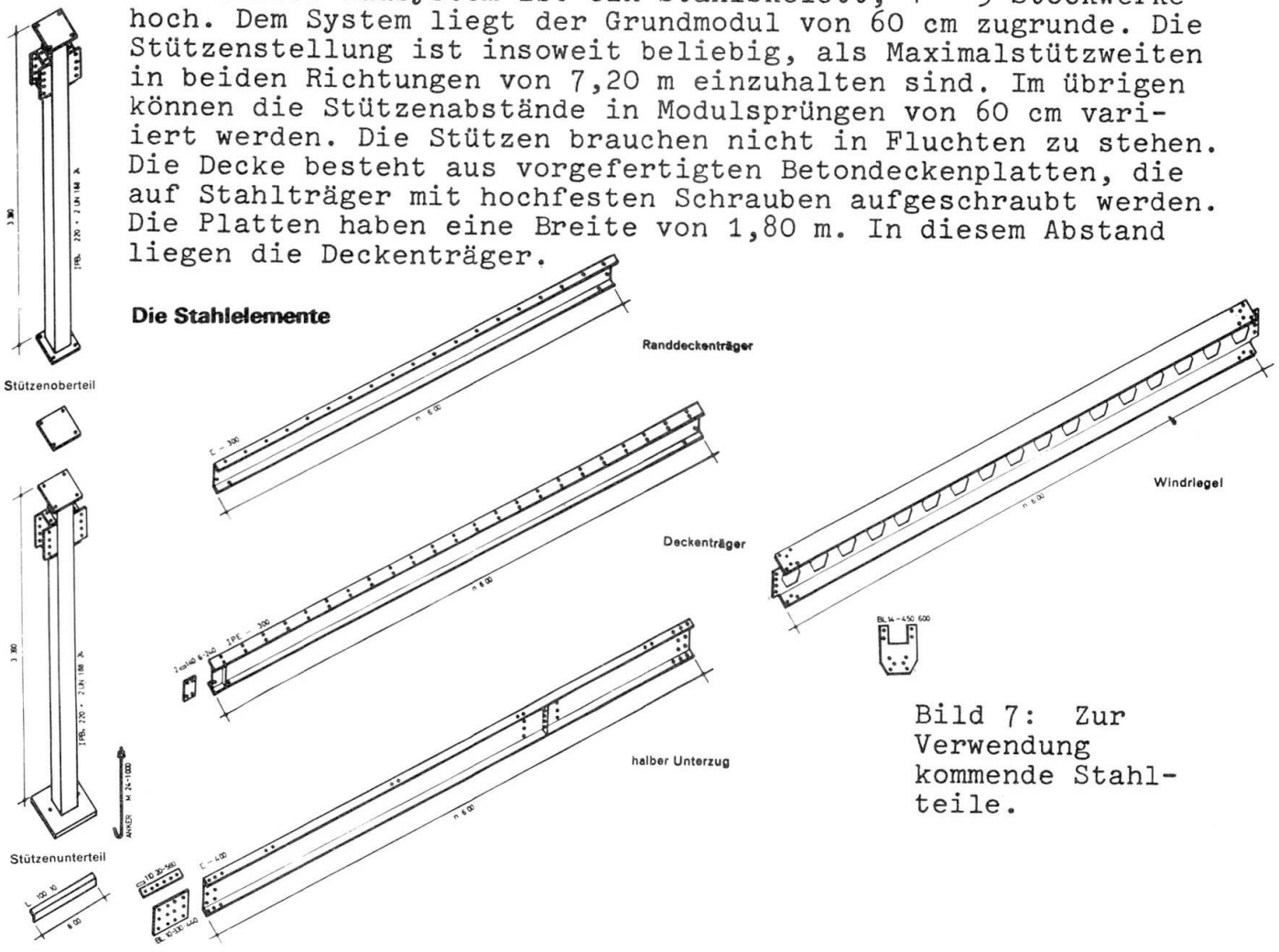


Bild 7: Zur Verwendung kommende Stahlteile.

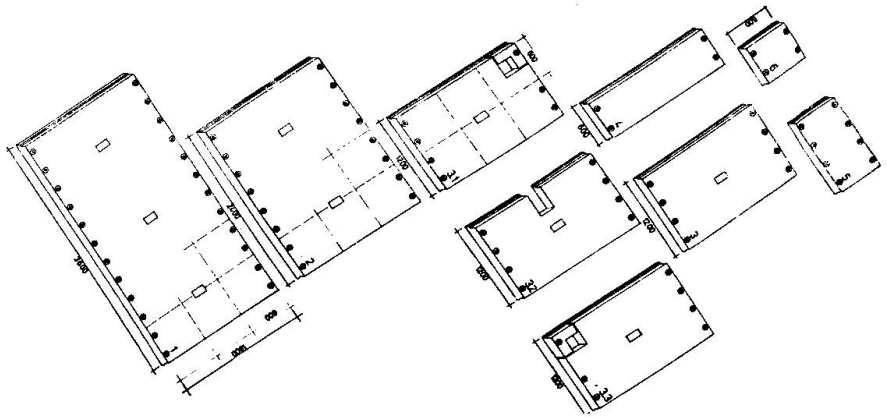


Bild 8: Zur Verwendung kommende Betonteile. Die drei mit Aussparung versehenen Platten decken alls vorkommenden Stützenstellungen ab.

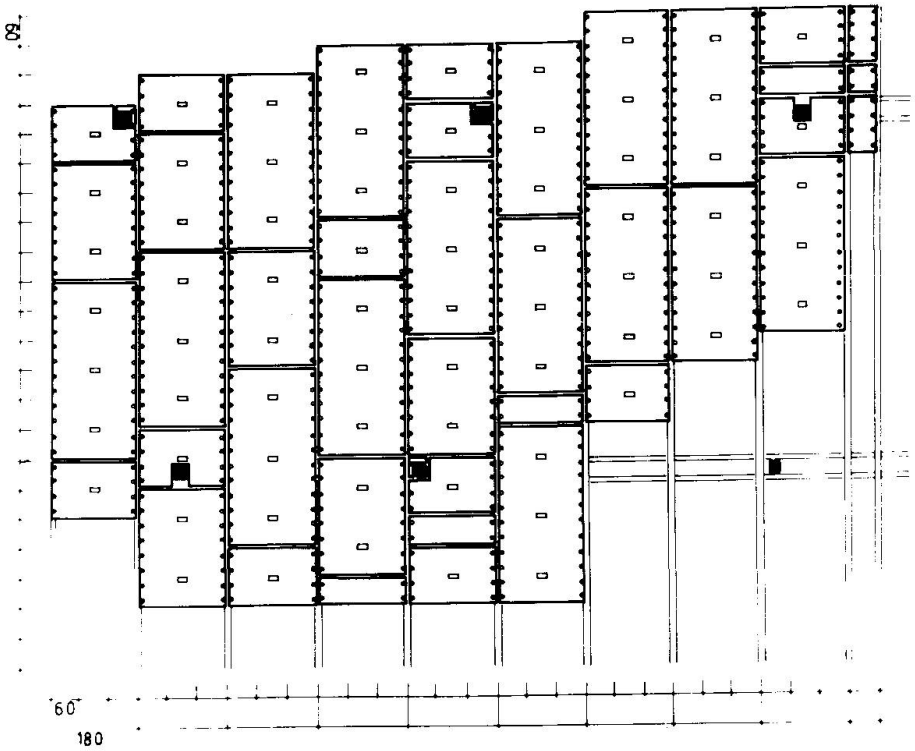


Bild 9: Schematische Darstellung von möglichen Plattenanordnungen. Abstufungen in beiden Richtungen im Abstand von 60 cm sind möglich.

Die Platten werden in vier verschiedenen Längen von 0,60 m, 1,20 m, 2,40 m und 3,60 m hergestellt. Sie sind auf der Oberseite so eben, daß ohne weiteren Estrich eine unmittelbare Auflage des Fußbodenbelages möglich ist. Die auf der Unterseite im Auflagerbereich ebenfalls ebenen Deckenplatten werden mit den Stahlträgern durch hochfeste Schrauben trocken verbunden, so daß Reibungskräfte aktiviert werden, die ein Ausnutzen der Verbundwirkung zwischen Betonplatte und Stahlträger ermöglichen. Versuche haben gezeigt, daß hierbei Reibungsbeiwerte von $\mu = 0{,}35$ zugelassen werden können. Die Stahlträger haben eine einheitliche Höhe und bestehen aus den Profilen IPE 300 und [300. Sie erhalten auf dem Oberflansch die Lochungen für die hochfesten Schrauben in genormten Abständen. Sie liegen auf den Unterzügen, die aus Paaren des Profils [400 bestehen, auf. Ihre Längenabstufung richtet sich nach den Erfordernissen des Grundrisses. Gleiches gilt für die Unterzüge, so daß diese beiden Träger als "teilgenormte" oder "in Produktionsschritten genormte" Elemente bezeichnet werden können. Die Stützen dieses Systems bestehen

aus geschoßhohen Elementen und sind für die vorkommenden Geschoßhöhen von 3,50 m und 4,0 m genormt. Die Aussteifung des Gebäudes erfolgt durch die Rahmenwirkung zwischen den Stützen und den Trägern.

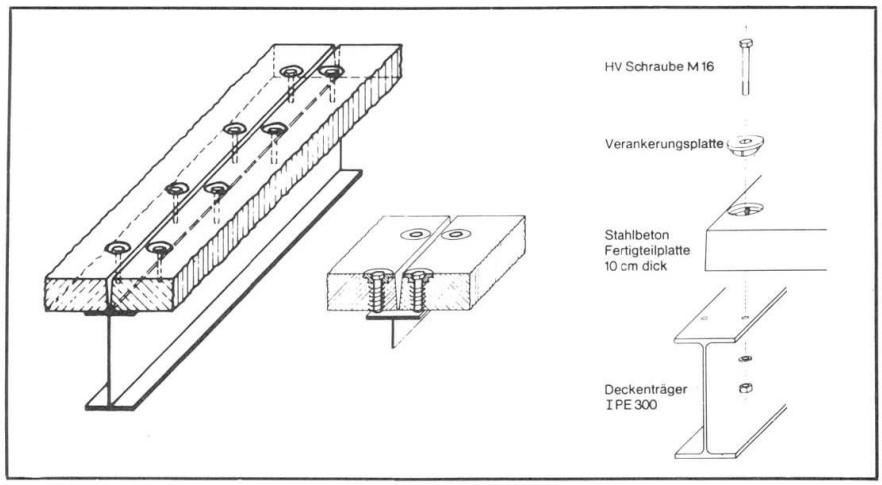


Bild 10: Reibungsverbund mit HV-Schrauben.

Bei diesem System sind die Betonplatten und die Stützen nicht variierte Serienteile, deren Vorratsfertigung möglich ist. Die Träger des Deckenträgerrostes sind zwar im Profil und in den Bearbeitungscharakteristika genormt, sind jedoch in ihrer Länge und durch Zahl und Abstand der genannten Charakteristika frei, so daß sie für den jeweiligen Verwendungszweck gefertigt werden müssen.

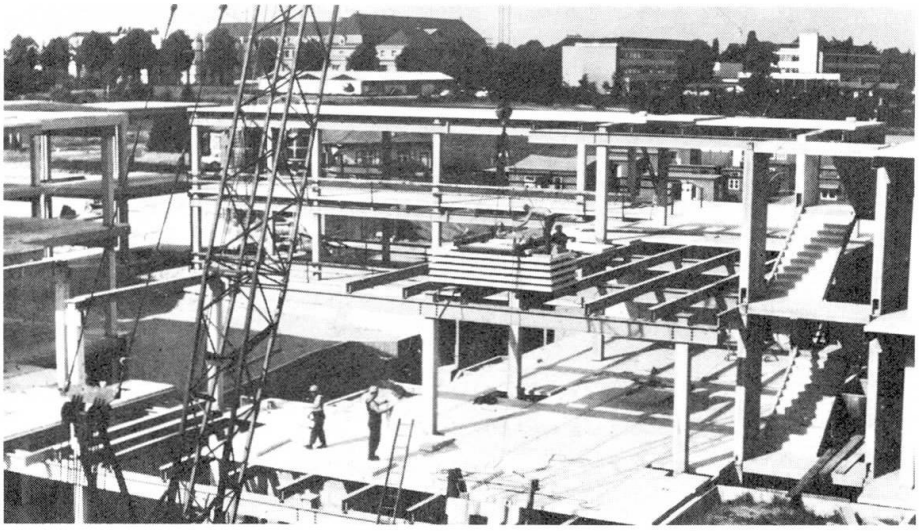


Bild 11: Montagezustand der Geisteswissenschaftlichen Institute der Freien Universität Berlin.

Dieses System hat die Besonderheit, daß der gesamte Rohbau demontierbar ist. Die Einzelteile können in anderer Form wiederverwendet werden. Dieses leuchtet ein für die Serienteile Deckenplatten und Stützen. Bei den beiden Trägerscharen ist nur das Anbringen zusätzlicher Bohrungen an anderer Stelle notwendig, um die genannten Träger für andere Stützweiten zu verwenden. Für andere Längen können sie gekürzt oder durch Anschweißen verlängert werden.

Dieses System erscheint insoweit auf dem vorgezeichneten Entwicklungswege der Bausysteme charakteristisch, als es zwar in gewissen Bereichen sich an unveränderbare Maße, z.B. die Deckenplattengrößen oder die Trägerprofile, gebunden hat und damit nur für begrenzte Stützweiten und Stützenstellungen verwendbar ist, aber doch bereits den engen Rahmen des aus eindeutig beschriebenen Teilen hergestellten Systems gesprengt hat und mit den gleichen Teilen eine unterschiedliche Grundrißgestaltung ermöglicht. Es sind praktisch alle Gebäudegrundrisse möglich, die von sich rechtwinklig kreuzenden Linien begrenzt sind, deren Teillängen ein Vielfaches von 60 cm ist.

3. Bausystem, dessen Elemente nach Belastung, Stützweite, Stockwerkszahl und Stockwerkshöhe nach einheitlichen Regeln individuell geplant und nach den Prinzipien des Systembaues in Serien gefertigt und montiert werden: Bausystem für Schul-, Instituts- und Bürobauten.

Auch dieses System basiert auf einer Modulordnung mit dem Vorzugsmaß von 60 cm. Feldbreiten und Stützweiten sollten also vorzugsweise ein Vielfaches dieses Maßes sein. Zwischenabstufungen in den Sprüngen von 30 cm oder, in Ausnahmefällen, von 10 cm sind möglich.

Auch dieses System besteht aus vorgefertigten Betondeckenplatten in Verbund mit Deckenträgern, die auf Unterzügen liegen und von Stahlstützen getragen werden, entweder im Bolzen- oder im Reibungsverbund.

Für die Betonplatten gibt es nach Länge und Breite variierbare Schalungsformen, so daß ohne Mehraufwand Deckenplatten in den erforderlichen Abmessungssprüngen hergestellt werden können.

Die Elemente der Stahlkonstruktion

- Deckenträger
- Unterzüge
- Stützen

sind nach einheitlichen Prizipien konstruiert. Es wurden für jedes dieser Bauteile eine ganz geringe Zahl von Typenzeichnungen angefertigt. Diese Typenzeichnungen enthalten offene Angaben für den Werkstoff, das Profil, die Länge und für Bearbeitungsvorgänge.

Bei der Vielzahl der Kombinationsmöglichkeiten, die sich für die Bemessung der Träger aus Feldbreite, Stützweite, Stockwerkszahl, Verkehrs- und ständiger Last sowie der Bauhöhe ergeben, hat sich eine tabellarische Errechnung aller möglichen Kombinationen als zu aufwendig und durch die modernen Rechengeräte nicht mehr erforderlich erwiesen. Vielmehr werden über Programme kleiner elektronischer Tischrechner durch Eingabe der erforderlichen Werte die notwendigen Angaben für die Typenzeichnungen individuell mit sehr geringem Personalaufwand ermittelt.

Dieses System zeigt damit, daß bei Stahlbausystemen die dritte der vorhin skizzierten Entwicklungsstufen bereits erreicht ist, d.h. individuelle Bemessung von Bauelementen, wobei lediglich zur Vereinfachung gewisse Abmessungssprünge - Grundmoduln - festgelegt sind, die jedoch durch die individuelle Bemessung eine optimale Materialausnutzung erreichen und die durch Anwendung weniger genormter Konstruktionskriterien - insbesondere an den Verbindungsstellen - eine industrielle, durch automatische Säge- und Bohrstraßen sehr weitgehend automatisierte Fertigung ermöglichen.

ZUSAMMENFASSUNG

In der BRD sind mehrere Bausysteme im Hochbau mit tragenden Stahlelementen bekannt geworden, besonders im Hallenbau und im Stockwerksbau. An drei Beispielen wird gezeigt, dass durch den Einfluss der Datenverarbeitung in Konstruktion und Bauablaufplanung und durch die Mechanisierung und Automatisierung der Fertigung die Bausysteme immer universeller werden und der Zwang zur strengen Normung der Elemente entfällt, sofern nur gewisse Konstruktionsprinzipien beachtet werden.

SUMMARY

In the Federal Republic of Germany various steel skeleton systems are known, especially for hangars and multi storey buildings. The development tends to building systems becoming more and more universal and the strict standardisation of building elements becoming unnecessary caused by the influence of computers on design and organisation and by the mechanisation and automatisation of the fabrication, so far only certain principles of the design are observed.

RESUME

En République Fédérale Allemande on connait plusieurs systèmes de construction de charpentes métalliques avec des éléments porteurs d'acier, particulièrement en construction de halles et de bâtiments à plusieurs étages. Sur la base de trois exemples, on montre que les systèmes de construction deviennent de plus en plus universels et qu'une normalisation stricte des éléments perd de plus en plus sa valeur grâce à l'emploi de calculateurs électroniques dans le calcul des projets et l'organisation de la construction, et grâce à l'automatisation et la mécanisation dans la fabrication des structures, ceci pour autant que certains principes de construction soient respectés.

Die Verwendung der Baukasten-Stahlkonstruktionssysteme für verschiedene Ingenieurkonstruktionen

The Employ of Add-a-Plant Technique Systems on Steel Structures for different Engineering Constructions

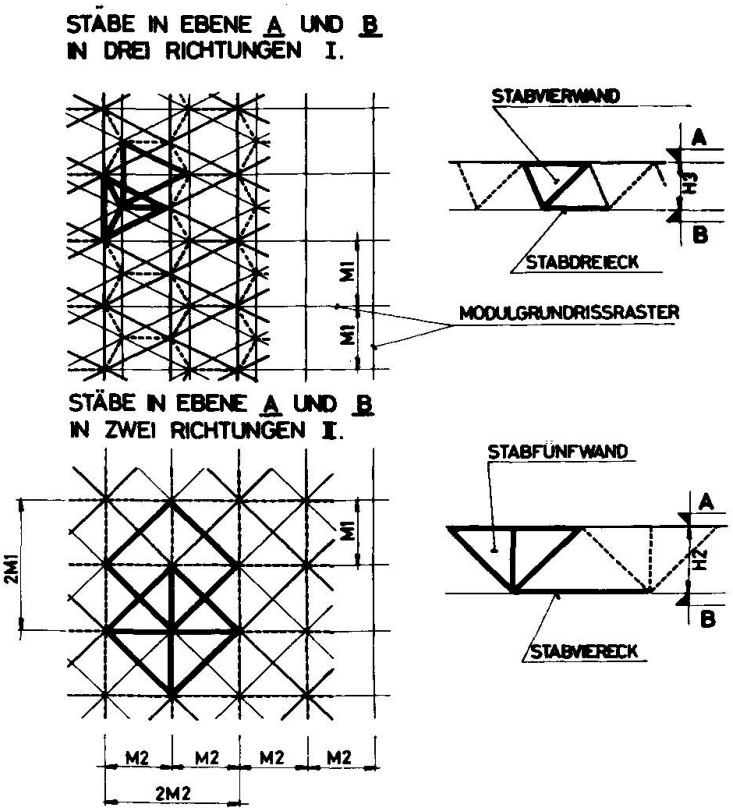
De l'emploi de systèmes de "boîte de construction" d'éléments de structures en acier pour différents travaux d'ingénieur

RADÚZ RUSS
Dipl.-Ing., CSc.
Chemoprojekt
Brno, ČSSR

Der Bedarf an Stahlkonstruktionen namentlich für die Gesellschaftsbauten, aber auch für Industriebauten hat im letzten Jahrzehnt eine ständig wachsende, in der ČSSR sogar eine heftig ansteigende Entwicklung. Mit den alten Konstruktionsformen, aber auch mit der alten Art des Entwerfens und der Projektierung können nicht alle diese Forderungen erfüllt werden. Zur Befriedigung des Stahlkonstruktionsbedarfes können zwei Wege beschritten werden. Entweder geht man konsequent den Weg der Raumtypisierung der Bauten und somit auch deren Konstruktion oder man benützt die offenen Typenelemente der Baukastensysteme. Es scheint, dass die im grossen Ausmasse eingeführte Raumtypisierung eine gewisse Uniformität in unser Lebensmilieu bringt und dass solche Objekte dem Architekt zu deren Anwendung nicht verlocken. Demgegenüber schliessen die verwendeten typisierten Elemente eine Invention bei dem Entwerfen der Bauten nicht aus und ermöglichen dem Projektanten die Bedürfnisse des Investors bei einer ästhetisch interessanten architektonischen Lösung vollauf zu erfüllen. In der ČSSR kommen diese beiden Richtungen zur Geltung. Während sich die Raumtypisierung bei den Industrieobjekten einlebte, entstand für den Bedarf der Gesellschaftsbauten eine ganze Reihe von Baukastensystemen.

Eine grosse Gruppe von diesen bilden die Konstruktionssysteme für die Gestaltung waagrechter Tragkonstruktionen. In meinem Beitrag werde ich mich mit den Fragen der Realisierung und Projektierung der Bauten mit Stahlkonstruktionen bei Verwendung der Typenelemente der Baukastensysteme befassen. Es handelt sich um Baukästen, die nach der Fertigmontierung eine Raumfachwerkkonstruktion in Plattenform bilden. Eine Übersicht der in der ČSSR verwendeten Baukastensysteme ist aus der Tabelle I ersichtlich.

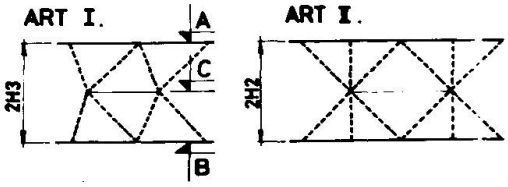
Die vielgestaltige Zusammensetzbarkeit der Bauteile dieser Baukästen und die Kompliziertheit der geometrischen Stabnetze, die bei der Struktur der Konstruktion entstehen, ergab die Notwendigkeit der Automatisierung der Konstruktionsberechnung, der Optimalisierung des Querschnittentwurfes aller Stäbe bei der entstandenen Konstruktionsanordnung und eine Reihe technisch-



ÜBERSICHT DER BAUKASTEN SYSTEMEN IN CSSR

ART	TYP	ABMESSUNGEN M1	M2	H3(H2)	MATERIAL (ČSN)
I	SP-VŽKG	1400	1212,4	750	11 373
	MOS 600	1200	1200	600	11 373
	MOS 900	1200	1200	900	
	S-KSB	1500	1500	1200	11 523
	GYRO IA	1500	1299	1200	11 523
	GYRO IB	1500	1500		
	GYRO IIA	3000	2598	2400	
	GYRO IIB	3000	3000		
	GP 1400	1800	1800	1405	11 523
	GP 1600	1800	1800	1650	
	SPPK 1200	1200	1200	850	11 373
	SPPK 1800	1800	1800	1600	11 523
	SPPK 3000	3000	3000	2500	
II	GELESKO	900	900	1050	11 373

ANMERKUNG : BEI DOPPELMONTAGE IST KONSTRUKTIONS-HÖHE ZWEIMAL SO HOCH.



TAB. I - Übersicht der in der ČSSR hergestellten Baukastensysteme.

-administrativer Vorkehrungen im Verlauf der Projektierung und Realisierung der Konstruktion. Die Herstellung ist aus der Phase der Stückerzeugung zur Massenproduktion der Elemente und zur Serienfertigung einiger Konstruktionsteile übergegangen. Die Dokumentation der Stahlkonstruktion geht in allen Phasen von der Auswertung der Ergebnisse des Computers aus, beginnend mit der Zusammensetzung der Konstruktion aus den Typenelementen für den gegebenen Umfang und der Abstützung über die eigentliche statische Berechnung, den optimalen Entwurf geeigneter Elemente bis zur Liste der Bauteile und der Bestimmung des Eigengewichtes der Konstruktion.

Grosse Aufmerksamkeit muss nicht nur dem Bauprojekt bei Anwendung des Montagesystems, sondern namentlich dem eigentlichen Baukastenprojekt gewidmet werden, aus dem der Bau montiert wird. Die Zusammensetzbarkeit und die Anforderungen an die Zusammensetzbarkeit bilden die Grundparameter für den Entwurf des Baukastens. Notwendig ist es von den statistisch beglaubigten Unterlagen auszugehen.

Die Wahl der geometrischen Grundabmessung des Elementes wird im bedeutendem Masse von dessen Verwendungsgebietes vorbestimmt. Die Forderung der Vielgestaltigkeit in der Struktur entspricht vielen Systemen. Es geht aber auch darum, dass die Konstruktion seiner Nützlichkeit entsprechend teuer ist. In Betracht

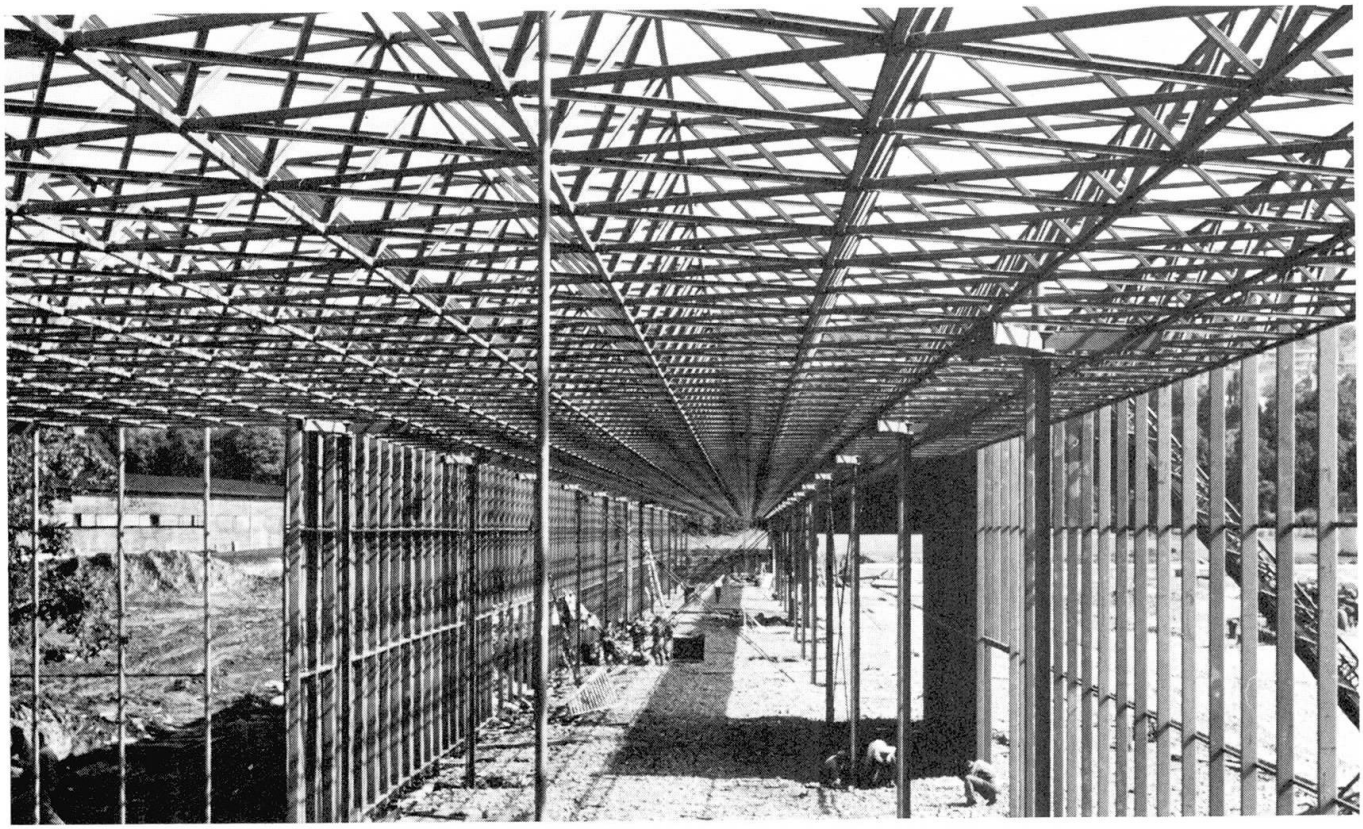


Abb. 1 - Blick in den aus dem Baukastensystem SP-VŽKG fertigmontierten Ausstellungspavillon. Grundrissabmessung des Baues 18 x 240 m.

gezogen werden müssen die technischen und personellen Möglichkeiten des Herstellers, der sich mit der Baukastenproduktion befassen wird. Ob es sich nun um welchen Entwurf immer handelt, wird der Arbeitsaufwand für das Eigengewicht der Baukastenkonstruktion bei der Herstellung immer grösser sein als bei der klassischen Konstruktion. Dies muss aber kein Nachteil sein. Durch die Wahl eines geeigneten statisch-konstruktionsmässigen Systems und einer sorgfältigen genauen Berechnung kannes zu einer beträchtlichen Gewichtssenkung der Konstruktion kommen. Deren Vertriebspreis für den ganzen Bau ist dann konkurrenzmässig gegenüber der klassischen Konstruktion oft vorteilhafter, die übrigen Betriebsvorteile nicht eingerechnet. Ein wichtiges Glied des Entwurfes des Baukastensystems bildet der Knotenpunkt, in dem sich die Baukastenteile verbinden und so die eigentliche Konstruktion bilden. Bei unseren Baukästen sind wir von dem Grundsatz eines einzigen Knotenpunktes und Verbindungsmittel für alle Elemente eines Baukastens ausgegangen. Die Knotenpunktanordnung entscheidet über den Montageverlauf des Baues und im wesentlichen Masse auch über den Preis der Montage. Auf den Abb. 2 und 3 sind zwei typische Knotenpunkte, die wir verwenden. Beide Arten haben sich vorzüflich bewährt und wurdem im Labor und praktisch überprüft.

Der Preis beider Knotenpunkte und deren Arbeitsaufwand bei der Herstellung sowie auch der Arbeitsaufwand bei der Montage ist bei beiden Anordnungen verschieden. Der Knotenpunkt der Konstruktion "S" ist sehr anspruchsvoll, er ermöglicht auch das Neigen der Teile auf Kugelflächen und somit die Gestaltung von

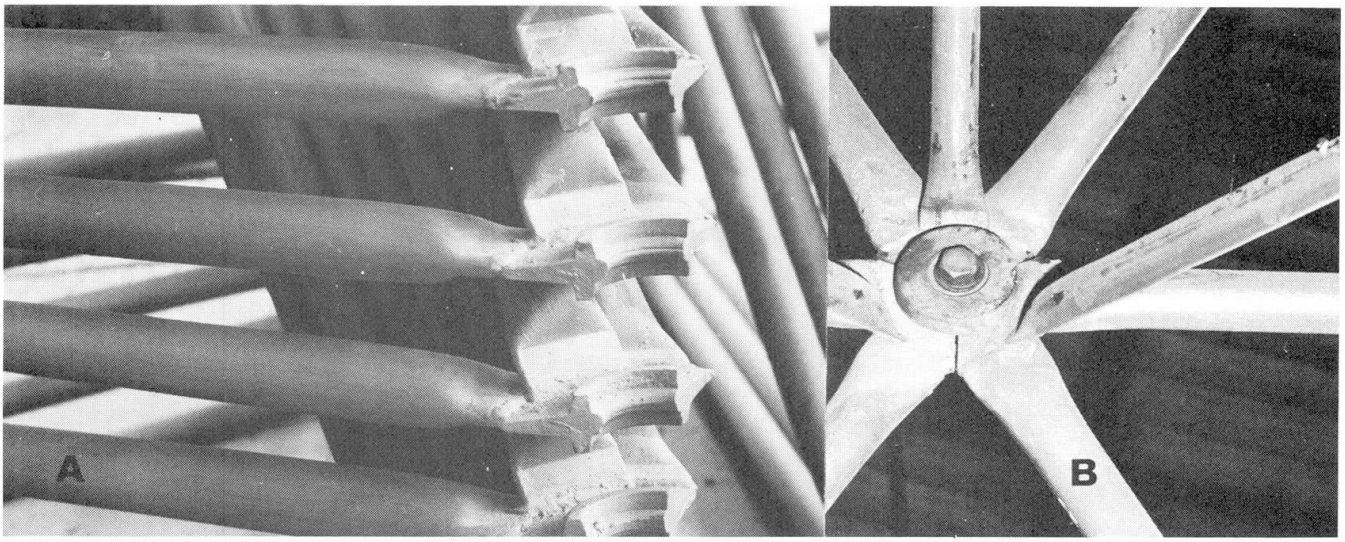


Abb. 2 - Knotenpunkt Typ "GYRO". A - Die geschmiedeten Sektorbleche mit Ausbeulungen sind in den Ecken der Stabpyramiden eingeschweisst. B - Fertigmontierter Knotenpunkt der unteren Oberfläche des Baukastensystems "GYRO".

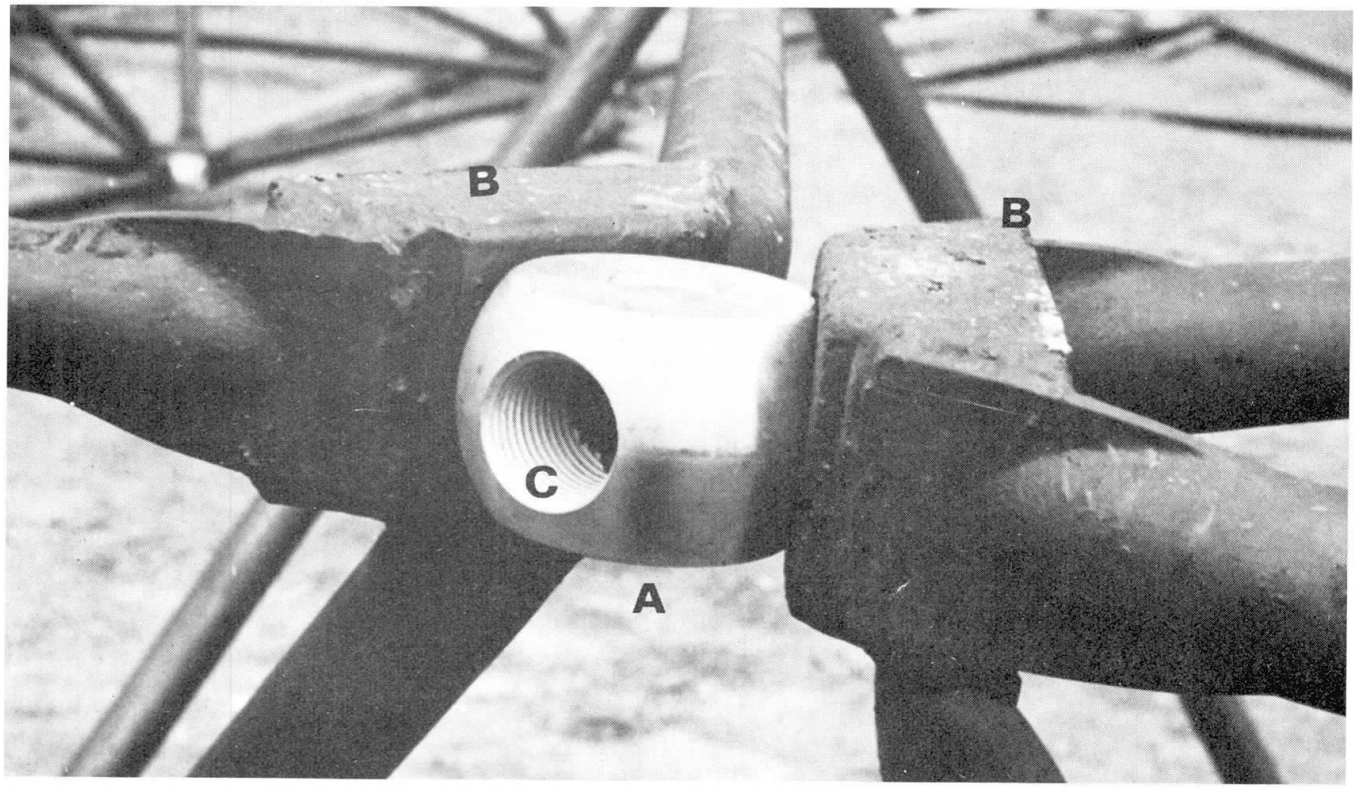


Abb. 3 - Knotenpunkt des Konstruktionstyps "S". A - Verbindungskörper mit drei Schrauböffnungen M36. B - Geschmiedete Backen, eingeschweisst in den Ecken der Baukastenteile. C - Waagrechte Schrauböffnung.

von Konstruktionen dicker zylindrischer Wölbungen. Diese Vielseitigkeit ist durch die Kompliziertheit des Knotenpunktes und die Güte des verwendeten Materials erzielt. Für die wirtschaftliche Herstellung der Bestandteile des Knotenpunktes "S", namentlich des Körpers ist eine Einzweckmaschine zu benützen. Demgegenüber wird der Knotenpunkt "GYRO" aus einfachen Schmiedestücken mit

dem Grundarbeitsaufwand gebildet, die mittlere Festziehschraube wird relativ sehr wenig beansprucht. Das Aufsetzen der Schmiedeteile wird durch Kalibrieren sichergestellt - das Kalibrieren erfolgt mit dem Kaltschmiedeverfahren. Vergleicht man beide Knotenpunkte, dann ist es offenkundig, dass der Knotenpunkt "S" bei der Fertigung der Teile eine höhere Genauigkeit erfordert als der Knotenpunkt "GYRO". Allgemein geht aus unseren Erfahrungen hervor, dass bei der Herstellung der Elemente vom Hersteller keine strengeren Fertigungsmassgrenzen gefordert werden als bei den übrigen Stahlkonstruktionen. Die Grundvoraussetzung ist jedoch die Herstellung und vollkommene Fertigungsbeendigung der Teile in einer festen Vorrichtung. Der Zustand der Vorrichtung und deren Starrheit, die Abmessungen der Einspannstellen müssen streng kontrolliert werden. Grossen Einfluss auf eine erfolgreiche Verwendung der Baukästen hat die geometrische Form des Elementes und zwar sowohl mit Rücksicht auf die Beförderung der hergestellten Konstruktion als auch mit Rücksicht auf die Formstabilität der hergesteklten Teile. Nach vielen Erfahrungen kamen wir zu dem Schluss, dass es vorteilhafter ist, wenn jeder Baukastenteil für sich selbst in der Form bestimmt ist. Von diesem Gesichtspunkt ist also ein aus Stäben, Stabdreiecken und Stabvierwänden zusammengesetzter Baukasten geeigneter. Der Stabfünfwände (Viereckpyramiden) enthaltende Baukasten, wie z.B. der Typ GELESKO aus der Tab. I, erscheint uns von diesem Gesichtspunkt weniger geeignet. Solche Pyramiden können sich bei ungeeignetem Umgehen unelastisch deformieren. Im wesentlichen bilden sich bei allen Baukästen aus der Tab.I Raumfachwerkkonstruktionen des Plattentyps mit einem regelmässigen Stabnetz in der oberen und unteren Oberfläche der Konstruktion. Das Stabnetz ist entweder in drei oder zwei Richtungen verlaufend.

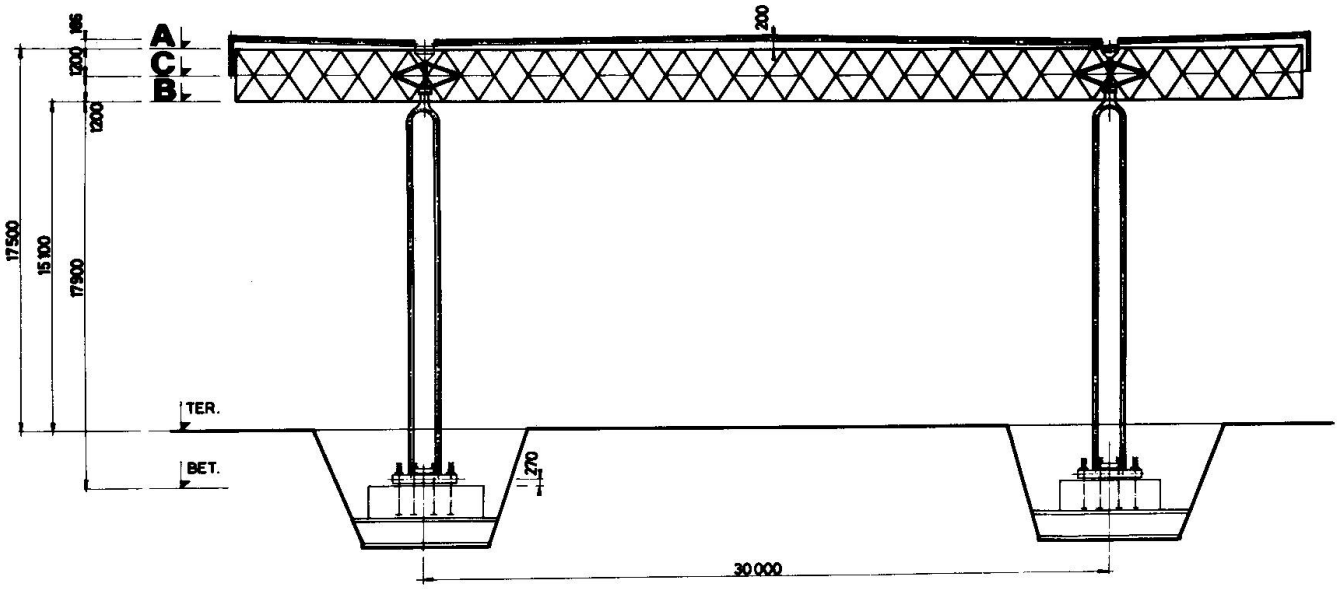


Abb. 4 - Querschnitt des aus dem Baukasten "S" entworfenen Pavillons. Grundrissabmessung des Pavillons 52 x 110 m.

Die Elementbaukastensysteme geben dem Architekt eine wirkungsvolle und effektive Konstruktion in die Hand, die es ermöglicht auch sehr anspruchsvolle Dispositionsforderungen zu erfüllen. Bei der Zusammenarbeit mit dem Architekt sind wir bemüht, unsere Erwägungen von allen Gesichtspunkten zu befreien.

die mit dem Zweck des Baues und seiner optimalen Betriebs- und architektonische Lösung nicht direkt zusammenhängen. Der Architekt ist nur an den Grundmodulraster der gewählten Baukastenkonstruktion gebunden. Die Auswahl der in der ČSSR hergestellten Systeme ist eine genügend grosse, so dass für jeden Bau ein angemessener Baukasten ausgewählt werden kann. Wir sind der Ansicht, dass eine enge Zusammenarbeit des Projektanten-Spezialisten für Stahlkonstruktionen und des Architekten vom eigentlichen Beginn des Projektes notwendig und nützlich ist, zu einer Erweiterung des Gebietes der verwendeten Stahlkonstruktionen führt und den Projektierungsprozess beschleunigt.

Das Projekt der Stahlkonstruktion des Baues selbst hat bei der Verwendung eines Baukastens eine neue Form. Es handelt sich um die Montage-Zusammensetzung der Stahlkonstruktion aus vorher ausprojektierten Elementen mit eigener Benennung. Die Einzelheiten der Knotenpunkte der Konstruktion sind von dem gewählten Baukastensystem von Beginn der Projektierung an bekannt und werden nicht gezeichnet. Sie sind in dem Fertigungskatalog des Baukastens enthalten.

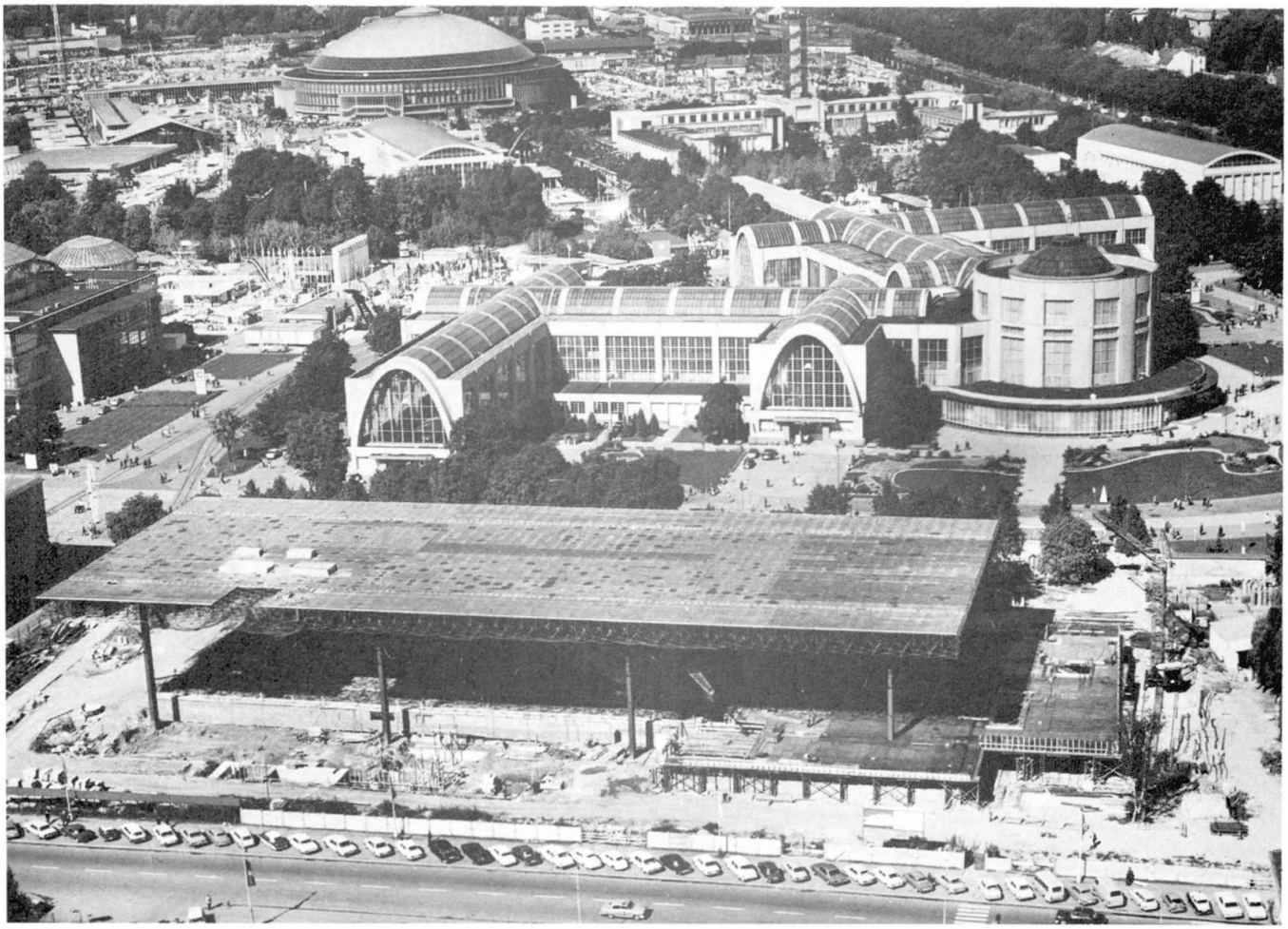


Abb. 5 - Gesamtansicht der fertigmontierten Stahlkonstruktion des Pavillons "S" auf dem Ausstellungsgelände in Brno.

In dem Projekt der Stahlkonstruktion werden nur die Details der vertikalen Tragkonstruktionen, der Wand- und Dachhäute sowie

kastens und eines Computers ist das Projekt der Stahlkonstruktion eigentlich das graphische Bild des Austrittes aus dem Computer, da sämtliche in das Projekt eingetragenen Angaben das Ergebnis der Berechnung und der verarbeiteten Daten auf dem Computer sind. Die eigentliche statische Berechnung (d.s. die Berechnung der Innenkräfte und die Verschiebungen der Konstruktion) wird so zu dem unteilbaren jedoch kleineren Teil des gesamten Berechnungszyklus. Die konsequente Benützung des Computers beseitigt die Barriere, die in den Gedanken des Projektanten die Möglichkeit oder Unmöglichkeit bilden, die gegebene geeignete Konstruktionsstruktur mit einer exakten statischen Lösung zu unterlegen. Dadurch erweitert sich das Gebiet der Verwendung dieser Baukastenstahlkonstruktionen und der Projektant macht sich für eine wirklich schöpferische Ingenieurtätigkeit frei.

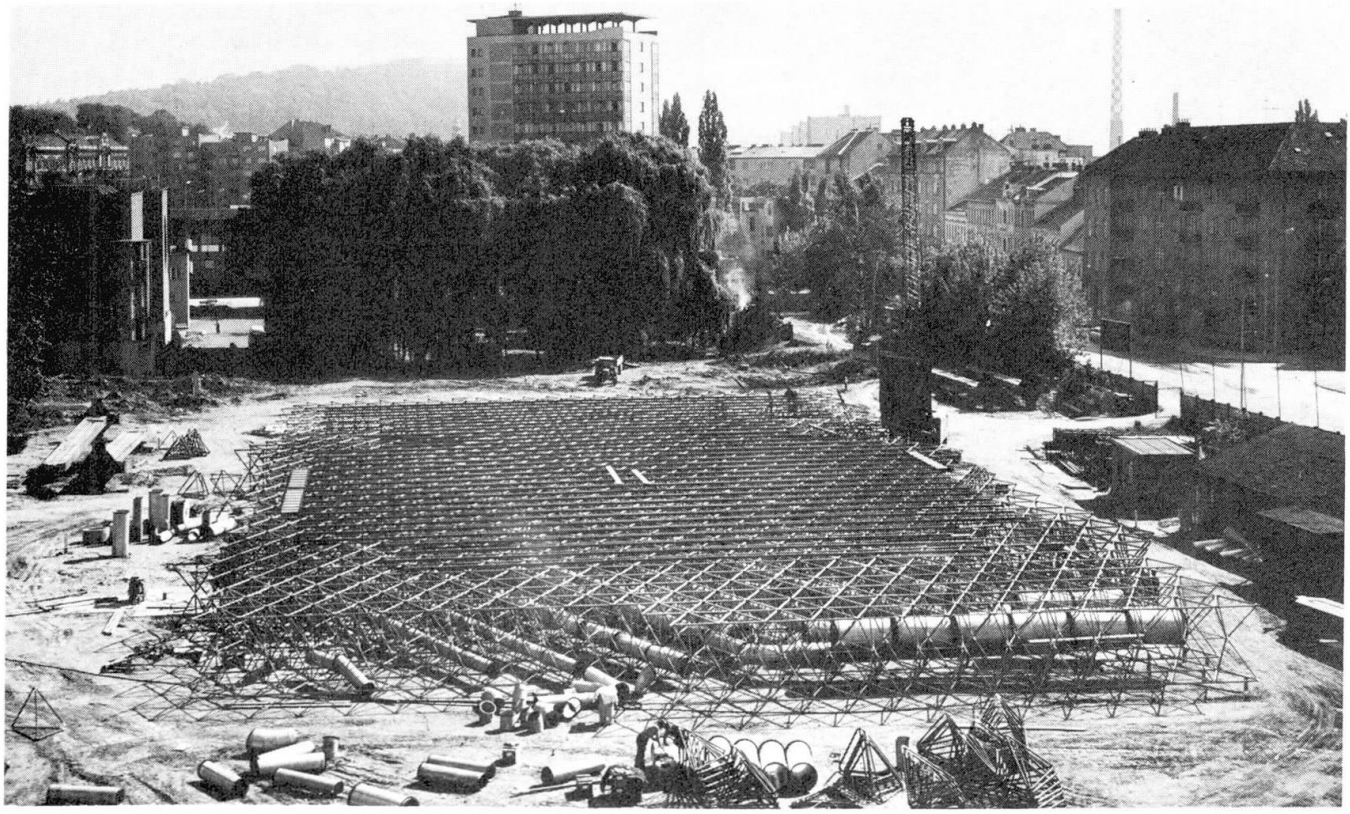


Abb. 6 - Montage der Zweilagen-Fachwerkdachplatten des Pavillons aus dem Baukasten "S".

Die Verwendung der Baukastenkonstruktion mit einem komplizierten statischen System hört nun auf, nur für Exklusivbauten vorbehalten zu sein, sie wird zu einer üblichen Angelegenheit. In der ČSSR wurden viele Bauten mit Verwendung der Baukastenelemente der Stahlkonstruktionen realisiert. Es wurden alle Baukastensysteme ausgenützt, die in der Tab.I angeführt sind. Die weiteren angeführten Beispiele der Verwendung sind keine Sonderfälle, sondern Bauten, die aus der laufenden Projektierungspraxis des Projektierungsinstitutes CHEMOPROJEKT in Brno ausgewählt wurden.

Die Mehrzweckstahlkonstruktion des Ausstellungspavillons auf dem Messegelände in Brno wurde im Jahre 1967 fertigmontiert. Für die Dachkonstruktion wurde die Baukastenkonstruktion Typ "S" verwendet. Auf zwei Reihen der stählernen in zwei Richtungen eingespannten Säulen ist die Raumfachwerkdachkonstruktion aufgelegt. Diese ist aus zwei formmässig unterschiedlichen Bauteilen

montiert: aus einer Stabvierwand und aus einem Stabdreieck. Die Konstruktion ist in einer Art montiert, die wir "Doppelmontage" nannten. Die Stabvierwände sind in der Mittelebene C (siehe Abb. 4) im Gipfel verbunden und mit ihren Grundflächen liegen sie in der oberen Oberfläche der Konstruktion A und in der Ebene der unteren Oberfläche B. Die Stabilisierstabdreiecke liegen in der Mittelebene C und verbinden die Gipfel einiger Gruppen der Stabvierwände. Diese Hilfsstabdreiecke werden relativ wenig beansprucht und haben den Zweck, eine formmässig bestimmte oder überbestimmte Struktur der Konstruktion zu bilden. Die Konstruktion wird bei der Montage mittels Schrauben M36-8G (siehe Abb.3) verbunden, welche die geschmiedeten Backen in den Ecken der Stabvierwände mittels der Verbindungskörper verbinden. Die Konstruktion ist fast symmetrisch entlang der Längsachse des Pavillons bis auf die Öffnung für den Klimatisierturm. Die statische Berechnung der Raumfachwerkkonstruktion wurde mittels der Methode der Matrizensteifheitsanalyse auf der Rechenanlage DATASAAB D21 durchgeführt. Benützt wurde die Vorausbestimmung der Gelenkeverbindung aller Stäbe in den Knotenpunkten. Notwendig war es das System der linearen Gleichungen zu lösen, welche die Komponenten der Vorschübe aller freien Knotenpunkte im Raum bestimmen. Die Matrize des System hatte Ordnung 10 000 x 10 000. Die Lösung dieses Systems wurde mittels der Methode der gesteuerten Oberrelaxation mit dem festgesetzten optimalen Relaxationsfaktor durchgeführt. Während der Relaxation wurde mehreremale die Dimensionierung aller Stäbe der Konstruktion aus den gegebenen Sortimenten der 4 Profile durchgeführt (siehe Tab.I - Baukasten "S"). Nach der Beendigung des Durchführungsprojektes wurde eine Kontrollberechnung von 1/4 der Konstruktion mittels der Finitmethode (Gausssche Elimination) vorgenommen. In diesem Falle hatte die Matrize des Systems die Ordnung 5 000 x 5 000. Die Nachberechnung der Konstruktion bestätigte die Vorteilhaftigkeit der durchlaufenden Dimensionierung und Regelung der Steifheitsmatrize der Konstruktion.

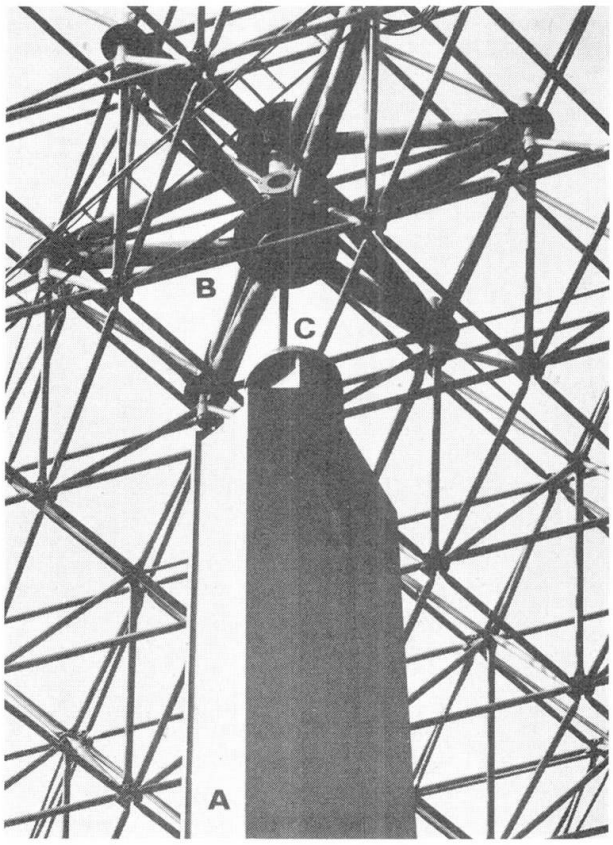


Abb. 7 - Einsetzen der Hauptsäule, A - Hauptsäule, B - Kapitell, C - Bekkenlager mit Öffnung für den Abfall.

Bei der Disposition mit den vereinzelten Innenauflagerungen, die sonst sehr vorteilhaft für die Raumwirkung der Baukastenkonstruktion sind, muss das Problem des in das subtile Dachfachwerk eingeführten konzentrierten Auflagerungsdruckes gelöst werden. Bewährt haben sich die Spezialkapitelle, die zwischen das

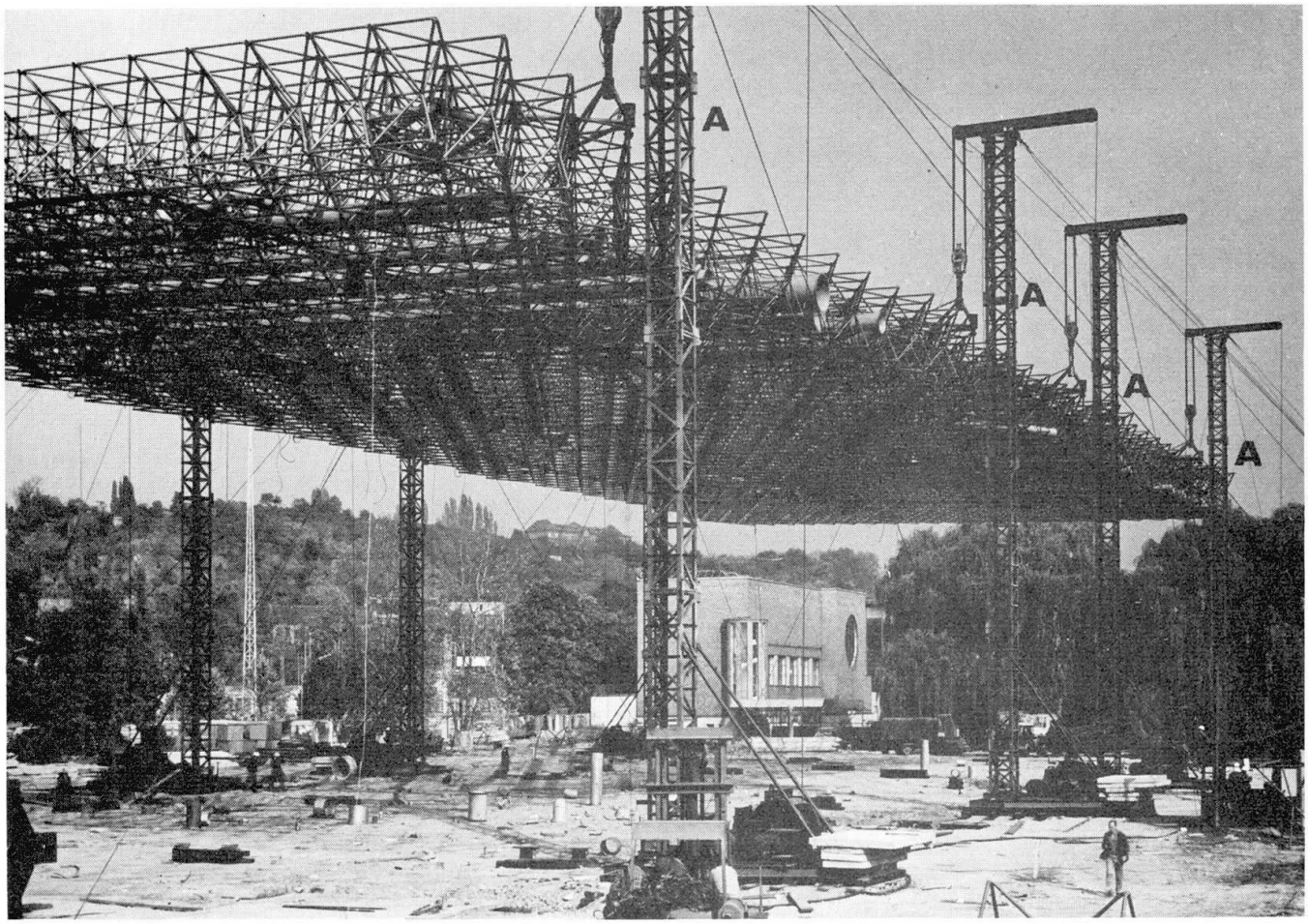


Abb. 8 - Heben der fertigmontierten Dachkonstruktion des Ausstellungspavillons. Abmessung der gehobenen Teile 35,4 x 98,5 m. Gewicht der gehobenen Teile 188720 kp. A - Montagemasten mit Konsolen.

Lager der Säule und der Konstruktion eingefügt sind (siehe Abb. 7). Bei dem beschriebenen Ausstellungspavillon war der vertikale Auflagerungsdruck cca 2005 Mp. Überdies ging durch das Innere der Vertikalsäule die Kanalisation des Regenwassers hindurch. Es wurde ein Beckenlager mit Kugelaufsitzflächen und einer Öffnung in der Mitte verwendet. Dadurch gelang es, dass es selbst in der Umgebung der Hauptsäulen nicht notwendig war andere Dimensionen für die Stabvierwände als in den übrigen Konstruktionsteilen anzuwenden.

Die Montage der Konstruktion (siehe Abb.6 und 8) verlief ohne Schwierigkeiten und bestätigte die Vorteilhaftigkeit der Baukastenkonstruktion auch für die Montage. Nach der Anfertigung der Betonfundamente für die einzuspannenden Hauptsäulen wurde auf dem geebneten und mässig eingewalzten Terrain die Raumkonstruktion montiert (siehe Abb.6), auf dem Erdboden wurde die Montage der Klimarohrleitung, der Dachhilfspfetten und der Teile der Starkstrominstallation durchgeführt, die für die Innenbeleuchtung des Pavillons notwendig war. Nach dem Aufschieben der Konstruktion mittels den Montagemasten (siehe Abb.8) wurden die Hauptsäulen untergeschoben und die Konstruktion wurde auf die Lager herabgelassen (Abb.7C). Die Montage führte eine 14gliedrige Arbeitsgruppe durch. Während der Montage war ein leichter Autokran zur Verfügung, das Aufsetzen der Hauptsäulen wurde mit

dem Kran COOLES durchgeführt. Die Dachmontage auf dem Erdboden dauerte 51 Arbeitsschichten, das Heben der Dachplatten über des Niveau der Säulenlager 1 Arbeitsschicht, das Aufsetzen der Haupt-

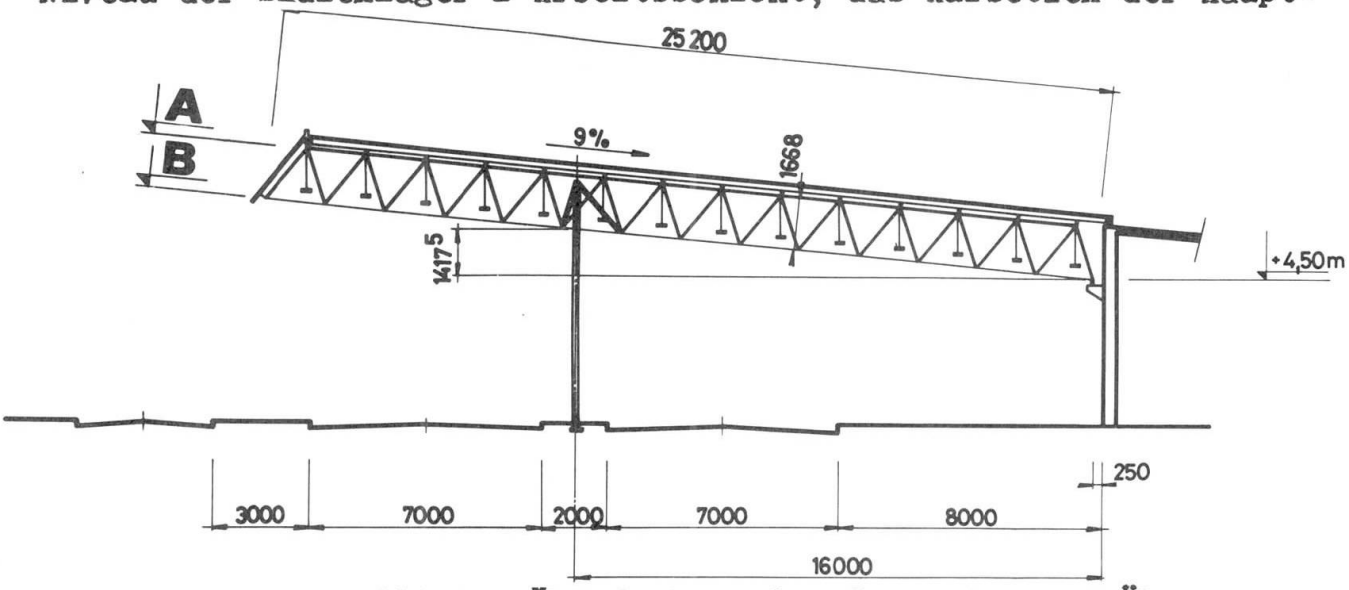


Abb. 9 - Querschnitt der Überdachung des Grenzstrassen überganges. Verwendet wurde das Baukastensystem GP, Modul 1880 mm.

säulen 4 Arbeitsschiten und die Montage der Überhangteile des Daches 14 Arbeitsschichten. Der Preis der Montage betrug cca 12% des Preises der fertigmontierten Stahlkonstruktion.

Im Gebiet Šumavy in Böhmen wurde im Jahre 1969/70 über den Grenzstrassenübergang eine Überdachung zum Schutz der Fahrzeuge bei der Zollabfertigung errichtet (siehe Abb.9). Die Konstruktion ist deshalb interessant, da es notwendig war in diesem Gebiet mit einer ausserordentlich grossen zufälligen Belastung durch Schnee von 350 kp/cm^2 zu rechnen. Dabei war die Anforderung an die Auslegung der Konsolen eine beträchtliche. Die Verwendung der Baukastenkonstruktion ermöglichte es die Betriebs- und architektonischen Forderungen zu erfüllen. Die Konstruktion aus dem Baukasten GP - Modul 1800 mm ist auf der einen Seite auf dem Gebäude der Zollverwaltung gelagert und auf der rechten Seite sind fünf Pendelstützen durchgeführt. Die Stützen (Abb.11A) sind in die Konstruktion mittels Stützen der Hilfskapitelle eingeführt.

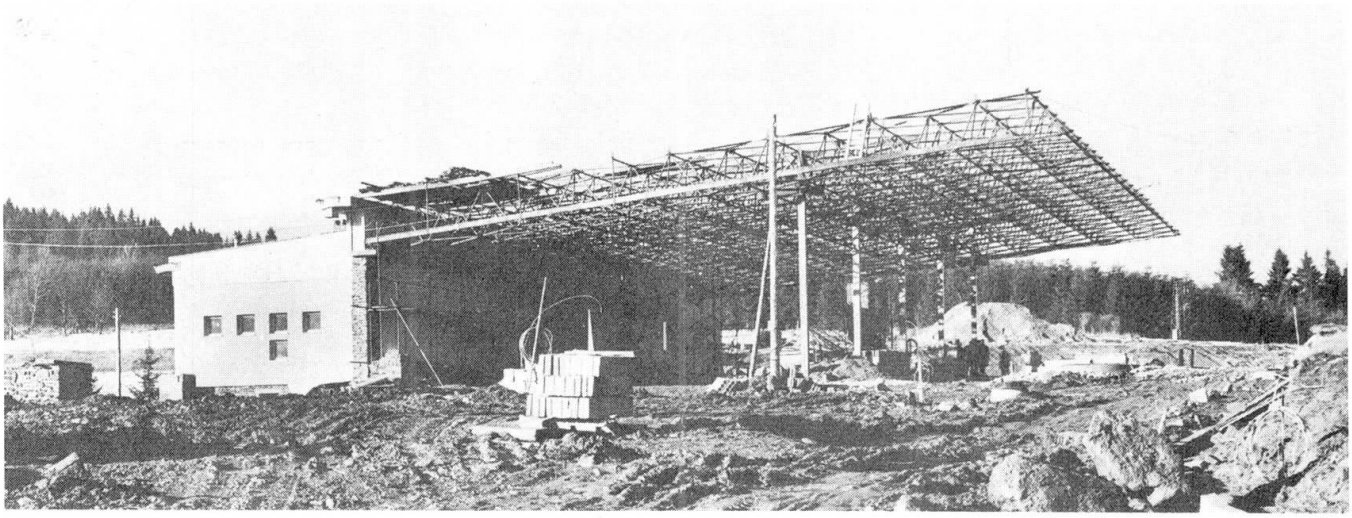


Abb. 10 - Überdachung über dem Grenzstrassenübergang. Spannweite 16,2 m. Auslegung der Konsolen 9.

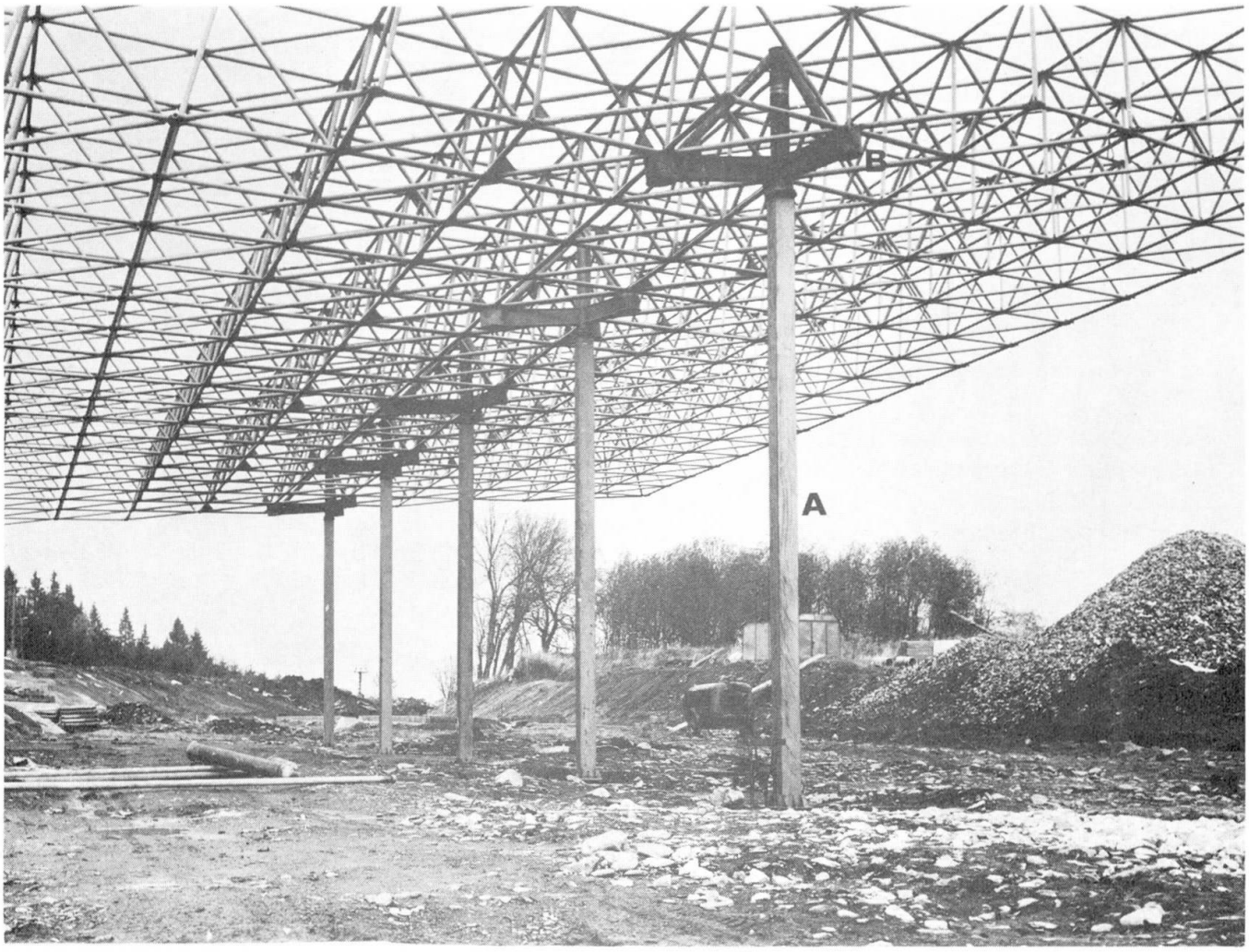


Abb. 11 - Ansicht der Vierkantpendelstützen und der zu der unteren Konstruktionsonerfläche eingesetzten Kapitelle. A - Pendelstütze, B - Kapitell.

Die Montage der Konstruktion ist aus zwei Bauteilen durchgeführt: der Stabvierwand und aus dem Dreieck. Die Stabvierwände sind mit ihrer Grundfläche in der unteren Oberfläche der Konstruktion eingesetzt. Die nach oben gekehrten Gipfel sind mit den Stabdreiecken verbunden. Die Konstruktion GP ist mittels einem Knotenpunkt Typ "GYRO" verbunden. In jedem Knotenpunkt ist eine Festziehschraube M24-5S. Die Montage der Konstruktion wurde auf geebnetem Terrain durchgeführt. Das Aufheben und Aufsetzen wurde mittels Autokranen durchgeführt.

Literatur:

Pavillon "S" am Messeglände in Brno. Architektonische Lösung Dipl.Ing.Arch. Zdeněk Denk, Dipl.Ing.Arch.Zdeněk Lang, Dipl.Ing. Radúz Russ CSc, Projekt der Stahlkonstruktion Dipl.Ing. Radúz Russ CSc.

Überdachung "Strážné": Architektonische Lösung Dipl.Ing.Arch. ZD. Sýkora
Stahlkonstruktion: Dipl.Ing.Vladimír Veselý.

Baukastensystem "GYRO": Hersteller N.-U.VTŽ Chomutov und N.-U. JTT Veselí, Projekt Dipl.Ing. Radúz Russ CSc.

Baukastensysteme GP, MOS und GELESKO: Projekt Dipl.Ing.V.Veselý und Dipl.Ing.R.Russ CSc.

Čmach-Musil: Montage der Stahlkonstruktion des Pavillons "S" auf dem Messegelände in Brno - Zeitschrift "Pozemní stavby", Jahrgang 1970, Nr.8, S.216.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Baukastensysteme aus Stahlbauteilen haben sich bei ihrer Verwendung vollauf bewährt. Die Einführung ihrer Massenherstellung hat das Gebiet der Verwendung der Stahlkonstruktionen erweitert. Das Einsetzen der Digitalrechenanlagen im ganzen Verlauf der Projektierungsarbeiten ergibt optimale Konstruktionslösungen für den gegebenen Zweck. Die Herstellung der Baukasten-Konstruktionselemente hat Massen- und bei einigen Teilen Seriencharakter.

SUMMARY

The add-a-plant technique of steel structure elements has proved plentifully. The introduction of mass production has amplified the field of steel structures. The supply of digital computers for the whole process of the project works offers the best possible constructive solutions for the aspired aim. The fabrication of the add-a-plant constructive elements has mass character and on some parts serie character.

RESUME

Les systèmes de "boîte de construction" d'éléments de structure en acier ont parfaitement fait leurs preuves à l'usage. Leur fabrication en série a étendu le domaine d'application des structures en acier. L'emploi de calculateurs électroniques digitaux pendant tout le processus d'élaboration d'un projet permet d'obtenir la solution constructive optimale dans le but suivi. La fabrication de ces éléments de construction a un caractère de fabrication à la chaîne et, pour certaines parties, de fabrication en série.

III

Großbaukasten für eingeschoßige Gebäude in Metalleichtbau- und Mischbauweise

Add-a-Plant Technique for Single Storey Buildings in Light Metal and Mixed Execution

Système en "boîtes de construction" pour halles en alliage léger, avec ou sans béton armé

HARRY DEGENKOLB
Oberingenieur
Metalleichtbaukombinat
Plauen, DDR

1. Vorbemerkung

Immer weniger Menschen arbeiten in zunehmend größeren Produktionsstätten. Ein Entwicklungsprozeß, der seine Erklärung in dem sich allerorts vollziehenden Automatisierungsprozeß findet.

Diese Tendenz führt zwangsläufig auch zu einem ständig steigenden Bedarf an industriellen Produktionsstätten, die in ein- oder mehrgeschossiger Anordnung gefordert werden.

Die Industriealisierung der Landwirtschaft trägt zu einer weiteren Bedarfssteigerung bei.

Der ökonomisch denkende Mensch ist geneigt, diesen großen Bedarf mit Bauwerkselementen, welche Seriencharakter besitzen, zu befriedigen.

Bisher wurden Bauwerke bzw. Bauwerksteile typisiert und mit mehr oder weniger großen ökonomischen Vorteilen in Anwendung gebracht.

Die vielfältigen, statischen, ästhetischen insbesondere aber funktionellen Ansprüche, welche an ein Bauwerk gestellt werden, können wie die Erfahrung vergangener Jahrzehnte gelehrt, jedoch mit typisierten Bauwerkshüllen nicht allseitig befriedigt werden, vor allem dann, wenn in engen Grenzen typisiert wird.

Im Industriebau können für eingeschossige Gebäude die Gebäudegrößen nicht bestimmten Industriezweigen oder Produktionsstätten zugeordnet werden.

Auch eine Staffelung in bestimmte Gebäudegrößen ist von der Nutzung her nicht begründet.

Die unterschiedlichsten funktionellen Anforderungen der Industriezweige und auch der Landwirtschaft machen deshalb ein universelles offenes Gebäudesystem erforderlich, mit denen Gebäude und Gebäudekombinationen beliebiger Abmessungen errichtet werden können.

Dieses Gebäudesystem, welches in der DDR entwickelt wurde, ist in einem Großbaukasten für eingeschossige Gebäude in Metallleichtbau- und Mischbauweise zusammengefaßt.

Das Neue an diesem System für eingeschossige Gebäude aus Metalleichtbau- und Betonleichtbaukonstruktionen besteht in prozeßorientierten Lösungen der Trag- und Ausbaukonstruktionen sowie der Elemente und Baugruppen der Gebäudetechnik, die eine hohe Kombinationsfähigkeit des Metalleicht- und Betonleichtbaues gestatten, eine große Austauschbarkeit von Elementen des Ausbaues ermöglichen und zu großen Serien, d.h. zu einer weitgehend mechanisierten und automatisierten Produktion in den Herstellungsbetrieben führen.

Da sich die technologische Funktion von Bauwerken nur für kurze Zeiträume übersehen läßt, besteht die wichtige Grundforderung, insbesondere für Produktionsgebäude der Industrie darin, flexible Bauwerke zu schaffen, die durch zusammenhängende Funktionsflächen, durch weite Stützenstellungen, hohe Belastbarkeit des Fußbodens weitgehend von der Baukonstruktion unabhängige versorgungstechnisch und technologische Ausrüstung und umsetzbare Elemente des bautechnischen Ausbaues gekennzeichnet sind.

Diese Überlegungen wurden der Entwicklung des Baukastens zu Grunde gelegt.

Bei der Entwicklung dieser im Baukasten zusammengefügten Konstruktionslösung für Tragwerke und Wandverkleidungselemente wurden desweiteren die technologischen Bedingungen der Produktionsprozesse (fertigungs- und montagegerechtes Konstruieren) und sparsamster Materialverbrauch zugrunde gelegt.

2. Maß- und Gebäudesystem des Baukastens

Von wichtiger Bedeutung für die Vereinheitlichung des Sortimentes an Rohbau- und Ausbaukonstruktionen ist die Ermittlung und Bestimmung eines Maß- und Gebäudesystems auf der Grundlage universeller räumlicher Maßgitter.

Das Baukastensystem baut auf einem Maß- und Gebäudesystem auf, das folgende Abschnitte enthält:

- Grundmodul in allen Schnittebenen (Raster)
- Vorzugssystemmaß für Raumzellenbildung
- Lage der Systemlinien
- Notwendiger Aufbau und geometrisch-konstruktive Form von Baukastenelementen) Verallgemeinerungsfähigkeit d. Konstruktionslösungen f. Bauelemente
- Anschlußbedingungen
- Einordnungs- und Ergänzungsbedingungen
- Reihungsprinzipien) Segmentzellenbildung
- Querschnittsbildung)
- Zuordnung von Konstruktionssystemen
- Grenzen der Kombinationsmöglichkeiten
- Statische Systeme
- Für den Grundmodul (Rastermaß) wurde gewählt
  - im Grundriß 12 M (1200 mm)
  - im Schnitt 3 M (300 mm)

  Funktionell und konstruktiv bedingte Spreizmaße werden in Abhängigkeit vom Größtmaß im Grundriß mit

  n . 50 mm Größtmaß = 300 mm
  n . 150 mm Größtmaß = 600 mm
  n . 300 mm Größtmaß = 1200 mm

  gebildet (siehe Bild "Raumgitter").

- Die Lage der Systemlinien wurde unter Beachtung von TGL 8471 und 8472, Maßordnung im Bauwesen, festgelegt, wobei eine für die jeweilige Hauptkonstruktionsart Stahl und Stahlbeton vorteilhafte Systemlinienlage bevorzugt wurde (siehe Tabelle "Lage d. Systemlinien").

- Auf der Grundlage des Modulsystems wurden Vorzugsmaße für Raumzellen gebildet und ihnen die späteren Baukastensortimente konstruktionsspezifiziert zugeordnet.

  Für SBZ gilt n. 60 M = n . 6000 (18000 ... 36000 mm)
  SL (AA) n. 60 M = n . 6000 (n. = 7200) beliebig
  n. 120 M = n .12000 (n. = 7200) beliebig
  SH n. 12 M = n .12000 (4800 ... 14400 mm)

- Tragkonstruktionen

  Dachtragwerke äußere Dimensionen n. 300, vorzugsweise n. 600
  Neigung der Obergurte im Grundrißraster
  n. 6000 bei 10 % (n . 600)
  bei 5 % (n . 300)
  Pfettenabstände n . 300 (vorzugsweise n . 1500, n . 3000)
  Stützenhöhen = SH = n . 1200

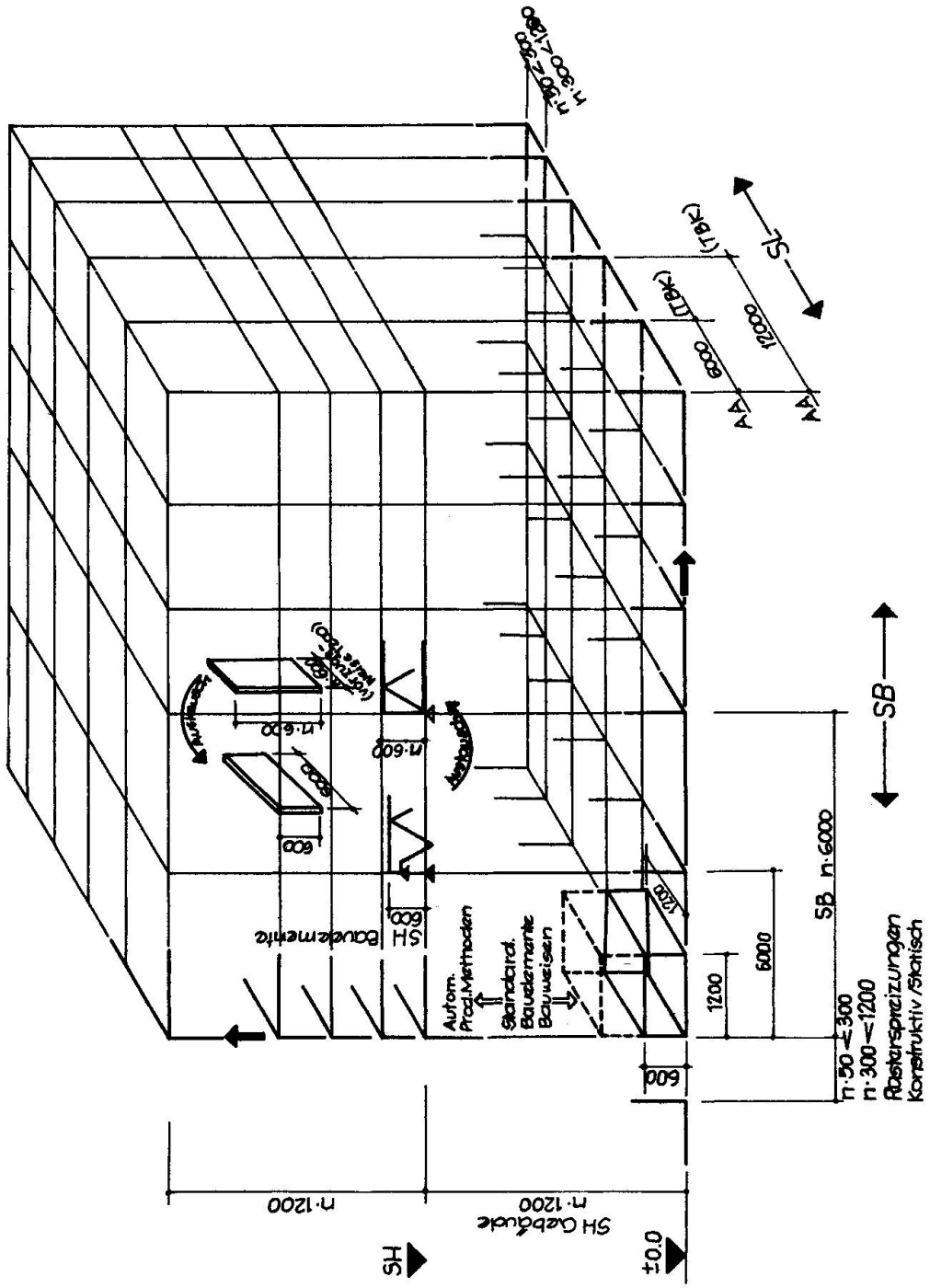

SL
SB
SB n·6000
n·50 ≤ 300
n·300 < 1200
Rasterspreizungen
Konstruktiv/Statisch
Autom. Prod.Methoden
Standard. Bauelemente
Bauweisen
SH Bauelemente
SH Gebäude
n·1200
n·1200
HS
±0,0

Tabelle zu Bauwerksteil Tragkonstruktion
Lage der Systemlinien

Definition: Gebäudequerrichtung in Richtung d.SB
Gebäudelängsrichtung in Richtung d.AA

Lagebezeichnung	sämtliche Dachtragwerke auf Stahlstützen		sämtl. Dachtragwerke auf Stahlbetonstützen
Systemlinie bei Randstützen in Gebäudequerrichtung	Randanpassung Systemlinie in 10 mm Abstand vor der Stützenvorderkante		
Systemlinie bei Mittelstützen in Gebäudequerr.	Achsanpassung		
Systemlinie am Giebel	Achsanpassung		
Systeml. an Bewegungsfuge in Gebäudequerricht.	Achsanpassung		Randanpassung Abstand 10 mm
Systemlinie am Bewegungsfuge in Gebäudelängsrichtung	a = 50	Achsanpassung	
	a = 250	SL 10 mm vor d. Stützenvorderkante	
Systemlinie an Brandwänden in Gebäudequerrichtung	Achsanpassung		Randanpassung
Systemlinie an Brandwänden in Gebäudelängsrichtung	Randanpassung		Randanpassung
Systemlinie ± 0,0	OF Fußboden		
Systemlinie für Gebäudesystemhöhe	10 mm über OK Stütze		
Systemhöhe f. Fundamente Stützen	OF Fundament 1000 mm unter OF Fußboden		OF Fundament 650 mm unter OF Fußboden
dto. Windstützen	OF Fundament 350 mm unter OF Fußboden		s.o.

3. Ordnungsprinzip für Tragwerkselemente des Baukastens

Das Sortiment unterliegt bestimmten Ordnungsprinzipien, wovon nachfolgend die wichtigsten dargestellt werden:

3.1 Ordnungsprinzip nach Ein- und Mehrschiffigkeit

Ein- und gegebenenfalls auch zweischiffige Hallen werden mit einem Achsabstand von 6 und mehrschiffige Hallen mit einem Achsabstand von 12 m ausgebildet. Diese Gliederung wird von technischen und ökonomischen Gesichtspunkten abgeleitet.

Optimierungsberechnungen zufolge reduziert sich der Materialaufwand bei 6 m Achsabstand, infolge geringerer Spannweiten der Krangleisträger, durch den Wegfall von Unterzügen, durch die Einsparung von Längswandzwischenstielen sowie Dachverbänden erheblich.

Bei mehrschiffigen Hallen hingegen ist der technologische Nutzungszweck bauwerksbestimmend.

Der Achsabstand von 12 m erlaubt eine größere Flexibilität im Hinblick auf die langfristige technoligische Nutzung, so daß die höheren Baukosten der Funktion des Bauwerkes untergeordnet werden können.

Diesen Überlegungen zufolge wurde der Baukasten nach ein- und mehrschiffigen Hallensystemen geordnet d.h. ein Teilbaukasten mit Achsabständen von 6 m (einschiffige Halle) sowie ein Teilbaukasten mit Achsabständen von 12 m (mehrschiffige Halle) konzipiert.

3.2 Ordnungsprinzip nach Austauschbarkeit zwischen beiden Teilbaukästen

Beide Teilbaukästen sind nicht als nebeneinander fungierende Konstruktionssysteme zu betrachten. Stützenkonstruktionen, Längs- und Giebelwandausfachungen, Krangleisträger und Dachkonstruktionen wurden statisch und konstruktiv so bemessen, daß eine weitgehende Austauschbarkeit gewährleistet ist.

Die Zielfunktion der Austauschbarkeit besteht darin, im jeweiligen Anwendungsfall die ökonomisch und technologisch günstigste Hallenvariante aus Einzelbauteilen des Baukastens zusammenzufügen.

3.3 Ordnungsprinzip nach Austauschbarkeit zwischen Dachkonstruktionen und Unterkonstruktionen

Der technischen Konzeption des Baukastens liegt die Überlegung zu Grunde, zwischen Unterkonstruktionen einerseits und Dachkonstruktionen andererseits eine weitgehende Austauschbarkeit herbeizuführen.

Als Dachkonstruktion wurden aufgenommen:
die Falte
das Shed
der Fachwerkbinder mit Pfettenlagen
oder Pfettenlosem Verbunddach.

Die Unterkonstruktionen wurden statisch und konstruktiv so ausgebildet bzw. bemessen, daß sie jedes dieser 3 Konstruktionssysteme aufnehmen können.

3.4 Ordnungsprinzip, unter Berücksichtigung der Segmentmontage

Es wurde von der Überlegung ausgegangen, daß sich Segmentmontagen nur bei großen, d.h. mehrschiffigen Hallenkomplexen wirtschaftlich durchführen lassen.

Demzufolge schließt nur der Teilbaukasten mit 12 m Achsabstand die Möglichkeit der Durchführung der Segmentmontage ein.

Da die Falte und das Shedtragwerk bereits räumlich gegliederte Tragwerke darstellen, die sich im Montagefall selbst tragen, sind bei diesen Tragwerkssystemen keine konstruktiven Sonderfälle notwendig.

Bei der Fachwerkbinder-Pfettenkonstruktion hingegen ist ein Binderabstand von 5 : 7 festgelegt worden, so daß bei Einbeziehung der Unterzüge ebenfalls ein räumliches stabiles, d.h. montagefähiges Segment entsteht.

3.5 Ordnungsprinzip nach Austauschbarkeit zwischen Stahl- und Stahlbetontragwerken

Aus Wirtschaftlichkeitsberechnungen geht hervor, daß sich für die Dachkonstruktion Stahltragwerke besonders güntig eignen. Demzufolge werden die Dachtragwerke grundsätzlich in Stahlausführung bemessen. Stützen hingegen wurden in Stahl und Stahlbetonausführung entwickelt.

Vor allem bei kranlosem Betrieb ist die Stahlbetonstütze ökonomisch außergewöhnlich im Vorteil. Bei größeren Gruppierungen von Kranlasten und größeren Hallenhöhen hingegen erweist sich die Stahlstütze als kostengünstig.

Demzufolge wurden Hallenstützen mit kranlosem Betrieb grundsätzlich in Stahlbeton ausgeführt.

Desweiteren sind im Baukasten Stahlbetonstützen für Kranbetrieb mit Einträgerbrückenkranen in Höhen von 7,2 8,4 und 9,6 m vorgesehen. Stützen dieser Abmessung können jedoch auch in Stahlausführung bereitgestellt werden, insbesondere dann, wenn Zweiträgerbrückenkrane mit Tragkräften über 8 Mp in Erscheinung treten.

3.6 Ordnungsprinzip der Verkleidungs-, Komplettierungs- und Umhüllungselemente

Die Tragwerksbauteile beider Teilbaukästen sind konstruktiv und statisch so ausgelegt, daß sie mit den vorhandenen bzw. mit dem in den Folgejahren verfügbarem Sortiment an Umhüllungselementen komplettiert werden können.

4. Technische Parameter des Konstruktionssystems

Die in der Grundlagenarbeit (Grundkatalog) zum GBK enthaltenen Gebrauchswerteigenschaften werden durch folgende technische Parameter ausgedrückt:

4.1 Konstruktionsbezogene Parameter

Tab. 1 - Dachtragwerke

A	Dachkonstruktion	18000	24000	SBZ 30000	36000	Dng
	Stabnetzfalte	X	X			5 %
	Shed, schwer	X	X	X		63° / 27°
12000	Shed, leicht	X	X	X		63° / 27°
	Fachwerkbinderkonstr. BA 12000		X	X	X	10°
	Fachwerkbinderkonstr. BA 6000, 7000/5000	X	X	X		5 %
6000	Fachwerkbinderkonstr. BA 6000	X	X	X		10 %

Tab. 2 - Unterkonstruktionen - Systemhöhen

AA	Stützenart	Kran	4800	6000	7200	8400 SH	9600	10800	12000
12000	Stahlstützen	ZBK (EBK)			X	X	X	X	X
	Stahlbeton-stützen	EBK			X	X	X		
		kranlos	X	X	X				
6000	Stb.-Stützen St. -Stützen	EBK	X	X	X	X	X		

ZBK = Zweiträgerbrückenkran
EBK = Einträgerbrückenkran

5. Bemerkungen zu den Umhüllungskonstruktionen

Bei Umhüllungskonstruktionen eingeschossiger Mehrzweckgebäude sind außer den funktionellen und bauphysikalischen Faktoren vor allem auch bauwerksgestaltende Bedingungen maßgebend. Die Ablösung traditioneller Bauweisen vollzieht sich im wesentlichen durch Anwendung neuer Materialien mit qualitativ progressiven Komponenten, entweder als Monobaustoff oder in Kombination, vorwiegend als Verbundkonstruktion, mit dem Ziel, spezifische Stoffqualitäten additiv zu neuen Qualitäten zu vereinen. Im Vordergrund der Betrachtung stehen insbesondere Folien- und Bandhalbzeuge aus Plastwerkstoffen, Aluminium, Stahl und Asbestzement für Bekleidung und Beschichtung im Verbund mit Plastschäumen, vorzugsweise in Form von Stützstoffbauweisen.

Derartige Verbundelemente vereinen in sich mehrere Funktionen, wie z.B. Bauphysik, Bautenschutz, Baugestaltung und erfordern dabei gleichzeitig einen verhältnismäßig geringen Aufwand an statisch-konstruktiven Unterkonstruktionen infolge geringer Eigenmasse und günstiger tragender Eigenschaften. Außerdem werden durch die Herstellung qualitativ hochwertiger Oberflächen Lebensdauer, Unterhaltungsaufwand der ästhetischen Werte der Fassade (z.B. durch gutes Selbstreinigungsvermögen), erheblich gesteigert.

Außer diesen Elementen werden vorgespannte Stahlbeton-Dachkassettenplatten mit Spannweiten von 6 und 12 m sowie Gasbetonelemente eingesetzt.

Im Bereich der ungedämmten Bauwerke finden einschalige profilierte Band- und Plattenmaterialien aus Alu, Stahl sowie Asbestzement und Plaste Anwendung.

6. Bemerkungen zum Tragwerkssortiment

Insbesondere bei Stützenkonstruktionen, Krangleisträgern, Verbänden aber auch bei Dachkonstruktionen wurde auf eine starre Typisierung - gekennzeichnet durch eine funktiosngebundene Dimensionierung- verzichtet. Es wurden lediglich die Konstruktionsdetails typisiert sowie für das jeweilige Bauteil Systemmaße und ein möglicher Profilfächer festgelegt.

Mittels eines elektronischen Rechenvorganges werden nach vereinheitlichten Rechenschemen dann die günstigsten Querschnittsformen bestimmt.

Der Konstrukteur trägt in die bereits vorgearbeitete Werkstattzeichnung lediglich Profile und einige Anschlußdaten ein. Somit bleibt der Charakter der Massenfertigung erhalten; es wird der Konstruktions- und Projektierungsaufwand reduziert und auf jegliche Materialvergeudung als Vorleistung einer Typisierung verzichtet.

Der Entwicklung wurden nachfolgend aufgeführten Kriterien besondere Aufmerksamkeit geschenkt:

- Wirklichkeitsnahe Lastannahmen und Lastkombinationen (Schnee, Wind, Kranbetrieb)
- Bessere Anpassung der Festigkeitsberechnung an das tatsächliche Traglastverhalten von Stahl und Beton
- Ausnutzung von Traglastreserven durch Anwendung der kontinuierlichen Prüfung aller Bauteile eines Konstruktionssystems (Probelastverfahren)
- Einsatz von hochfesten Profilstählen St 52, bei bestimmten Konstruktionen schrittweiser Einsatz von KT-Stählen
- Anwendung optimaler Profilformen bei warmgewalzten Profilen sowie bei Profilen aus kaltgewalzten Bändern
- Stärkere Anwendung höherer Betongüten und Anwendung des Betonstahles B 4
- Automatisierungs-und montagegerechte Formgebung der Bauelemente
- Vereinfachung der Verbindungslösungen unter Berücksichtigung der Montagetoleranzen
- Verstärkte Ausnutzung des Verbundes zwischen Dachdeckung und Tragwerk, Anwendung von verbesserten Verbindungsmitteln
- Vereinfachung der Knotenverbindungen; Anwendung neuer Fertigungsprinzipien für die Knotenfertigung
- Anwendung von Sparsystemen bei Stabnetzfaltwerken
- Verstärkter Einsatz von Hubgeräten für die Montage mit optimalen Parametern, breitere Einführung der Vormontage unter Einbeziehung des Ausbaues und der Gebäudeausrüstung
- Erhöhung der Anschlußkräfte bei der Widerstandsschweißung bei Fachwerkkonstruktionen in Verbindung mit der Erweiterung des Anwendungsbereiches von Stählen der Sorten St 52

Der Konstruktionsentwicklung der Bauteile und des Tragwerksortimentes wurden vor allem fertigungstechnische und materialökonomische Überlegungen zugrunde gelegt.

Die Konstruktionsteile wurden so ausgebildet, und bemessen, daß verzinkungsgerechte und automatisierungsfähige Konstruktionen (automatisierungsfähig im Sinne der Werkstattbearbeitung) entstanden.

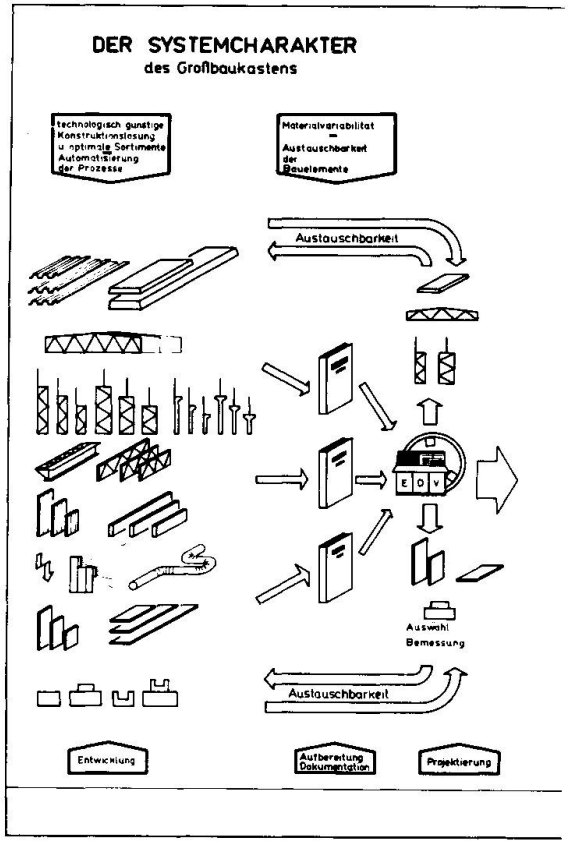
7. Charakteristik der funktionellen und konstruktiven Lösung Lösung des Großbaukastens

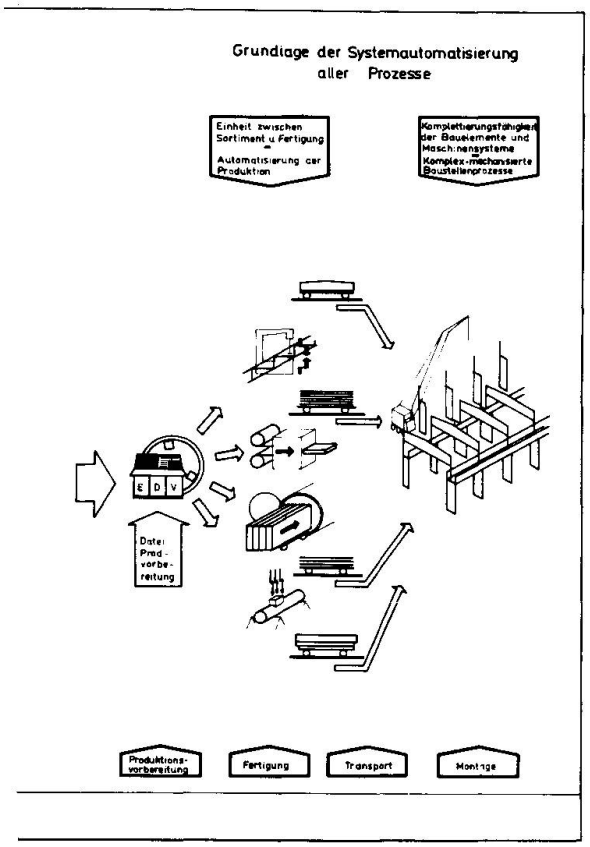
7.1 Der Systemcharakter des Großbaukastens und die Grundlage der Systemautomatisierung aller Prozesse ist in nachfolgenden Bildern dargestellt.

Das System des Baukastens gestattet den beliebigen Elementeaustausch durch neuere, d.h. verbesserte Konstruktionslösungen entsprechend dem jeweiligen technischen Fortschritt.

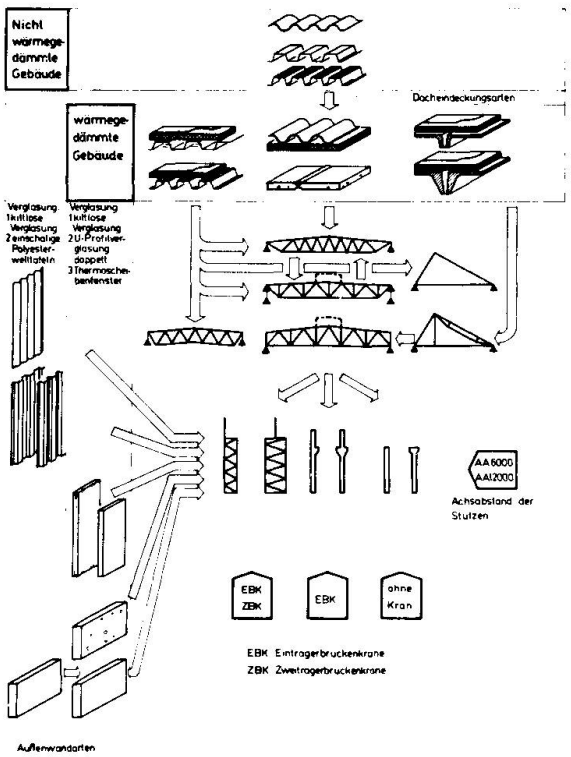
Auch eine bedarfsgerechte Ergänzung des Sortimentes ist jederzeit möglich, ohne die Baukastenlösung insgesamt in Frage zu stellen.

Der Systemcharakter ist wichtigste Voraussetzung für die Automatisierung aller Teilprozesse wie Projektierung, Fertigung und Montage.





7.2 Die Kombinationsmöglichkeiten der Tragwerkselemente und Verkleidungselemente sind konstruktiv so in Übereinstimmung gebracht, daß, wie aus Bild 5 ersichtlich, vielfältige Kombinationsmöglichkeiten aufgeschlossen werden.



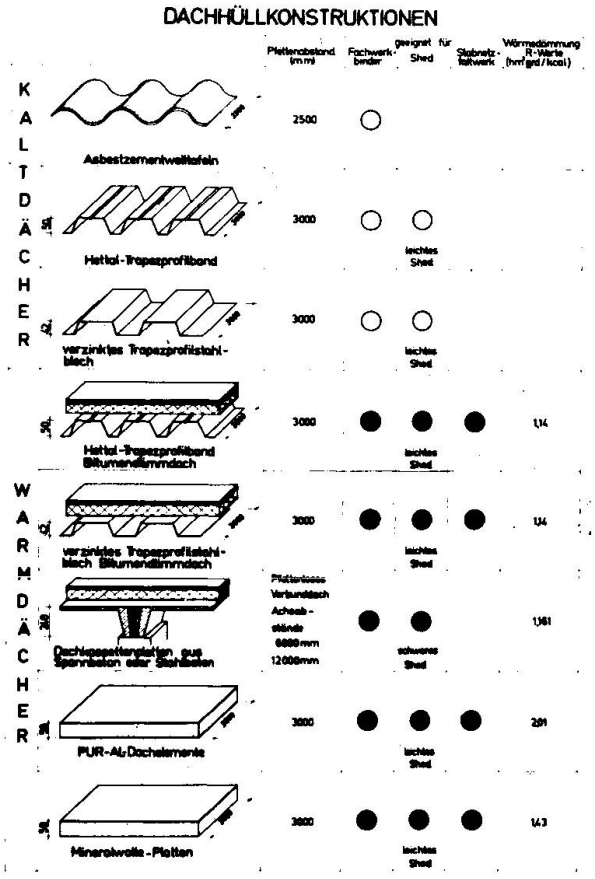
DIE ELEMENTAREN KOMBINATIONSMÖGLICHKEITEN
und ihr Einfluß auf den Gebrauchswert eines Gebäudes

Die Wandlungsfähigkeit des Großbaukastens versetzt uns in die Lage, eine bedarfsgerechte Lösung nach ihren Gebrauchswertforderungen zu schaffen

7.3 Stützenkonstruktionen

Die Stützenkonstruktionen sind in Stahl und in Stahlbetonfertigteilen entwickelt. Es können je nach Objektgröße und funktioneller Notwendigkeit verschiedene Stützenabstände von 6000 und 12000 mm in beiden Materialarten angewendet werden. Dementsprechend werden mehr oder weniger große, stützenfreie Räume erzielt.

Die Systemhöhen der Stützen, die gleichbedeutend mit der Systemhöhe der Gebäude sind, können von 4800 mm bis 14400 mm im Höhenraster von 1200 mm gestaffelt werden.



Die Stützenkonstruktionen können Einträgerbrückenkrane bis max. 8 Mp bzw. Zweiträgerbrückenkrane bis max. 50 Mp Tragkraft aufnehmen.

Die Gründungskörper sind monolithisch gefertigte Block- bzw. Hülsenfundamente, die bei leichteren Beanspruchungen als Flachbohrgründung ausführbar sind.

7.4 Dachkonstruktion

Die Dachtragwerke können in beliebiger Weise den Stützenkonstruktionen zugeordnet werden. Im Sortiment enthalten sind

- Raumtragwerke als Stabnetzfaltwerke " Typ Berlin " mit Spannweiten 12000 x 18000 bzw. 12000 x 24000 mm in den Belastungsgruppen 170 und 220 kp/m^2 Gesamtdachlast.
- Shedkonstruktionen in leichter und schwerer Ausführung (abhängig von der Dacheindeckung)
- Fachwerkbinderkonstruktionen mit leichter und schwerer Dacheindeckung, Binderabständen von 6000 und 12000 mm sowie 7000/5000 mm.

Fachwerkbinder für leichte und schwere Dacheindeckung können bei verschiedenen Stützenabständen gegeneinander ausgetauscht und damit das Sortiment der Binder und Dachverbände um mind. 50 % ver-

ringert werden. Für zusätzliche Belichtung sowie Be- und Entlüftung über die Dachfläche, z.B.bei größeren Gebäudekomplexen über Technologien mit großer Abwärme, können die Fachwerkbinder mit Dachaufbauten mit oder ohne Windleitwänden versehen werden.

7.5 Dachhüllenkonstruktion

Die Komplettierung der tragenden Konstruktion mit einer Gebäudeumhüllung für Dach und Wände ermöglicht die Ausführung von wärmegedämmten und nichtwärmegedämmten Bauwerken. Innerhalb der verschiedenen Belastbarkeitsbereiche ist die konstruktive Ausbildung der tragenden Konstruktionen unabhängig von der Art und Ausführung der Umhüllungen.

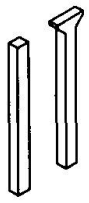
Sämtliche dem Großbaukasten zugeordneten Umhüllungskonstruktionen bestehen aus Bauelementen, die insbesondere für Dächer auch zu größeren Baugruppen vormontierbar sind und industriell auf automatisierten oder teilautomatisierten Produktionsanlagen hergestellt werden.

Für wärmegedämmte Gebäude werden leichte oder schwere Eindeckungsprinzipien angewendet. Schwere Dacheindeckungen wirken stets in statisch-konstruktivem Zusammenhang mit Fachwerkbindern als Verbunddach.

Alle leichten Eindeckungen sind auf Pfetten liegende, mehrschichtige Verbundkonstruktionen, z.B. Al-beplankte,verschäumte Bauelemente, die infolge besonderer Fugenausbildung ohne bituminöse Dachhaut und ohne dampfbremsende Sperrschicht verlegt werden können oder mehrschalige leichte Eindeckungen mit Tragelementen aus Al-Trapezprofilblech oder sendzimierverzinkten Stahl-Trapezprofilblechen und Bitumendämmdeckung.Konstruktiv sind Möglichkeiten vorhanden, in die Dachflächen Lüftungseinrichtungen, Rauabzugsklappen, Kuppeloberlichte oder technologische Rohrdurchführungen einzusetzen.

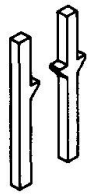
Eindeckungen für ungedämmte Gebäude werden, sofern diese Bauwerke eine ausreichende Be- und Entlüftung erhalten, stets als einschalige, leichte Dachhülle aus Al-, oder verzinktem und beschichtetem Stahlblech bzw.Asbestzementwelltafeln ausgebildet.

STÜTZENKONSTRUKTIONEN



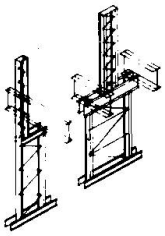
Stahlbetonstützen
ohne Kranbahn

Systemhöhe: 4800 mm, 6000 mm, 7200 mm
8400 mm und 9600 mm



Stahlbetonstützen
mit Kranbahn
für Einträger - Brückenkran

Systemhöhe: 7200 mm, 8400 mm und 9600 mm
max. Kranlast: 8 Mp

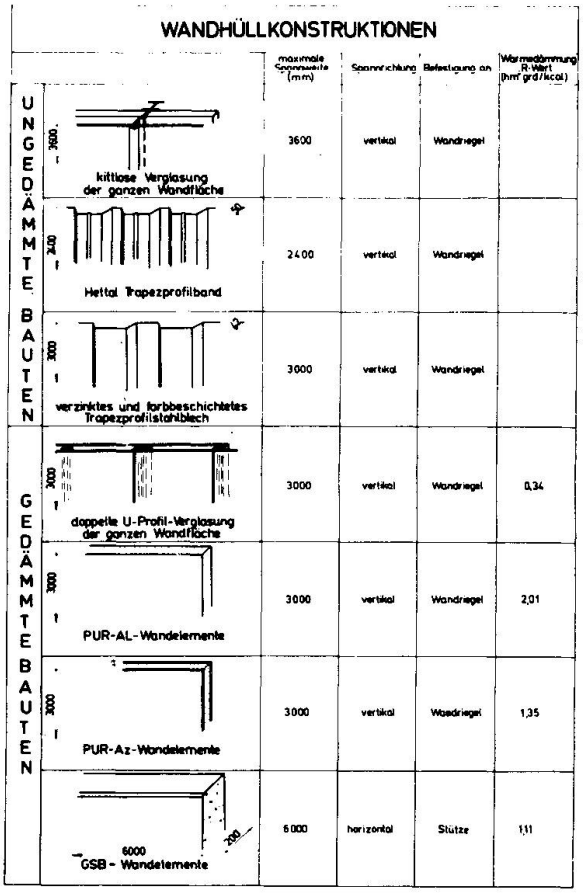


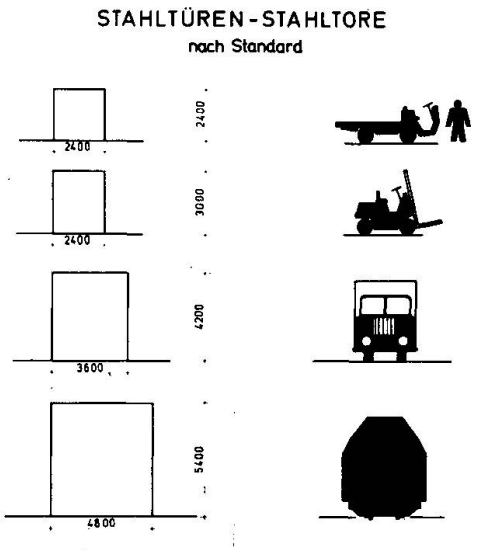
Stahlstützen
mit Kranbahn
für Zweiträger - Brückenkran

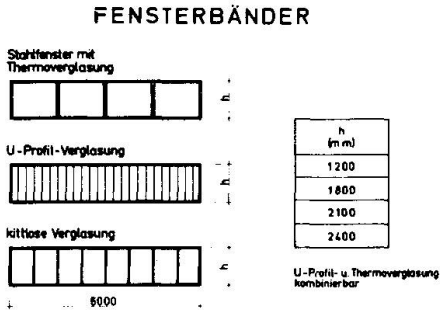
Systemhöhe: 7200 mm, 8400 mm, 9600 mm
10800 mm, 12000 mm und 13200 mm
max. Kranlast 50 Mp
Besonderheit: Einträger - Brückenkran kann auch eingesetzt werden

7.6 Wandhüllenkonstruktion

Auch für Außenwände wurden aus bauphysikalischen und architektonischen Gründen verschiedene Konstruktionsprinzipien entwickelt. Analog zu den Dacheindeckungen gibt es mittelschwere und leichte Außenwandarten für wärmegedämmte und ungedämmte Gebäude. Für Bauwerke, bei denen außer einer guten Wärmedämmung auch eine Wärmebeharrung der Außenwand gefordert wird, können Bauelemente aus beschichtetem Gassilikatbeton, SL 6000 mm und 200 mm Dicke angewandt werden. Diese Elemente sind den Anforderungen entsprechend in Verbindung mit Türen und Toren aus Stahl, mit besonderen Tür- und Torgewänden aus Stahl und Einfach- oder Doppelverglasung in Fensterrahmenelementen aus Stahl einsetzen.







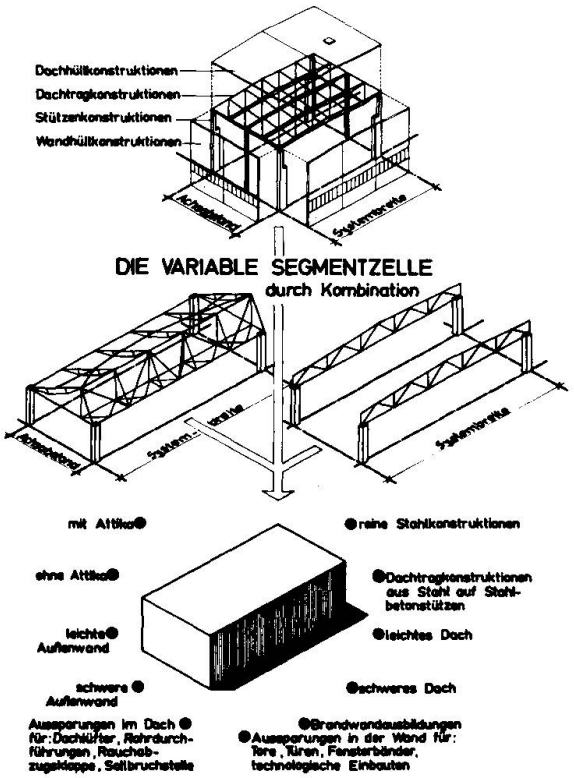
Leichte, wärmedämmende Außenwände bestehen aus AL- oder asbestzementbeschichteten Plastschaum-Verbundelementen, die vertikal auf Wandriegelkonstruktionen montiert werden. Diese sehr schnell montierbaren, sichtflächenfertigen Bauelemente, sind beliebig kombinierbar mit Lichtbändern oder Großflächenverglasungen, z.B. als einscheibige, kittlose Verglasung oder doppeltstehende U-Profilverglasung, in die wahlweise Lüftungsflügel oder bei Doppelverglasung Thermoscheibenfenster aus

Stahl eingesetzt werden können.

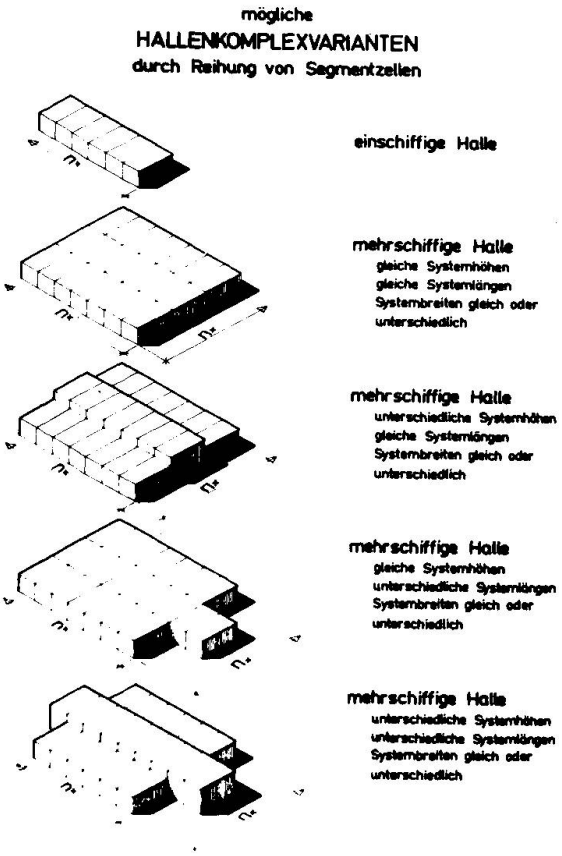
Für ungedämmte Bauten wird wie bei ungedämmten Dacheindeckungen verfahren, wobei als Belichtungsflächen transparente Plastprofilbänder bevorzugte Anwendung erfahren.

7.7 Bildung von Gebäudevarianten

Durch die Spezifik der Bauelementearten und die grundsätzlichen Kombinationsmöglichkeiten der Bauelementesortimente werden variable Segmentzellen gebildet, die, nach bestimmten Reihungsprinzipien geordnet, zur Gebäudebildung führen.



Durch Reihung der variablen Segmentzellen entstehen Gebäude, die einschiffig oder vielschiffig sein können.



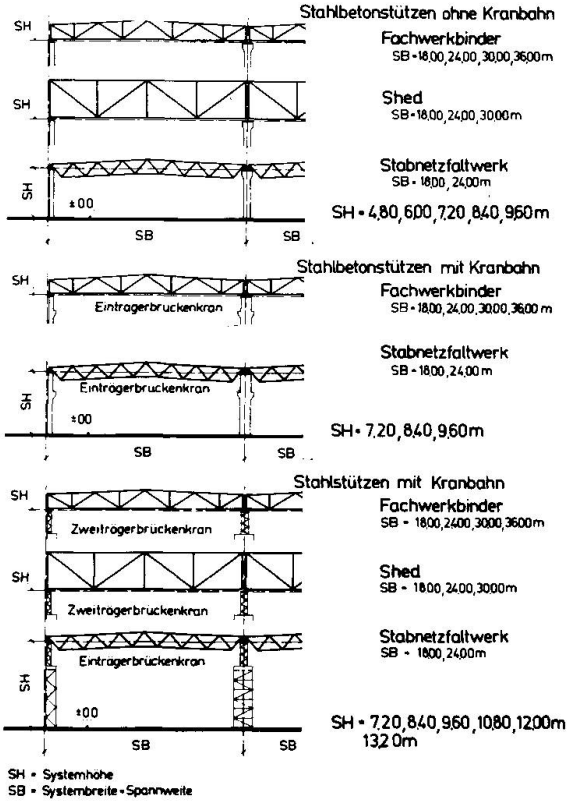
Es ist möglich, mehrschiffige Hallen oder Gebäudekomplexe zu bilden, die Hallenschiffe mit gleicher Systemlänge, Systemhöhe und Systembreite besitzen. Diese geometrischen Hauptparameter könne beliebig miteinander kombiniert werden, z.B. in dem Länge, Höhe und Breite der Schiffe, in verschiedenen Systemabmessungen gereiht, unterschiedliche Hallenanordnungen ergeben.

Diese Variationen vervielfachen sich bei unterschiedlicher Systemlänge der Hallenschiffe und unterschiedlicher Ausstattungen der Schiffe mit Kranen.

Durch Standardisierung der Anschlußlösungen und Regelausführung von Gebäudebewegungsfugen können Hallenschiffsysteme auch rechtwinklig zueinander stehend gebildet werden, z.B.als Querschiffe, Kopfbauten usw.

Als beispielhafte Anschauung für die Kombination der Bauelemente kann man den Querschnitt der Segmentzelle ansehen.

TYPISCHE HALLENQUERSCHNITTE
(Tragkonstruktion)



ZUSAMMENFASSUNG

Der Grossbaukasten für eingeschossige Gebäude in Metallleichtbau- und Mischbauweise stellt ein Gebäudesystem dar, welches automatisierte Projektierung, mechanisierte und automatisierte Fertigung sowie auch mechanisierte Montage gestattet.

Das System, welches Tragwerks-, Umhüllungs- bzw. Verkleidungselemente sowie bautechnischen Ausbau einschliesst, ist so flexibel gestaltet, dass es annähernd alle funktionellen Ansprüche erfüllen kann, ohne auf die Vorteile der Serienfertigung oder des optimalen Materialeinsatzes verzichten zu müssen.

Der Baukasten nutzt die technisch-ökonomischen Vorteile des Stahlbaues und des Stahlbetonbaues innerhalb der bekannten Grenzen, und sein Sortiment befriedigt zunehmend den Bedarf an eingeschossigen Gebäuden in der DDR.

SUMMARY

The add-a-plant technique for single storey buildings in light metal and mixed execution represents a building system permitting both an automated project and a mechanized erection.

The system which includes supporting structural shell and facing elements as well as constructional completion is flexible, so that nearly all functional requirements can be realized without renouncing the advantages of serie fabrication or the optimum application of the materials.

The add-a-plant technique takes advantage of the technico-economical advantages of steel construction and reinforced concrete within the economic limits. Its assortment satisfies more and more the requirements of single storey buildings in the GDR.

RESUME

Le système en "boîtes de construction" pour les structures à un étage en métal léger, combiné ou non avec du béton armé, permet l'automatisation des calculs, la mécanisation et l'automatisation de l'exécution, ainsi que la mécanisation du montage.

Le système qui englobe les éléments porteurs, les éléments de couverture et une partie des installations techniques est tellement flexible, qu'il remplit pour ainsi dire toutes les exigences d'une construction fonctionnelle, sans pour autant diminuer les avantages de la production en série ou l'économie du matériau.

Ce système réunit les avantages techniques et économiques de la construction métallique et du béton armé, et l'assortiment satisfait d'une manière croissante les besoins en halles à un étage en RDA.

Leere Seite
Blank page
Page vide

Steel Structures for Mass Construction in the USSR

Utilisation de structures en acier pour des constructions en masse en URSS

Stahlkonstruktionen für die Massenverwendung im Bauwesen der Sowjetunion

V.M. BAKHMUTSKYI Dipl.-Ing.
V.V. KUZNETSOV Dipl.-Ing.
B.G. PAVLOV Dipl.-Ing.
CNII Proekt Stal Constructsia
Moscow, USSR

The problems of mass industrial construction in the U.S.S.R. arised in 1929 in connection with realization of tasks in the I-st Five - Year Plan of national economy development.

A sudden jump in rates and volumes of the capital construction was possible only in industrialization conditions. New principles and methods for designing and fabrication, adequate to the tasks, were required instead of designing with the use of unlimited variety of both volumetric-planning and structural solutions of steel structures and semi-homemade piecework production of them.

The regulation of structural parameters for buildings of the machinery industry with a simultaneous unification of crane facilities, carried out in 1933 was an important event with respect to mass construction regulation.

Extremely short terms taken for designing during the period of rapid development of national economy have brought to the fact, that the best projects of steel structures have been repeatedly used and then have been approved as standard projects.

Subsequently the transition was accomplished from standardization of simple auxiliary buildings and installations (garages, storages, boiler houses, fire stations, etc.) to development of standardized units of principal production.

The standard projects for buildings of oil-refining, machine-constructing, coal industry and other branches of national economy have been worked out by different design offices by the middle of the thirties.

The standard sections of single-storey industrial buildings, approved in 1939 and then being improved more than once have been of great importance in the process of steel structure standardization.

They are of interest in relation to highly consistent (for that time) conducting of principles of structural parameter unification.

Thus, in standard sections, column spacing and also vertical dimensions of buildings up to level of crane rail and bottom of roof carrying structures were unified.

Together with standardization of buildings of fixed technological purpose and development of mobile sections providing for arrangement of different industries, at the same period it was undertaken an elaboration of standard members, including the most frequently used steel members of the building framework, namely, crane girders, monitors for lighting and aeration and roof trusses.

In some cases all-union standards for individual installations and structural members of mass use were developed, for example, standards for steel window and monitor sashes of industrial buildings, fuel tanks, gas-holders, etc.

It can be seen, that the transition from individual designing for separate building and installation to standard structures was started from obtaining and fixation of the most generally used spacing, bays and heights. On the basis of them standard projects of buildings for a virtual technological process were developed and subsequently the transition was accomplished to standard sections of universal use allowing to obtain and develop individual standard structures designed to be used in the buildings of different purpose.

An introducing of all-state unified modular system ("EMC") pointing out a procedure for direction and coordination of volume, planning and structural parameters of buildings and installations in residential, civil, agricultural and industrial construction contributed to realize standardization works.

It shall be noted, that designers have hardly managed to solve the encountered problems at the beginning of intensified construction in the country and their principal trains were directed to simplification in designing and reduction of terms for project execution, but as time proceeds and in the course of industrial base development they began to give great attention to a production aspect of standardization.

And at present the standard superstructures of railway bridges worked out in the fourties may serve as the example of successfull conducting of modular system principles and subjecting structural form to tasks of the jig method introduction in manufacture of members.

A critical consideration of state of single-storey industrial buildings from the point of industrialization in manufacture of them, carried out in the fifties, showed, that elaboration of standard projects on the basis of unified modular system ("EMC") and virtual technological requirements had nevertheless brought to an unacceptable variety of building types and an increase in number of standard sizes of structural members.

A great analytic work of designers together with profes-

sional technological enterprizes was required in the field of further unification of structural parameters, at first within the limits of separate branches and subsequently also on inter-branch unification in the course of which a system of enlarged modules was developed and nomenclature of framework members the most widely used, was revealed.

It shall be noted, that the development of industrial production of precast reinforced concrete structures for residential and industrial construction was a stimulus of a sharp reduction in a number of standard sizes for structural members.

The process of finding methods for reduction in a number of members being distinguished, the most expedient from the point of the whole national economy, was accompanied by establishing of methods of technical and economical studies of efficiency of digram and dimension unification and also structure standardization and contributed to a successfull development of standard designing not only in reinforced concrete structures but also in metal structures.

Purposeful activities of engineers and architects for many years in the field of standardization and unification in a constructional designing resulted in obtaining a modern type of industrial building characterized by simplicity of diagram and volumetric solution, clearness of divisions and the minimum set of industrial production members.

The sets of standard members for the structures made of different materials including steel began to be worked out in conformity with unified gabarite diagrams for buildings of branch and inter-branch purpose, the most widely used.

In 1962 in Cniiproectstalconstructsia a catalogue was issued intended for standard steel structures for industrial construction in which all standard structures of single-storey industrial buildings worked out during the period of 1954 to 1962 were unified.

The structures and products which formed the catalogue were intended for an obligatory application by all design and construction enterprises of the country and permitted to complete entirely buildings of different purpose with unified structural parameters, designed both in a steel and combined framework.

The optimum conditions of the catalogue standard structures were secured by a high skill of executors, choise of the best solution from a great number of variants taking into account complex criteria of steel cost, expenditure and labour-consuming character in manufacture and erection.

The catalogue structures covered buildings with bays equal to 24, 30 and 36 m, provided with cranes of load carrying capacity up to 75 tons in case of height up to 18 m; the load on the roof was provided from 250 to 750 kg/m² (column spacing equal to 6 and 12 m was permitted).

The catalogue gave the designer an opportunity to compose industrial buildings of set of economical structures of roof trusses, columns, crane girders, trusses and monitors for lighting and aeration, carefully worked out.

At the same time the catalogue contained too many standard

sizes, although the structures for regions with low temperatures and increased seismic load were not presented in it. (See table 1 for standard sizes of roof trusses)

T a b l e I

Number of shipping members for standard roof trusses

Span m	Steel class	1962										1971				1972
		Slabs 1,5 x 6m	Slabs 3 x 6m	Slabs 3 x 12m	Additional shipping members for suspended transport		Summary	Coefficient of increasing members acc. to different slopes of roof	Coefficient of increasing members acc. to adjustments of wall (0 and 250mm)	Coefficient of increasing members acc. to different temperatures of service	Summary taking into account coefficients	Slabs 3 x 6 m and 3 x 12 m	Coefficient of increasing members acc. to adjustments of wall (0 and 250 mm)	Coefficient of increasing members acc. to different temperatures of service	Summary taking into account coefficients	Slabs 3x6m and 3x12m
					Slabs 1,5x6 m	Slabs 3x6m										
18	C24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C35+C24	6	11	-	9	6	32	2	2	2	384	10	3	2	60	10
24	C24	6	6	7	-	-	19	2	2	2	152	-	-	-	-	-
	C35+C24	6	5	6	13	11	41	2	2	2	328	9	2	2	36	9
30	C24	7	7	8	-	-	22	2	2	2	176	-	-	-	-	-
	C35+C24	7	6	8	16	13	50	2	2	2	400	9	2	2	36	9
36	C24	7	8	8	-	-	23	2	2	2	184	-	-	-	-	-
	C35+C24	7	7	7	15	12	48	2	2	2	384	9	2	2	36	9
Total:											2008				168	37

Subsequently a number of standard sizes was essentially reduced as a result of refusal from excessive variance of diagrams and steel grades being used, increase of load gradations and refusal from rare parameters and inner unification.

Simultaneously detailed drawings for standard steel structures, common for all plants, were elaborated according to the proposals of the enterprises making steel structures. So, the industrial direction of standardization has obtained a further development.

And at present the standard structures as well as nomenclature and some standard sizes of them are in progress. Every year the studies of standard structure application are carried out in design offices, at the plants for structural steelworks and in the field; shortcomings are revealed and eliminated.

The research and experimental studies are realized which are intended for working out perspective standard structures and new technological procedures for a specialized production of them.

In our country the use of standard steel structures grows from year to year. A relative increase of volumes in manufacture of standard steel structures for industrial buildings for the

last five years is shown in table 2.

T a b l e 2

Use of standard structures in per cent

/Total weight of structures of the given type is accepted as 100%/

Structure description / Years	1966	1967	1968	1969
Roof trusses	43,0	45,0	48,0	52,0
Crane girders	32,0	29,0	34,0	57,0
Monitors /lighting and aeration/	77,0	80,0	91,0	97,0
S a s h e s	100,0	97,0	100,0	100,0
Stairs, platforms and railing	16,0	17,0	33,0	27,0

The results of the study carried out in relation to the problem of using roof trusses and crane girders in terms of loads and bays are given in figures 1, 2, 3 and 4.

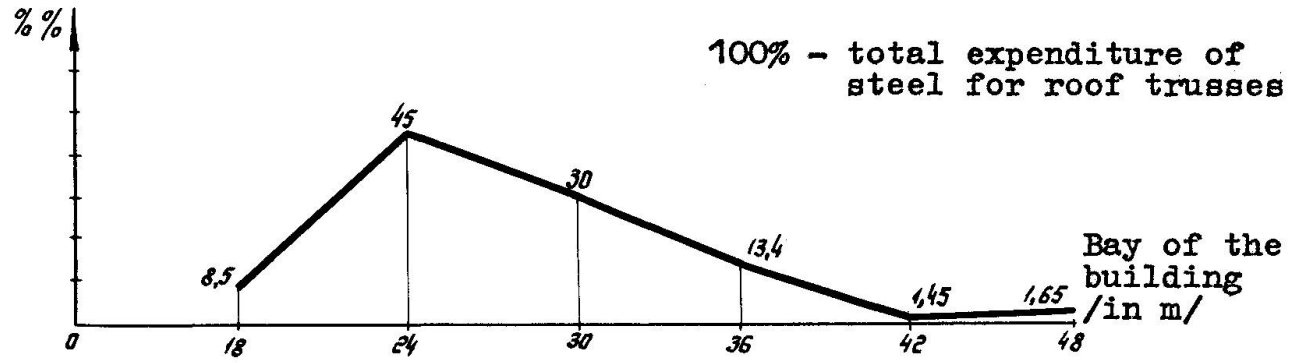


Fig. 1. Use of roof trusses in per cent in terms of the building bay

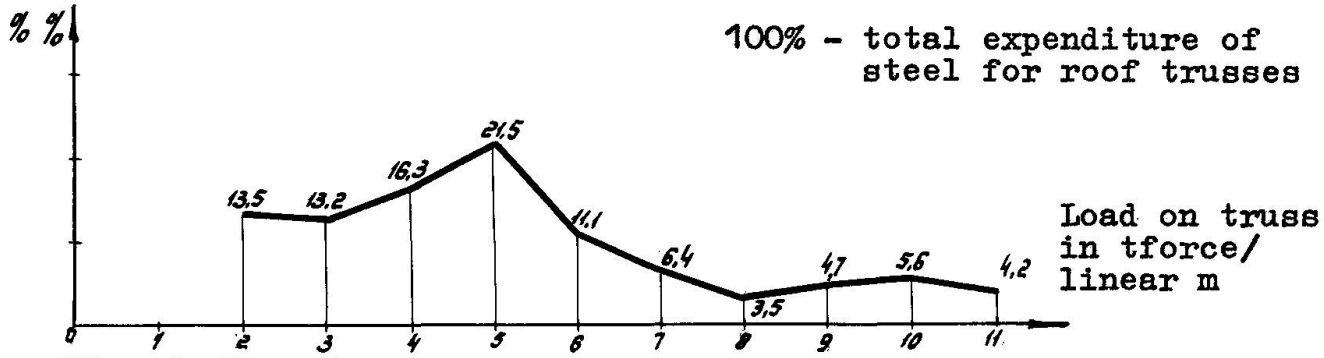


Fig. 2. Use of roof trusses in per cent in terms of load effected on the truss

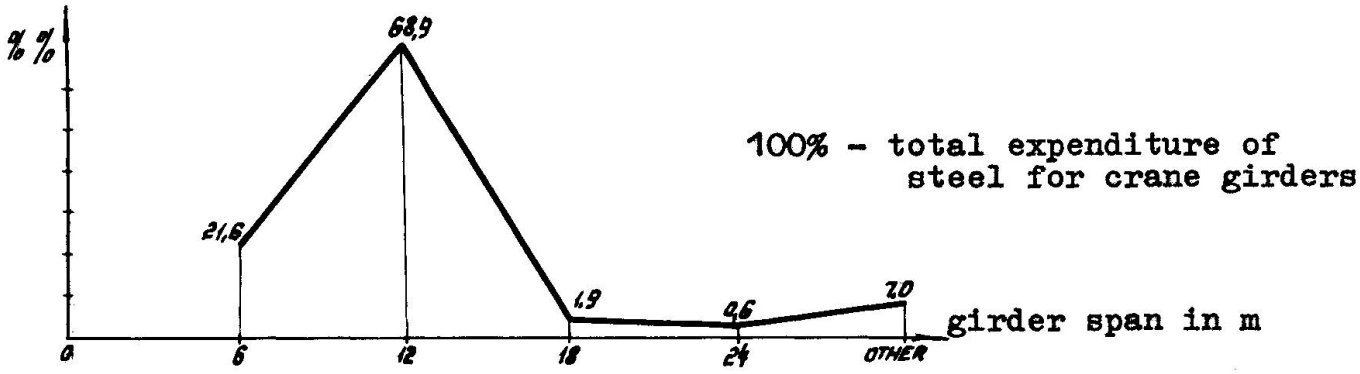


Fig.3. Use of crane girders in per cent in terms of girder span

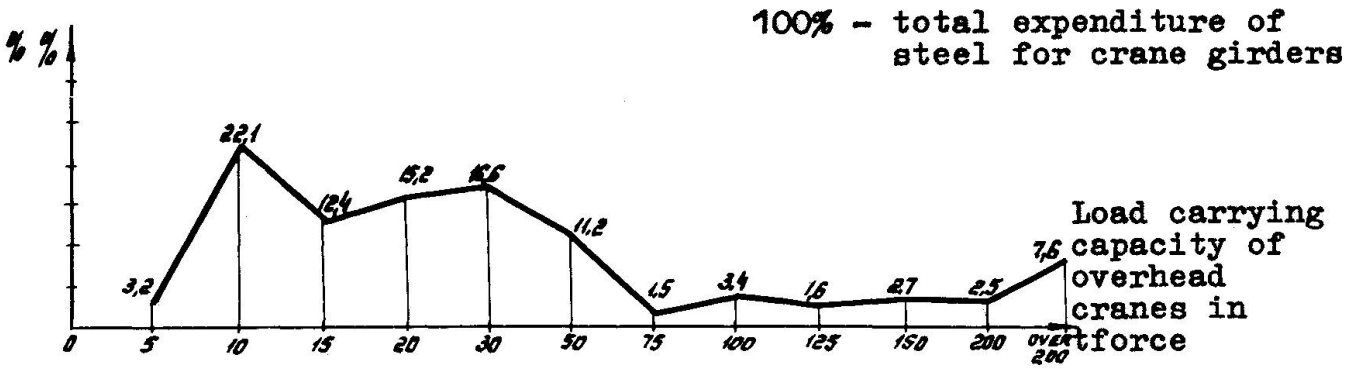


Fig.4. Use of crane girders in per cent in terms of load carrying capacity of overhead cranes

To give a correct estimate to the development of standardization and unification it is necessary to take into account some specific features of the U.S.S.R. which essentially increase variety of types in the structures for mass construction, namely: presence of permanently frozen soils and "sedimentary" soils (soils which are characterized by sedimentation in wetting) and regions with high snow and wind loads, high seismic loads and low temperatures (up to - 65°C).

A wide introduction of carrying precast reinforced concrete structures into the construction field and some limitations in the steel use during a definite period have brought to a nearly complete refusal from steel structures in the undustrial buildings with light and medium cranes. In connection with it the range of steel framework application in buildings was sharply reduced and the steel structures were transferred from the range with high recurrence to the range with low recurrence; it gave additional difficulties in standardization of steel structures.

The progress in the ferrous metal industry providing for increase of steel melting, steel application in construction and also technical and economical studies carried out by some enterprises according to a common plan and intended to determine efficiency and the range of rational application of the structures made of different materials in buildings and installations permitted recently to eliminate some limitations and considerably extend the limits of expedient use of steel in the industrial

building frameworks and for the installations.

At present the following nomenclature of standard steel structures for single-storey industrial buildings is used in the U.S.S.R.:

1. Roof trusses and trusses under roof with the use of steel profiled galvanized flooring, precast reinforced concrete slabs 1,5 x 6; 3 x 6; 1,5 x 12 and asbestos-cement corrugated sheets in case of the building bays equal to 18, 24, 30 and 36 m.

2. Monitors for lighting and aeration and aeration monitors.

3. Columns for the buildings with cranes of load carrying capacity from 5 to 160 tforce with column spacing equal to 6 and 12m and height from 8 to 22,6m for the same 4 bays.

4. Noncontinuous and continuous crane girders under cranes of load carrying capacity up to 200 tforce in case of girder spans equal to 6,12 and 24 m.

5. Girders for suspended transport ways; girder span is 6 m; cranes of load carrying capacity from 1 to 5 tforce.

6. Maintenance and transition platforms and stairs.

7. Window and monitor sashes.

The members of standard structures are worked out for usual conditions of application, for application in regions with increased seismic load conditions (7, 8, 9 points) and also for regions of Siberia and the far North. (Design temperatures of operation and erection -40°C and under).

Use of two types of steel is provided in these structures:

a) Low-carbon conventional steel of "C24" class. (In this case and subsequently the number of steel class is equal to a rated yield point in kgf/mm2);

b) Low-alloy steel of "C35" class.

The structures with a combined application of steel are widely used in standard structures, e.g.:

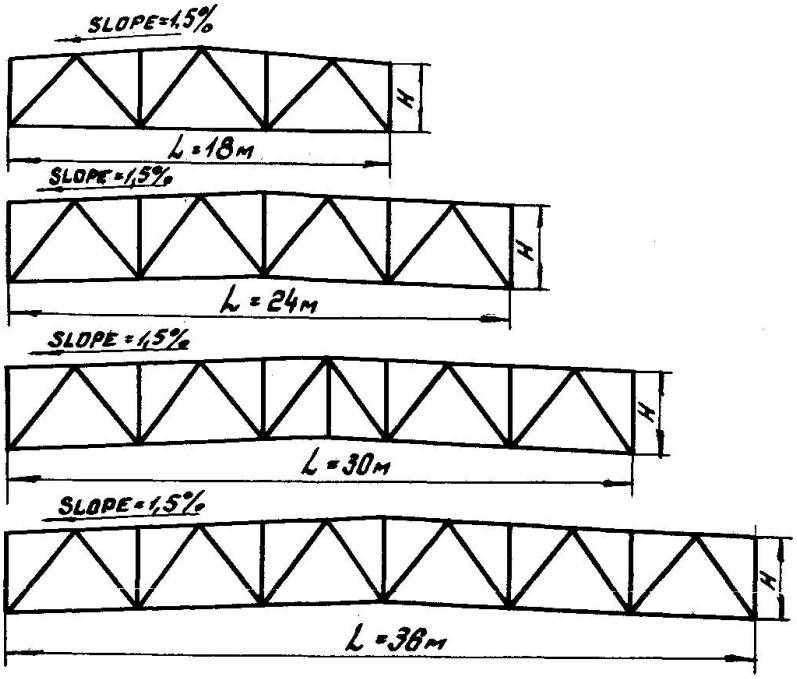
- roof latticed trusses with chords of steel of "C35" class and lattice of "C24" class steel;

- crane girders of welded I-beam sections with chords of "C35" class steel and wall of "C24" class steel.

Open and closed cold-rolled shapes are widely used together with hot-rolled shapes.

The shop connections of members are designed to be welded by means of electric-arc and resistance welding. The field connections are welded by means of electric-arc welding and bolted by means of convenient and high-strength bolts.

The principal parameters of standard steel columns, roof trusses and crane girders are given in fig. 5, 6, 7.



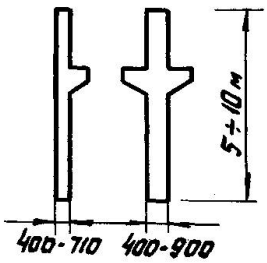
The structural material:
Chord-steel of class "C35"
Lattice-steel of class "C24"

Shapes being used
-hot-rolled angles

Joint connections
Electric arc welding

Fig.5 Diagrams of standard roof trusses

a) Plate columns

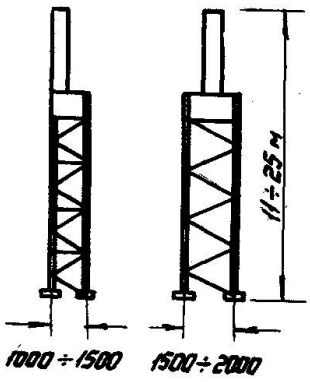


The structural material
Steel of class "C24"

Shapes being used
Welded I-beams

Connections
Electric arc welding

b) Latticed columns



The structural material
Steel of class "C24" or "C35"

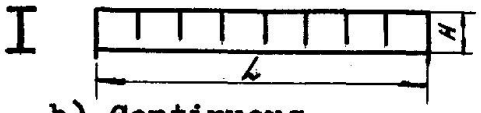
Shapes being used
Top-welded I-beams

Branches of bottom part-rolled or welded I-beams; lattice-hot--rolled angles

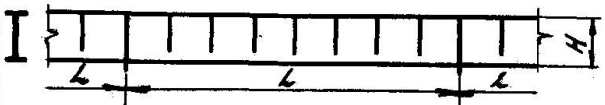
Connections
Electric arc welding

Fig.6 Diagrams of standard columns

a) Non-continuous



b) Continuous



Span of girders;height
L=6;12;24m; H=700-2900mm

The structural material
1. Light and mean duty
Chords-steel of class "C35".
Wall-steel of class "C24"

2. Heavy duty
Chords and wall-steel of class "C35"

Shapes being used
Welded I beams

Connections
Electric arc welding

Fig.7 Diagrams of standard crane girders

As it was already mentioned, the existing standard steel structures are designed to be used in all-steel frameworks as well as in combination with standard reinforced concrete structures. So, for example, steel monitors for aeration and lighting are provided to be placed on both steel and reinforced concrete roof trusses.

The steel roof trusses and trusses and also steel crane girders are provided to be placed on both steel and reinforced concrete columns.

Since 1962 when the 1-st catalogue of standard steel structures for industrial buildings was issued, the nomenclature of members for structures of roof has been essentially changed.

The demand for structural steelworks, considerably increased for the last time required an accelerated construction of new large-scale works and a simultaneous development of the technological procedure of manufacturing in the enterprises which are in operation and which are to be put into operation.

A complex consideration of all steel structures which shall be manufactured during a year and their classification based on the principle of community for equipment being used, fitting out and technological procedures permitted to realize a primary specialization of works according to types of structures.

In this case it became possible to use more narrow specialization of shops, bays and sections for production of members of the same type and arrangement of their continuous high mechanized manufacture in some works.

To the greatest extent it is correct for the standard steel structures of single-storey industrial buildings.

The achived volumes of actual using standard structures in manufacturing and a forecasted further increase of volumes with a simultaneous reduction in the number of standard sizes provide a continuous steady operation of narrow-specialized continuous production lines.

To realize the above-mentioned development of the production field research, experimental and design works are intensively carried out in the U.S.S.R. to establish specialized continuous production lines, sections, shops and the whole plants.

On a large scale the works are carried out to improve structural solutions of standard steel structures, introduce efficient shapes (electric-welded thin-walled pipes, open and closed cold-formed shapes, wide-flange I-beams and profiled flooring) and high-strength steels and also to improve technological properties of standard structures for their adaptation to a mechanized continuous production process of manufacturing.

At the same time great attention is given to working out of efficient types of connections with the use of both resistance and automatic arc welding and also high-strength and convenient bolts.

Some aspects of development and use of standard steel structures for frameworks of single-storey industrial buildings of mass purpose are described in the report. Over a half of all steel structures being manufactured in the country is

consumed by this variety of industrial construction. But the whole volume of works on standardization and unification in the field of structural metalworks is not covered by this.

Separate types of steel installations are characterized by extremely great recurrence; in connection with it the standard structures are to be worked out for them and to be used.

The aforesaid applies first of all to the tanks for different liquids and gases, antenna devices of communication, supports of electric transmission lines, conveyer galleries and supports of pipe-lines.

The problems of standardization for these specific installations are of great interest, however are not covered by this report.

SUMMARY

1. The structural steelworks are widely used in mass industrial construction of the U.S.S.R.

2. The principal direction of unification in the U.S.S.R. is development of standard members for the structures (trusses, columns, beams, etc.) of mass purpose.

3. The continuous development of standard structures and the increase of their recurrence (reduction of standard size number) have established at present bases for transition to manufacturing of structures in automatized continuous production lines.

RESUME

1. Les structures en acier sont largement employées pour les constructions industrielles de l'URSS.

2. En URSS, on tend principalement à standardiser les éléments de structures (treillis, colonnes, poutres) pour les produire en grande série.

3. Le développement continuel de la construction d'ouvrages standards et l'accroissement des séries (réduction du nombre des variantes) ont conduit à l'automatisation de la production.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Stahlbauten werden in der U.S.S.R. weitgehend nach industrieller Massenverfertigung verwendet.

2. Die Hauptrichtung der Vereinheitlichung in der U.S.S.R. ist die Entwicklung von Standardbauteilen für die Konstruktion (Fachwerke, Stützen, Träger usw.) zum Zwecke der Massenfertigung.

3. Die dauernde Entwicklung von Standard-Bauwerken und deren vermehrte Wiederkehr (Reduktion der Zahl der Standardgrössen) hat gegenwärtig zu Grundlagen für den Uebergang zur Fabrikation von Stahlbauten in automatisierter Fliessfertigung geführt.

Stabnetzfaltwerke, ein neues Konstruktionssystem des Metalleichtbaues für eingeschossige Gebäude der Industrie, der Landwirtschaft und des Gesellschaftsbaues

Recticulation Girders, a New Construction System of Light Metal for Single Storey Buildings for Industries, Agriculture and Meeting Houses

Entrelacs en treillis, un nouveau système de construction métallique légère pour halles de l'industrie, de l'agriculture et pour bâtiments de réunions

Dipl.-Ing. STOLLBERG Dipl.-Ing. NIER
Deutsche Bauakademie
Institut für Industriebau
Berlin, DDR

1.o. Einführung

Die Hauptrichtung im Bauwesen der DDR zur Beschleunigung des Bautempos und zur Erhöhung der volkswirtschaftlichen Effektivität ist gekennzeichnet durch den Übergang zur Anwendung automatisiert gesteuerter Produktionssysteme und einen ständig sinkenden Materialeinsatz je Produktionseinheit.

Die Notwendigkeit der Durchsetzung des Leichtbaues und dabei insbesondere des Metalleichtbaues in der industriellen Entwicklung des Bauwesens wird damit besonders deutlich.

Neben den Stahlbetonkonstruktionen und den traditionellen Stahltragwerken, wie Fachwerkbinder, Stützen- und Rahmensystemen, haben in den letzten Jahren die räumlichen Fachwerkkonstruktionen größere Bedeutung erlangt. Ihre Wirtschaftlichkeit zeigt sich vor allem in dem geringen Stahleinsatz von 15 bis 25 kg/m^2 für das Dachtragwerk einschließlich Pfetten, dem geringen Transportraumbedarf als gute Voraussetzung für Transporte über große Entfernungen, den automatisierten Fertigungsmöglichkeiten, der Anwendung moderner Montagetechnologien mit großflächigen Bauteilen und den erreichbaren kurzen Bauzeiten.

In Erkenntnis dieser Möglichkeiten hat das Institut für Industriebau der Deutschen Bauakademie zu Berlin gemeinsam mit einem Produktionsbetrieb der DDR räumliche Fachwerkkonstruktionen aus Stahl entwickelt, die sich auf automatisierten bzw. hochmechanisierten Fertigungsstraßen herstellen lassen. Sie wurden auf der Grundlage eines Baukastensystems als universell einsetzbare Dachtragwerke für eingeschossige Mehrzweckgebäude entwickelt. Mit der Serienproduktion dieser räumlichen Fachwerkkonstruktionen wurde 1969 begonnen.

2.o. Konstruktion

Die Tragkonstruktion besteht aus nur zwei Hauptelementen, den Stäben aus Stahlrohr und den Verbindungselementen für die Knoten aus höherfestem Stahl. Das Knotensystem IfI besteht aus konischen Kopfstücken, welche zwischen zwei geschmiedeten Deckeln sitzen und

durch einen Schraubenbolzen, M 2o, fixiert werden. An diese Kopfstücke werden die gequetschten Rohre angeschweißt (Bild 4). Die Kopfstücke und Deckel werden in großen Stückzahlen spanlos nach rationellen Technologien kostengünstig gefertigt. Das technische Leistungsvermögen und die Wirtschaftlichkeit der Konstruktion wird entscheidend durch die Knotenverbindung beeinflußt.

Die vom Institut für Industriebau entwickelte Knotenverbindung "System IfI" ist für ein- und zweilagige Systeme gleichermaßen anwendbar. Sie gestattet den Anschluß von max. 8 Stäben bei Stabneigungen von o – 45°. Vorzugsweise kommt sie bei den einlagigen Systemen für die Stabnetzwerktonne "Typ Ruhland" (Bild 1) und bei den zweilagigen Systemen für das Stabnetzfaltwerk "Typ Berlin" (Bild 2) und 3) zur Anwendung. Die maximale Stabanschlußkraft erreicht Werte bis 3o Mp. Für die Knotenverbindung ist in verschiedenen Staaten ein Schutzrecht erteilt worden.

Optimierungsuntersuchungen der Tragkonstruktion unter Einbeziehung der Dacheindeckung führten zu einem Knotenpunktraster von 3ooo x 3ooo mm als Optimum, bei welchem auf ca. 4,7 m^2 Grundfläche eine Knotenpunktverbindung und auf 1,35 m^2 Grundfläche ein Stab fallen. Dieses Raster von 3ooo x 3ooo mm bietet günstige Voraussetzungen für technologische Einbauten und untergeängte Decken ohne aufwendige Hilfskonstruktionen. Kanäle bis 11oo mm Durchmesser können innerhalb der Konstruktion angeordnet werden.

3.o. Automatisierte Fertigung

Die geraden bis maximal 4,o m langen Stäbe werden in einer automatisierten Fertigungsstraße einschließlich endgültiger Konservierung hergestellt. Ihr Höchstgewicht beträgt ca. 5o kg.

Als Ausgangsmaterial werden nicht vorbehandelte Stahlrohre verwendet, die über eine Strahlkiesanlage einer hydraulischen Presse zwecks Schweißvorbereitung und Trennung zugeführt werden. In dem nachgeschalteten Schweißaggregat werden sodann die Kopfstücke in stehender Position angeschweißt.

4.o. Korrosionsschutz

Der endgültige Korrosionsschutz wird bereits innerhalb der Fertigungsstraße automatisiert aufgebracht. Die Konservierung der Stabelemente besteht aus einer dreimaligen elektrostatischen Farbbeschichtung auf Alkyd-Amminharzbasis. Die nachträglich einzubauenden Verbindungselemente sind verzinkt. Durch Spezialpaletten wird ein beschädigungsfreier Transport zur Baustelle ermöglicht.

5.o. Transport

Vorteilhaft wirken sich die relativ kleinen Abmessungen der Einzelstäbe, das geringe Gewicht der Konstruktion und der geringe Transportraumbedarf durch die in Paletten stapelbaren Einzelstäbe insbesondere für eine zentrale Fertigungsstätte aus. Ein Dachsegment 12,o x 18,o m mit 216 m^2 wiegt zum Beispiel nur etwa 4,o t und benötigt einen Transportraum von knapp 1o m^3.

6.o. Anwendungsbereich

Die räumlichen Fachwerkkonstruktionen besitzen eine große Variabilität und sind flexibel einsetzbar. Aus gleichen Hauptelementen sind nahezu alle Konstruktionsformen zur Überdeckung eingeschossiger Gebäude, wie Pult-, Sattel-, Schmetterlings- und Sheddächer aber auch Tonnen und Kuppeln herstellbar. Mit ihnen ist ein großer Teil der Bedarfsanforderungen des Industriebaues, der Landwirtschaft und des Gesellschaftsbaues zu erfüllen. Der Anwendungsbereich erstreckt sich wegen des AA von 12,o m auf vorzugsweise großflächige Hallen mit und ohne Kranbahn, die für Produktionsgebäude der Industrie, Lagerhallen, Unterstelleinrichtungen bis zu repräsentativen Gebäuden, wie Sportbauten, Ausstellungshallen usw. einsetzbar sind.

Besonders geeignet sind Raumfachwerke bei abgelegenen Baustellen in unwegsamen Gebieten, bei relativ schlechten Baugrundverhältnissen, für Gebäude mit begrenzter Standzeit, für Standorte in wärmeren Klimazonen, in denen Schneelasten eine untergeordnete Rolle spielen und für erdbebengefährdete Gebiete.

Als massenhaft gefertigte Serienkonstruktionen kommen vor allem Stabnetzwerktonnen als einlagige Systeme und Stabnetzfaltwerke als zweilagige Systeme zur Ausführung.

7.o. Berechnungsgrundlagen

Zur Berechnung werden die Stabnetzkonstruktionen als räumliche Fachwerksysteme aufgefaßt. Die Berechnung erfolgt mittels eines Verschiebungsgrößenverfahrens.

Für die vielfach statisch unbestimmten einlagigen Systeme erfolgt die Berechnung nach der Theorie 2. Ordnung. Bei den in ihrem Verformungsverhalten einfacheren zweilagigen Systemen erfolgt die Berechnung nach Theorie 1. Ordnung.

Die Berechnungen werden mit einem Rechenprogramm durchgeführt, geschrieben in FORTRAN IV für das Datenverarbeitungssystem IBM 36o/4o. Sie können als Nachweis- wie auch als Bemessungsuntersuchung angewandt werden.

Das Programm liefert für jeden Belastungszustand

- die Knotenverschiebungen mit Überprüfung des Gleichgewichtszustandes in den Knoten,
- Stabkräfte mit Spannungsnachweis,
- die Komponenten der Stützkräfte für die unverschieblichen Knoten,
- die Überprüfung des Gleichgewichtes am gesamten Tragwerk und abschließend
- die in jedem Stab auftretenden maximalen Stabkräfte mit erforderlichem Stabquerschnitt.

Der Anwendungsbereich ist durch folgende maximalen zulässigen Parameter eines Tragwerkes gegeben:

Anzahl der verschieblichen Knoten	333
Knotenpunkte insgesamt	4oo
Stabanzahl	12oo

Durch Symmetriebetrachtungen können diese Werte vervielfacht werden.

8.o. Stabnetzwerktonne (Beispiel für einlagige Systeme)

In Auswertung der Anforderungen durch die Bedarfsträger, der technischen Möglichkeiten der Konstruktion und unter Berücksichtigung der geometrischen Besonderheiten sind folgende Konstruktionssysteme entwickelt worden (siehe Bild 1):

	s_B	s_1	s_h	K/W	Zuläss. Schneebelastung +) entspr. Schneegebieten für 7o kp/m²	14o Grundfl.	Die Eigengewichtslasten betragen: g Konstrukt. kg/m²	g Dachhaut
1	16,66	3o,o	5,4o	K/W	x	x	= 12	= 18
2	19,12	3o,o	9,2o	K/W	x	x	= 12	= 18
3	19,12	42,o	9,2o	K/W	x	x	= 12	= 18
4	24,o	3o,o	9,8o	K/W	x	–	= 12	= 18
5	24,o	36,o	9,8o	K/W	x	–	= 12	– 18

K = Kaltbau
W = Warmbau
+) In Abhängigkeit von der Tonnenform sind die Schneelasten abgemindert worden.

Technologische Lasten können im Rahmen der nicht ausgenutzten Eigengewichtslasten vorgesehen werden.

Die Gebäudeabschnitte sind längs reihbar. Anstelle der Giebelstützen können die gesamte Hallenbreite frei überspannende Fachwerkrahmen eingesetzt werden.

Die Lasten aus der Dachhaut werden bei den kleineren Tonnensystemen direkt in die Systemstäbe des Neztwerkes eingeletet. Bei größeren Systemen und bei den im nächsten Abschnitt behandelten Stabnetzfaltwerken werden die Lasten aus der Dachhaut über Pfetten in die Knoten eingeleitet.

Den Stabnetzwerktonnen liegt ein Raster von 2,o bis 2,4o m in der Querrichtung und 3,o – 4,o m in der Längsrichtung zugrunde. Unter Berücksichtigung der Krümmung und der Randknoten ist umgerechnet auf ca. 5,5 m² ein Knoten vorhanden.

Die Anzahl der Verbindungsmittel ist für die Leistungsfähigkeit und die Wirtschaftlichkeit der Raumfachwerkkonstruktionen von entscheidendem Einfluß. Zu kleine Systemraster erhöhen die Knotenanzahl und damit die Materialkosten und den Vorfertigungs- und Montageaufwand.

Toröffnungen sind an den Längsseiten im Systemmaß 3,o x 3,o m und an den Giebelseiten entsprechend den Anforderungen möglich. Neben der Stützbocklösung können die Tonnenstäbe im System auch bis zu den Fundamenten geführt werden.

Bewährt in seiner Tragwirkung hat sich eine kostengünstige und nahezu ohne manuellen Aufwand herstellbare Bohrlochgründung.

Durchgeführte Untersuchungen haben gezeigt, daß derartige einachsig gekrümmte Dachtragwerke auch für weitgespannte Hallen bis 6o,o m Spannweite wirtschaftlich ausführbar sind.

Als Dacheindeckung wird Wellalu-Profilband mit 25 mm Wellenhöhe verwendet. Die Befestigung erfolgt mit Hakenschrauben. Das Aluband paßt sich der Krümmung der Tonne an.

Die Tonne wird zweckmäßigerweise auf der Hallenebene vormontiert. Mit Hebeböcken werden die Längsseiten dann nacheinander auf die vormontierten Längsstützenreihen aufgesetzt. Anschließend werden die Giebelstützen montiert.

Die Montage der Wellalueindeckung erfolgt mit vormontierten Bändern, die über die ganze Bogenlänge reichen.

9.o. Stabnetzfaltwerke (Beispiel für zweilagige Systeme)

Das Produktionssortiment 197o des VEB Metalleichtbaukombinat umfaßt folgende Konstruktionssysteme: (siehe Bild 2)

s_B (m)	AA (m)	K/W/O	Zul. Gesamtbelastung der Dachkonstruktion kp/m^2
12,o	12,o	K/W/O	14o/17o/25o
18,o	12,o	K/W	14o/17o/22o
24,o	12,o	K/W	14o/17o/2oo
3o,o	12,o		14o/17o
36,o	12,o		14o

s_B = Spannweite

AA = Achsabstand = Breite der Montageeinheit (Segment)

O = offene oder teilweise geschlossene Gebäude.

Technologische Lasten können im Rahmen der nicht ausgenutzten Gesamtbelastung der Dachkonstruktion vorgesehen werden.

Beliebige Gebäudeformen sind durch Längs- und Querreihung möglich. Dilatationsfugen sind i.a. nicht erforderlich, da die Segmente statisch bestimmt gelagert sind. Erreichen die Verschiebungen der Randstützen ein für die Dachhaut unzulässiges Maß, so werden die Randschiffe gekoppelt ausgebildet.

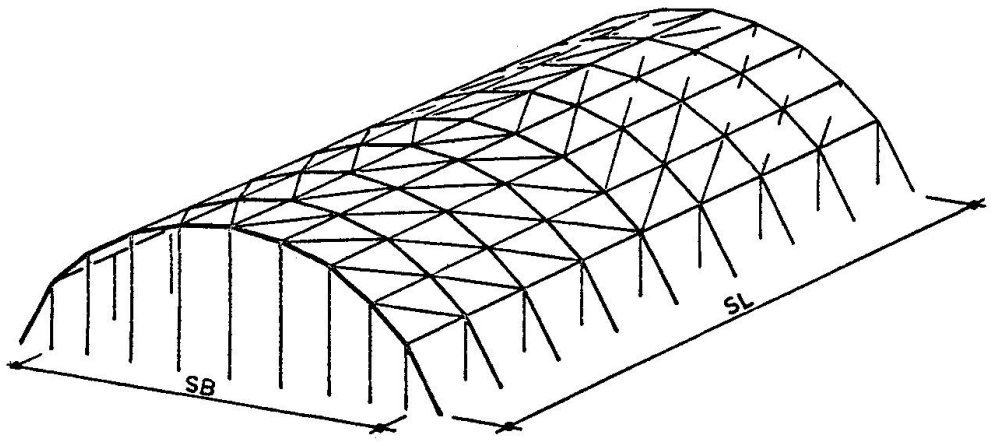
Die Stabnetzfaltwerke bestehen aus faltwerkartig angeordneten Fachwerkträgern, deren Lasten durch an ihren Stirnseiten liegende bleichartige Randträger auf die Stützen übertragen werden. Die Dachlasten werden über Pfetten direkt in die Knoten eingetragen. Das Systemraster beträgt bei allen Segmenten 3,o x 3,o m. Die Systemhöhe beträgt je nach Spannweite und Belastung 1,5o oder 1,8o m.

Die Segmente können sowohl auf Stahl- als auch auf Stahlbetonstützen auflagern. In den freien Randfalten sind zur Stabilisierung des freien Gurtes zusätzliche Querstäbe anzuordnen. Die Funktion dieser Stäbe wird im allgemeinen den Pfetten zugeordnet.

Neben Pult- und Satteldächern sind durch unterschiedliche Auflagerhöhen auch Sheds mit den Stabnetzfaltwerken ausführbar.

Als Tragschicht für die Dacheindeckung sind profilierte Alu- und Stahlbleche geeignet. Bei Warmbauten wird auf diese Tragschicht eine trittfeste Dämmung mit oberer Dachhaut aufgeklebt.

Die geringen Konstruktionsgewichte und die schubsteife Ausbildung der Konstruktion ermöglichen vorteilhaft die Montage von am Boden vorgefertigten möglichst bereits mit Dachhaut verkleideten Segmenten. Die Vormontage erfordert weder Rüstung noch Hebezeuge. Die Montage solcher großflächigen Dachkonstruktionseinheiten kann mit Mobildrehkränen, Derriks oder Hubwagen erfolgen. Montageleistungen von 1500 bis 2000 m^2 je Arbeitstag wurden bereits realisiert.



Hauptparameter

Siehe Abschnitt 8

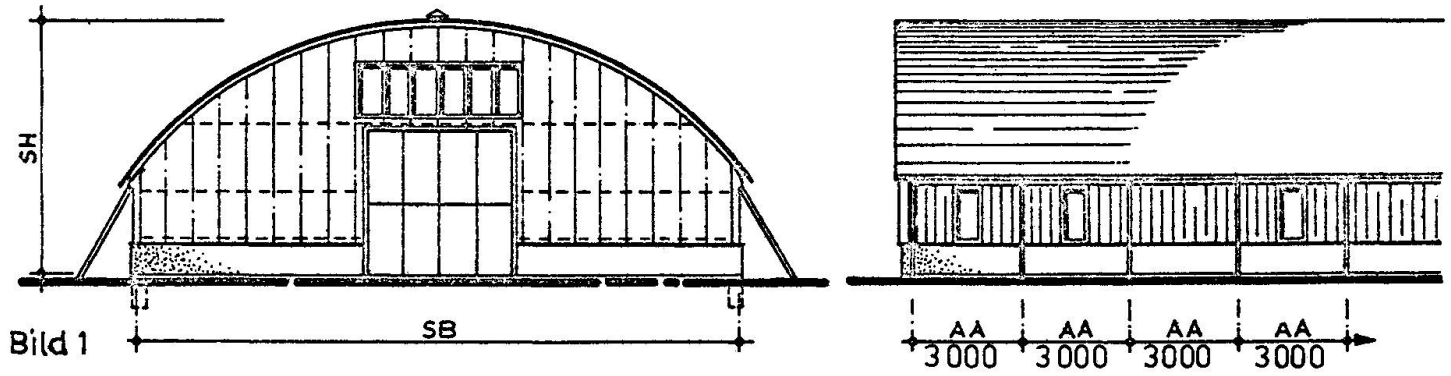


Bild 1

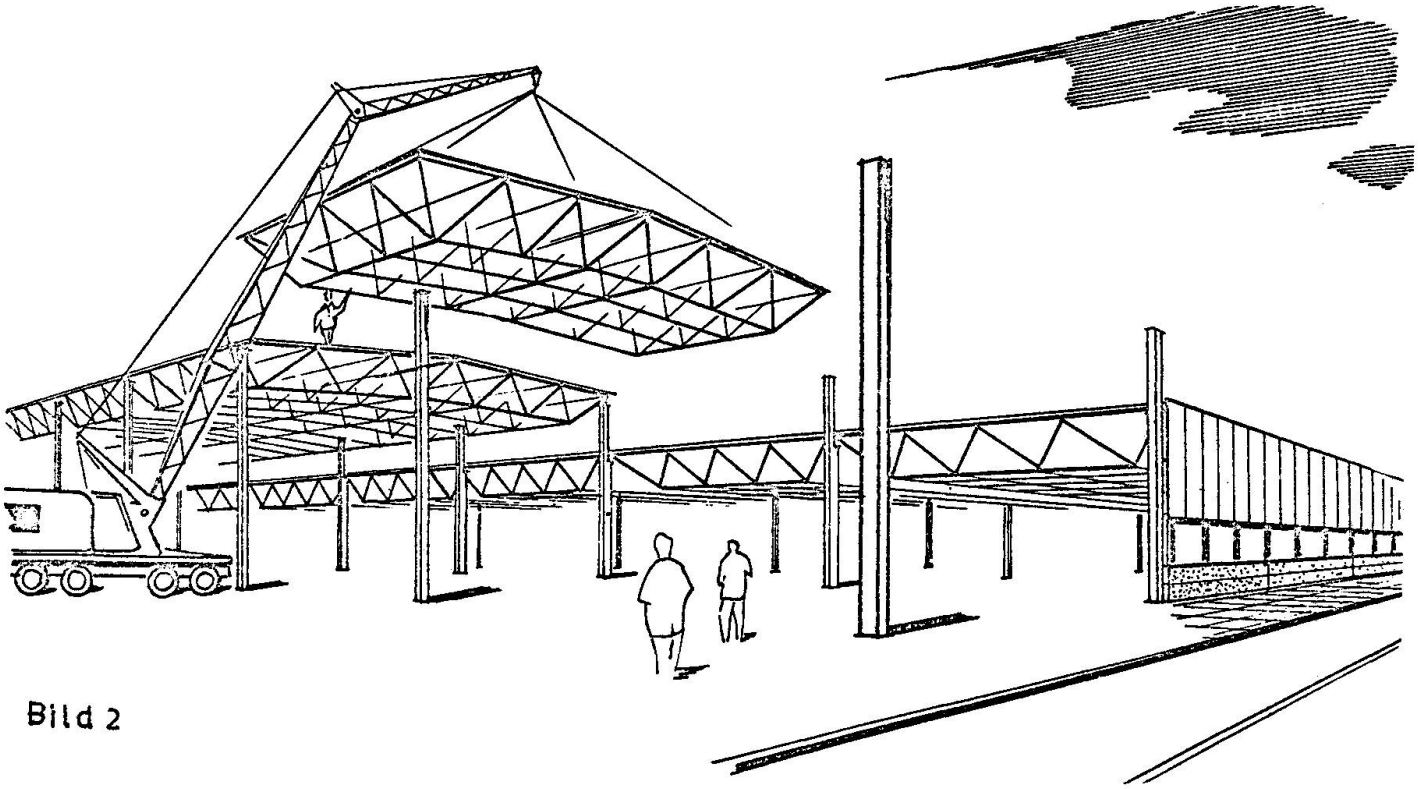
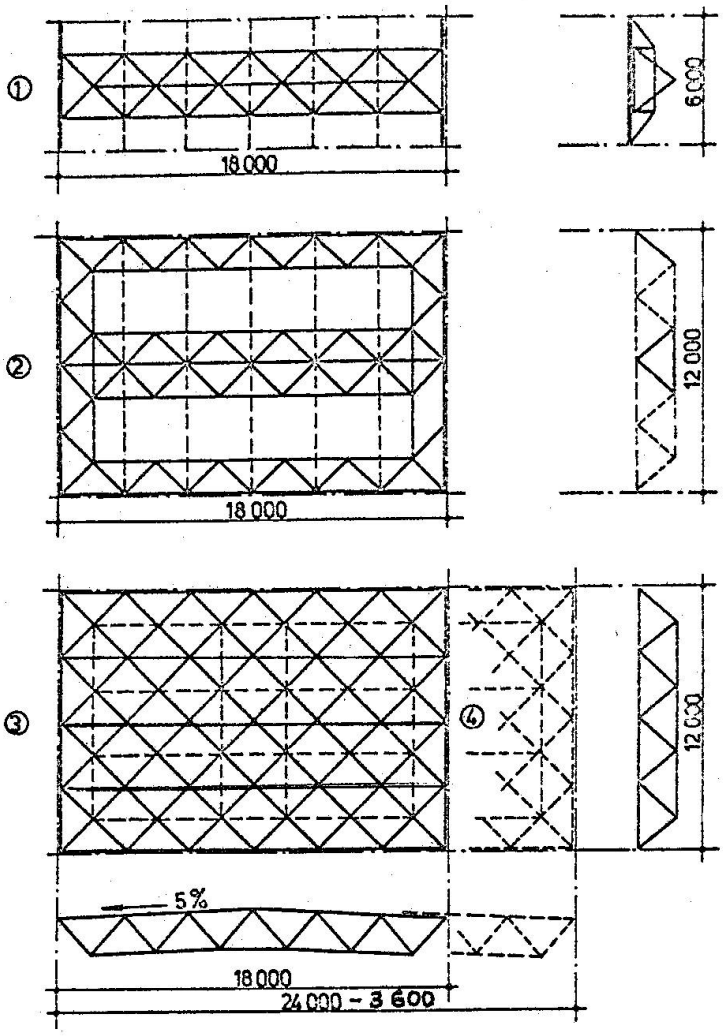


Bild 2



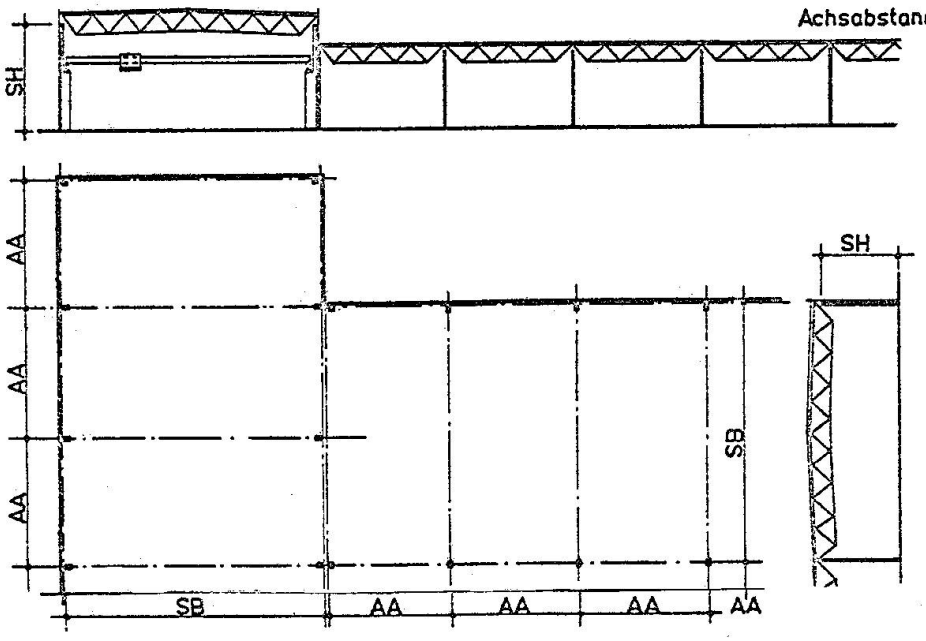
	Raster (mm)	Laststufe (kp/m²)	AA (mm)	Bemerkungen
①	6000 · 18 000	170	6000	vorzugsweise einschiff. oder als Anbau
②	2 · 6000 · 18 000	170	6000	6-fach gestützt
	12000 · 18000	220	12000	4-fach gestützt
③	12000 · 18000	170 220	12000	für mehrschiffige Komplexe
④	12000 · 24000	170	12000	

Lastaufteilung Dach (in kp/m²)

	6000 · 18000 2 · 6000 · 18000 12000 · 18000	12000 · 18000	12000 · 24000
Eigengewicht	60	65	65
Schnee bis	70	100	70
verbleibende Nutzlast	40	55	35
Gesamtlast Dach (Laststufe)	170	220	170

Hauptparameter

Systembreite n · 18000 oder 24000 mm oder 30000
Systemlänge n · 6000 oder 12 000 mm
Systemhöhe 4800 / 6000
mit Profilstahlstützen
(ohne Kranbahneinbau)
7200 / 8400 / 9600 / 10 800 / 12000 mm
mit Stahl – Gitterstützen
für Einträgerbrückenkran
Achsabstand 6000 oder 12 000 mm



Angaben zur Konstruktion

Dachneigung 5%
möglicher Kraneinsatz
Einträgerbrückenkran max 8 Mp
erforderliche Gründung
Hülsenfundamente für Profilstützen
Blockfundamente für Gitterstützen
Stützen
Profil- oder Gitterstützen aus Stahl
bauseits gelieferte Stahlbeton-stützen möglich
Dachkonstruktion
Stabnetzwerkkonstruktion
aus Stahlrohren
Korrosionsschutz
farbkonserviert
Pfetten u. Verbindungsteile feuerverzinkt

Bild 3

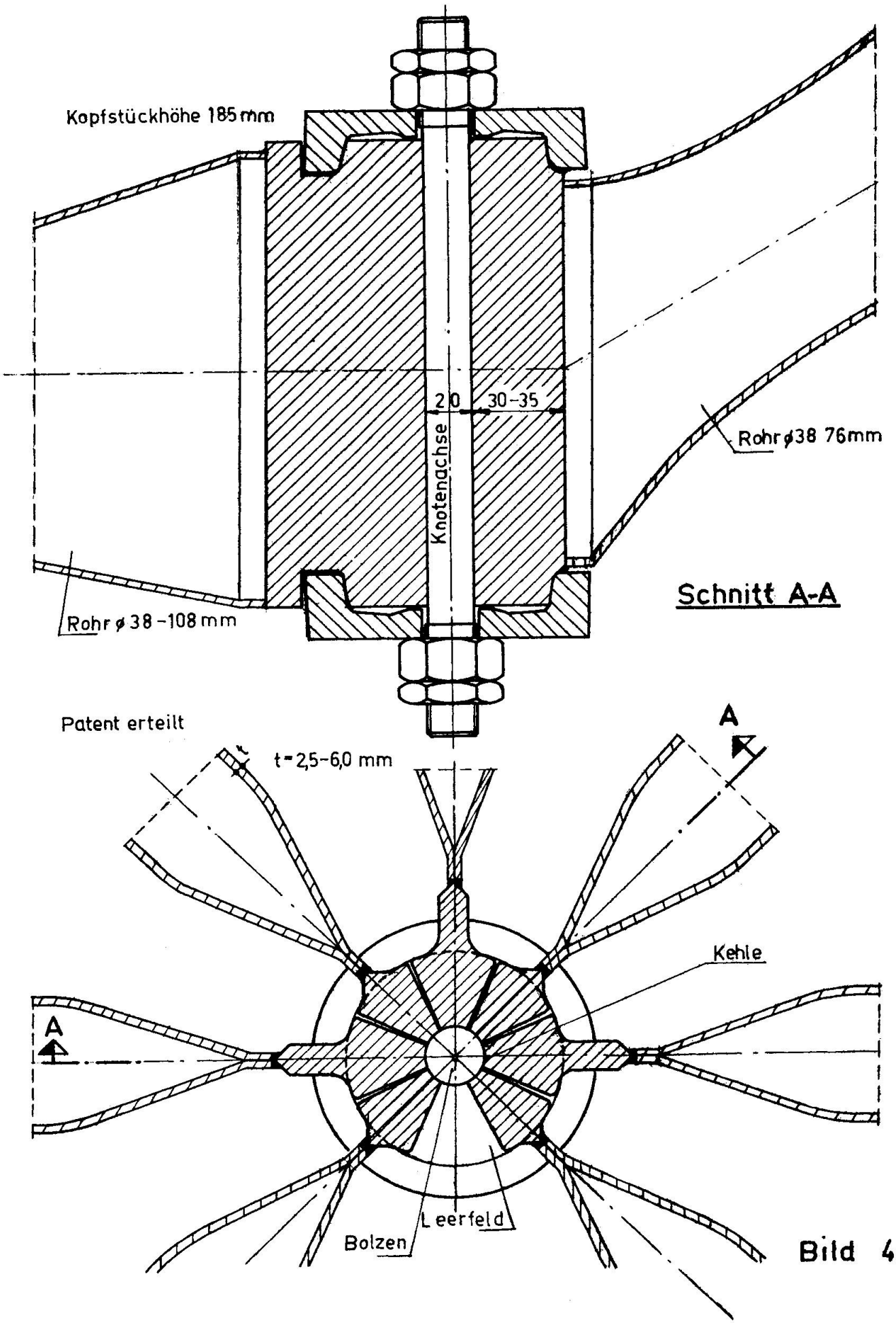

Kopfstückhöhe 185 mm
20
30-35
Knotenachse
Rohr ø38 76mm
Rohr ø 38 -108 mm
Schnitt A-A
Patent erteilt
t = 2,5-6,0 mm
A
A
Kehle
Leerfeld
Bolzen

Bild 4

Leere Seite
Blank page
Page vide

Eine Serie von bogenartigen in der ČSSR entwickelten Konstruktionen in Lamellenbauweise

A Serie of Vault-Like Constructions in Lamellar Execution Developed in Czechoslovakia

Une série d'ossatures en arc, composées de lamelles, développée en Tchécoslovaquie

JOSEF ZEMAN
Dipl.-Ing.
Hauptspezialist für Stahlbau
im Entwurfsinstitut für das Hüttenwesen
Praha, ČSSR

1. Einleitung

Eine technisch geeignete Ueberdachung kleinerer und grösserer Räume ist stets ein Ingenieurproblem, bei dem fast immer die Fragen der Oekonomie und Aesthetik im Vordergrund stehen. Während längerer Jahre wurden in der ganzen Welt hunderte von Konstruktionen verschiedenster Typen mit kleineren oder grösseren Erfolgen realisiert. So könnte man voraussetzen, dass die Entwicklung in dieser Disziplin bereits abgeschlossen ist. In den meisten Fällen ist diese Annahme voll gültig, aber doch zeigen sich in Ausnahmefällen noch einige Möglichkeiten in der Konzeption der Tragsysteme. Dass dies auch bei einer typisch klassischen Konstruktion gelten kann, beweist eine ganze Serie von gewölbeartigen Konstruktionen, welche in der letzten Zeit in der Tschechoslowakei entwickelt wurden.

Die Gesamtökonomie einer Stahlbaukonstruktion ist ein wichtiges Ziel, nach dem hunderte von Konstrukteuren und Projektanten streben und es bleibt also hervorzuheben, worin ein Entwurf und seine Konzeption dieses Ziel am meisten beeinflussen kann. Dies kann vor allem auf dem Gebiete des Stahlverbrauches geschehen, wo man durch die Wahl eines statisch voll wirksamen Systemes zu der Oekonomie des Bauwerkes beitragen kann. Weiters aber auch auf dem Gebiete der Herstellungs- und Montageeinfachheit, wo man durch die Wahl eines geeigneten Systemes die Arbeitskosten bedeutend reduzieren und so auch die Gesamtökonomie beeinflussen kann. Trotzdem diese beiden Faktoren, welche hauptsächlich über die Gesamtökonomie entscheiden, nicht immer direkt proportional sind / oft ist eine schwerere, aber einfache Konstruktion aus gewöhnlichen Walzprofilen billiger als eine ausserordentlich leichte, aber in der Herstellung komplizierte / , doch erzielt man die Optimalergebnisse gerade dort, wo diese beiden Faktoren gleichzeitig zusammen zur Geltung kommen. Und gerade dorthin müssen die Bestrebungen aller Entwurfsarbeiter und Konstrukteure zielen !

So ein Ziel bei dem Entwurf der weiter beschriebenen Gewölbekonstruktionen folgte auch unsere Arbeit. Es gelang dabei gleichzeitig eine Maximalökonomie am Stahlverbrauch wie auch eine Oekonomie in der Herstellungstechnologie durch die Möglichkeit einer weitgehenden Serienfertigung zu erzielen.

Eine Beschreibung dieser Konstruktionen fällt gerade in die Thematik unserer Konferenz hinein, und deswegen erlaube ich mir hier über einige Einzelheiten zu berichten. Dabei möchte ich nicht behaupten, dass ich in meinem Beitrag irgendwelche neue fortschrittliche Gedanken über eine bahnbrechende Technik dieses Zweiges bringe, aber trotzdem hoffe ich, dass etwas von unseren Erfahrungen auch die anderen Fachleute interessieren könnte.

2. Entwicklung der Konstruktionsidee

Trotz der reichen Tradition dieses Fachzweiges in der ganzen Welt, blieben die Lösungen der Konstruktionen nicht nur auf einem bewährten Universalsystem stehen, sondern überall werden neben den modernsten Systemen /z.B. die Hängedächer / immer wieder noch solche Systeme, die als traditionell oder klassisch bezeichnet werden, entworfen. Bei uns haben wir unsere Aufmerksamkeit eher der Entwicklung dieses zweiten, klassischen Tragsystemes - wie es die Gewölbe und Schalen darstellen - gewidmet. Dabei waren wir natürlich bestrebt - bei der vollen Einhaltung von ästhetischen Forderungen - auch diese klassische Konstruktionstypen in einer modernen fortschrittlichen Bauweise zu entwerfen, also mit voller Ausnützung der Raumwirkung und voller Tragfähigkeit des Materiales.

Das waren die ersten Ideen, überwiegend die Konzeption des Entwurfes betreffend, welche uns zu dem Entwurf der weiter beschriebenen Lamellenkonstruktionen geführt haben. Solche wurden bei uns in den letzten Jahren fortschreitend für verschiedene Spannweiten und für verschiedene Objekte, zuerst ganz individuell, entworfen. Auf Grund der guten Ergebnisse der ersten Ausführungen wurden einige von diesen Konstruktionen wiederholt realisiert, bis eine ganze Serie von Hallenkonstruktionen für die Spannweiten von 25 bis 58m entstand. Solche Serie kann für eine breite Palette von verschiedensten Bauaufgaben von Fall zu Fall verwendet und im weiteren auch für andere Spannweiten ergänzt werden.

Was die Gesamtkonzeption betrifft, erinnert dieser Typ von leichten Gewölben in Lamellenbauweise sehr deutlich an ähnliche Lösungen, welche schon früher für kleinere Spannweiten im Holz ausgeführt wurden. Bei unseren Entwürfen hat man natürlich auf die spezielle Eigenschaften des Stahles, die Möglichkeiten der Herstellungstechnologie und Form wie auch der Stoss- und Montagetechnik, Rücksicht genommen. Es war ohne Zweifel unser Vorteil, dass wir als das geeignetste Profilmaterial die nahtlosen Stahlrohre, welche die tschechoslowakische Hüttenindustrie in reichhaltigem Sortiment liefert, ausnützen konnten. Hauptlieferant dieser Materiale sind die Rohrwalz- und Eisenwerke in Chomutov, welche in ihren Werkstätten auch die meisten von dem beschriebenen Konstruktionen hergestellt haben.

Als eine von den Hauptmotiven für den Entwurf dieser Konstruktionstypen, welche sich von den üblichen Ausführungen dadurch unterscheiden, dass die Haupttragelemente in schrägen, gegenseitig sich

kreuzenden und durchdringenden Ebenen angeordnet sind, war die Bestrebung des Konstrukteurs so ein Tragsystem zu schaffen, welches - bei einer ausreichenden Raumsteifigkeit - aus einfachen, leichten vollkommen identischen und gegenseitig austauschbaren Elementen hergestellt werden könnte. Bei dieser Konzeption ist es klar, dass der Konstrukteur in der ersten Reihe an die Werkstatt und an die Montagegruppe dachte. Deren Aufgabe wollte er durch die Möglichkeiten einer weitgehenden Serienfertigung einzelner aber gleicher Elemente und einfacher Zusammenstellung in eine fertige Konstruktion massgeblich vereinfachen. So haben wir hier ein Beispiel dafür das schon der Entwurfsarbeiter einer Konstruktion die Möglichkeiten ihrer Massenfertigung und so auch ihrer Oekonomie beeinflussen kann.

3. Beschreibung des Konstruktionsprinzipes

Die schiefe Lage der einzelnen Haupttragelemente in dem Bogengewölbe ist also das charakteristische Hauptzeichen, wodurch sich diese neuen Tragkonstruktionen von ähnlichen Ausführungen mit paralellen und senkrechten Stössen unterscheiden. Auf den ersten Blick ist so eine neue Disposition gegenüber der bewährten, alten Lösung viel komplizierter, so dass es von Anfang an für den Bearbeiter ganz klar war, dass die neue Lösung erst dann voll berechtigt wäre, wenn ihre anderen Vorteile die Einfachheit der klassischen Lösung überragen würden. Die weiter aufgeführten Beispiele mögen ein Beweis bringen, dass es gelungen ist.

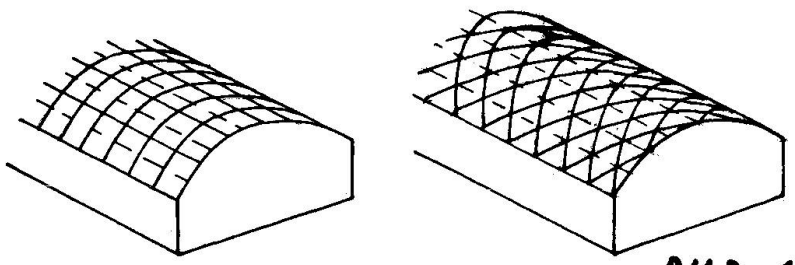


BILD 1.

Die schrägen und gegenseitig sich kreuzenden Lagen der Hauptträger haben zwar Nachteile in ihren etwas verlängerten Abmessungen und in ihren gegenseitigen Durchdrängen, dabei führen sie aber zu einer räumlich sehr steifen Konstruktion, welche im Stande ist nicht nur die längs- aber auch die quer-gerichteten Kräfte zu übernehmen. Die leichten, sehr schlanken Elemente steifen sich gegenseit aus, so dass wir schon im Montagezustande, bei der Zusammenstellung von grösseren Montageblöcken aus einzelnen Elementen, grössere, dabei sehr leichte und räumlich genügend steife Einheiten bekommen, bei welchen wir keine Sorgen über ihre Stabilität brauchen haben. Das ist ein bedeutender Vorteil, der sich gerade bei der Montage, wo nur leichte Kräne auch sehr grosse Einheiten und Blöcke der Dachkonstruktion in Abmessungen über ihre ganze Spannweite heben können, als sehr nützlich beweist. Und wenn es gelang, auch den empfindlichsten Punkt dieses Systemes - den Kreuzstoss der sich gegenseitig durchdringenden Elemente - mit Erfolg zu lösen, dann wurde über die Berechtigung diese neuen Tragkonstruktion entschieden.

Des Stoss als Durchdrang von 4 Haupttragelementen in einer Ebene wurde als ein geschraubter Kontaktstoss / die überwiegende Beanspruchung ist hier der Druck / mit Vorspannung / gegen etwaige Zugbeanspruchungen / , welche mittels HV - Schrauben erzielt wird, gelöst. Ausser den 4 Hauptelementen werden in diesem Punkt auch

weitere 2 Elemente gestossen und zwar die Dachpfetten welche gleichzeitig auch als Längsaussteifungen wirken. Der Stoss bedürft also

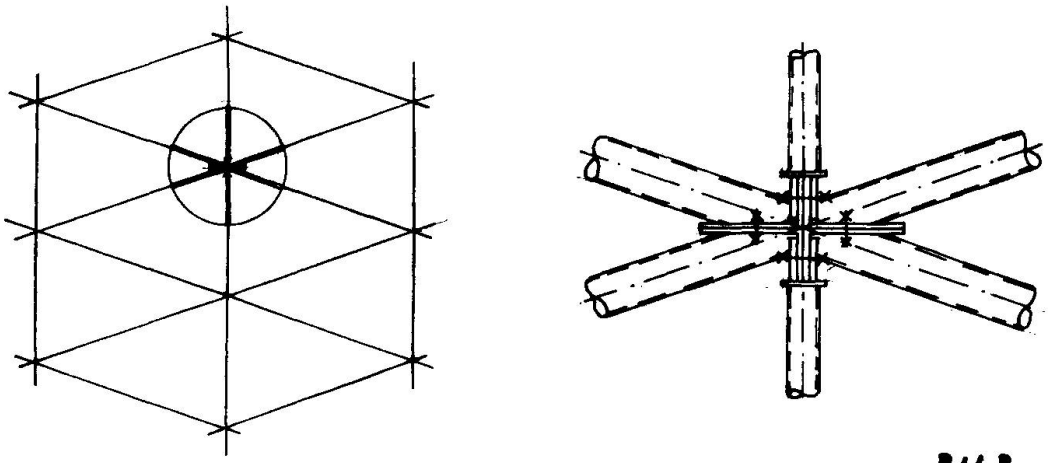


BILD 2.

4 normale und 4 HV - Schrauben, was angemessen ist. Er ist sehr einfach und wegen seiner geraden Kontaktflächen ist er gerade sehr vorteilhaft für die Montagestösse direkt oben auf dem Dach. Die Mehrzahl von diesen Stössen kann natürlich schon auf der Erde durch Hilfsarbeiter bei der Zusammenstellung von grösseren Montageblöcken durchgeführt werden.

Das Prinzip dieses Entwurfes war also der Wunsch, die einzelnen Haupt- und Nebenelemente vollkommen identisch, in absolut gleichen Formen und Abmessungen durchzuführen, so dass es möglich wäre diese bei der Zusammenstellung gegenseitig zu vertauschen. Zu diesem Zwecke war es notwendig die Längsachse der Lamellenbinder als eine räumliche Schraubenkurve zu wählen, so dass die gestossten Endflächen bei einzelnen Lamellen ein wenig gegenseitig schraubenartig verschoben sind. Die Hauptelemente unterscheiden sich nur in der Links- oder Rechtausführung. Eine vollkommen gleichartige Ausführung wurde auch bei den Nebenelementen erzielt. Diese sind in den Radialebenen aufgebracht und stellen die Pfetten und gleichzeitig eine Längsaussteifung des Daches dar. So wurde in der Fertigung der Konstruktion eine weitgehende massenartige Serienfertigung ermöglicht.

Neben den Vorteil für den Hersteller bringt so eine wiederholte, serienmässige Fertigung gleicher Elemente maschinenartig in einer Werkstattlehre noch einen weiteren und sehr wichtigen Vorteil für diesen Konstruktionstyp. Einen Vorteil, der eigentlich erst über die Möglichkeit der Ausführung dieser Konstruktionsart praktisch entscheidet! Es ist die Möglichkeit der verhältnissmässig sehr hohen Fertigungsgenauigkeit jedes einzelnen Teiles, welche hier schon bei einer üblichen Fertigungsweise und ohne etwaiger, weiterer kostspieliger Einrichtungen erreichbar ist. Diese Genauigkeit der hergestellten Elemente mit Minimaltoleranzen nähert sich derjenigen, wie sie im Maschinenbau üblich ist. Das ist hier bei einer so grossen Konstruktion, welche aus einer grossen Anzahl von gleichen Teilen zusammengestellt und in grosser Anzahl von identischen Stössen gestossen wird, eine sehr selbst verständliche Forderung, weil man sonst - wenn diese Genauigkeit nicht einfach möglich wäre - bei der Zusammenstellung Schwierigkeiten zu erwarten hätte.

Durch diese Angaben haben wir die hauptsächlichsten und charakteristischen Eigenschaften des lamellenartigen Types der Dachkonstruktionen kurz beschrieben. Diese gelten gemeinsam für die ganze Serie von solchen Konstruktionen mit verschiedenen Spannweiten. Es bleibt also über diejenigen Detaile oder auch wesentlichere Zeichen zu berichten, in denen sich diese Konstruktionen bei einzelnen unterscheiden.

In dem beigefügten Bild 3 sind die Querschnitte mit Spannweiten der durchgeführten und gestrichelt auch der projektierten Konstruktionen schematisch dargestellt. Ein wichtiges Zeichen, in welchem sich diese gleichartigen Konstruktionen unterscheiden, ist ihre statische Wirkung. Mit Rücksicht auf die Grösse der Spannweite war es natürlich notwendig zuerst verschiedene Konstruktionsmodule / das sind die Querabstände der einzelnen, schrägen Lamellenbögen /, wie es im Bild 4 schematisch dargestellt ist, zu wählen. Weiter bedingt die Spannweitgrösse eine wesentlichere Differenz in der statischen Wirkung des Tragsystemes, der auch bei der konstruktiven Ausführung der Tragelemente berücksicht werden musste. Die Konstruktionen bis zu der Spannweite 36m sind als reine Schalen oder Faltwerke ausgeführt. Bei diesen Tragwerken werden die Lamellenrippen aus einfachen, schlanken, geraden Rohren, die nur eine kleine Biegesteifigkeit besitzen, ausgeführt. Diese Schalen wurden entweder ohne Aussteifungsrippen / bei kleineren Längen/ oder mit leichten, fachwerkartigen Rippen / bei längeren Dächern / ausgeführt.

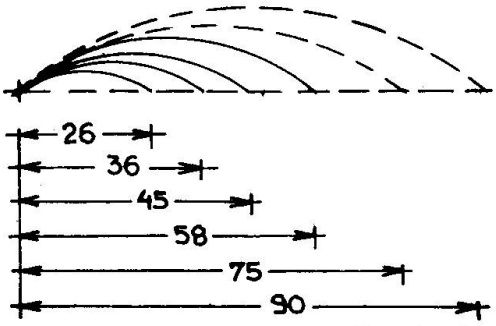


BILD 3.

Grössere Spannweiten, 45 und 58m, sind eigentlich als Zweigelenkbogen entworfen - mit gewisser Reduktion der Biegemomente mit Rücksicht auf die Raumwirkung solcher Systeme. Diese sind aus Lamellenrippen, welche entweder als Fachwerk oder als Vierendeelträger ausgeführt sind, zusammengestellt. Solche Elemente haben natürlich schon eine wesentlichere Biegesteifigkeit und können so die entsprechenden Biegemomente / besonders infolge der exzentrischen Belastungen / im Gewölbe übernehmen. Für die grössere und auch früher ausgeführte Konstruktion mit der Spannweite von 58,28m wurden die Lamellenelemente als Fachwerkträger mit schlanken Diagonalstäben, in einer Gesamtlänge von 8,1m , Systemhöhe 750mm in einem Gewicht von cca 200 kg gewählt. Bei der kleineren Spannweite konnten wir uns - wegen der kleinen Querkräfte im Bogen - erlauben, die entsprechenden Teile 6,3m lang und 500mm hoch, als Vierendeelträger mit senkrechtne Pfosten auszubilden. Der Vergleich ist im Bilde 5 dargestellt.

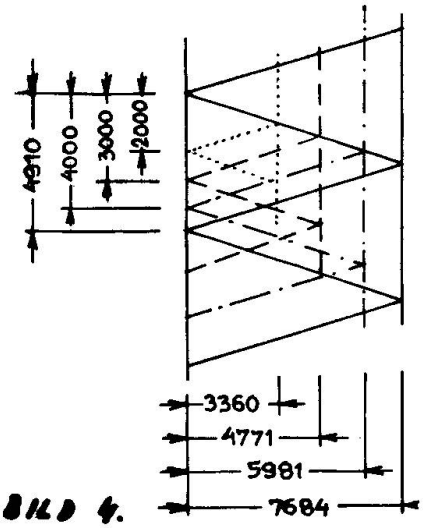


BILD 4.

Bei den Entwürfen von Dispositionen verschiedener Objekte, für welche man solche gewölbeartige Tragkonstruktionen verwenden konnte, gibt es natürlich eine sehr breite Auswahl von verschiedensten Un-

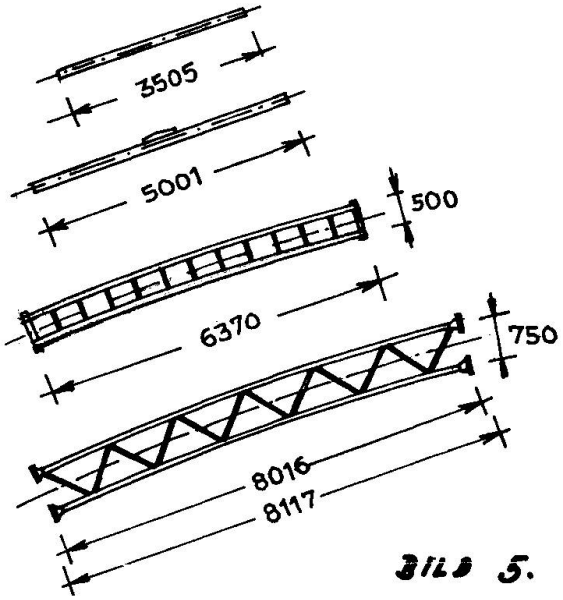


BILD 5.

terstützungssystemen der Dachgewölbe. Es sind prinzipiell verschiedene Lösungen mit leichten senkrechten, oder auch verschiedenen schrägen und geknickten Stützen möglich. Man kann die Konstruktionen mit oder ohne Zugbänder entwerfen, die Zugbänder in der Ebene der Lager oder höher anordnen, das Gewölbe in der Längs- oder Querrichtung der Halle orientieren, oder kann man auch noch andere Dispositionen aus der breiten Palette von verschiedensten Möglichkeiten wählen. Einige Varianten sind im Bilde 6 angedeutet und bei den ausgeführten Objekten werden im weiteren einige beschrieben.

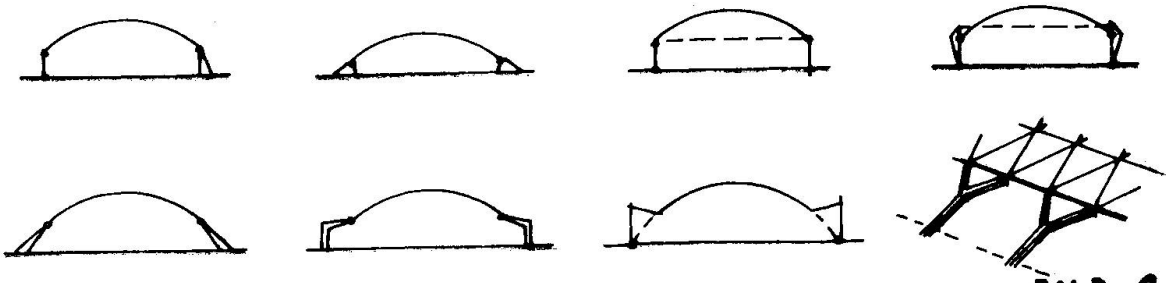


BILD 6.

3.1. Spannweite 25,60m

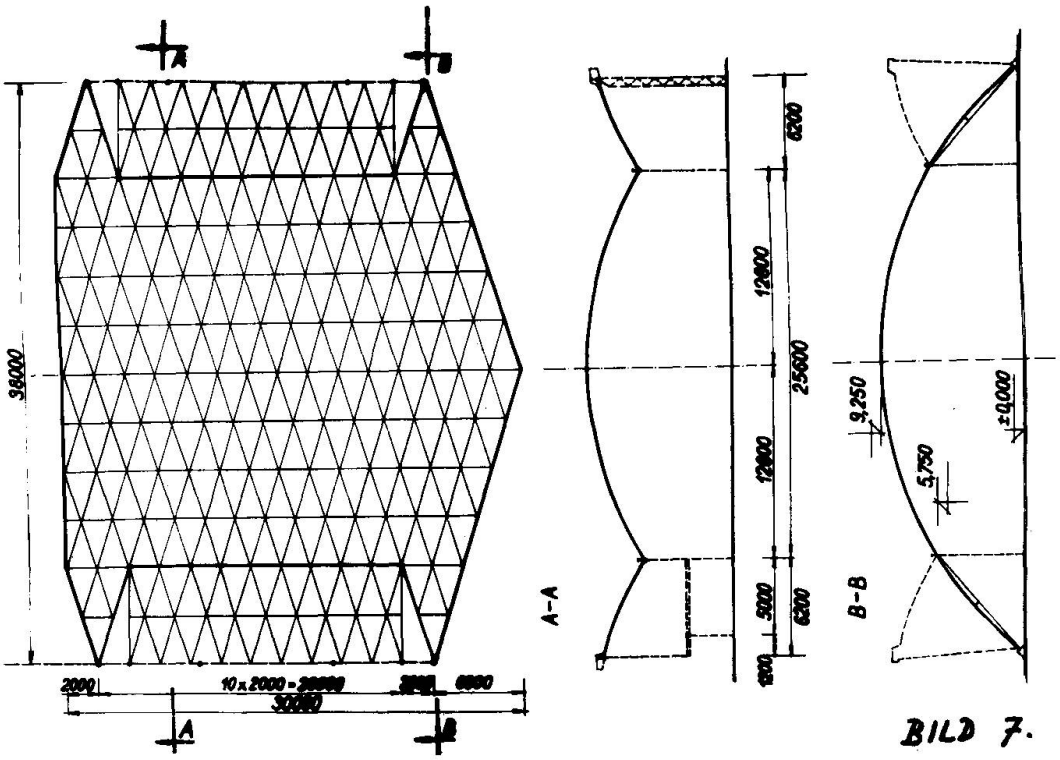
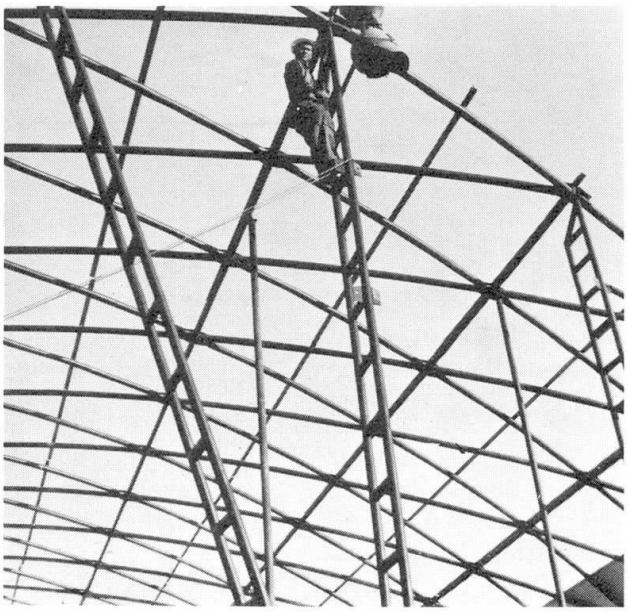


BILD 7.

Die Schale mit der kleinsten Spannweite von dieser Gewölbeserie wurde bei einer Messehalle für den tschechoslowakischen Pavillon in Damascus realisiert. Sie hat eine Spannweite von 25,60m und war eigentlich die erste Ausführung von diesen Tragsystemen. Die Gesamtdisposition dieses Objektes hat eine besondere Form, welche von dem Architekten für eine Messehalle gewählt wurde. Sie geht aus der Abbildung / Bild 7 / hervor. Die Photoaufnahme zeigt die Konstruktion in der Montage, siehe Bild 8 .



3.2. Spannweite 36m

Eine weitere Schalenkonstruktion von einer etwas grösseren Spannweite - der grössten in dieser Bauweise - von 36m wurde in den letzten zwei Jahren bei 2 Sporthallen in Ostrava und Berlin realisiert. In beiden Fällen handelt es sich um längere Schalen , ganz

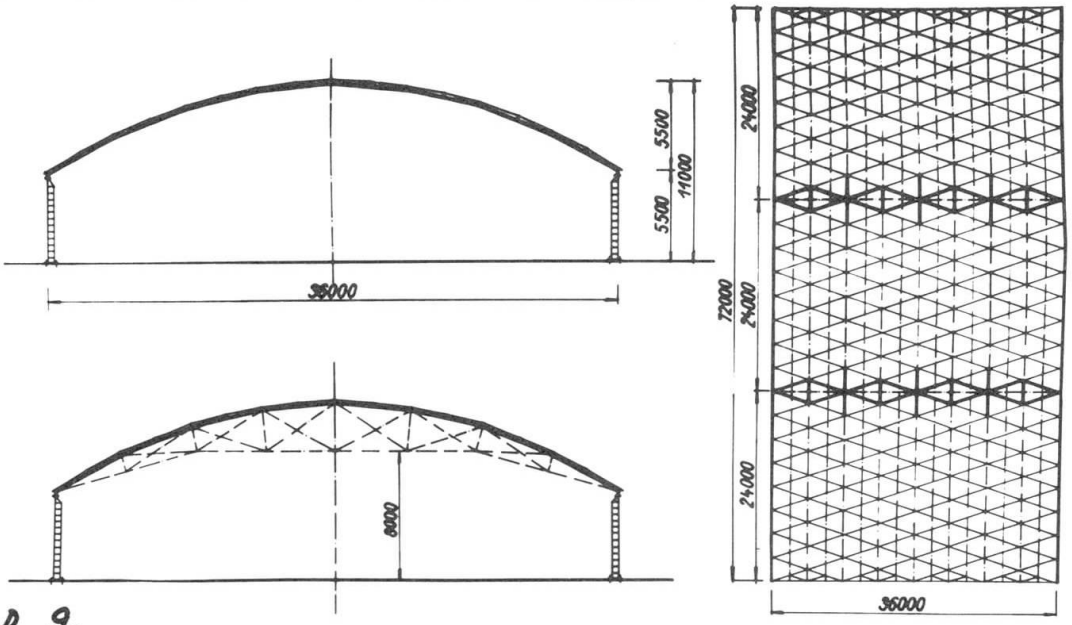


BILD 9.

ausserordentlich dünn und schlank in deren Querschnitten, so dass sie - bei ihren Längen - noch weitere Queraussteifungen bedürfen. Die 72m lange Sporthalle in Ostrava war zuerst ohne Aussteifungen ausgeführt und in diesem Zustande erlitt sie einen Bauunfall infolge einer extremen Belastung. Sie wurde aber in der selber Form nach Einbau von von zwei leichten fachwerkartigen Querrippen rekonstruiert. Aus dem Bild 9 ist die Disposition der Tragkonstruktion ersichtlich, und Bild 11 zeigt diese Halle während der Montage. Der Stahlverbrauch war bei diesem Objekt auch ganz besonders niedrig. Bei den Grundrissabmessungen von 36x72m war die gesamte Stahlverbrauch nur 67,07 t , das Dach selbst wiegt nur 50,46 t , was einem einheitlichen Wert von 19,4 kg/m^2 entspricht.

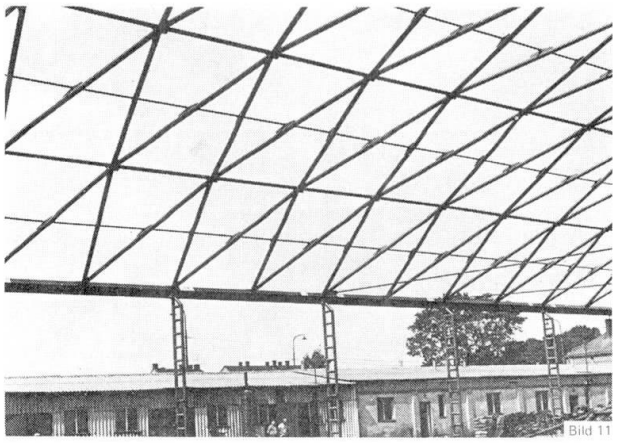


Bild 11

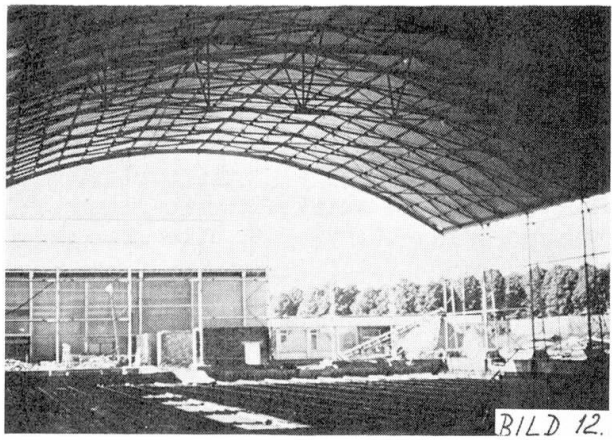


BILD 12.

Die zweite ganz ähnliche Konstruktion dieses Types wurde unlängst in Berlin aufgestellt. In Kombination mit einer anderen grösseren Halle - die später auch beschrieben wird - und Massivmittelteil / Bild 10 / stellt sie hier einen grösseren Komplex von

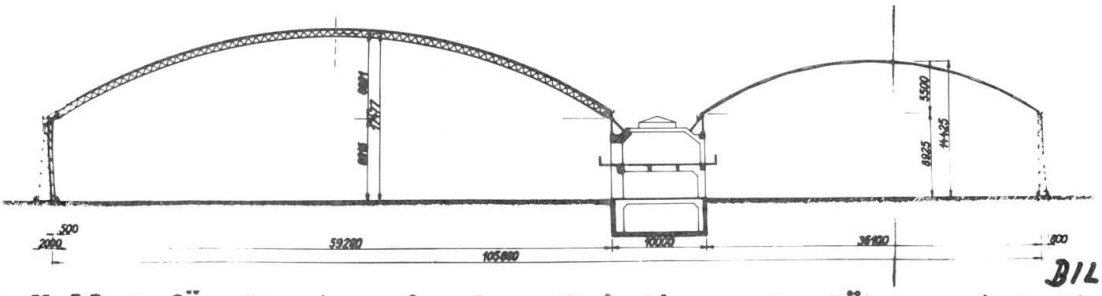


BILD 10.

von Hallen für Sportzwecke dar. Bei dieser Ausführung ist die Gesamtlänge rund 130 m und auch hier wurde die lange Schale durch aussteifende Querrippen unterteilt / Bild 12 / .

3.3. Spannweite 45m

In der beschriebenen Hallenserie ist nun die weitere Konstruktion ein Gewölbe von 45m Spannweite. Solche Spannweite muss man schon zu grösseren Spannweiten zählen und deswegen hat man hier - wegen der gewünschten , höheren Steifigkeit - auch eine etwas andere Lösung der Lamellenelemente gewählt. Die Lamellenteile wurden in diesem Falle als schlenke Vierendeelträger mit einer Konstruktionshöhe von 500mm entworfen.

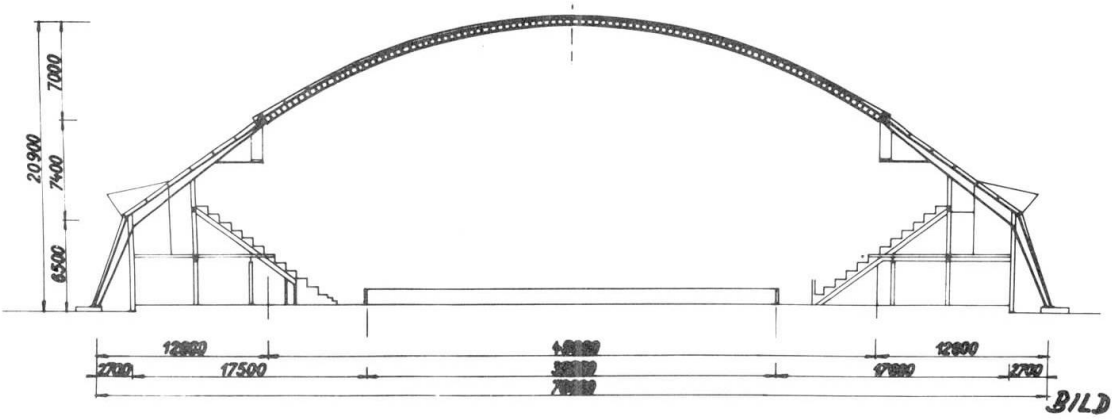
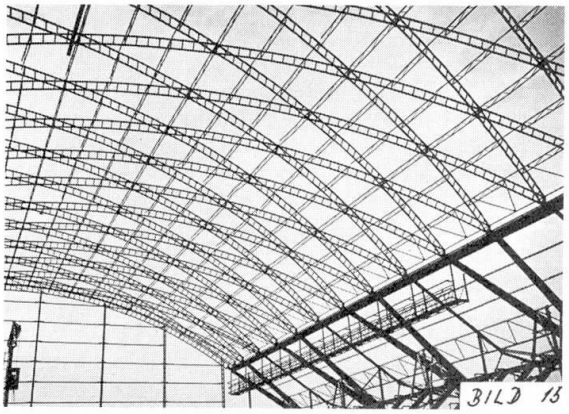


BILD 13.

In dieser Bauart werden zur Zeit 2 grosse Sporthallen in den Städten Poprad und Kopřivnice ausgeführt. Bei diesen beiden Objekten handelt es sich um genau dieselbe Dachkonstruktion mit gleicher Spannweite, aber mit einer vollkommen anderen Lösung der übrigen Teile, besonders der Auflagerungen an den Längseiten der Halle. Aus dem Bild 13 des charakteristischen Querschnittes der ersten Halle in Poprad geht hervor, dass hier Gewölbekonstruktion an beiden Längsseiten der Hallen auf schlanke, geknickte, konsolartige Stützen aufgelagert ist. Somit wird die Gesamtspannweite von 45m bis auf 70m vergrössert. Solche Lösung ermöglicht es auch das Gewölbe ohne Zugbänder auszuführen , siehe Bild 15 .



Bei dem zweiten Beispiel, der Sporthalle in Kopřivnice, wird im Gegenteil mit der Ausführung von Zugbändern - die dann später für die Aufhängung der Belichtungskörper ausgenutzt werden können - gerechnet. Somit werden die Seitenstützen mit kleinen Konzolen nur mit senkrechten Lagerkräften belastet. / Bild 14 /.

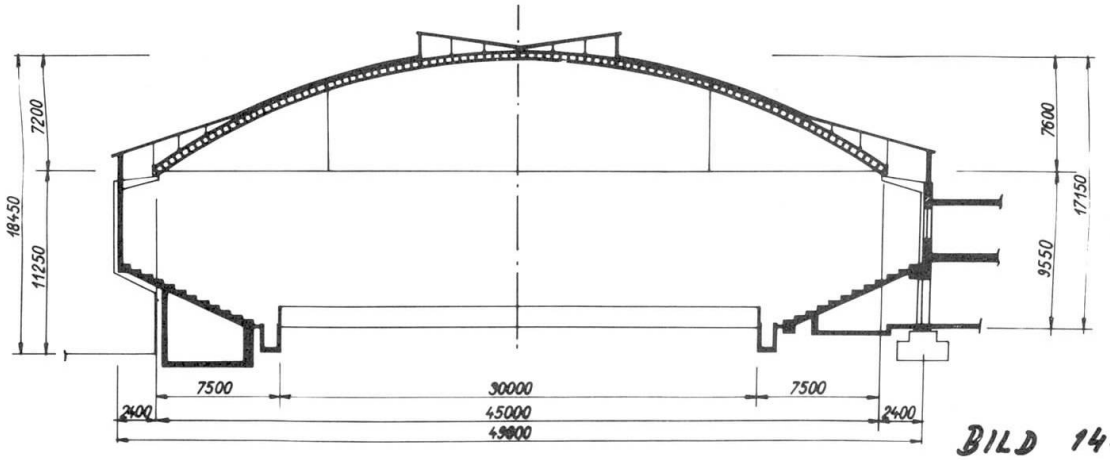


BILD 14.

der 88 x 45m grossen Dachfläche in Poprad brauchte man 83,55 t Stahl, überwiegend Stahlrohre und das gibt einen sehr niedrigen Einheitswert von 21 kg/m^2 .

3.4. Spannweite 58,28m

Die Gewölbe mit dieser Spannweite wurden in dieser Serie am meisten realisiert. Auch wurde darüber an einigen Stellen schon kurz berichtet, wie z.B. in den Mitteilungen der IVBH Nr.25,S.46. Das Gewölbe hat einen Stich von 8,50m und ist durchgeführt aus Lamellenteilen im Fachwerk mit einer Systemhöhe 750mm, Länge cca 8m und Gewicht 200 kg. Der Längsmodul, das ist die Querentfernung der einzelnen Lamellenrippen in der Längsrichtung der Halle, wurde hier 4,91m gewählt, was der Entfernung der Stehlbeton-stützen bei der ersten Ausführung in der Stadt Kladno entsprach. Bei den folgenden Ausführungen wurden diese Masse übernommen : Es waren die Sporthallen in Liberec , Berlin I, II und III, und Sokolòv. Drei von die-

sen Objekten sind ohne und drei mit Zugbändern ausgeführt. Die charakteristischen Querschnitte der Hallen in Berlin I und in Liberec sind in den Abbildungen 16 und 17 dargestellt.

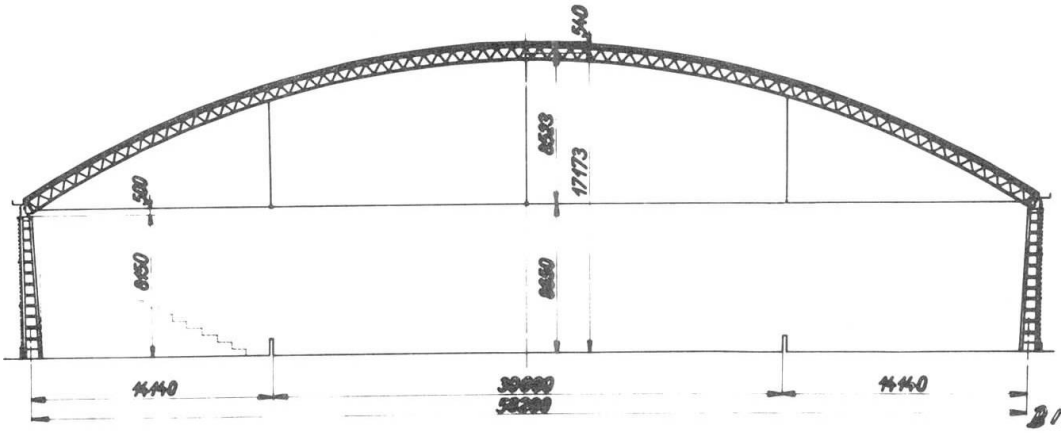


BILD 16.

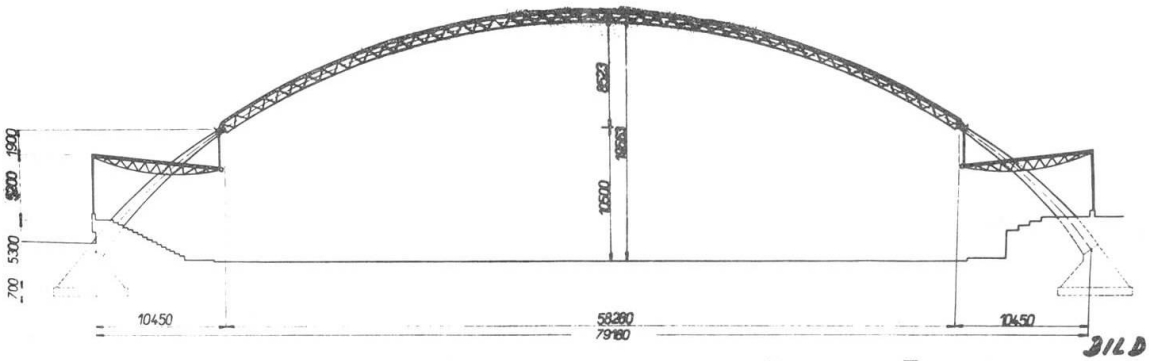


BILD 17

Die Halle Berlin I stellt eine sehr einfache Lösung dar. Das Gewölbe mit Zugbändern wurde auf beiden Längsseiten auf schlanke Stahlstützen aufgelagert. Vom architektonischen und baulichen Standpunkt war dieses Objekt interessant durch die Verwendung von nur 3 Materialsorten : Stahl / Tragkonstruktion / , Glas / in der Form von Copilit für die Verglas ung von allen Seitenwänden bis auf die Höhe 9m / und Kunststoff / Dacheindeckung und Verkleidung der oberen Teile der Giebelwände / . Bild 18 zeigt diese Konstruktion in der Montage. Bild 19 zeigt die Ausführung in Liberec, wo die ganze, leichte Stahlkonstruktion des Gewölbes auf schräg geneigte, konsolartige Stahlbetonstützen in Y - Form aufgelegt wurde. Die Gesamtspannweite 80m .

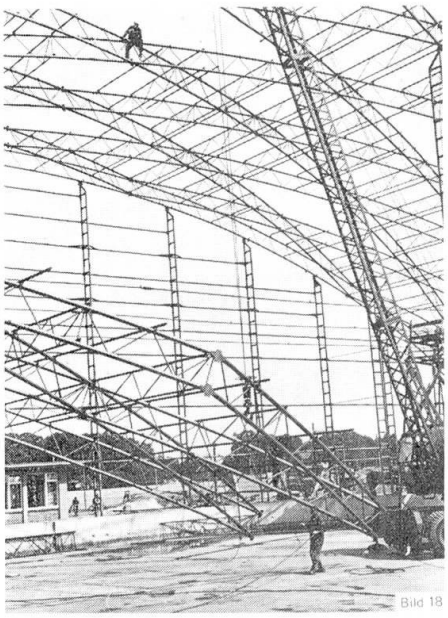


Bild 18

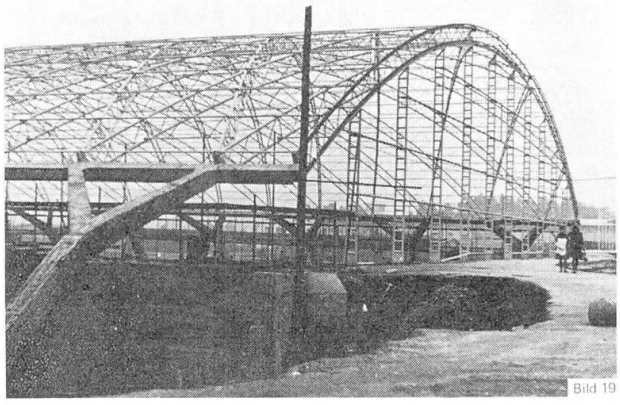


Bild 19

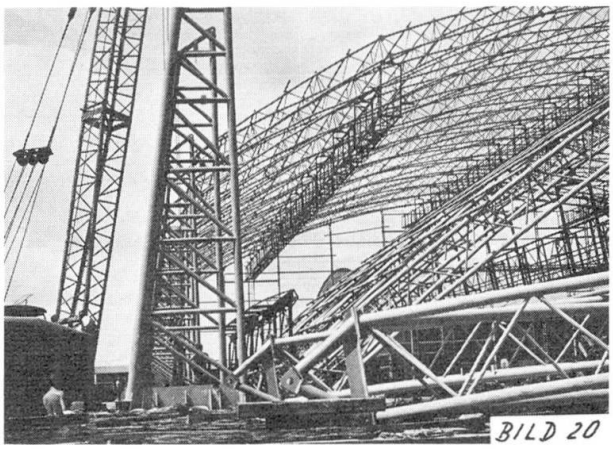


BILD 20

Bild 20 zeigt den Ausbau der Halle Berlin III, dessen Querschnitt bereits im Bilde 10 gezeigt wurde.

3.5. Weitere Entwürfe dieser Systeme

Neben den beschriebenen und bereits ausgeführten Objekten hat man im Projekt noch weitere Möglichkeiten verfolgt und vorbereitet. Zum Teil sind dabei auch grössere Spannweiten entworfen worden, von

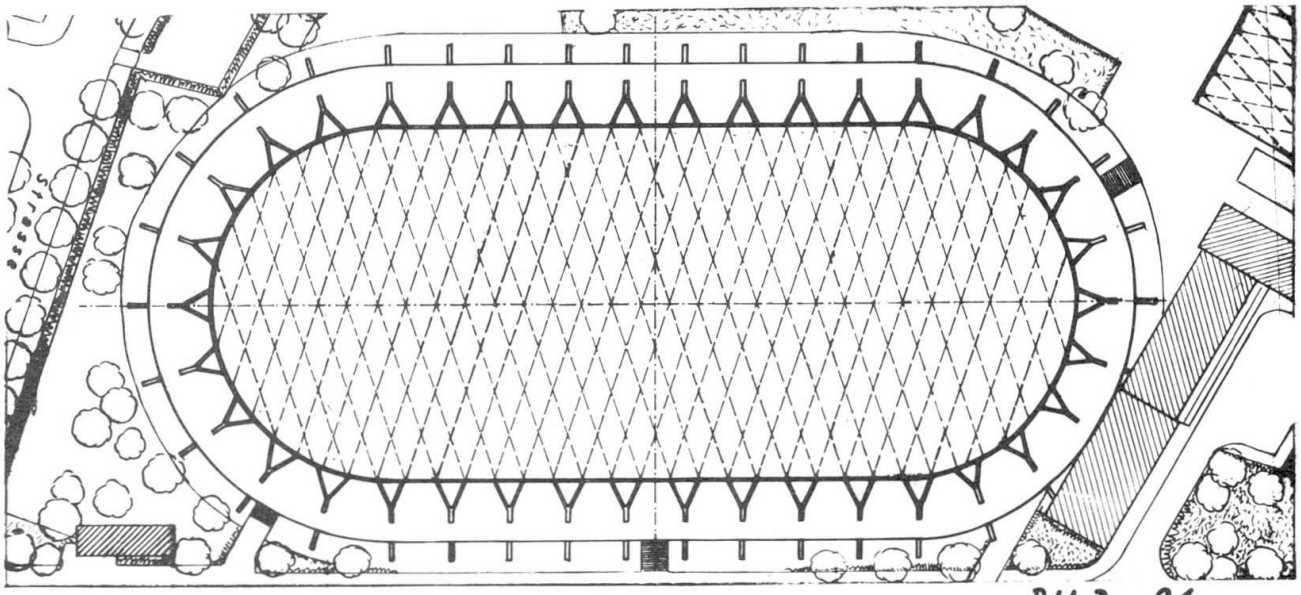


BILD 21

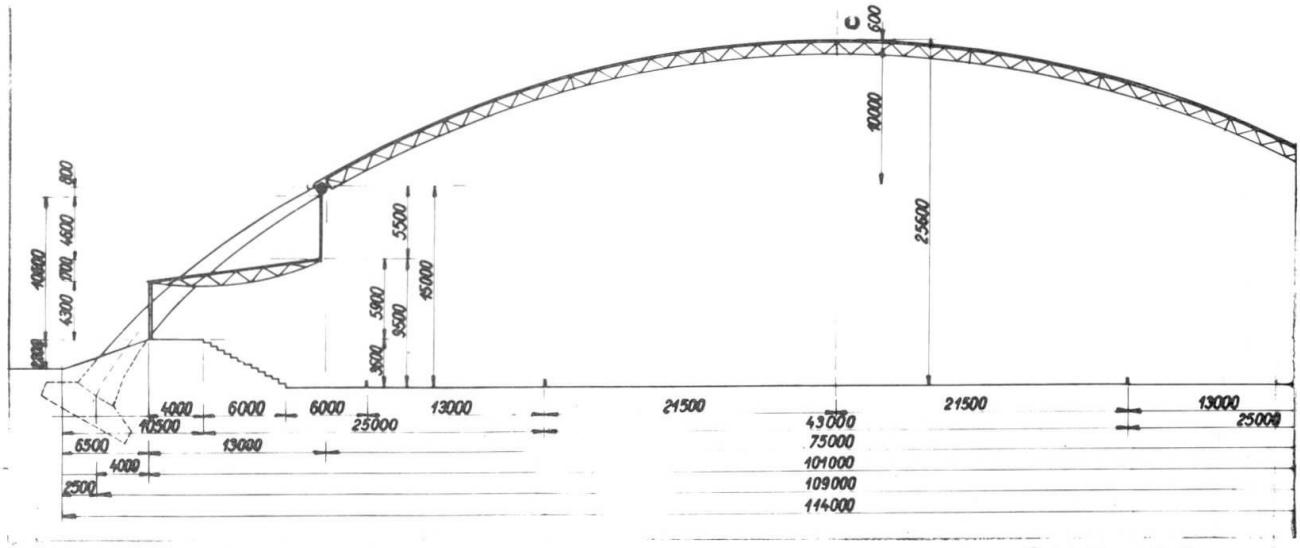


BILD 22

denen hier noch zum Schluss einiges vermerkt sei.

Eine interessante Lösung stellt der Entwurf einer grossen Hallen von Grundrissabmessungen cca 100x200m dar. Diese wurde für denselben Bauherrn wie die Hallen Berlin I und Berlin III, für die Ueberdachung einer Kunsteislaufbahn in Berlin, entworfen. Das Gewölbe in der bekannten Lamellenart hat hier eine Spannweite von 75m und mittels der schrägen Y-Stützen aus Stahlbeton wurde die Spannweite bis auf 100m vergrössert. Auf den beiden Enden der cca 200m langen

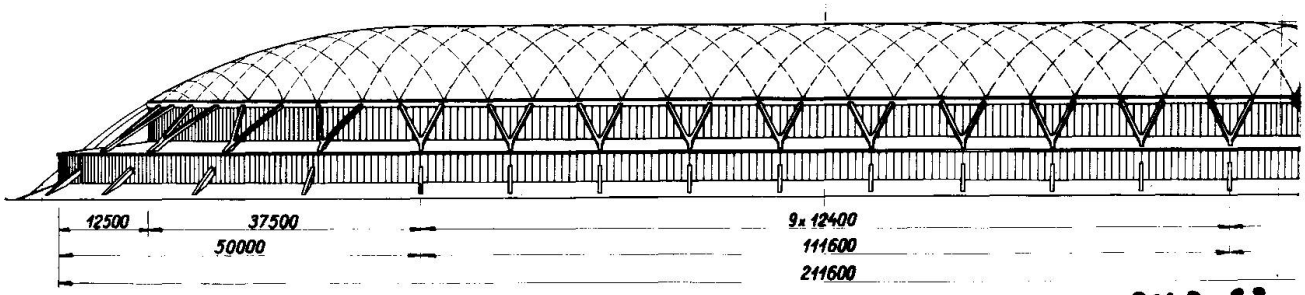


BILD 23

Halle hat man die Fortsetzung der Lammellenbauart des Gewölbes auf einer Kugelfläche vorausgesetzt. Die Abmessungen und die Gesamtdisposition dieser Halle zeigen, dass sie auch für die Ueberdachung eines Fussballstadions verwendet werden könnte. Dabei zeigt sich solche Lösung auch sehr ökonomisch hinsichtlich des Stahlverbrauches : für die eingedeckte Fläche von cca 20000 m^2 werden hier voraussichtlich nur 420 t Stahlkonstruktion gebraucht. Die Detaile dieses Entwurfes zeigen im Grundriss, Querschnitt und Längsanblick die Bilder 21,22 und 23.

Für das Gebäude eines Hüttenwalzwerkes in der Länge von 1000m wurde im Studienentwurf ein Lamellengewölbe mit einer Spannweite vom 90m vorgechlagen.

4. Schlusswort

Die beschriebenen Beispiele der ausgeführten und projektierten Objekte zeigen die breiten Möglichkeiten dieser leichten und durchhaus sehr ökonomischen Tragsysteme. Trotzdem die meisten von gezeigten Realisationen die Sportobjekte betreffen, ist es genügend klar, dass dieselben Konstruktionen auch anderen Zwecken dienen könnten / wie Industriehallen, Lagerhallen, Hangars usw. /. Die Spannweiten können elastisch den Anforderungen und Bedürfnissen angepasst werden und es können - ohne Schwierigkeiten - auch Spannweiten über 100m ausgeführt werden. Darüber haben diese Systeme noch den grossen und unbestreitbaren Vorteil, dass man sie leicht demontieren kann. So können sie in kleineren und leichten Elementen ohne Schwierigkeiten an andere notwendigen Stellen umtransportiert und dort neu aufgestellt werden. Die Vorteile für den Stahlbauhersteller bei deren Massenproduktion wurden schon früher erwähnt.

ZUSAMMENFASSUNG

In den letzten Jahren wurde in der ČSSR fortschreitend eine grössere Serie bogenartiger Dachkonstruktionen entwickelt und bei mehreren Objekten auch realisiert. Schon beim Entwurf hat man an die ökonomische Fertigung der einzelnen Elemente durch massenartige Serienfertigung gedacht. Die Konstruktionen zeichnen sich durch hohe Raumsteifigkeit bei niedrigem Stahlgewicht aus. Aus leichten Elementen können auf dem Boden grössere Blöcke der Dachkonstruktionen zusammengestellt und mittels leichter Hebezeuge fertig montiert werden.

SUMMARY

During the last years more and more an important serie of curved roof constructions in Czecoslovakia has been developed and also been realized on different buildings. Already when drawing up the project one has considered the economical fabrication of the individual elements in using mass production. The constructions are distinguished by their high stiffness and low weight. Larger blocks of the roof constructions can be assembled on the soil from light elements and can be erected by means of light lifting gears.

RESUME

On a développé ces dernières années en Tchécoslovaquie une grande série de charpentes en arc, qui ont été utilisées pour plusieurs halles. Déjà lors de la conception, on a pensé à l'exécution économique de chacun des éléments pour la production en grande série. Ces constructions se distinguent par une grande rigidité pour un poids d'acier minime. A l'aide d'éléments légers on monte au sol de grands tronçons de toits qui sont ensuite mis en place à l'aide d'engins de levage légers.

Leere Seite
Blank page
Page vide

Wohnhäuser mit neuer Konstruktion aus dünnwandigen Stahlprofilen

Dwelling Houses with New Construction of Thin Walled Steel Profiles

Construction nouvelle, en profilés minces d'acier de maisons d'habitation

JIŘÍ WITZANY
Ing., Fakultät für Bauwesen
Lehrstuhl der Hochbaukonstruktion
Praha, ČSSR

An der Fakultät für Bauwesen der Tschechischen Technischen Hochschule in Prag wurde ein Projekt von Wohnhäusern ausgearbeitet, dessen Tragkonstruktion aus dünnwandigen Stahlprofilen besteht. Dieses Projekt stellt eine der möglichen Lösungsalternativen der industriellen Wohnungsproduktion vor. Die Erzeugung von einzelnen Wohnungen bis zu ihrer Abschlussphase verläuft in einer ortsveränderlichen Anlage, die mit den Erzeugungsstätten von Teilelementen kooperiert. Am eigenen Bauwerk erfolgt die Versetzung der völlig komplettierten Wohnung, der Anschluss an das Netz und die Rohrleitung der technischen Einrichtung und die Komplettierung der Aussenwände und des Daches.

Die Stahlkonstruktion der Wohnungszelle bildet ein vom statischen Standpunkt ganz selbständiges Raumelement. Das Lösungsprinzip von Wohnungsobjekten löst die schwierige Frage der Schalldämmung bei relativ niedriger Stofflichkeit einzelner Teile (cca 40 kg/m^2). Der Anforderung der akustischen Isolation wird auch die Konstruktion angepasst, die einzelne Stahlzellen zum Konstruktionssystem des Objektes verbindet.

Stahlkonstruktion der Zelle

Einzelne Teile der Stahlzelle - senkrechte Wände, Untersichts- und Bodenplatte, bestehen aus dünnwandigen Stahlprofilen, die durch Walzen kaltverformt sind in Form von rechteckigen Wellen mit einheitlicher Höhe von 100 mm (Abb.1). Der Boden und die Untersicht bestehen völlig aus dimensionsgleichen Profilen mit Blechdicke von 1 mm. Das Wandprofil ist 1,5 mm dick. Bleche sind aus Stahl mit Streckgrenze von 2400 kp/cm^2 und sind beiderseitig elektrolytisch verzinkt; der Zinküberzug ist $\sim 25\mu$ dick. Wände, Boden und Untersicht sind einander in Ecken steif verbunden ohne Verwendung weiterer Hilfs- oder Verstei-

fungselemente. Dadurch entsteht die ganze Zellenkonstruktion - räumlicher geschlossener Rahmen (Chassis). Die Schweissung von dünnwandigen Profilen in Ecken und nebeneinander erfolgt durch Punktschweissungen o 5 mm. Stahlprofile erfordern keine Formbehandlung vor ihrer Schweissung.

In Profilflanschen einwirkende Normalspannungen übernehmen in Zellenecken die Wände dieser Profile, in denen das Punktschweissen durchgeführt ist. Punktschweissungen in Zellenecken werden vorwiegend auf Schub beansprucht. Um theoretische Voraussetzungen der Berechnung von Stahlzelle beweisen zu können - die Verbindung in Zellenecken überträgt

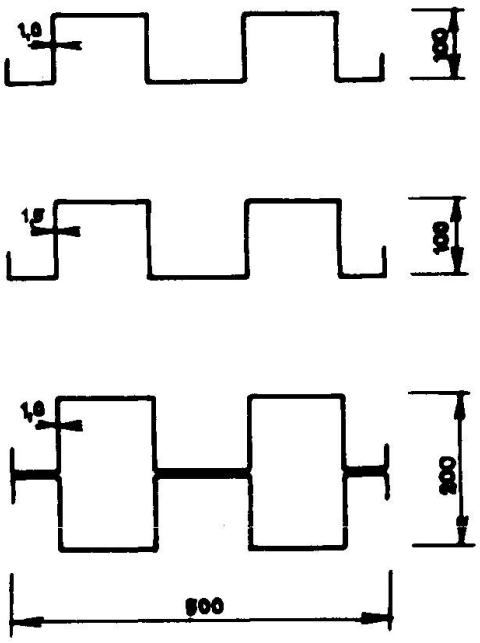


Abb.1. Schema der Tragprofile

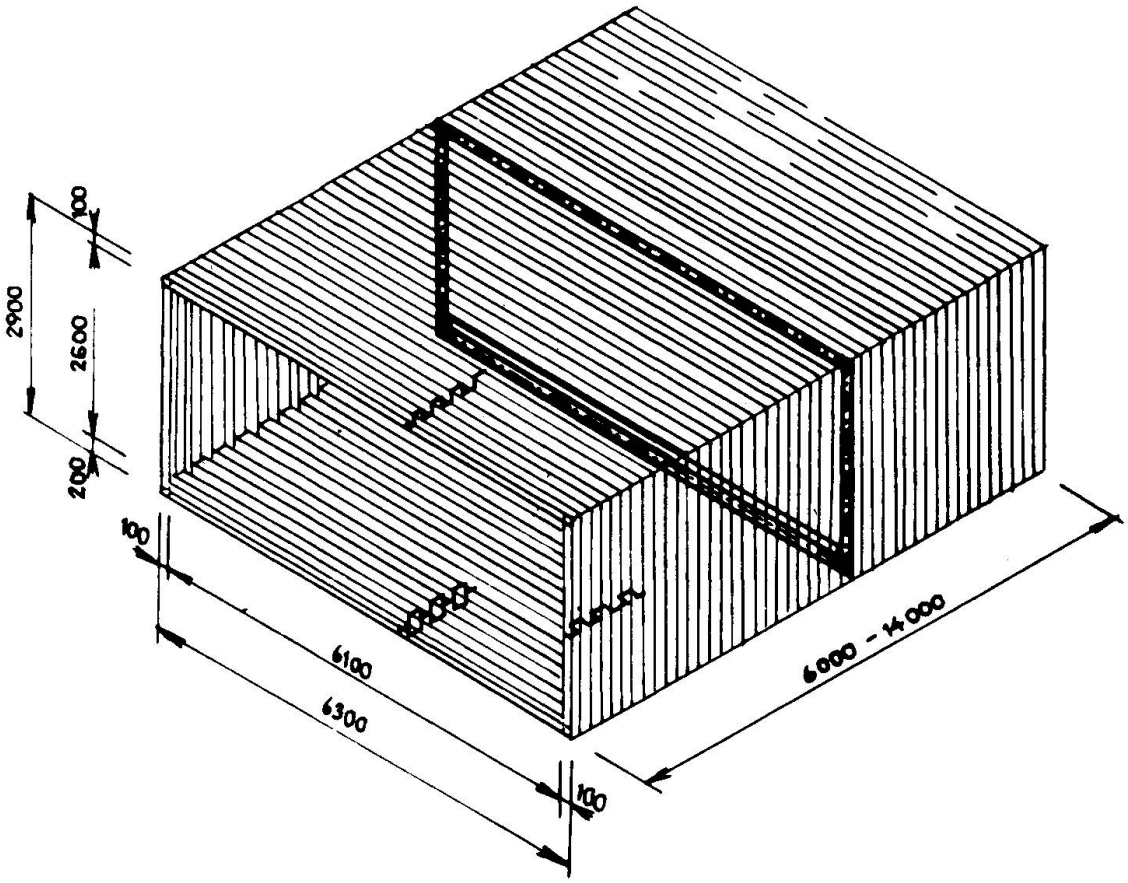
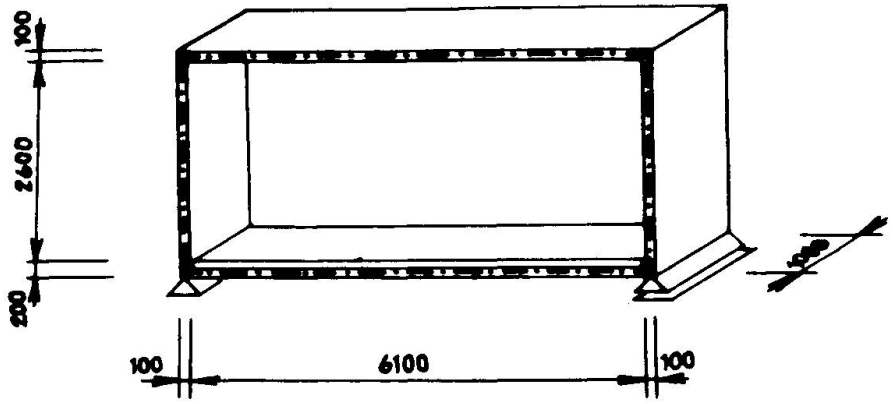


Abb. 2. Axonometrisches Schema der Zellenkonstruktion



SCHEMA				
q [kp/m²]		250	100, 150, 200, 250	250
P_1 [kp]	0, 250, 500	0, 350, 1000, 1500		100, 250, 500
P_2 [kp]				
SCHEMA				
q_1 (q_2) [kp/m²]	250	250, 350 500	500	500
P_1 [kp]	250			
P_2 (P_3) [kp]	500, 1500, 3000, 5000			0, 100, 200, 300

Abb. 3. Alternativen der Belastungsversuche

den vollen den Biegungsdünnheiten der zu verbindenden Profile entsprechenden Biegungsmoment - wurden statische Nachweisprüfungen eines Teils der Tragkonstruktion in natürlichen Abmessungen von 6300 mm x 2900 mm x 1000 mm durchgeführt. Auflagerungsbedingungen von unteren Knoten wurden teilweise der wirklichen Auflagerung angepasst. Die Versuchsergebnisse zeigten eine sehr gute Übereinstimmung von theoretisch errechneten und experimentell gemessenen Spannungen und Deformationen. Spannungen wurden mit Widerstandstensometern (insgesamt 110) und Deformationen mit mechanischen Messgeräten (insgesamt 40) gemessen. Die theoretische Berechnung von Beanspruchungen und Deformationen ging aus der Winter´s Theorie von dünnwandigen Profilen aus. Alle Belastungsstadien riefen nur elastische De-

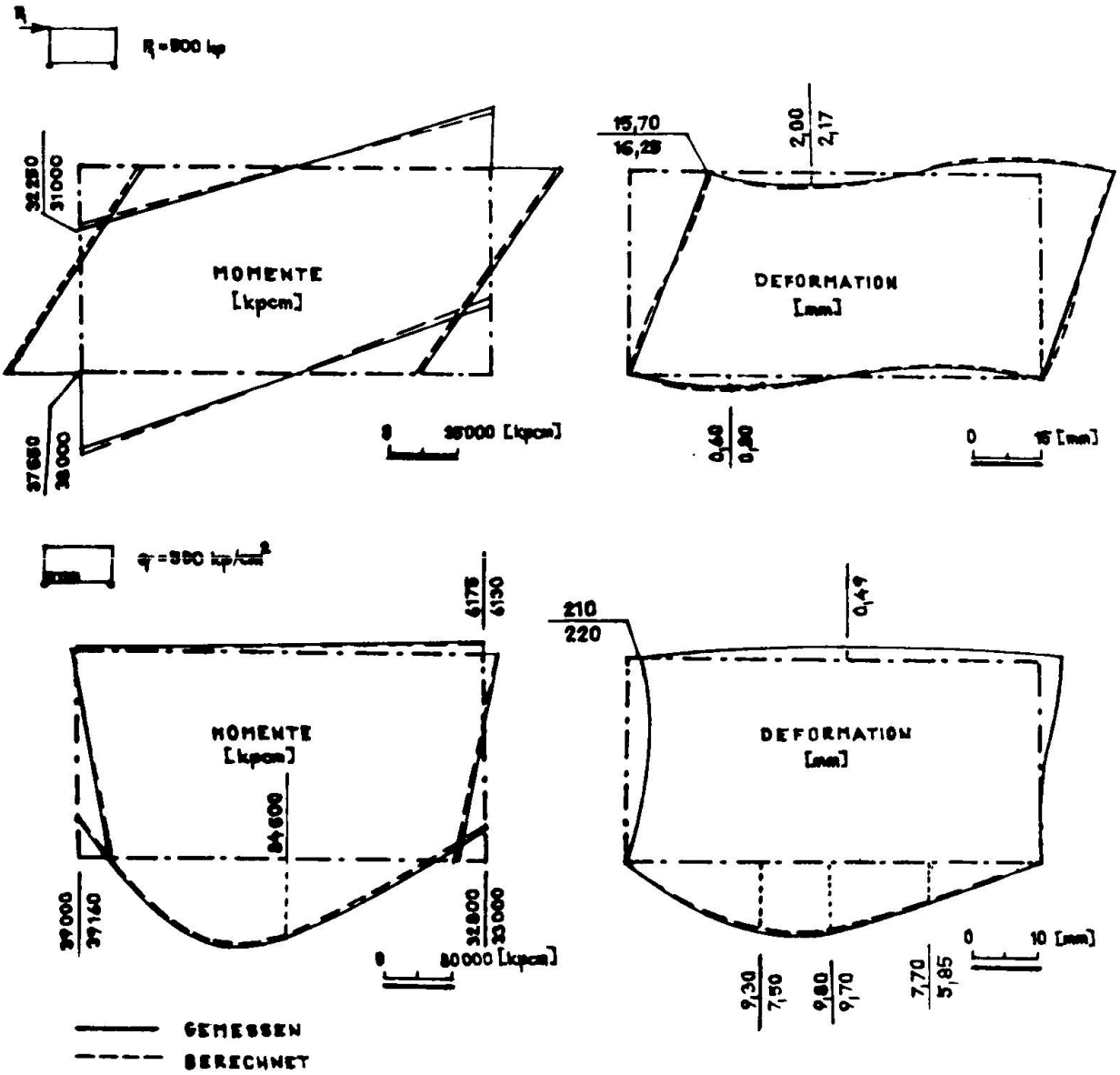


Abb. 4. Vergleich von theoretischen und gemessenen Ergebnissen

formationen hervor. Zur Illustration werden hier kürzlich gemessene und errechnete Resultate für zwei Belastungsstadien angeführt. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Festsetzung und Nachweisung der Biegungssteifheit des Fussbodenprofils gewidmet, das in der Ecke nur in einer Hälfte angeschlossen ist (diese Lösung wurde durch technologische Gründe und Produktionsgründe erzwungen); dies verursacht die Änderung der Biegungssteifheit längs des Fussbodenprofils. Ausser den angeführten Belastungsschemen wurde noch ein Schubversuch der senkrechten Wand durchgeführt, u.zw. zur Bestimmung des Ersatzmoduls der Schubelastizität, der den Randbedingungen der Wand entspricht. Zur Überprüfung des Wirkens der Zellenstahlkonstruktion bei dynamischer Beanspruchung wurde die Konstruktion bei erzwungener Schwingung und Belastung des Fussbodenprofils von 350 kp/m^2 untersucht, weiter bei Schwingung durch Fall einer Last auf das Fussbodenprofil (Abb. 5 d) und bei Schwingung durch plötzliche Auslenkung des obe-

ren Knotens (Abb. 5 b). Aus der Abbildung geht eine hohe Dämpfung hervor.

Konstruktion des gesamten Objekts aus Stahlzellen

Nebeneinander und übereinander gereihte Stahlzellen ohne weiteren Tragsystem bilden das Konstruktionssystem des Objektes. Zwischen den Zellen besteht eine Luftschicht. Die Zellen sind nur in Ecken mittels waagrechter Träger verbunden, die mit schalldämmenden Unterlagen versehen sind. Waagrechte Träger verlaufen durch die gesamte Tiefe des Objekts (der Zelle). Aus statischer Hinsicht stellt diese Verbindung ein Gelenk vor. Der waagrechte Träger gewährleistet die Übertragung der Einwirkungen von senkrechter Belastung (Stützenreaktion) zwischen einzelnen Zellen und der Einwirkungen der waagrechten Belastung auf Zellen im Verhältnis ihrer Steifheit. Bei der Winddruckbeanspruchung der Konstruktion in Richtung der Tragwände vermittelt dieser Träger die Einführung der Schubkraft in die senkrechte Wand längs ihrer ganzen Länge (durch Schubfluss). Um die Konstruktion resp. die Verbindungen nicht ändern zu müssen oder um besondere waagrechte Versteifung bei Winddruckbeanspruchung in Längsrichtung (des Objekts) nicht durchführen zu müssen, hauptsächlich mit Rücksicht

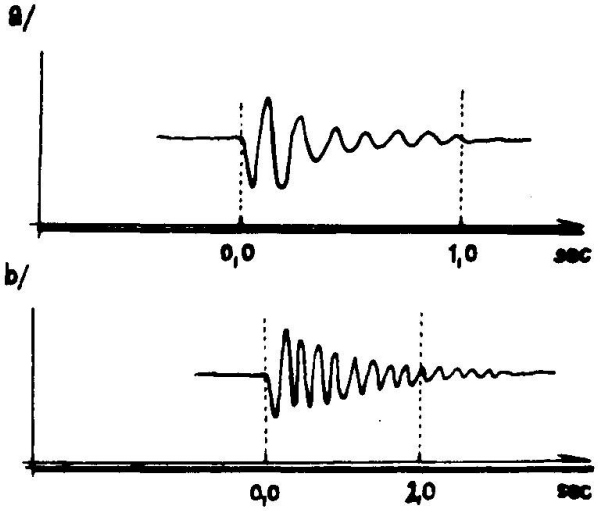


Abb. 5. Verzeichnung der Zellenschwingungszahl

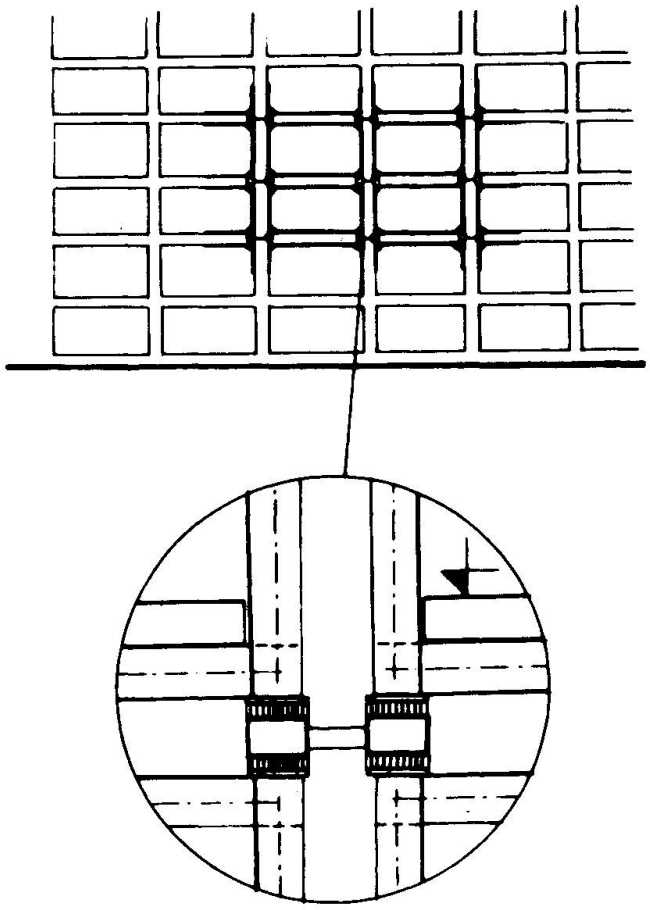


Abb. 6.
Statisches Schema des Konstruktionssystems

auf waagrechte Deformationen, gilt es die Objektlänge (in Längsrichtung)

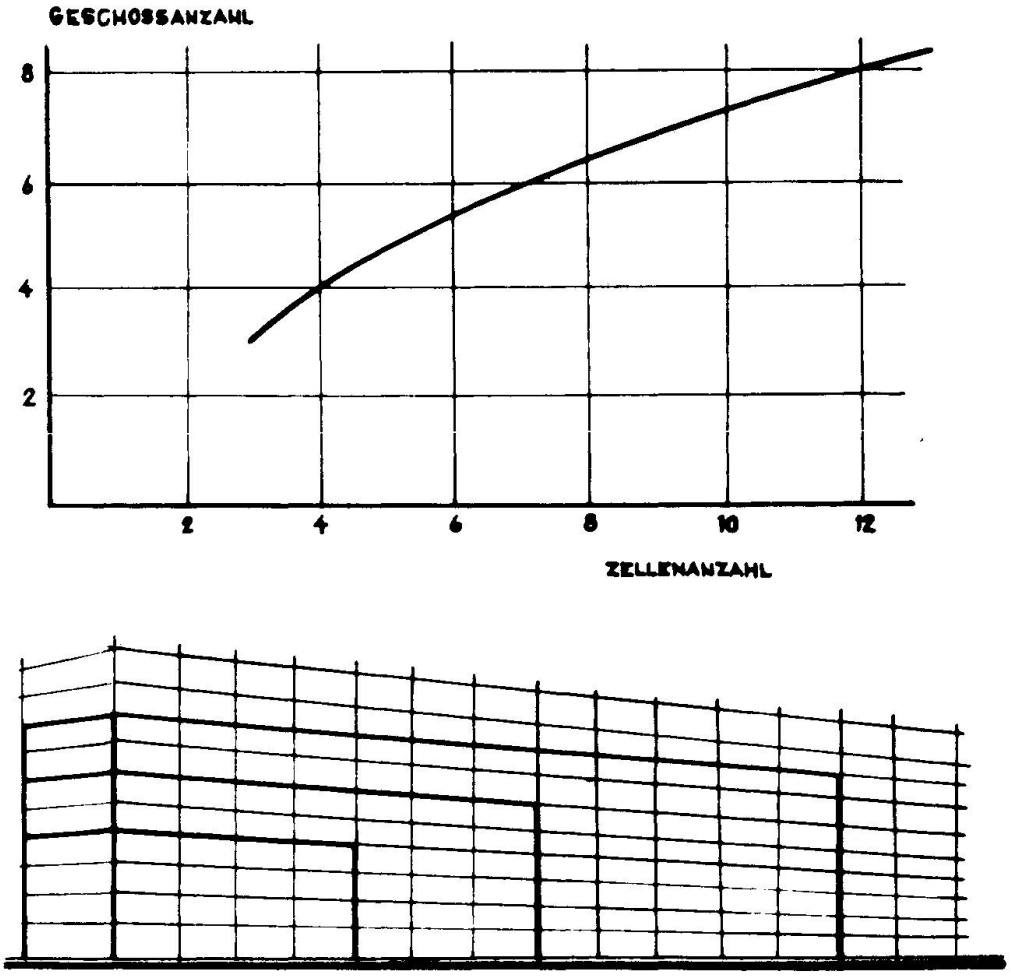


Abb. 7. Graph der Abhängigkeit der Objektlänge von der Höhe bei konstanter längsliegender Winddruckbeanspruchung

der Geschosszahl anzupassen. Bei dieser Anordnung ist die Zellenstahlkonstruktion des untersten Geschosses bei verschiedener Zahl von Geschossen praktisch immer durch das gleiche Maximalmoment (von der waagrechten Belastung in der Längsrichtung + Moment von der Fussboden- und Untersichtsbelastung) beansprucht; es nimmt nur die Normalspannung von der senkrechten Belastung und von der waagrechten Belastung in Längsrichtung (des Objektes) zu. Maximal ist die Winddrucknormalspannung in Querrichtung (in Richtung der Tragwände) in den Randfasern der Wand. In diesen Teilen ist die Wand durch senkrechten Winkel versteift, der gleichzeitig zum Befestigen des Fassadenmantels dient.

ZUSAMMENFASSUNG

Das beschriebene System lässt sich als Konstruktionssystem charakterisieren, das aus gelenkartig verbundenen Raumelementen - Zellen - gebildet ist, die durch ihre Biege- und Schubsteifigkeit sämtliche äussere auf das Objekt wirkenden Lasteffekte übertragen. Die Konstruktion des gesamten Objekts besteht vorwiegend aus dünnwandigen durch Walzen kaltverformten Stahlprofilen.

SUMMARY

The described system can be characterized as a construction system composed of articulated three dimensional elements - cells - which by their bending and shear stiffness transfer all externally acting load effects on the construction. The construction of the whole dwelling house is mainly composed of thin walled cold laminated steel sections.

RESUME

Le système de construction décrit est caractérisé par des éléments tridimensionels, cellules, reliés entre eux par des articulations. Ces éléments, par leur rigidité à la flexion et au cisaillement, transmettent toutes les charges extérieures de l'ouvrage. La maison se compose alors essentiellement de profilés minces d'acier laminés à froid.

Leere Seite
Blank page
Page vide

Mehrgeschoßiges Mehrzweckgebäude Typ Leipzig

Type Leipzig, a Multi-Storey and Multi Purpose Building

Type Leipzig, immeuble à emplois multiples et à plusieurs étages

GÜNTER RUX
Dipl.-Ing.
VEB Metalleichtkombinat
Leipzig, DDR

1. Anwendungsbereich und Hauptabmessungen

Der Typ Leipzig ist ein in Serie gefertigtes Mehrzweckgebäude mit stählerner Tragkonstruktion; seine Anwendung erfolgt vorzugsweise als Bürogebäude für Verwaltungen, Institute, Projektierungsbetriebe u.ä., aber auch für Internatsgebäude und Produktionsgebäude der Leichtindustrie. Diese große Anwendungsbreite ergibt sich aus der hohen Flexibilität hinsichtlich der Raumaufteilung in den einzelnen Geschossen. In der Normalausführung besitzt das Gebäude in jedem Geschoß einen asymmetrisch angeordneten Mittelgang, so daß sich unterschiedliche Raumtiefen von 6 m bezw. 4,2o m ergeben. Da die Trennwände nicht mittragend sind, können sie variabel angeordnet werden.

Die Deckennutzlast wird in zwei Stufen mit 3oo bezw. 5oo kp/m^2 angeboten.

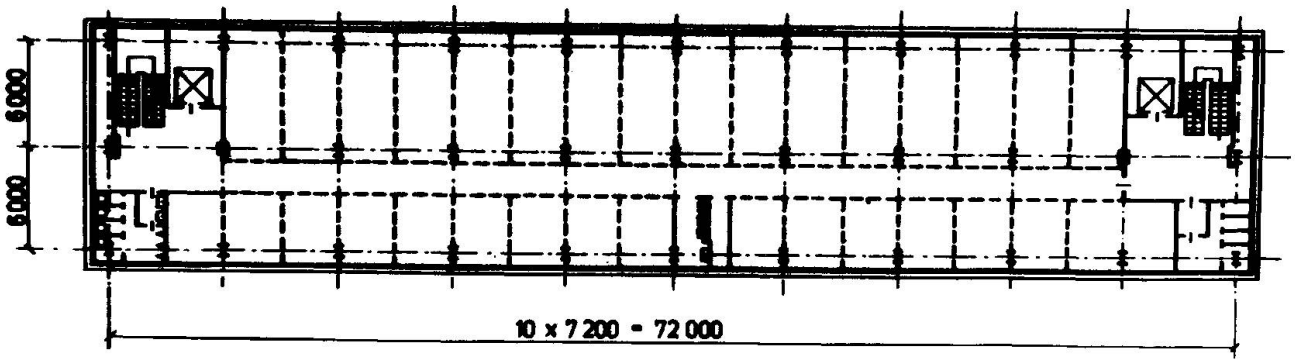


Bild 1 Grundriß eines Normalgeschosses

Jeweils in den beiden Endfeldern sind die Treppen und Aufzüge angebracht. Es handelt sich dabei im Regelfall um kombinierte Personen- Lastaufzüge für 6 Personen bezw. 5oo kp Nutzlast.

Die Stützen stehen in einem Längsraster von 7,2o m und einem Querraster von 2 x 6,oo m; daraus resultieren folgende Grundrißabmessungen

Gebäudelänge 73.44o mm
Gebäudebreite 13.44o mm.

Diesen Angaben liegt eine Ausführung mit 1o Feldern zugrunde, die natürlich auch reduziert werden kann.

Die Anzahl der Geschosse ist veränderlich, sie wird jedoch vorteilhaft mit dem oberen Grenzwert als 5-geschossiges Gebäude ausgenutzt. Die Geschoßhöhe beträgt 3,6o m, womit sich eine lichte Höhe von 2,95 m ergibt. Als Bauhöhe über Terrain ergeben sich 19.38o mm.

2. Tragkonstruktion

Bei der Entwicklung der stählernen Tragkonstruktion stand die Berücksichtigung der Fertigungslinien für Walz- und Schweißträger im Herstellerbetrieb im Vordergrund; gleichermaßen war anzustreben, möglichst viel Elemente gleich zu gestalten, um zu hohen Stückzahlen auf den Fertigungsstraßen zu kommen.

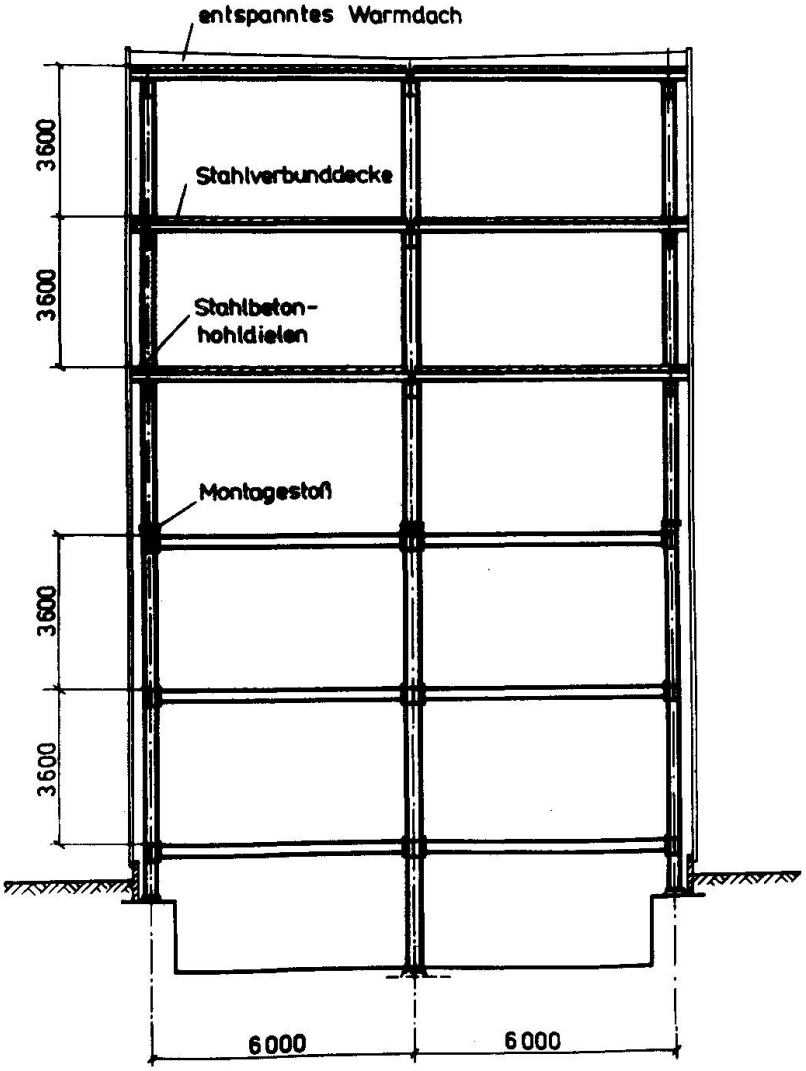


Bild 2 Stockwerkrahmen im Querschnitt des Gebäudes

Die Stahlkonstruktion besteht aus in beiden Hauptrichtungen angeordneten Stockwerksrahmen. Der symmetrisch liegende Mittelstiel der 3-stieligen Querrahmen wird bis zur Kellersohle herabgezogen. Dadurch ist das ungehinderte Befahren des Kellerfußbodens mit einem Kran möglich und gestattet die sehr vorteilhaft durchzuführende Vorkopfmontage; das ist auch der Grund, weshalb auf ein monolithisch ausgebildetes Kellergeschoß verzichtet wurde. Die Längsstabilität wird durch zweifeldrige Rahmen erzielt und ergibt eine größere Steifigkeit gegenüber der Anwendung von

einhüftigen Rahmen.

Da die Deckenspannweite quer zur Gebäudelängsachse liegt, lagern die Deckenträger auf Längsriegeln und belasten nicht die Riegel des Querrahmens. Durch diese Lösung erhält der Querrahmenriegel nur Biegebeanspruchung aus Windbelastung und ermöglicht sehr einfache Rahmenecken.

Für die Anwendung einer Rahmenkonstruktion sprechen hier entgegen dem etwas erhöhten Materialaufwand folgende zwei Gründe: die Flexibilität und die Unabhängigkeit für die Anordnung von Türen und sonstigen Öffnungen ist größer als bei Verwendung von Diagonalen, außerdem würden sich die Aufwendungen für den Brandschutz bei der Verkleidung von schräg liegenden Stahlbaugliedern erhöhen; entsprechend den Vorschriften in der DDR werden die Stahlkonstruktionen für einen Feuerwiderstand von f_w = o,75 ausgebildet.

In einer weiteren Variante werden jedoch auch die Möglichkeiten einer Fachwerkstabilisierung untersucht, wodurch als Folge der Anwendung von Pendelstützen der Materialeinsatz gesenkt werden kann. Die geringfügige Einschränkung der Flexibilität durch die Anordnung von Diagonalen kann für viele Nutzer in Kauf genommen werden. Diese Variante erfordert, die schubsteife Decke über die gesamte Geschoßebene wirksam zu machen.

Als Korrosionsschutz sind sowohl die Feuerverzinkung als auch eine mehrschichtige Farbkonservierung vorgesehen, wobei erforderlichenfalls auch eine Kombination beider Möglichkeiten ausgeführt werden kann. Das Herstellerwerk verfügt über eine Großverzinkerei, in der Teile bis zu 15 m Länge behandelt werden können.

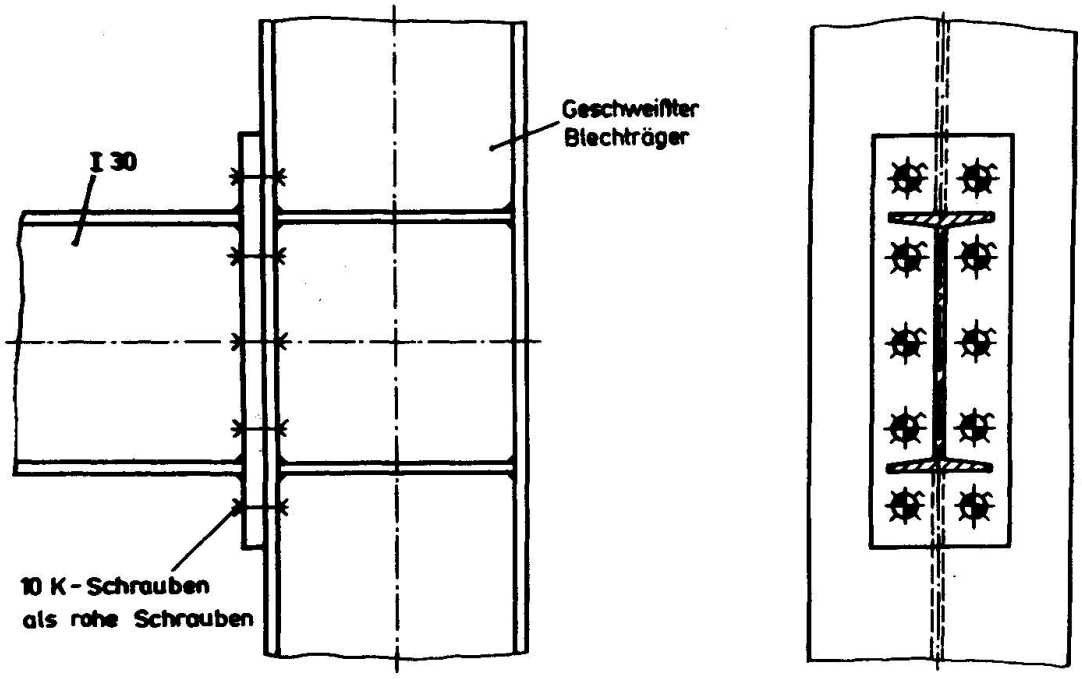


Bild 3 Eckausbildung des Querrahmens

3. Decken

Die Tragkonstruktion ist so ausgebildet worden, daß mehrere Deckensysteme zur Anwendung kommen können. Am zweckmäßigsten erweist sich die Verwendung einer vorgefertigten Stahlverbunddecke; die vorgefertigten Elemente haben die Abmessung 6,oo m x 2,4o m, die Eckaussparungen für die Durchführung von Fallrohren bezw. im Bereich der Mittelstützen erfordern nur geringen Aufwand. Die Randstreifen der Decken werden mit Hohldielen abgedeckt. Die Betonplatte ist 1o cm dick, die Stahlverbundträger sind Normalprofile I 16. Bei unveränderter Geometrie, lediglich durch Veränderung der Stahlmarke, erfolgt die Anpassung an die angebotenen beiden Nutzlaststufen.

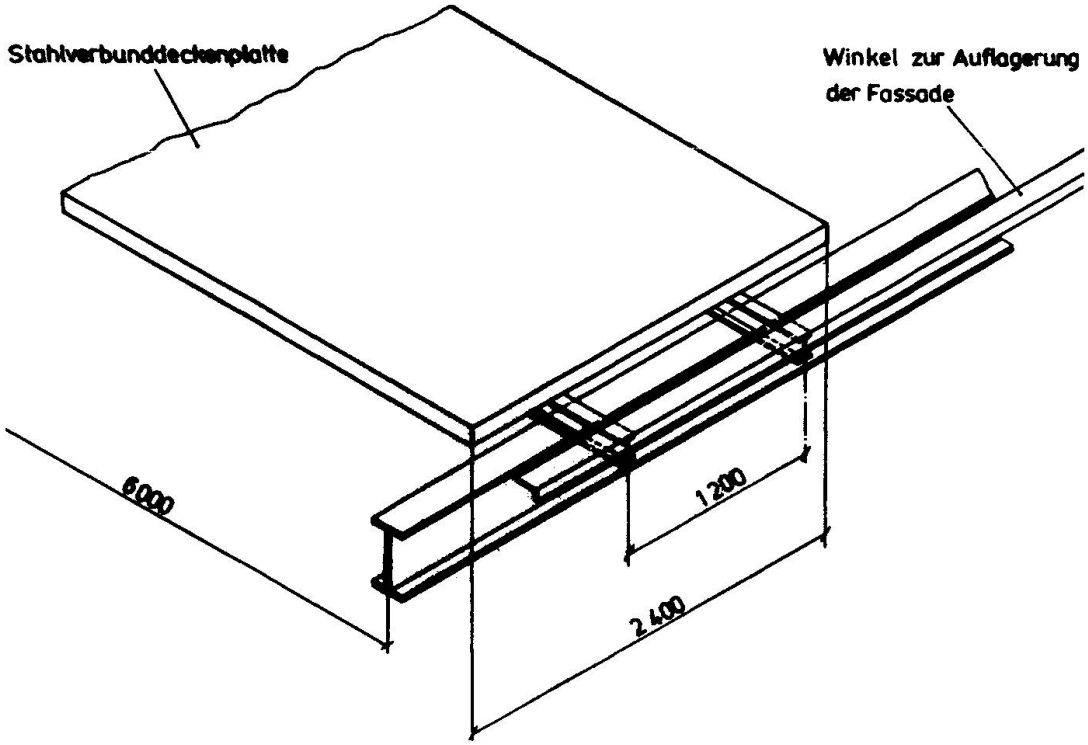


Bild 4 Anschluß der Stahlverbunddeckenplatte an die Haupttragkonstruktion mit überstehenden Verbundträgern

Der Hauptvorteil der Verbunddecke liegt in der Montage Stahl auf Stahl und damit der Vermeidung eines Mörtelbetts. Hierdurch werden die Toleranzfragen unproblematischer und die Vorteile der Trockenmontage ausgeschöpft. Der Anschluß der Deckenträger kann durch Schrauben und durch Schweißen erfolgen.

Die Decke wird mit einer Unterdecke verkleidet.

Durch das Auskragen der Stahlverbundträger I 16 über den äußeren Längsriegel der Hauptkonstruktion hinaus wird eine Auflage für den Fassadenriegel geschaffen, dadurch ist das Befestigen der Fassadenelemente konstruktiv und montagetechnisch sehr günstig gelöst.

Für die Gewährleistung einer über 72 m Gebäudelänge schubsteif durchgehenden Stahlverbunddecke wurden mit Hilfe von Rechenprogrammen die statischen Probleme und ebenso die konstruktiven Bedingungen gelöst.

4. Außenwände

Das Gebäude wird mit einer repräsentativen geschoßhohen Mehrschichtfassade verkleidet. Die Elementebreite wird von 1,2o m auf 1,8o m vergrößert. Die Brüstungselemente haben folgenden Aufbau von innen nach außen

- 2o mm Sokalitplatte
- Gölzathenfolie als Dampfsperre
- 8o mm Rahmenkonstruktion mit eingelegter Dämmung aus Mineralfaserwolle in Plattenform
- 6 mm Asbest-Zement-Platte
- Hinterlüftete Wetterschale aus emailliertem Stahlblech oder wahlweise Fassadensicherheitsglas, Abschlußplatte aus Plastwerkstoff oder Glagitplatte mit Plastputz.

Als Variante wird auch eine Gassilikatbetonfassade entwickelt, die auch in Kombination mit der Mehrschichtfassade verwendet werden kann. Eine günstige Lösung ergibt sich in der Verwendung von Mehrschichtfassaden für die Längswände und Gassilikatbetonelementen für die Giebelwände.

Im Regelfall werden Stahlfenster mit Thermoverglasung verwendet, es ist jedoch ebenso möglich Aluminiumfenster, Holzfenster oder auch Plastfenster anzuwenden.

5. Innenwände

Hierfür können grundsätzlich alle leichten Wände eingesetzt werden, die eine Linienlast von 25okp/m nicht überschreiten. Die Regelausführung verwendet vorgefertigte Elemente mit Stuckgipsrahmen und Zwischenstegen und dünnen Glasflies bewehrten Purgipsschalen als äußere Deckschicht. Die Platten sind 7o mm dick, oberflächenfertig und können in Handmontage versetzt werden. Günstige Lösungen ergeben sich auch durch die Verwendung von vorgefertigten Schrankwänden.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Typ "Leipzig" ist ein mehrgeschossiges Mehrzweckgebäude mit stählerner Tragkonstruktion und wird als Büro- und Produktionsgebäude der Leichtindustrie angewendet. Die Deckennutzlast beträgt 300 oder 500 kp/m^2. Die vorgefertigten Stahlbetonverbunddeckenelemente werden zur schubsteifen Scheibe verbunden. Die Aussenverkleidung erfolgt mit Mehrschichtfassaden oder Gasbetonelementen. Leichte Innenwände ermöglichen eine variable Raumgestaltung. Universelle Anwendbarkeit, geringer Materialeinsatz und kurze Bauzeiten zeichnen den Typ Leipzig aus.

SUMMARY

Type Leipzig, a multi-purpose and multi-storey steel-frame building of 300 or 500 kp/m^2 useful floor load has been designed as office building or production unit for the lightweight industry. The prefabricated composite floor elements are connected to form a shear-resistant slab. The exterior walls consist of gas concrete or multi-layer facade elements. The lightweight partition walls ensure flexible indoor formation. Universal applicability, low material consumption and short construction periods are outstanding characteristics of the multi-purpose building Type Leipzig.

RESUME

Le Type Leipzig, immeuble à emplois multiples et à plusieurs étages, avec ossature métallique et pour une charge des plafonds de 300 ou de 500 kp/m^2 a été conçu comme immeuble administratif ou de fabrication pour l'industrie légère. Les éléments compound du plafond en béton armé sont assemblés de façon à former une plaque résistant à la poussée. La paroi extérieure de l'immeuble consiste en béton aéré ou en éléments de façade à plusieurs couches. L'intérieur est facilement variable grâce aux parois intermédiaires légères. Les avantages particuliers du Type Leipzig sont les possibilités d'emploi universelles ainsi que le besoin en matériau et le temps de construction réduits.

The Functura House – A Factory Fabricated One-Family House of Sheet Steel Construction

La maison Functura – Villa en tôle d'acier produite en fabrique

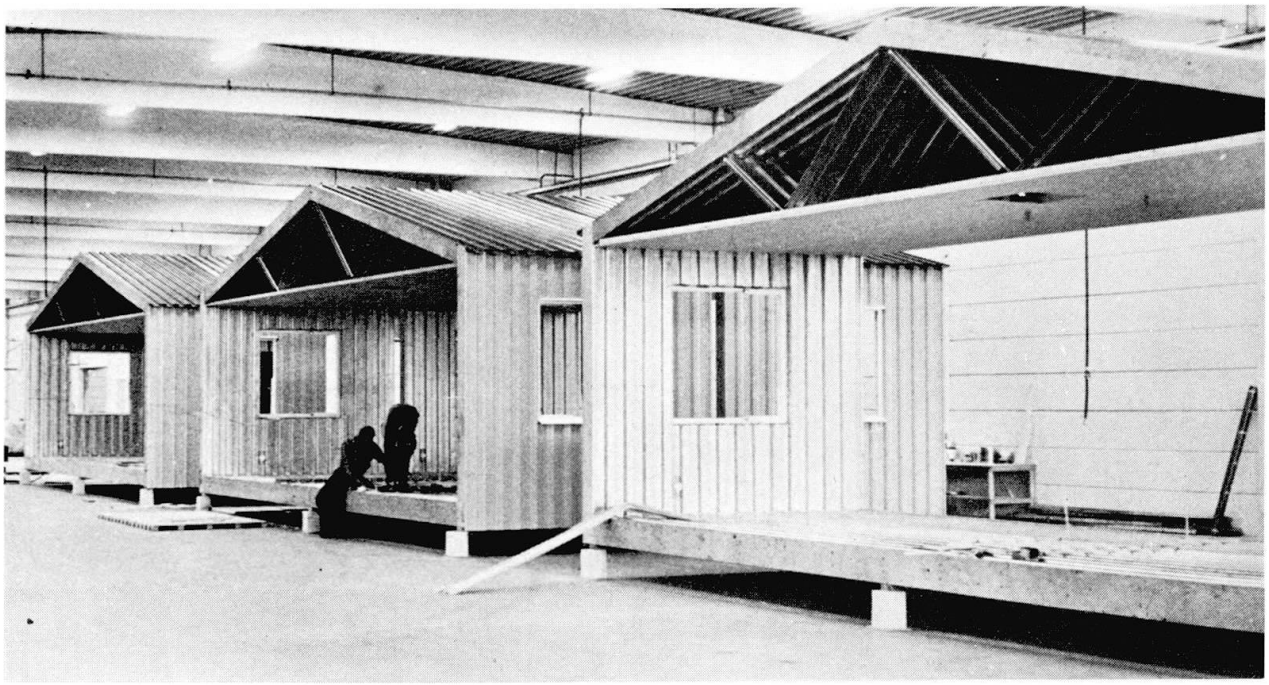
Das Functura Haus – Ein in der Fabrik hergestelltes Einfamilienhaus aus Stahlblechkonstruktion

LARS WALLIN
Swedish Institute of Steel Construction
Stockholm, Sweden

The Functura House is a factory fabricated one-family house of sheet steel construction developed and put into series fabrication of Junga Verkstäder in Sweden.

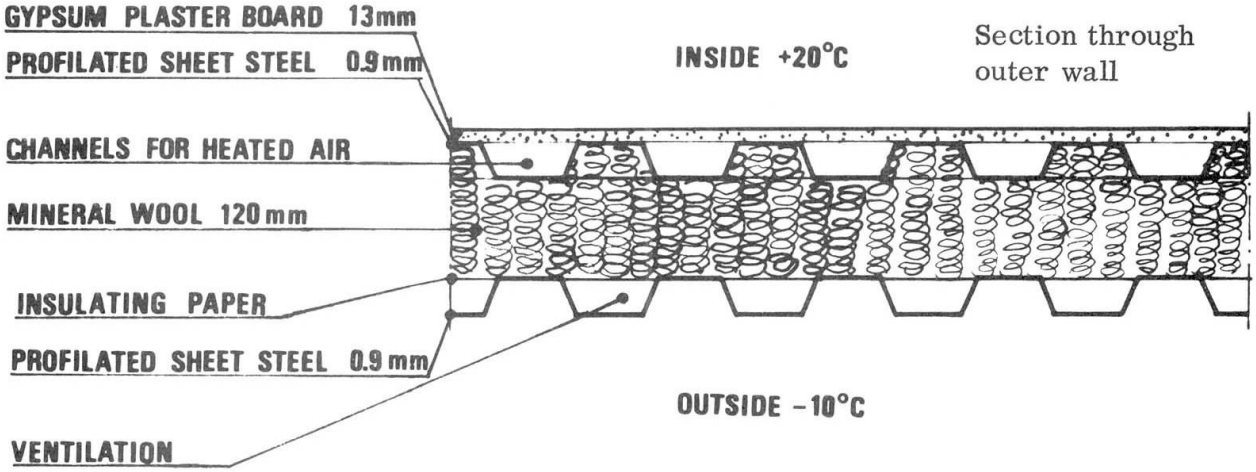
The Functura House is built entirely of cold-formed, trapezium-profilated galvanized sheet steel as a frameless building. The roof is free spanning over the width of the house to the load-bearing outer walls. The house is built of a number of similar sections with a floor area of 9 x 3 m or 27 m^2. The sections are complete factory fabricated in series.

The roof structure consists of an outer A-shaped roof, a W-shaped reinforcing structure and a horisontal bottom plate, all made of trapezium-profilated sheet steel. The load-bearing outer walls, the floor and the outer roof consist of a sandwich-type structure of trapezium-profilated sheet steel with heat insulation in between.

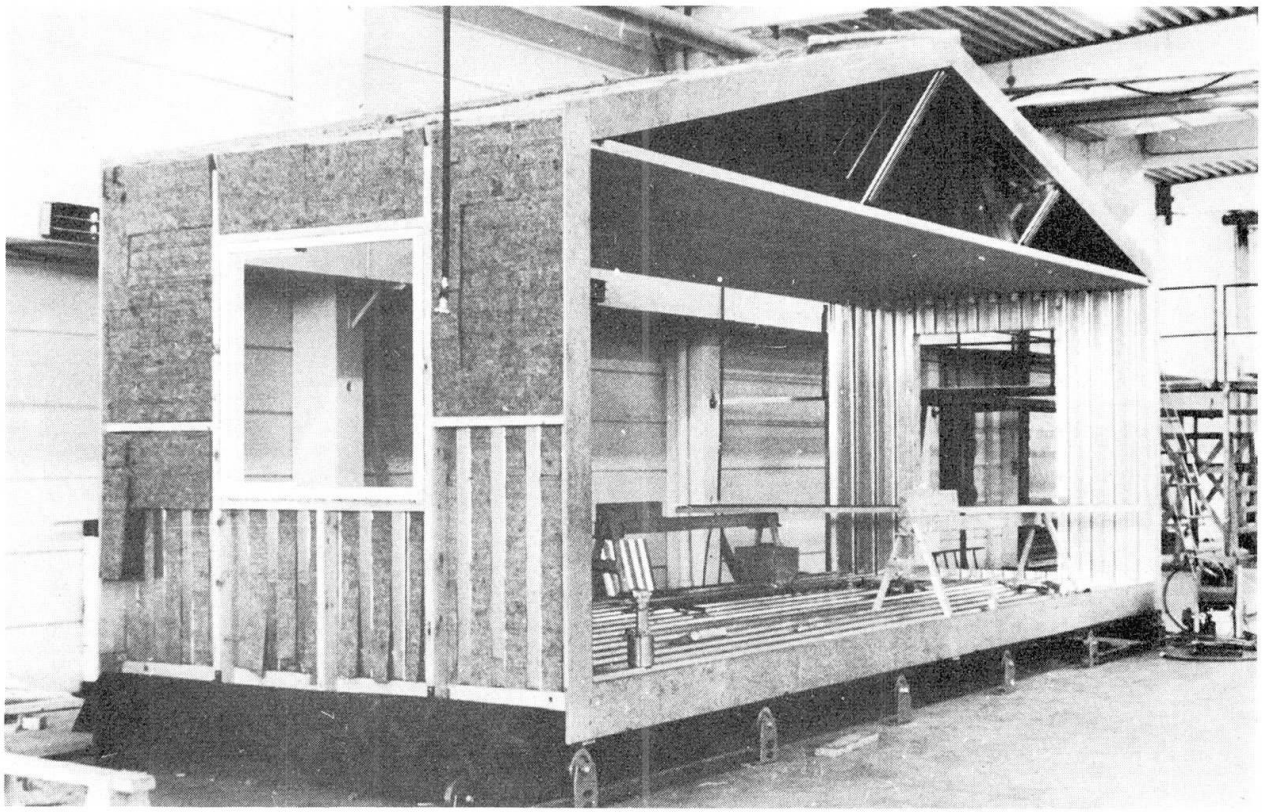


All sheet steel is galvanized to 30 μm zink thickness and all outer surfaces are plastic coated with 200 μm Organosol. The plate thickness is 0, 9 mm and the height of the trapezium-profile pattern is 45 mm.

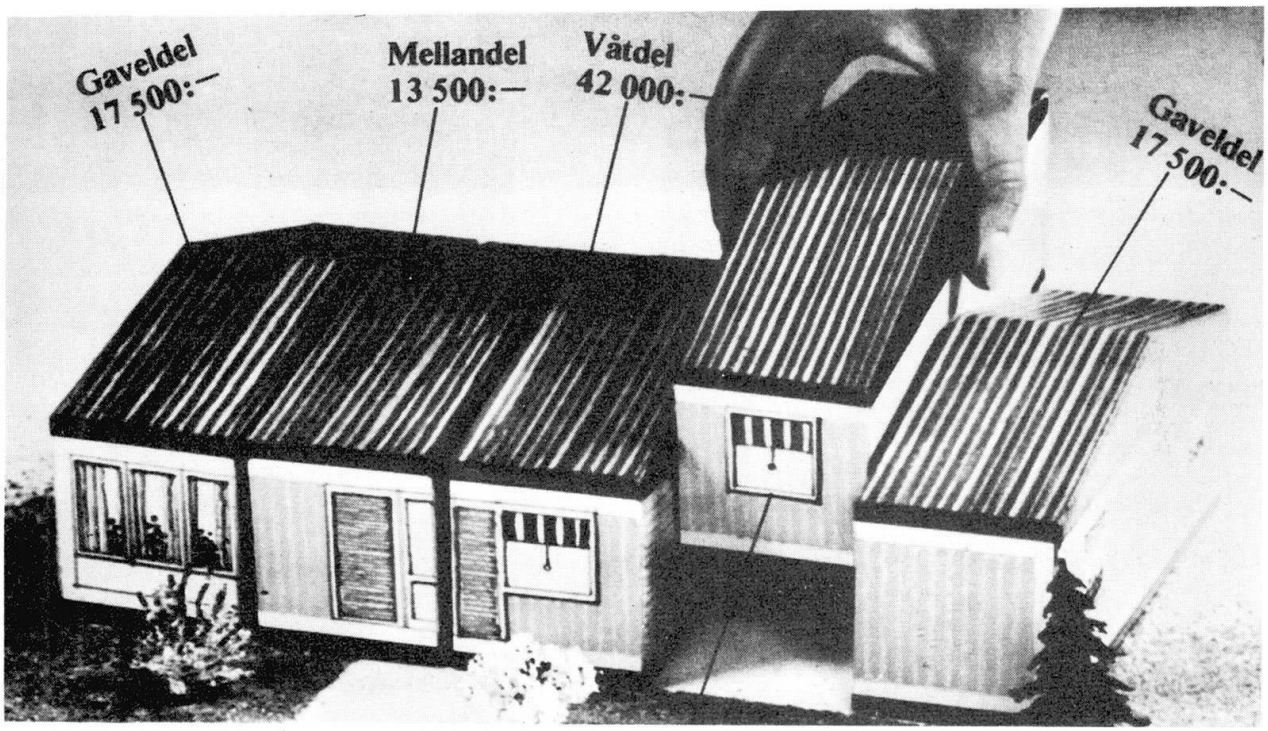
The outer walls, the outer roof and the floor are built up in the same way consisting of from outside: plastic-coated trapezium-profilated sheet steel, insulating paper, heat insulation, and galvanized trapezium-profilated inner sheet steel. The heat insulation consists of mineral wool, 12 cm for walls and roof and 17 cm for the floor. The wall, roof and floor structure is kept together in the right position with wood spacers. The wall, roof, and floor design gives, besides a very good heat insulation, also a good acoustic insulation. Inner walls and ceilings are made of 13 mm plasterboard and the inner floor is made of 22 mm chipboard. Partitions are also made of plasterboard on a light steel frame, and partitions can be put into any position depending on the desired internal lay-out.



Section through outer wall



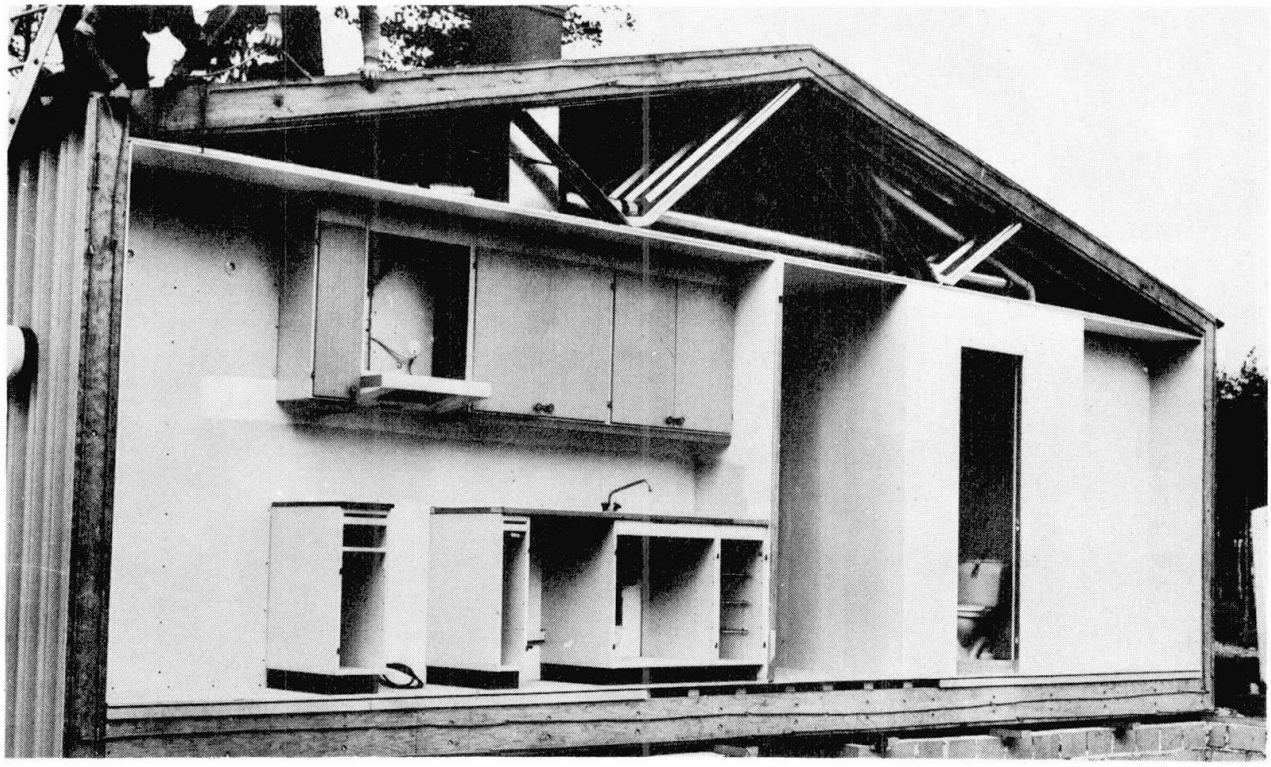
The house is built up of four, five, six or more similar sections, each of 27 m^2 floor area. Two of the sections are gable sections and one section is a wet section comprising kitchen, bathroom, toilette and heating unit. The different sections are all prized. An ordinary gable section costs appr. 17 500 Sw Cr (3 500 US $) and an ordinary middle section costs appr. 13 500 Sw Cr (2 700 US $). The wet section is the most expensive one with a price of appr. 42 000 Sw Cr (8 500 US $). These prices include erection but of course not the lot, ground work and the freight. The price for an ordinary five section house of 135 m^2 floor area is thus appr. 104 000 Sw Cr (21 000 US $). This price is much competitive in Sweden, especially as the house is made to a very high standard of equipment and installations.



The house sections are delivered quite complete from the factory. Inner walls, partitions and wall papers, ceilings, inner floors and floor covers, cupboards and kitchen equipments, dishing and washing machines, heating, ventilation, sanitary and electrical equipment are all installed on the assembly line in the factory. All sections are structurally the same and made in the same way but furnished with different equipment.

The steel house is a light-weight structure. An ordinary middle section weights about 3 500 kg, a gable section 4 000 kg and the wet section with all its equipment 5 500 kg. The total weight of a five section house of 135 m^2 is thus about 20 500 kg. The steel weight is about half that total weight.

The house sections are delivered quite complete to the site and erected with a light mobile crane. Erection time is about two days. Erection is made with bolted joints.

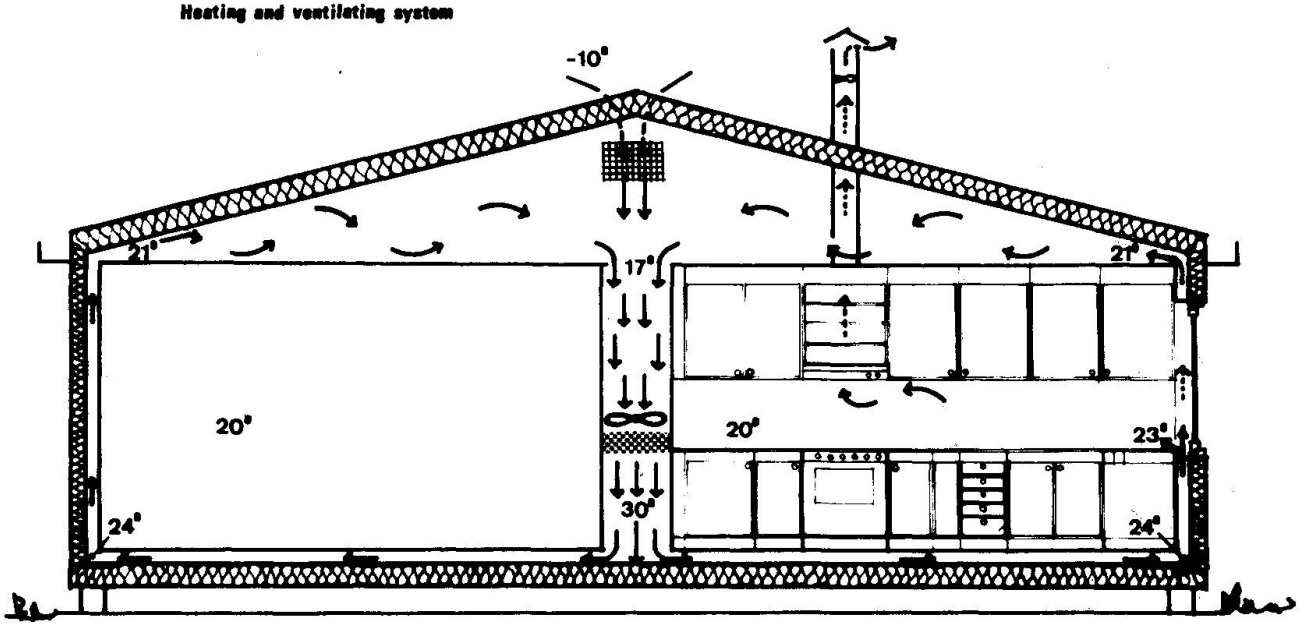


Wet section with kitchen, bathroom and WC

Heating of the Functura House is made in a quite unconventional way with heated air flowing in the channels between the trapezium-profilated sheet steel and the inner walls and floor. The air is heated in an electrical heating unit situated in the wet section. From there the heated air flows down into the floor, through the floor to the walls, up the walls to the roof, and back into the circulation. Some air can also enter the rooms beneath the windows. Some air is ventilated out and new fresh air is taken in and preheated by the circulating air in the roof. This heating system gives a very comfortable internal climate with even temperature, warm floors and walls, no draft, and clean air. The heating system is also very economical in operation. In a hot climate or during summer time the same system can also be used for circulating cooled air. Merely circulating air without cooling or heating gives actually a natural cooling effect.

THE FUNCTURA STEEL HOUSE

Heating and ventilating system

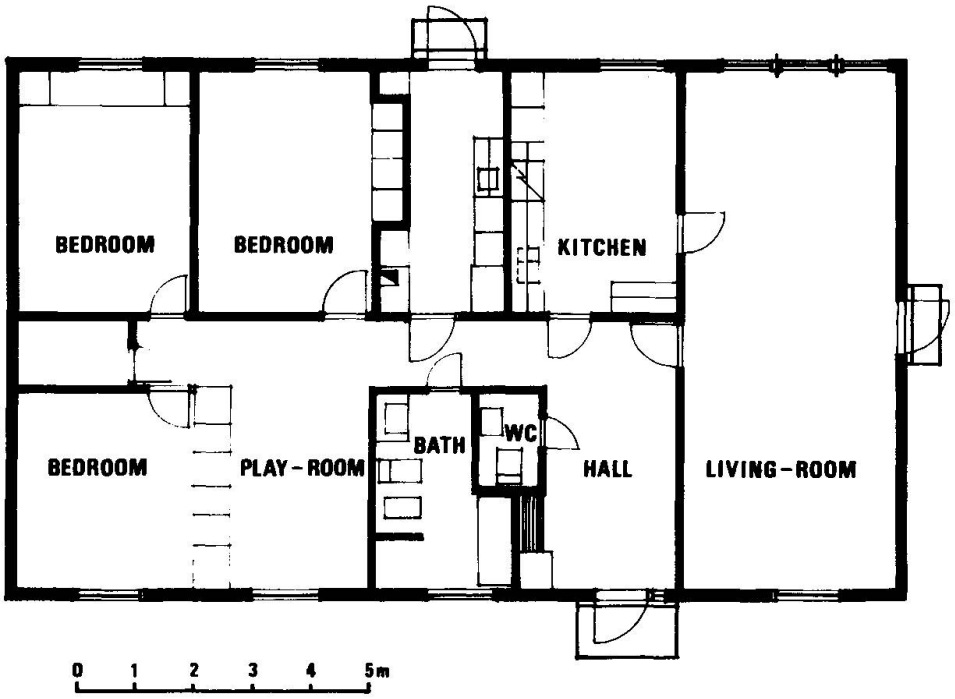


The Functura House can be delivered in different sizes, different colors, different shapes, and with different internal lay-out. A smaller house can later on very easily be enlarged by inserting another middle section. Garage and storage can be supplied with the house. Several Functura Houses can also be built together in a long row.

The Functura House can besides homes also be used as school buildings, smaller office buildings, and smaller commercial buildings.

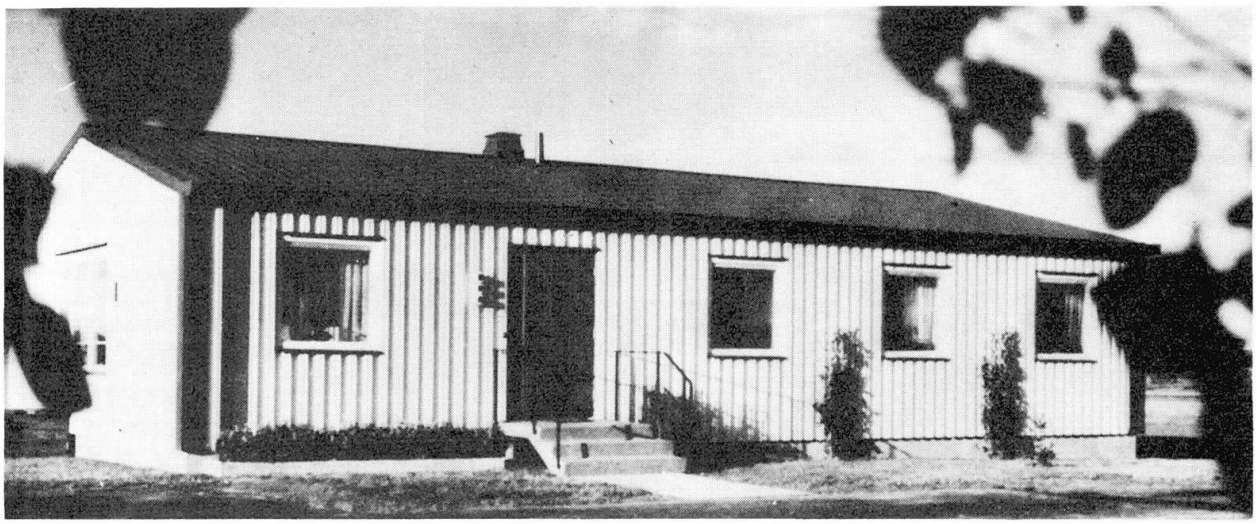
The Functura House has proved quite competitive. The economy lies in the series fabrication with more than 85 % of the whole work being made on the assembly lines. The new heating system also contribute favourably to the over all economy.

THE FUNCTURA STEEL HOUSE

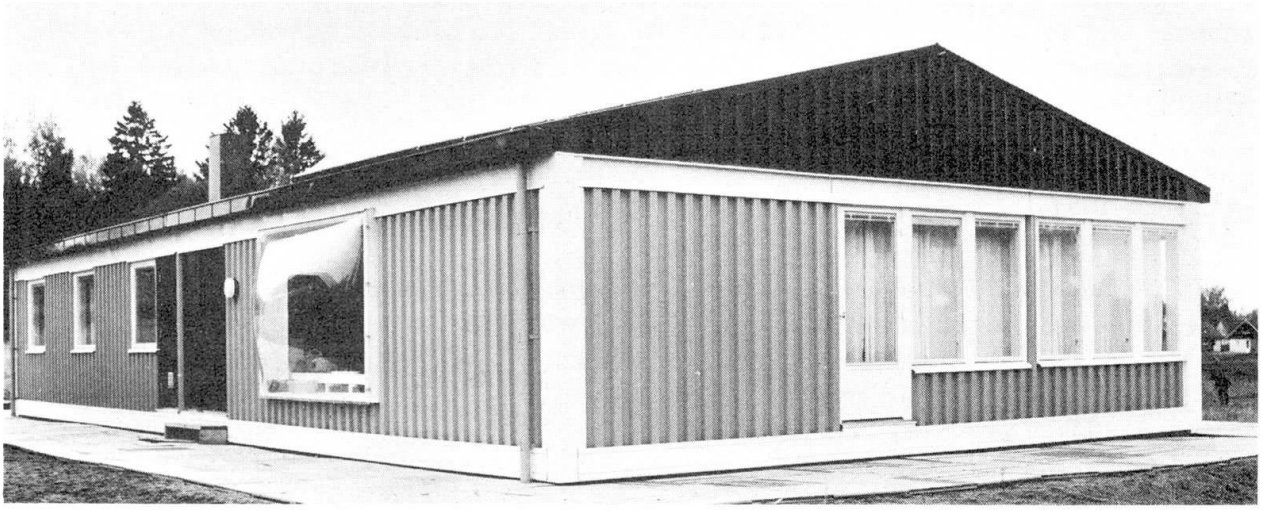


THE FUNCTURA STEEL HOUSE

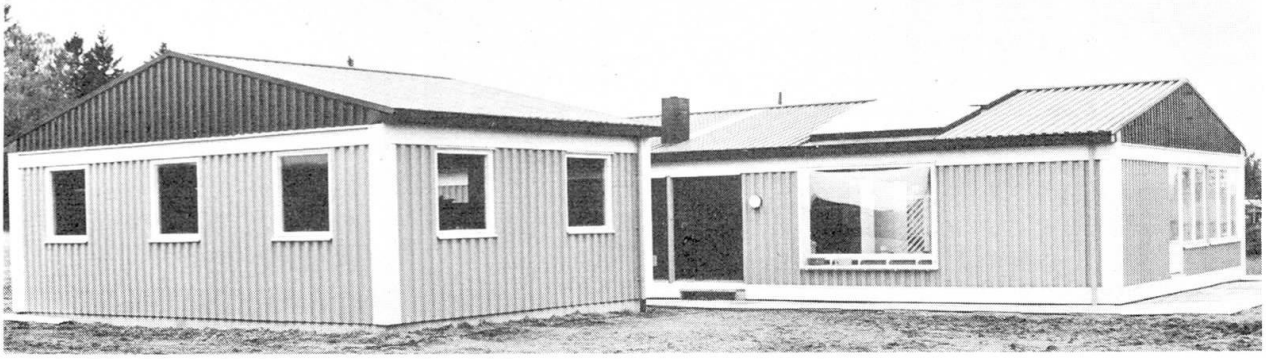
Five section house



Six section house



Six section house in angle



SUMMARY

The Functura Steel House is a factory fabricated one-family house of sheet steel construction. The house is built entirely of cold-formed, trapezium-profilated sheet steel as a frameless building. The house consists of a number of structurally equal sections fabricated in series and delivered quite complete to the site.

RESUME

La Maison Functura est une petite villa en tôle d'acier, produite en fabrique. La maison est composée uniquement de tôles pliées à froid en section trapézoidale, sans squelette. Elle est divisée en un certain nombre d'éléments semblables, fabriqués en série et livrés sur place complets.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Functura-Haus ist ein in der Fabrik hergestelltes Einfamilienhaus aus Stahlblechkonstruktion. Das Haus ist durchwegs aus kaltgeformtem trapezprofiliertem Stahlblech als gerippelose Einheit gebaut. Es besteht aus einer Anzahl strukturell gleicher Sektionen, die in Serien hergestellt und komplett auf den Platz geliefert werden.

Leere Seite
Blank page
Page vide

On the Standardization of Metal Structures in Antenna Devices in the USSR

Sur la standardisation des ossatures métalliques pour antennes en URSS

Über die Typisierung von Metallkonstruktionen der Antennen-einrichtungen in der USSR

A.G. SOKOLOV
D. Sc. (Eng.)

E.P. MOROZOW
Engineer

Moscow, USSR

In spite of a relatively small share of metal consumption for antenna installations (about 2 per cent) as compared with the total metal consumption in construction, great attention is given in the U.S.S.R. to the problem of metal structure standardization. Such attention is caused by two reasons, namely: first, the importance of this domain development for the national economy and, secondly, a great number of purposes and, hence, lots of structural solutions for antenna installations. Under these conditions both standardization and unification of solutions are one of the principal trends in increasing the efficiency and quality.

The classification of antenna installations and further standardization and unification may be elaborated with respect to a number of indications the principal of which are as follows: functional purpose, nature and particular features of force influences, structural features.

The functional purpose of antennae has an essential influence upon their structural solution and with this in mind the antennae designed for broadcasting, television, radio-relay communication, radiolocation, aeronavigation, satellite and space communication have well definite inherent structural forms. The antennae of each of the above mentioned groups may differ from one another in terms of applied radio-engineering circuit and used range of radio waves, say, the antennae of direct visibility radio-relay communication, truposphericc communication and ionospheric scattering utilization have various principal solutions. Such examples may be also obtained for the antennae of any other functional purpose.

The nature and particular features of force and temperature effects are dependent upon functional purpose and structural solution of antennae and their location in either geographic region characterized by the force effects due to wind, ice formation, snow, temperature and seismic forces.

The structural features may be different but they are dependent upon the functional purposes of antennae and force effect nature as well as they shall satisfy radio-engineering requirements at minimum cost (with due regard for the shortest-term realization and further modernization possibilities).

Table I gives the major factors affecting the possibility of standardization and unification of the antenna structures.

Table II presents the classification of engineering structures in antenna devices in terms of separated or combined radio-engineering and mechanical functions of antennae.

In view of such various nature of structural solutions with respect to external effects both standardization and unification are based on the following assumptions:

(1) Elaboration of an unified standard documentation "Structural Standards and Rules", definitions and instructions for the development of corresponding sections of these standards (I- a,B to u);

(2) Elaboration of unified methods designing the structures (2 to 12) and their members (I - б).

(3) Elaboration of unified methods of standardization and unification, namely, unified principles of formulation, based on the modular design and similarity, interchangeability of members, reduction in quantity of members in shipping units, preassemblage of large units at the shop, reduction in the number of erection operations, knowledge of economic solutions. The basis for working out a standard documentation lies in experience in the designing

Table I

I. Antenna purpose	II. Force effect nature	III Structural solution
1. Broadcasting[x)] 2. Television 3. Relay communication[x)] 4. Aeronavigation[x)] 5. Radiolocation[x)] 6. Satellite and Space communication	1. Geographic regions: (a) Wind[xx)] (b) Ice formation[xx)] (c) Snow[xx)] (e) Temperature[xx)] (f) Seismic 2. Gravitation forces 3. Inertia forces 4. Explosions[xx)]	1. Supports: (a) Towers[x)] (b) Masts[x)] (c) Combined solutions 2. Systems 3. Parabolic full revolving antennae 4. Special full revolving or partially revolving antennae 5. Devices for supporting antennae structures

x) Both stationary and transportable.
xx) Antennae placed into radio-penetratable covers are neither fully nor partially affected by these effects.

Table 2

Metal structures of antenna devices where radio-engineering and mechanical functions are:

Separated				Combined			
Antenna and its parts	Supports			Stationary	Rotary		
	Stationary		Moving or rotary		over the angle of site only	over the azimuth only	Full revolving
Wire, turnstile, sharp-directional (horn, parabolic, flat, slotted and other) reflectors, vibrators, complex wave guides etc.	Towers, masts, Installations		Towers	Various reflecting surfaces to be used within the range from several centimetres to hundreds of metres for a sharp-directional communication within the terrestrial globe. Antenna devices of the umbrella type and others where drives take part in the whole system operation. Radiotelescopes using the earth's revolution and electric ray oscillation	Radiotelescopes using the earth's revolution around its axis as rotation over the azimuth. The solutions similar to Mills Cross are applied to them.	Location Devices operating in the zone around the earth	Radiotelescopes of various systems with angle-of-site or other directions of revolution
	Placed for ever	Transportable					

and operation of antenna devices, obtained by a number of different works and offices and generalized in the Central Research and Design Institute of Structural Steelwork.

Both standardization and unification are worked out in the following directions:

(I) Standardization of shipping units;
(2) Standardization of structures in the whole;
(3) Standardization of production processes.

Aims and purposes of standardization with respect to shipping units lie inelaboration of standard joints and standard unified members made at the shop, wide latitude in the use of reiterative members, elaboration of definite standard procedures in fabrication and erection, mechanization and automation of production processes.

The purpose of standardization as to structures in the whole consists in realization of a system of standard designs for individual types of antenna installations which are often repeated in practice.

The standardization with respect to production processes permits to obtain the standard members on the basis of identical solutions for structures and results in the assemblage in jigs, mechanization and automation of fabrication processes. The trends of standardization are interconnected, but their development occurs independently of each other.

Since the fourties the aerodynamic method associated with the use of tubular and round sections is assumed as a basis for designing antenna installations.

The use of tubular sections has caused the development of standard joints the principal of which are the butt joints, joints with fit-in gussets and gussetless joints being made under the shop conditions, as well as flange joints in chords and joints of struts with fit-in gussets being put between the flanges of chords in the field joints (Fig.1)

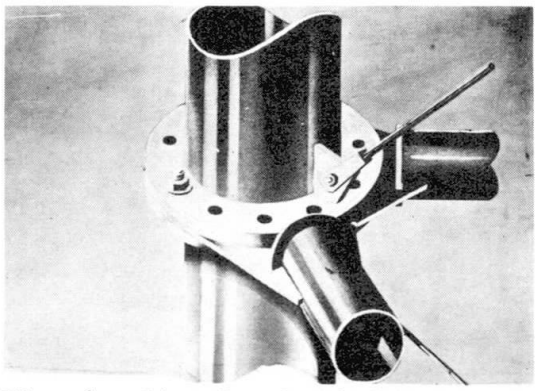


Fig.1. Standard field joint in the tower chords with prestressed diagonals.

The steel rounds are used for prestressed diagonals. In the field diagonals are fastened by gussets and axles to the gussets of chords and tensioned by screw couplings. At the shop the diagonals are welded into the slots of chord gussets and tensioned by the use of electric heating and applied technological welding process.

Recently, in connection with the construction of towers under the low temperature conditions, in some tower structures there are used the diagonals made of prestressed steel cables.

For the guys of masts there are worked out and improved, with due regard for safety requirements revealed in the course of long-term service, appropriate sockets, turnbuckles and stretching means. The machined parts for guys are produced in lots at specialized shops.

Some types of antenna installations are seldom or once repeated, but the majority of joints used are unified and of the same type as those of structures of the mass use.

Particular attention is given to the problems of standardization with respect to the mass use structures, namely: supports of radio-relay lines, television re-translators, radio stations. For these installations there are available the standard designs of individual members and also of structures in the whole.

The principal modulus in the supports is the vertical size. By virtue of that the members of supports may be made in the same jigs, conveyed by the same transportation means and erected by the self-lifting cranes with the pitch equal to the vertical modulus. The modulus in the supports is a dependent quantity. First, it is governed by the linear loading gauge of transportation facilities and, secondly, by the erection equipment load capacity. If the second condition is not observed, the strength of supports will be defined by erection loads rather than meteorological effects. In addition, the vertical modulus may be dependent upon a pitch of both technological and operation equipment located on the support, say, a pitch of the yard lift run etc. For the same installation the constant modulus is observed all over the height.

The mast shaft structures are the most suitable for standardization since the shaft is a continuous multispan beam of constant overall size section.

The transverse standard-sizes of mast sections are different; they are dependent upon both strength and stiffness and are governed by the mast height and transverse railway lorry loading gauge.

The first unified streamlined mast sections consisting of pipes and steel rounds as well as their connections, developed in the early fifties are in use to date with some negligible modifications. These lattice mast sections of triangular section in plan are as follows: "collapsible" sections with 2200-mm base, 6750 mm long, for the mast height up to 350 m, sections with 1350 mm "reduced base", 6750 mm long, for the mast height up to 250 m and sections with 800-mm "small base", 4500 mm long, for the mast height up to 150 m.

Two sections with 2200-mm base or 12 sections with 1350-mm base or up to 30 sections with 800-mm base may be loaded on a two-axle railway lorry. The sections are connected to one another by flanges and bolts of normal precision.

For television masts with panel antennae located on the sides of a square over the height up to 130 m a number of standard designs is available for the masts 190, 235 and 350 m high, providing different alternatives as for location of the antenna equipment. For these masts there are available the standard tetrahedral sections of 2500x2500 mm cross section, 6750 mm high (Fig.2).

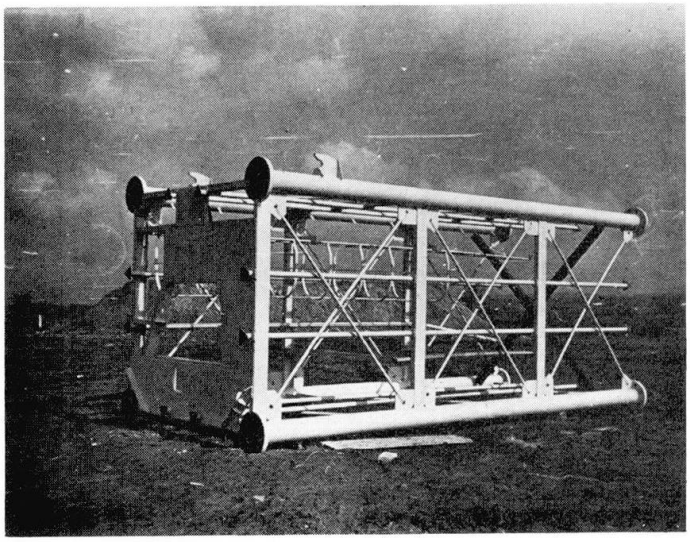


Fig.2. Standard Section of a television mast.

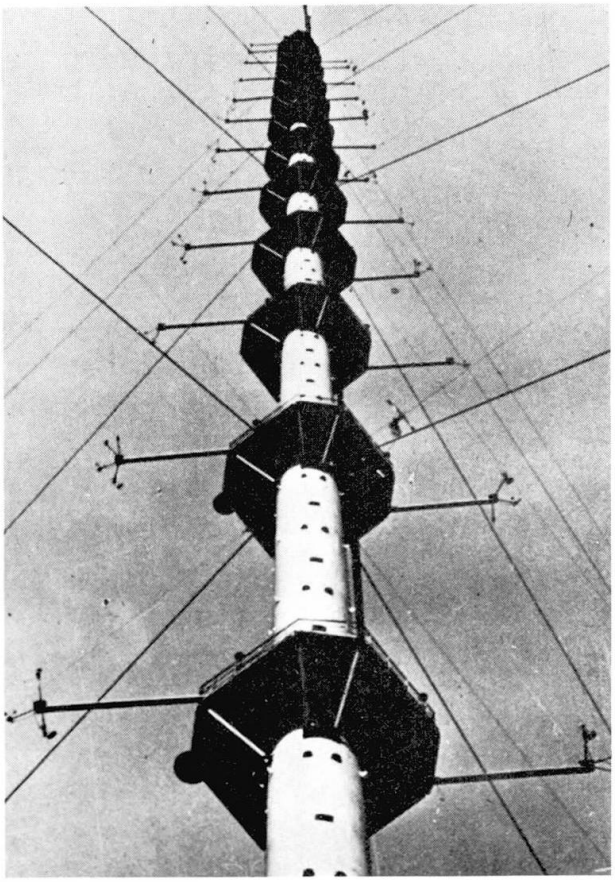


Fig.3. Mast shaft made of steel plates.

The antenna sections differ from the intermediate sections by additional members which are intended for fixing the antennae. For the standard masts there are provided standard systems consisting of a set of any sections being placed in any sequence according to diagrams subjoined.

In the U.S.S.R. there are in common use the round cylindrical masts of steel plates (Fig.3). The vertical size of sections for these masts is taken as 4.0, 5.0 and 6.0 m in terms of standard steel plate width of 1.5 and 2.0 m. The diameters of tubular sections are assumed as equal to 1600, 2200 and 2500mm as a function of both height and purposes of masts.

In the U.S.S.R., equally with the structures made of pipes and steel rounds, the masts and towers of small height are designed of angle sections, namely: small height towers as well as radio-relay line masts consisting of 2400x2400 mm standard all-welded sections where the chords are made of angles and diagonals are of steel rounds.

In connection with elaboration of standard mast sections the shops of structural steelwork were provided with a stationary equipment,e.g., volumetric slips, jigs, manipulators. At the same time a line production system was introduced. By virtue of interchangeability of these sections, provided by jigs, the erection of masts was allowed to be carried out by speed methods with the use of self-lifting cranes which lift a section and, next move up it against the previously lifted section.

The vertical modulus of lattice towers is 4.0m, i.e.equal to the vertical wave guide section, while the tower panels are 4.0, 8.0 and 12.0m high.

For tower structures there are available standard seating shoes and fixing members of the insert parts of foundations (Fig.4).

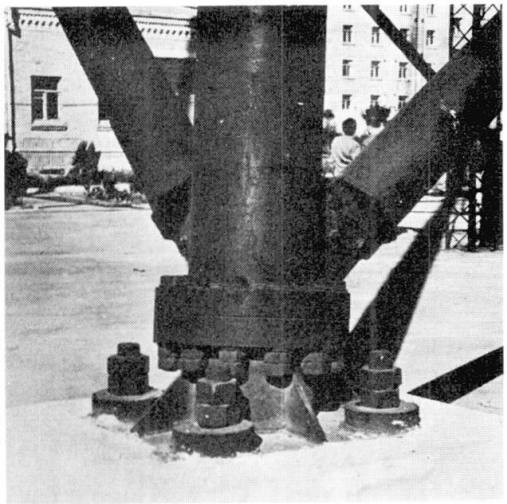


Fig.4. Standard support tower chord-to-foundation connection.

The whole range of forces in standard radio-relay towers 30 to 120 m high was allowed to be covered by using only two diameters of pins arranged in different combinations.

In designing the reflecting surfaces of tropospheric communication a tendency to unification has allowed to work out the parabolic cover structures consisting of identical cold-formed shapes.

Recently, the standardization of parabolic full revolving antennae was carried out and their mass construction is realized. Fig.5 shows one of such antennae 12.0 m dia. Being used for communication through artificial satellites ISZ.

The antenna installations being built in the U.S.S.R. according to the standard and reusable designs exceed 50 per cent of all metal structures in antenna installations, while the use of standard members and joints in those exceeds 90 per cent of all metal structures in this field.

In connection with some greater cultural and industrial progress of North regions in our country the problem of standard designs for these regions is of great importance. For the industrial production of antenna structures having various specific features it is imperative to have strictly specialized plants and shops.

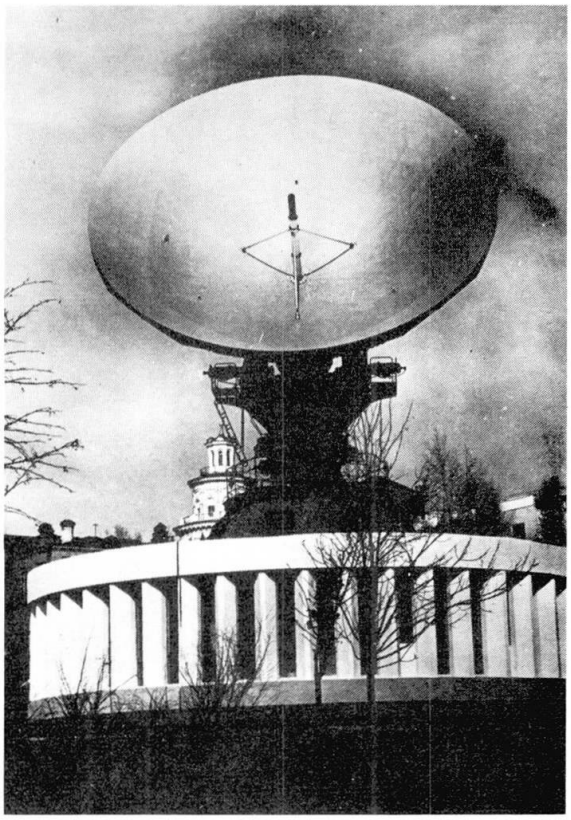


Fig.5. Standard full revolving antenna 12.0m dia.

References

1. Standards:
   (a) Instructions for designing metal structures of antenna installations in communication lines SN376-67. Stroyizdat. 1968.
   (b) Structural Standards and Rules (SNiP).Part II.Section A. Chapter 11. Loads and Forces. Design Standards. SNiPII-A, 11-62 with Appendix, 1968.
   (c) SNiP II-B.3-62^{x} Steel Structures. Design Standards.
   (d) SNiP II-A.12-62^{x}. Construction in Seismic Regions.Design Standards.
   (e) SNiP II-A. 6-62. Building Climatology and Geophisics. Principal Design Conditions.
   (f) Instructions for estimating ice crust loads. SN 318-65.
   (g) Instructions for the design, Fabrication and Erection of Steel Structures intended for use under low temperature conditions. SN 363-66.
   (h) SNiP II-B. 5-62. Metal Structures. Rules for Fabrication, Erection and Reception.
2. M.F.Barshtein. Dynamic Design of Masts and Towers for Wind Action. Journal "Stroitelnaya Mekhanica i Raschet Soorugeni". 1967. N°4.
3. L.A.Efremovitch, A.G.Sokolov. Study and Methods of Designing of an Anchor-Plate. In Compendium "Materiali po stalnim constructsiyam". 1957. N°1.
4. Design of Metal Structures. Issue 10 (18). Compendium. General Edition by A.G.Sokolov. Articles on the Problems of Standardization by I.M.Mindlina, V.S.Poliac, B.N.Malinin, E.P.Morozov. 1969.
5. A.G.Sokolov. Radio Towers of Streamlined Type. J.B.S.T. 1944. N°s. 5,6.
6. A.G.Sokolov. Streamlined Towers with Standard Sections. J. 2Stroitelnaya Promishlenost". 1945. N°s. 7,8.
7. A.G.Sokolov. Mast-and-tower-type tall structures in Compendium "Voprosi primeneniya stalnikh constructsii v stroitelstve". 1958.
8. A.G.Sokolov. General Problems on construction of Supports.
9. A.G.Sokolov. Supports of Transmission Lines. 1962.
10. Designer's Handbook. Metal Structures of Industrial Buildings and Installations. General Edition by N.P.Melnikov. Section "Supports of Transmission Lines" by A.G.Sokolov.1962.
11. A.G.Sokolov. Current State and Promises of the Development of Metal Structures in Antenna Installations. Collected Reports. 1967.
12. A.G.Sokolov. Metal Structures of Antenna Installations.1971.
13. E.N.Selezneva, E.P.Morosov. New Television Masts in Byelorussia. B.S.T. 1968. N°8.

14. E.P.Morozov. New Masts of Radio-Relay Lines.B.S.T.1969. N°2.

15. E.P.Morozov. Optimum angles of inclination for the diagonals in lattice mast shafts. J."Stroitelnaya Mekhanica i Raschet Soorugeni". 1969. N°4.

16. E.P.Morozov. Erection of a mast shaft without supporting rockers and anchoring devices. J. "Montazhnie i spetsialnie raboti v stroitelstve", 1969. N°2.

17. E.P.Morozov. Problems of Standardization in Antenna installations of mass production. Report at the Anniversary Scientific Engineering Conference of Cniiproectstalconstructsiya. 1970.

18. E.P.Morozov, L.V.Shofler. Features of the designing of antenna-mast installations for long-wave radio stations. "Materiali po Metallicheskim Constructsiyam". Issue 15. 1970.

These concepts are realized in the course of development of the metal construction domain.

SUMMARY

The conclusions to be drawn on the basis of many years experience obtained in the USSR on the problem of standardization are as follows:

1. The elaboration of an unified standard documentation is compulsory for both standardization and unification of solutions.

2. It is imperative to use such structural solutions which provide any further modernization with the least difficulties. For some types of structures this is associated with the conjunction of functions of carrying and enclosing structures.

RESUME

Les conclusions obtenues en URSS après de nombreuses années d'expérience dans le domaine de la standardisation sont les suivantes:

1. L'élaboration d'une documentation unifiée est obligatoire, tant pour la standardisation que pour l'unification des solutions.

2. Il est urgent d'utiliser des solutions qui permettent une modernisation ultérieure la plus aisée possible. Pour certaines constructions, cette condition est associée à la combinaison de la fonction porteuse et de la fonction de fermeture.

ZUSAMMENFASSUNG

Die aufgrund langjähriger Erfahrungen in der USSR gewonnenen Schlüsse zum Problem der Typisierung sind die folgenden:

1. Die Ausarbeitung einer einheitlichen Standard-Dokumentation ist sowohl für die Typisierung wie für die Vereinheitlichung von Lösungen obligatorisch.

2. Es ist dringend notwendig, solche Lösungen zu benützen, die eine weitere Modernisierung bei geringsten Schwierigkeiten erbringen. Für einige Typen von Konstruktionen ist die Verbindung der Tragfunktion und der Raumabschliessung notwendig.

Leere Seite
Blank page
Page vide

Zulassungen für Serienbauteile

Autorisation pour l'emploi d'éléments produits en série

Permission for Application of Elements Fabricated in Series

HELMUT EGGERT
Dr.-Ing.
Institut für Bautechnik
Berlin, BRD

Im Beitrag III von C. Robert Clauer wird über die Anwendung seriengefertigter Stahlbauteile berichtet. In Ländern, in denen ein staatliches Bauaufsichtsrecht vorhanden ist, wie z.B. in Deutschland, wird selbstverständlich auch für seriengefertigte Stahlbauteile eine Berücksichtigung der anerkannten Richtlinien und Normen verlangt. Die Serienfertigung unterliegt anderen Gesetzen in der Herstellung als die Einzelfertigung. Die bautechnischen Bestimmungen sind aber im wesentlichen an baustellengefertigten Konstruktionen orientiert. Darum wird gerade bei seriengefertigten Bauteilen eine Abweichung von bautechnischen Richtlinien häufig erforderlich. In solchen Fällen ist in Deutschland die Möglichkeit vorgesehen, die Verwendung durch eine besondere Zulassung, der sogenannten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu regeln.

Ein häufiger und im Rahmen der heutigen Diskussion wohl auch interessierender Fall ist die raumabschließende, tragende Stahlkonstruktion, also insbesondere das Trapezblech als Stahldachelement bzw. als Stahldeckenelement und verwandte Konstruktionen. Diese Ausführungen für Dächer und Decken erfreuen sich zunehmender Beliebtheit im Hinblick auf die Komplettierung zur Ganzstahlbauweise.

Trapezblechdach- oder -deckenelemente werden bekanntlich durch Kaltprofilierung aus ebenen Blechen hergestellt. Bereits aus der Herstellungsart folgt, daß nur kleine Blechdicken in Frage kommen. Das hohe Tragvermögen dieser statisch sehr komplizierten Flächentragwerke ergibt im konventionellen Hochbau als Anwendungsbereich als wirtschaftlichste Lösung eine Blechdicke, die unterhalb von 2 mm, häufig sogar unter 1 mm liegt.

Für solche Konstruktionen ist eine Beurteilung der ausreichenden Standsicherheit in Deutschland aufgrund von Normen noch nicht möglich. Die Stabilitätsnorm DIN 4114 entstand zu einer Zeit, als ein Bedürfnis zur Einbeziehung von stabilitätsgefährdeten Stahlblechdächern noch nicht vorhanden war. Aber abgesehen davon sind nach unseren Normen DIN 1050 (Stahl im Hochbau) und DIN 4115 (Stahlleichtbau) für Stahlbauten Mindestblechdicken einzuhalten. Für Bauwerke im Freien beträgt diese Mindestblechdicke 3 mm. Trapezbleche sind aber, wie erwähnt, aus Herstellungs- und Wirtschaftlichkeitsgründen meist wesentlich dünner als 3 mm. Die Anwendung solcher Bauteile wird dennoch ermöglicht durch Erteilung einer besonderen

Zulassung, in der in Besonderen Bestimmungen der Anwendungsbereich, der Korrosionsschutz, die Auflagerausbildung und die Tragfähigkeit (in Tragfähigkeitstabellen) geregelt wird.

Die untere Grenze für die Blechdicke, bis zu der eine Zulassung in Aussicht gestellt wird, beträgt z.Z. bei Stahldächern 0,75 mm und bei Stahldecken 1,00 mm. Diese untere Grenze für die Blechdicke ist unseres Wissens für die Antragsteller z.Z. die unangenehmste Bedingung, insbesondere für Antragsteller aus dem Ausland, da für viele Anwendungsfälle eine Blechdicke von nur 0,5 mm wirtschaftlicher ist.

Aber nicht nur hinsichtlich der Beschränkung auf Mindestblechdicken erfolgt durch die Zulassung eine Beschränkung bzw. eine Beeinflussung dieses Produktes ungeachtet des vielleicht technisch Möglichen.

Es gibt genaue Vorschriften über die Ausbildung der Auflager sowie der Verbundmittel für die Auflagerbefestigung und für die Verbindung der Trapezblechelemente untereinander. Weiterhin werden als Ersatz für nicht vorhandene Bemessungsvorschriften für diese Profile zulässige Schnittkräfte festgelegt. Diese Festlegung erfolgt aufgrund von Versuchen und wird so vorgenommen, daß mindestens eine zweifache Tragsicherheit gegenüber der Nutzlast vorhanden ist. Bei Durchlaufsystemen darf das Bauteil über den Stützen bereits bei 1,5facher Last instabil werden, wenn - entsprechend dem Traglastprinzip - die noch vorhandene Tragreserve im Feld so groß ist, daß erst bei 2facher Nutzlast das Gesamtsystem versagt.

Doch nicht genug damit. Man kann bekanntlich das Eigengewicht einer Konstruktion sehr genau ermitteln. Die Verkehrslasten, die von Menschen erzeugt werden, kann man mit genügender Sicherheit nach oben abschätzen. Die Grundlagen für die Belastungen aus Wind und Schnee sind jedoch lediglich durch Beobachtung und Erfahrung über längere Zeit einigermaßen gesichert. Nach deutschen Bemessungsvorschriften werden dessen ungeachtet sicherheitsmäßig diese drei Lastarten (Eigengewicht, künstliche Verkehrslast, natürliche Verkehrslast) gleich behandelt. Dies hat den Vorteil einer großen Rechenvereinfachung. Damit erstreckt sich die sogenannte Erfahrung hinsichtlich der Schneebelastung eines Daches jedoch stets nur auf die Erfahrung für die Summe der Belastung aus Schnee und Eigengewicht. Mit dem Aufkommen extrem leichter Dächer wird dieser Erfahrungsbereich verlassen. Die Empfindlichkeit gegen eine fehlerhafte Einschätzung der Schneebelastung ist größer als bei schweren Dächern, weil die bei schwereren Dächern vorhandene Sicherheitsreserve nicht vorhanden ist. Dies war der Grund, weshalb man in der Bundesrepublik Deutschland einen Erlaß herausgegeben hat, demzufolge extrem leichte Dächer hinsichtlich der Schneebelastung mit einem zusätzlichen Sicherheitszuschlag versehen werden müssen. Dieser Sicherheitszuschlag beträgt im ungünstigsten Fall, also beim theoretischen Eigengewicht Null zur örtlichen Schneelast 24 %.

Besondere Beachtung im Rahmen der Zulassung wird dem Korrosionsschutz gewidmet. Stahldächer mit einer kleineren Neigung als 3° erhalten besondere Auflagen hinsichtlich der Dachhaut wegen der Möglichkeit der Wassersackbildung. Stahldecken dürfen über Naßzellen (Waschküchen, Bäder) nicht eingebaut werden.

Am Beispiel der Stahltrapezblechdächer und -decken wollte ich Ihnen zeigen, daß durch das Zulassungsverfahren wesentliche Beeinflussungen bzw. Einschränkungen eines Serienproduktes erfolgen können. Es ist daher erforderlich, bereits möglichst frühzeitig, auf jeden Fall vor Produktionsbeginn, das Zulassungsverfahren in Gang zu setzen, damit nicht aufgrund der Beschränkungen durch die Zulassung eine Konstruktionsumstellung erfolgen muß.

ZUSAMMENFASSUNG

Seriengefertigte Stahlbauteile bedürfen in der Bundesrepublik Deutschland bei Abweichung von den geltenden Baubestimmungen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung. Die Zulassung wird in der Regel mit besonderen Auflagen erteilt. Diese Auflagen müssen zum Teil bereits bei der Produktion berücksichtigt werden. Eine frühzeitige Zusammenarbeit zwischen Zulassungsbehörde und Antragsteller ist daher notwendig.

SUMMARY

Steel structural elements fabricated in series in the German Federal Republic, when deviating from the valid regulations, are subject of a general supervisional permission. Usually the permission is granted under particular conditions. Partially these conditions have already to be considered on the production. Therefore an early cooperation between the granting authority and the proposer is necessary.

RESUME

En cas de dérogation aux normes légales, les éléments de construction en acier produits en série doivent être soumis à une autorisation générale des autorités de surveillance. Le plus souvent, cette autorisation est accordée, avec des conditions particulières, dont il faut tenir compte, déjà au stade de la production. Pour cette raison, une collaboration est dès le début nécessaire entre les autorités de surveillance et l'ingénieur.

Leere Seite
Blank page
Page vide