

# Theme Ia: Planning of structures and its relationship with construction methods

Objektyp: **Group**

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

Band (Jahr): **10 (1976)**

PDF erstellt am: **08.08.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

**Bemerkungen des Verfassers des Einführungsberichtes**

Comments by the Author of the Introductory Report

Remarques de l'auteur du rapport introductif

**ANGELO POZZI**

Professor für Bauplanung und Baubetrieb  
ETH Zürich  
Zürich, Schweiz

*Die gegenseitige Abhängigkeit von Entwurf, Ausführung  
und Nutzung bei der Gestaltung von Tragwerken.*

1. ZUR PROBLEMSTELLUNG

Im Einführungsbericht wurden die Hauptprobleme aufgearbeitet, die sich bei der Betrachtung des Einflusses der Baumethoden auf den Entwurf von Tragwerken stellen.

Das Entwerfen und Ausführen eines Tragwerkes ist eine Teilaufgabe, die dann sinnvoll gelöst werden kann, wenn sie im Rahmen der Gesamtaufgabe verstanden und bearbeitet wird.

Der Bauprozess ist ein äusserst komplexer Vorgang; wenn wir wesentliche Fortschritte erzielen wollen, müssen wir mehr über diesen Prozess wissen, Ursache-Wirkung-Beziehungen ergründen und in theoretischen Ansätzen fassen. Wir verfügen heute in Bezug auf die Ausführung von Bauten über einen guten "Know-how", es fehlen uns aber passende Methoden für deren Planung.

Die wesentlichsten Entscheidungen in einem Bauprozess werden im Frühstadium bei relativ tiefem Informationsstand gefällt. Umsomehr sind wir auf Methoden angewiesen, mit denen die wichtigsten Lösungsalternativen nicht nur gefunden, sondern vor allem bewertet werden können.

Mit dem Einführungsbericht sollten Diskussionsbeiträge provoziert werden, die am praktischen Beispiel die Entwicklung von Entscheidungskriterien im Zusammenhang mit der Bewertung von alternativen Tragwerksentwürfen zur Darstellung bringen würden. Der Einfluss der Baumethode wäre dann als ein Aspekt zur Darstellung gekommen.

Die Beiträge beschränkten sich leider auf die Beschreibung des ausgeführten Entwurfes unter besonderer Berücksichtigung des Zusammenhanges zwischen Baumethode und Entwurf. Das Problem Wählen unter verschiedenen Entwürfen kam nicht zur Darstellung. Der Grund dafür wird wohl in der enormen Arbeit liegen, die mit der Aufarbeitung dieses Problems verbunden wäre, dabei findet mangels passender Methoden dieser Wahlprozess eben oft unbewusst und nicht systematisch statt. Er ist dann eben auch nicht nachvollziehbar. Lernen wird man aber nur über ausgewertete Erfahrung. Wesentliche Fortschritte werden wir dann wieder erzielen, wenn wir nicht nur auf der technischen Seite hervorragende Lösungen erarbeiten, sondern das technische Produkt auch tatsächlich den langfristigen Bedürfnissen entspricht

Vor allem werden wir vermehrt das Bauwerk als Ganzes und für die ganze Lebensdauer betrachten müssen, denn wir werden zunehmend ja auch für die Umwelt verantwortlich gemacht.

## 2. GLIEDERUNG DER BEITRÄGE ZU THEMA Ia

Die Bedeutung der Teilaufgabe "Tragwerk" innerhalb eines Bauprozesses ist je nach Bauwerksgruppe sehr verschieden. Handelt es sich um die Gruppe der Brückenbauten, Turmbauten, Staumauern, Off-Shore-Tragwerke, wird die Teilaufgabe "Tragwerk" praktisch zur Hauptaufgabe. In dieser Gruppe ist die Hauptfunktion des Bauwerkes eine Tragwerksfunktion. Bei der Gruppe der Industriebauten, Verwaltungsbauten, Wohnbauten stellt die Aufgabe "Tragwerk" eine der wichtigeren Teilaufgaben dar. Es gibt hier keine Teilaufgabe mehr, die den Rang der Hauptaufgabe übernehmen könnte und nach der sich dann alle andern Aufgaben praktisch zu richten hätten. In der Gruppe Kanalbauten, Leistungsbauten, Pistenbauten, Strassenbauten spielt die Aufgabe "Tragwerk" eine untergeordnete Rolle.

Auf dem Hintergrund der vorstehenden Ueberlegungen kann man das Problem des Einflusses der Baumethoden auf den Entwurf von Tragwerken leicht einordnen. Einen Einfluss haben baumethodische Aspekte auf den Entwurf des Tragwerkes dann, wenn die entsprechenden Kriterien mit einem starken Gewicht in die Bewertung der Alternativen eingehen. Für Bauwerke der Gruppe A wird das meistens der Fall sein. Bei Bauwerken der Gruppe B werden bei den baumethodischen Betrachtungen nicht nur die Aufgabe "Tragwerk", sondern auch mehrere andere Aufgaben wie "Installationen", "Aussenhaut" etc. eine Rolle spielen. Bei den Bauwerken der Gruppe C stehen wohl die Baumethoden im Vordergrund, aber da das Tragwerk eine untergeordnete Rolle spielt, ist der Zusammenhang auf Stufe Bauwerk und nicht Tragwerk zu suchen. Im Bild sind Zusammenhänge dargestellt und die Beiträge eingeordnet.

	GRUPPE A	GRUPPE B	GRUPPE C
	BRUECKENBAUTEN TURMBAUTEN STAUMAUERN OFF-SHORE-BAUTEN	INDUSTRIEBAUTEN VERWALTUNGSBAUTEN WOHNBAUTEN	KANALBAUTEN PISTENBAUTEN LEITUNGSBAUTEN STRASSENBAUTEN
STELLUNG TRAGWERK ZU BAUWERK	HAUPTAUFGABE	TEILAUFGABE	NEBENAUFGABE
ZUSAMMENHANG BAU- METHODEN MIT ENTWURF TRAGWERK	GROSS	MITTEL	KLEIN
BEITRAG: AHORNER-JOHN BEITRAG: SCHLAICH-MAYR	UN-TOWER WIEN SEILNETZ-KUEHLTURM		
BEITRAG: MASON BEITRAG: MIYAZAKI BEITRAG: NARUSE-OIKE	CITY-HOCHSTRASSEN BOGENBRUECKE GROSSEL.-BRUECKEN		
BEITRAG: LEFEVRE-MAHIEU	STANDARDBRUECKEN		

Bild: Einordnung der Beiträge in die Problemstellung zum Thema Ia

In den sechs Beiträgen zu diesem Teilthema werden Bauwerke aus der Gruppe A und der Zusammenhang zwischen Baumethode und Entwurf beschrieben. Insbesondere zeigen die Herren Ahornen und John aus Oesterreich am Beispiel der UN-Towers in Wien und die Herren Schlaich und Mayr aus der BRD an einem Kühlturm mit Seilnetzmantel, dass die Wahl der Baumethode zum Entwurf des Tragwerkes gehören soll. Herr Mason demonstriert am Beispiel von City-Hochstrassen, Herr Miyazaki an einem Bogenbrückenbau ohne Lehrgerüst, die Herren Naruse und Oike beim dezentralisierten blockweisen Bau von Brückenabschnitten mit nachfolgendem Zusammenfügen wie stark gerade im Brückenbau die Baumethode den Entwurf des Tragwerkes beeinflussen kann. Die Herren Lefevre und Mahieu zeigen, dass eine Standardisierung im Brückenbau den Entwurf und die Baumethode umfassen muss.

In der freien Diskussion wurde ebenfalls zu den Hauptproblemen nicht Stellung genommen. Den Verfassern der Hauptbeiträge und den Teilnehmern an der freien Diskussion möchte ich für die Mitarbeit danken.

Leere Seite  
Blank page  
Page vide

**Comments by the Author of the Introductory Report**

Remarques de l'auteur du rapport introductif

Bemerkungen des Verfassers des Einführungsberichtes

**D. DICKE**Professor, Dept of Architecture  
University of Technology, Delft  
Delft, Netherland*Achievement of Safety and Economy in Design and Construction*1. The relative character of safety and economy

In everyday usage the word "safe" means "no danger". Since we are here concerned with safety in relation to buildings and other structures, it is linked to the concept of "protectedness". The protectedness of the womb has its continuation in a need for protection from dangers. Those dangers threaten us out of doors; indoors we want to be safe. This is so deep-rooted a feeling that the emotional value of safety is absolute. We do not want to know about any risk of insecurity, any danger, except as an Act of God or a blow delivered by fate. If insecurity does not arise from either of these causes, but is instead due to some form of human action, we feel that it ought to be punished.

We are more willing to accept insecurity, an increased lack of safety, during the construction of structures. As regards the aspect of material damage or loss, the consequences of insecurity can be put on a level with other forms of damage and thus be regarded as a purely economic problem.

From the psychological point of view, however, insecurity goes far beyond this. Even if the consequences are confined to material damage, there remains the sense of insecurity in circumstances where we demand protectedness. For the rest, we are very inconsistent; we risk our lives



in busy traffic, we go on hazardous journeys, we participate in risky sports activities, we smoke too much, eat too much, have too much to drink before driving our cars. We are prepared to take risks, but not within our man-made environment itself.



If we so designed our buildings that every factor capable of presenting a hazard, causing insecurity, were taken care of, so that we could say "we have thought of everything; now we are safe", they would not only be impossibly expensive, but also uninhabitable in consequence of the fear embodied in every feature of such buildings. And, anyway, we should even then have to admit that the absolute safety we were seeking still eludes us. So we must establish priorities and accept risks.

In Holland we do not have to reckon with earthquakes and tornadoes, our dwellings are not built to burglar-proof and bomb-proof standards. But there are numerous regulations concerning the causes and consequences of gas explosions and fire.

One man may take refuge in a multitude of insurance policies against every conceivable hazard, whereas another may have no insurance at all because he regards everything that may happen to him as an Act of God.

In what I have said above I have tried to highlight the relative and the subjective character of the relationship between safety and economy.

All the same, we must build safely but not in the sense of absolute safety. This approach requires the responsible engineer to have a high ethical conception of his profession and a high degree of expertise.

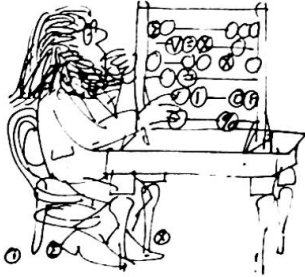
And since we, as a community, cannot have unlimited raw materials and energy at our disposal, we must also build economically.

## 2. Design and construction



In their introductory report Fox and Timby have already called attention to the many phases involved, starting with the first decision to build, up to and including final demolition of the structure, in which considerably more influence can be exercised upon economy than is possible in the design and construction phase. Here, however, we must perforce confine ourselves to this last-mentioned phase.

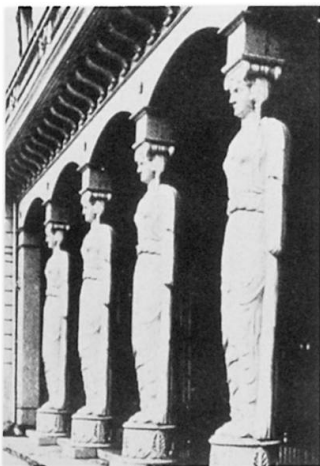
Abeles, Bobrowsky and Bardhan-Roy in their paper give a clearly presented review of a number of important aspects of the design process. Their description of creative design shows how important already the first phase of the design activities is with regard to safety and economy. At that point hardly any design calculations have as yet been done; only the experience, expertise, insight and creativity of the designer play a part; thus it is the choice of the person, the responsible designer, that is the important thing here. In a later stage this preliminary design will be dimensioned and checked against existing rules and regulations.



In this context Abeles writes: "The eagerness to calculate rather than to think, coupled with a traditional 'Bill-of-Quantities' mentality, is the main reason why many designs are unsatisfactory."

In the design stage, economy does not yet mean the use of a minimum quantity of material or the lowest cost of construction. The designer is then still engaged in a process of weighing a great many aspects against one another, basing himself not only on the program of requirements, but also on relationships with the environment and taking account of the wishes, whether explicitly expressed or not, of the community.

When it comes to dimensioning and checking the design for its compliance with regulations, we encounter safety factors in the latter. These factors determine a lower limit of material consumption in the structure based on a predetermined design. Abeles rightly mentions emphatically the consequence of failure as one of the criteria that must affect the design. This aspect is not embodied in our regulations. The roof over a storage shed is judged in accordance with the same factors as the roof over a congress hall.



Ligtenberg has derived a simple approximate rule whereby the consequence of failure can be incorporated in the safety factors. This rule is capable of refinement, but to a designer that is not so important. What is important is that it provides him with a yardstick for every member of the loadbearing structure, namely, the ratio between the loss that occurs as a result of failure of a member (due to whatever cause) and the cost of that member. Let  $n$  denote this ratio. It will be most economic to design that member in such way that its probability of failure is  $p_f = \frac{1}{10n}$ .





If no risk to human life is involved, it is possible to make a fairly objective assessment of loss due to structural failure. But if there is such a risk, then an objective assessment of loss becomes impossible and much will depend on the structural engineer's sense of ethical responsibility. If we have sufficient statistical data of the loading on the member in question and of influences such as fire, explosion, etc., and if we know the resistance of this member to all those influences, we can establish a relationship between the probability of failure  $p_f$  and the load factor applicable to the member. We shall thus have returned to a deterministic analysis, but now a very realistic and economical one.

Subject to establishing a number of boundary conditions we can thus, for frequently encountered structural members in particular types of structure, lay down safety factors which ensure optimum dimensions of the members on the basis of a given design.

There are also other requirements, however. For example, if the safety factors for concrete floors are reduced, the designer will find himself in conflict with requirements as to permissible deflection and cracking.

It has been calculated that in the Netherlands the lowering of the safety factor for concrete structures from 1.8 to 1.7 has achieved an annual saving of about 0.5% on the amount spent per year on all concrete structures. Within the overall process and for the community as a whole this is a fraction of what could be saved in total without detriment to safety. A considerable amount of research is being done into the methods of checking or monitoring structures with regard to safety. Let us keep these things simple in cases where frequently encountered normal structures are concerned, for which a good deal of experience is available.

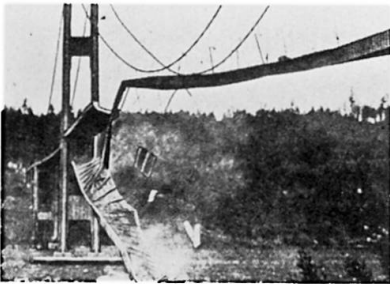
Simple regulations and simple structural forms can effect quite significant savings on the cost of design, construction and materials. In most instances these normal run-of-the-mill structures are not the ones that the highly qualified structural engineers are called upon to design and detail.

Heynisch shows how regulations may sometimes be too simple, however, by rather indiscriminately lumping everything together. Such regulations do not enable economies to be effected; they are illogical. Regulations should give clear insight into the how and the why; they can quite legitimately stimulate the user to think for himself. Designing is more than just allowing oneself to be led tamely along by regulations.

Although industrialized building may - also in terms of safety and economy - be better amenable to probabilistic design considerations and experiments, it is also vulnerable to the dangers threatening every "monoculture". There is a higher degree of susceptibility to errors. In Holland a very considerable amount of loss was sustained when a factory producing floor slabs supplied, over a long period of time, slabs with an excessive voids content and too high a content of calcium chloride in the concrete. These defects have lately begun to manifest themselves in places, requiring remedial action. In theory this corrosion may continue in the years ahead. All the slabs have been installed in buildings.

The paper by Kiyoshi Muto and Masayuki Nagata also presents a good example of not adhering to in themselves simple rules if a particular design entails a considerable increase of scale in relation to that with which the designer is familiar. The dynamic effects of wind on suspension bridges in past decades did indeed teach us a lesson in this respect. The building on which these authors are carrying out their interesting research is not one that belongs to the normal built-up environment, but the process for arriving at decisions is a good example of a methodical procedure for checking a structure with regard to safety in resisting a particular kind of loading.

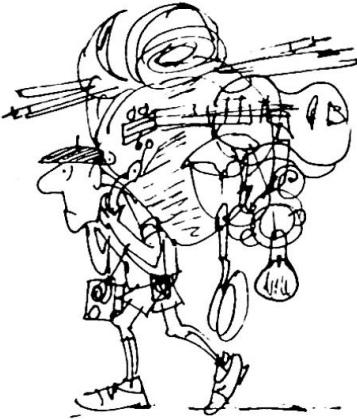
Dotreppe and Frangopol translate into graphs the in itself important distinction between what they call the "type chaine", comparable to series connection in electricity where the failure of one lamp causes all the others to go out, and the "type ductile", comparable to parallel connection. In the first-mentioned type, progressive collapse may occur, the safety of the individual



member being greater than that of the structure as a whole, whereas in the second type the safety of the whole is greater than that of its individual parts. This is a very important distinction, which every designer ought to be aware of and to take into account in his design.

Klingmüller indicates in principle a method of determining the probability of collapse of a structure. This probability, multiplied by the loss incurred, yields an amount which should be added to the price in order to arrive at the actual cost. As yet our knowledge is still too incomplete to make this into a generally practicable method. It directs our thinking to the probabilistic character of our safety considerations, and we may regard it as a pointer to penetrating further into this subject matter.

Mrazik studies structures in the limit state, basing himself on the rule that the strength minus the loading should exceed zero. This rule can be elaborated statistically. It thus provides better information than the approach based on the conventional permissible stresses or safety factors. His paper also presents a good example of the application of the new way of thinking.



### 3. Summary and conclusions

Out of respect for human life and well-being we must build safe structures. Yet our calculations must allow for risk. If we could so design buildings that collapse is preceded by a warning in good time, so that people have sufficient time to escape, safety can be studied as an economic problem. The decisions which could effect the greatest savings to the community are usually made in the preliminary design phase by people who are not engineers.

In comparison with these savings the fairly small amounts that can be saved on the cost of a structure as a result of refinements in the design calculations often appear unrealistic. They are really of value only in so far as they give us better insight into structural safety and thus favourably affect our design.

The fairly recent publication by Matousek and Schneider of the E.T.H. (Federal Technological University), Zürich, entitled "Untersuchungen zur Struktur des Sicherheitsproblems bei Bauwerken" offers an interesting review of research into causes and consequences of damage affecting 800 buildings and other structures. The causes do not lie in load factors, overloading or statistically accountable deficiencies in material properties. In all cases they are attributable to human action, inexpertness, taking too big risks in execution of the work, carelessness, etc. If we propose to talk about safety and economy, then we must turn our attention to those matters too.



### Summary

Within the overall process and for the community as a whole the savings which can be reached in the calculation phase of the structure are a fraction of what could be saved in total without detriment to safety. Let us keep the things simple in cases where frequently encountered normal structures are concerned, for which a good deal of experience is available.

The causes of damage are in most cases attributable to human action, inexpertness, carelessness, etc.

Leere Seite  
Blank page  
Page vide

**Comments by the Author of the Introductory Report**

Remarques de l'auteur du rapport introductif

Bemerkungen des Verfassers des Einführungsberichtes

GERARD F. FOX  
Partner  
Howard Needles Tammen & Bergendoff  
New York, NY, USA

*Serviceability and Maintenance*

The Introductory Report for Theme lc, Serviceability and Maintenance, presents an overview of the various life-cycle considerations applicable to structures from their conception as a mere idea to their eventual demolition or replacement. Also discussed is how planners, designers, materials suppliers, equipment specialists and builders can best serve the interests of the owner and public.

The five primary life-cycle aspects of concern are functional service, capacity to serve, environmental effects, time schedules and cost-benefit relations. Each of these primary aspects is comprised of many elements which must be weighed and evaluated taking into account human, social, economic and monetary values as well as the technical considerations.

It is concluded that the optimization of the five primary life-cycle aspects can be achieved at relatively little cost and that favorable serviceability and maintenance depend on adequate planning, design and construction.

One submission was selected under Theme lc, Serviceability and Maintenance, for publication in the Preliminary Report. In the accepted paper Mr. Kuesel clearly describes the four phases that evolved to replace an old 2-lane bridge crossing the 7.4 km wide James River in Virginia, U.S.A. The bridge was not only obsolete but more importantly was in an advanced state of deterioration and in danger of collapsing.

During phase one the existing bridge was repaired sufficiently to provide a safe structure until a new parallel 2-lane trestle structure could be completed under phase two. By means of temporary crossover structures traffic utilized the new trestle span and the existing 800 m channel spans. The completion of phase two eliminated the need for use of 90% of the existing deteriorated bridge.

Under phase three a new four-lane channel crossing was constructed. The bridge was completed during phase four with the addition of a second two-lane trestle.

A noteworthy feature of the new trestle span was the precasting of the deck section in a monolithic unit 23 m long, consisting of four longitudinal beams, transverse diaphragms and a 20 cm deck slab. Heavy marine equipment placed the units which weighed 230 tons each. Extra prestressing steel was utilized to obtain a uniform stress across the section under dead load plus prestress thus eliminating creep flexural deflections and ensuring a smooth riding surface.

The replacement schedule was very carefully planned by the Consultants to allow for the completion of phases one and two within the limited financial resources available. Phases three and four could then be deferred until the necessary funds became available to complete them.

Consideration of life-cycle aspects of a project usually end with the demolition of a structure. However, new bridges usually become important and vital links in a highway or rail-road transportation system and as such when the time comes for their replacement, in part or total, due to obsolescence, consideration must be given to maintaining a continuous traffic flow during the construction period. This constraint of maintaining service should become an important element of any life-cycle analysis.

## Selection of Hollow Steel Plate Deck for Floor System of Long-Span Suspension Bridges

Choix d'une section métallique fermée pour le tablier des ponts suspendus de longue portée

Zur Wahl eines stählernen Hohlkastens für das Deckensystem weitgespannter Hängebrücken

TOSHIKAZU SURUGA  
Chief, Technical Section  
S.C.E. Group, Kobe Steel Ltd.,  
Kobe, Japan

YUKIO MAEDA  
Prof. of Civil Engineering  
Osaka University  
Suita, Osaka, Japan

### 1. Introduction

This contribution on planning of structures and its relationship with construction methods is for the additional study on the "Planning of Floor System at Long-Span Suspension Bridges" which was classified in Theme IIb in the Preliminary Report.

When a floor system is planned at a long-span suspension bridge provided with stiffening truss girders, many kinds of floor system can be proposed as discussed in the Preliminary Report.

In this paper the relationship of planning of the floor system of hollow steel plate deck with its fabrication method examined in detail.

### 2. Evaluation of Floor System

In the Preliminary Report, the authors examined several possible floor systems, which are a floor system, (1) with reinforced concrete slab, (2) with closed steel grating floor, (3) with precast concrete steel grating floor, (4) with prefabricated steel deck plate sandwiching concrete, (5) with prefabricated composite girder, (6) with orthotropic steel plate deck, and (7) with hollow steel plate deck, to evaluate which floor system would be the most suitable for a long-span suspension bridge with stiffening trusses. At the study, structural features of various floor systems were examined and compared with one another on such conditions as fabrication, erection, maintenance, economy and so on, by making a decision matrix.

As a result, it might be considered to be generally advantageous to provide the bridge with a lighter floor system instead of a heavier concrete floor system. Furthermore, among the steel floor systems a new type of hollow steel plate deck was proved to be better than an ordinary orthotropic steel plate deck.

Prof. F. Moses pointed out at his General Report at the Congress that the present study was interesting from the viewpoint that various types of deck for the floor system were examined about their cost and weight with comparative designs, and also



about their performance or function with a decision matrix, at the decision process.

However, it is quite necessary to examine the hollow steel plate deck in more detail to know if there might be some practical problems at its fabrication and erection.

### 3. Fabrication of Hollow Steel Plate Deck

Hollow steel plate deck developed by the authors has such a cross section as shown in Photo. 1, and consists of two face plates and core plates which are installed diagonally between face plates.

Fig. 1 is illustrating the fabrication sequence of this deck. The fabrication operation is done by reversing a top plate and a bottom plate. First of all, core plates are welded in a triangular form to a steel plate which will serve as a top face plate. Then, band-type bottom face plates are welded to the top of triangularly-formed core plates.

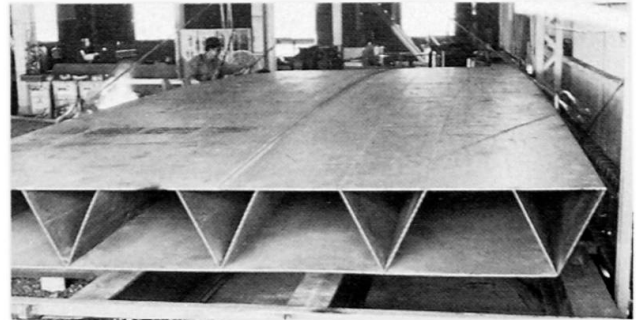
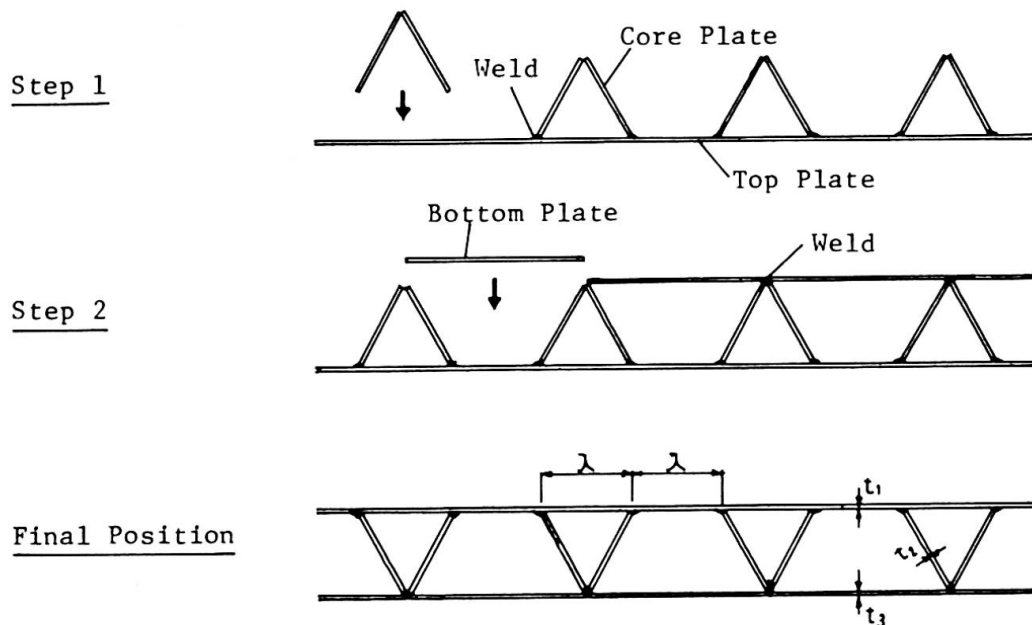


Photo. 1 Section of Hollow Steel Plate Deck



Note: For Highway Bridge,  
Steel Plate Thickness:

Top Plate  $t_1 = 12$  mm

Core Plate  $t_2 = 8$  mm

Bottom Plate  $t_3 = 9$  mm

Interval of Core Plate  $\lambda \leq 340$  mm

Fig. 1 Fabrication Sequence of Hollow Steel Plate Deck

Photo. 2 shows welding of core plates to a top face plate by an automatic welding machine.

Photo. 3 gives a picture of a hollow steel plate deck for a foot-way bridge just before the fabrication is over at a shop. In this case, it has a span length of 20m, width of 3m, depth of 40cm and it was designed for a uniform live-load of 500kg/m<sup>2</sup>.

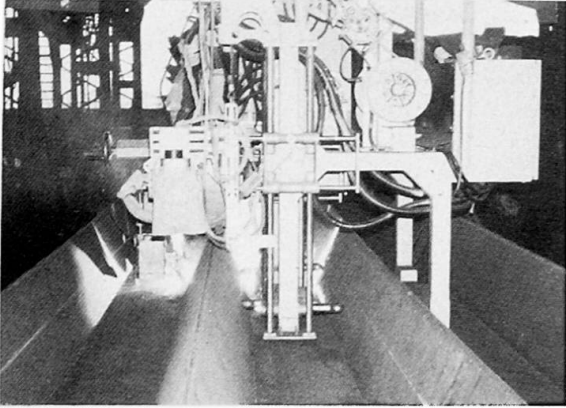


Photo. 2 Welding Operation

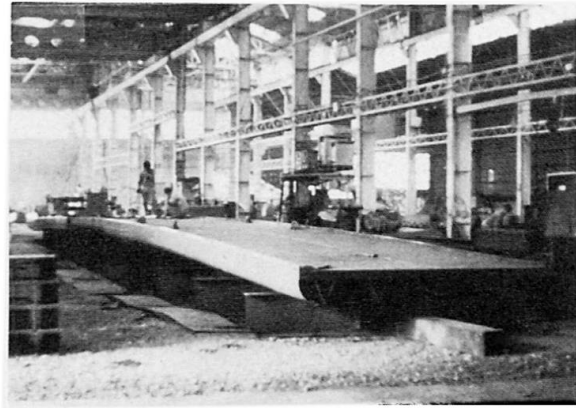


Photo. 3 Overall View of Hollow Steel Plate Deck

#### 4. Features and Problems of Hollow Steel Plate Deck

Since the hollow steel plate deck provides a floor with great lateral and torsional rigidities, it has a greater load-carrying capacity as verified by loading tests. Also, Mr. G. F. Fox pointed out at his Summary Report at the Congress that this was an interesting structure because of its greater shearing resistance.

In the case of planning for a roadway bridge, its height can be reduced from one fortieth to one fiftieth of its span length. To apply this deck to a floor system at a suspension bridge with stiffening trusses, it can be set on main cross beams of the trusses directly without stringers. Therefore, it might be advantageous for a floor system of long-span suspension bridge from the point of aerodynamic stability of a bridge, because of a small height of this floor system compared with an ordinary floor system using stringers. However, as Dr. W. C. Brown discussed at the Free Discussion for Theme IIB in the Congress, the aerodynamic stability of floor has to be examined thoroughly not only from their local behavior, but from overall bridge behavior.

As mentioned above, since at the fabrication of this deck, welding operation for major components of the deck is performed only in one direction, less welding distortion and easier fabrication can be observed. Since it makes a closed section, however, it is difficult to make inspection for welded parts after fabricated.

There will be still uncertainties in the construction method of this floor system at a long-span suspension bridge. For example, there will be some problems at the erection of the deck and at its connection with supporting shoes on cross beams and with expansion joints, etc.. Therefore, to make a more reliable decision a more detailed examination has to be done through more detailed practical informations together with application of a probabilistic approach to uncertainties.

## 5. Conclusion

At the present study on the selection of a hollow steel plate deck for a floor system at a long-span suspension bridge with stiffening trusses, greater load-carrying capacity, better aerodynamic stability due to its small height, easier prefabrication and economy compared with ordinary floor systems, could be confirmed in a certain way, supporting the engineering judgement at the proposed decision processes in the Preliminary Report.

However, there will be still uncertainties at the construction method of this floor system at a long-span suspension bridge. More detailed evaluation has to be done through more detailed engineering informations for various uncertainties to make a more reliable decision.

## SUMMARY

The authors have shown - in the Preliminary Report - the advantages of a hollow steel plate deck instead of the ordinary floor systems, for a long-span suspension bridge with stiffening trusses. The present study is intended for evaluating the hollow steel plate deck for its fabrication, features and problems.

## RESUME

Les auteurs ont montré - dans le Rapport Préliminaire - les avantages d'un tablier métallique de section fermée au lieu des tabliers ordinaires, dans le cas de ponts suspendus de longue portée, en poutres à treillis. On présente ici les caractéristiques et les problèmes liés à la fabrication du tablier métallique de section fermée.

## ZUSAMMENFASSUNG

Im Vorbericht haben die Autoren die Vorteile eines als Pfahlhohlkasten ausgebildeten Fahrbahnträgers gegenüber anderen Deckensystemen dargelegt für den Fall weitgespannter Hängebrücken. Diese Studie berichtet über die charakteristischen Eigenschaften und die Herstellungsprobleme des obgenannten Deckensystems.

## Zwei Baukonstruktionen im Internationalen Konferenzgebäude der UN-City in Wien

Two Types of Construction in the International Conference Building in the UN-City in Vienna

Deux types de construction dans le Centre International des Conférences de la Cité des Nations Unies, à Vienne

LUDWIG NERAD

Dipl. Ing.

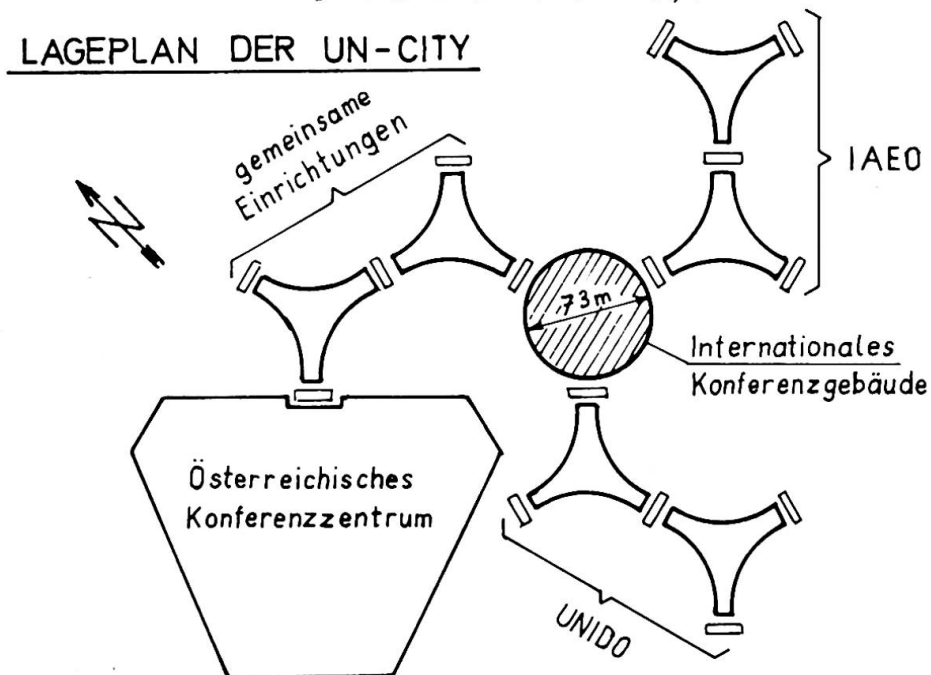
Vöest-Alpine A.G.

Wien, Oesterreich

### 1. Allgemeines

Die von Dr. AHORNER im Vorbericht beschriebenen Amtssitzgebäude der UN-City in Wien werden als Bürohäuser für zwei UN-Organisationen gebaut. Sie sind zur Gänze in Stahlbeton konzipiert. Zusätzlich zu diesen Bürogebäuden wird im Rahmen dieses Großbauvorhabens auch ein für beide Organisationen dienendes "Internationales Konferenzgebäude" errichtet, bei dem eine interessante Stahlkonstruktion verwendet wurde.

Dieses Gebäude liegt in der Mitte der Y-förmigen Bürohochhäuser und hat einen kreisförmigen Grundriß mit einem Durchmesser von 73 m (siehe unten dargestellten Lageplan sowie auch die Modellaufnahme auf Seite 3 des Vorberichtes).

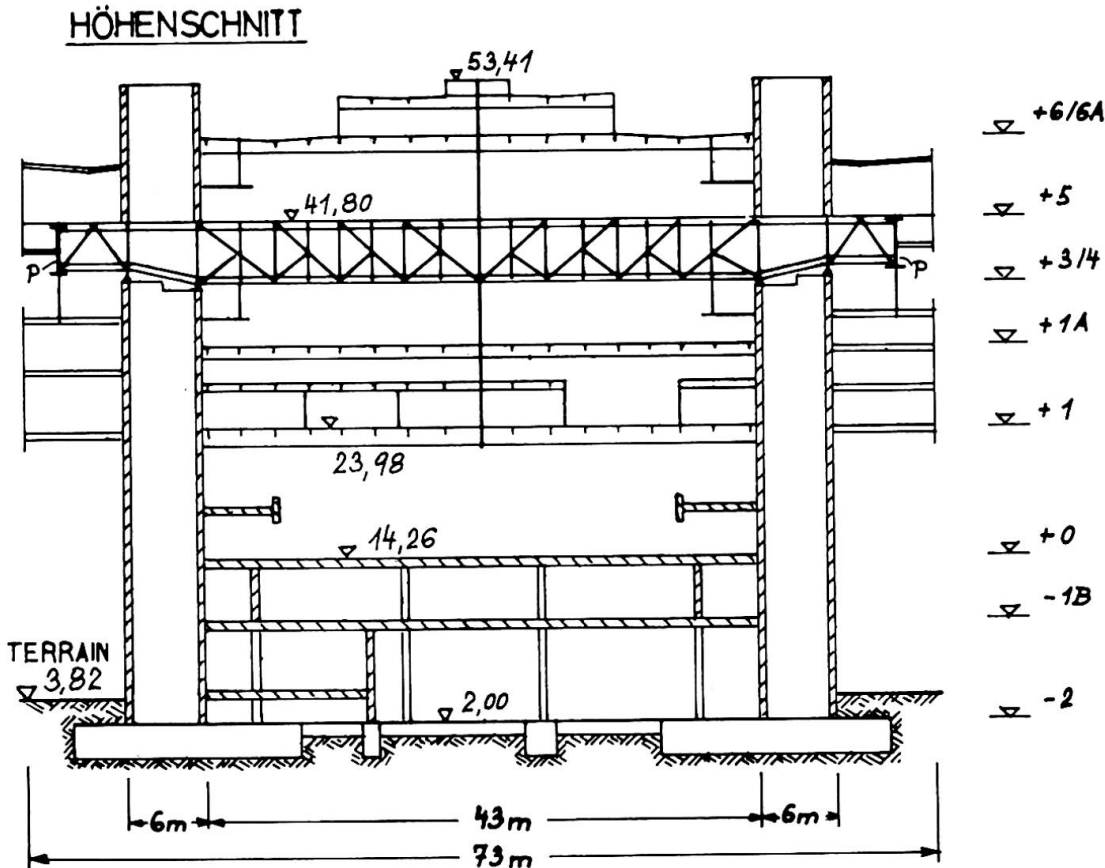


UNIDO (Kommission für die Industrialisierung in Entwicklungsländern)

IAEO (Internationale Atomenergie Kommission)

## 2. Konstruktiver Aufbau

Da das Bauwerk von beiden Organisationsbereichen niveaugleich benützt werden soll, wurden die verschieden großen Konferenzräume in die oberen Geschoße verlegt (siehe Höhenschnitt). Sie befinden sich innerhalb eines Kreisringes, in dem die Stiegenhäuser und die Schächte für Klimaleitungen und Aufzüge untergebracht sind (siehe Grundriß).



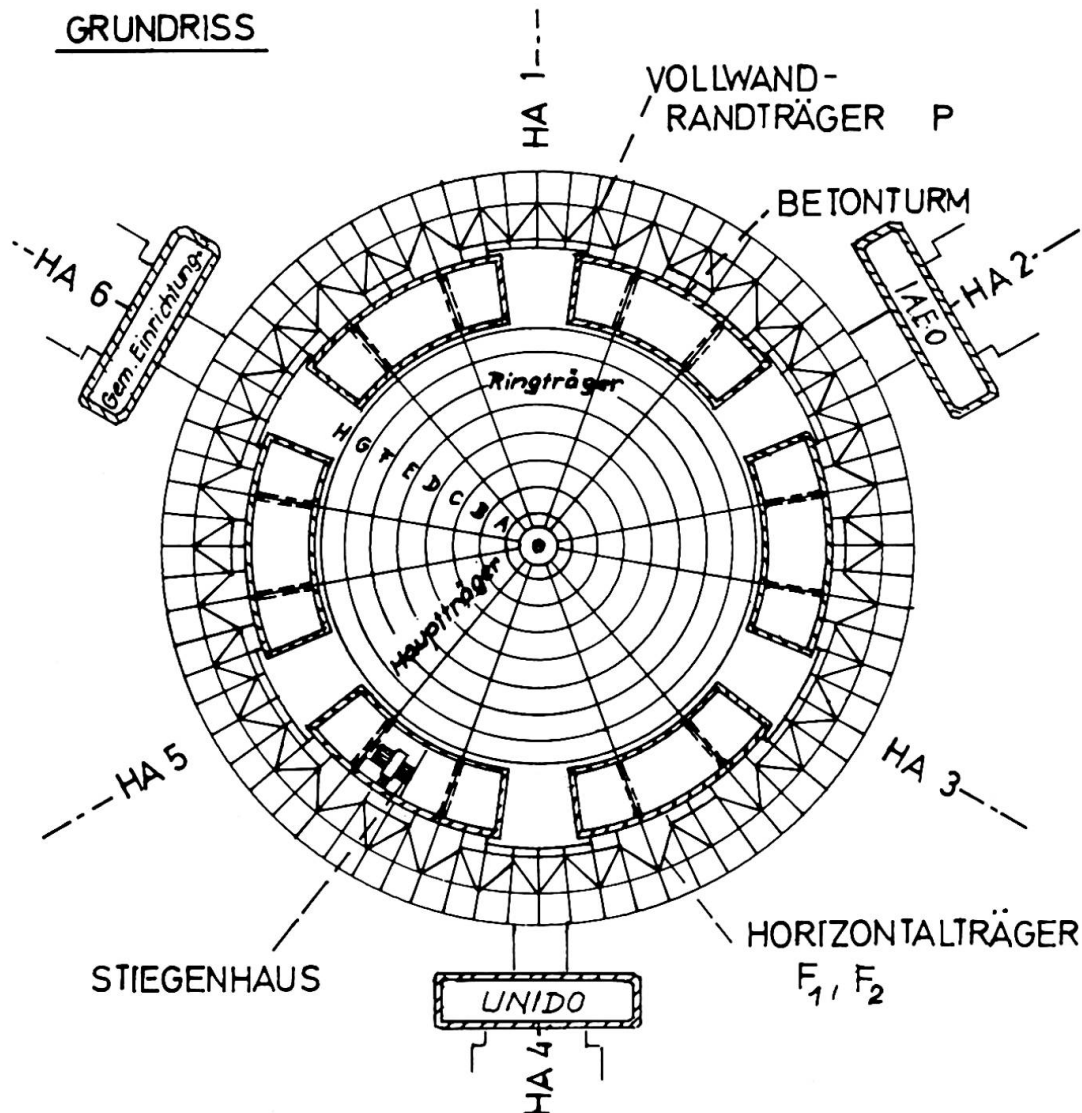
Der gesamte Außenbereich, in dem die zu den Konferenzräumen zugehörigen Nebenräume, Foyer's und Terrassen angeordnet sind, befindet sich daher nur im oberen Bereich und ist demnach auskragend. Die insgesamt sechs Betontürme im Bereich des Kreisringes übertragen alle Vertikal- und Horizontallasten nach unten. Sie sind voneinander unabhängig und haben getrennte Flachgründungen.

Zwischen den oberen und den unteren Etagen im Innenbereich liegt ein stützenloser Raum, der die gesamte innere Kreisfläche innerhalb der Betontürme ausfüllt. Aus diesem Grunde müssen alle oberen Geschoße in ihrer Gesamtheit über einen inneren Durchmesser von c. 43 m frei überbrückt werden. Auf Wunsch des Architekten durften diese oberen Etagen nur im Kreismittelpunkt durch ein vertikales Element miteinander verbunden werden. Durch die niveaugleichen Übergänge vom Konferenzgebäude zu den anschließenden Bürogebäuden ist nicht nur die Lage sondern auch die Konstruktionshöhe der Decken vorgegeben. Dadurch bedingt, entstand für die Bauhöhe der Deckenträger eine für die gewünschten Spannweiten sehr niedrige Bauhöhe.

Nur durch die Anordnung einer Stahlkonstruktion im oberen Geschoßbereich konnten die Vorstellungen des Architekten möglichst wirtschaftlich verwirklicht werden.

### 3. Beschreibung der Stahlkonstruktion

Für die Anordnung der Haupttragkonstruktion steht nur das Technische Geschoß, in dem die Klimazentrale untergebracht wird, zwischen den Ebenen + 3/4 und + 5 mit etwa 5 m Höhe zur Verfügung. Diese Geschoßhöhe ermöglicht die Verwendung von Fachwerkträgern mit genügend großer Bauhöhe. Als Tragkonstruktion wurden sechs sich kreuzende, radial verlegte Fachwerkträger mit Hilfsausfachung gewählt, wodurch sich die Austeilung der Hauptträger in Winkeln von abwechselnd  $20^\circ$  beziehungsweise  $40^\circ$  ergab.



Um die Belastungen aus dem Außenbereich aufnehmen zu können, werden die Hauptträger durch entsprechende Aussparungen der Betontürme hindurchgeführt. An ihren auskragenden Enden werden alle stählernen Geschoßdecken außerhalb der Betontürme unterstützt oder aufgehängt. Die Stahldecken des inneren Bereiches werden im Kreuzungspunkt der Fachwerkträger - also im Kreismittelpunkt - unterstützt.

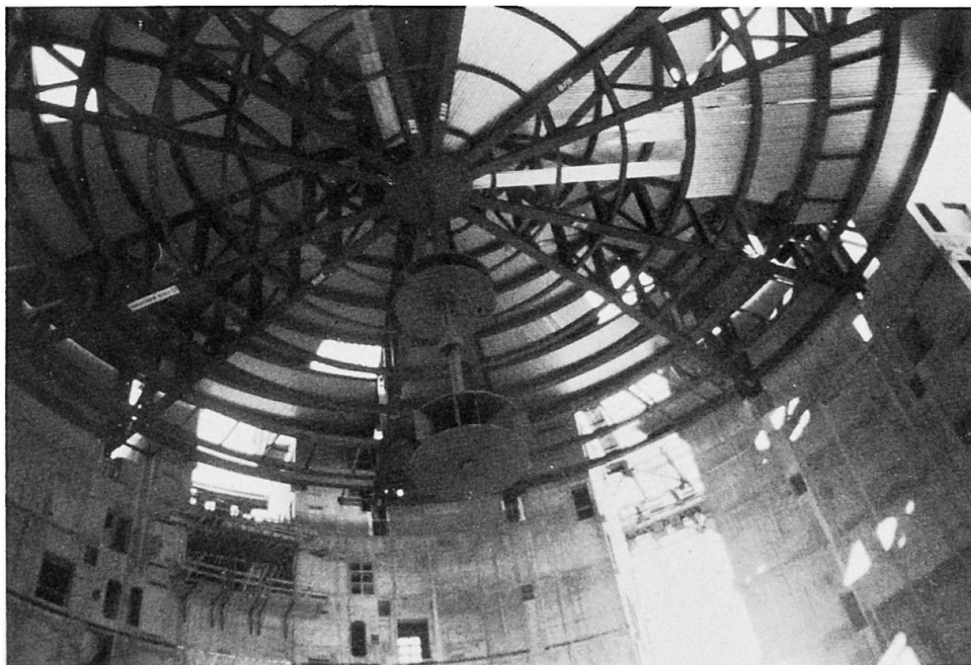
Um für die waagrecht wirkenden Kräfte eine möglichst gleichmäßige Übertragung auf die Türme zu erreichen, wurden unter den 60 cm hohen Kipplagern, 10 cm dicke Neopreneschichten verlegt. Zur Aufnahme der Auflagerdrücke konnten je Trägerhälfte zwei Lager

- ein äußeres und ein inneres - in einem Abstand von 6 m angeordnet werden. Der Aufstellungsort war durch die Lage der Stiegenhausmauer vorgegeben. Um für beide Lager eine möglichst gleichmäßige Belastung zu erreichen, wurden in den Fachwerkträgern innerhalb der beiden Lager Ausfachungen nicht vorgesehen. Dadurch konnte das Tragwerk im inneren Bereich wesentlich entlastet werden.

Für den Entwurf von wirtschaftlichem Vorteil war, daß die ortsansässigen Stahlbaufirmen in der Lage waren, die Fachwerkträgerhälften mit einer Bauhöhe von 5,4 m in Längen von 22 m fertiggestellt vom Werk an die Baustelle zu transportieren.

Die zentrale Hängestange zur Unterstützung der unter dem Traggeschoß befindlichen Decken leitet ca. 2000 Mp in den Knotenpunkt der Fachwerkträgeruntergurte ein. Sie ist dort eingeschweißt, ist geschmiedet und hat einen kreisrunden Querschnitt mit nur 36 cm Durchmesser.

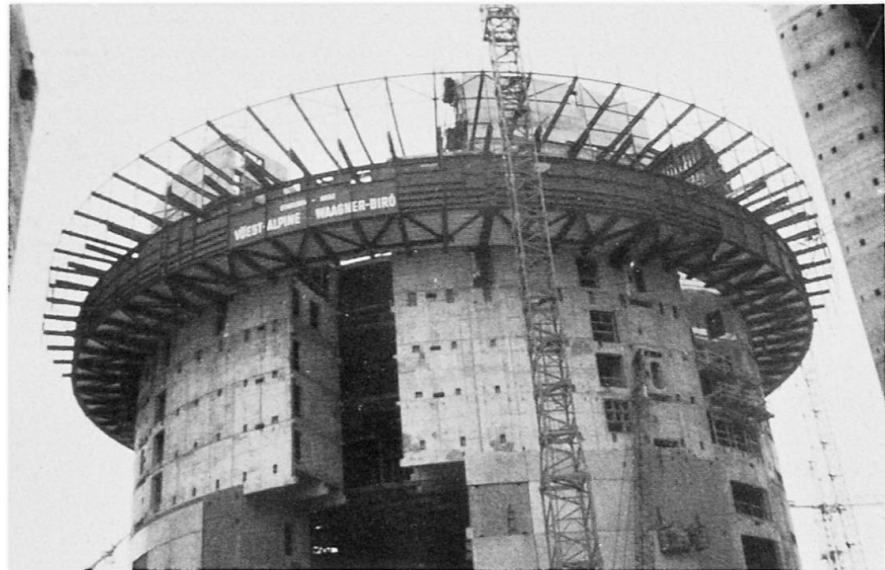
Traggeschoß  
mit  
Hängesäule



Die Deckenkonstruktion im Bereich der Gurte der Fachwerkträger besteht aus kreisringförmigen Hohlträgern, die an den Knoten des Fachwerkes angeschlossen sind. Über diesen Ringträgern liegen Trapezbleche, die als verlorene Schalung für den Leichtbeton dienen und gleichzeitig das frühzeitige Begehen nach der Montage ermöglichen. In allen Ebenen ist die Deckenkonstruktion gleich ausgebildet, nur sind hier die Hauptträger als Vollwandträger angeordnet. Sie lagern einerseits beweglich auf den Stiegenhaustürmen auf (Neoprenelager) und sind andererseits mittels eines kreisförmigen Plateaus an die Hängestange beziehungsweise Zentralsäule in Raummitte so angeschlossen, daß eine Durchlaufwirkung für die Radialträger möglich ist.

Am Ende der Hauptträger-Kragarme ist ein polygonal geknickter 4 m hoher Vollwandträger angeschlossen, der als Kreisringträger die anteiligen Lasten aller Decken außerhalb der Türme aufnimmt und an die Hauptträger abgibt.

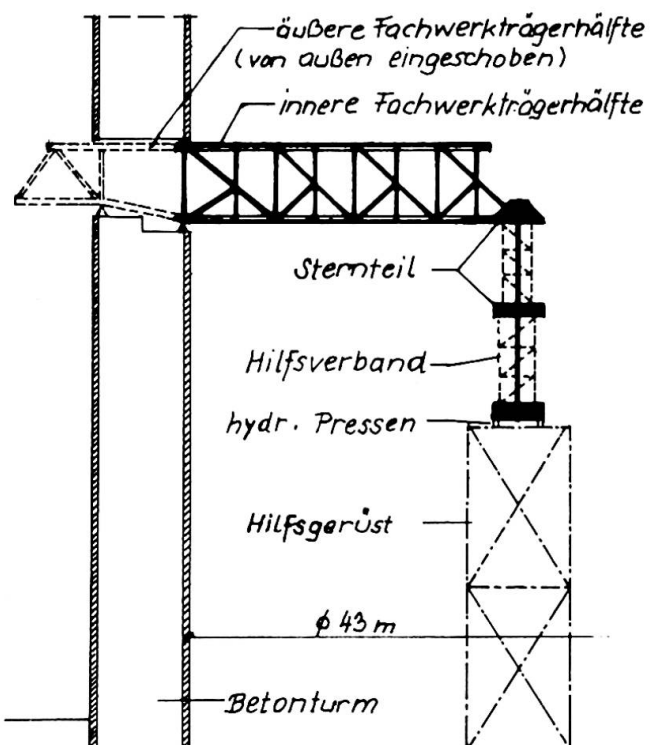
Vollwandträger-  
Kreisring außen



#### 4. Beschreibung der Betonkonstruktion

Die drei untersten Etagen im inneren Bereich weisen zahlreiche Säulen auf, wodurch sich eine Ausführung in Stahlbeton als besonders wirtschaftlich zeigte. Stahlbeton wurde auch für die Stiegenhaustürme sowie für die zwischen den Türmen liegenden Decken gewählt. Die Galerie im Konferenzsaal auf Ebene 0 war aus architektonischen Gründen ebenfalls in Stahlbeton erwünscht. Deswegen mußten sogar einzelne aus den Stiegenhauswänden auskragende Spannbetonträger geplant werden, in denen die Spannglieder erst nach Beendigung der Stahlbaumontage - um diese nicht zu behindern - eingebaut werden konnten. Zwischen den Kragträgern spannen sich Ortbetonplatten.

#### MONTAGE DER HAUPTTRÄGERHÄLFTEN



#### 5. Reihenfolge beim Einbau der verschiedenen Baukonstruktionen

Um die beiden verschiedenen Bauweisen übereinander überhaupt ermöglichen zu können, mußte die Stahlbaumontage dem Einbau der unteren Stahlbetongeschoße vorgezogen werden.

Die schweren Bauteile der Stahlkonstruktion mußten im Innenbereich mit einem 300 t Autokran, der am gewachsenen Boden stand, eingehoben werden. Der Einbau von Betondecken hätte die Montage der Stahlkonstruktion nur behindert. Innerhalb der bereits bis zum Technikgeschoß errichteten Betontürme mußte mit der Montage der tragenden Fachwerkträger begonnen werden. Dies war wegen der zentrischen Symmetrie des Tragsystems nur mit Hilfe einer provisorischen



Unterstützung im Sternmittelpunkt möglich. Da aber gerade an dieser Stelle die Hängestange an den Fachwerkträgergurten hängt, entschied man sich dazu, Letztere auf ein Hilfsgerüst aufzustellen und durch Einbau von Hilfsverbänden für den Montagevorgang drucksteif zu machen. Durch Zwischenschaltung von hydraulischen Pressen konnte die Hängestange vor dem Ausbau des Hilfsgerüsts wieder entlastet werden.

Anschließend wurden die unter dem Traggeschoß befindlichen Geschoßdecken mit einem Teleskopkran von unten eingebaut. Erst nach Abschluß dieser Montagearbeiten wurde die Herstellung der untersten Etagen in Stahlbeton sowie die Fertigstellung aller restlichen Stahlbereiche außerhalb der Stiegenhaustürme und über dem Traggeschoß vorgenommen.

Der gesamte Außenbereich konnte unabhängig davon mit Auto-kranen montiert werden. Durch Verwendung von Neoprenelagern können die gegenseitigen Verschiebungen zwischen Beton- und Stahlkonstruktionsteilen beherrscht werden.

Die gesamten tragenden Stahlkonstruktionen wurden von den beiden größten Stahlbauunternehmen in Österreich geliefert und montiert.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Bei der Planung des Internationalen Konferenzgebäudes für die UN-City in Wien hat sich aus architektonischen Gründen die Notwendigkeit ergeben, zwei verschiedene Bauweisen in einem Gebäude übereinander anzuordnen. Mit Hilfe von besonderen Montagemaßnahmen musste die über der Betonkonstruktion liegende Stahlkonstruktion vor deren Einbau montiert werden.

#### SUMMARY

When the International Conference Building of the Vienna UN-City was being planned, its architecture gave rise to the necessity to provide two different types of construction, one above the other, within one and the same structure. With the aid of particular construction devices, the steel construction situated on top of the concrete structure had to be erected before the latter one.

#### RESUME

Lors de la conception du Centre International des Conférences de la Cité des Nations Unies, à Vienne, des raisons architecturales ont entraîné la nécessité de deux types de construction dans un seul bâtiment. A l'aide de méthodes spéciales de montage, la construction en acier reposant sur celle en béton a dû être montée avant que celle-ci ne soit mise en place.

### The Cable-Net Cooling Tower at Schmehausen

La tour de refroidissement avec un réseau de câbles construit à Schmehausen

Der Seilnetzühlturm in Schmehausen

**FRITZ LEONHARDT**

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h.Dr. Techn. h.c.  
Leonhardt und Andrä, Consulting Engineers  
Stuttgart, GFR

The cable-net cooling tower, as described in the preliminary report Ia, pages 33 - 38, is at present nearing its successful completion.

I wish to summarize in short its basic principles and show some slides of the construction on site.

If a cable net with triangular meshes and a surface with negative (anti-clastic, hyperbolic) curvature is prestressed, it behaves with respect to outer loads, i.e. here mainly to wind, as an ideal membrane shell. It is not subject to any bending, even under high and local wind gusts, since it has no bending stiffness. It is also not subject to buckling, since it always acts in tension. Horizontal spokes wheels, consisting of rings and radial ropes, are provided as stiffeners (Fig. 1).

Such a cable-net readily makes a cooling tower if it is covered with an air-tight cladding, leaving only its bottom part free up to a height as required for the air-inlet. The prestressing forces are introduced by tensioning the net vertically between a foundation ring at the bottom, anchored to the ground with prestressed soil anchors, and a steel ring at the top.

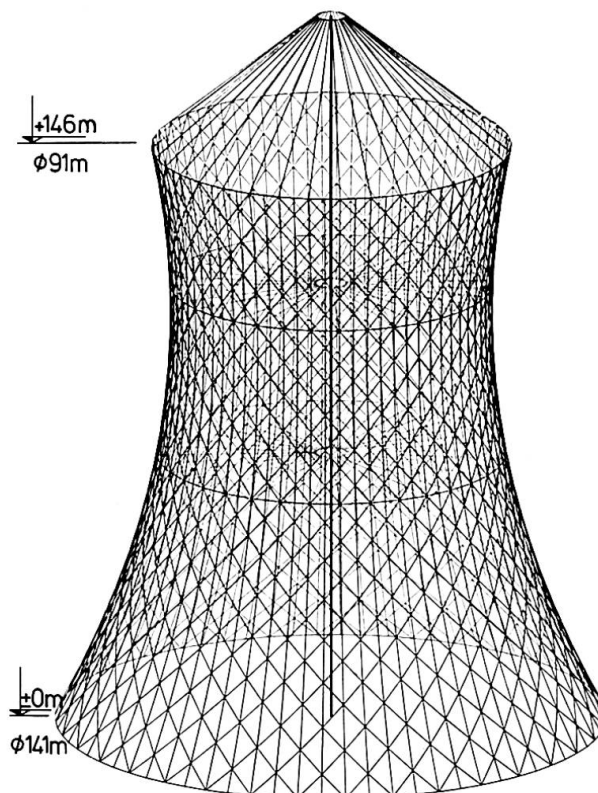


Fig. 1

This ring at the top acts in compression, since it is suspended by inclined radial ropes from the top of a mast, which is placed at the center of the tower. Since this mast only is to maintain the prestress, it acts under pure compression and is preferably made from concrete. In Schmehausen the mast is 180 meters high, the diameter of the net being 91 meters on top and 141 meters at the base. The total net surface has an area of 46,000 m<sup>2</sup>.

Construction at Schmehausen started with the tubular mast and the foundation ring simultaneously. The cable- and steel structures were designed such that they could be completely prefabricated in the work shops (according to an exact cutting pattern) and be lifted from ground into its final position. After the concrete works, the box steel ring of the future upper spokes wheel was assembled on ground as well as an inner ring surrounding the mast. After the radial ropes were fitted between these two rings, the whole assembly could be lifted (Fig. 2). For this purpose a lifting device was placed on top of the mast and connected by vertical steel rods with the inner steel ring.



Fig. 2

After the outer ring just raised from ground, the cables of the net were fixed to it and unspooled whilst further lifting the ring. The net cables consist of two parallel strands each, with aluminum clamps press-fitted in the shop such that there is only one bolt required to connect the three layers of cables at each knot.

These bolts additionally serve for fixing aluminum ring beams, which are later to carry the cladding and which were also attached to the net on ground during the lifting process (Fig. 3).



Fig. 3

The continuous lifting process, which could cover 4 meters a day minimum, had to be interrupted shortly only twice, when the net-cables had to be fixed to the outer spokes-wheels, which were also assembled on ground and lifted with the net.

These rings carry trolleys, running around and like funiculars also up and down the cable net, to transport the corrugated aluminum sheets for the cladding into their final position (Fig. 4). (See page 38 of the preliminary report.)

The cladding could however only be fixed, after the net had reached its final height, was attached to the foundation ring and prestressed with the same (but strengthened) device as used for lifting - and finally after the lifting ring was permanently connected with the top of the mast (Fig. 5).



Fig. 4



Fig. 5

The new type of a cooling tower with a triangular cable net was perceived by Jörg Schlaich and Günter Mayr, who are in charge of this structure in the consulting firm Leonhardt und Andrä, Stuttgart. Balcke-Dürr/GEA, Bochum, are the general contractors and Krupp Industrie- und Stahlbau, Goddelau, the contractors for the cable-net tower. With this system, cooling towers with even much larger sizes can be built.

**SUMMARY**

A new type of natural draught cooling tower is presented, which is mainly of advantage, if either one of the following conditions is required: large dimensions (specially large width to height ratio), seismic conditions and soil settlements.

**RESUME**

Une nouvelle tour de refroidissement est décrite, qui est surtout avantageuse si l'une des exigences suivantes est remplie: grandes dimensions (particulièrement grand diamètre par rapport à la hauteur), construction en zone sismique ou sur des terrains exposés aux tassements.

**ZUSAMMENFASSUNG**

Ein neuartiger Naturzugkühlturm wird beschrieben, der vor allem dann vorteilhaft ist, wenn eine der folgenden Forderungen gestellt wird: grosse Abmessungen (besonders grosser Durchmesser gegenüber der Höhe), Bau in Erdbebengebieten oder auf setzungsempfindlichen Böden.