

Raumsysteme der Stahlkonstruktionen

Autor(en): **Lederer, Ferdinand**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **9 (1972)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-9592>

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.

durch die in der Meridian- und Parallelenrichtung liegenden Stäbe gekennzeichnet. Dieses System ist dann das Grundsystem für viele Konstruktionen von Masten und Türmen, Gasbehältern und Kühlungstürmen, usw. (Abb. 2a, b, c). Das dreiwandige System eines Mastes nach Abb.3 weist die in gleicher Richtung laufenden Diagonalstäbe auf.

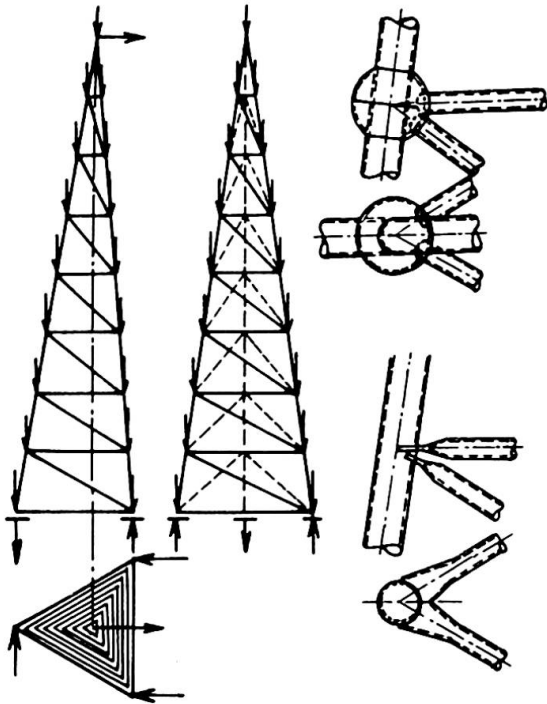


Abb.3

Eine andere Kuppelart ist die Föppelkuppel (Abb.4). Im allgemeinen genommen, sind diese Systeme über einem Paarpolygon Ausnahmefälle und sind für eine Konstruktion nicht geeignet; die Systeme über einem Unpaarpolygon sind starr und geeignet. Die Föppelkuppel gekennzeichnet sich dadurch, daß die Knotenpunkte in einem oberen Stockwerke gegen die in unterem Stockwerke um eine halbe Knotenentfernung versetzt sind. Das Stabnetz ist dann aus Dreiecken zusammengesetzt, wobei keines von diesen Dreiecken in derselben Ebene liegt /1/. Noch andere Kuppelarten werden hier nicht beschrieben werden.

Es ist zu bemerken, daß die Stabilität gegen den Durchschlag eines Knotenpunktes ins Innere der Kuppel durch die Beschränkung des Grundrißpolygones höchstens auf Zehneck (Neuneck) gegeben ist. Sonst ist es möglich diese Sicherheit gegen den Durchschlag zum Beispiel nach der Literatur /2/ prüfen.

Als wir vor 13 Jahren die Kuppel von der Art einer einschichtigen Gitterschale entwickelt haben (Abb.5), haben wir diese mit Hilfe eines Schalenkontinuums gelöst. Später haben wir festgestellt, daß sich, was die Knotenpunktelage anbelangt, diese Kuppel an den Typ der Föppelkuppel knüpft, was eine interessante Parallele bietet. Daher auch unsere spätere statische Lösung /3/. Dazu gehört eine sehr wichtige Frage der Stabilität gegen Beulung der Gitterfläche. /4/, /5/.

Ein weiterer Typ von Raumfachwerksystemen ist von Kristallpolyedern abgeleitet. Zu diesen kann man die wohlbekannte geodätische Kuppeln von R.B. FULLER zählen. Eine Übersicht über die Formen und konstruktive Gestaltung gibt unter anderem die Literatur /6/.

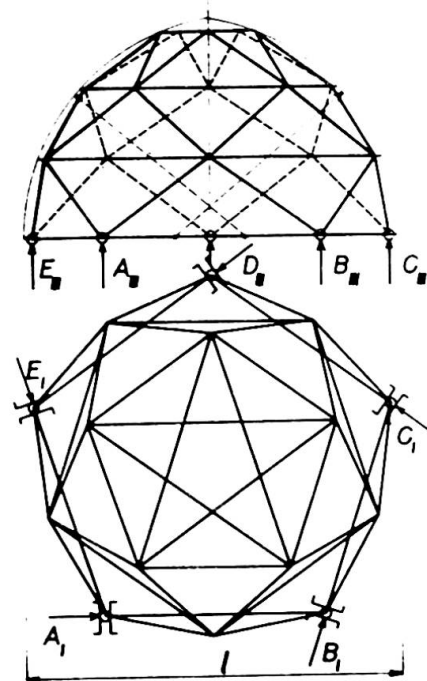


Abb.4

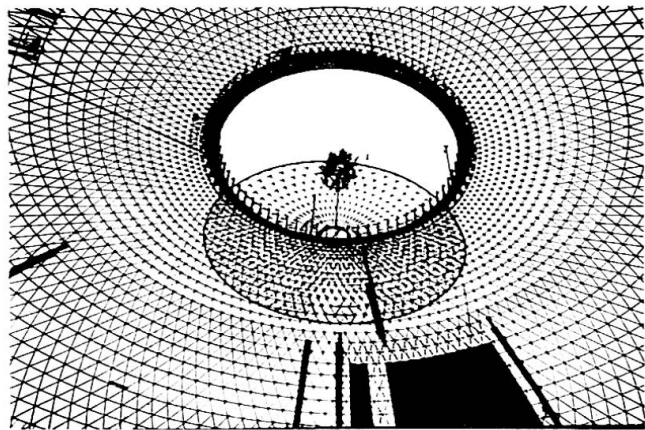
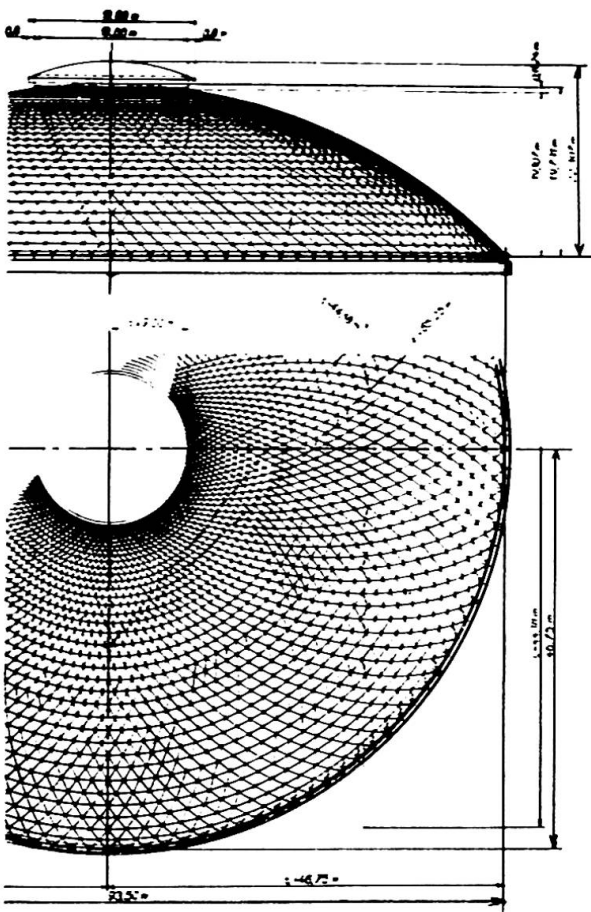


Abb.5

Eine andere Parallele können wir im Vergleich des Föppel'schen Tonnenflechtwerkes (Abb.6) mit einer Tonnenschale sehen, besonders, wenn diese mit Bogenrippen ausgesteift ist. Da man bei dem Flechtwerk eine gelenkige Knotenverbindung der Stäbe vorausgesetzt, können wir dessen Kräftespiel mit dem Membranzustände vergleichen. Bei dem Tonnenflechtwerk können die Gleitlager an Fußgeraden beliebig schief sein;

die Lösung der Innenspankräfte ist auch in dem Fall möglich, wenn die Gleitlagerebenen senkrecht liegen, und die dazugehörigen Auflagerkräfte waagrecht sind. Wenn man diese entfernt, entsteht das freie Tonnenflechtwerk, welches nur an Stirn- oder Giebelbo-genwänden gelagert ist. Bei diesen ist der Membranzustand nicht mehr möglich, und das System kann nur dann als eine Konstruktion dienen, wenn die Meridian- oder Bogenstäbe nicht gelenkig, sondern durchlaufend biegestarr sind. Diese Bogenstäbe kann man als Aussteifungsrippen betrachten und nach Auslockerung vom ganzen System lösen. Auf eine als im Raum freie Bogenrippe greifen dann die Außenlasten P , die Querkräfte Q als Diagonalenkräftekomponenten und schließlich die waagrecht en Auflagerkräfte den ent-

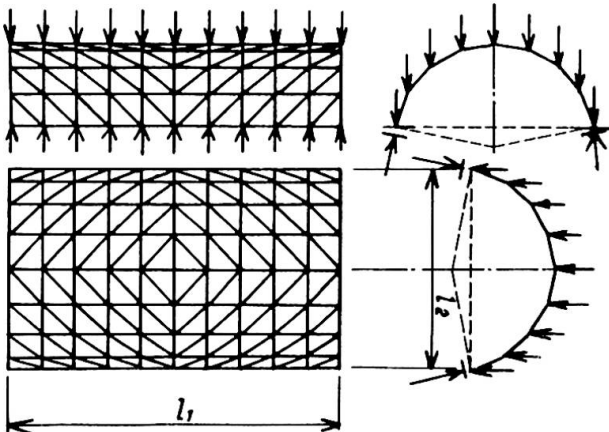


Abb.6

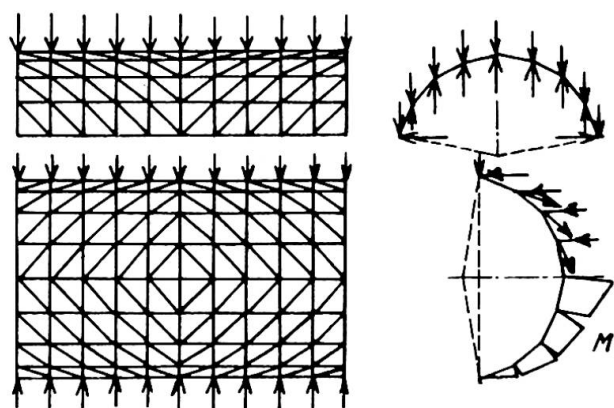


Abb.7

fernten lotrechten (nun fiktiven) Auflagern an. Die Biegemomente und Schubkräfte sind dann auf solchen im Raum im Gleichgewicht ruhenden Zustand leicht zu bestimmen /7/.

Weitere, in dieser Zeit sehr häufig verfolgte Konstruktionsysteme sind sogenannte Fachwerk- und Rostplatten. In Abb.8 ist eine zweiläufige Fachwerkplatte, in Abb.9 ist eine zweiläufige Rostplatte veranschaulicht.

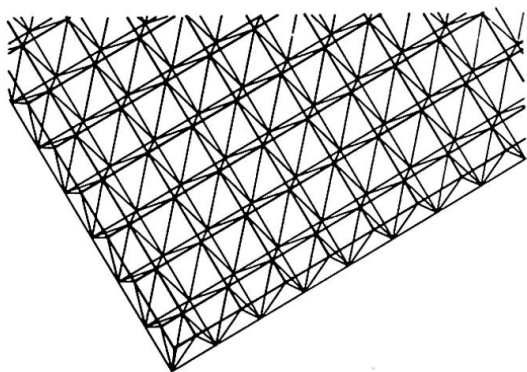


Abb.8

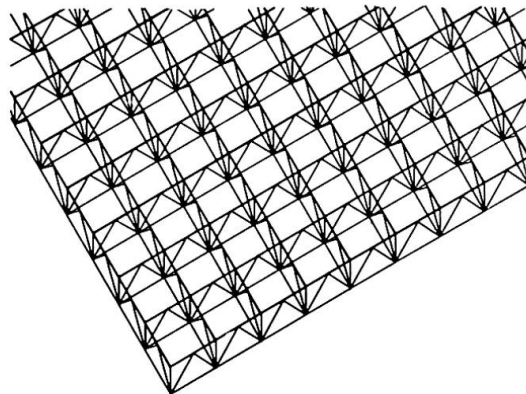


Abb.9

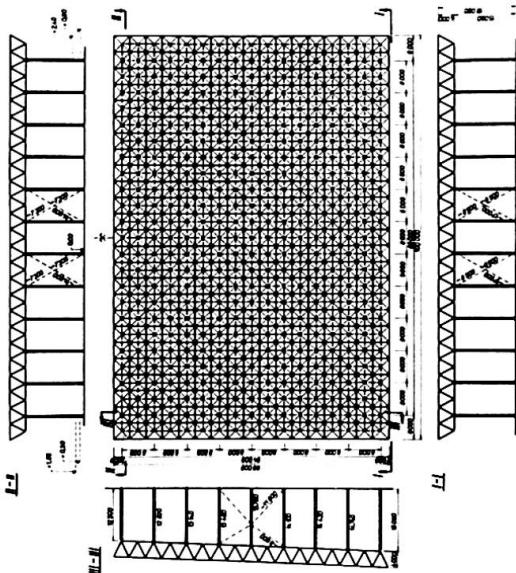


Abb.10

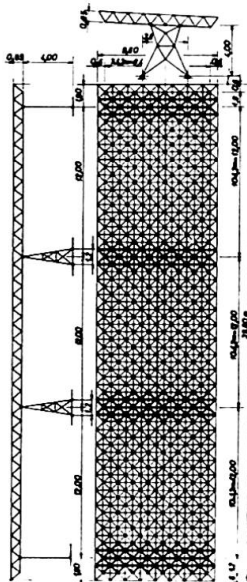


Abb.11

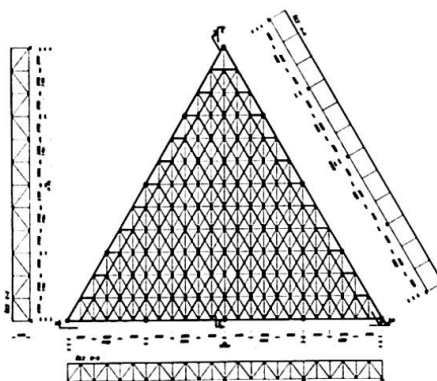


Abb.12

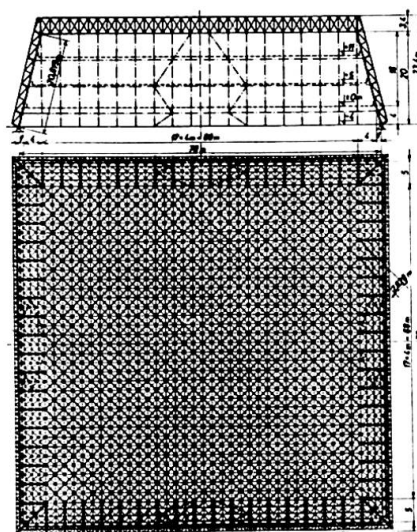


Abb.13

Die statische Lösung in strenger Form verfolgt das in die Verformungsform überführte Knotenpunktverfahren, welches für Digitalrechner programmiert worden ist, oder sonst nach der Methode der Kontinuumsanalogie durch Benützung der Theorie der dünnen Platte und durch Anwendung der Netzmethode /8/. Es folgen nun die Beispiele der Applikationen und Realisationen dieser Systeme. Als erste Realisation in der CSSR wurde das Dach des Winterstadions in Brno aufgebaut. Die größte von diesen zweiläufigen Fachwerkplatten mit quadratischem Konstruktionsnetz, welche aus Stahlrohrprofilen mit Hohlkugeln konstruiert worden sind, ist die Überdachung des Winterstadions in Olomouc; die Grundrißausmaße sind 68.100 m, die Konstruktionshöhe (Dicke) beträgt 4 m (Abb.10), /9/. Weitere Realisation stellt eine durchlaufende zweiläufige in

8 diskreten Punkten gestützte Fachwerkplatte vor (Abb.11). Quer über den Stützpunkten laufen die Verstärkungstreifen, welche bloß aus verstärkten Gurt- und Diagonalstäben bestehen, ohne daß die Struktur des Systems irgendwie geändert wurde. Eine weitere Überdachungskonstruktion dieser Art ist über dem Schwimmstadion in Brno (Architektonische Lösung des Baukomplexes O.OPLATEK aus Brno) erbaut, hier aber als eine Fachwerkplatte mit veränderlicher Konstruktionshöhe und mit ungleichen Rohrprofilen, so daß die Biegesteifigkeit des Ersatzkontinuums veränderlich ist. Ein zweiläufiges Rhombusnetz für eine Fachwerkplatte über einem Grundriß von einem gleichseitigen Dreieck, mit Einzelrandstützen ist in Abb.12 veranschaulicht. In Abb.13 ist noch eine Fachwerkplatte mit quadratischem Diagonalnetz gegeben. Andere Konstruktionen dieser Art wurden auch aus Winkelprofilen oder U-Profilen mit räumlichen Knotenblechen konstruiert.

Es wurden auch dreiläufige Rostplatten mit einem von gleichseitigen Dreiecken realisiert, welche ohne weiteres auch als eine Scheibe wirken können.

Die Fachwerk- und Rostplatten weisen verhältnismäßig geringes Stahlgewicht auf, jenach der Größe der Konstruktion und der Belastung; bei Dachkonstruktionen beträgt der Stahlverbrauch 20 bis 60 kg/m²,

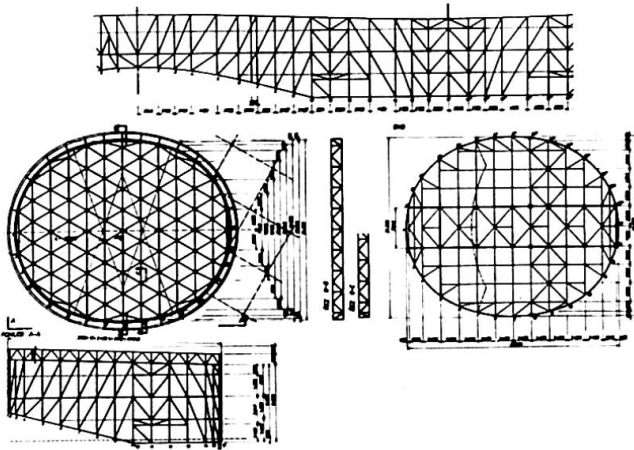


Abb.14

Manche von diese, aus Winkel- und andere Profilen konstruierten Systeme, können als Tragteil eines Raumsystems dienen. Als Beispiel für diese Ausnützung führen wir die Tragstahlkonstruktionen des Festivalskino in Karlovy Vary (Architektonische Lösung des Baukomplexes V. und. MACHONINS aus Praha) an, von welchen der große Ovalsaal 40,620 m lang und 34,290 m breit ist und auf die Länge von 23,760 m ausgekragt ist. Die Konstruktionshöhe beträgt 16,651 m (Abb.14). Blick auf die Montage dieser Konstruktion gibt Abb.15.

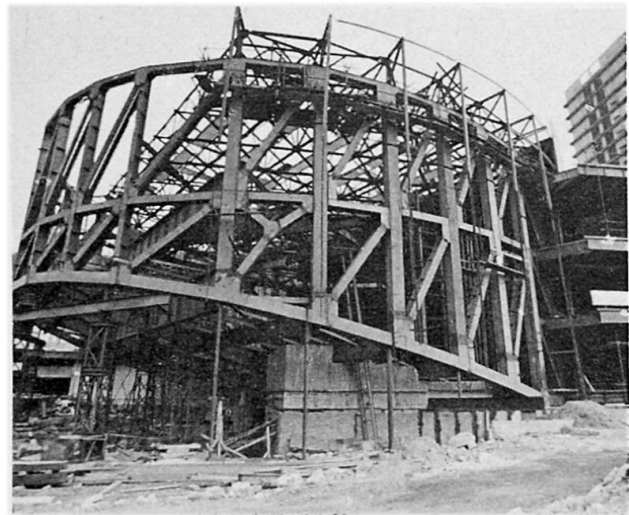


Abb.15

Diese Aufzählung von Raumkonstruktionen beschließen wir mit einer Rohrkonstruktion von konsolartiger Gestaltung, welche als Überdachung einer Tribüne des Fußballstadions in Trinec dient. (Architektonische Lösung des Sportanlagekomplexes KPÚ in Hradec Králové). (Abb.16). Es ist eine gemischte Rohr- und Profilekonstruktion, am Boden in Montageblöcke 12.18 m vollgeschweißt und mit leichten Autokranen montiert. Blick auf die zusammenmontierte Konstruktion gibt Abb.17.

Zum Schluß ist zu bemerken, daß, außer weiteren solchen

Raumsystemen, welche projektiert und realisiert worden sind und andere auch in der Weltliteratur beschrieben sind, zum Beispiel wieder in /6/, von anderen Autoren in der ČSSR, andere als aus vorgefertigten, unifizierten Teilen konstruierte Fachwerk- und Rostplatten entworfen und realisiert wurden. Wir haben nur die Möglichkeit hier im Kurzen einige Prinzipien und Typen der Raumsysteme anzuführen.

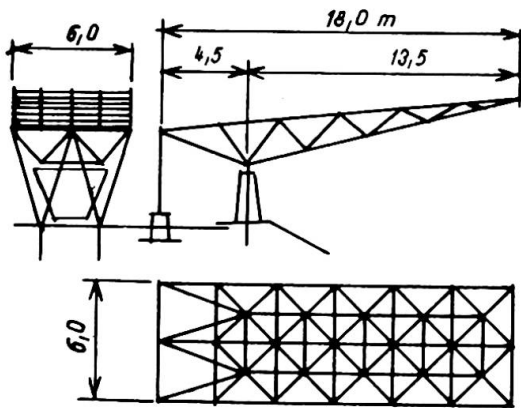


Abb.16

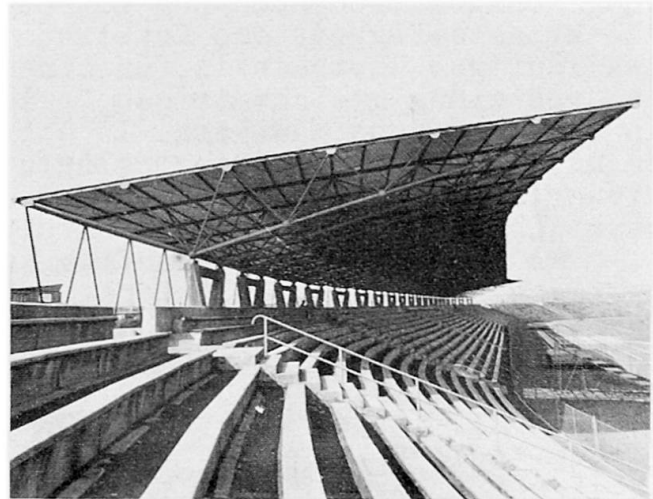


Abb.17

LITERATURVERZEICHNIS

- /1/ Lederer, F.: Statika II (SVTL Bratislava 1956)
- /2/ Klöppel, K - Ross, E.: Beitrag zum Durchschlagproblem dünnwandiger versteifter und unversteifter Kugelschalen für voll- und halbseitige Belastung (Der Stahlbau, Berlin 1956)
- /3/ Lederer, F.: Developments in Tubular Domes (Tubular Structures 3, London 1965)
- /4/ Wright, D.T.: Membrane Forces and Buckling in Recticulated Shels (Journal of the Structural Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, New York, February 1965)
- /5/ Lederer, F.: Diskussion zum Problem der Stabilität der Rotationsgitterschalen (Journal of the Structural Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, New York, Vol. 91. No. ST5, October 1965)
- /6/ Makowski, Z.S.: Räumliche Tragwerke aus Stahl (Verlag Stahleisen, m.b.H. Düsseldorf 1963)
- /7/ Lederer, F. und Kol.: Ocelové konstrukce pozemních staveb - Stahlkonstruktionen des Hochbaues (SNTL Praha 1971)
- /8/ Lederer, F.: Fachwerk- und Rostplatten (Werner-Verlag, Düsseldorf 1972)
- /9/ Lederer, F.: Steel Roofs of Winter Sports Stadia in Czechoslovakia - Stahldächer der Eisstadien in der Tschechoslowakei (European Civil Engineering / Europäischer Ingenierbau, Bratislava-Praha-Wien 1970/6)

ZUSAMMENFASSUNG

Es sind einige für Stahlkonstruktionen geeignete Grundtypen der konstruktiven Raumsysteme angeführt. Ferner wird auf einige Parallelen mit neu entwickelten Konstruktionssystemen hingewiesen und es wird eine Reihe von Realisationen der Raumkonstruktionen von verschiedener Form und Benützung angeführt.