

Kompositionsgesetze der Raumfachwerke

Autor(en): **Mengeringhausen, Max**

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-9664>

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.

DISCUSSION PRÉPARÉE • VORBEREITETE DISKUSSION • PREPARED DISCUSSION

Kompositionsgesetze der Raumfachwerke

Laws of Composition of Three-Dimensional Frames

Lois de composition des treillis à trois dimensions

MAX MENGERINGHAUSEN

Dr. Ing.
Würzburg, BRD

Vorbemerkung:

Der Verfasser hat als Urheber des MERO-Bausystems im Laufe von 3 Jahrzehnten die Grundlagen für die Komposition von Raumfachwerken entwickelt und darüber in zahlreichen Veröffentlichungen berichtet. Anlässlich der "International Conference on Space Structures in London 1966" hat er in einem Film unter dem Titel "Komposition im Raum" ausführlich über die Bildungs-Gesetze der räumlichen Fachwerke berichtet. Der nachstehende Beitrag behandelt die erweiterte Theorie für die Bildung beliebig gestalteter Raumfachwerke.

Die folgenden Ausführungen bilden den Inhalt eines Films, der für die Amsterdamer Tagung der "Internationalen Vereinigung für Brückenbau und Hochbau" geschaffen wurde.

Die regelmässigen Raumfachwerke:

Die Bildungs-Gesetze der regelmässigen Raumfachwerke, vom Verfasser 1940 entdeckt und formuliert, gehen von dem "flächen-zentrierten Cubus" aus, der innerhalb des von Bravais erstmalig (1850) aufgestellten Bausystems der Kristalle eine besondere Stellung einnimmt. Diese Besonderheit des flächen-zentrierten Cubus (Bild 1) ergibt sich aus der Tatsache, dass dieser Körper in 16 Viertel-Oktaeder und 8 Tetraeder zerlegt werden kann, somit insgesamt in 24 "Vierfläche". Das Vierfläch aber ist - wie schon August Föppl in seiner grundlegenden Schrift "Das Fachwerk im Raum" (1892) dargelegt hat, nicht nur der kleinste überhaupt mögliche regelmässige Körper, sondern dadurch ausgezeichnet, dass dieser Körper statisch stabil ist und sich als Grund-Zelle oder Elementarkörper für die Raumfachwerk-Bildung besonders eignet, (Bild 2).

Alle regelmässigen Raumfachwerke (Tafel 1) entstehen aus solchen Elementarkörpern, die entweder selbst aus "Vierfläche", in Form von Tetraedern oder Viertel-Oktaedern bestehen oder aus Viertel-Oktaedern und Tetraedern zusammengesetzt sind.

Der besondere bauwirtschaftliche Vorzug der regelmässigen Raumfachwerke stützt sich auf folgende Tatsachen:

1. Alle derartigen Raumfachwerke können mit einer einzigen Art von Knotenstücken ausgeführt werden, die dadurch gekennzeichnet ist, dass das Knotenstück 18 konzentrische Anschlüsse entsprechend den Teilungslinien des flächen-zentrierten Cubus besitzt.
2. Alle derartigen Raumfachwerke können mit einer Stab-Reihe ausgeführt werden, deren System-Längen eine geometrische Reihe mit dem Faktor $\sqrt{2}$ bilden ("Geometrische Reihe des natürlichen Wachstums").

Bauwirtschaftlich wirkt sich dies dadurch aus, dass man derartige Bau-Elemente industriell besonders wirtschaftlich herstellen und auf Lager legen kann, so dass damit die Bauwerke "aus Vorratsmaterial" errichtet werden können, (Bild 3). Auf diesem Tatbestand baut das MERO-Bausystem und der mit Hilfe dieses Bausystems in über 50 Ländern erzielte Erfolg auf.

Die Elementar-Körper und ihre Gestalt-Veränderung durch Koordinaten-Transformationen:

Architektonisch eröffnet der Aufbau der Raumfachwerke aus Elementar-Körpern eine ganz neuartige Stil-Bildung im Bauwesen. Während in der Vergangenheit alle Bauwerke in der Regel und, von wenigen Ausnahmen abgesehen, vom Cubus und Quader abgeleitet waren, gelangt man durch die Zusammensetzung der Elementarkörper in Raumfachwerken zu dem neuen Prinzip der "Komposition von Cubus-Segmenten" nicht nur in statischer, sondern auch in baugestalterischer Hinsicht.

Dieses Prinzip wurde seit der erstmaligen Demonstration in der Ausstellung DEUNAU Essen 1962 und in der gleichzeitigen Schrift "Komposition im Raum" in zahlreichen Veröffentlichungen und Bauwerken demonstriert und verwirklicht. Dass es sich auch um ein baugestalterisch neues und interessantes Prinzip handelt, wurde in der als Kunst-Ausstellung traditionsreichen Biennale Venedig im Jahre 1970 mit einer Reihe von Modellen vorgeführt (Bild 4).

Zunächst handelt es sich dabei um die aus dem Cubus durch verschiedene Schnitte gewonnenen Cubus-Segmente. Aber schon beim kritischen Vergleich dieser Cubus-Segmente fällt etwas auf, was bisher in der Architektur nicht beachtet und verwertet worden ist. Es handelt sich um die Verwandtschaft verschiedenartiger Cubus-Segmente und um die Wandlungsfähigkeit durch Koordinaten-Transformation.

So z.B. sind die 3 wichtigsten Vierflache der regelmässigen Raumfachwerke miteinander verwandt, nämlich das Tetraeder mit 6 gleichlangen Seiten und 4 gleichseitigen Dreiecken sowie das Viertel-Oktaeder mit 2 gleichseitigen Dreiecken und 2 rechtwinkligen Dreiecken und schliesslich das Achtel-Oktaeder mit einem gleichseitigen Dreieck und 3 rechtwinkligen Dreiecken. Alle 3 Körper können ineinander durch Koordinaten-Transformation überführt werden. (Bild 2). Sinngemäss kann man das halbe Oktaeder in die Zentral-Pyramide des raum-zentrierten Cubus überführen, einen Quader mit der Grundflächenkante 1 und der Bauhöhe $\sqrt{2}$ in einen raum-zentrierten Cubus (Bild 5 a und 5 b), ein Oktaeder in ein Trigonal-Anti-Prisma usw. Alle derartigen Koordinaten-Transformationen sind selbstverständlich umkehrbar.

"Abgeleitete Raumfachwerke":

Die festgestellte Verwandtschaft gewisser Elementarkörper erklärt, dass auch eine Reihe regelmässiger Raumfachwerke miteinander "verwandt" sind.

So z.B. entsteht aus einer Oktaeder-Tetraeder-Platte (im Dreiecks-Raster) gemäss Bild 11 der Bauhöhe $H_B = \frac{1}{3} \sqrt{6}$ durch Halbierung die neue Bauhöhe $H_B = \frac{1}{6} \sqrt{6}$ und damit das reguläre Raumfachwerk aus Achtel-Oktaeder und Trigonal-Anti-Prisma. Beide erscheinen im Grundriss in gleicher Gestalt. (Bild 6 a u. 6 b).

Hieraus entsteht die wichtigste Folgerung für den Bau beliebig gestalteter Raumfachwerke:

Grundsätzlich kann aus jeder regulären Bau-Form durch Koordinaten-Transformation eine ähnlich aussehende irreguläre Bau-Form mit einer frei gewählten Bau-Höhe geschaffen werden. Hierbei geht aber die Einheitlichkeit der Winkel am Knoten verloren; d.h. es entstehen neue Winkel am Knoten.

Raumfachwerke für beliebig gestaltete Grundriss-Lösungen:

Dies hier umrissene Verfahren der Koordinaten-Transformation regelmässiger Raumfachwerke bietet insbesondere in der Praxis des Bauwesens die Grundlage für die Ausführung von Raumfachwerken mit beliebig gestalteten Grundrissen. Bild 7 zeigt beispielsweise einen Grundriss, bei dem durch eine Schar parallel laufender Geraden und eine kreuzende zweite Schar von Geraden, die sich in einem Fluchtpunkt schneiden, ein Grundriss mit einem Trapez als Begrenzung und einer Schar von Trapezen als Raster-Elementen entsteht. Bild 8 zeigt an dem Beispiel des Daches für das Olympia-Stadion Berlin eine Variation, bei der sowohl der Gesamt-Grundriss wie auch das Grundriss-Raster bestimmt ist durch eine Schar konzentrischer Polygone und die Schar der Strahlen, die die Polygonen-Mittelpunkte mit den Eckpunkten verbinden. Gleichzeitig ist in beiden Fällen sinngemäss, unter Beibehaltung des Konstruktionsprinzips regelmässiger Raumfachwerke, die Bauhöhe in Abhängigkeit von der Veränderung der Kantenlänge verändert.

Raumfachwerke für Tonnen, Kuppeln und ähnliche räumliche Gebilde:

Verkürzt man in einer regelmässigen Raumfachwerk-Platte mit 2 Achsen beispielsweise auf der Unterseite die Länge der Stäbe in einer Richtung, so entsteht ein tonnenförmiges Raumfachwerk (Bild 9).

Sinngemäss kann man aber auch die Raumfachwerke für Kuppeln ableiten aus den Baugesetzen der regelmässigen Raumfachwerke. Beispielsweise kann man sich ein einlagiges Kuppel-Raumfachwerk dadurch entstanden denken, dass man ein ebenes Netz aus Stäben und Knoten räumlich verformt (Bild 10). Hierbei verändern sich gleichzeitig die Stablängen und die Winkel zwischen den Stäben.

Schliesslich kann eine zweilagige räumliche Fachwerk-Kuppel dadurch aus einem ebenen Raumfachwerk abgeleitet werden, dass man im Gegensatz zu den vorher erwähnten Beispielen nicht die Bauhöhe verändert, sondern wie bei der einlagigen Kuppel die Stablängen und die Winkel so verändert, dass schliesslich ein Gebilde entsteht, das einer Kugel-Schale angenähert ist, wie beispielsweise bei der für die Regierung der Bundesrepublik auf der EXPO 1970 in Osaka ausgeführten Konzertkuppel (Bild 11).

Praktisch kann man nach diesem Verfahren der Ableitung von räumlich verformten Raumfachwerken aus den regelmässigen Fachwerken beliebig gestaltete Flächen-Konstruktionen ausführen, also auch beispielsweise eine Gruppe von Kuppeln in Form von Rotations-Paraboloiden (Bild 12).

Probleme der wirtschaftlichen Ausführung und deren Lösung:

Die "regelmässigen Raumfachwerke" haben ihren Siegeszug der Tatsache zu verdanken, dass man mit einem kleinen Sortiment von Stablängen und einem einzigen Typ von Knotenstücken, d. h. mit solchen Knotenstücken auskommt, die einheitliche Winkel aufweisen.

Bei den "abgeleiteten Raumfachwerken" werden durch die Verzerrung der Elementarkörper sowohl die Stablängen wie auch die Winkel zwischen je 2 Stäben verändert. So z. B. weist das Dach des Olympia-Stadions Berlin über 250 Arten von Knotenstücken und rund 450 verschiedene Stäbe auf, weil zu den Unterschieden in der stereometrischen Form der Elementarkörper noch die unterschiedlichen Abmessungen der Stäbe und damit der Knotenanschlüsse hinzukommen, die sich aus der unterschiedlichen Beanspruchung der Stäbe an den verschiedenen Stellen des Raumfachwerkes ergeben. Zunächst ist festzustellen, dass die Bewältigung dieser Aufgaben rein rechnerisch heute nur mit Hilfe der EDV-Technik möglich ist. Noch vor wenigen Jahren musste man sich mit Näherungsrechnungen behelfen, die unzuverlässig und darüberhinaus ausserordentlich zeitraubend waren, unter Umständen so zeitraubend, dass allein daran die Projektbearbeitung gescheitert wäre. Nunmehr ist es möglich, mit Hilfe der EDV-Technik sowohl die Kräfte wie auch die Stablängen und Winkel und darüberhinaus die Abmessungen der Stäbe und Anschlüsse und die im Gebrauchszustand auftretenden elastischen Verformungen genau zu berechnen. Aber auch diese rechnerische Erfassung allein würde noch nicht für die wirtschaftliche Ausführung derartiger Raumfachwerke genügen. Das zweite sind die Verfahren für die mathematische "Optimierung" der Raumfachwerk-Netze. Das Dritte schliesslich ist die Entwicklung neuer Produktionsverfahren für Stäbe und Knoten. Diese neuen Produktionsverfahren verwirklichen es, kleine oder sogar sehr kleine Serien von Knoten und Stäben mit individuellen Winkeln bei den Knoten und individuellen Längen bei den Stäben genauso wirtschaftlich auszuführen wie grosse Serien, und wesentlich wirtschaftlicher als dies früher bei genormten Bauelementen möglich war. Wesentlich hierbei ist ferner, dass auch diese Herstellung kleiner Stückzahlen für eine Art von Knotenstücken oder Stäben mit der grössten Präzision möglich ist, die die Voraussetzung bildet für eine reibungslose und schnelle Montage auf der Baustelle sowie für die Vermeidung von Montagezwängungen und Ungenauigkeiten.

Erfahrungen und Beispiele aus der Praxis:

Die serienmässige Herstellung der typisierten Bau-Elemente und die Konstruktion der Raumfachwerke im Sinne der vorstehend umrissenen "Kompositions-Gesetze" ermöglicht und sichert auch die wirtschaftliche Anwendung in der Praxis. Ein entscheidender Vorteil der industriell hergestellten Bau-Elemente des MERO-Systems liegt in der Möglichkeit, auch sehr grosse Baukonstruktionen am Boden zu montieren und mit Hebezeugen in die Gebrauchslage zu heben. (Bild 13 und 15). Andererseits können Bauwerke mit grosser senkrechter Ausdehnung besonders günstig auch vom Boden aus in die Höhe gebaut werden (Bild 14).

Die Raumfachwerke der hier beschriebenen Art sind unter allen heute international realisierten Baukonstruktionen dadurch ausgezeichnet, dass sie extrem günstige Verhältnisse zwischen Eigengewicht und Nutzlast garantieren. Sie besitzen also eine äusserst günstige "Leichtbau-Kennziffer". Das bedeutet: man kann mit einem Mindestaufwand an Material sehr grosse Spannweiten überbrücken. Ein typisches Beispiel ist das Dach der Flugzeughalle gemäss Bild 15/17.

Diese Eigenschaft sichert den Raumfachwerken in der Zukunft auch eine führende Rolle im Mehrgeschoss- und Vielgeschoss-Bau. Zwar steht diese Entwicklung noch am Anfang. Jedoch ist sicher, dass im Städtebau der Zukunft der Hoch-Bau im wörtlichen Sinne die Voraussetzung für die Bewältigung der Probleme sein wird, die das schnelle Wachstum der Erdbevölkerung einerseits und die Begrenzung der Erdoberfläche andererseits verursachen. Hierbei wird es zugleich notwendig sein, den bisherigen Baustil, der durch das Bauen mit Steinen auf die bevorzugte Anwendung des Cubus und des Quaders ausgerichtet ist, durch eine mathematisch fundierte und bewusst ausgeübte Kunst der "Komposition im Raum" unter Verwendung industriell hergestellter Serienbauelemente zu bereichern.

Hier kann und wird das Bauen mit Raumfachwerken im "Baustil der Cubus-Segmente" etwa im Sinne der Bilder 18 und 19 für die Zukunft des Bauwesens aus technischen, wirtschaftlichen und baugestalterischen Gründen eine entscheidende Rolle spielen.

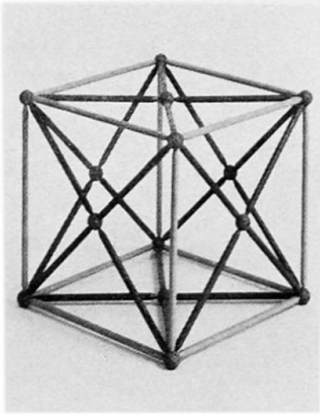
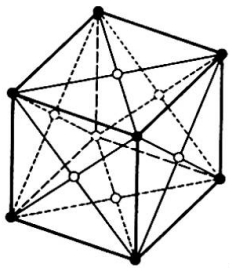


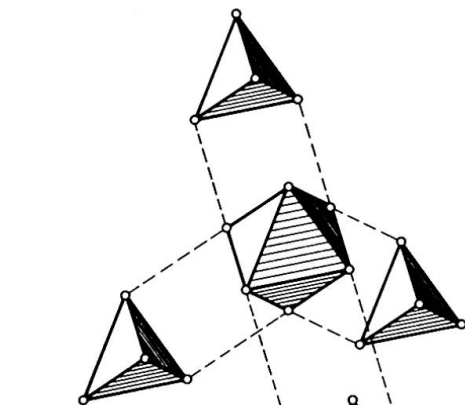
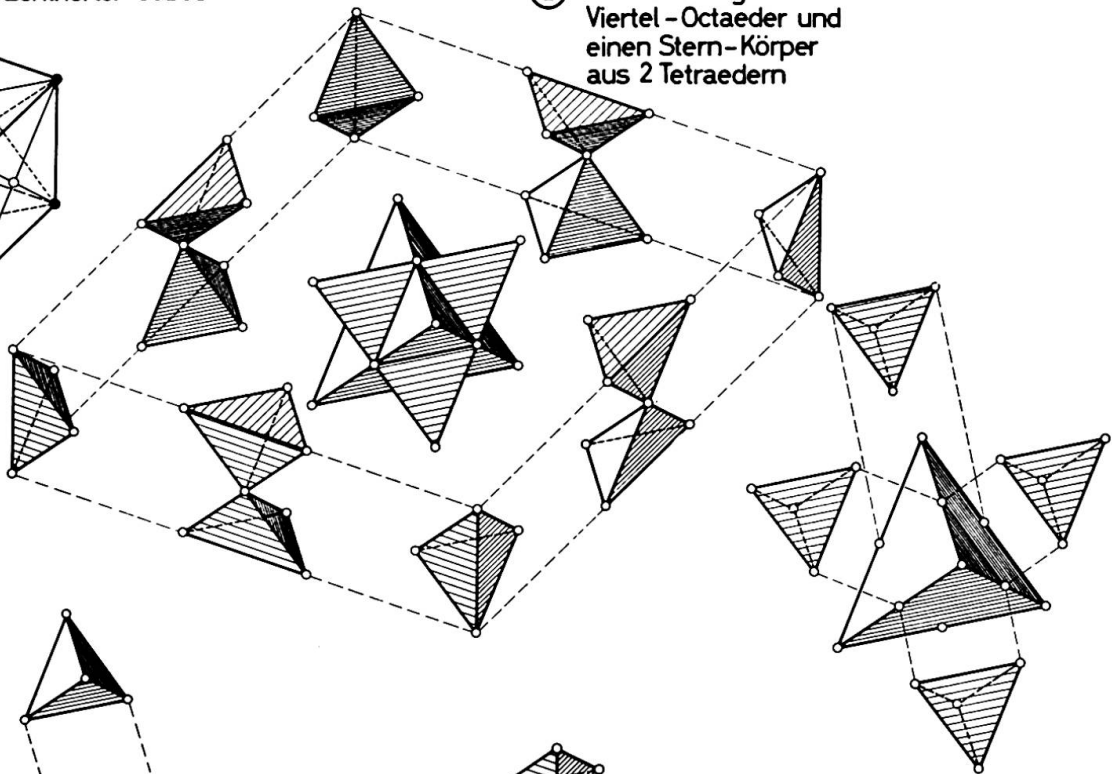
Bild 1 a: Der flächen-zentrierte Cubus und seine Zerlegung in 18 Viertel-Oktaeder und 8 Tetraeder
Dr. 1872 c 2

Bild 1 b: Zerlegung des Cubus in 16 Viertel-Oktaeder und 8 Tetraeder
Dr. 533

① Flächen-zentrierter Cubus

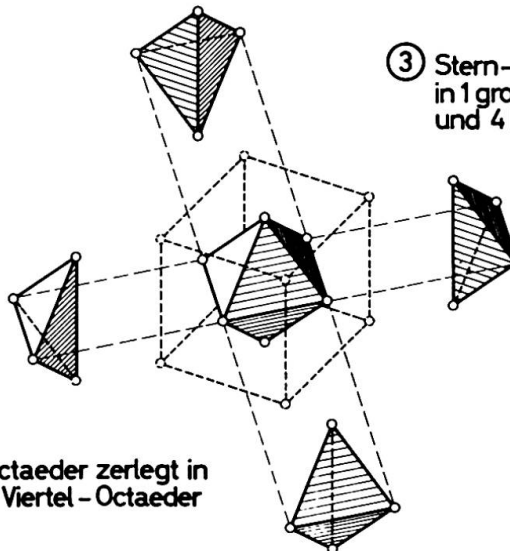


② Cubus zerlegt in 12 Viertel-Oktaeder und einen Stern-Körper aus 2 Tetraedern



④ Großes Tetraeder zerlegt in 1 Octaeder und 4 kleine Tetraeder

③ Stern-Körper zerlegt in 1 großes Tetraeder und 4 kleine Tetraeder



⑤ Octaeder zerlegt in 4 Viertel-Oktaeder

Bild 2: Die wichtigsten (regelmässigen und halbregelmässigen) Vierflache, nämlich:
 das regelmässige Tetraeder, das Viertel-Oktaeder und das Achtel-Oktaeder
 Dr. 1872 A 12

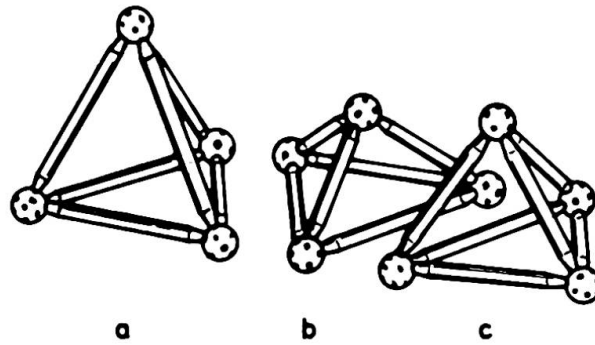
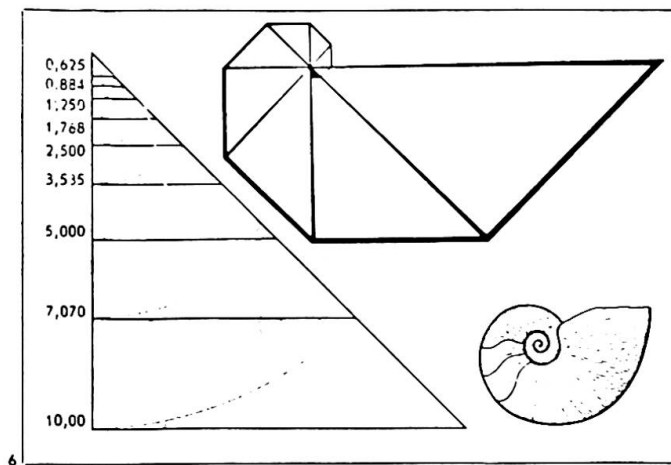


Bild 3: Die Stab-Reihe des "natürlichen Wachstums mit dem Faktor $\sqrt{2}$ " mit den Ausgangslängen für den Bau regelmässiger Raumfachwerke nach Tafel 1

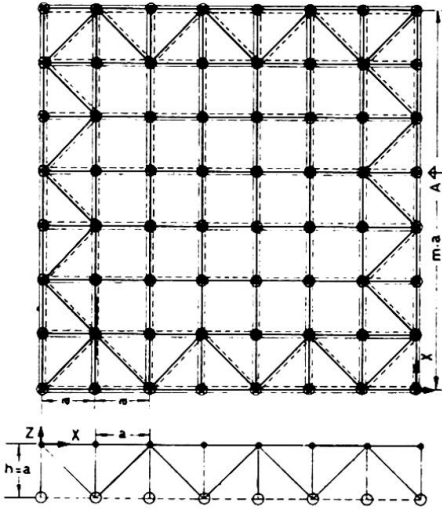


Katalog der regelmäßigen Raumfachwerke (Auszug)

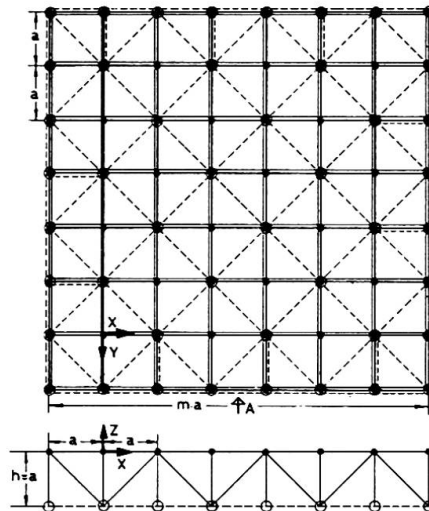
Tafel 1

Quadrat-Raster (Rand parallel oder „Diagonal“)

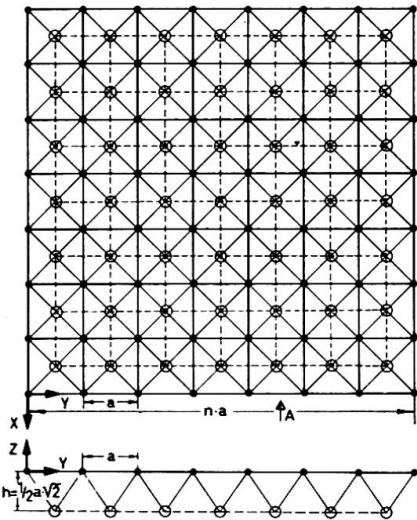
Cubus mit Diagonalen-Minimum C (Dmin)



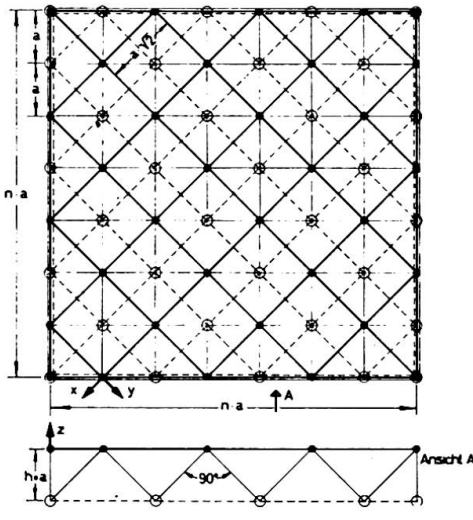
Halb-Oktaeder und Anti-Sphenoid
Obergurt Rand-parallel 1/2 O + ASP



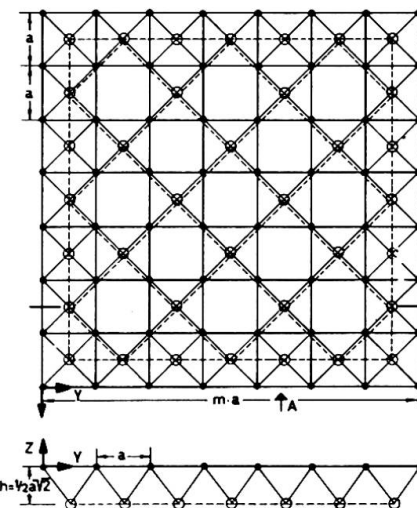
Halb-Oktaeder und Tetraeder 1/2 O + T



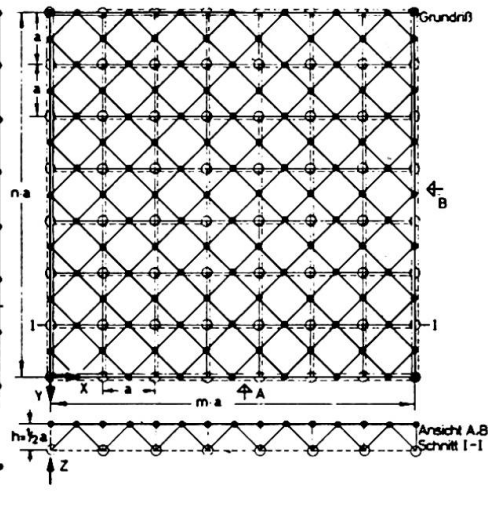
Halb-Oktaeder und Tetraeder Obergurt
und Untergurt nicht Rand-parallel 1/2 O + T



Halb-Oktaeder und Halb-Cub-Oktaeder
Obergurt Rand-parallel 1/2 O + 1/2 CO



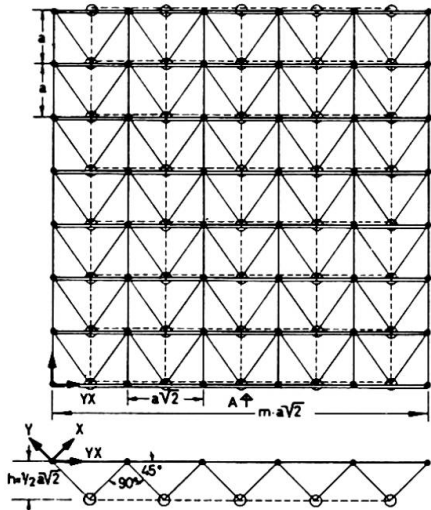
Halb-Oktaeder und Halb-Cub-Oktaeder
Untergurt Rand-parallel 1/2 O + 1/2 CO



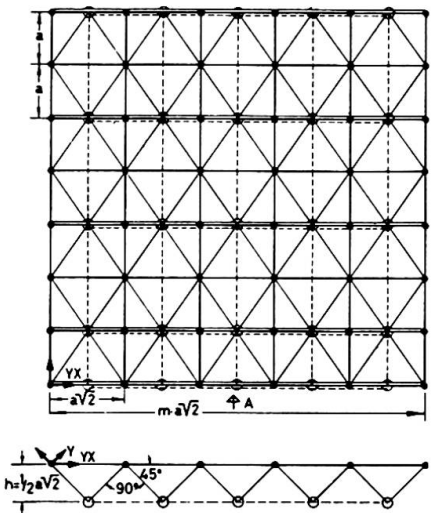
Tafel 2

Rechteck-Raster

Zwei-Cubus-Diagonal Segment 2 x CDS

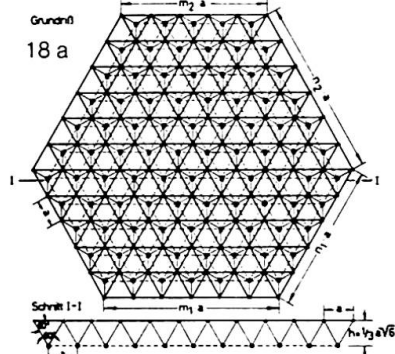


Achtel- und Viertel-Oктаeder und Cub-Oктаeder-Segment 1/8 O + 1/4 O + COS

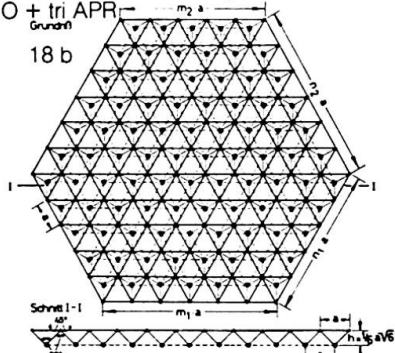


Dreieck- und Sechseck-Raster

Oktaeder und Tetraeder O + T



Achtel-Oktaeder und Trigonal-Anti-Prisma 1/8 O + tri APR



Oktaeder-Tetraeder und Hex-tri-Prismatoid O + T + PRT

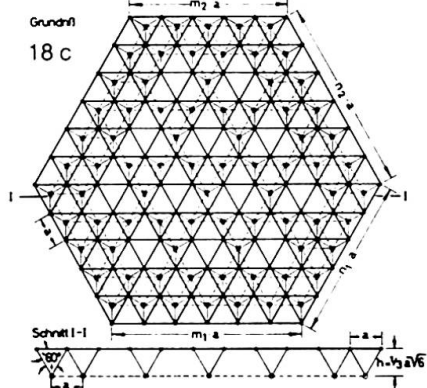


Bild 4: Prinzip der Raum-Komposition aus Cubus-Segmenten mit Darstellung der wichtigsten Elementarkörper um den "natürlichen Raum-Raster" des flächen-zentrierten Cubus.
Modell einer Raum-Komposition, ausgestellt in der "Biennale Venedig 1970" Foto 2004 a

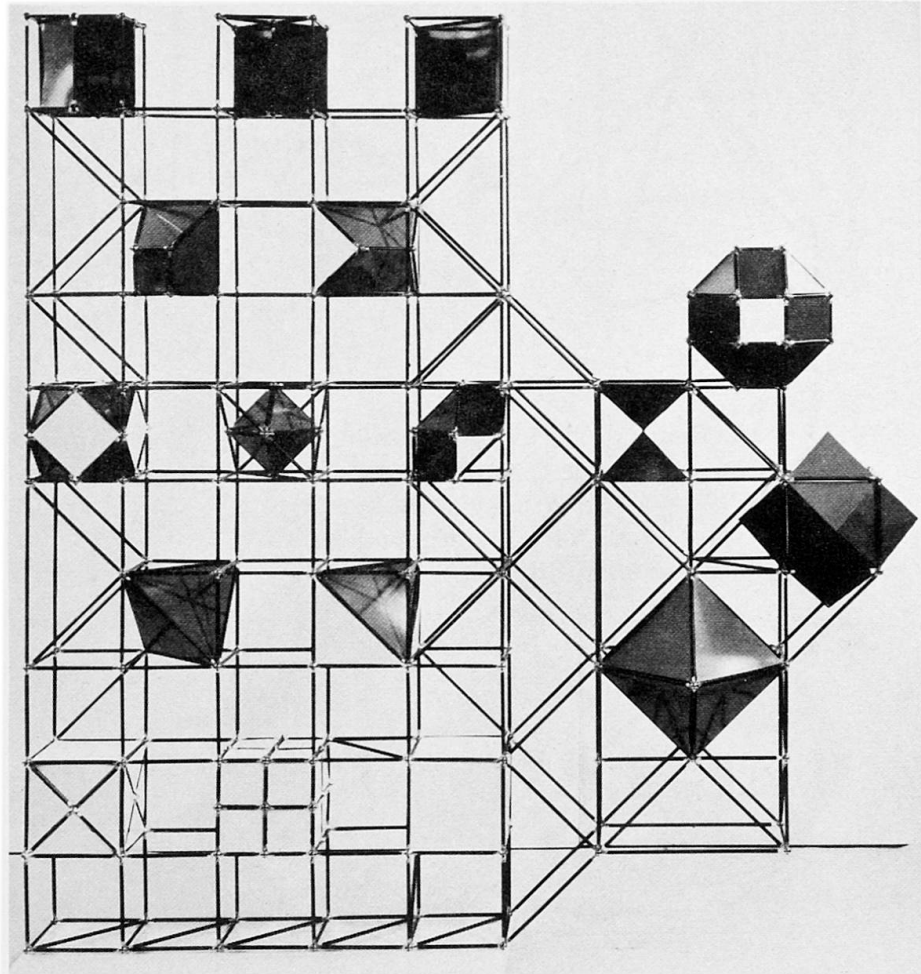


Bild 5: Verwandlung eines Quaders mit der Grundflächenkante 1 und der Bauhöhe $\sqrt{2}$ (Bild 5 a links) in einem raum-zentrierten Cubus (Bild 5 b rechts) Dr. 1872 A 5 a

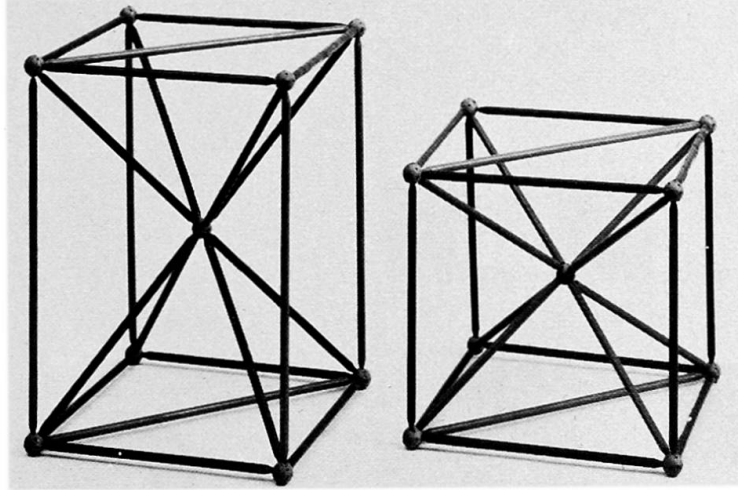


Bild 6: Verwandlung eines Raumfachwerks aus Oktaedern und Tetraedern (Bild 6 a) in ein Raumfachwerk mit Trigonal-Anti-Prisma und Achtel-Oktaedern (Bild 6 b)

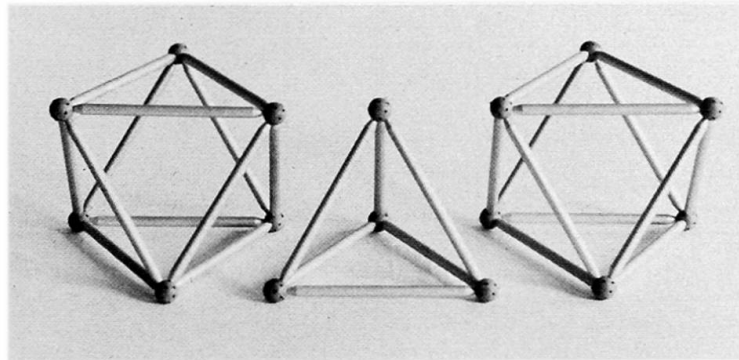


Bild 6 a

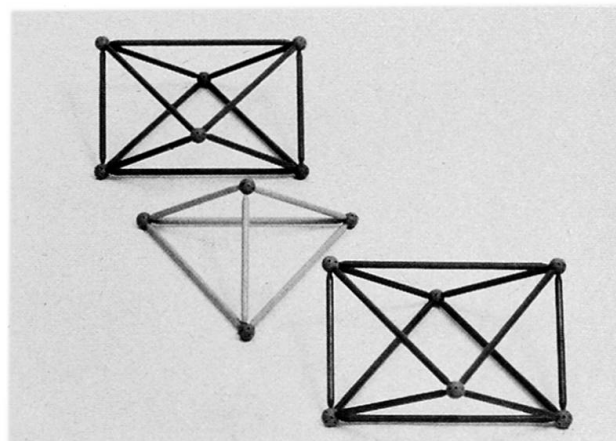


Bild 6 b

Bild 7: Raumfachwerk für eine Aula mit trapez-förmigem Gesamt-Grundriss und Trapez-Raster (gebildet durch eine Schar parallel laufender Geraden, die sich auf einem Fluchtpunkt ausserhalb des Gebäude-Grundrisses schneiden). Die Bauhöhe der einzelnen Elementarkörper ändert sich im Verhältnis der Trapez-Seiten. Dr. 923

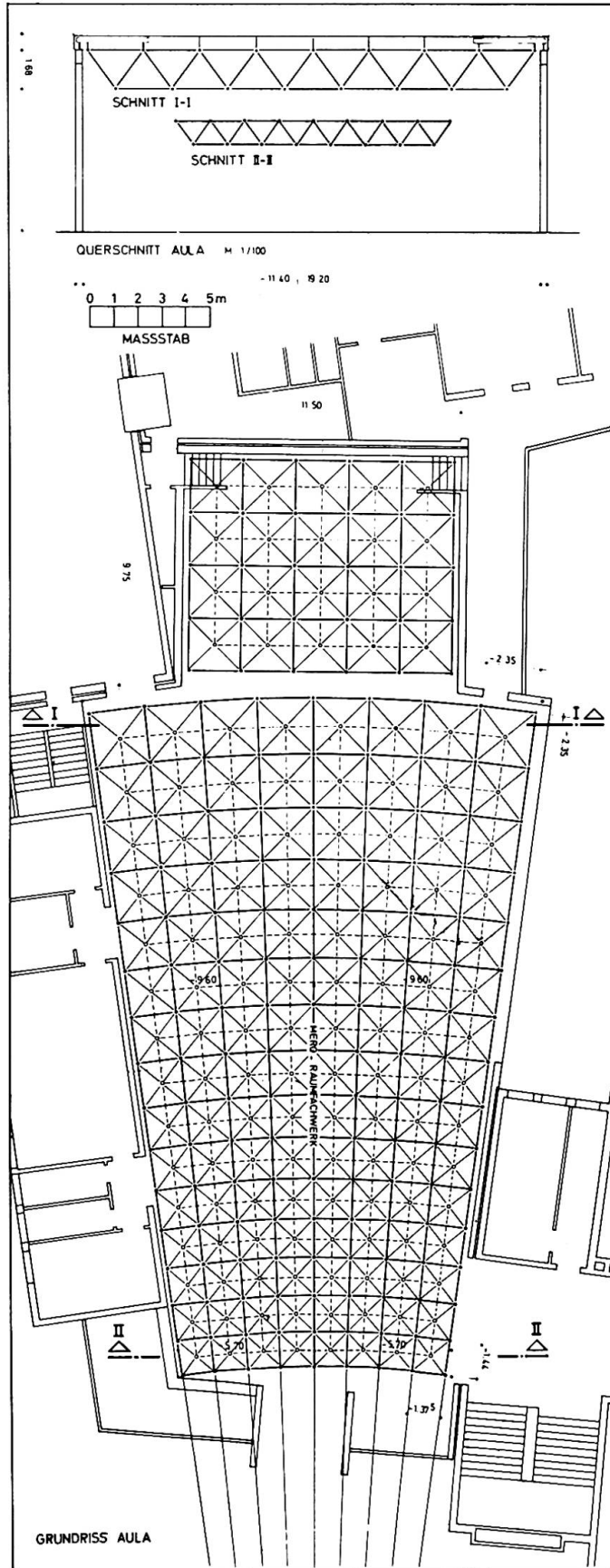
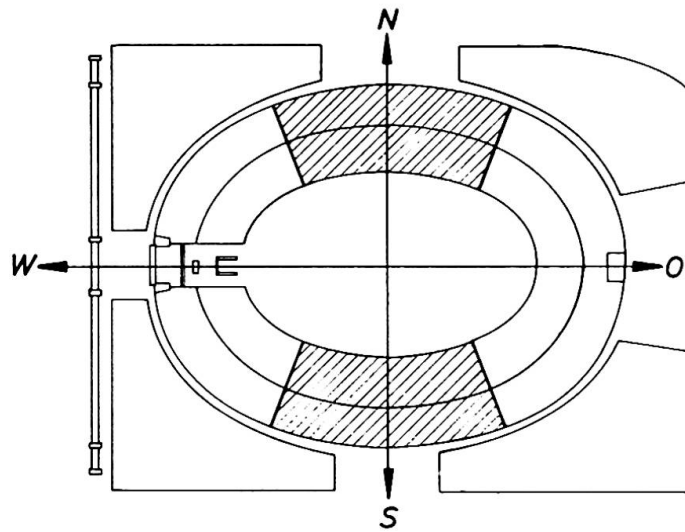
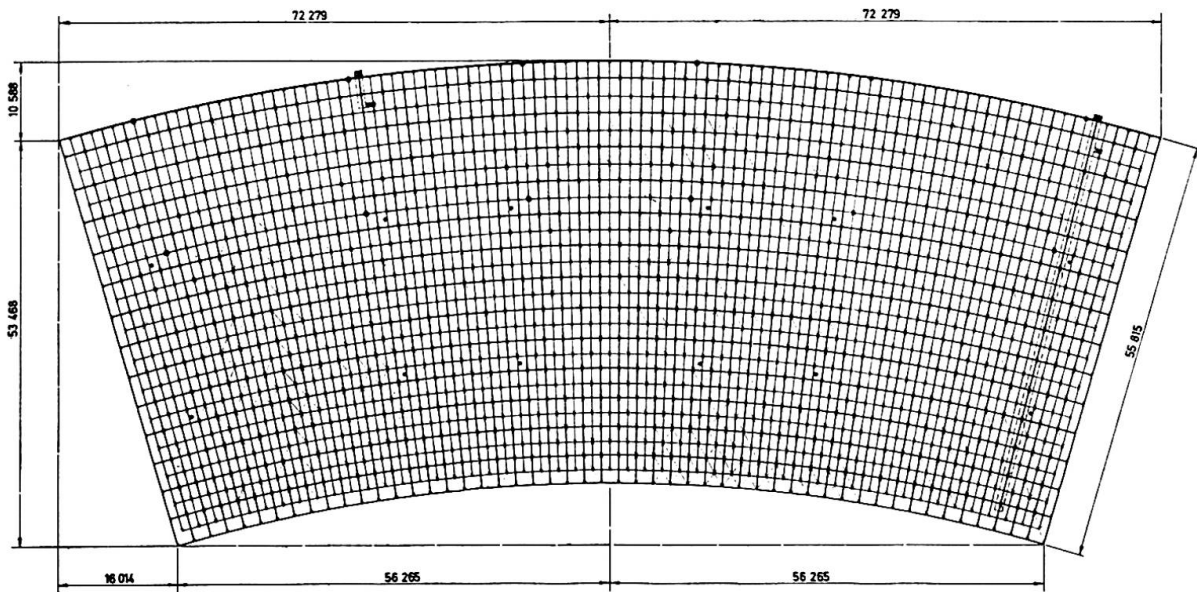


Bild 8: Dach für das Olympia-Stadion Berlin



a) Uebersichtszeichnung

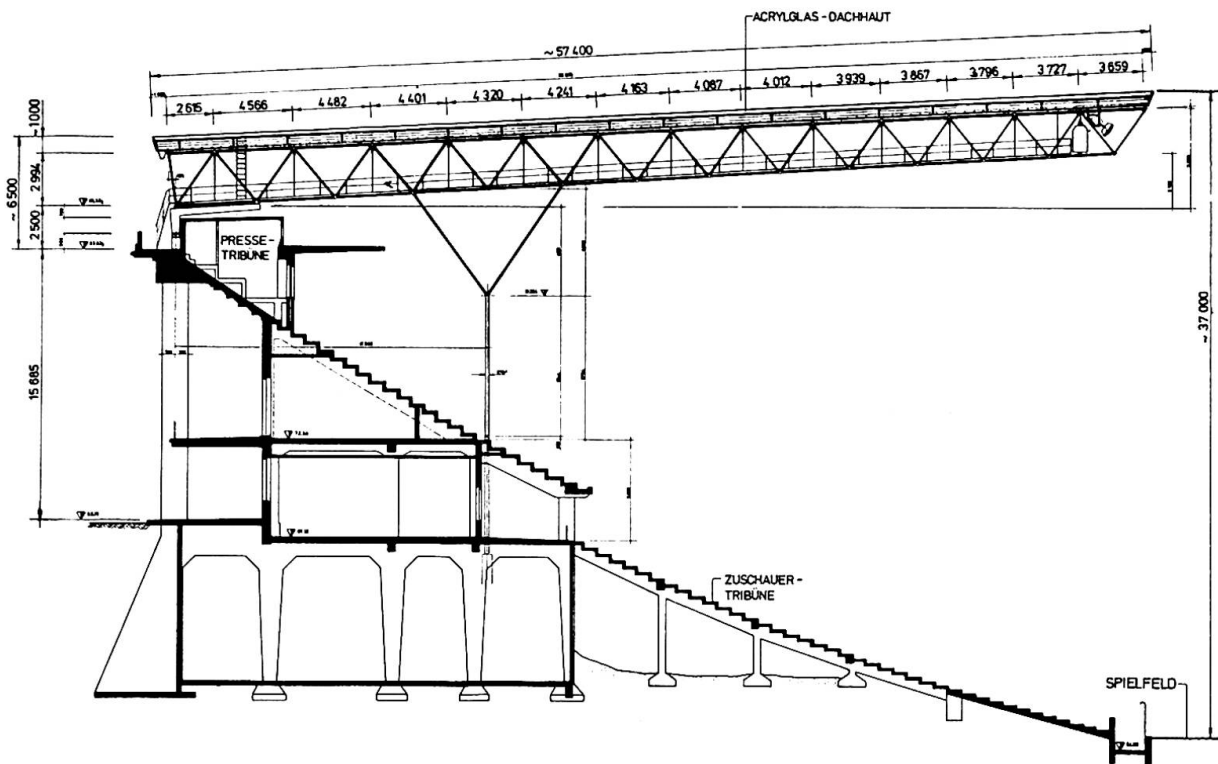
Dr. 1106 a



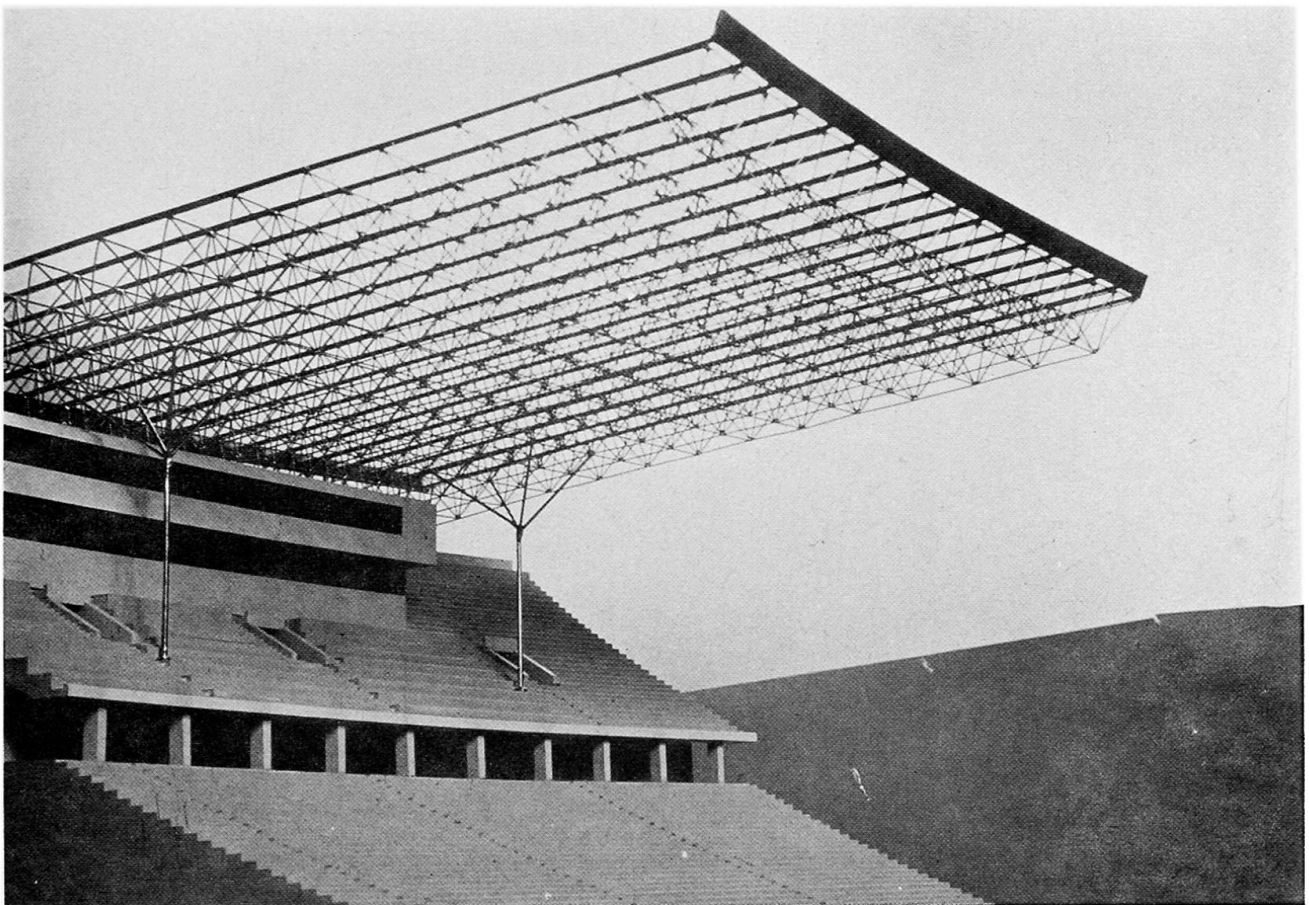
b) Einzelheiten des Raumfachwerks für die Dachkonstruktion, ausgeführt entsprechend der Krümmung des Stadion-Grundrisses mit einer Vielzahl verschiedenartiger Stäbe und Knoten

Dr. 1106 b

Bild 8: Dach für das Olympia-Stadion Berlin (Querschnitt)



c) Schnittzeichnung des MERO-Daches für das Olympia-Stadion mit Hervorhebung der verschiedenen Stablängen, die sich aus der individuellen Grundriss-Konstruktion ergibt
Dr. 1106c



d) Modell-Ansicht des MERO-Daches

Foto 2112 ab

Bild 9a: Beispiel für ein Raumfachwerk in tonnenförmiger Ausführung mit regelmässigen Oktaedern und verformten Tetraedern durch Kürzung des Untergurtes



Bild 9b: Ein Beispiel für eine Doppel-Kuppel aus 2 Stablängen und einem MERO-Knoten

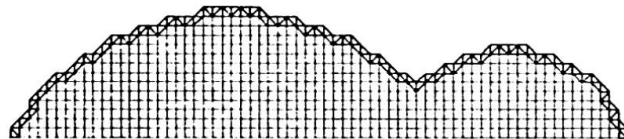


Bild 10: Beispiel für eine einschalige Stabwerk-Kuppel: Spannungsmessungen in der Bundesanstalt für Materialprüfung in Berlin-Dahlem Dr. 1107

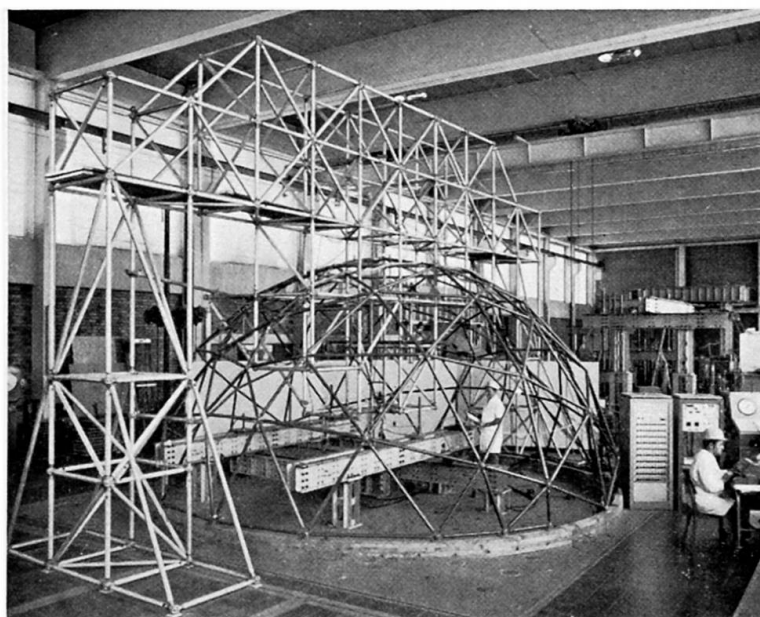
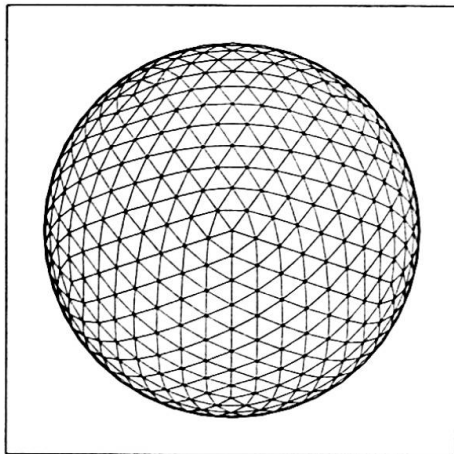
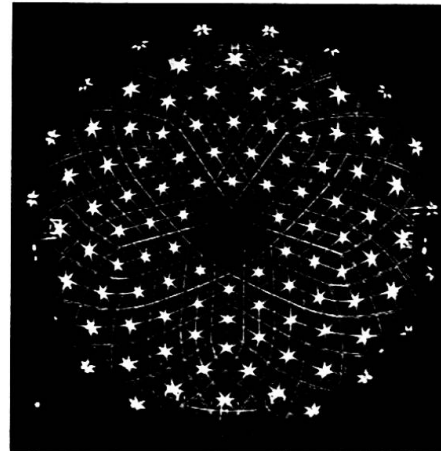


Bild 11: Beispiel für ein Raumfachwerk in Kuppel-Form:
Konzertkuppel der Bundesrepublik Deutschland auf der
"EXPO Osaka 1970"



a) Computerzeichnung
der Aussenschale



b) Innenansicht der Kuppel



c) Ansicht der Kuppel

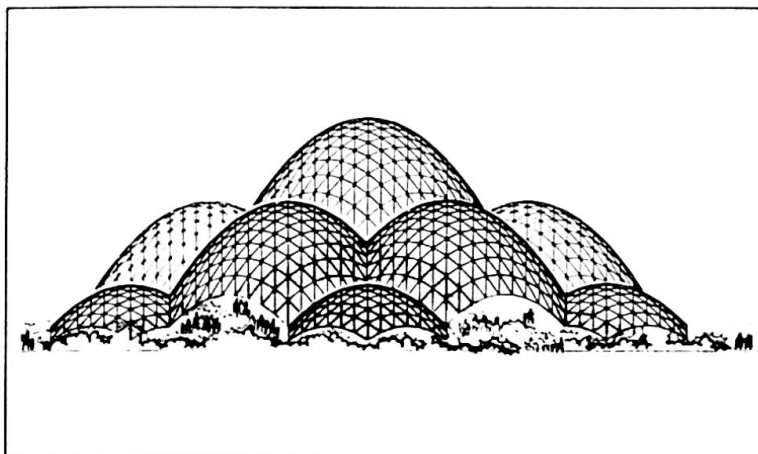


Bild 12: Gruppe von Kuppeln in Form von Rotations-
Paraboloiden
Dr. 1105

Bild 13: Montage-Bild eines Fabrikdaches am Beispiel des MERO-Betriebes Berlin-Marienfelde (Halb-Oktaeder - Tetraeder - Packung) mit 3 Stufen:

vorne rechts: Dacheinheit am Boden montiert;

in der Mitte: Dacheinheit während des Hochziehens durch Autokrane;

hinten links: fertiges Dach-Gerippe im Gebrauchszustand
Foto 2133 g



Bild 14: Montage-Bild einer Ingenieurbaukonstruktion (Cubus-Packung) am Beispiel der Hockey-Anlage für die Olympiade München 1972
Dr. 1073 Foto 2099 e

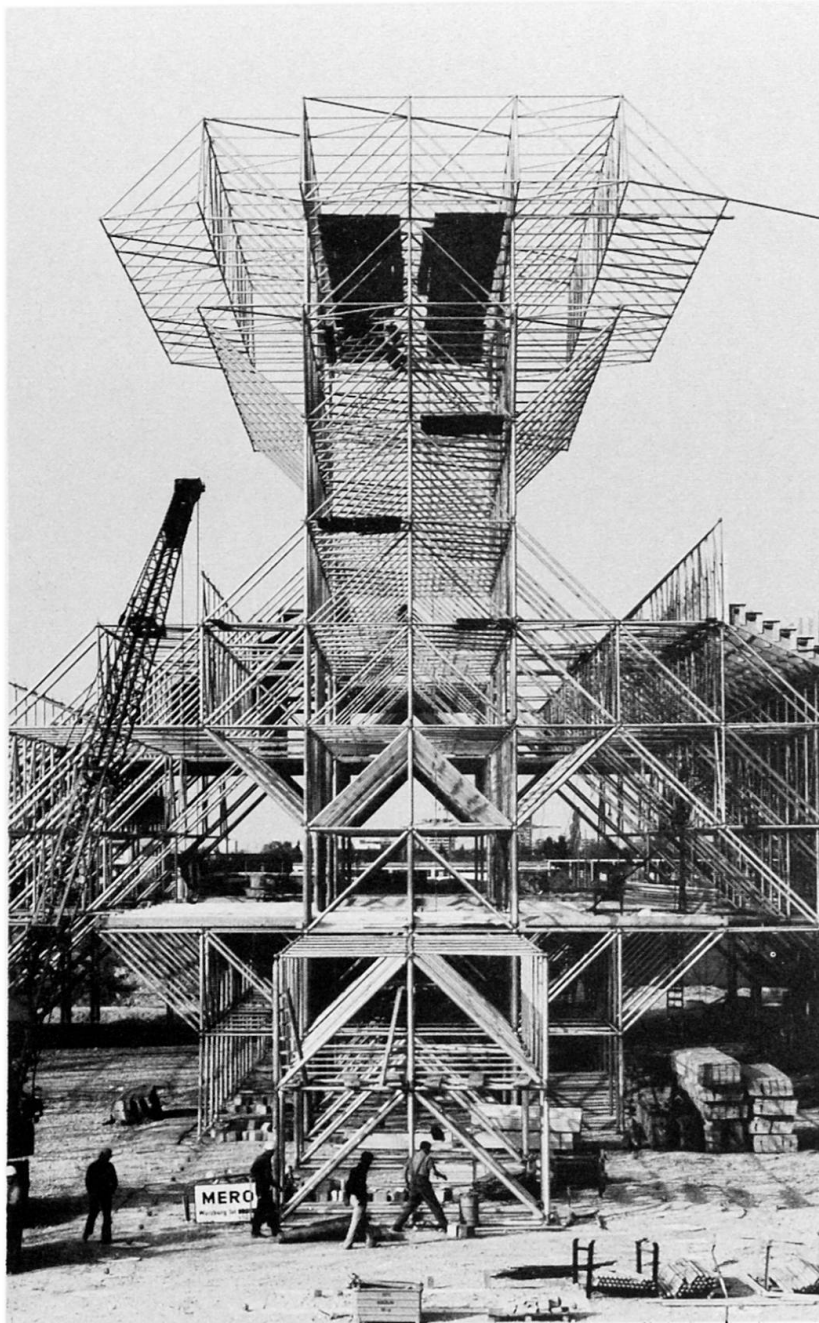


Bild 15: Montage eines Flugzeughallen-Daches von 64 x 83 m Spannweite (Aufziehen der am Boden montierten Dach-scheibe mit hydraulischen Hebeböcken auf den vorher montierten Rand-Stützen)
Dr. 1070 a

Foto 2084 at

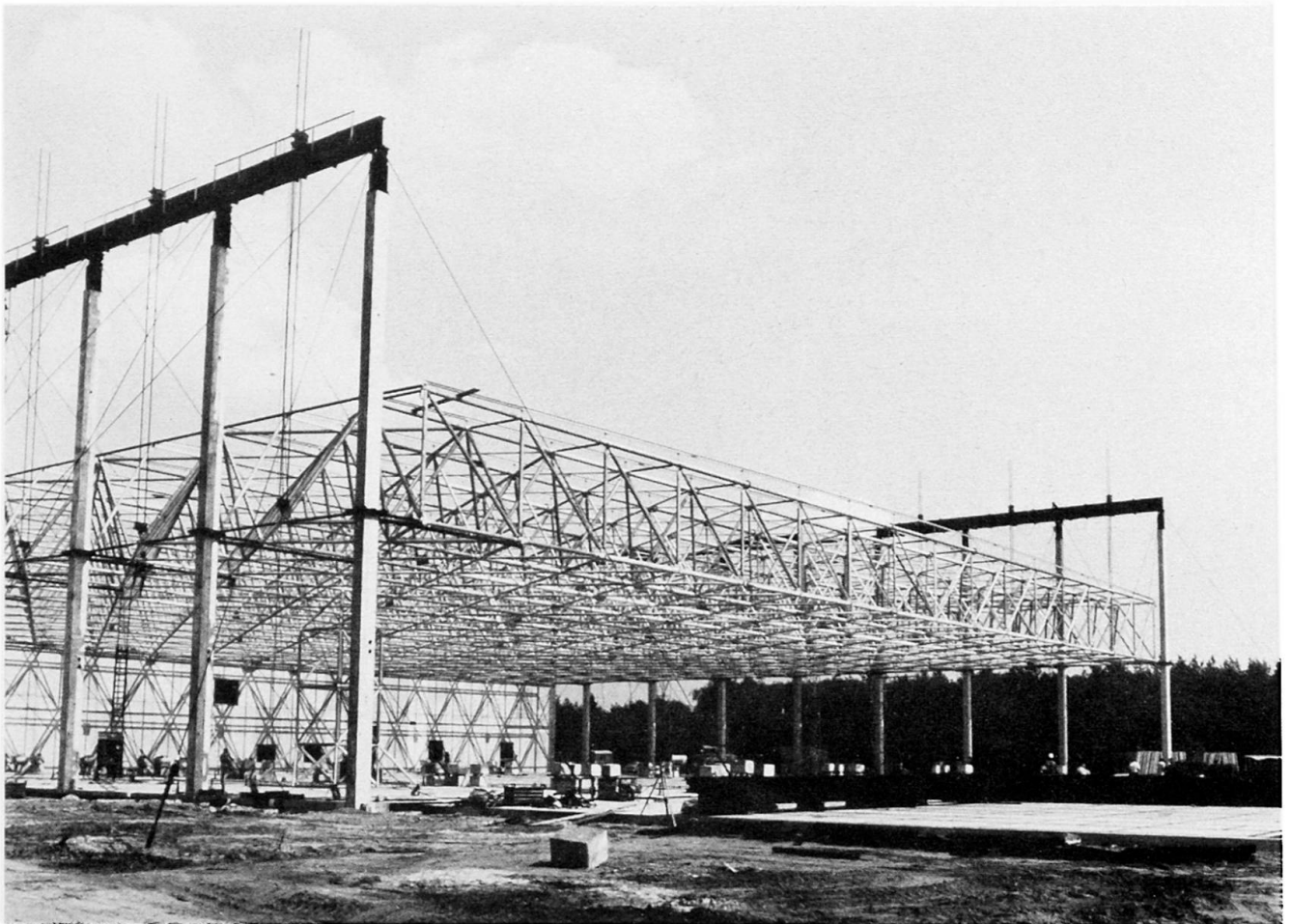


Bild 16: Aussenansicht der fertigen Flugzeughalle nach Bild 15

Dr. 1083 b
Foto 2084 a2

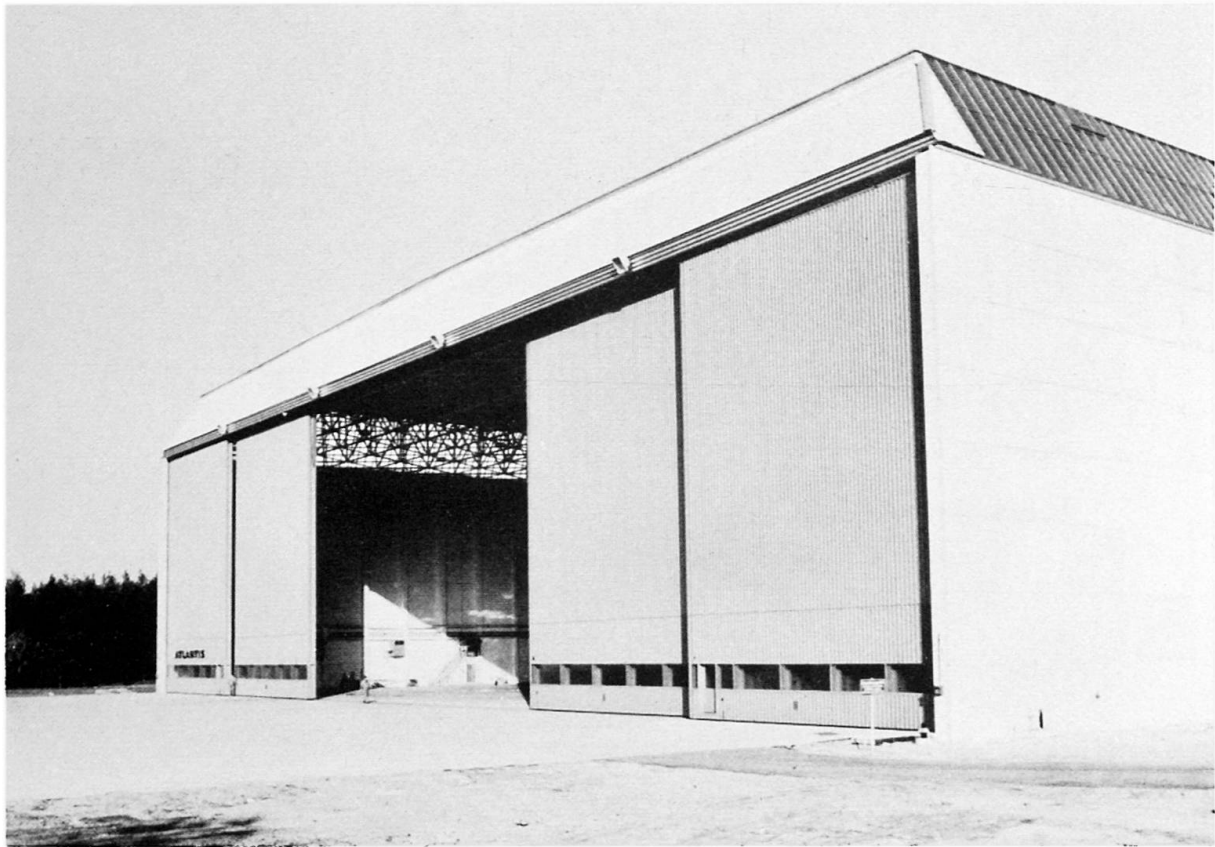


Bild 17: Innenansicht der fertigen Flugzeughalle nach Bild 15

Dr. 1083 a
Foto 2084 a7



Bild 18: Ein Muster-Beispiel für ein Bauwerk mit Gestaltung aus Cubus-Segmenten:
die St. Jakobus-Kirche in Düsseldorf-Eller (1962) Dr. 911

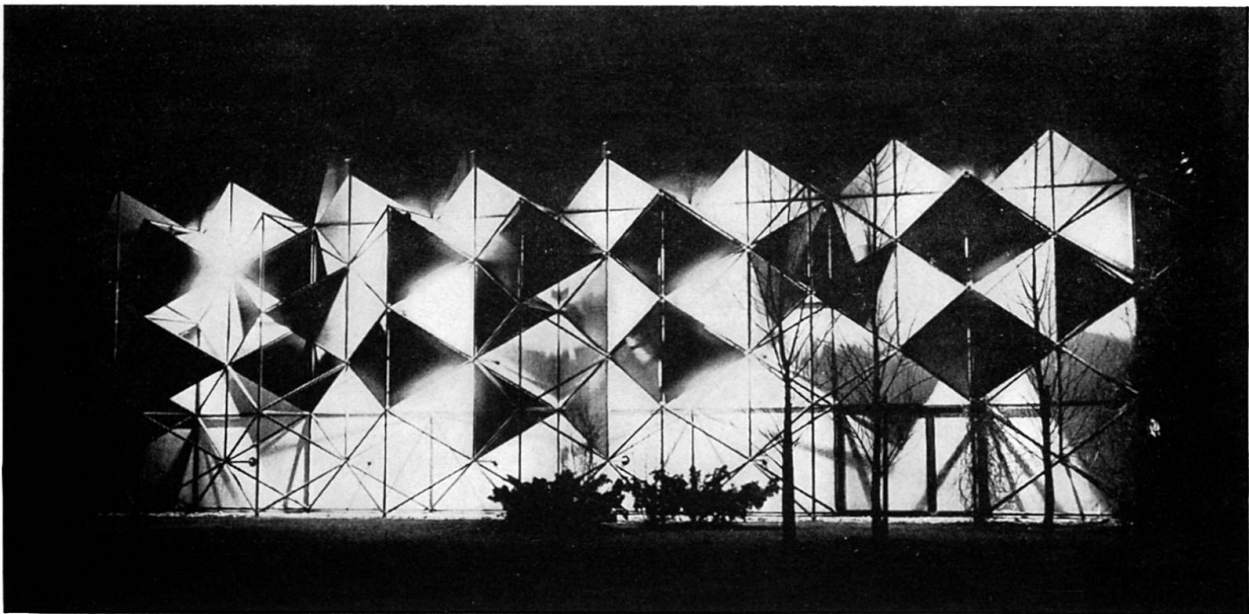
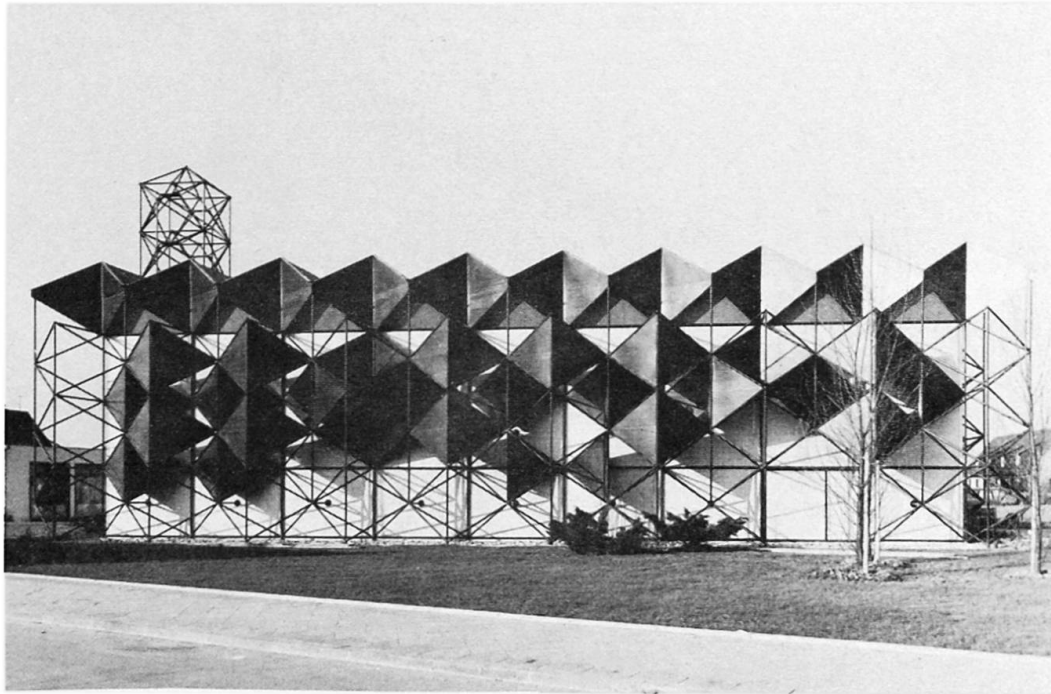
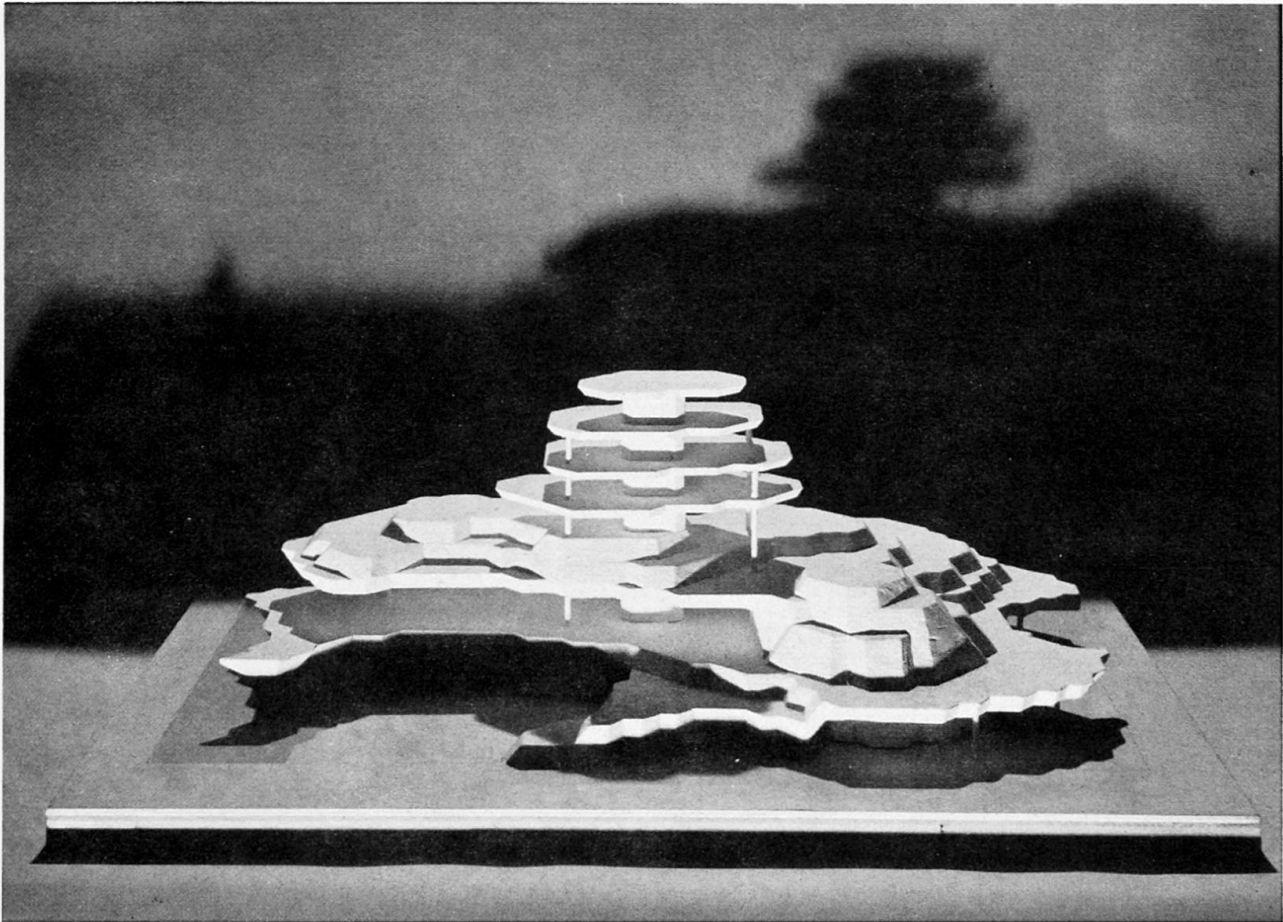


Bild 19: Modell eines Mehrgeschossbaues mit plastischer Gestaltung aus Cubus-Segmenten
Foto A/2562 a



Leere Seite
Blank page
Page vide