

Gewebemembrankonstruktionen für permanente Bauwerke = Constructions en rappes tissées pour édifices permanents = Fabric structures for permanent buildings

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift**

Band (Jahr): **33 (1979)**

Heft 9

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-336351>

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.

Gewebemembran- konstruktionen für permanente Bauwerke

Constructions en nappes tissées pour édifices permanents

Fabric Structures for Permanent Buildings

Geiger Berger Associates, P. C. New York

Gewebemembran-Dachkonstruktionen

Betritt man das Obergeschoß des Bullock-Warenhauses in San José, California, so wird man von einem ungewöhnlich starken Licht umgeben, das den Eindruck erweckt, als befände man sich im Freien. An vielen Stellen gedeihen Pflanzen, das Warenangebot präsentiert sich natürlich, und es herrscht eine freundliche und attraktive Atmosphäre.

Das Tageslicht dringt durch das transparente Gewebemembrandach, das das Licht im natürlichen Spektrum filtert und das durch seine reflektierende Oberfläche eine strahlende Helle erzeugt, so daß der Eindruck entsteht, als sei es innen heller als draußen. Die reflektierende Oberfläche der Gewebemembranen stößt die Sonnenwärme ab und hält den Innenraum kühl. Der Verzicht elektrischer Tagesbeleuchtung macht die Energieeinsparung ebenso deutlich wie das geringe Gewicht der Dachhaut, die kurze Bauzeit und die niedrigen Baukosten für die große Spannweite.

Das Dach des Bullock-Warenhauses ist eine von vielen zugbeanspruchten Gewebemembranstrukturen, die Horst Berger entworfen hat. Es stellt eine Etappe in einer Entwicklung dar, die auf das flachprofilierte pneumatische Dach des US-Pavillons an der Expo '70 in Osaka zurückreicht, dessen neuartige Konstruktion damals von David Geiger entworfen worden war.

Der Erfolg dieses Bauwerks führte zur Weiterentwicklung permanenter Gewebemembranstrukturen aus teflonbeschichteten Glasfasergeweben, einem Material, das dauerhaft, feuerfest, lichtdurchlassend (heute bis 18%) und hochreflektierend (bis 78%) ist und das außerdem sauber bleibt. Mit diesen Entwicklungen erreichten Geiger Berger Associates (1968 von Geiger und Berger gegründet) auf dem Gebiet des Entwurfs und der Konstruktion von Gewebemembrantragwerken eine weltweit führende Stellung. Dank der Unterstützung der Firmen Birdair Structures, Chemfab, Owens Corning Fibreglas und DuPont sowie der Zusammenarbeit mit zahlreichen Architekten steht dieser neuen Bauweise noch ein großes und schnelles Wachstum bevor.

Toitures en nappes tissées

Celui qui pénètre l'étage supérieur des grands magasins Bullock à San José, Californie, se voit baigné d'une lumière intense inhabituelle lui donnant l'impression qu'il se trouve à l'air libre. Les plantes d'intérieur y abondent, les marchandises y sont présentées dans une ambiance naturelle et l'atmosphère qui y règne est aimable et attrayante.

La lumière du jour pénètre au travers de la toiture en nappes tissées transparente qui filtre le soleil dans le spectre naturel et dont la surface réfléchissante crée une clarté intense donnant l'impression qu'il fait plus clair à l'intérieur qu'à l'extérieur. La surface réfléchissante de la membrane tissée renvoie la chaleur solaire et maintient le volume intérieur au frais. L'absence d'éclairage électrique pendant le jour fait de l'économie d'énergie un facteur aussi évident que le moindre poids de la couver-

1

Das Bullock-Warenhaus in San José, California, während des Baues ...

Le grand magasin Bullock à San José, Californie pendant les travaux ...

The Bullock store in San Jose, California, while under construction ...

2

... und nach der Vollendung.

... et après achèvement.

... and after completion.





ture, la rapidité du montage et le faible prix de revient compte tenu de la grande portée.

La toiture des grands magasins Bullock est l'une des nombreuses structures en nappes travaillant à la tension projetées par Horst Berger. Il s'agit d'une étape dans un développement qui remonte à la toiture pneumatique au profil surbaissé du pavillon US à l'expo 70 d'Osaka, construction inédite à l'époque et projetée par David Geiger.

Le succès de cet édifice incita au développement de constructions permanentes en nappes faites d'un tissu en fibres de verre enrobé de teflon, un matériau durable, ininflammable, translucide (actuellement jusqu'à 180%), fortement réfléchissant (jusqu'à 78%) et qui de surcroît reste propre. Avec ce développement, Geiger Berger Associates (fondée en 1968 par Geiger et Berger), a atteint une position dominante à l'échelle mondiale en matière de structures portantes en nappes. Grâce au soutien des firmes Birdair Structures, Chemfab, Owens Corning Fiberglas et DuPont, ainsi qu'à la collaboration de nombreux architectes, cette nouvelle méthode de construction est promise à un développement large et rapide.

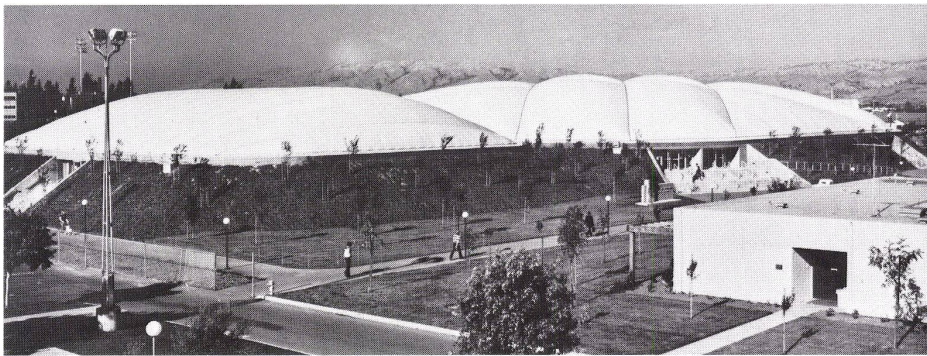
Fabric structures – roof constructions

As you come up to the top floor of Bullock's Department Store in San Jose, California, you are suddenly in a space of unusually brilliant light, almost as if you were outdoors. Plants grow everywhere. Things look natural. The atmosphere is pleasant and attractive.

The light comes from the translucent fabric structure roof, which filters daylight in its natural spectrum, and through its reflective surface gives it a brilliance which leads people to say: there is more light in here than outside. The reflectivity of the membrane surface rejects the heat of the sun and keeps the store cool. With the lights turned off, the energy savings are impressive. So is the negligible weight of the structure, the fast erection, and the low cost for big spans.

Bullock's roof is one of many fabric tension structures designed by Horst Berger. It is a recent step in a development which had its origin in the low profile airsupported roof for the U.S. Pavilion at the 1970 Expo in Osaka, Japan. The engineer responsible for this innovative design was David Geiger.

The success of his structure led to the development of permanent fabric structures by introducing, as fabric skin, a Teflon coated fiberglass, a material which is durable, non-combustible, highly translucent (up to 180% to date), very reflective (up to 78%), and remains clean. Since then Geiger Berger Associates (founded by David Geiger and Horst Berger in 1968) has led in the design and engineering of fabric structures. With the help of such firms as Birdair Structures, Chemfab, Owens Corning Fiberglas, and DuPont; and in teamwork with numerous architectural firms the new technology is spreading rapidly.



3
Der US-Pavillon an der Expo '70 in Osaka.
Le pavillon des USA à l'expo 70 d'Osaka.
The U.S. Pavilion at the Expo 70 in Osaka.

4, 5
Das Thomas E. Leavey Sportzentrum der Universität Santa Clara, California.
Le centre sportif Thomas E. Leavey de l'université Santa Clara, Californie.
The Thomas E. Leavey athletic center at the University of Santa Clara, California.

Pneumatische Tragwerke

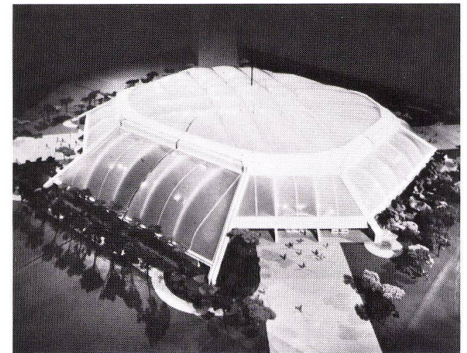
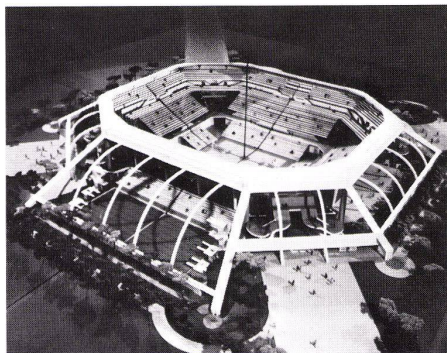
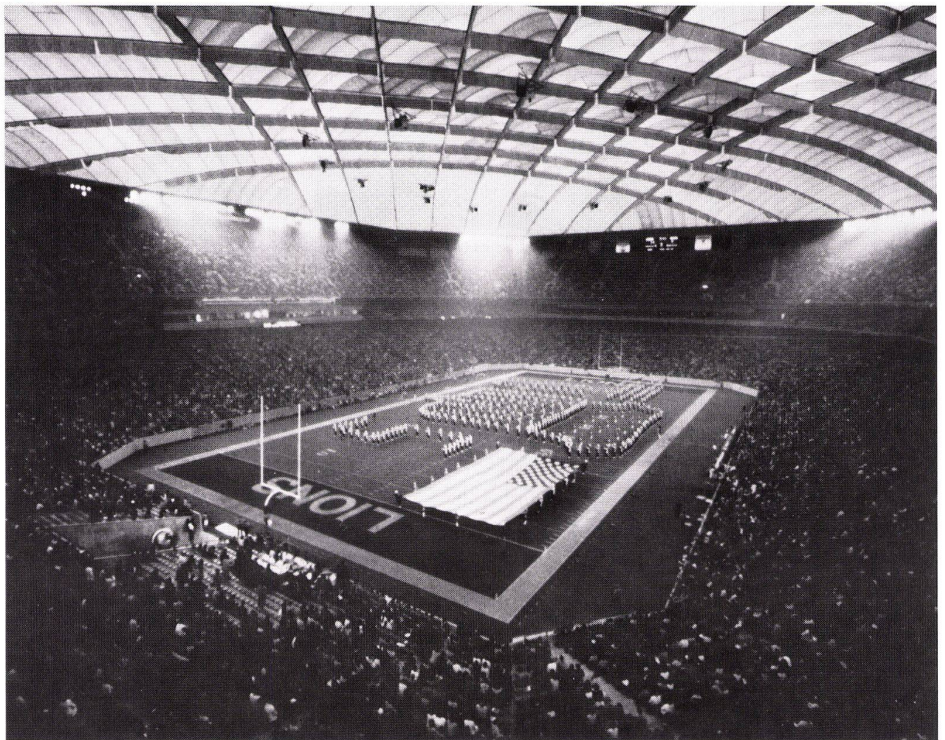
Pneumatische Tragwerke sind bei weitem die wirtschaftlichste Methode zur Überdachung großer Flächen. Ihre Gestehungskosten sind nahezu unabhängig von den Spannweiten. Sechs derartige Tragwerke, alle von David Geiger entworfen, führten Geiger Berger bisher aus, weitere sind im Bau- oder Entwurfsstadium. Das größte, für das Pontiac Stadion in Pontiac, Michigan, überdeckt mehr als 80 000 Sitzplätze und eine Bodenfläche von rund 35 000 m². Spannweiten von bis zu 3000 Meter wurden untersucht und als ausführbar befunden.

Structures portantes pneumatiques

Les structures pneumatiques sont de loin la méthode la plus économique pour recouvrir de vastes surfaces. Leurs prix de revient sont pratiquement indépendants des portées. Jusqu'à présent, Geiger Berger a exécuté six structures de ce genre toutes projetées par David Geiger, d'autres sont en construction ou en projet. La plus vaste, celle du stade Pontiac à Pontiac, Michigan, recouvre plus de 80 000 places assises et une surface au sol de 35 000 m². Des portées allant jusqu'à 3 000 mètres ont été étudiées et sont considérées comme exécutables.

Air-supported structures

Air-supported structures are the most economical method of spanning large spaces. The unit cost is almost independent of span. Six major roof structures designed by David Geiger have been completed, others are under construction or in design. The largest, Pontiac Stadium, in Pontiac, Michigan, has more than 80,000 seats and covers 35,000 m². Spans up to 3,000 m have been studied and found feasible.



6, 7

Das Pontiac Silverdome Stadion in Pontiac, Michigan.
Le stade Pontiac Silverdome à Pontiac, Michigan.
The Pontiac Silverdome Stadium in Pontiac, Michigan.

8, 9

Sport- und Schwimmstadion der Universität von Florida.
Modell mit und ohne Gewebemembrandach.
Stade et piscine de l'université de Floride. Maquette avec
et sans toiture en nappe.
Stadium and swimming-pool of the University of Florida.
Model with and without fabric roof.

Gewebemembrantragwerke

Die Einsparung von Energie ist ein wichtiger Punkt für den Entwurf von Gewebemembrantragwerken. Realistische Einsparungen an Lebensdauerkosten und Brennstoffverbrauch können nur erzielt werden, wenn der Entwurf eine Gesamtlösung anstrebt.

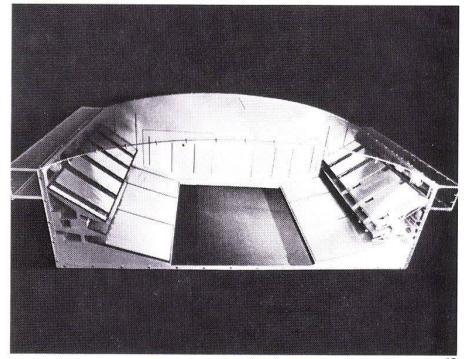
Modelluntersuchungen unter der Leitung von Karl Beitin, dem verantwortlichen Partner für Gebäude-mechanik, bewiesen, daß das Pontiac Stadion ohne Klimaanlage auskommen kann. Infolge der nächtlichen Wärmeabstrahlung der lichtdurchlassenden Membranen bleibt die Lufttemperatur im Innern selbst an sehr heißen Tagen durchaus erträglich.

Beim Projekt des Verwaltungsbaus für die G.S.A. (General Services Administration der US-Regierung) wird die Sonnenlichtaufnahme mit Hilfe eines dreischichtigen pneumatischen Daches geregelt. Je nach Lage der mittleren Membrane wird das Sonnenlicht und die Wärme aufgenommen oder reflektiert.

energy savings can only be accomplished by a total building design concept.

Model testing, carried out by Karl Beitin, in charge of mechanical engineering, demonstrated that air conditioning was not required for Pontiac Stadium. Owing to night radiation out through the translucent skin, the air at the playing-field is always comfortable even on very hot summer days.

A proposed office building design for the GSA (General Services Administration, U.S. Government) controls sunlight through a three-layer air roof. Depending on the position of the middle skin, the sunlight and heat are reflected or admitted.



10

Structures portantes en nappes tissées

L'économie d'énergie est un facteur important incitant à projeter des structures en nappes tissées. Mais seul un projet global permet d'obtenir de véritables économies en matière de frais d'entretien et de consommation de combustible.

Des études sur maquette dirigées par Karl Beitin, l'associé chargé de la mécanique des constructions, prouvent que le stade Pontiac peut se passer de climatisation. En raison du rayonnement thermique nocturne de la membrane translucide, la température de l'air à l'intérieur reste supportable même par les jours de grande chaleur.

Dans le projet d'immeuble administratif pour la G.S.A. (General Services Administration du gouvernement US), l'absorption de la lumière solaire est contrôlée à l'aide d'une toiture pneumatique à triple membrane. Selon l'orientation de la membrane intermédiaire, la lumière solaire et sa chaleur sont absorbées ou réfléchies.

10

Prüfmodell zur Ermittlung der Temperaturverteilung durch das Lüftungssystem im Pontiac Stadion.

Maquette de contrôle permettant de définir la répartition des températures dans le réseau de ventilation du stade de Pontiac.

Test model for determination of temperature distribution in the ventilation system in the Pontiac stadium.

11

Detailschnitt durch die dreischichtige Dachmembrane ...

Coupe détail sur la triple membrane de toiture ...

Detail section of the threefold roof fabric

12

... des projektierten Verwaltungsbaukomplexes der G.S.A. (General Services Administration der US-Regierung).

... du complexe administratif projeté pour la G.S.A. (General Services Administration du gouvernement US).

... of the planned office building complex of the G.S.A. (General Services Administration of the US Government).

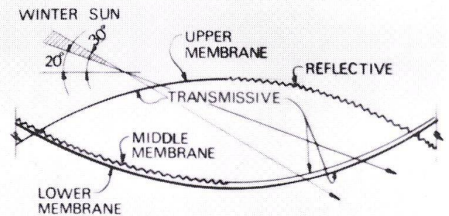


Fig. 3a - SOLAR CELL - OPEN

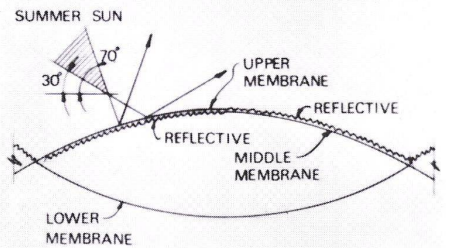
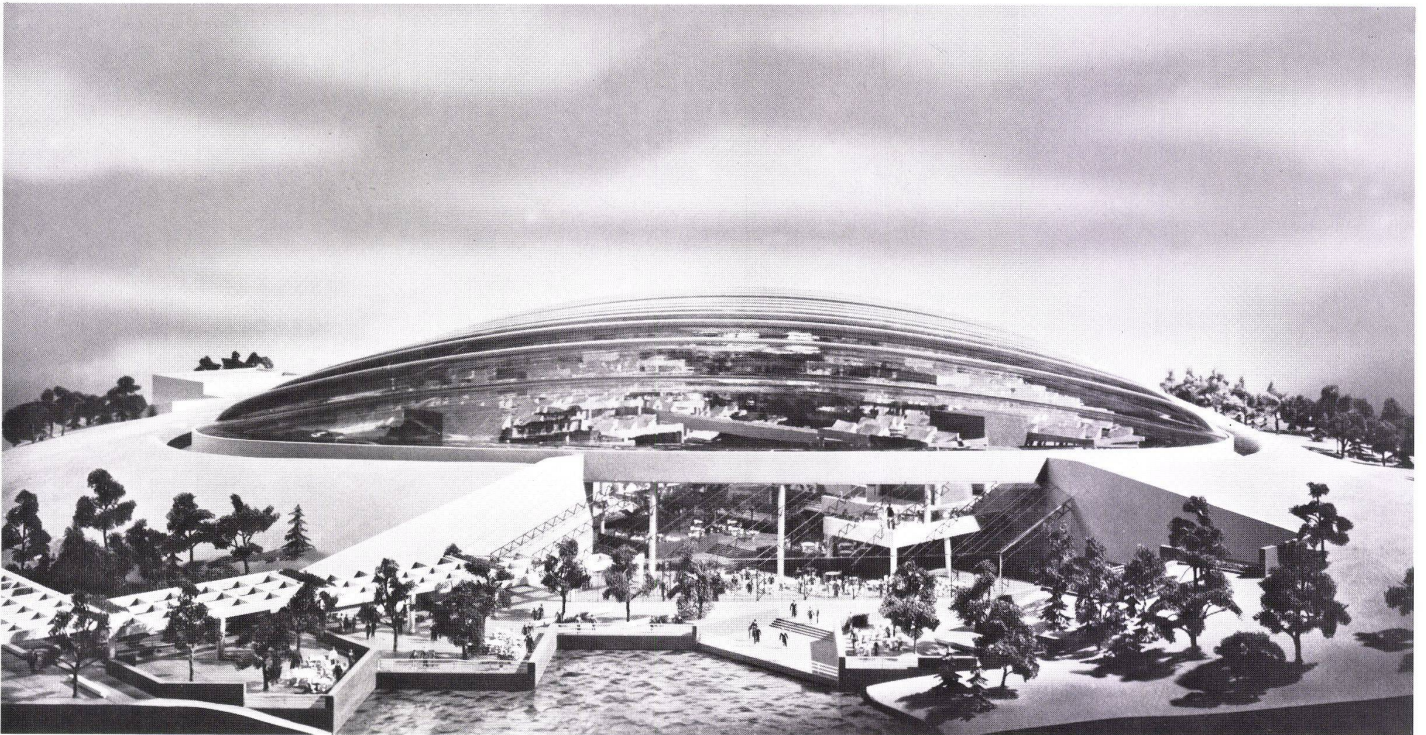


Fig. 3b - SOLAR CELL - CLOSED

Fabric structures

Energy conservation is an important aspect of fabric structure design. Realistic life cycle cost and



12

Zugbeanspruchte Tragwerke

Zugbeanspruchte Dachkonstruktionen benötigen keine Druckluftunterstützung. Ihre Stabilität hängt von der Krümmung und der Vorspannung ab. Die Bedingung, daß überall eine antiklastische Krümmung herrscht, gibt ihnen die charakteristischen Erscheinungsformen.

Für die 200-Jahr-Feier Philadelphias konnte Horst Berger eine Reihe von Tragwerken in Form von Radialzelten realisieren. Ihre Form wurde mit Hilfe von Studienmodellen und Computerberechnungen bestimmt. Die Gewebemembranen sind die tragenden Elemente des Gesamttragwerks.

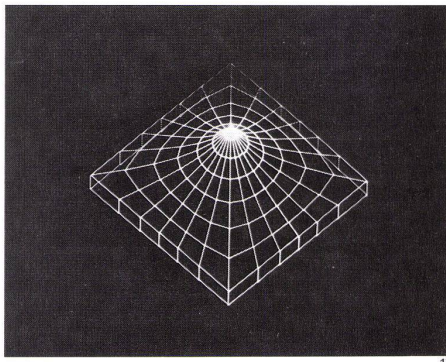
Structures portantes travaillant à la tension

Les structures de toiture travaillant à la tension n'ont pas à être stabilisées à l'air comprimé. Leur rigidité dépend de la courbure et de la pré-tension. La condition imposant qu'elles présentent une courbure anticlastique en tout point confère à leur forme son aspect caractéristique.

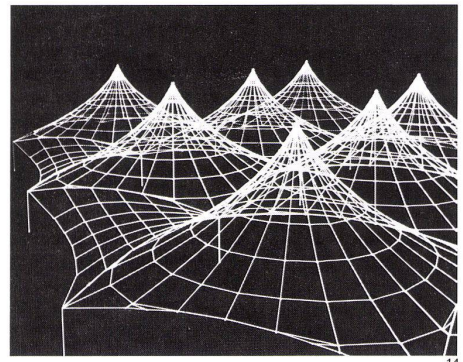
Pour le bicentenaire de Philadelphie, Horst Berger put réaliser une série de structures en forme de nappes radiales. Ces formes furent définies à l'aide de maquettes d'étude et de calculs à l'ordinateur. Dans toutes ces structures, les membranes tissées constituent les éléments porteurs proprement dits.

Tension structures

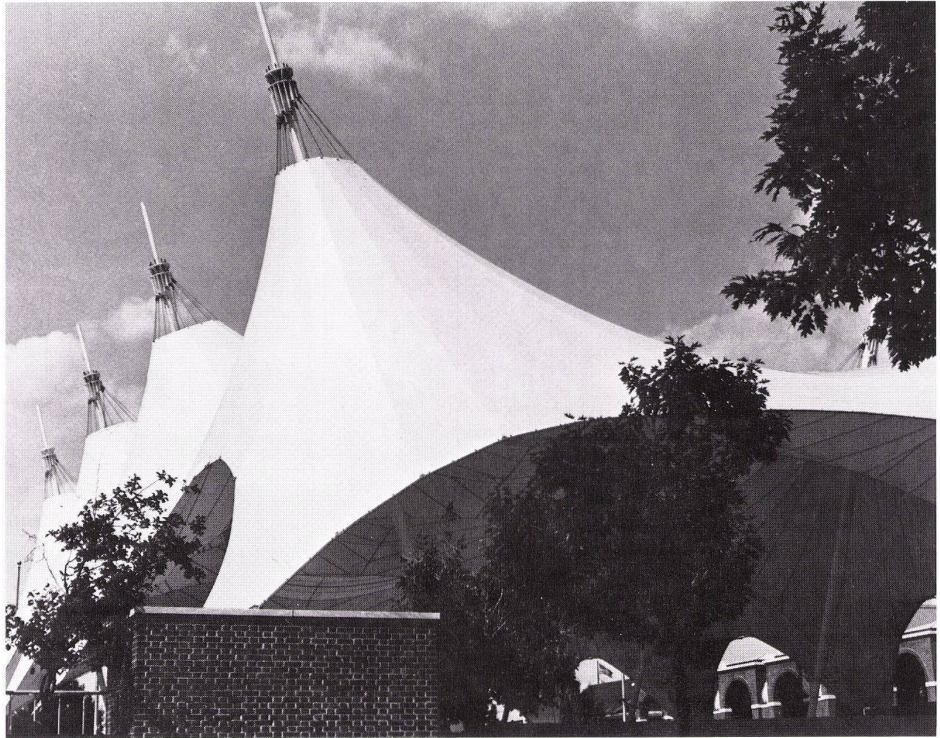
Tension structures require no air support. They achieve stability by curvature and prestress only. The requirement of universal anticlastic curvature gives them their characteristic appearance. The Bicentennial program in Philadelphia gave Horst Berger an opportunity to build a number of structures utilizing a radial tent configuration. He developed the shape with the help of study models and computer methods. The fabric membrane is part of the total structural system.



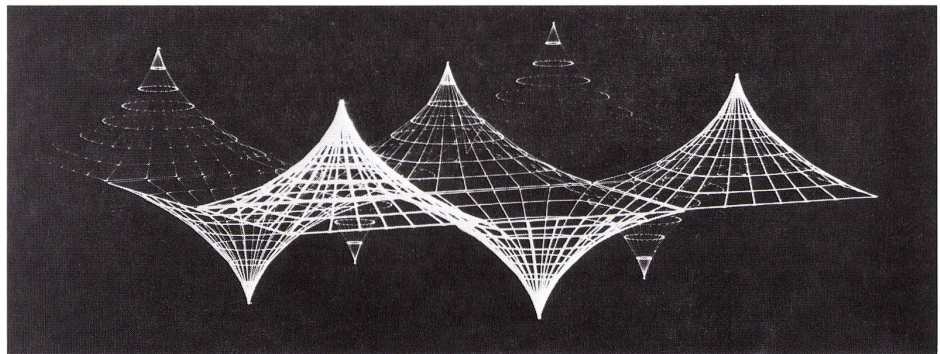
13



14



15



16

13, 14, 16

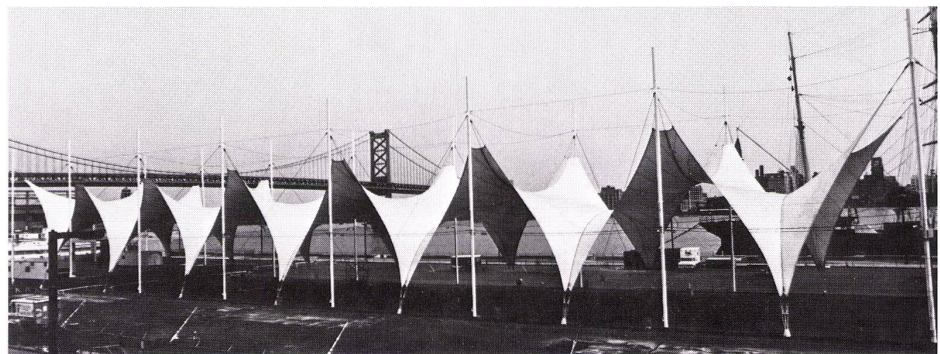
Computerzeichnungen der Radialzeltformen.
Formes de nappes radiales dessinées à l'ordinateur.
Computer drawings of the radial tent shapes.

15

Zugbeanspruchte Pavillonstruktur.
Structure de pavillon travaillant à la tension.
Tensile pavilion structure.

17

Lineare zugbeanspruchte Überdachung.
Toiture à tensions linéaires.
Linear tensile roof structure.

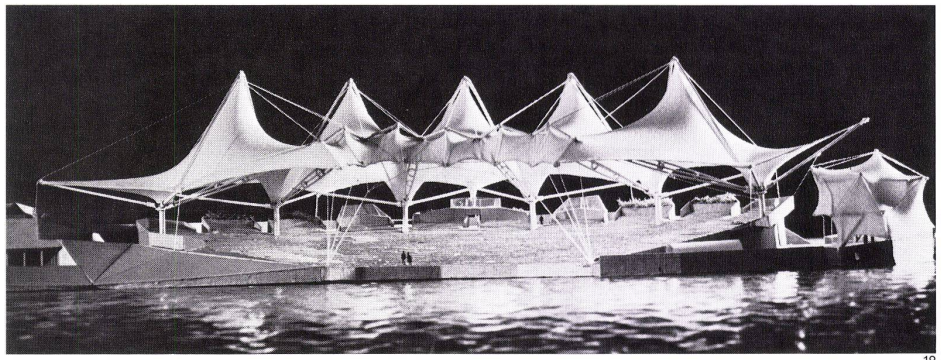


17

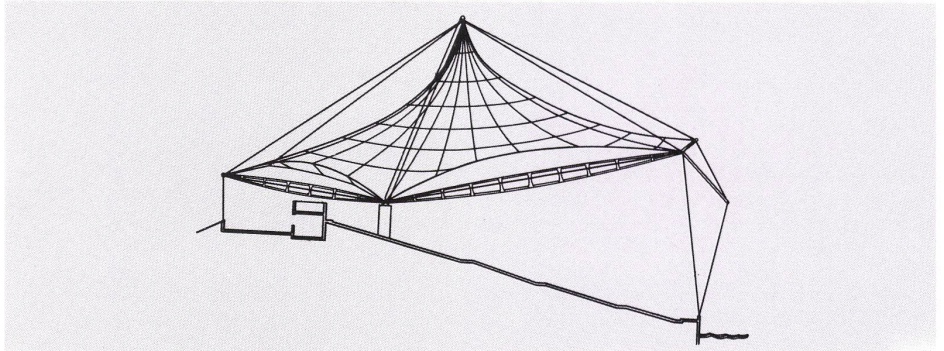
Der Entwurf des Daches für das Freilufttheater Interama in Miami zeigt die vielseitigen Möglichkeiten des Radialzeltsystems. Statik und Form sind bei den zugbeanspruchten Tragwerken identisch. Konstruktion und Architektur untrennbar. Wirtschaftlichkeit und Formenreichtum wachsen aus wiederholter Anreihung von Zeltformen im kreisförmigen Grundriß. Druckglieder werden da verwendet, wo sie notwendig sind; sie sind gerade und so kurz als möglich bemessen.

Le projet de toiture pour le théâtre de plein air Interama à Miami illustre les multiples possibilités du système en nappe radiale. Dans toutes les structures travaillant à la tension, la statique et la forme sont congruentes. La construction et l'architecture y sont inséparables. La rentabilité et la richesse des formes découlent de la juxtaposition répétée de formes en nappe pour créer des plans circulaires. Des barres comprimées sont placées là où elles sont nécessaires; elles sont rectilignes et tenues aussi courtes que possible.

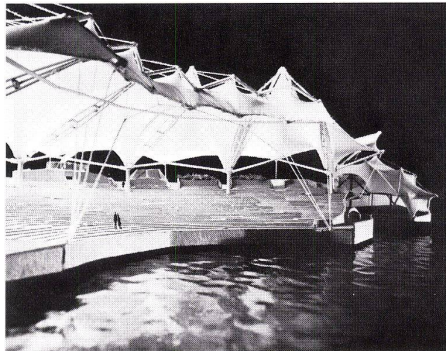
The design for an Amphitheater for Interama in Miami shows the versatility of the radial tent concept. Structure and form are identical in tension structures. Engineering and Architecture cannot be separated. Economy and richness of form result from the repetitive arrangement of tent units in a circular plan. Compression members are used where economical, keeping them straight and as short as possible.



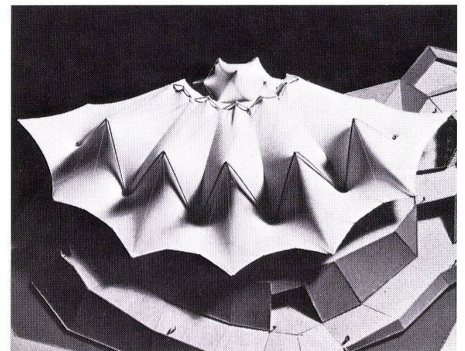
18



19



20



21

18-21
Modell und Schnittzeichnung des Interama Freilufttheaters in Miami, Florida.
Maquette et coupe du théâtre en plein air Interama de Miami, Floride.
Model and section of the Interama open-air theatre in Miami, Florida.

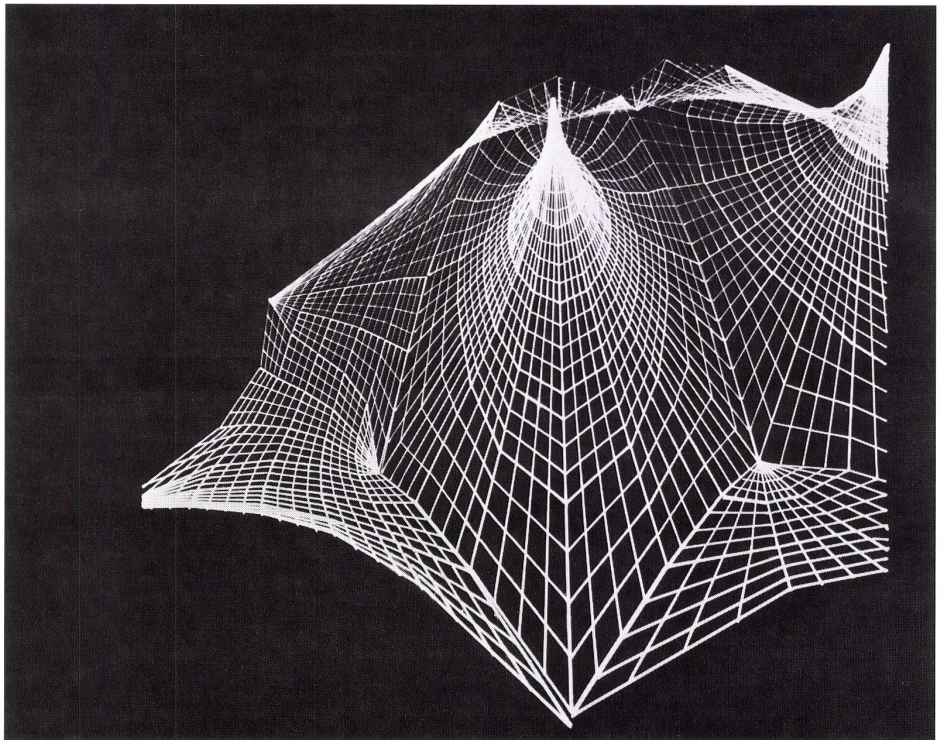
22
Computerzeichnung eines Dachausschnittes.
Une partie de la toiture dessinée à l'ordinateur.
Computer drawing of a part of the roof structure.

23, 26
Spitz- und tropfenförmige Zelt Dachkonstruktionen.
Structures en nappe à pointes et fuseaux.
Pointed and drop-shaped marquee constructions.

24, 25
Modelle für die Sportanlage in Queeny Park, St. Louis County, Missouri.
Maquettes pour le centre sportif de Queeny Park, St. Louis County, Missouri.
Models for the athletic centre in Queeny Park, St. Louis County, Missouri.

27
Vordach in umgekehrter Zeltform in Jacksonville, Florida.
Auvent en nappe inversée à Jacksonville, Floride.
Inverted marquee canopy in Jacksonville, Florida.

28, 29
Geschlossens zugbeanspruchtes Tragwerk mit einem räumlichen Tragwerksystem.
Structure fermée travaillant à la traction faite d'un treillis porteurs tridimensionnel.
Closed tensile supporting structure, threedimensional.



22

Eine fließende Zeldachkonstruktion überdeckt die Anlage für Exhibitionstennis und Eiskunstlauf in Queeny Park, St. Louis County, Missouri. Ein 30 Meter hoher A-Pylon bildet die Hauptstütze.

Das Vordach in Jacksonville, Florida, besteht aus umgekehrten Zeltformen, die auch als Grundelement für die Innenhofüberdachung eines projektierten Tennissportzentrums dienen.

Das Membrandach für die Florida Festival, das Restaurant und Geschäfte auf einer 6000 m² großen Fläche der Sea World in Orlando, Florida, überspannt, ist gegenwärtig im Bau. Die Dachkonstruktion wird eine Lichtdurchlässigkeit von 18% haben, genügend für das Wachstum von Palmen und anderen tropischen Pflanzen. Ein Studienmodell ergab auch hier die endgültige Form.

Ein räumliches Tragwerksystem ist Teil eines geschlossenen zugbeanspruchten Tragwerks für die N.B.C. Eine erweiterte Anwendung desselben Prinzips wird eine Sportanlage von 90 m Durchmesser in Venezuela überdecken. Entwürfe für andere Projekte sind gegenwärtig in Bearbeitung.

Une structure en nappes continue recouvre l'ensemble pour tennis de compétition et patinage artistique à Queeny Park, St. Louis County, Missouri. Un pylone A haut de 30 mètres en forme l'appui principal.

L'avent à Jacksonville, Floride, est fait de nappes inversées qui sont aussi l'élément de base pour la couverture de la cour intérieure d'un centre de tennis en projet.

La toiture en nappes pour le Florida Festival qui recouvre un restaurant et des magasins occupant un terrain de 60000 m² sur le Sea World à Orlando, Floride, est actuellement en construction. Cette couverture aura une transparence de 18% suffisante pour laisser croître des palmiers et d'autres plantes tropicales. Une maquette d'étude permet là encore de définir la forme définitive.

Pour le N.B.C., un système porteur tridimensionnel est intégré à une structure portante fermée travaillant à la tension. Une variante développée de ce même principe recouvrira un ensemble sportif de 90 m de diamètre au Venezuela. Les projets pour d'autres installations sont actuellement en cours d'étude.

A free-floating tent shape covers an exhibition tennis court and ice rink in Queeny Park, St. Louis County, Missouri. A 30 m high A-frame is the main support.

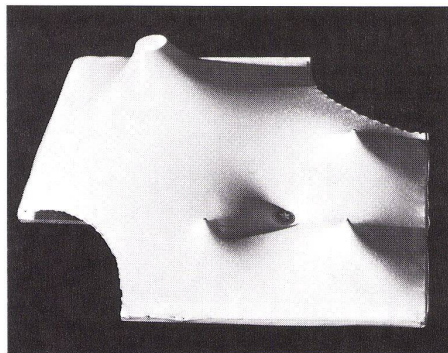
A roof canopy in Jacksonville, Florida, uses inverted tent design, which is also proposed for a courtyard roof of a tennis condominium.

Florida Festival, a 6,000 m² restaurant and shopping space for Sea World in Orlando, Florida, is under construction. It will have a fabric membrane with 18% translucency, enough light for palm trees and tropical flowers. The study model leads to the final shape.

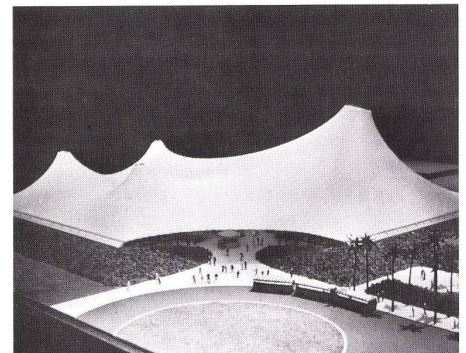
A modular integrated A-frame structure is part of a closed system tension structure for NBC. An expanded application of the same principle will cover a 90 m diameter arena in Venezuela. Designs for many other uses are on their way.



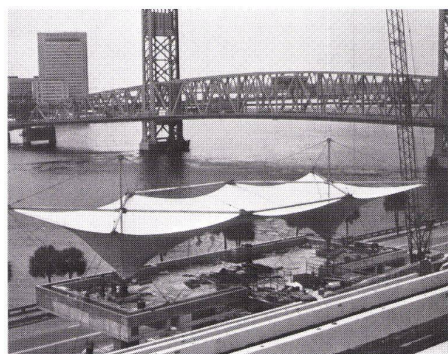
23



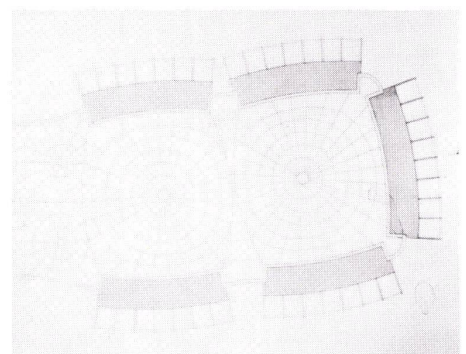
24



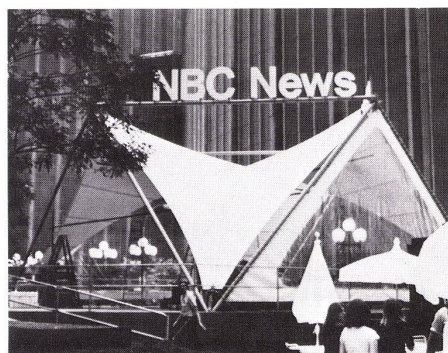
25



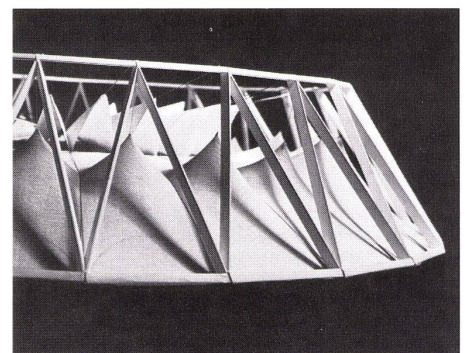
26



27



28



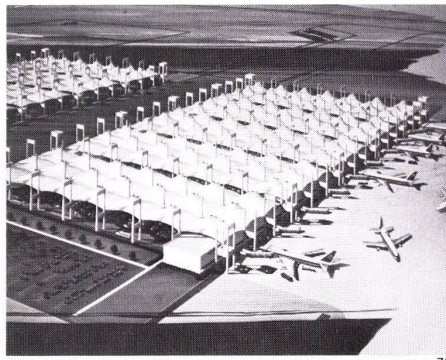
29

Der Haj Pavillon des neuen Flughafens in Jeddah, Saudi-Arabien, wird mit einem zugbeanspruchten Gewebemembrandach 420 000 m² überdeckt. Es setzt sich aus 210 quadratischen Zelteinheiten zusammen, die an 45 m hohen Stützen aufgehängt sind. Das Dach wird den Mekka-Pilgern als Schutz gegen Sonne und Regen dienen.

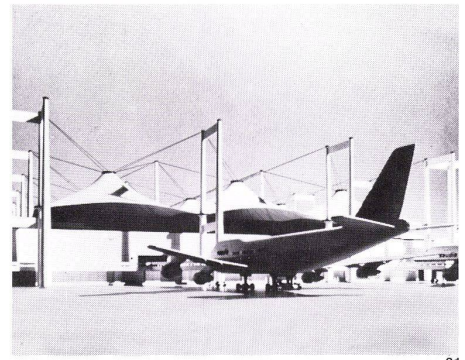
Der architektonische Entwurf und die ingenieurmäßige Vorplanung des Daches wurde von Skidmore, Orwings und Meril bearbeitet. Generalbauunternehmer ist die Hochtief A.G.; die ausführende Firma der Dachkonstruktion Owens Corning Fiberglas. Die konstruktive Bearbeitung und die statischen Berechnungen wurden von Geiger Berger Associates ausgeführt. Der Entwurf wurde an einem Prototyp im Maßstab 1:1 an zwei Zelteinheiten überprüft, der im Mai 1979 fertiggestellt wurde. Zur Zeit ist das Dach in Konstruktion und der erste Abschnitt wird 1980 vollendet sein.

Le pavillon Haj du nouvel aéroport de Jeddah, Arabie Séoudite, sera couvert d'une toiture en nappes tissées travaillant à la tension de 420 000 m². Elle se compose de 210 unités carrées amarrées à des mâts hauts de 45 m. Cette toiture abritera les pèlerins se rendant à La Mecque du soleil et de la pluie. Le projet architectural et l'avant-projet d'ingénieur de la toiture ont été établis par Skidmore, Owings et Merrill. L'entreprise générale est la Hochtief A.G.; la firme Owens Corning Fiberglass exécute la construction du toit. Geiger Berger Associates se chargent de l'étude constructive et des calculs statiques. Le projet fut contrôlé à la lumière d'un prototype grandeur composée de deux unités en nappe qui fut mis en place en mai 1979. Actuellement, le toit est en construction et sa première étape sera achevée en 1980.

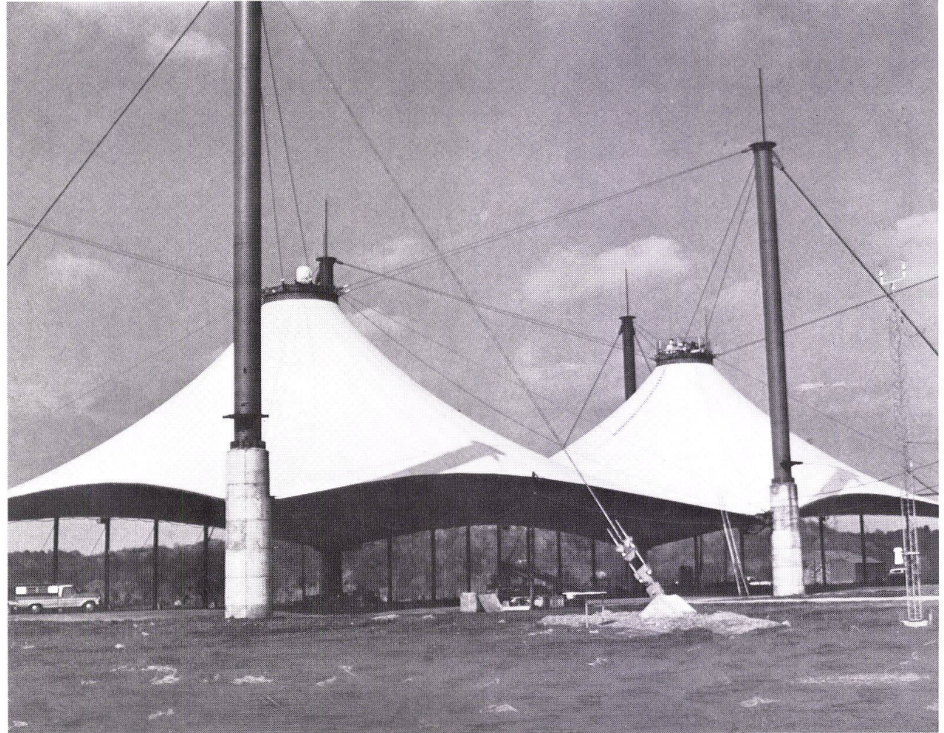
The Haj Pavilion of the new Jeddah Airport in Saudi Arabia will have a fabric tension structure roof of 420 000 m². It consists of 210 square tent shapes suspended from a system of 45 m high pylons. The roof will protect the pilgrims to Mecca from sun and rain. The architectural design and preliminary engineering of the roof is by Skidmore, Owings, Merrill. General Contractor is Hochtief A.G. Contractor for the enormous roof is Owens-Corning Fiberglass. Final engineering and analysis of the fabric tension structure is by Geiger Berger Associates. The design was tested on a 2-unit prototype, completed in May 1979. The roof is under construction. The first phase will be completed in 1980.



30



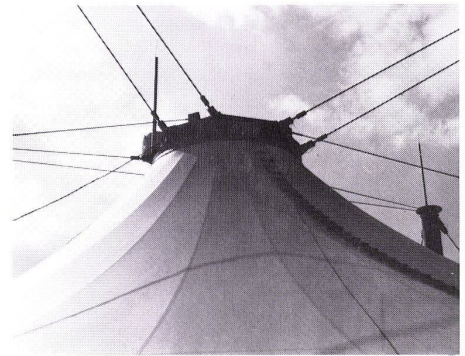
31



32



33



34

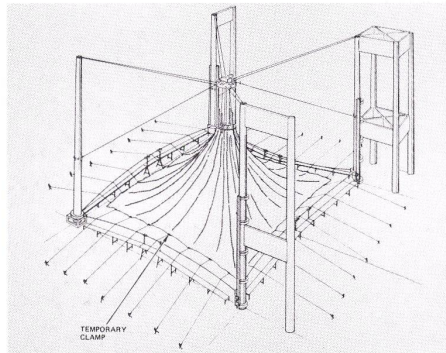
30
Gesamtperspektivzeichnung des Haj Pavillon, Teil des Flughafens in Jeddah, Saudi-Arabien.
Vue perspective générale du pavillon Haj, appartenant à l'aéroport de Jeddah, Arabie Séoudite.
General perspective view of the Haj Pavilion, part of the airport in Jeddah, Saudi Arabia.

31
Modellansicht des Haj Pavillons.
La maquette du pavillon Haj.
Model view of the Haj Pavilion.

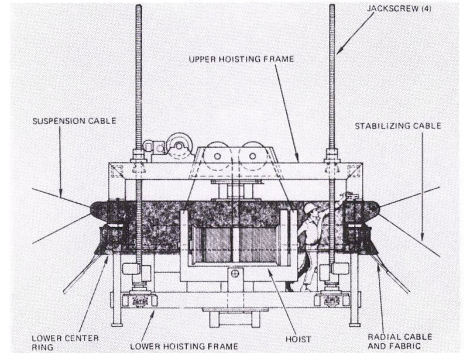
32-34
Prototyp aus zwei Einheiten.
Prototype fait de deux unités.
Prototype composed of two units.

35
Phase der Zeldachmontage.
Les phases du montage de la toiture en nappe.
Phase of marquee roof assembly.

36
Schnitt durch den mittleren Zugring.
Coupe sur l'anneau de tension moyen.
Section of the central tension ring.



35



36