

1

Bauten für die Olympischen Spiele

Baustellenbericht aus München (III)
Überdachung des Sportstättenbereichs

*Der 1. Bericht erschien im Heft 16 dieses Jahres.
Nach der Entscheidung
über die Ausbildung der Dachhaut
für die Sportstättenüberdachung
bringen wir eine Übersicht über die wesentlichen
Merkmale und Bestandteile dieser Konstruktion*



2




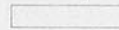
*Arbeitsmodell
zum Entwurf der Überdachung:
1 Schwimmhalle mit temporärer
Haupttribüne und Überdachung
während der Olympischen Spiele,
anschließend die Sporthalle
2 Überdachung der
Westtribüne des Stadions*

*Bauherr:
Olympia-Baugesellschaft mbH
Hauptgeschäftsführer Carl Mertz*

*Architekten und Ingenieure:
Behnisch & Partner,
Frei Otto und Ewald Bubner,
Leonhardt + Andrä,
Leitender Ingenieur: J. Schlaich*

*Bauleitung:
Ingenieurgemeinschaft
Olympiabauten München*

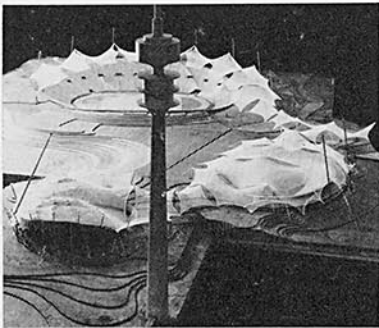
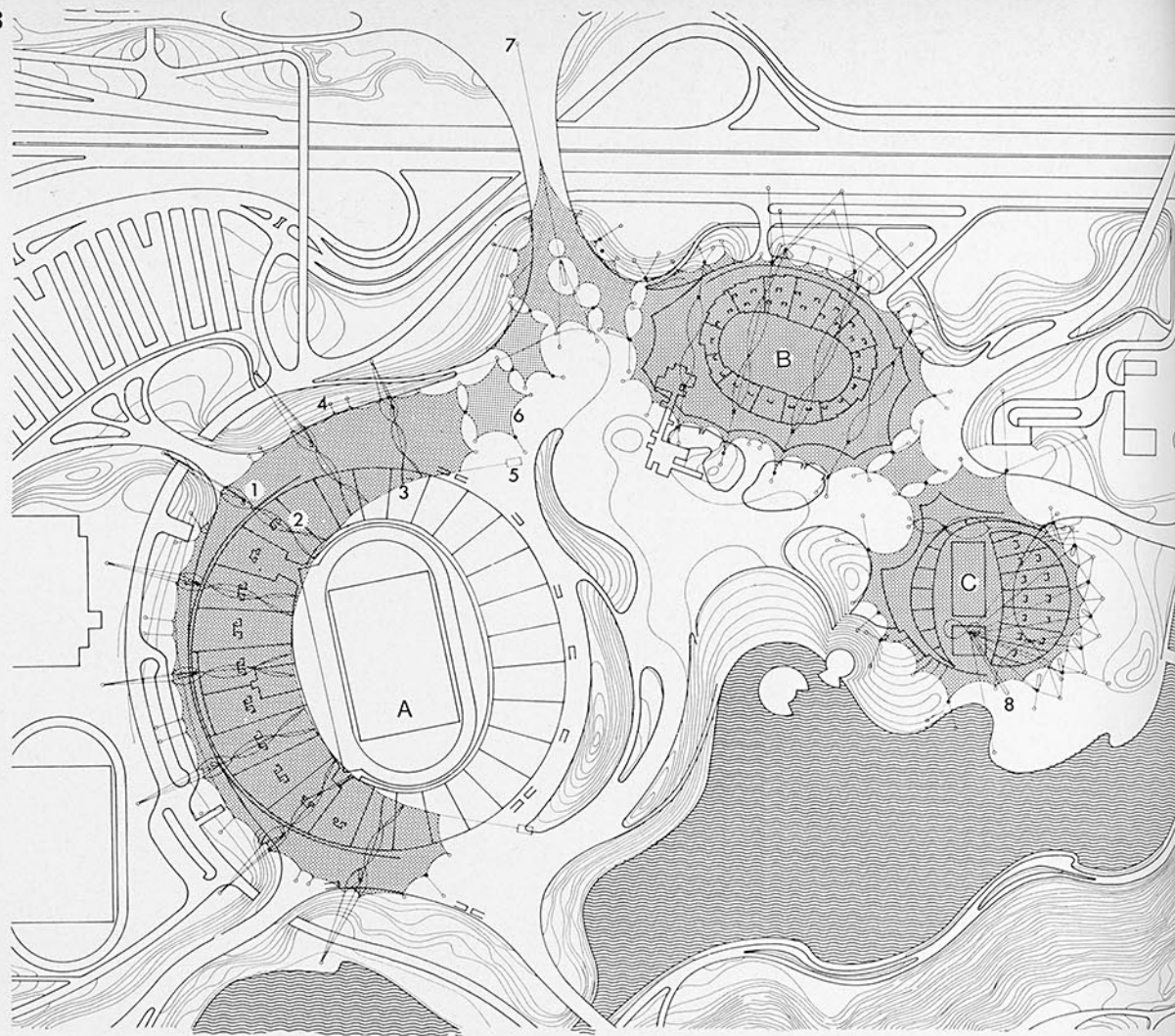
3 Lageplan im Maßstab 1 : 5 000

-  Dachfläche (Seilnetz + Dachhaut)
-  Mast bzw. Stützpunkt
-  Verankerungspunkt
-  Randseilverankerung

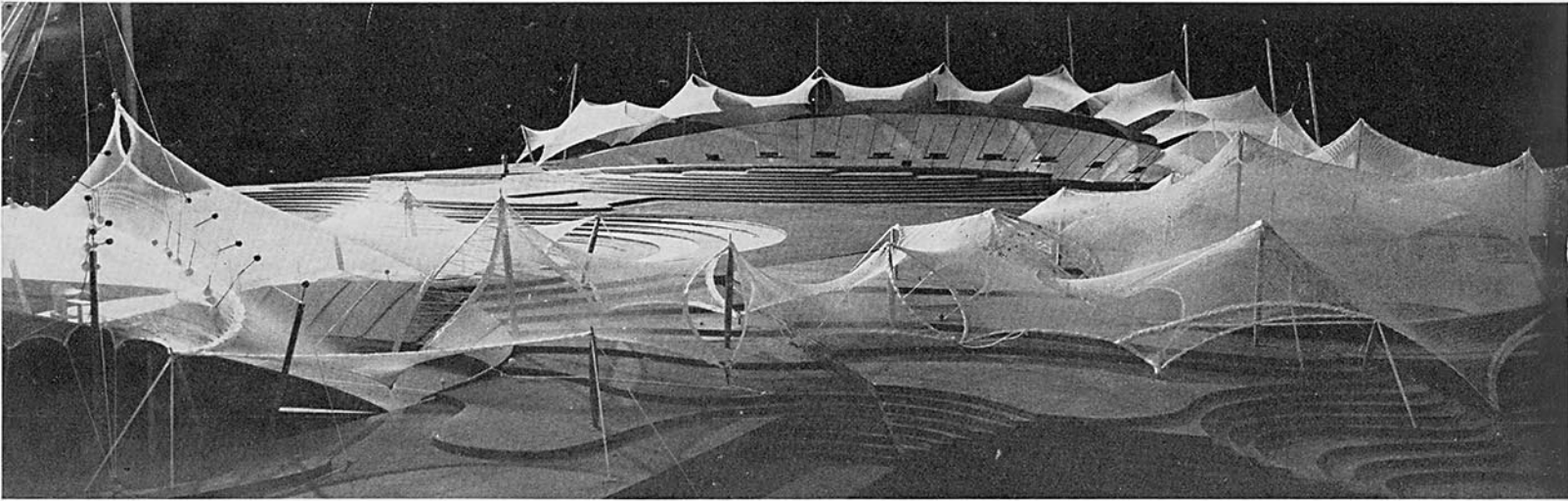
- A Stadion
- 1 Mastkopf
- 2 Umlenksattel Luftstütze
- 3 Randkabelschelle
- 4 Bodenankerfundament
- 5 Randseilwiderlager
- 6 Netzrandseil
- 7 Schlitzwandfundament
- 8 Mastfundament
- B Sporthalle
- C Schwimmhalle

4 Gesamtansicht der Überdachung des Sportstättenbereichs. Im Vordergrund der Fernsehturm, links davon die Schwimmhalle, rechts die Sporthalle, hinten das Stadion

5 Blick von Osten über Schwimmhallen- und Sporthallenbereich zum Stadion



4



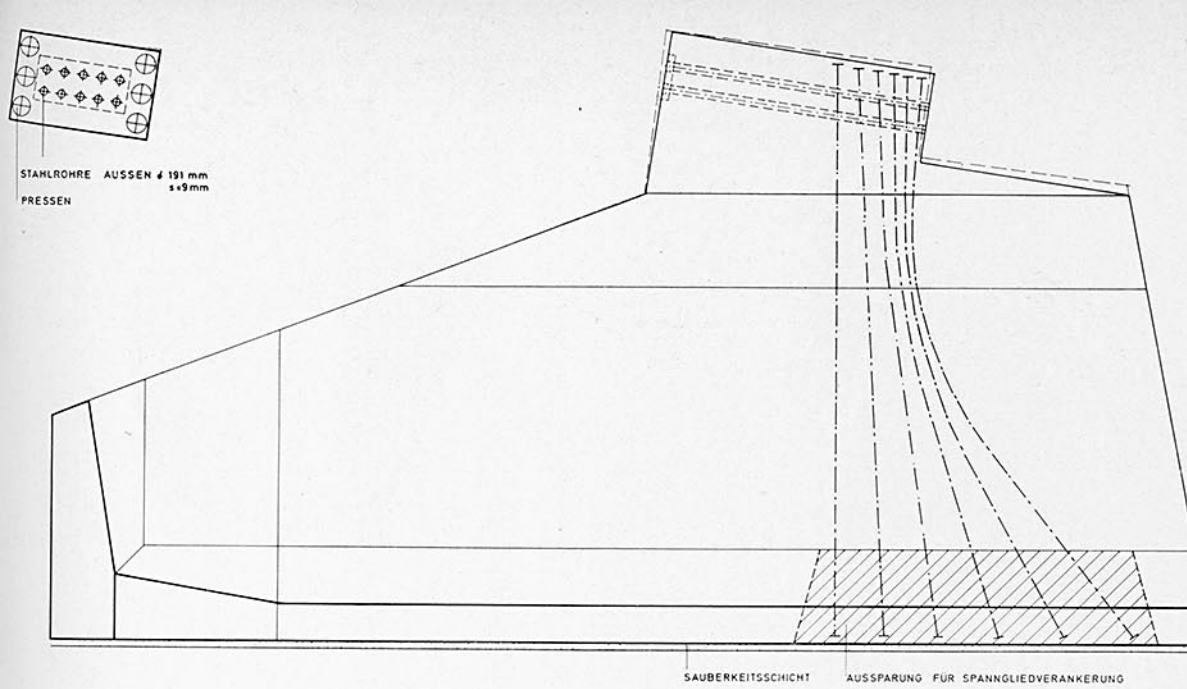
5

Erläuterungen des Konstruktionsprinzips

Das Dach über den Sportstätten ist eine vorgespannte Seilnetzkonstruktion. Diese Konstruktion unterscheidet sich von reinen Hängekonstruktionen dadurch, daß die Stabilisierung der hängenden Seile durch quergespannte, entgegengesetzt gekrümmte Seile erfolgt. Dadurch entsteht ein Seilnetz mit der charakteristischen Form einer Sattelfläche. Sattelförmige Netzflächen machen es notwendig, die Aufhängepunkte der Randseile verschieden hoch anzuordnen (Hochpunkte – Tiefpunkte). Sie sind an den Tiefpunkten in Widerlagern verankert und an den Hochpunkten aufgehängt oder unterstützt.

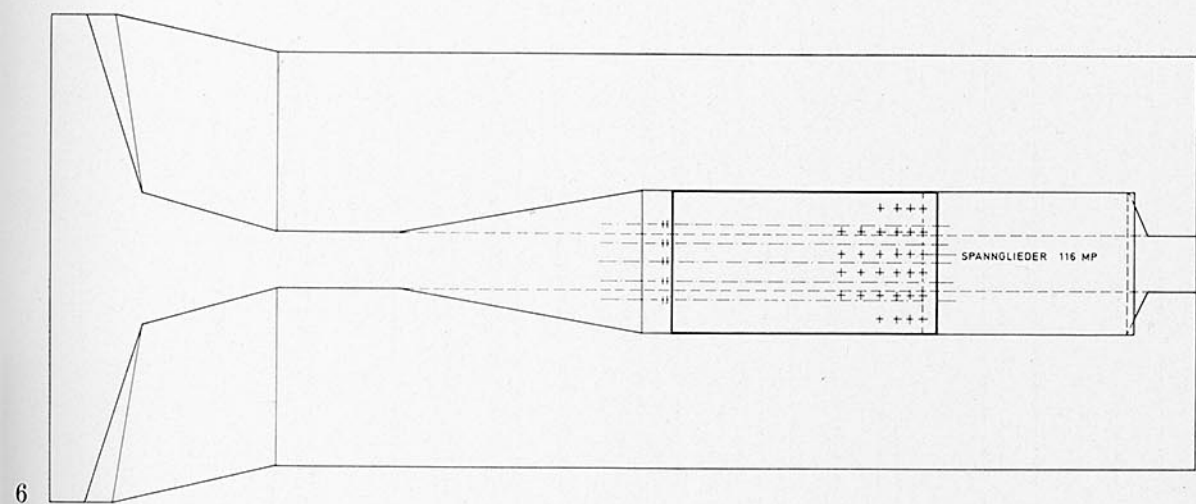
Das Seilnetz für die Sportstättenüberdachung bedeckt insgesamt etwa 75 000 m² Grundfläche, es wird in bis zu 400 m² großen Abschnitten als ebenes Netz mit 75 × 75 cm großen Maschen vorgefertigt. Durch rautenförmige Verformung der ursprünglich quadratischen Maschen bei der Montage läßt sich die Konstruktion in die geplante Sattelform bringen. Auf die 12 mm starken Netzseile werden automatisch, jeweils im Abstand von 75 cm, Aluminiumklemmen aufgepreßt. Bei der Montage verbinden Bolzen die Klemmen beider Seilscharen zu drehbaren Netzknoten. Das Netz ist, bei zweifacher Sicherheit ge-

gen Bruch, in den Normalbereichen für 15 Mp/m² und in den verstärkten Bereichen für 30 Mp/m² bemessen. Die Randseile haben 80 mm Durchmesser, sie sind für eine zulässige Kraft von 300 Mp/m bemessen. Übersteigen die Randseilkräfte diesen Wert, dann können nach Bedarf weitere Seile gleichen Querschnitts nebeneinander angeordnet und gekoppelt werden; darüber hinaus erlaubt diese Methode die Verwendung von einheitlichen Randseilklemmen, Führungsnuten und Ankerköpfen. Die Umlenksättel und Aufhängungspunkte der Randseile bestehen aus Stahlguß.



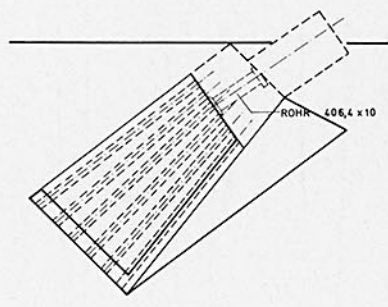
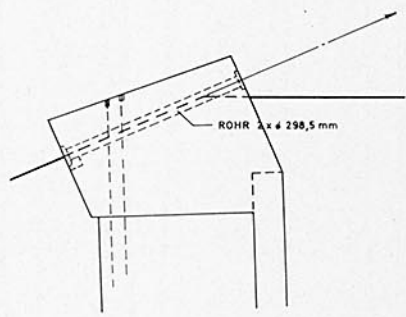
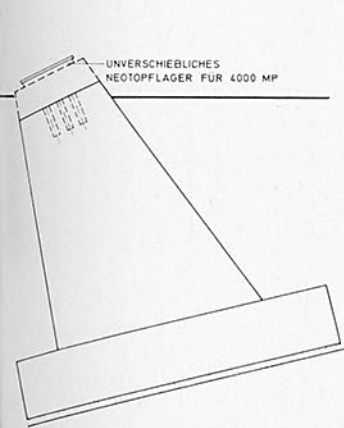
7

Das Tragwerk der Überdachung besteht im wesentlichen aus folgenden Konstruktionsgliedern: Fundamente für Maste, Stützen und Abspannungen; Maste und Stützen zur Aufhängung bzw. Unterstützung des Seilnetzes; Seile zur Abspannung der Maste, Stützen und des Seilnetzes; Seilnetz zur Befestigung der Dachhaut. Für die Gründung werden vier verschiedene Typen von Stahlbetonfundamenten verwendet: Druckfundamente für Maste und Stützen; Schwergewichtsfundamente für Zugverankerungen, wo große Erdschüttungen als Fundamentauflast aktiviert werden können; Schlitzwandfundamente zur Verankerung von Mastabspannungen, die für die Standsicherheit des Gesamttragwerks ausschlaggebend sind; Bodenankerfundamente zur Verankerung von Seilnetzabspannungen, die für die Standsicherheit des Gesamttragwerks nicht ausschlaggebend sind

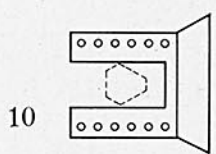
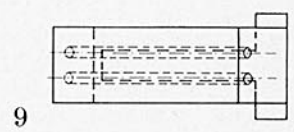
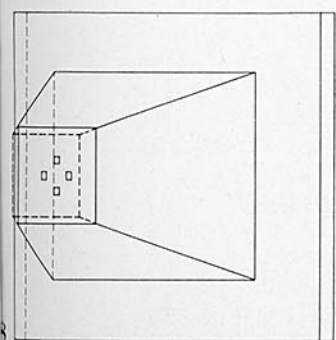


6

6 Widerlager für eine Zugkraft von etwa 4500 t zur Verankerung des 440 m langen Stadionrandseils. Das Fundament ist als Schwergewichtsfundament mit Erdauflast ausgebildet, lediglich der Fundamentkopf mit den Einlaufpunkten des Randkabels, bestehend aus zehn Parallel-drahtbündeln, Durchmesser je 130 mm, liegt über dem Gelände



7 Randseitwiderlager vor der Verfüllung; der Fundamentkopf wird nachträglich aufgesetzt



8 Druckfundamente des Hauptmastes der Schwimmhalle für eine Druckkraft von 3900 t

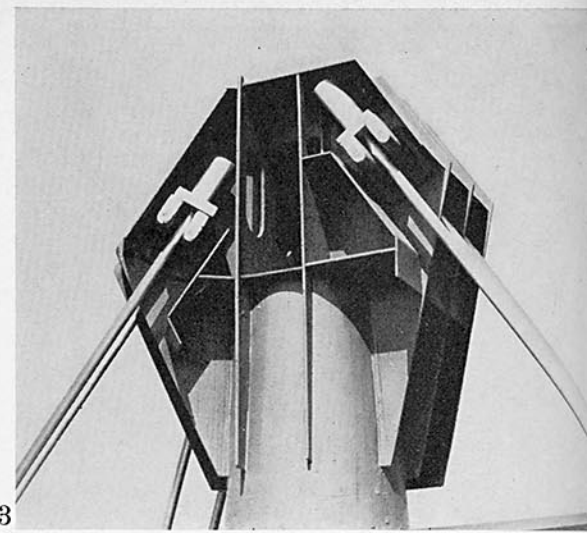
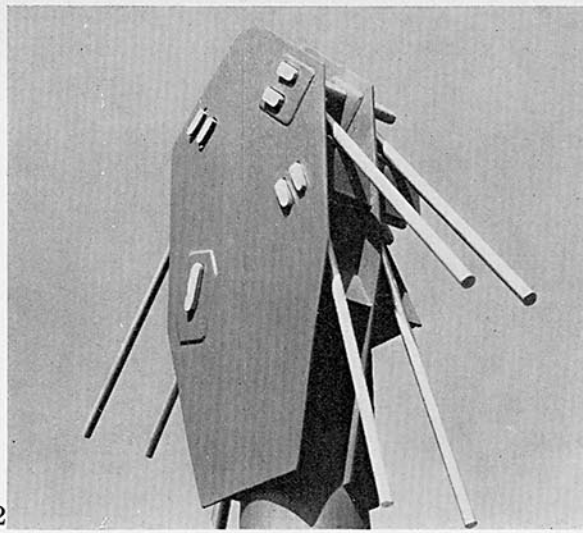
9 Schlitzwandfundament, Widerlager für Mastabspannseil mit einer Zugkraft von 1100 t

10 Bodenankerfundament für eine Zugkraft von 350 t zur Verankerung des Seilnetzes

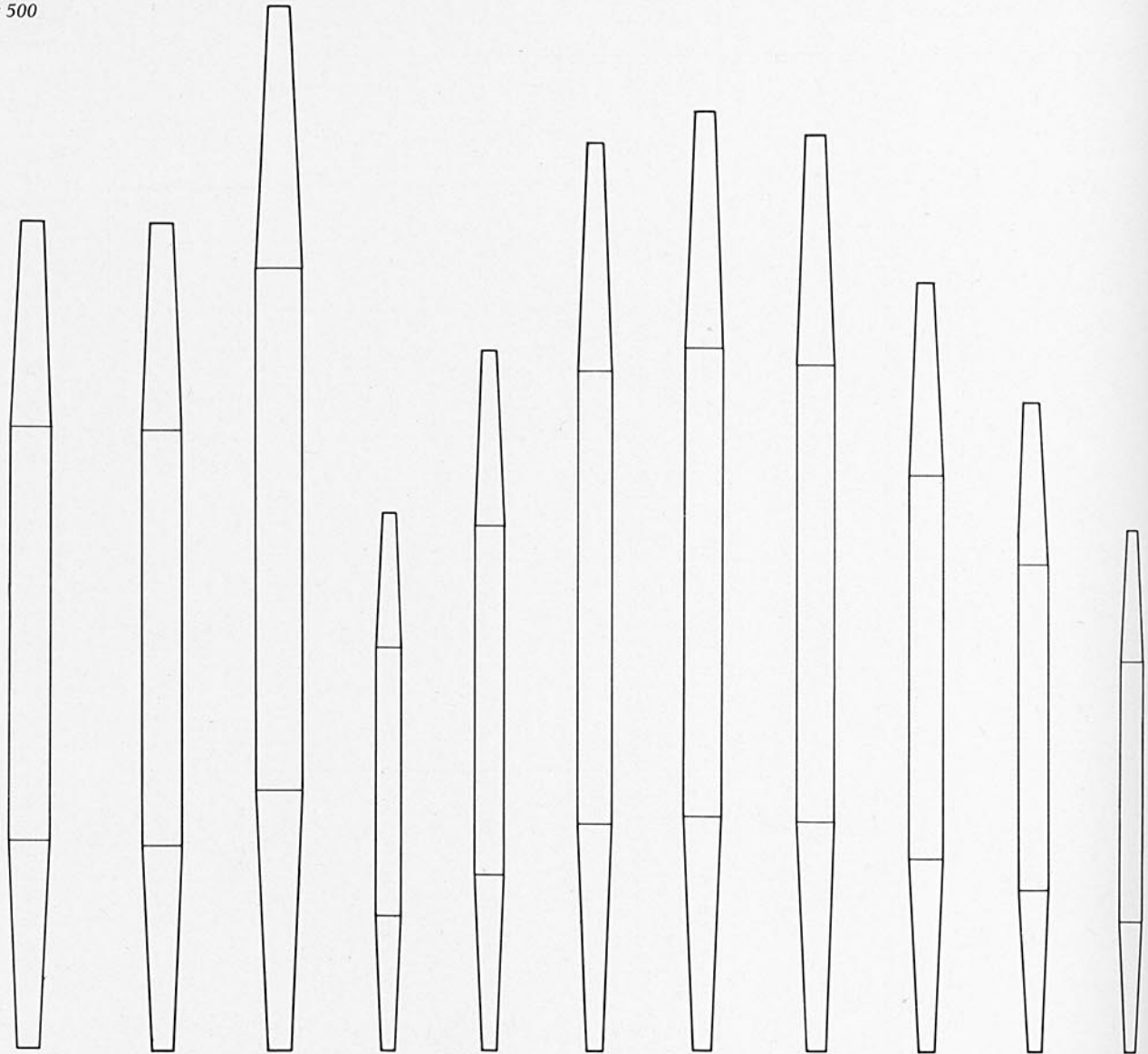
Maßstab der Details 1 : 200

Zu den Stahlbauteilen gehören
Maste, Stützen und Luftstützen

Die Maste
für die Aufhängung der
Seilnetzhohepunkte mit
Luftseilen bestehen aus dem
Mastlager, dem Mastschaft
und dem Mastkopf.
Der Mastschaft besteht
aus konischen und zylindrischen
Rohrabschnitten;
Kräfte 2000 – 5000 t, Länge 40 – 80 m,
Rohrdurchmesser 190 – 350 cm,
Wandstärke 30 – 75 mm.
Die einzelnen bis zu 10 m langen
Rohrabschnitte
werden über einen
Kontaktstoß und mit von innen
verschraubten Laschen verbunden

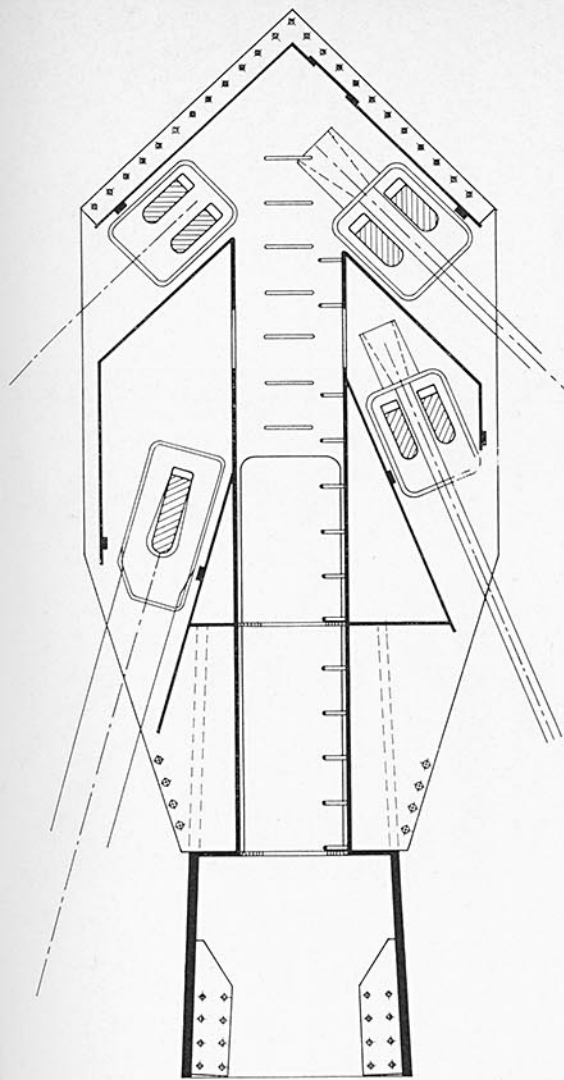


11 Mastübersicht, Maßstab 1 : 500



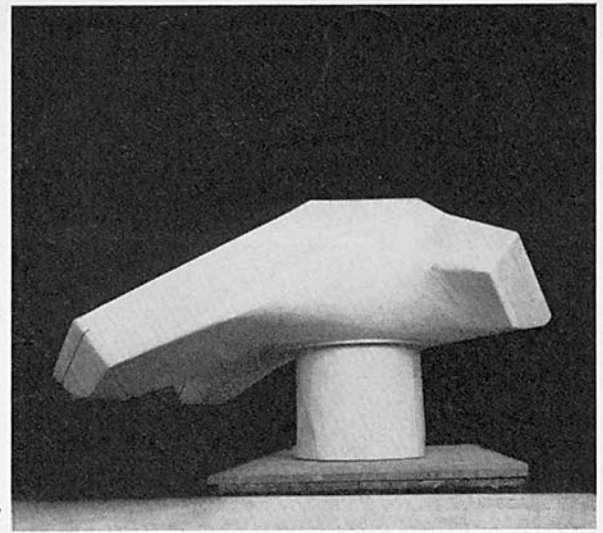
11

	SP M 11	SP M 21	SH M 1	SM 1	SM 2	SM 3	SM 4	SM 5	SM 6	SM 7	SM 8
Mastlänge	61,075 m	61 075 m	76 772 m	39 365 m	51 800 m	66 911 m	69 267 m	67 472 m	56 721 m	47 898 m	37 985 m
Kopfgewicht	72,0 t	72,0 t	37,0 t	12,0 t	15,0 t	17,0 t	24,0 t	24,0 t	17,0 t	16,0 t	12,0 t
Mastgewicht	275,0 t	275,0 t	275,0 t	61,0 t	104,0 t	173,0 t	190,0 t	182,0 t	125,0 t	97,0 t	66,0 t
Fußausst.-Gew.	12,5 t	12,5 t	7,0 t	2,5 t	3,5 t	3,5 t	4,0 t	4,0 t	4,0 t	3,0 t	2,5 t
Gesamtgewicht	359,5 t	359,5 t	319,0 t	75,5 t	122,5 t	193,5 t	218,0 t	210,0 t	146,0 t	116,0 t	80,5 t
Neotopflager	N 5000	N 5000	N 4000	N 2000	N 2400	N 3000	N 3500	N 3500	N 2600	N 2400	N 2200
Kipplager Typ	Nr. 7	Nr. 7	Nr. 6	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 5	Nr. 5	Nr. 5	Nr. 5	Nr. 5	Nr. 4
Kippwinkel	79°35,5'	79°35,5'	65°43,5'	80°40'	84°50'	84°40'	81°20'	84°	87°20'	83°80'	77°10'
Max.-Last	5000 Mp	5000 Mp	3900 Mp	1950 Mp	2350 Mp	3000 Mp	3150 Mp	3150 Mp	2600 Mp	2350 Mp	2050 Mp
(% für Kipplager)	(30 %)	(30 %)	(50 %)	(75 %)	(75 %)	(75 %)	(75 %)	(75 %)	(75 %)	(75 %)	(75 %)

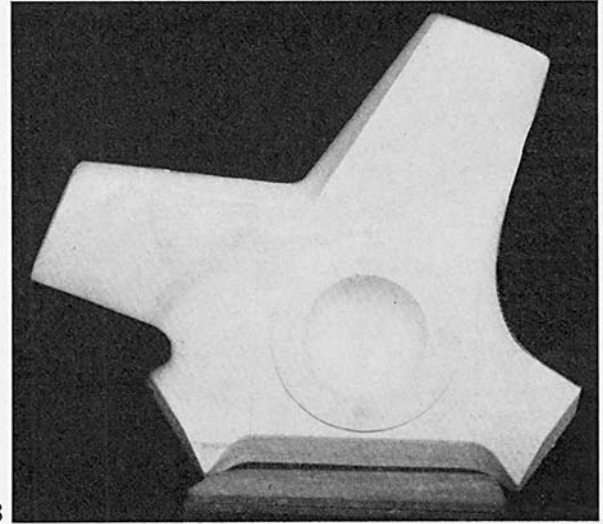


12, 13, 14 Mastkopf zur Einhängung der von den Seilnetzhohepunkten kommenden und zu den Mastabspannfundamenten führenden Luftseile. Die Seilköpfe werden in Quertraversen, die in Stahlscheiben gelagert sind, eingehängt

17

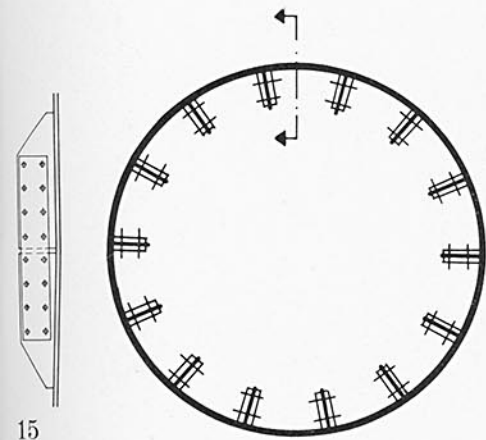


18



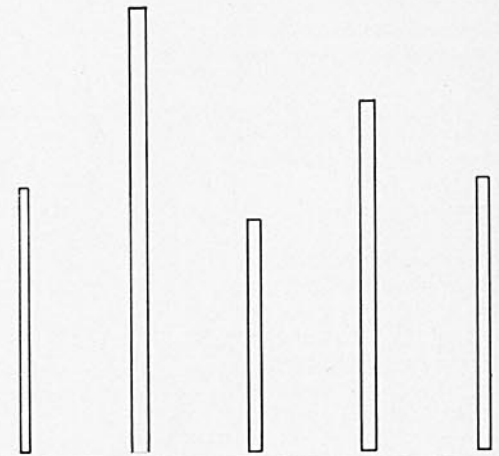
17, 18 Ansicht und Aufsicht eines Stützenkopfes (Modell) aus Stahlguß als Umlenksattel für die durchlaufenden Netzrandseile

14



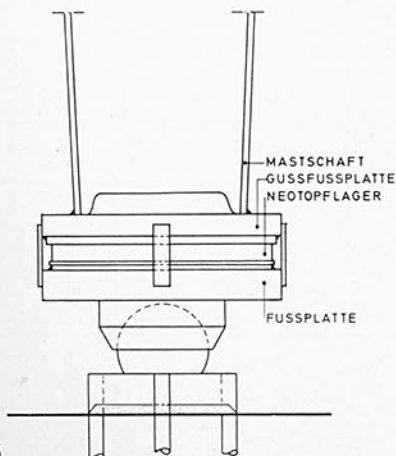
15 Schnitte im Stoßbereich eines Mastschaftes

19



19 Die Stützen zur Unterstützung der Seilnetzhohepunkte bestehen aus dem Stützenlager (Neotopf) und dem Stützenschaft; der Schaft ist ein durchgehender Zylinder für Kräfte von 100–1600 t; Länge 10–30 m, Rohrdurchmesser 50–110 cm, Wandstärke 20–40 mm

15



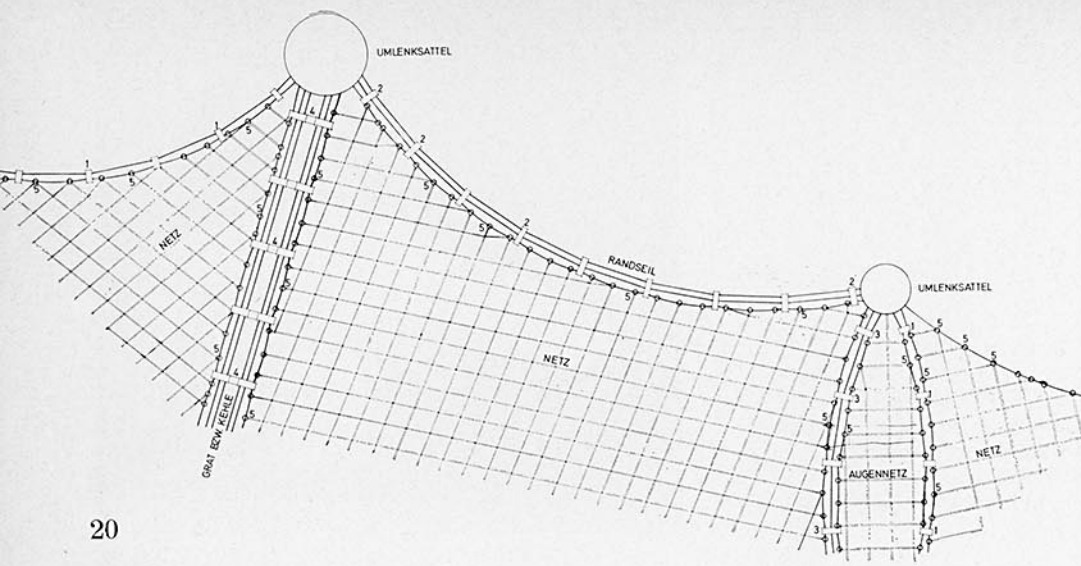
16 Mastlager (Neotopflager), auf Montagekipplager aufgesetzt, um eine Schwenkung des vertikal montierten Mastschaftes in die vorgesehene Neigung zu ermöglichen

Maßstab der Details 1 : 50

Zu den Stahlbauteilen gehören durch Luftseile unterspannte Luftstützen zur Unterstützung von Netzhohepunkten über stützenfrei zu haltenden Bereichen

16

1335



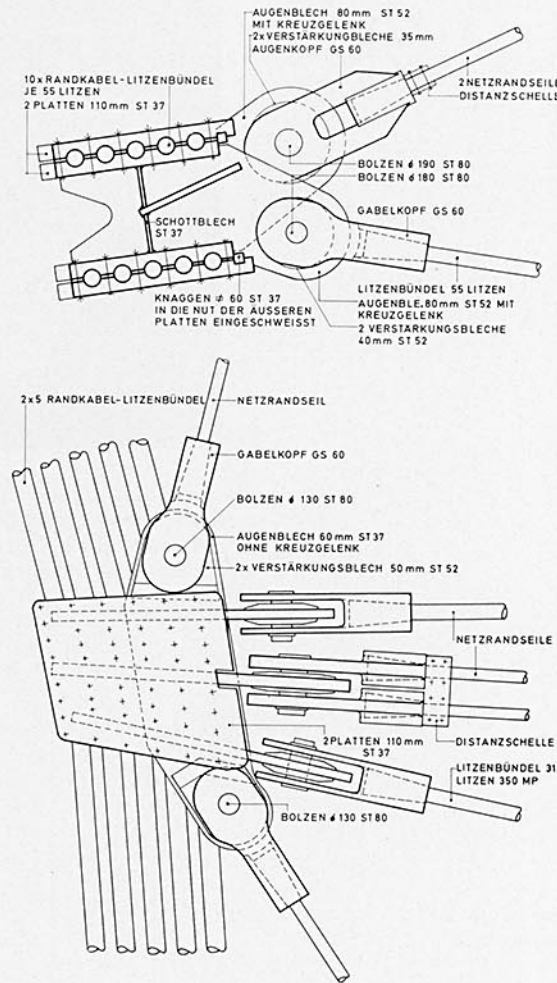
20

Zum Seilnetz gehören Netzseile, Randseile und Umlenksättel

Netzseile
 $2 \times \Phi 12 \text{ mm}$ bzw. $2 \times \Phi 16 \text{ mm}$ (für höherbeanspruchte Bereiche) sind im Raster von 75/75 cm durch aufgepreßte Aluminiumklemmen mit zentrischen Bolzen zu einem Netz mit drehbaren Knotenpunkten verbunden; Randseile, je nach Beanspruchung 1 – 3 Seile, $\Phi 80 \text{ mm}$, nebeneinanderliegend, werden mit Randseilverbindungsklemmen gekoppelt; Randseilumlenksättel aus Stahlguß, zur Umlenkung und zum Spannen der Randseile in den Ecken der Seilnetze

- 20 Klemmenübersicht:**
 1 Randseilverbindungsklemme (2 Seile) bzw. Klemme Netz-Randseil-Augenseil
 2 Randseilverbindungsklemme (3 Seile)
 3 Klemme Netz-Randseil-Augenseil (3 Seile)
 4 Klemme Netz-Grat (Kehl) Seil-Netz (2 x 3 Seile)
 5 Klemme Netz-Randseil

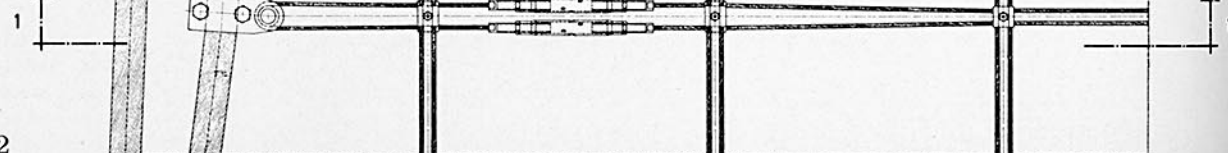
21 Stadionrandkabelschelle, Umlenksattel aus Stahlguß für 10teiliges Randkabelbündel mit Anschlüssen für Netzrandseile und Rückverspannungsseile zur Luftstütze und zum Stadionmast, Schnitt, Aufsicht und Ansicht im Maßstab 1 : 50



21

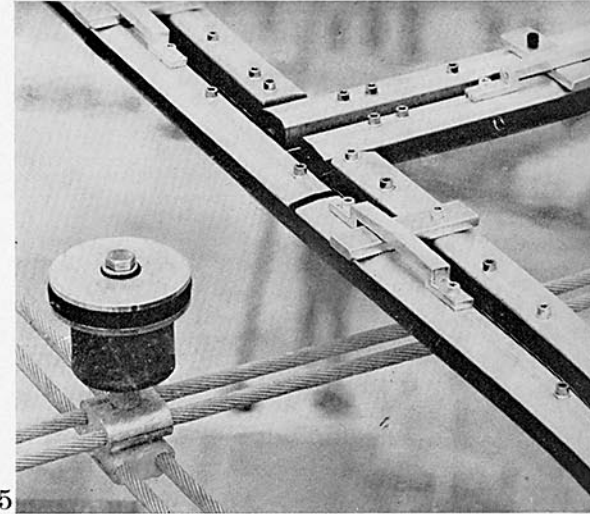
22 Die Netzseile sind mittels Randseilklemmen an das Randseil angeschlossen. Spannschlösser im Randbereich der Netze ermöglichen den Ausgleich von Maß- und Fertigungsungenauigkeiten, Aufsicht und Schnitt im Maßstab 1 : 20

23 Netzknoten für 2 Doppelseile $\Phi 12 \text{ mm}$, Maßstab 1 : 5

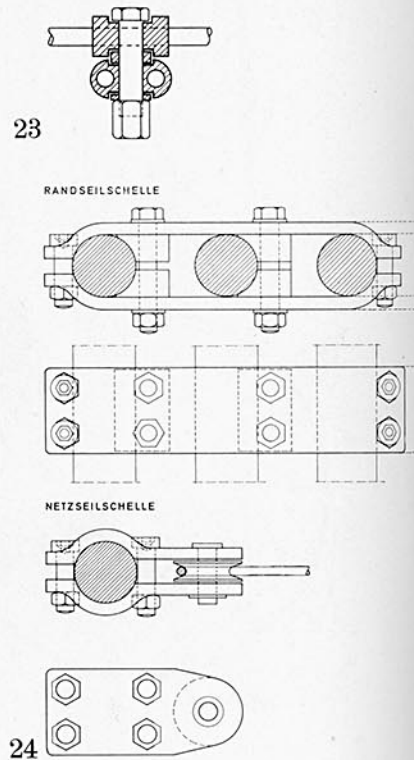


22

25 Detail der Dachhaut mit punktförmiger Plattenbefestigung auf Neoprenepuffer. Längs- und Quersfugenstoß mit Aluminiumklemmleisten und Bügelsicherung (Prototyp) zur Verbindung nichtunterstützter Plattenteile über die Fuge hinweg



25



24

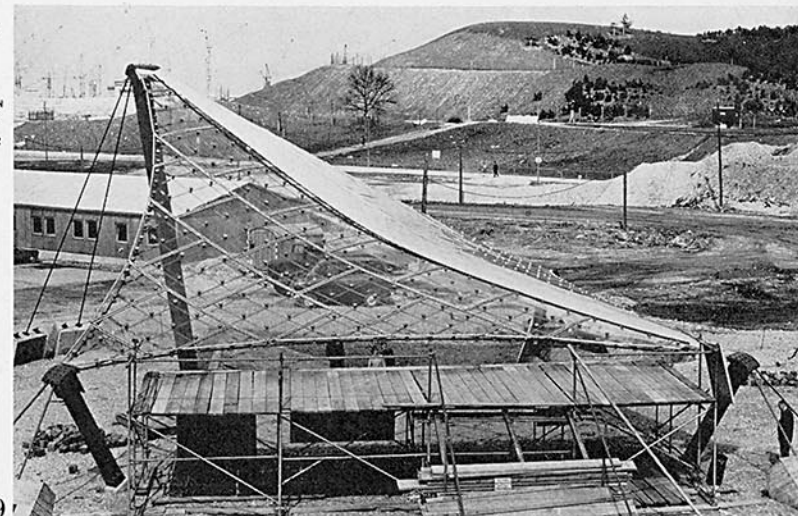
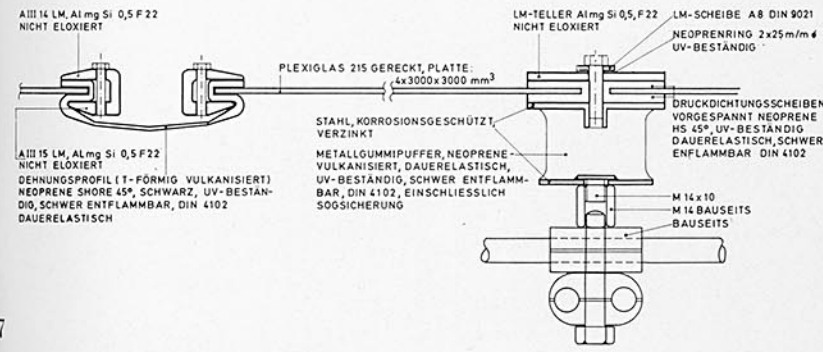
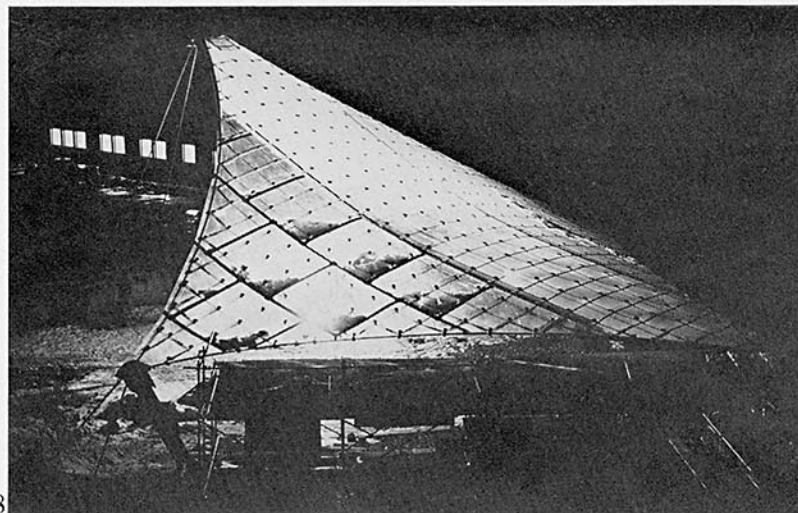


26 Montage des Seilnetzes für die Probedachfläche (ungespannter Zustand)

27 Netzauflagerpunkt, Plattenstoß, Maßstab 1 : 5

28 Beleuchtungsversuch an der Probedachfläche (Winter) zur Beurteilung der Wirkung verschiedener lichtdurchlässiger Dachhüte

29 Durchblick durch die Dachhaut; Tragkonstruktion und Landschaft bleiben bei durchsichtiger Dachhaut erkennbar. Für die endgültige Ausführung werden Tafeln mit 3 × 3 m Größe verwendet



Die Dachhaut

Die Dachhaut ist als reine Wetterhaut geplant. Eine zusätzliche Konditionierung bei der Sport- und Schwimmhalle (Wärme- bzw. Kälteschutz, Lichtschutz, Schallschutz) wird durch abgehängte Decken erreicht, die zusammen mit den Glasabschlüssen eine von der Wetterhaut unabhängige Raumhülle bilden.

Ausschlaggebende Punkte für die Wahl von vorgerecktem Plexiglas als Dachhautmaterial waren:

- Klardurchsichtigkeit, dadurch weitgehende Schattenfreiheit der Stadionarena als Voraussetzung für farbechte Film- und Fernsehaufnahmen,
- Möglichkeit sonnenbrillenähnlicher Tönung für Bereiche, wo Sonnenschutz erwünscht ist,
- Beständigkeit des Materials gegenüber ultravioletter Strahlung,
- günstige brandtechnische Eigenschaften (Schwerentflamm-

barkeit, Aufplatzen der Dachhaut bei Flammeneinwirkung und damit Schutz der Stahlteile vor thermischer Überbelastung, kein Abtropfen, keine Rauchentwicklung),

- Widerstandsfähigkeit gegenüber örtlicher Belastung (Schneesäcke).

Die Plexiglasplatten werden in serienmäßiger Größe von 3 × 3 m auf ein Seilnetz verlegt. Die Befestigung erfolgt punktförmig im Bereich der Seilnetzknöten. Die Fugen zwischen den Platten werden mit durchgehenden, auf die Kanten der Platten aufgeklebten Neoprenprofilen geschlossen. Da sich die Form der Seilnetzmaschen unter Belastung (Schneelast, Windsog) gegenüber dem Normalzustand verändert, die Platten diese Veränderung jedoch nicht ohne weiteres aufnehmen können, werden zwischen Seilnetzknöten und Dachhaut Neo-

prenpuffer eingebaut, die eine „schwimmende“ Auflagerung der Platten bewirken. Da auch in den Fugen unter dem Einfluß der Seilnetzveränderung Längsbewegungen auftreten, muß das Fugenband entsprechend breit und dünn sein, so daß eine Faltenbildung möglich ist.

Das auf der Dachfläche anfallende Regenwasser läuft in den Sattelbereichen zu den Abspann- und Tiefpunkten und wird dort über Wasserspeier oder Regenrohre abgeleitet. Entlang dem Randseil des Stadionsdaches ist die Dachhaut rinnenförmig aufgewölbt, so daß keine Niederschläge vom Dach in die Arena gelangen können.

Auf der Baustelle sind die Fundamente für die Überdachung nahezu fertiggestellt. Zur Zeit wird das Montagegerüst für das Stadionrandseil aufgestellt. Mit der

Mastmontage wurde Mitte August begonnen, der Stahlbau für das Tragwerk soll bis Frühjahr 1971, die Dacheindeckung bis Herbst 1971 abgeschlossen sein.

Die Ausführung der Stahlbauarbeiten liegt bei der Arbeitsgemeinschaft Stahlbau, sie besteht aus den Firmen:

Aug. Klönne, Dortmund, Fried. Krupp GmbH Maschinen und Stahlbau, Rheinhausen, Rhein Stahl-Union AG, Dortmund, Steffens & Nölle GmbH, Berlin, Vereinigte Österreichische Eisen- u. Stahlwerke AG, Linz, Waagner-Biro AG, Wien—Graz. Den Auftrag für die Dacheindeckung erhielt die Firmengemeinschaft Rheinhold & Mahla GmbH, Mannheim, Schöninger Werkstätten, München.