

Entwurf und Bauausführung der Olympiabauten, München 1972

Jos Tomlow

Der Anfang

Der Olympiapark in München kennt einen selbst für Großprojekte unvergleichbar schweren, schließlich erfolgreichen Entwurfs- und Bauprozess im Zeitraum vom 1. Februar 1967 bis 1. Juli 1972. Die Jury unter Vorsitz von Egon Eiermann (1904–1970) hatte dem Entwurf „Günter Behnisch & Partner mit Jürgen Joedicke, Beratung durch Heinz Isler“ den ersten Preis vergeben, zweifelte dennoch an der Ausführbarkeit. Nach der Preisverleihung wurde kostbare Zeit verloren mit der Diskussion um die technische Lösung der verführerisch geschwungenen Dachlandschaft im Tüll-Modell. Man hatte vermutet, dass beim anonym präsentierten Entwurf Frei Otto (1925–2015) mitgewirkt hätte. Der aber hatte – anders als beim erfolgreichen Wettbewerb für den deutschen Pavillon zur Expo 1967 in Montreal – mit Architekt Rolf Gutbrod (1910–1999) eine ablehnende Haltung eingenommen gegen den von Kampfpaparen getragenen Typ Massenveranstaltung und auf Teilnahme verzichtet. Eine wichtige Entscheidung

war, dass die Ausführung in Stahlbeton, als Schale, vorgeschlagen durch Heinz Isler (1926–2009) ausschied. Das neu eingeführte Farbfernsehen forderte eine schattenfreie Lösung. Vom ursprünglichen Team verließen der Berater für Sportbauten Joedicke (1925–2015) und später auch Isler das Entwurfsteam für den härtesten Brocken, das „Olympiadach“, blieben aber beteiligt an der Entwicklung des Olympiageländes. Isler oblag die Berechnung der Betonarbeiten, wie Fundament und Tribünen. Andererseits wurde das Ingenieurbüro Leonhardt & Andrä, vertreten durch Fritz Leonhardt (1909–1999) und Jörg Schlaich (geb. 1934), verpflichtet auf Grund ihrer Erfahrungen beim Montrealdach. Es gelang Leonhardt und Behnisch Frei Otto, der durch Ewald Bubner (geb. 1932) unterstützt wurde, zum Mitwirken zu überreden. Diese internen Entwicklungen gingen einher mit einer beachtlichen Zahl an Kommentaren, Stellungnahmen und Gutachten von außen, begleitet von einer scharf zusehenden Presse. Franz Josef Strauß, als Ministerpräsident von Bayern bis dahin zuständig für die Aufsicht seitens des



Abb. 1 Olympia-Stadion, Foto: Jos Tomlow, 2015



Abb. 2 Olympia-Gelände in München. Mast mit Abspannung, Foto: Jos Tomlow, 2015

Bauherrn, traf die weise Entscheidung, dass jemand anderes, freigestellt von sonstigen Aufgaben, bei diesem Großprojekt beauftragt werden sollte. Deshalb wechselte die Geschäftsführerrolle der Olympia Bau-Gesellschaft mbH zu Carl Mertz (1908–1978; seinerzeit Präsident der Bundesbauverwaltung in Bonn).

Entwurf, Ausschreibung und Bauphase

Die vorgespannte Seilnetzkonstruktion sollte für sehr unterschiedliche Räume wie ein Schwimmbad (mit provisorischem Tribünenanbau), eine Sporthalle, ein Stadion und die gestalterisch wirksame Verbindungsstruktur zum Einsatz kommen. Da das Olympiadach zehnmal größer war als das Montrealdach, hatte die schlichte Entwurfsfassung von Behnisch u. a. eine zu geringe Krümmung. Frei Otto konnte in kurzer Zeit eine Lösung an Hand zunächst einfacher Modelle erfolgreich erläutern. Durch Luftstützen über den Tri-

bünen wurde die Ausdehnung einzelner Bereiche verkleinert und die Flächenkrümmung erhöht. Gegen Ottos Rat wurden die Maße der Netzfelder von 50 cm auf 75 cm vergrößert (mit Doppellitzen). Man war sich einig, dass Modelle eine große Rolle bei der Formfindung spielen würden, aber schon anfangs zeigte der junge Bauingenieur Schlaich Bedenken, dass Modelle den Zuschnitt der doppelt-negativ gekrümmten Flächen in genügender Präzision bringen könnten. In einem gemeinsamen Lernprozess stellte sich heraus, dass Seilnetze eine hohe Maßgenauigkeit brauchen, etwa im Vergleich zu Konstruktionssystemen mit mehr Redundanz. Die Zugspannung, welche notwendig war, um äußere Krafteinwirkung wie Wind standzuhalten ohne größere Verformungen, bot bei der Dimensionierung also nur wenig Spielraum. Mit anderen Worten, würde man ein Seil zu kurz einbauen, wäre die Lastverteilung beim Aufbringen der Vorspannung nach der Montage erheblich beeinflusst. Der Modellmaßstab war 1 : 125 mit einer um das Vierfache vereinfachten Maschenweite (real 3 m statt 75 cm). Nur wenige Modelle wurden in 1 : 25 erstellt (Abb. 4). Ort des Modellbaus war das Institut für leichte Flächentragwerke (IL) der Universität Stuttgart, selbst eine Seilnetzkonstruktion. 40 Mitwirkende gab es, vor allem im Bereich Modellbau und die für die Vermessungen wichtige Fotografie.

Als man mit dem Rohbau weit gediehen war, gab es eine Krisensitzung. Klaus Linkwitz (1928–2017) – Gründer des Instituts für Anwendungen der Geodäsie im Bauwesen der TU Stuttgart – berichtete über die Vermessung der Modelle und wies auf Fehler von wenigen mm im Modell. Dabei summierten sich die Ungenauigkeit der gelöteten Seilnetz-knoten im Modell und die der optischen Vermessung, etwa durch Schatten. Dieses wurde vereinzelt derart gedeutet, als würde Linkwitz die Ungenauigkeit zu vertreten haben. Die dramatische Situation konnte durch Leonhardt beschwichtigt werden, indem er vorschlug, dem ob der Anschuldigung erregten Linkwitz noch mal das Wort zu erteilen. Linkwitz hatte sich ein kleines Modell bauen lassen vom Mechanikermeister Mann, das ein asymmetrisches Netz aus wenigen vorgespannten Seilen darstellte (54 x 40 cm, Höhe 20–12 cm, Abb. 5). Anhand von Belastungsversuchen an diesem Modell konnte Linkwitz eine neue computergestützte Berechnungsmethode testen, welche er schon als Manuskript bei einer Zeitschrift eingereicht hatte. Da er nur für die Vermessungsarbeit beauftragt war, hatte er diese Entdeckung bis jetzt nicht vorgebracht. In der Folge konnte auch das Team Leonhardt/Schlaich mit Marc Biguenet und John Hadji Argyris (1913–2004) – Entwickler der Finite-Elemente-Methode – eine vollständig rechnergestützte Methode entwickeln.

In einem zeitlich knapp bemessenen Prozess wurden die entscheidenden Festlegungen zum Entwurf beschlossen. Die schon vorbereiteten Fundamente wurden ergänzt mit Daten zur Mastengröße und der Position ihrer Verankerungen. Der Entwurf sollte sich nach diesen Bedingungen richten. Da hierdurch die Möglichkeit einer weiteren Formoptimierung entfiel, wurde einiges recht behäbig, wie Fachleute später einmütig feststellten. Und der Zuschnitt des Netzes wurde nur im Falle des Schwimmbades vollständig auf Grund der Modelle ermittelt. Die Sporthalle berechneten Schlaich/Argyris, und das Stadion und den Verbindungsbereich Link-



Abb. 3 Olympia-Gelände in München. Verbindungsbereich, Foto: Jos Tomlow, 2015

witz. Prinzipiell konnte Frei Otto diese Hast nicht akzeptieren und zog sich zurück in sein Atelier in Warmbronn, wobei er über seinen Partner im Büro, Ewald Bubner, weiterhin die Bauabwicklung besprach.¹ Dass Frei Ottos Kritik wegen verpasster Chancen zur Formoptimierung berechtigt war, zeigt sich in einer Aussage von Linkwitz. Seine Überarbeitung des Entwurfs führte dazu, dass die Seilabspannungen anzahlmäßig verringert werden konnten. Auf die leeren Sattel wies er bei späteren Exkursionen stolz hin.

Leonhardt fragte Linkwitz, ob er das 450 m lange Randkabel des Stadiontribürendaches in Abschnitte oder durchgehend aus Bündeln bauen würde. Man entschied sich für das durchgehende Hauptkabel, da die sperrigen Ösen, Einspannungen und Sattel bei Verzweigungen Gewichtszunahme und mühevollen Montagearbeiten versprochen. Die Querschnittspläne der antiklastisch gekrümmten Flächen waren geometrisch vertrackt. In der Regel war jedes Randseil auf einem Plan oder mehreren, großen Plänen gezeichnet, mit Darstellung der wahren Länge für die Montage der Netzösen. Die Lösung der schiereren Zeichenarbeit wurde zum Gesprächsthema. Plotterzeichnungen brauchten damals sehr lange. Argyris berichtete, dass für eine Perspektive 20 Minuten Rechenleistung des Spezialrechners stand. Man überlegte ernsthaft, Zeichner in deutschen Gefängnissen zur Mitarbeit zu gewinnen, was Leonhardt aus Imagegründen abwies. Schließlich erinnerte sich Linkwitz, dass er mal Seminare für die Bundeswehr gegeben hatte. Über den Kommandanten organisierte man so – eingestuft als Sonderübung – ein Zeichner-team aus dem Truppenstandort Großengstingen, das perfekt arbeitete.

Ähnlich wie bei anderen Großprojekten in Deutschland liefen die Kosten total aus dem Ruder. 1970 wurde auch die

Metro in München angelegt. Die Baufirmen nutzten die Situation, um hoch anzubieten. Als Carl Mertz allerdings bemerkte, dass die Angebote beim Seilnetz sehr stark übereinstimmten, lud er ausländische Firmen ein, mitzubieten. So wurden in der Schweiz die Kabel bestellt und deren Verankerung vorgefertigt in Lens (Dept. Pas-de-Calais) in Frankreich. Die Montage war handwerklich teils schwierig, aber dafür wirkte sich die gute Vorbereitung als vorteilhaft aus. Die Netze waren bei Anlieferung ein Knäuel, aber konnten zur Vorbereitung der Montage bis auf die Randzonen flach ausgebreitet werden. Danach wurden sie mit den schon aufgehängten Randseilen verschraubt, wobei sich die quadratischen Maschen rhombisch verformten. Das schlaff hängende Gebilde wurde schließlich gespannt, wobei die richtige Form – ohne durchhängende Seile – sich scheinbar magisch einstellte. Es blieb dann noch die Montage der Plexiglasscheiben als Wetterschutz auf dem Seilnetz.

Die Olympischen Spiele in München wurden ein sportlicher Erfolg und ihre Bauten ein Merkmal eines weltoffenen Deutschlands unter demokratischem Vorzeichen.² Zu verdanken ist dies dem vollen Einsatz zahlreicher Mitwirkender. In der Folge erforschte man gemeinsam weiter im Sonderforschungsbereich 64 „Weitgespannte Flächentragwerke“ (1969–1984) und im SFB 230 „Natürliche Konstruktionen“ (1984–1995) – und baute noch Einiges.

Zur Entstehung dieser Arbeit

Diese Spuren einer Bautechnikgeschichte des Olympiadaches konnten zusammengestellt werden aus seltener Literatur sowie Quellen des ILEK-Archivs und anhand vieler

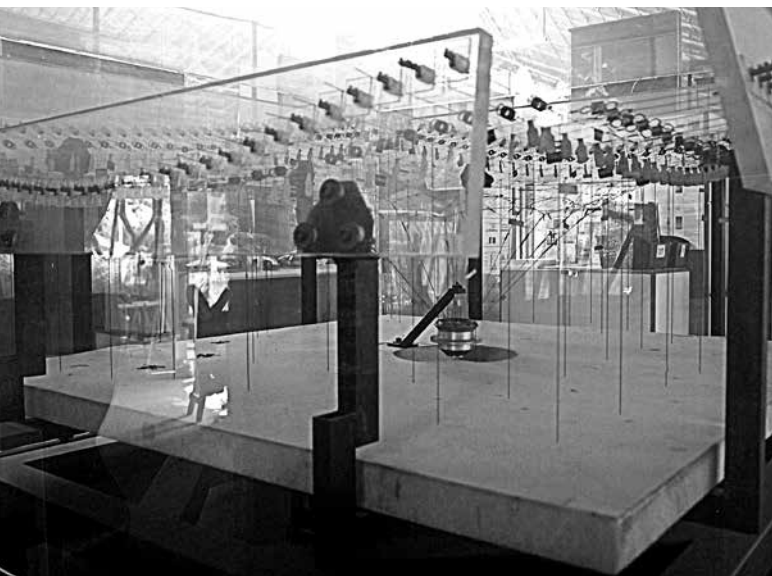


Abb. 4 Modell 1 : 25; Tiefpunkt in der Schwimmhalle, Standort Institut für leichte Flächentragwerke, Universität Stuttgart (IL; jetzt ILEK), Foto: Jos Tomlow, 2015

Gespräche zum Thema, die der Verfasser mit über 30 Protagonisten im Zeitraum 1982–2014 führen konnte. Zuletzt ergab sich am 30. Juli 2015 die Möglichkeit, Klaus Linkwitz per *skype* zu interviewen, was einzigartige atmosphärische Einblicke in die damalige Teamarbeit gewährte und die Rolle von Leonhardt als Nestor offenbarte. Dank geht an Jan Fallgatter für seine Mitarbeit an einer früheren Version der Studie für die VIIIth International DOCOMOMO Conference, New York 2004 und an Sabine Spitzner-Schmieder. Archivmaterial wurde im Juli 2015 im Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK), Universität Stuttgart bereitgestellt, mit freundlicher Hilfestellung durch Bibliothekar Christian Assenbaum.

Bauchronik der Hauptsportanlagen der XX. Olympischen Spiele München 1972

30.12.1965	München bewirbt sich um die XX. Olympischen Spiele 1972
26.4.1966	Das IOC vergibt in Rom die OS 1972 an München
1.2.1967	Architektenwettbewerb für die Sportanlagen am Oberwiesenfeld
10.7.1967	Gründung der Olympia Bau-Gesellschaft (OBG mbH)
13.10.1967	Günter Behnisch & Partner gewinnen den 1. Preis des Wettbewerbs
Oktober 1967	Geologische Untersuchung am Oberwiesenfeld
Dezember 1967	Konsultation von Leonhardt in München über die strukturelle Möglichkeit einer Kabelnetzlösung
12.1.1968	Schriftliche Einladung von Behnisch an Frei Otto zur Mitarbeit; Präsentation der Modelle von Frei Otto in sei-

nem Berliner Büro an Behnisch und Leonhardt

19.2.1968	OBG diskutiert alternative Ausführungen der Sportstättenüberdachung
Februar 1968	Beräumung der Baustelle und Beginn der Landschaftsgestaltung mit Erde
1.3.1968	Offizieller Auftrag an B & P für das Sportstättenensemble der Olympischen Spiele
21.6.1968	Entscheidung zugunsten einer Kabelnetzkonstruktion für das olympische Dach; Team B & P, Frei Otto, Leonhardt & Andrä
16.9.1968	Darstellung des Entwurfs in 1:100
28.10.1968	Erste Grundarbeiten für die Mittelzone
30.4.1969	Carl Mertz zum Geschäftsführer der OBG ernannt
9.6.1969	Reformierte Organisation der OBG mit klaren Zuständigkeiten
14.8.1969	Grundsteinlegung der Olympiabauten
Oktober 1969	Anfang Bau von Stadion, Turnhalle und Schwimmhalle
Juli 1970	Rohbau Fertigstellung (Beton- und Rohfundamente)
23.7.1970	Richtfest für Stadion, Turnhalle und Schwimmhalle
August 1970	Rohbauarbeiten Stadion fertig
August 1970	Beginn der Dachmontage (Mast und Vorbereitung der Abspannseile)
September 1970	Bauarbeiten Schwimmhalle beendet
Mai 1971	Beginn der Dachmontage (vorgefertigte Kabelnetze und Vorspannprozess)
August 1971	Dämmdecke der Schwimmhalle
August 1971	Montage von Acrylglasscheiben auf dem Kabelnetz
November 1971	Stahlarbeiten im Stadion, Turnhalle, Schwimmhalle (Dach) beendet
Dezember 1971	Bewässerung des Olympischen Sees
Mai 1972	Fertigstellung der Dacharbeiten
26.5.1972	Eröffnung des Stadions mit Fußball Westdeutschland – Sowjetunion
Ende Juni 1972	Abschlussarbeiten
1.7.1972	Das Internationale Olympische Komitee übernimmt das olympische Ensemble
26.8.–11.9.1972	XX. Olympische Sommerspiele 1972 in München (und anderen Spielstätten)

Abstract

Frei Otto: The question of Rolf Gutbrod during the design phase of the German Pavilion at the EXPO Montreal 1967 "How is the tent correct?" was not asked. The question in Munich was: "Can we make it?"

Organising the International Olympic Games 1972 in Munich was recognised in Germany as a unique opportunity to gain international respect in the post-World War II period. The spectacular Olympic stadium complex was much appreciated by visitors, and critics ranked it as one of the most impressive and innovative examples of German architec-

ture. Its prominent feature is the continuous sweeping roof, a tensile cable structure, suspended from huge masts, with a futuristic skin of Plexiglas. The competition's first prize was given to the project by Günter Behnisch & Partner with Jürgen Joedicke, consultant for statics: Heinz Isler. However, Jury chair Egon Eiermann expressed certain doubts about the possibility to realise it. Soon the design team was enlarged with Fritz Leonhardt/Jörg Schlaich, Frei Otto and Klaus Linkwitz. Decisions were taken on the cable net structure (75 cm net width). For the form-finding of the Olympic roof, scale models were established in the Institute of Lightweight Structures (IL), directed by Frei Otto. At the start of building, the engineers registered that the technical models could not bring exact data for (all) cutting patterns, which was a crucial problem. Both Argyris and Linkwitz delivered feasible computational methods for calculating cable lengths and joint locations.

Who were responsible for this remarkable design? The author tries to reconstruct the unique design process that was conditioned by several specific circumstances. As a collaborator in the IL he could speak with many of the protagonists in the period 1982–1995 personally, including Klaus Linkwitz in a skype interview (2015). During research in the IL-EK archive (Stuttgart) rare written sources were discovered.

Literatur (Auswahl; mehr in TOMLOW 2016)

- John Hadji ARGYRIS, Werner AICHER, Theodor ANGELOPOULOS, On the Static Analysis of the Olympic Cable Roofs in Munich, in: Zodiac nr 21 Dec 1971 (1972), S. 74–76.
- Mick EEKHOUT, Frei Otto and the Munich Olympic Games, in: Zodiac nr 21 Dec 1971 (1972), S. 12–74.
- Fritz LEONHARDT, Jörg SCHLAICH, Vorgespannte Seilnetzkonstruktionen. Das Olympiadach in München, Universität Stuttgart, SFB 64, Mitteilungen 19/1973.
- Klaus LINKWITZ, Hans Dieter PREUSS, Die photogrammetrische Vermessung der Modelle der olympischen Dächer München, in: Bildmessung und Luftbildwesen 39 (1971), S. 147–156.
- Klaus LINKWITZ, Dieter STRÖBEL, Peter SINGER, Die analytische Formfindung, in: K. TEICHMANN, J. WILKE (Hrsg.), Prozess und Form „Natürlicher Konstruktionen“. Sonderforschungsbereich 230, Berlin 1996, S. 118–131.
- Klaus LINKWITZ, Hans-Jörg SCHEK, Über eine Methode zur Berechnung vorgespannter Seilnetze und ihre praktische Anwendung auf die Olympiadächer München, IABSE Congress Report, Band 9 (1972), S. 393–397.

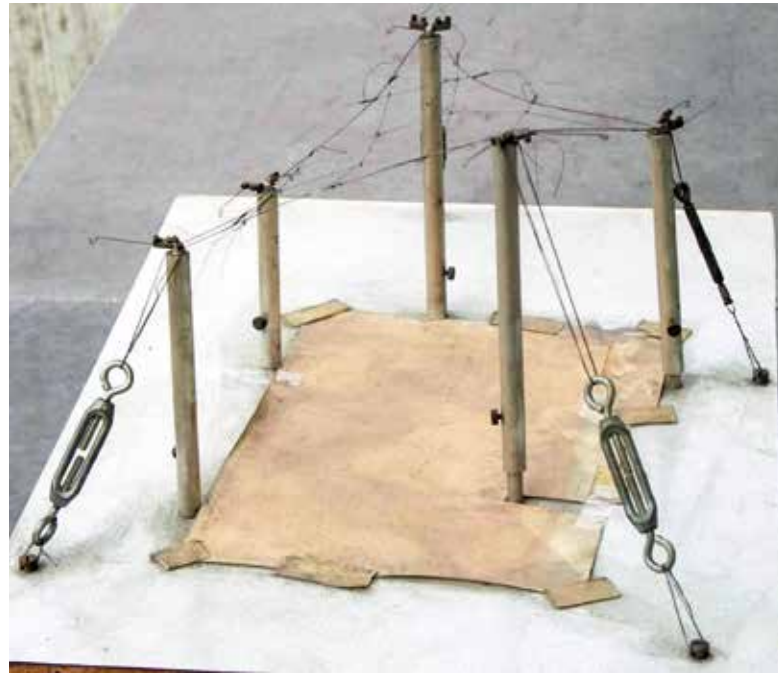


Abb. 5 Drahtmodell zum Testen einer von Klaus Linkwitz entwickelten rechnergestützten Berechnungsmethode für Seilnetze, 1969, Foto: Klaus Linkwitz

- Klaus LINKWITZ, Arbeit auf Ehrenwort – Fritz Leonhardt und die Münchner Olympiadächer, in: Bautechnik, 76. Jahrgang, Heft 7, Juli 1999, S. 608–614.
- Carl MERTZ, Drei Jahre Olympia-Bau, Architekturwettbewerbe, Sonderheft, Olympische Bauten, München 1972, 3. Sonderband, Bauabschluss Sommer 1972, S. II–IV.
- Frei OTTO, Das Zeltdach – Subjektive Anmerkungen zum Olympiadach, in: Allgemeine Bauzeitung 48/1972, S. 42.
- Jörg SCHLAICH, Das Olympiadach in München. Wie war das damals? Was hat es uns gebracht?, in: Behnisch & Partner, Bauten 1952–1992, Galerie der Stadt Stuttgart, Stuttgart 1992, S. 47–53.
- Jos TOMLOW, Designing and Constructing the Olympic Roof (Munich 1972), in: International Journal of Space Structures 2016, Vol. 31(1), S. 62–73.

Abbildungsnachweis

- Abb. 1–4 Jos Tomlow, Zittau
Abb. 5 Klaus Linkwitz, Stuttgart

¹ Der Rücktritt von Frei Otto wurde von anderen und ihm selbst später kommentiert. „Die Frage Gutbrods bei der Planung für Montreal: ‚Wie ist das Zelt richtig?‘ gab es nicht. Die Frage von München lautete: ‚Können wir das machen?‘“. OTTO 1972, weitere Verweise in TOMLOW 2016.

² Sehr überschattet wurde die Atmosphäre durch das Attentat der palästinensischen Terrororganisation Schwarzer September auf die israelische Mannschaft am 5. September 1972. Elf israelische Geiseln und ein Polizist sowie fünf Geiselnahmer starben beim Anschlag.