

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 138 (2012)  
**Heft:** 18: Sergio Musmeci

**Artikel:** Formen aus Kräften und Spannungen  
**Autor:** Giovannardi, Fausto  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-283884>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# FORMEN AUS KRÄFTEN UND SPANNUNGEN

Der Name des Ingenieurs Sergio Musmeci (1926–1981) wird in erster Linie mit der Brücke über den Fluss Basento in Potenza (1967–1976) assoziiert – zweifellos sein Capolavoro. Doch stellt sie ein vielfältiges, über ganz Italien verstreutes Werk in den Schatten, das vom Regierungssitz über Sporthallen, Kinos, Markthallen, Kirchen, Firmensitze, Forschungszentren und Villen reicht. Breit gefächert waren auch die Tragwerkssysteme: Faltragwerke, Membranen, Gitterstrukturen und Seilkonstruktionen.



Als wolle er sein Meisterstück abliefern, zog Sergio Musmeci gleich zu Beginn seiner Selbstständigkeit 1954 alle Register des Stahlbetonbaus und zwar für das von Adalberto Libera entworfene Projekt des Palazzo della Regione, dem Sitz der Regionalregierung in Trient. Libera gliederte den 1954–1962 realisierten Bau entsprechend der unterschiedlichen Funktionen in drei Volumina: Giunta (Präsidium), Assessorati (Ämter) und Consiglio (Rat/Parlament). Die je eigene Gestalt der Baukörper fand ihren Widerhall in Musmecis Tragwerkskonzepten.

## PALAZZO DELLA REGIONE: ROTATIONSHYPERBOLOID UND KEGELSTUMPF

Das auffälligste Gebäude des Komplexes ist das des Consiglio, das aus dem von den anderen beiden Baukörpern gebildeten Innenhof aufragt (Abb. 5). Das Untergeschoss ist als Tambour konzipiert, das Erdgeschoss gleicht einem umgekehrten Kegelstumpf. Hier sind der Sitzungssaal des Regionalrates und ein grosser Tagungssaal untergebracht. Das Gebäude ruht auf vier innen hohlen Pfeilern (Aussendurchmesser 1.20 m, Innendurchmesser 0.70 m). Das leicht angehobene Dach besteht aus einem filigranen Radial-Metallgitterrost. Blickfang des Gebäudes der Assessorati, in dem die Verwaltung untergebracht ist, sind die zwölf gedrungene vierarmigen Pfeiler ( $\varnothing$  1.40 m), auf denen das Bauvolumen im Erdgeschoss aufliegt und die entlang der Strasse eine Arkade bilden. Sie verzweigen sich unter der Decke des Erdgeschosses zu 48 Stützenachsen in den Obergeschossen, die in einem quadratischen Raster von 12.80 m angeordnet sind (Abb. 1).

Charakteristisch für den sich über dem rechteckigen Grundriss (72 × 16 m) erhebenden Bau der Giunta, in dem sich die Präsidiumsämter von Regionalregierung und -rat befinden, sind die beiden markanten, mit einer Rustika ornamentierten Piloti (inneres Titelbild und Abb. 2). Trotz ihrer starken Dimensionierung (Querschnitt min. 150/260 cm, max. 200/400 cm) verleiht ihnen ihre Ausbildung als Rotationshyperboloide Eleganz. Sie tragen – im Abstand von 40 m positioniert und unterstützt von zwei Rundstützen ( $\varnothing$  50 cm) zur Querstabilisierung – den in einem Stützenraster von 8 m aufgelösten Baukörper. Bei diesem handelt es sich konstruktiv um einen zwei Geschosse hohen Doppel-T-Träger in Stahlbeton mit einem 50 cm starken Steg und einer seitlichen Auskragung von je 16 m. Der obere Flansch ist im Querschnitt flügelförmig. Der untere Flansch ist das als Kasten ausgebildete 1. Obergeschoss (Abb. 4, 6). Dadurch werden die von den Schrägstützen in den Boden des 1. Obergeschosses eingeleiteten Stabilisierungskräfte in den Steg des Doppel-T-Trägers umgelenkt. «Während das Gebäude der Sala Consiliare von einer unmittelbar einleuchtenden und unzweideutigen, konstruktiven Logik [...] [ist]»<sup>1</sup>, eröffnen sich bei den Bauten Assessorati und Giunta verschiedene Lesarten. Ihre konstruktiven Elemente können als Vierendeel- und Doppel-T-Träger, als A-Stütze und Rahmen, als Pendelstütze und Hänger (Giunta) / bzw. als Ober- und Unterzüge (Assessorati) interpretiert werden. Es sind ingeniose Vexierbilder.

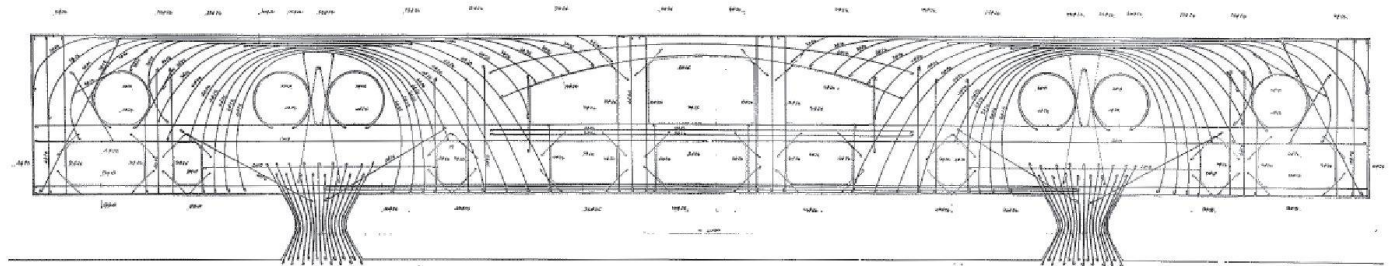




01



02



03

01 Palazzo della Regione di Trento, 1954–62,  
(Architektur: Adalberto Libera): Einer der zwölf  
vierarmigen Pfeiler, auf denen das Gebäude der  
Assessorati ruht

(Fotos 01+02: Fausto Giovannardi)

02 Die zwei markanten Rotationshyperboloide  
des Giunta-Gebäudes; daneben die der Quer-  
stabilisierung dienenden schiefen Rundstützen

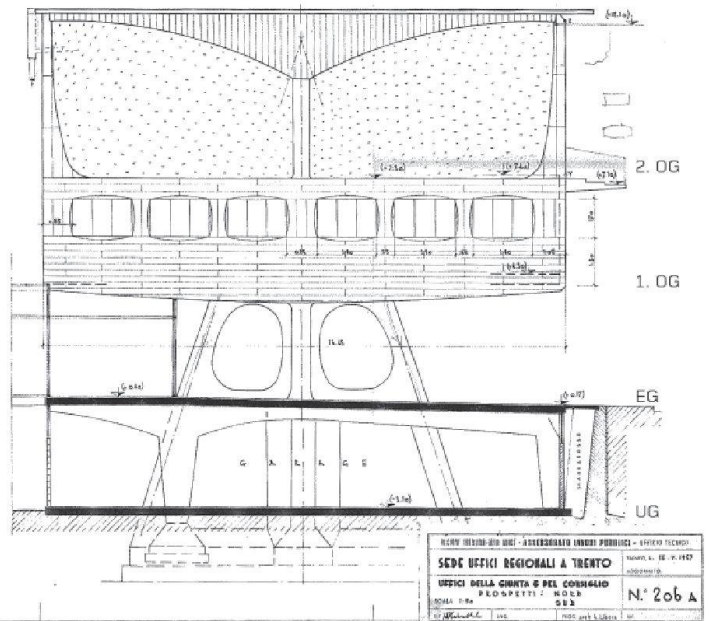
03 Bewehrungsplan (Längsschnitt) der Giunta:  
zweigeschossiger Doppel-T-Träger

(Fotos und Pläne: Sergio Musmeci, Privatdruck,  
CESICA Pordenone)

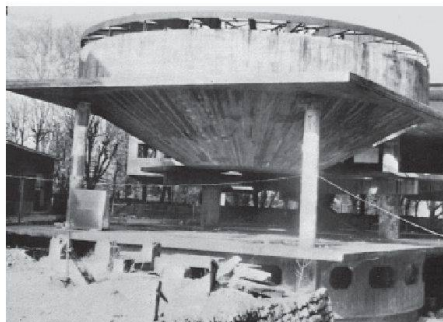
04 Querschnitt durch die Giunta in einer frühen  
Projektvariante: Ddatt der Stützen im Erdge-  
schoss in Form von Rotationshyperboloiden sah  
Musmeci noch Wandscheiben vor, sowie im 2. OG  
beidseits Pendelstützen

05 Der umgekehrte Kegelstumpf des Sitzungs-  
saales des Parlamentsgebäudes

06 Die Baukörper von Assessorati und Giunta im  
Rohbau: Das Stahlbetonskelett der Giunta als  
Doppel-T-Träger, dessen kastenförmiger unterer  
Flansch das 1. OG ist. Im ausgeführten Bau  
gibt es in der Fassade nur noch eine Reihe von  
Pendelstützen im 2. OG



04



05



06

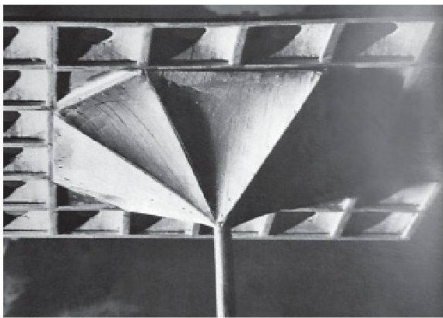




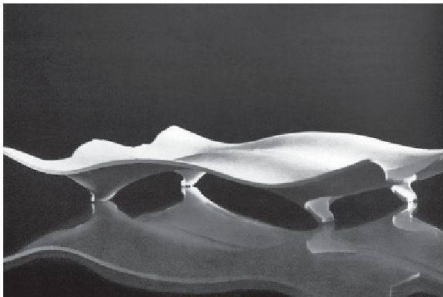
07



08



09



10

### NATIONALES LEICHTATHLETIK-ZENTRUM: FALTUNGEN

Das erste Faltdach, das Musmeci projektierte, war das des Centro di Atletica Leggera in Formia (LT) – einer weitläufigen Sportanlage, die 1955 nach einem Entwurf von Annibale Vitellozzi (1906–1954) gebaut wurde (Abb. 8, 11). Das komplett aus Stahlbeton bestehende Tragwerk des jungen Sergio Musmeci dominiert die 19.80m breite und 35m lange Sporthalle, die durch ein 10cm starkes Faltdach charakterisiert wird. Dieses ist in Querrichtung auf zwei rechteckigen Rahmen abgestützt. Sie verteilen die gesamte Last, auch die der Mauer- ausfachungen, auf vier Auflagepunkte an den Ecken der Turnhalle. In konstruktiver Hinsicht sind die Versteifungs-Zuganker an den Enden der Träger, die ähnlich wie eine externe Vorspannung wirken, von besonderem Interesse.

1955 entwarf er für das von Carlo Ammannati gestaltete Kino Araldo in Rom ein Dach, das als Übergangsform zwischen Gewölbe und Faltung bezeichnet werden kann (Abb. 9). Mit dem Dach des 1956 von Leo Calini und Eugenio Montuori projektierten Raffo-Gebäudes für die Marmorbearbeitung in Pietrasanta geht Musmeci einen Schritt weiter: Das 1000m<sup>2</sup> grosse Dach ruht auf 24 Auflagepunkten. In den Faltungen des Daches, das an Muster von Maurits Cornelius Escher oder an ein Origami erinnert, wiederholen sich 13 Elemente. Weitere Beispiele sind das Dach des Kinos von Montecchio von 1957 und der mit Sergio Ortolani und Antonio Cattaneo geplante Entwurf für die Eisenbahnerkapelle in Vicenza (VI). 1966–73 griff Musmeci noch einmal auf diese Konstruktionsart zurück, als er mit Carlo Mollino und Carlo Graffi Bühnenrampen und Dach des Foyers des Teatro Regio in Turin plante (Abb. 7).

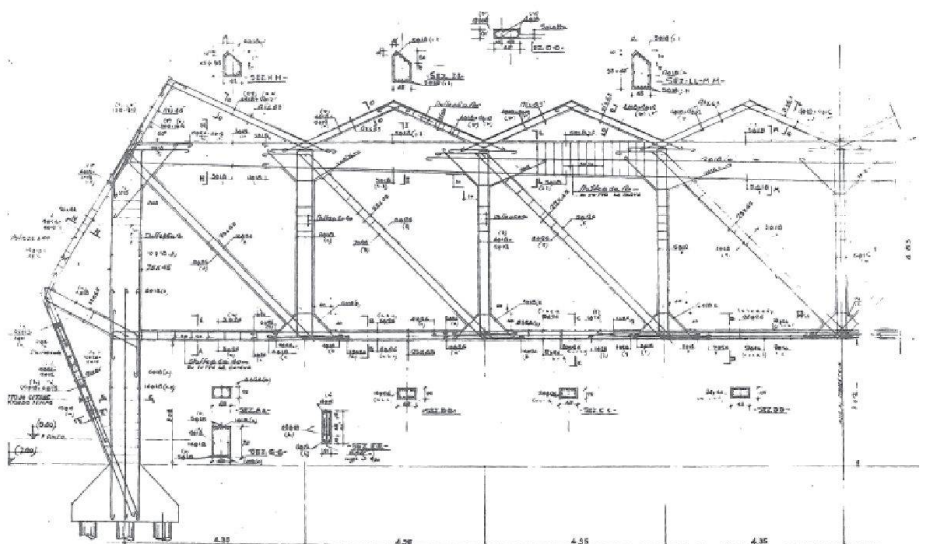
07 Teatro Regio, Turin, 1966–73 (Architektur: Carlo Mollino und Carlo Graffi): Das gefaltete Gewölbe des Foyerdachs, die Treppen und Passerellen erinnern an Maurits Cornelius Eschers Lithografie «Treppauf Treppab» (1960) (Fotos und Plan: Sergio Musmeci, Privatdruck, CESICA Pordenone)

08 Centro di Atletica Leggera (Leichtathletikzentrum), Formia (LT), 1955 (Architektur: Annibale Vitellozzi)

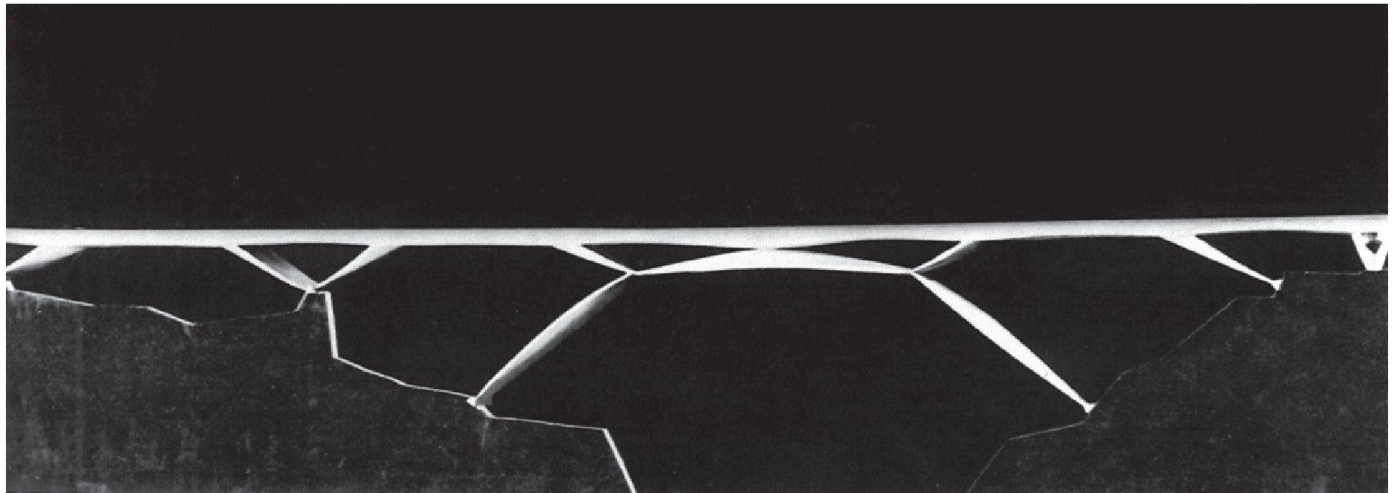
09 Kino Araldo, Rom, 1955 (Architektur: Carlo Ammannati: Eine Kombination aus Fächergewölbe und Kasettendecke überspannt das Kino

10 Mercati Generali, Rom, 1960 (Architektur: Annibale Vitellozzi): Über die Mercati legt sich das Dach – ein uniform druckbeanspruchtes dreidimensionales Gewölbe – wie ein dünner Teig, aus dessen Verformung sich gleichsam die Stützen bilden: Kongruenz von Form und Tragwerk

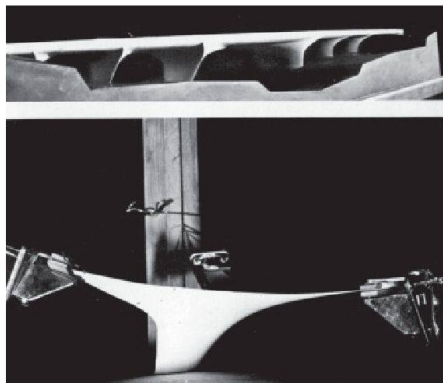
11 Centro di Atletica Leggera (Leichtathletikzentrum), Formia (LT), 1955 (Architektur: Annibale Vitellozzi): Tragkonstruktion



11



12



13

### BRÜCKE ÜBER DEN FLUSS ASTICO: MEMBRANEN

Seine erste Erfahrung im Bereich der Membrandächer machte Musmeci 1953 mit Giuseppe Vaccaro, als er das Dach für den Markt von Tressanti (FG) aus parabolischen Gewölben entwarf. 1956 übertrug er das Prinzip erstmals auf eine Brücke, und zwar im Entwurf für die Überquerung des Flusses Astico auf der Provinzstrasse zwischen Vicenza und Asiago (Abb. 12–13). Diesen erarbeitete Musmeci 1956 gemeinsam mit seinen Partnern aus Vicenza, dem Architekten Sergio Ortolani und dem Ingenieur Antonio Cattaneo.

Die Gesamtlänge von 200 m wird von einem zentralen Bogen mit 77 m lichter Weite und sechs unterschiedlich langen Randfeldern überspannt. Die Hauptöffnung des 9 m breiten Stahlbeton-Tragwerks ist als Viergelenkbogen ausgebildet, der durch die Verbindung mit den Rahmen der Randfelder stabilisiert wird. Um eine Membrantragwirkung zu erzielen, sind die Querschnitte der Bogen bombiert. Der durch Querträger unterteilte Kastenträger des Überbaus ist auf den Scheiteln der 35–45 cm starken Bogenträger der einzelnen Felder aufgelegt. Die Bogen sind nicht kreisförmig, um die maximale Biegefestigkeit zu erzielen. Die maximale Stützweite zwischen diesen Elementen beträgt 20 m. Die an Brücken von Robert Maillart erinnernde Silhouette wird ohne Kreisbogen durch eine hyperstatische Struktur (statisch unbestimmtes System ersten Grades) erzielt.

1959 schloss er in der Planung für die Tiber-Brücke in Tor di Quinto in Rom mit Ugo Luccichenti daran. Über die Mercati Generali in Rom, 1960 mit Annibale Vitellozzi, Massimo Castellazzi und Giulio Dall'Anese projektiert, legt sich das Dach wie eine im Wind ausgeschüttelte Decke. Es ist ein uniform druckbeanspruchtes dreidimensionales Gewölbe, dessen Tiefpunkte als Stützen ausgebildet sind (Abb. 10).

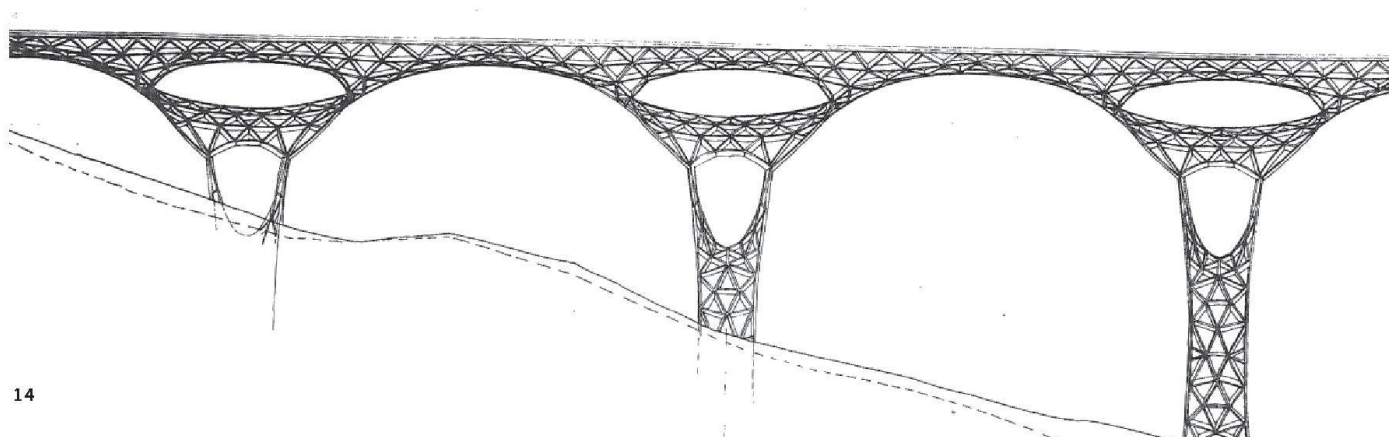
### BRÜCKE ÜBER DEN LAO: VON DER MEMBRAN ZUM MASCHENGEFLECHT

Musmecis Entwurf für die Brücke über den Fluss Lao bei Cosenza (CS) auf der Autobahn Salerno-Reggio Calabria, für den er 1964 mit dem 2. Preis ex aequo IN/ARCH-Domosic ausgezeichnet wurde<sup>2</sup>, ist ein strukturelles Kontinuum ohne erkennbare Übergänge zwischen Brückenüberbau, Pfeilern und Baugrund (Abb. 14–20).

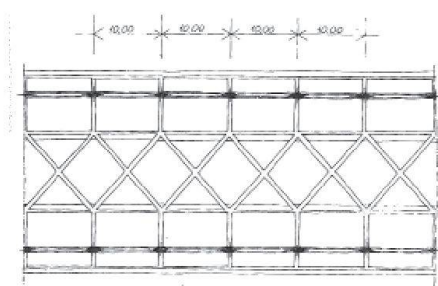
Die Tragkonstruktion geht auf seine frühen Experimente mit Membranen (Minimalflächen) zurück, die er mit Hilfe einer Seifenlösung aufspannte («Stahlbeton, Seifenblasen und Modelle»). Aus diesen Versuchen leitete sich zum Beispiel die dreidimensional gekrümmte Form der Tragkonstruktion der Basento-Brücke ab. Für den Entwurf der Brücke über den Lao ging Musmeci einen Schritt weiter und löste die gekrümmten Flächen seiner früheren Betonbrücken-Entwürfe in dreidimensional angeordnete kurze lineare Elemente (Stäbe) auf, die ein fast beliebig formbares Maschendrahtgewebe bilden. In dieser Konstruktion werden die Stäbe nur durch uniform verteilte Druckspannungen beansprucht. Damit nahm Musmeci die Computermodellierung komplexer Geometrien mit Finiten Elementen (FE) vorweg. Für die Stäbe (Streben) des Tragwerks wollte Musmeci mit Beton ausgegossene, aus zwei Halb-

12–13 Brücke über den Fluss Astico, Projekt, 1956 mit Sergio Ortolani (Architekt) und Antonio Cattaneo (Ingenieur): Die Modellansichten zeigen, dass die an Maillart erinnernde Silhouette ohne Kreisbogen durch eine hyperstatische Struktur (statisch unbestimmtes System ersten Grades) erzielt wird

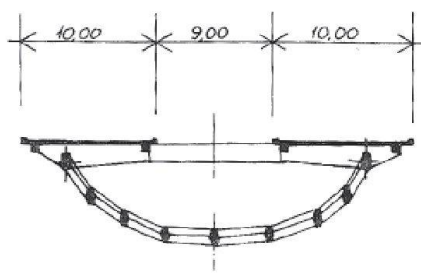




14

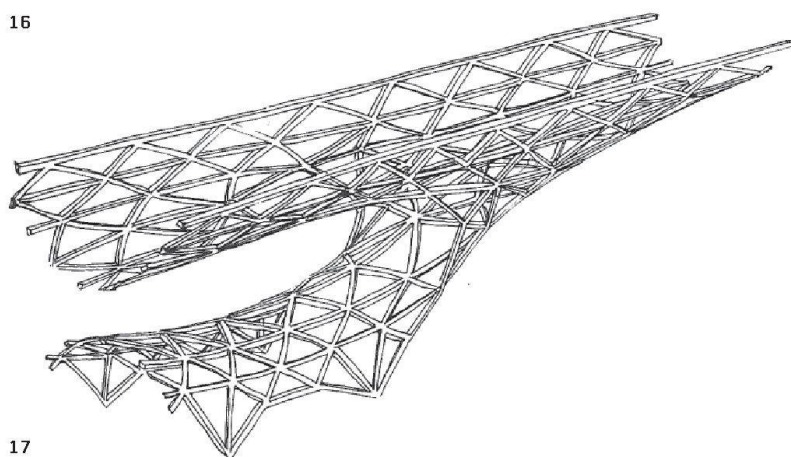


15

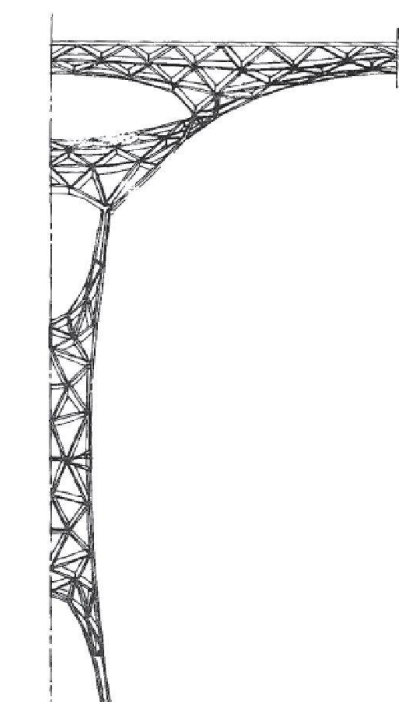


16

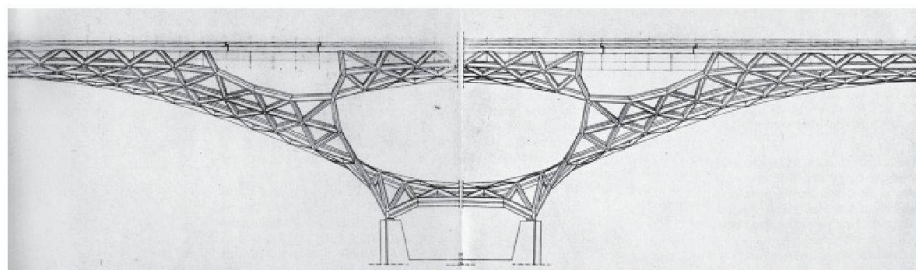
14–20 Brücke über den Fluss Lao auf der Autobahn Salerno-Reggio Calabria, Projekt, 1964: Musmecis Entwurf – ein strukturelles Kontinuum ohne erkennbare Übergänge zwischen Brückenüberbau, Pfeilern und Baugrund – wurde ex-aequo mit dem 2. Preis ausgezeichnet (Pläne: Sergio Musmeci, Privatdruck, CESICA Pordenone)



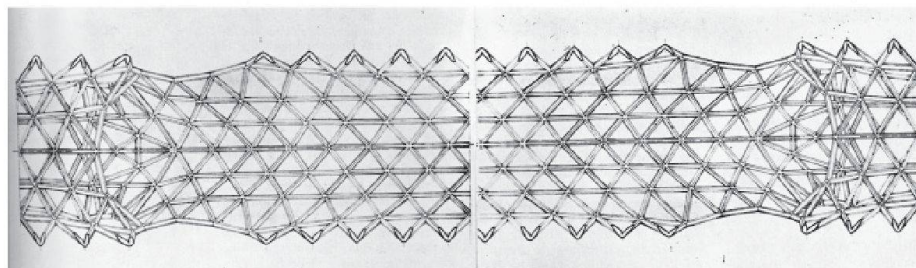
17



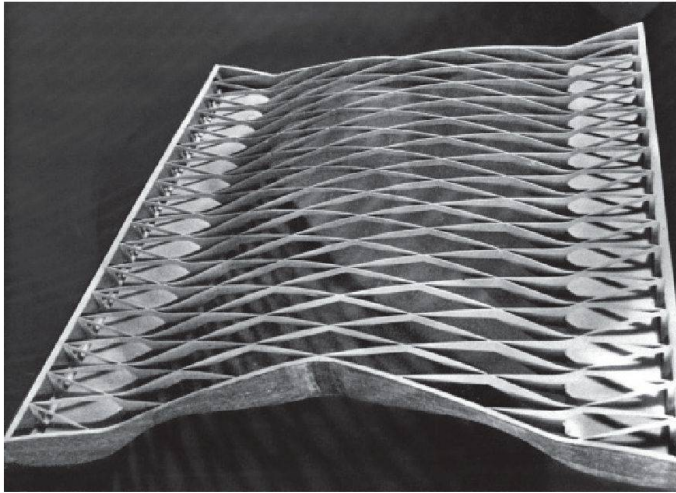
18



19



20



21



22

schalen zusammengesetzte Metallrohre verwenden, die sich für die Vorfabrikation eignen; auch die Knoten sollten in dieser gemischten Bauweise ausgebildet werden.

#### TEMPEL FÜR DIE WISSENSCHAFT UND DIE RELIGION: NETZE

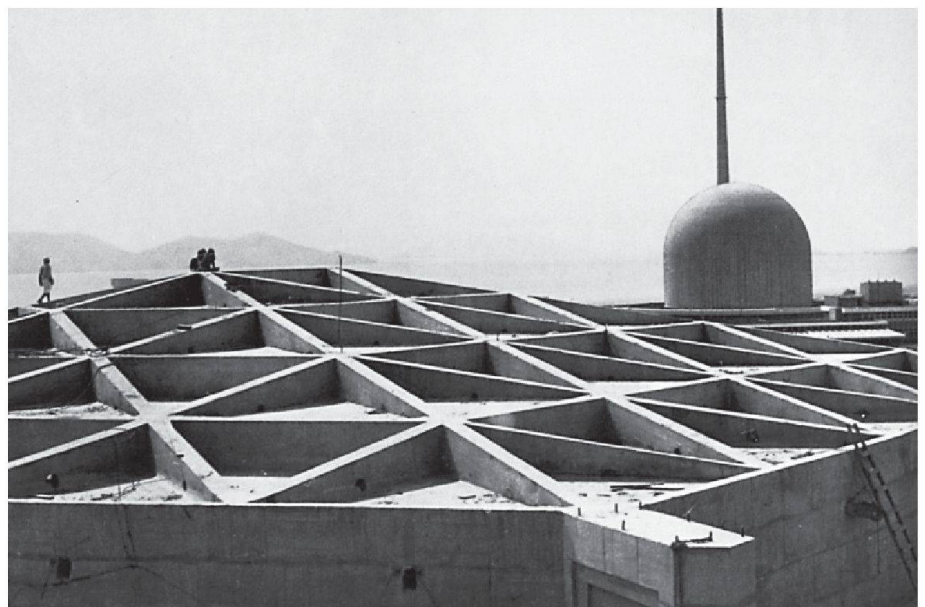
Ganz vom Gitternetz her gedacht ist das Tragwerk des Nuklearzentrums von Bombay (Mumbai), das er 1960 mit Leo Calini und Eugenio Montuori plante (Abb. 23). Er projektierte für den im Grundriss sechseckigen Bau ein pyramidales, von Rippen in Dreiecksform gegliedertes Dach. Dieses lagert auf enormen vom Boden abgehobenen Wandträgern, die auf sechs Eckpfeilern abgestützt sind.

Von anderer Funktion, aber vergleichbarem Zuschnitt ist die Kirche von Monte Grisa in Triest, die auf ein Gelübde zurückgeht, das der Bischof von Triest, Antonio Santini, am 30. April 1945 ablegte. Zum Dank dafür, dass Triest vor den Schrecken des Krieges bewahrt worden war, gelobte er, eine Kirche zu Ehren der Gottesmutter errichten zu lassen. Doch erst als 1959 das heilige Bild der Fatima nach Italien gebracht wurde, fanden sich die Mittel, und die Planung wurde dem Architekten Umberto Nordio anvertraut, damals ein bekannter Dozent der Architekturfakultät Triest. Am endgültigen Entwurf war auch Sergio Musmeci beteiligt.

**21 Palazzo del Lavoro, Turin, Wettbewerb, 1960**  
(Architektur: Carlo Mollino, Carlo Borgogna): Das Team erzielte den zweiten Preis. Gewonnen wurde die Auszeichnung von Pier Luigi Nervi. (Fotos: Sergio Musmeci, Privatdruck, CESICA Pordenone)

**22 Centrale E.N.E.L. (Ente Nazionale Energia e Luce) Sassari (SS), 1964** (Architektur: Zenaide Zanini): Das Gebäude besteht aus zwei gegeneinander verschobenen, ineinander verschränkten Baukörpern mit rechteckigem Grundriss und symmetrischem Firstdach. Die Dächer sind zwischen vier grossen rautenförmigen Fachwerkträgern an den Stirnseiten der Baukörper aufgespannt. Zwei dieser rautenförmigen Träger werden von je einer mittig angeordneten A-förmigen Stütze getragen. Die anderen zwei Rautenträger ruhen mit den Enden auf je zwei einzelnen Stützen. Die Dachhaut liegt, ähnlich wie bei einer Zeltkonstruktion, auf Zugstangen auf, die zwischen den Firsten und den die Spitzen der rautenförmigen Träger verbindenden Randträgern gespannt sind

**23 Nuklearzentrum Bombay (Mumbai), 1960**  
(Architektur: Leo Calini und Eugenio Montuori): Für das im Grundriss sechseckige Gebäude entwarf Musmeci ein pyramidales, von Rippen in Dreiecksform gegliedertes Dach



23

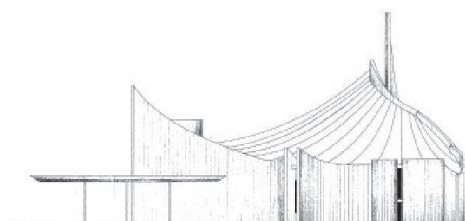


24 Kirche von Monte Grisa, Triest, 1960–1962  
(Projekt) 1963–1966 (Ausführung) (Architektur:  
Umberto Nordio) (Fotos und Pläne: Sergio Mus-  
mecci, Privatdruck, CESICA Pordenone)

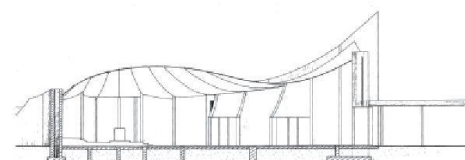
25–28 Kirche des Villaggio del Sole, Vicenza,  
1961–1962 (Architektur: Sergio Ortolani):  
Form und Tragwerk der Kirche sind von der  
Spira mirabilis inspiriert



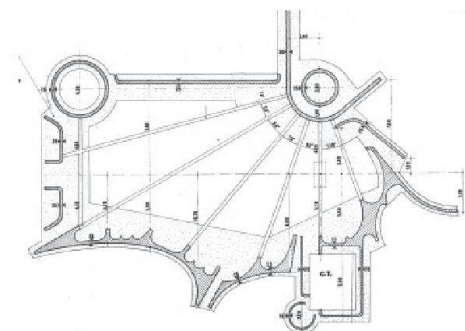
24



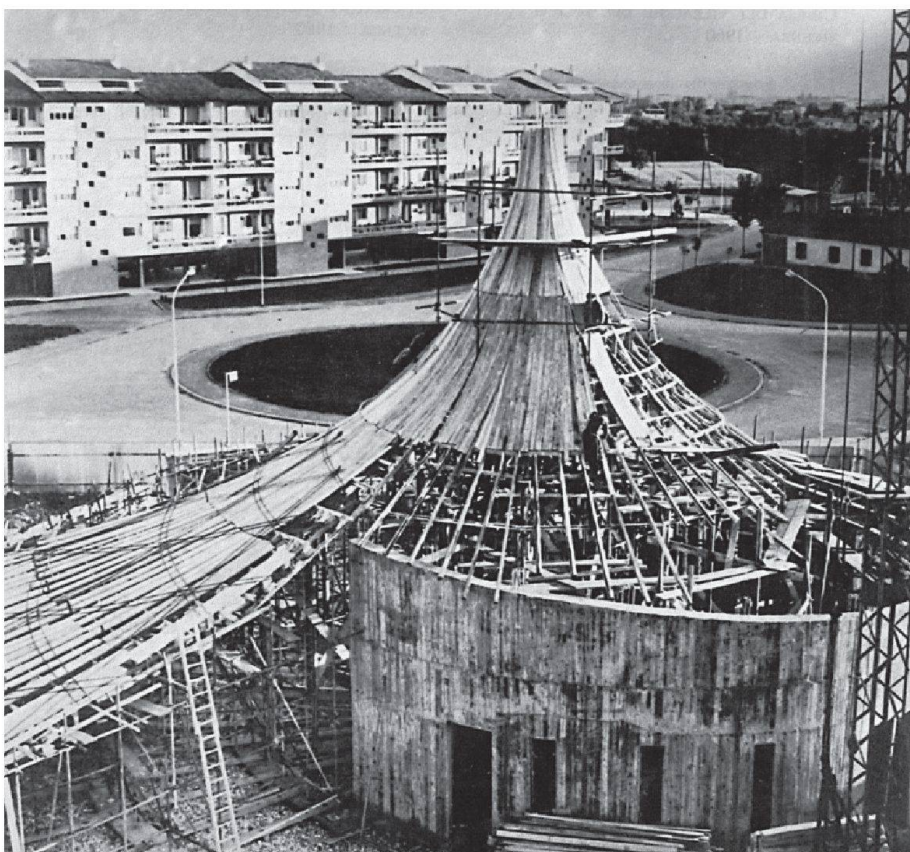
25



26

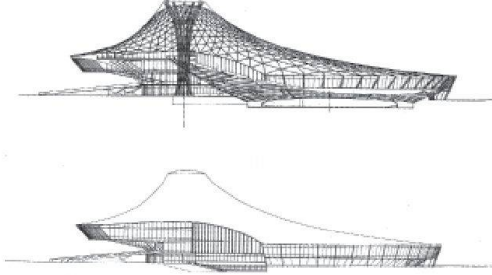


27



28





29

Es handelte sich um ein Gebäude an einem Hang des Monte Grisa auf 335 m ü. M. in einem Karstgebiet mit Höhlen und starkem Wind (200 km/h), in dem erhebliche Temperaturschwankungen auftreten. Der Bau erfolgte erst 1963–1966 nach Modellversuchen im Istituto Sperimentale Modelli e Strutture (ISMES) in Bergamo und in der Windgalerie des Luftfahrtinstituts der Technischen Universität Turin.

Der 45 m hohe, sich über kreuzförmigem Grundriss (60 m × 60 m) erhebende monumentale Stahlbetonbau besteht aus drei riesigen Prismen, die auf einer gemeinsamen Basis stehen und in denen zwei in der Form eines griechischen Kreuzes übereinander liegende Kirchen untergebracht sind. Die Schau-Fassaden sind in ein Masswerk aus gleichschenkligen Dreiecken aufgelöst (Abb. 24).

Umgekehrt ist die 1961–1962 errichtete Kirche des Villaggio del Sole in Vicenza nach demselben Konstruktionsprinzip aufgebaut, aus dem Musmeci aber eine leichte, zeltartige Form generierte (Abb. 25–28). Sie ist in der Mitte des Villaggio del Sole in Vicenza platziert – einem im Rahmen des staatlichen Wohnbauförderungsprogramms INA CASA errichteten Stadtviertel, das von dem Architekten Sergio Ortolani errichtet wurde und 1962 mit dem IN-ARCH-Preis ausgezeichnet wurde. Das Dach des von der Spira mirabilis<sup>3</sup> inspirierten Baus schwingt sich über die sich schneckenförmig «aufrollenden» Mauern wie ein (Spiel-) Kreis.

Fundamente und Mauern sind aus Stahlbeton und folgen dem im Grundriss spiralförmigen Verlauf der Rippen des Dachs. Dieses liegt auf kurzen Stahlbetonpfeilern, die auf den Mauern stehen. Der Meridianschnitt des Daches hat annäherungsweise die Form einer logarithmischen Spirale, deren Asymptote die Vertikale im Zentrum der Kirche ist. In statischer Hinsicht verhält sich die Dachkonstruktion im zentralen Bereich anders als in den Randbereichen. Zum fast kegelförmigen Zentrum hin herrschen Membranspannungen (dreidimensional), die zum Rand hin in Biegespannungen (zweidimensional) übergehen, bis an der Peripherie nur noch Schnittkräfte übrig bleiben. Die graduelle Erhöhung der tragenden Querschnitte reicht aus, um den Spannungen in der Dachkonstruktion standzuhalten.

### MEERENGE VON MESSINA

Ein ganz anderes Feld – eine Kombination aus Hänge- und Schrägseilbrücke – spannt er 1969 mit dem Projekt für die Querung der Meerenge von Messina auf («Eingespannte Fahrbahn», S. 12). Musmeci greift die Idee des Jawerthtschen Trägers auf, um die grösstmögliche Stabilität zu erreichen. Es ist eines der zahlreichen Projekte, für die er ex aequo mit dem 1. Preis ausgezeichnet wird.

**Fausto Giovannardi**, Dott. Ing., fausto@giovannardierontini.it, Überarbeitung: rhs, an  
Übersetzung aus dem Italienischen: Alexandra Geese

### Anmerkungen

1 Jürg Conzett, Das Zusammenspiel technischer und architektonischer Aspekte am Beispiel des Palazzo della Regione in Trento (I), S. 95, in: [www.af-z.ch/files/dialog\\_leseprobe.pdf](http://www.af-z.ch/files/dialog_leseprobe.pdf). Vgl. auch: Jürg Conzett, Le strutture portanti del palazzo della Regione ed il contributo dell'ing. Sergio Musmeci, in: Marco Pogacnik et. al (Hg.) Il Palazzo della Regione a Trento di Adalberto Libera e Sergio Musmeci, Nicolodi, Rovereto (Tn) 2007, S. 105–136, hier: S. 95

2 IN/ARCH: Das 1960 als Stiftung gegründete Istituto Nazionale di Architettura hat u.a. zum Ziel, die architektonische Qualität zu erhöhen und den Austausch zwischen Baufachleuten zu fördern, indem sie Ausstellungen organisiert, Debatten anstösst und Preise ausschreibt wie IN/ARCH-Domestic, IN/ARCH-Finsider, IN/ARCH-Sir, IN/ARCH-Aniacap. Siegreich in der Konkurrenz um die Brücke war der Entwurf der Gruppe um Carlo Cestelli Guidi und Fabrizio De Miranda, der 1964–70 realisiert wurde

3 Wegen der «wundersamen» Eigenschaften der logarithmischen Spirale – z.B. umkreist sie den Ursprung unendlich oft, ohne ihn zu erreichen – bezeichnete der Mathematiker Jakob Bernoulli sie als «spira mirabilis». Es handelt sich um eine Spirale, die mit jeder Umdrehung den Abstand von ihrem Mittelpunkt, dem Pol, um den gleichen Faktor vergrössert. In umgekehrter Drehrichtung schlingt sich die Kurve mit abnehmendem Radius immer enger um den Pol

**29 Palazzo dello Sport, Florenz, Wettbewerbsprojekt, 1965:** 1966 gewinnt das Projekt von Musmeci den zweiten Preis ex aequo. Die Form seines hoch strukturalen Konzepts folgt aus dem Bestreben nach minimalem Materialeinsatz. Zwei grosse hyperboloidförmige Pfeiler tragen die Dachkonstruktion; diese ist als gleichförmig zugbeanspruchtes Dreiecks-Seilnetzwerk ausgebildet, um die grosse Öffnung über dem Eingang des Palastes zu überspannen