

Eduardo Torroja Miret

Autor(en): **Joedicke, Jürgen**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **13 (1959)**

Heft 12

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-330197>

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.

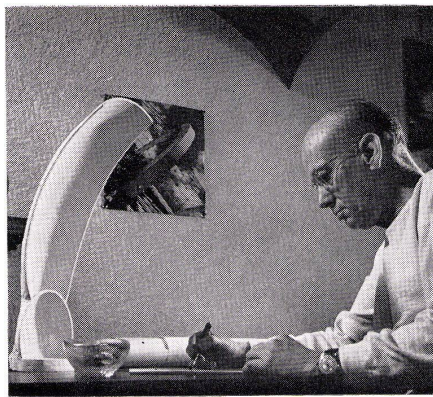
Jürgen Joedicke

Eduardo Torroja Miret

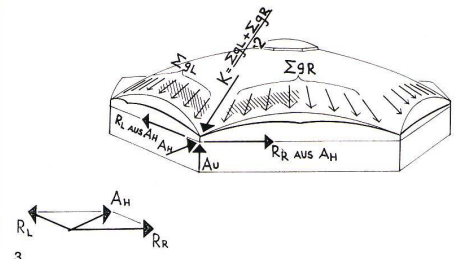
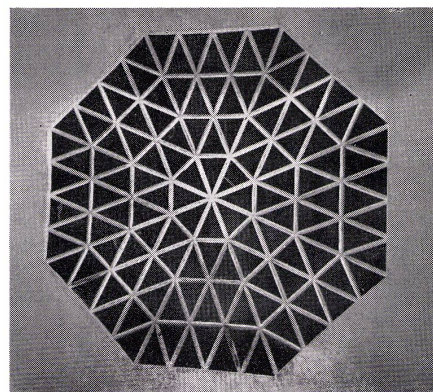
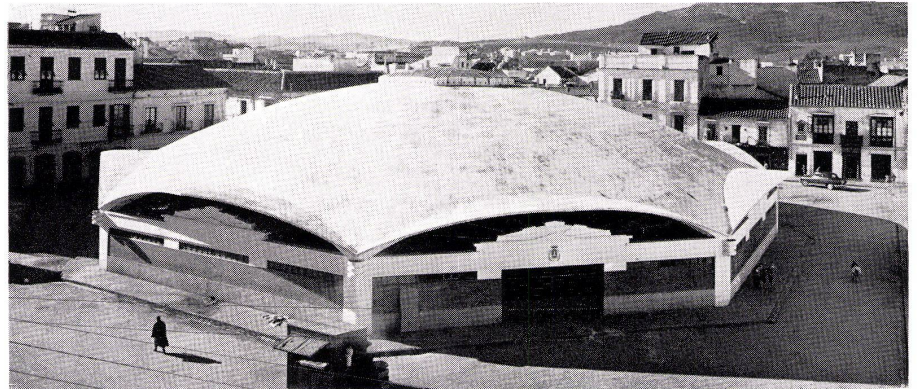
Die Berufsbezeichnung Ingenieur charakterisiert nur unzureichend die Tätigkeit Eduardo Torrojas. Wie bei Pier Luigi Nervi wird nicht die statische Berechnung als bestimmendes Kriterium angesehen; vielmehr steht die intuitive Erfassung des Kräfteflusses und die daraus entwickelte Strukturform im Mittelpunkt des Interesses, wobei die Rechnung schließlich nur die Richtigkeit der intuitiv erfaßten konstruktiven Form nachzuweisen hat. Allerdings setzt diese Methode eine sehr präzise Kenntnis des statischen Verhaltens konstruktiver Systeme voraus, die nur durch analytische Methoden gefunden werden kann.

So gesehen, könnte der Ingenieur, der – wie Torroja und Nervi – strukturelle und formale Überlegungen gleichmäßig verfolgt, die notwendige Erweiterung eines Berufsstandes darstellen, der allzulange sein Genügen darin fand, alles rechnen zu können, was ihm vom Architekten zugemutet wurde. Selbstverständlich sind auch der schöpferischen Intuition Grenzen gesetzt; Torroja zieht deshalb häufig den Versuch am maßstäblichen Modell zu Hilfe, um Aufschluß über die gefährdeten Punkte der Konstruktion zu bekommen und um die Strukturform zu verbessern. Auf Grund der im Modellversuch gefundenen Ergebnisse kann weiterhin die statische Berechnung wesentlich vereinfacht werden. Die Methode, durch Intuition und unterstützende Modellversuche eine Konstruktionsform zu bestimmen, hat für den Architekten etwas Bestechendes an sich, weil sie seiner Fähigkeit, Formen zu entwickeln und zu begreifen, entgegenkommt. Es muß aber mit aller Deutlichkeit gesagt werden, daß nur dann brauchbare Ergebnisse erzielt werden können, wenn eine hinreichende Kenntnis analytischer Methoden vorhanden ist. Der Versuch, räumliche Tragwerke ohne Kenntnis der Statik intuitiv zu erfassen, muß scheitern. Andererseits aber zeigen die Konstruktionen Eduardo Torrojas, welche Gestaltungsmöglichkeiten bestehen, wenn zu der Intuition das analytische Wissen tritt.

Eduardo Torroja entfaltet seine Tätigkeit im Rahmen des von ihm gegründeten «Instituto tecnico de la construcción y del cemento» in Costillares bei Madrid. Dieses Institut ist ein großzügig aufgebautes Forschungslaboratorium, das sich mit der Untersuchung neuartiger Konstruktionsmöglichkeiten beschäftigt. Torroja ist weiterhin als Lehrer an der Bauingenieurabteilung der Technischen Hochschule Madrid tätig. Seine Konstruktionen – von denen drei besonders interessante in diesem Artikel näher analysiert werden sollen – entstanden auf Grund von Modellversuchen im Institut in Costillares.



Eduardo Torroja Miret wurde am 27. August 1899 in Madrid geboren. 1923 diplomierte er als Zivilingenieur für Straßen, Kanäle und Häfen. Bis 1927 arbeitete er als Angestellter einer Gesellschaft für Wasserbau und Statik und machte sich dann selbständig. 1939 wurde er Professor für Statik und Baukonstruktion an der Universität in Madrid. Er ist Leiter des von ihm gegründeten Instituto técnico de la construcción y del cemento in Costillares. Neben seiner Tätigkeit als Lehrer, Forscher und Ingenieur ist er als Berater wissenschaftlicher und staatlicher Organisationen tätig. Seine großen Verdienste wurden durch die Verleihung des Dr.-Ing. h.c. der Universitäten von Toulouse, Buenos Aires und der ETH Zürich geehrt. Torroja hat als Gastprofessor an verschiedenen Hochschulen der USA (Harvard, Princeton, M.I.T. und Raleigh) seine Gedanken vorgetragen. Er hat weiterhin eine reiche Vortragstätigkeit entfaltet, die ihn nach den meisten Ländern Europas und Amerikas geführt hat. In diesen Vorträgen setzte sich Torroja sowohl mit reinen Konstruktionsproblemen (Sicherheitskoeffizienten im Stahlbetonbau, Konstruktion von Schalenbauten, wie auch mit Fragen auseinander, die den Einfluß des Materials auf die Form zum Gegenstand haben.

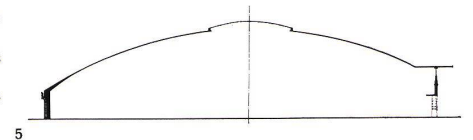


1-8 Markthalle in Algéciras. Marché à Algéciras. Market in Algéciras.

1 Gesamtansicht. Vue d'ensemble. General view.

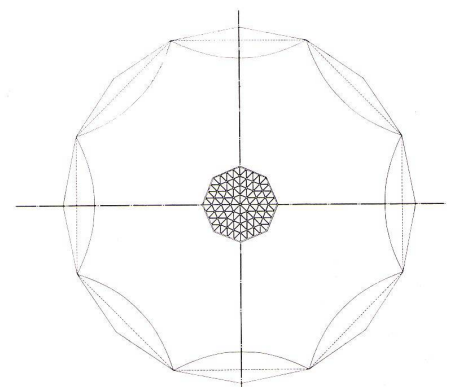
2 Detail des Oberlichtes. Détail du jour d'en haut. Detail of skylight.

3 Konstruktionsschema, das die Aufnahme der Kräfte am Kämpfer zeigt. Schéma de construction, montrant la réception des forces au sommier. Construction diagram showing how transom takes the stress.



4 Grundriß. Plan. Plan.

5 Querschnitt. Coupe transversale. Cross section.



Markthalle in Algeciras

Die Markthalle in Algeciras, die 1933 erbaut wurde, hat einen achteckigen Grundriß und wird von einer Kuppel überdeckt (Abb. 1-8). Der Durchmesser der Kuppel, die von acht Stützen getragen wird, beträgt 47,62 m. Am Kämpfer sind acht radial verlaufende flache Zylinderschalen angeordnet, die sich mit der Kuppel durchdringen. Für die Belichtung der Halle sorgt ein zentrales Oberlicht, das mit dreieckförmigen Stahlbetonfertigteilen überdeckt ist. Die Stärke der Kuppel beträgt in der Mitte 8,5 cm und steigert sich zum Kämpfer hin auf 44 cm.

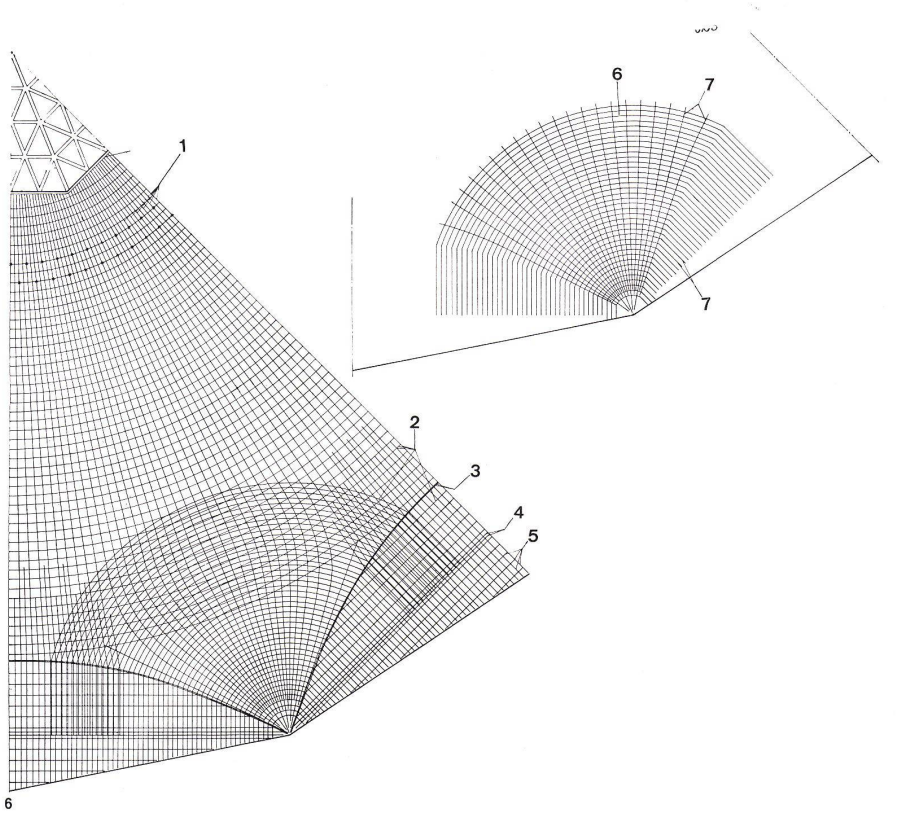
Bei der konstruktiven Gestaltung einer derartigen, relativ flachen Schalenkonstruktion ist vor allem die Ausbildung der Kämpferzone von entscheidender Bedeutung – sowohl was die Konstruktion als auch die Gestaltung betrifft. Am Rand summieren sich die in der Schale entstehenden radialen Kräfte und werden in die Auflager abgeleitet. Der Rand muß zur Aufnahme dieser Kräfte entsprechend ausgesteift werden. Da die Belastung aus der Kuppel gleichmäßig verteilt wirkt, andererseits aber die Unterstützung nur an einzelnen Punkten erfolgt, muß der Rand für eine Überleitung der Kräfte in diese Stützen sorgen. Der Rand erhält damit eine spezifisch andere Funktion als irgendein anderer Teil der Kuppeloberfläche.

Die notwendige Verstärkung des Randes erzielt Torroja bei der Markthalle in Algeciras durch die Anordnung von radial verlaufenden Zylinderschalen, die sich am Kämpfer mit der Kuppel durchdringen. Entlang dieses so verstärkten Randes können die aus der Schale resultierenden Druckkräfte auf die acht vertikalen Randstützen abgeleitet werden. Es entsteht dabei an jeder Stütze eine schräg nach außen gerichtete Resultierende, deren Vertikalkomponente von der Stütze und deren Horizontalkomponente von einem die Köpfe der Stütze verbindenden Zugring (16 \varnothing 30) aufgenommen wird (Abb. 3, die den Versuch darstellt, den Verlauf der Kräfte anschaulich zu demonstrieren). Der Zugring mußte aus folgender Überlegung vorgespannt werden: infolge der Elastizität des Ringes tritt bei Belastung eine unerwünschte Deformation der Kuppel ein. Um dies zu vermeiden, wurde der Ring, bevor die Konstruktion ausgeschalt wurde, vorgespannt.

Zugleich ergab sich dadurch ein leichtes Abheben der Kuppel von der Holzschalung, so daß das Ausschalen erleichtert wurde. Die Zugbänder wurden später einbetoniert, um Korrosionserscheinungen zu verhindern.

Die Randstützen sind in radialer Richtung gelenkig gelagert, während sie in Richtung der die Grundfläche umhüllenden Tangenten eingespannt sind. Sie gewährleisten die Stabilität der Halle, können aber zugleich bei Formänderungen der Kuppel infolge Temperaturschwankungen in radialer Richtung ausweichen, so daß keine wesentlichen Biegemomente im Inneren der Konstruktion entstehen können. Allerdings kommt die daraus entwickelte schmale Stützenform nicht voll zur Geltung, da vor die tragende Stütze ein Betonmantel gelegt ist, der ohne statische Funktion ist und nur zur Aufnahme des Regenrohres dient (Abb. 7).

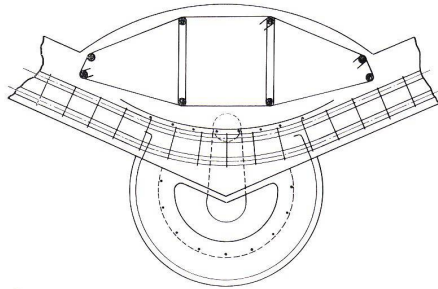
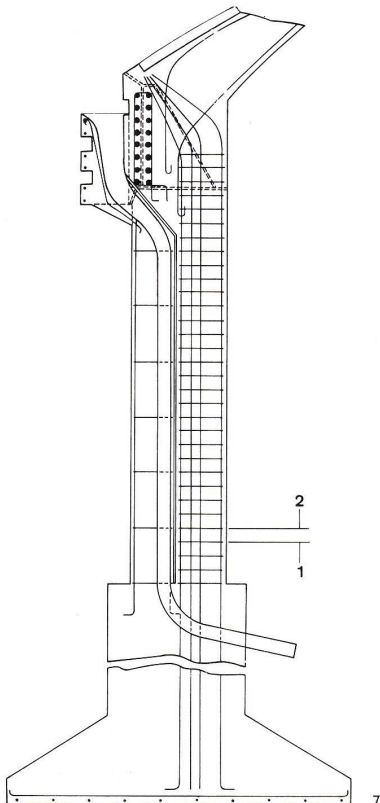
Die gesamte Konstruktion – Kuppel, Stützen und Zugbänder – wurde unabhängig von den raumumgrenzenden Umschließungswänden gehalten. Wie Torroja angibt, ist die Stahlbetonschale absolut wasserdicht – was dar-



6
Ausschnitt aus dem Armierungsplan.
Détail du plan des armatures.
Detail of reinforcement plan.

- 1 Diese Eisen verlaufen vom Kreuz an auf der Unterseite / Ces fers sont à la face inférieure à partir de la croix / These irons run from the cross on the under side
- 2 Alle Armierungseisen 12 mm Durchmesser / Tous les fers ont un diamètre de 12 mm / All reinforcement irons have a diameter of 12 mm
- 3 Zwei Armierungseisen 25 mm Durchmesser / Deux fers de 25 mm de diamètre / Two reinforcement irons with 25 mm diameter
- 4 Armierungseisen 15 mm Durchmesser / Fers de 15 mm de diamètre / Reinforcement irons with 15 mm diameter
- 5 Armierungen an der Oberseite / Fers à la face supérieure / Reinforcement on the upper side
- 6 Untere Armierung / Armature inférieure / Lower reinforcement
- 7 Armierungseisen 12 mm Durchmesser / Fers de 12 mm de diamètre / Reinforcement irons with 12 mm diameter

7
Vertikalschnitt durch die Stütze.
Coupe verticale du support.
Vertical section of support.
1 Straßenniveau / Niveau de la rue / Street level
2 Sockelniveau / Niveau du socle / Foundation level
8
Horizontalschnitt durch die Stütze in Höhe des Zugbandes.
Coupe horizontale du support au niveau du tirant.
Horizontal section of support at level of tie rod.

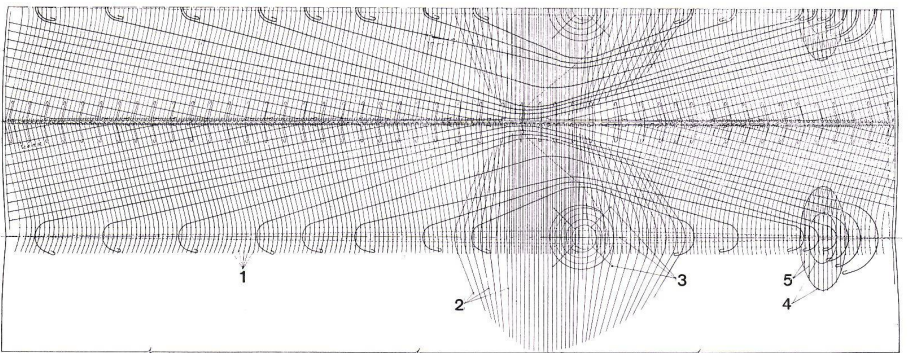
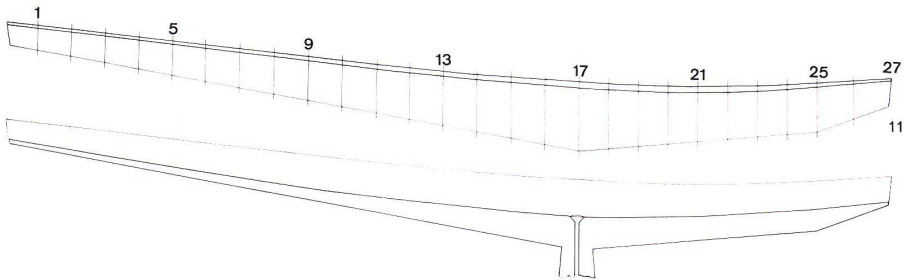
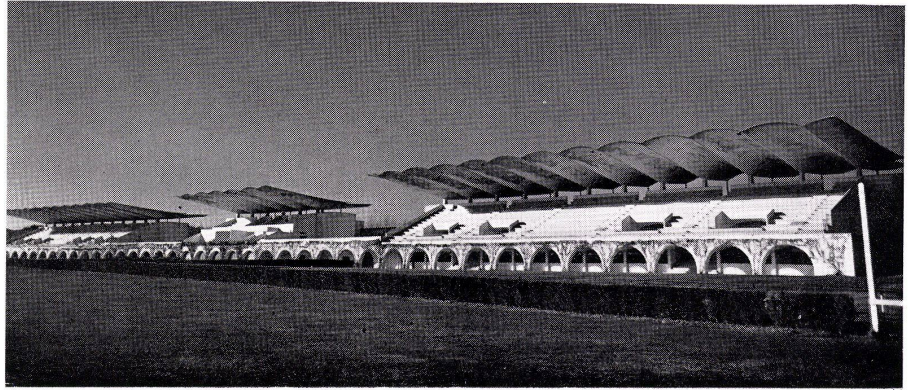
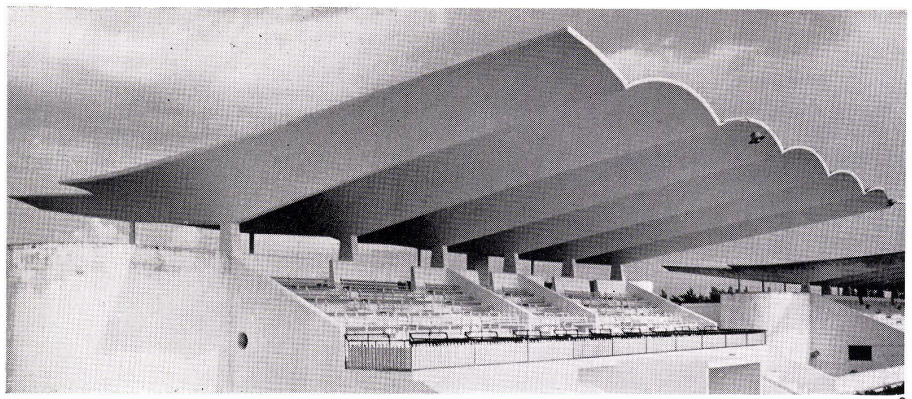


8

auf schließen läßt, daß auch die im Inneren der Schale auftretenden Ringkräfte reine Druckkräfte sind –, so daß auf die Aufbringung einer wasserdichten Dachhaut verzichtet werden konnte. Die Armierung der Kuppelschale besteht aus einem einlagigen Netz radial und ringförmig verlaufender Eisen (\varnothing 12 mm). Am Rand sind zwei Lagen Eisen vorhanden, von denen die eine – entsprechend dem Verlauf der Spannungstrajektorien – zu den Auflagern hin konzentriert ist.

Tribürendach der Rennbahn in Zarzuela

Die Tribünenüberdachung der Rennbahn in Zarzuela bei Madrid (Architekten C. Arniches und L. Dominguez, erbaut 1935, Abb. 9–14) ist in ihrer Form eine Folge liegender einschaliger Hyperboloide (siehe «Systematik der Schalenkonstruktionen», Bauen + Wohnen Nr. 8/1959, Seite 263). Nach ihrer Entstehung kann eine derartige Fläche sowohl als Regelfläche wie auch als Rotationsfläche verstanden werden. Sämtliche vertikalen Schnitte durch ein liegendes einschaliges Hyperboloid ergeben Kreise unterschiedlichen Durchmessers, sämtliche horizontalen Schnitte Hyperbeln. Würde eine derartige Form, wie sie in Zarzuela verwendet wurde, rein als einschaliges Hyperboloid ausgebildet, ergäbe sie an den seitlichen Begrenzungen einen konvex nach unten verlaufenden Rand. Da die Architekten der Meinung waren, daß eine solche Form zu kühn sei, wurde am Kämpfer ein geradlinig verlaufender Rand vorgesehen. Um eine solche Form zu erreichen, mußte eine sich zum Auflager hin verbreitende Kämpferzone in Kauf genommen werden; sie tritt allerdings in der Vorderansicht des Tribürendaches nicht in Erscheinung, da sie hier in ihrer Breite auf Null ausläuft (Abb. 14). Torroja hat mit Recht keinen Zweifel daran gelassen, daß die Lösung mit konvex nach unten verlaufendem Rand eine strukturell einprä-



9–14
Tribünenüberdachung der Rennbahn in Zarzuela.
Toiture de la tribune du champs de course à Zarzuela.
Roof of grandstand at Zarzuela race track.

9
Detailansicht.
Détail.

10
Gesamtansicht.
Vue d'ensemble.

11
Längsschnitt durch den Scheitel.
Coupe longitudinale au sommet.
Longitudinal section of crown.

12
Längsschnitt durch den Kämpfer.
Coupe longitudinale au sommier.
Longitudinal section of transom.

13
Armierungsplan.
Plan d'armature.
Reinforcement plan.
1 Obere Eisen 10 mm Durchmesser, 12 Stück pro Meter /
Fers supérieurs de 10 mm de diamètre; 12 pièces au
mètre / Upper irons with 10 mm diameter, 12 pieces per
meter

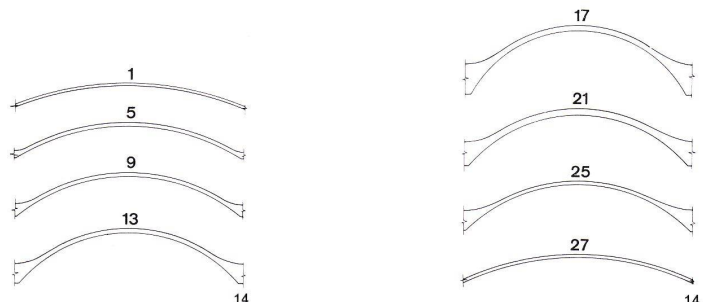
2 Untere Eisen 10 mm Durchmesser, 12 Stück pro Meter /
Fers inférieurs de 10 mm de diamètre; 12 pièces au mètre /
Lower irons with 10 mm diameter, 12 pieces per meter

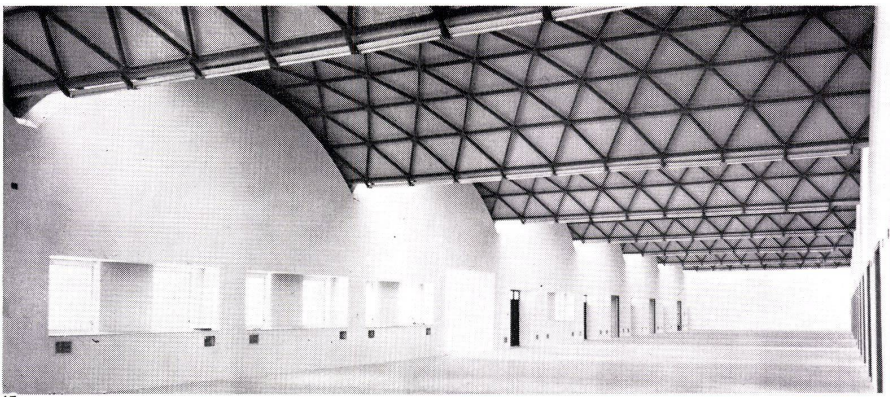
3 Radiale Eisen 12 mm Durchmesser / Fers radiaux de
12 mm de diamètre / Radial irons 12 mm diameter

4 Eisen 8 mm Durchmesser / Fers de 8 mm de diamètre /
Irons with 8 mm diameter

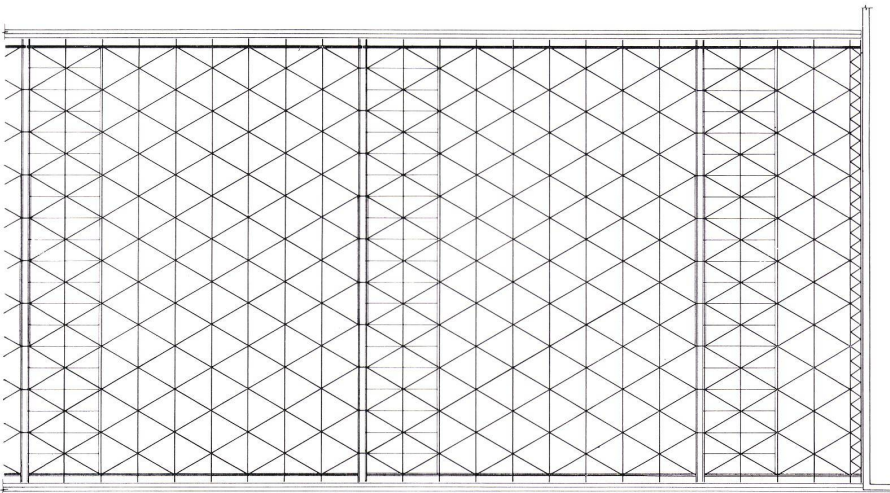
5 Eisen 12 mm Durchmesser / Fers de 12 mm de dia-
mètre / Irons with 12 mm diameter

14
Schnitte durch die Überdachung. Die Zahlen beziehen
sich auf die Lage der Querschnitte auf Abb. 11.
Coupes de la toiture. Les chiffres se rapportent à la
situation des coupes transversales voir no. 11.
Sections of roof. The numbers refer to the situation of
the cross sections: see no. 11.

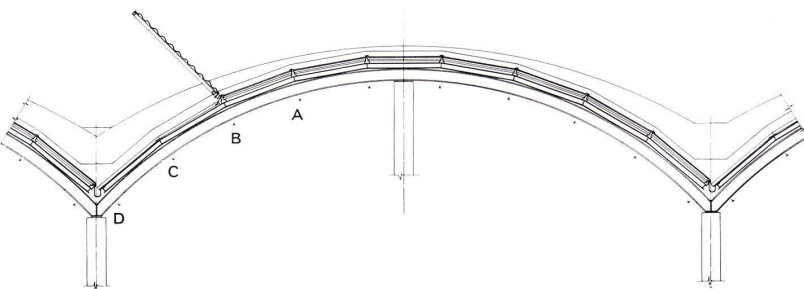




15



16



17

15-22
Halle im Instituto tecnico de la construcción y del cemento in Costillares bei Madrid.

Hall de l'Instituto tecnico de la construcción y del cemento à Costillares près de Madrid.

Hall in the Instituto tecnico de la construcción y del cemento at Costillares near Madrid.

15

Innenansicht.

Vue intérieure.

Interior view.

16

Grundriß der Dachkonstruktion.

Plan de la construction du toit.

Plan of roof structure.

17

Querschnitt durch eine Tonne.

Coupe transversale d'un cintre.

Cross section of soffit scaffolding

samere Formergeben hätte. Einer ästhetischen Vorstellung zuliebe, die zudem in ihrer Begründung höchst fragwürdig erscheint, wurde die strukturell wie formal bessere Lösung geopfert.

Die in der Ansicht aus einzelnen Kreisbogen zusammengesetzte Überdachung ist konstruktiv jeweils im Scheitel durch eine Fuge getrennt (Abb. 13), die formal nicht in Erscheinung tritt. Jedes Konstruktionselement besteht aus zwei Halbbögen, die durch eine zur Stütze hin sich verdickende Kämpferzone verbunden sind. Torroja hat dieser Konstruktion den Namen «gaviota» (Möve) gegeben, da nach seiner Meinung eine strukturelle Entsprechung zwischen dieser Konstruktion und den Flügeln eines Vogels besteht, dessen Körper in der Schnittlinie der beiden Flügel hängt. In Querrichtung der Tribünenüberdeckung krägt die Konstruktion zur Rennbahn hin 12,57 m aus. Sie wird von einer eingespannten Stütze getragen und ist an ihrem hinteren Ende durch ein Zugseil rückverhängt. Die Tribünenüberdeckung kann in Querrichtung als eine normale Kragarmkonstruktion betrachtet werden, bei der infolge Biegung an der Oberseite Zugkräfte und an der Unterseite Druckkräfte entstehen. Die genaue Verteilung der Kräfte in Längsrichtung wurde durch Modellversuche bestimmt, wobei Torroja wegen der Schwierigkeit der konstruktiven Lösung ein Modell im Maßstab 1:1 aufbauen ließ. Die der Ausführung zugrunde gelegte Stärke der Schale beträgt 6,2 cm am äußeren Rand und 14,5 cm im Bereich der Stütze.

Die elegante, leicht und schwebend wirkende Konstruktion darf heute, bald 25 Jahre nach ihrer Erbauung, als eine der besten Lösungen auf diesem Gebiet angesprochen werden. Sie ist weit über ihre konstruktive Bedeutung hinaus ein Symbol der für unsere Zeit typischen Gestaltungsart. Das klare Strukturbild wird durch eine am Fuß der Tribüne angeordnete Bogenstellung, die nichts anderes als eine reine Form-Attrappe ist, leider etwas verwischt. Sie wurde später – gegen den Willen Torrojas – hinzugefügt.

Instituto tecnico de la construcción y del cemento in Costillares

Die Fabrikhalle auf dem Gelände des von Torroja geleiteten Instituto tecnico de la construcción y del cemento in Costillares (Architekten C. Echegaray und M. Barbero; gebaut 1948) ist im Gegensatz zur Markthalle in Algeciras und der Stadionüberdachung in Zarzuela eine reine Stahlkonstruktion (Abb. 15-22). Eine lange, in Ost-West-Richtung orientierte Halle (Breite 14,50 m, Länge 72,40 m) ist durch eine Folge quergerstellter Tonnen überdeckt. Jede Tonne bildet bei einer Breite von 9,60 m und einer Höhe von 2,37 m einen 90°-Bogen, so daß die Tangenten am Schnittpunkt zweier Tonnen einen Winkel von 90° bilden. Zur Belichtung ist an der Nordseite jeder Tonne ein Glasstreifen vorhanden, der durch steil aufragende Blenden vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt werden soll.

Jede Tonne ist als räumlich gekrümmtes Stahlfachwerk konstruiert. Das konstituierende Element des Fachwerks ist ein gleichseitiges Dreieck mit der Seitenlänge von 1,345 m; neun Reihen derartiger gleichseitiger Dreiecke bilden eine Tonne. Die Diagonalen, Vertikalen und Horizontalen des Stahlfachwerks

bestehen jeweils aus einem IP 8. An den Schnittpunkten sind die Stäbe durch ein oberes und ein unteres 6 mm starkes Knotenblech verbunden. Stäbe und Knotenblech sind verschweißt. Damit die Konstruktion beim Schweißen nicht gedreht werden mußte, wurden alle Schweißnähte so vorgesehen, daß sie von oben ausgeführt werden konnten.

Die Verbindung von unterem Flansch mit unterem Stegblech erfolgte durch Schweißnähte in Längsrichtung der Profile, die Verbindung von oberem Flansch mit oberem Stegblech durch Schweißnähte diagonal zur Längsrichtung der Profile (Abb. 18). An beiden Längsrändern liegt jede Tonne auf einem gebogenen IP 18 auf, der in der Mitte und jeweils an beiden Seiten durch vertikale Stützen gehalten wird. Da die Tonne einem gebrochenen Linienzug folgt, der Auflageträger aber gebogen ist, müssen Unterlagsscheiben die Differenz ausgleichen (Abb. 19).

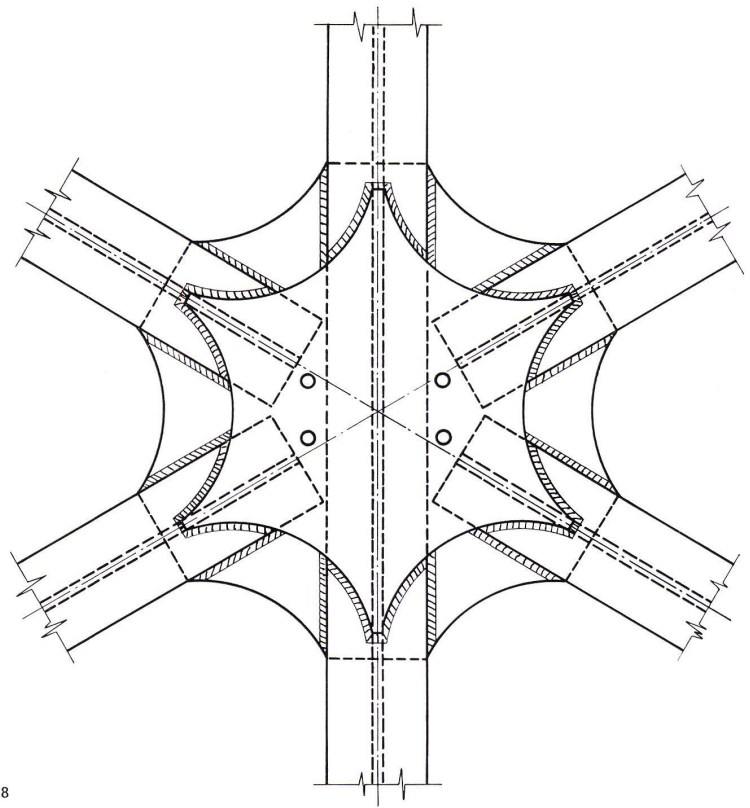
Jeder Bogenträger ist von dem nächsten durch eine Fuge getrennt. Die Dachhaut besteht aus einer Zinkabdeckung, unter der eine Isolierung von 25,4 mm starkem Kork und eine Brettlage von 30 mm Stärke liegt. Die Bretter sind auf L-förmige Holzpfetten genagelt, die jeweils in der Achse der in Längsrichtung der Tonne verlaufenden Profile des räumlichen Fachwerkes voll aufliegen. Die letzten beiden Reihen jeder Tonne sind mit Drahtglas abgedeckt. Die Sonnenblenden bestehen aus gewellten Eternitplatten, die durch Hohlkastenprofile (2 x L-Eisen 55 x 55 x 6) gehalten werden. Der Abstand der Hohlkastenprofile entspricht der Seitenlänge des gleichseitigen Dreiecks. Gut ist die Frage der Entwässerung gelöst: Zwischen je zwei Tonnen befindet sich die in Längsrichtung der Tonne verlaufende Rinne.

Die Konstruktion bewirkt eine außerordentlich eindrucksvolle Raumlagerung. Es ist zu bedauern, daß die Anregungen, die Torroja hier gab, bisher kaum genutzt wurden. Problematisch allerdings erscheint die Einfügung der Glasplatten auf der Nordseite jeder Tonne.

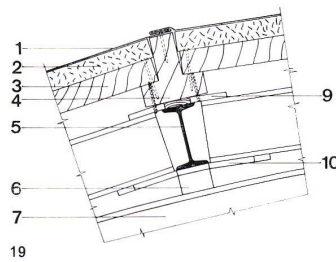
Der Raumeindruck der Halle basiert auf einer Folge in sich symmetrischer Konstruktionselemente. Die Belichtung dagegen ist asymmetrisch konzipiert; sie widerspricht also dem Ordnungsprinzip der Konstruktion – was allerdings auf dem Foto nicht sichtbar wird, da es so aufgenommen ist, daß der Lichteinfall nicht deutlich wird.

Die in diesem Artikel näher analysierten Bauten geben nur einen kleinen, aber typischen Ausblick auf das alle Gebiete der Konstruktion umfassende Schaffen von Torroja. Neben Schalenkonstruktionen, Brückenbauten aus Stahl und Stahlbeton, Konstruktionen von Aquädukten, Talsperren und großen Wasserbehältern hat Torroja eine Reihe ausgezeichnete Projekte für weitgespannte Flugzeughallen ausgeführt. In Zusammenarbeit mit Architekten entstanden Wohnhäuser, Fabrikbauten und Kirchen. Die wichtigsten dieser Bauten auch nur im einzelnen zu nennen und durch Abbildungen zu belegen, müßte den begrenzten Rahmen dieses Artikels sprengen.

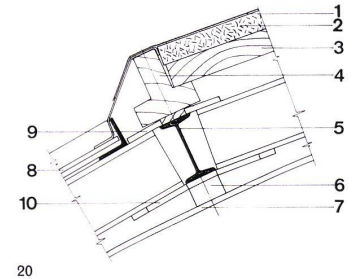
Es ist zu hoffen, daß sich auch für das deutschsprachige Gebiet ein Verleger finden wird, der das Werk Torrojas in einer umfassenden Monographie herausgibt. Die Bedeutung Torrojas scheint mir jedoch nicht nur in seiner Tätigkeit als Ingenieur zu liegen; Torroja ist vor allem auch ein begnadeter Lehrer, der die Fähigkeit besitzt, sein Wissen und seine Erkenntnisse in begreifbarer Form zu vermitteln.



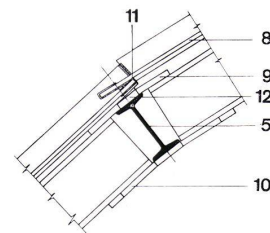
18



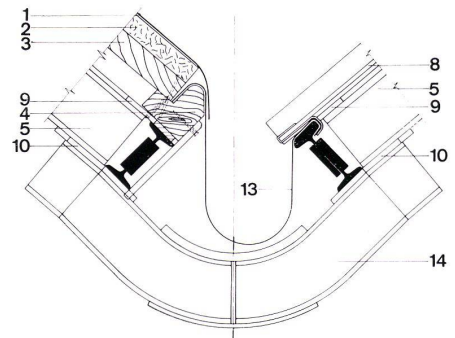
19



20



21



22

18
Detailpunkt mit Anordnung der Schweißnähte.
Détail avec disposition des cordons de soudure.
Detail showing arrangement of welded seams.

19-22
Detail A, B, C und D der Dachkonstruktion.
Détails A, B, C et D de la construction du toit.
Details A, B, C and D of roof structure.

- 1 Zinkblech / Tôle de zinc / Sheet zinc
- 2 Korkisolierung, 25 mm stark / Isolement de liège, 25 mm d'épaisseur / Cork insulation 25 mm thick
- 3 Brettlage, 30 mm stark / Palplanche de 30 mm d'épaisseur / Planking 30 mm thick
- 4 L-förmige Holzpfette / Panne de bois en L / L-shaped wooden purlin
- 5 Räumliches Fachwerk, bestehend aus IP 8 / Treillis en espace, composé de IP 8 / Latticework consisting of IP 8
- 6 Unterlagsscheibe, die am Rand zwischen dem gebogenen Randträger IP 8 und dem polygonal gebrochenen

Fachwerk vermittelt / Semelle au bord entre la poutre marginale cintrée IP 8 et le treillis à membrure polygonale / Bearing plate which on the edge of bowed peripheral girder IP 8 and the polygonal latticework

- 7 Gebogener Randträger als Auflager des räumlichen Fachwerkes / Poutre marginale cintrée servant d'appui du treillis en espace / Bowed peripheral girder as bearing of latticework
- 8 Drahtglas / Verre armé / Wire-reinforced glass
- 9 Oberes Knotenblech / Gousset supérieur / Upper gusset plate
- 10 Unteres Knotenblech / Gousset inférieur / Lower gusset plate
- 11 Dichtungsstreifen aus Gummi / Ruban étanche en caoutchouc / Rubber caulking strips
- 12 Unterlagsscheibe / Semelle / Bearing plate
- 13 Dachrinne / Gouttière / Gutter
- 14 Gebogenes Verbindungsstück zwischen zwei Tonnen / Pièce de jonction cintrée entre deux cintres / Bowed union between two soffit scaffoldings