

# Sonnenliebender Drache

## Stadion der Weltspiele in Kaohsiung/RC

„Fliegender Drache“ nennen die Taiwaner ihr Stadion in Kaohsiung. Das schimmernde Halbrund ist eine von Toyo Ito's perfekten Symbiosen aus Form und Funktion, das dank Solartechnik mehr Strom erzeugt als verbraucht.



### Toyo Ito

wurde 1941 im von Japan annektierten Korea geboren. 1965 schloss Ito sein Studium der Architektur an der Universität Tokio ab. Von 1965 bis 1969 arbeitete er für das Architekturbüro Kiyonori Kikutake Architects and Associates. 1971 gründete Ito sein eigenes Büro unter dem Namen Urban Robot in Tokio. Der Name wurde 1979 in Toyo Ito & Associates Architects geändert.



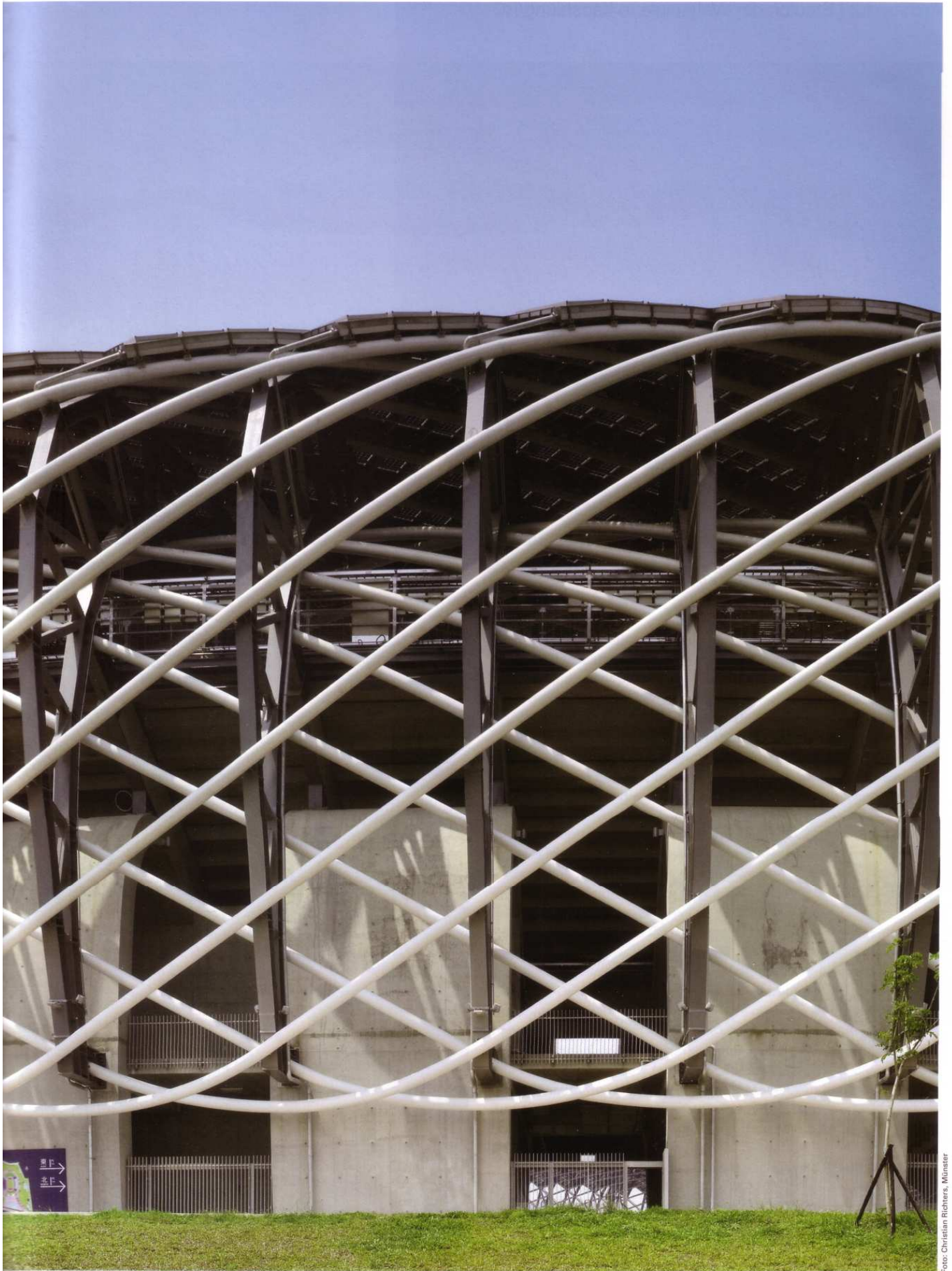


Foto: Christian Richters, Münster

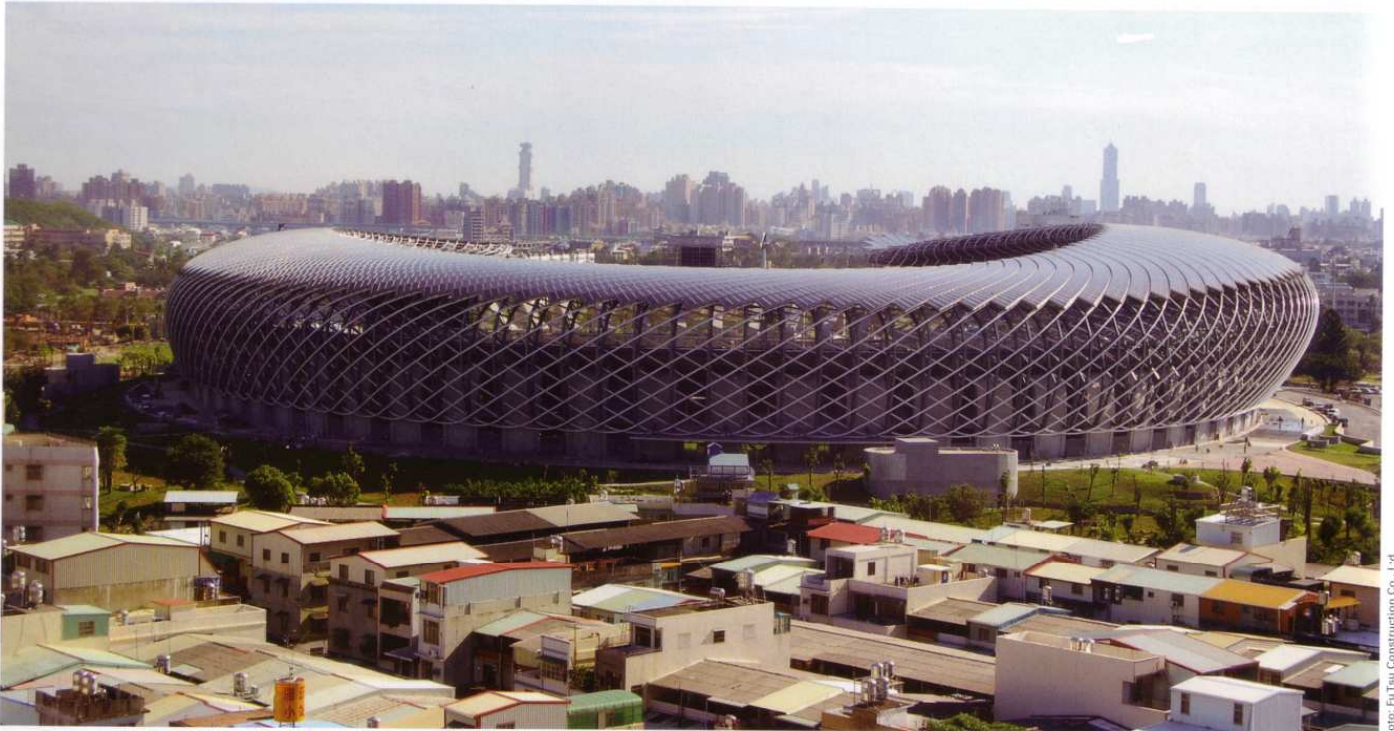
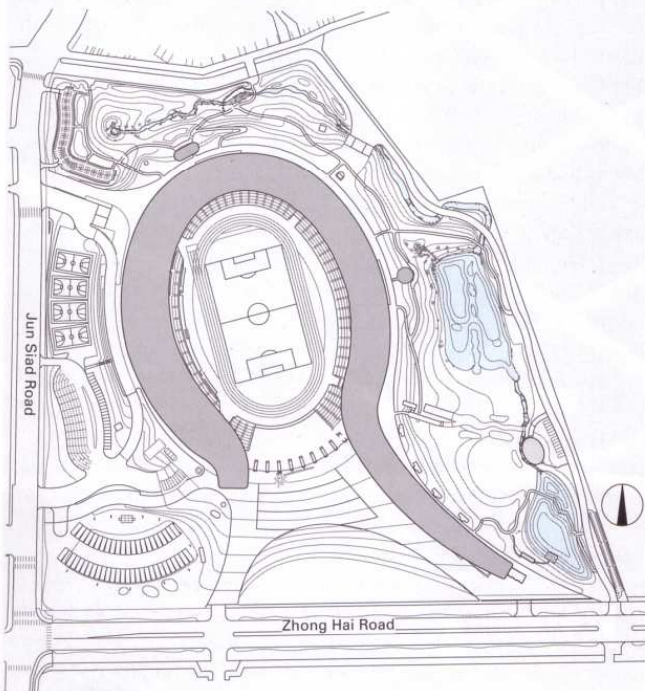


Foto: Fu Tsu Construction Co., Ltd

Das Solardach hat eine Oberfläche von 14 155 m<sup>2</sup> und ist ausgestattet mit über 8840 Photovoltaikpaneelen. Die Energiefassade besteht aus drei Schichten: Stahlträger, oszillierende Rohre und PV-Module



Lageplan, M 1:6000

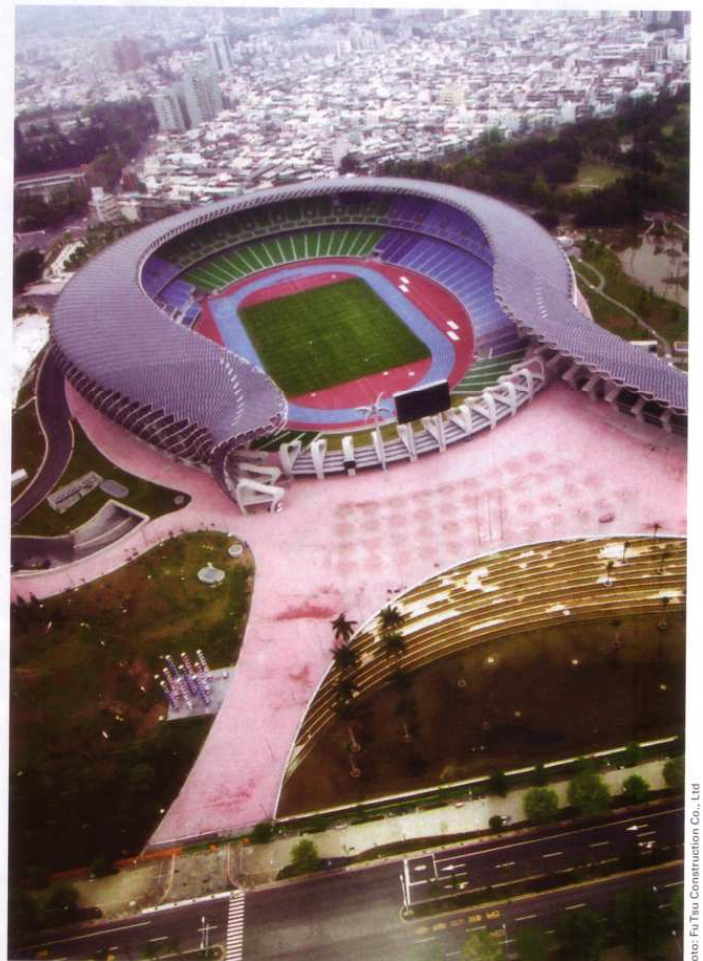
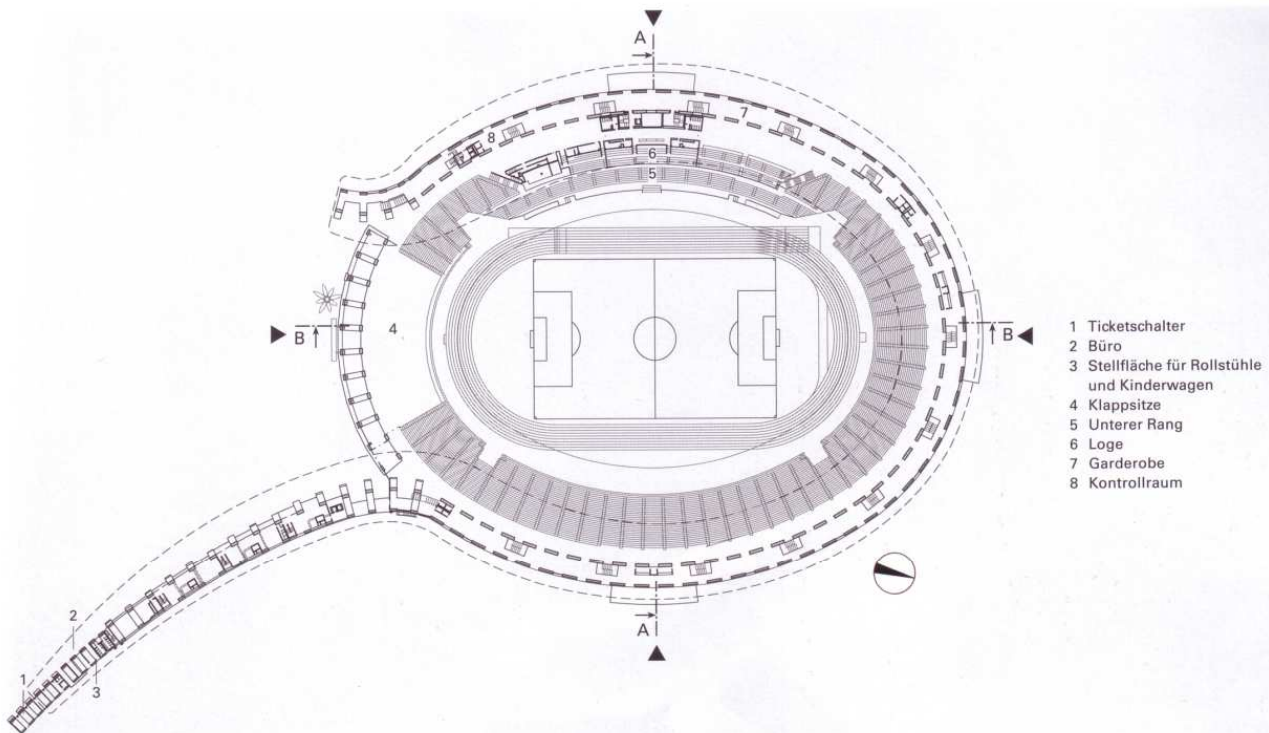


Foto: Fu Tsu Construction Co., Ltd



Grundriss 1. Obergeschoss, M 1:3000

Bereits von weitem sieht man das blauglitzernde Gebäude sich schlangenartig in der Sonne aalen. Seine Form gleicht einem Fragezeichen, das sanft den Stadionrasen umspielt. Sein Material: Stahlträger an Betonsäulen, so grazil verstrebt, dass die geschwungene Dachfläche förmlich zu fliegen scheint. Seine reptile Haut verdankt die Fassade tausenden Solarzellen, die Toyo Ito bemerkenswert organisch-ästhetisch in die Gebäudestruktur einfügte. Womit bewiesen wäre, dass Solartechnik längst kein Synonym mehr für unbeholfen mit Photovoltaik beklebte Dächer sein muss.

Freiwillig kam der Griff zur Solarzelle nicht. Aufgabe war es, 55000 Zuschauerplätze zu schaffen sowie Fußball- und Leichtathletikanlagen, die internationalen Wettkampfstandards entsprechen, aber all dies sollte in einem Gebäude verpackt werden, das die Nachhaltigkeitsauflagen der Regierung erfüllt. Mindestens 1,1 GWh Solarstrom sollten jährlich erzeugt werden, um 660t CO<sub>2</sub> einzusparen, forderte die gemeinsame Ausschreibung von Taiwans Sportkonzil und Kaohsiungs Baubehörde. Dass das wirtschaftlich boomende, aber von China gegängelte Land sein Image als Umweltschänder loswerden will, ist politisch beschlossene Sache. Was also ist ein besserer Botschafter, als die World Games 2009 im größten solarbetriebenen Stadion der Welt zu eröffnen?

### Gebaute Öffnung

Toyo Ito's Entwurf setzte sich 2005 im internationalen Wettbewerb durch. Sein Entwurf überwindet die geschlossene Stadiontypologie: „Normalerweise sind Stadien sehr statisch und symmetrisch. Wir wollten hier eine fließende, dynamische Form schaffen“, erläutert Ito.

Und so blickt, wer aus der U-Bahn-Station kommt, auf den leicht kurvig ansteigenden „Drachenschwanz“, der Ticketschalter und Büros beherbergt. Dieser steigt kontinuierlich an bis zum massiven Haupttrakt, der C-förmig das Wettkampffeld umschließt und abrupt am Kopf des Drachens endet. An der offen gehaltenen Südseite befindet sich der Haupteingang. Durch seine sich auffächernden Säulen hat

man bereits von außen Sicht aufs Stadiongeschehen, während Nordtribünen-Besucher auf die angrenzende Grünfläche schauen.

Das Fundament der dynamischen Form bildet ein zweigeschossiger Betonsockel, in dem Parkplätze, Verwaltung, Umkleidekabinen und VIP-Lounges untergebracht sind. Die darauf aufsetzende, offen gehaltene Dach-Fassaden-Konstruktion ist klar in der Formensprache; ihre Strukturelemente sind deutlich betont und sauber miteinander verbunden. Die Sequenz beginnt mit einer markanten Pfahlreihe, die Decken und Wände des Betonsockels stützt sowie seitlich stabilisiert und vertikale Lasten ausgleicht.

Den Hauptteil der Abwärtslast tragen die skelettähnlichen Säulen, die sich in rhythmischen Abständen aneinanderreihen. Ihre unterschiedlichen Formen – allein im Hauptkorpus gibt es neun davon – sind aus Gießbeton gefertigt sowie auch das schulterknochenähnliche Gebälk, das Obertribüne und Dach hält.

Das geschwungene Dach besteht aus drei Schichten: Stahlträger, oszillierende Rohre und Solarpaneele. Die Stahlträger fungieren als zentrale Strukturelemente, so konzipiert, dass sie die Lasten des 22000m<sup>2</sup>-Daches tragen. Insgesamt 32 gedrehte Rohre formen einen radial-rautenverstrebt Kokon, der die gesamte Dachkonstruktion nahtlos zu einer Einheit verwebt. Gestalterisch repräsentieren sie das „Spirale Kontinuum“, das dem Gebäude seine Leichtigkeit und Dynamik verleiht; konstruktiv fangen sie kurzzeitige Wind- und Wetterlasten ab. Die Rohre wurden nach Ito's 3D-Modell sonderangefertigt. Zugleich verankern die Rohre auf winddurchlässige Weise 14155 m<sup>2</sup> Dachfläche, in deren Aluminiumrahmen sich die 2,5 mal 3,5 m großen Photovoltaikmodule einflechten.

So chic das Stadiondesign aussieht, es lässt sich – wie für Toyo Ito typisch – keinesfalls auf Ästhetik reduzieren: So wurde die Achse des Stadions 15° nordwestlich ausgerichtet, was dem Rasen die nötigen 5½ Stunden Lichteinfall gewährt, aber direkte Sonnenstrahlen fernhält, die die Athleten blenden könnten. Dank der südlichen Öffnung des Baukörpers lassen sich die starken Sommerwindböen auffangen.

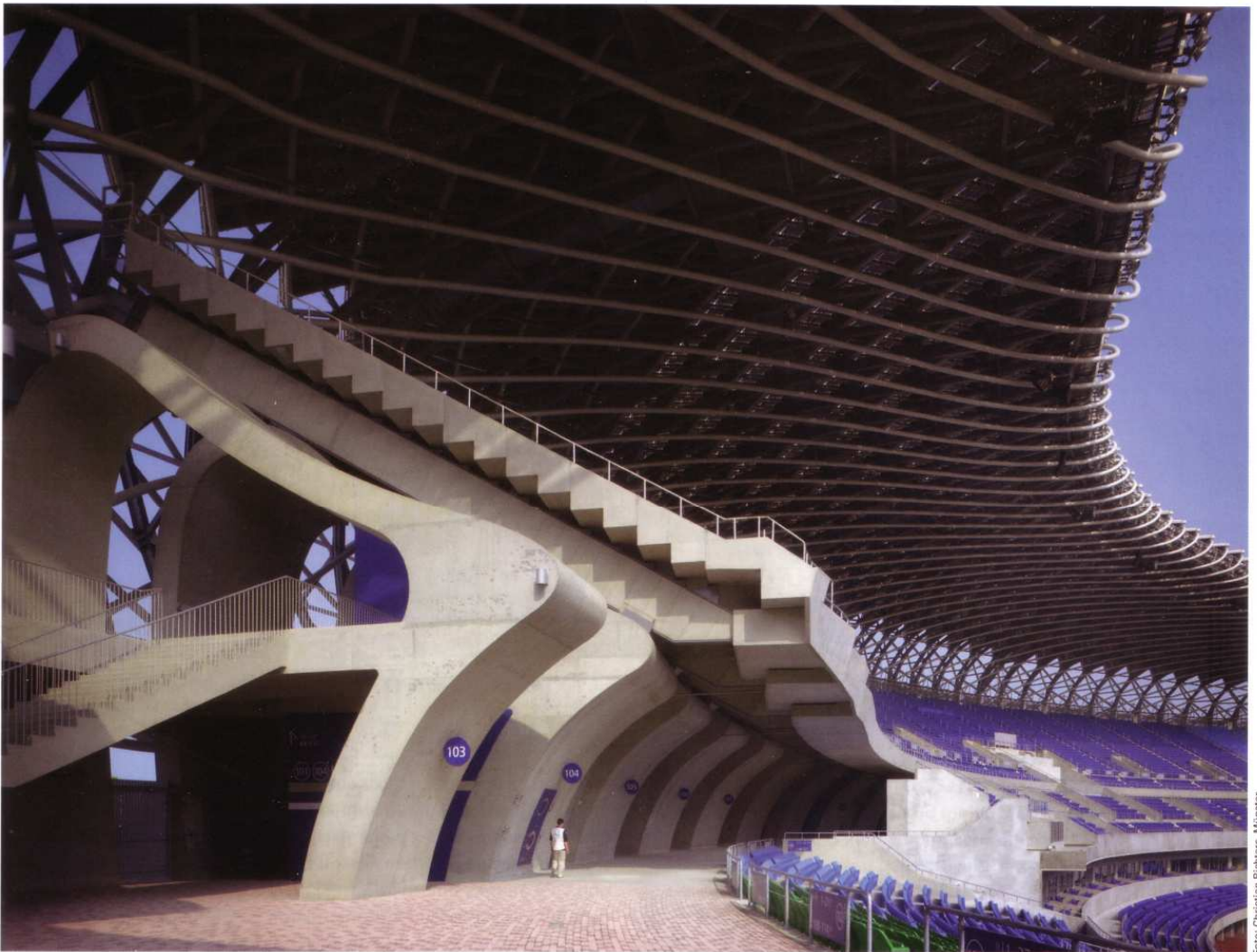
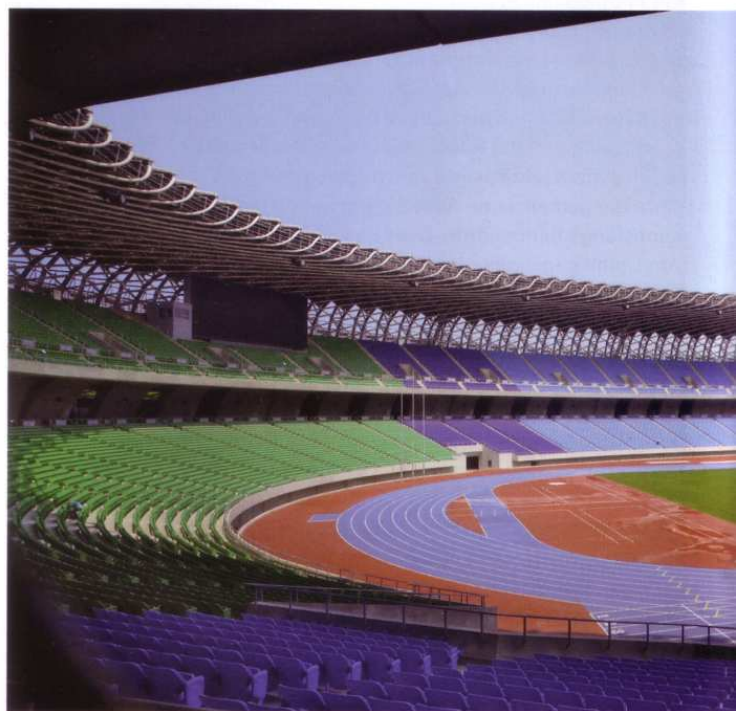


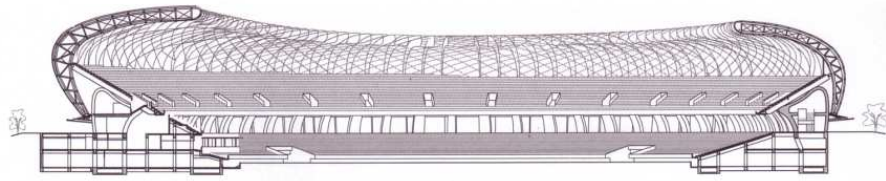
Foto: Christian Richters, Münster



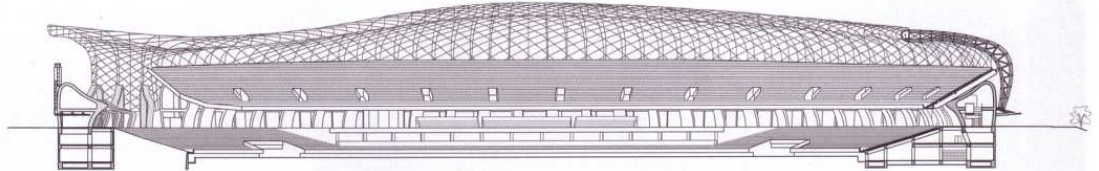
Foto: Christian Richters, Münster



In Toyo Ito's Stadion fand am 20. Mai die Eröffnungsfeier der World Games 2009 statt. Das Stadion bietet Platz für Fußball- und Leichtathletikanlagen nach internationalen Standards sowie 55 000 Zuschauer



Schnitt AA, M 1:2000



Schnitt BB, M 1:2000

Die insgesamt durchlässige Konstruktion nutzt aber den Wind zur natürlichen Belüftung. Um sicherzustellen, dass dabei kein Ballspiel beeinträchtigt wird, ist das Spielfeld in die Erde eingelassen.

**Sportlich grüne Fassade**

Das wie Wasser wogende Dach ist genauer betrachtet ein Solarkraftwerk, das gerade wegen seiner organischen Form aufwändig zu realisieren war: „Die größte Herausforderung war es, die über 8800 Photovoltaikmodule auf dem wellenförmigen Stahlskelett des Stadions anzubringen und sie so ertragsoptimiert zur Sonne auszurichten, dass 1,1 MW Strom erzeugt werden.“ erinnert sich Miki Shiget, Projektleiter beim japanischen Ingenieurbüro Takenaka.

Der Solarzellenhersteller simulierte die Lichteinstrahlungsintensität und modifizierte die Szenarien unter veränderten Bedingungen. Ziel war eine Oberflächenbeschaffenheit des Daches, die auch in De-

tailbereichen Schattenbildung vermied. Die gekrümmte Fläche erforderte intensive Rechenarbeit, um jede Zelle optimal zur Sonne geneigt auszurichten. 279 dezentrale Wechselrichter waren nötig, um die jeweils ähnlich positionierten Module zusammenschalten. Zum Vergleich: Bei ebener Fläche kann man 1,5 MW Leistung mit 15 Wechselrichtern erzeugen.

Um auf dem wellenartigen Dach die Solarzellen, die zwischen sechs Millimeter dicken, gehärteten Glasscheiben einlamiert sind, so anzubringen, dass der Eindruck von Wasser entsteht, wurde ein System konstruiert, dass die Module schwimmend fixiert. Ein spezieller Silikonkleber für Glasfassadenbau wurde eingesetzt, um die Photovoltaikmodule am Stahlgerüst zu befestigen. Dabei kamen plissierte Dichtungen aus Styrol-Chloropren-Gummi zum Einsatz, die einen Versatz der Panels gegeneinander vermieden, um die Analogie zu einer Wasseroberfläche nicht zu zerstören.

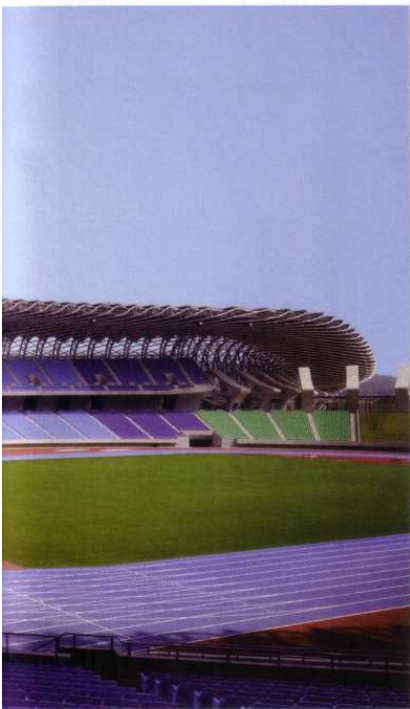
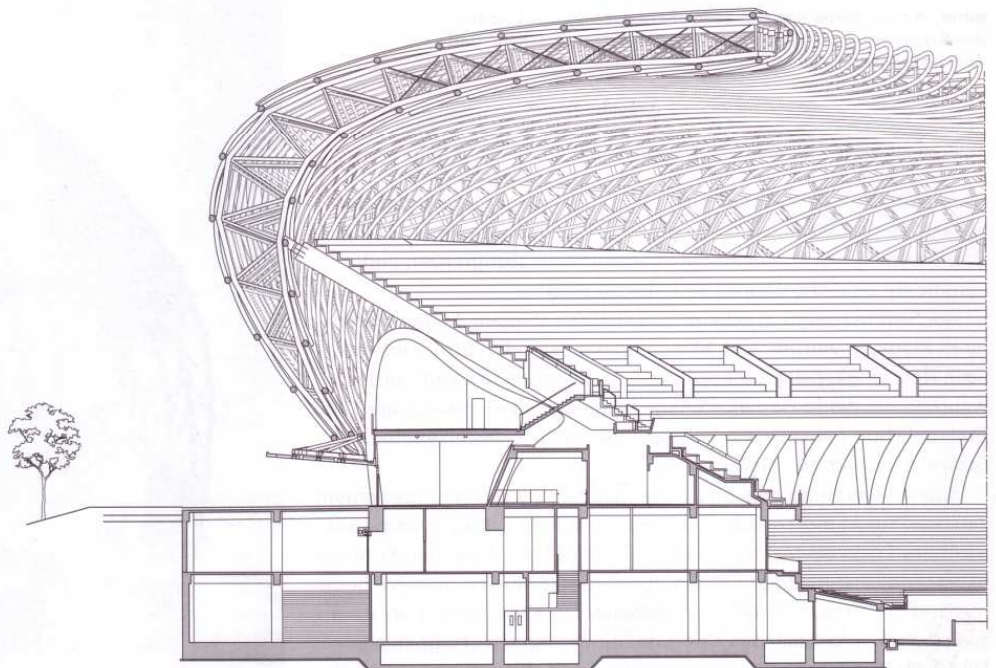


Foto: Christian Richters, Münster



Fassadenschnitt, M 1:500

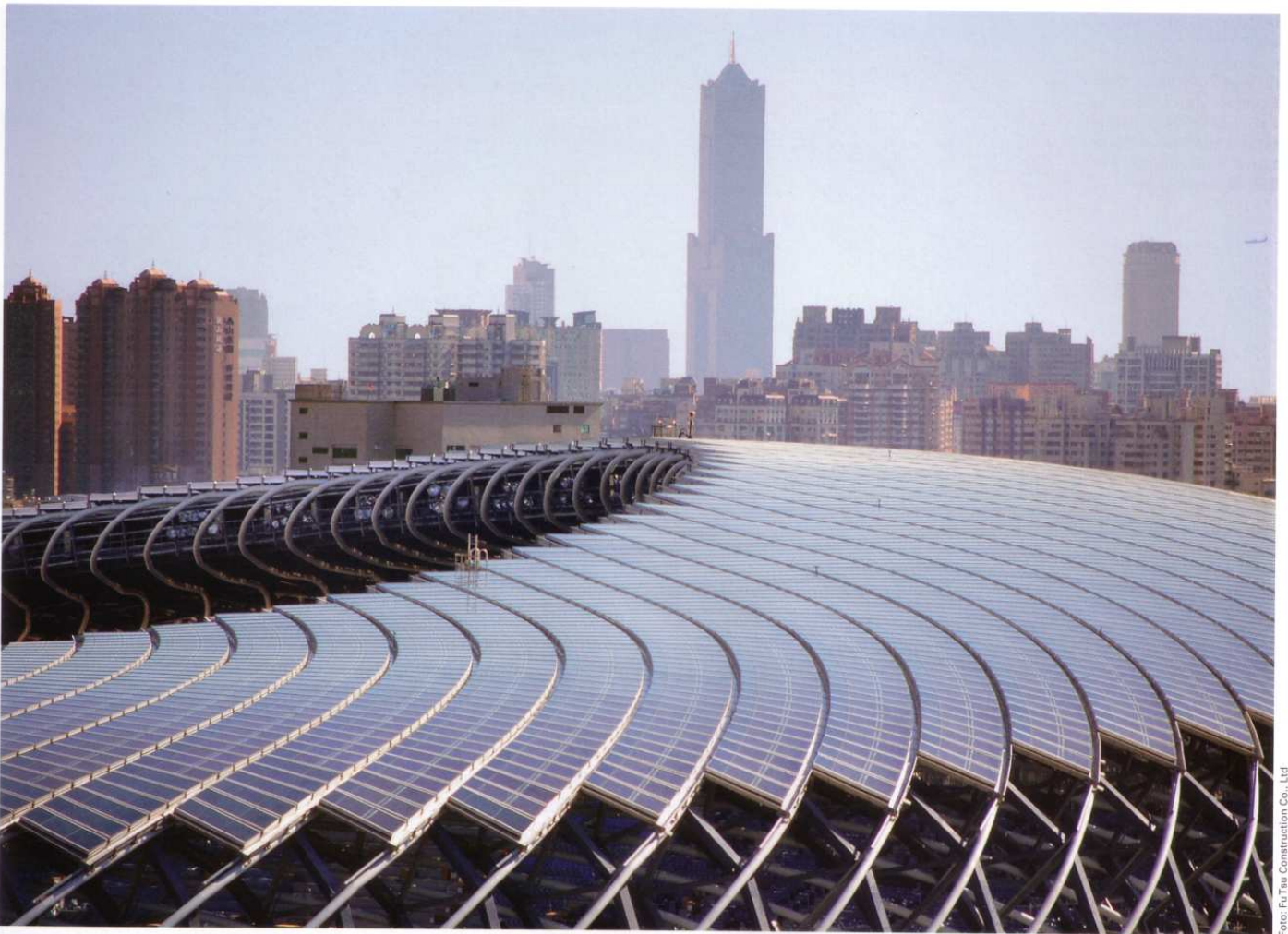


Foto: Fu Teiw Construction Co., Ltd

oben: Die 2,5 mal 3,5 m großen Photovoltaikmodule wurden in einem System verlegt, das sie schwimmend fixiert. Optisch soll der Eindruck einer Wasseroberfläche erzeugt werden

unten: Am Südende des Gebäudes befindet sich der Eingang des Stadions – zwischen dem hohen Kopf des „Drachen“ und dem abflachenden Ende

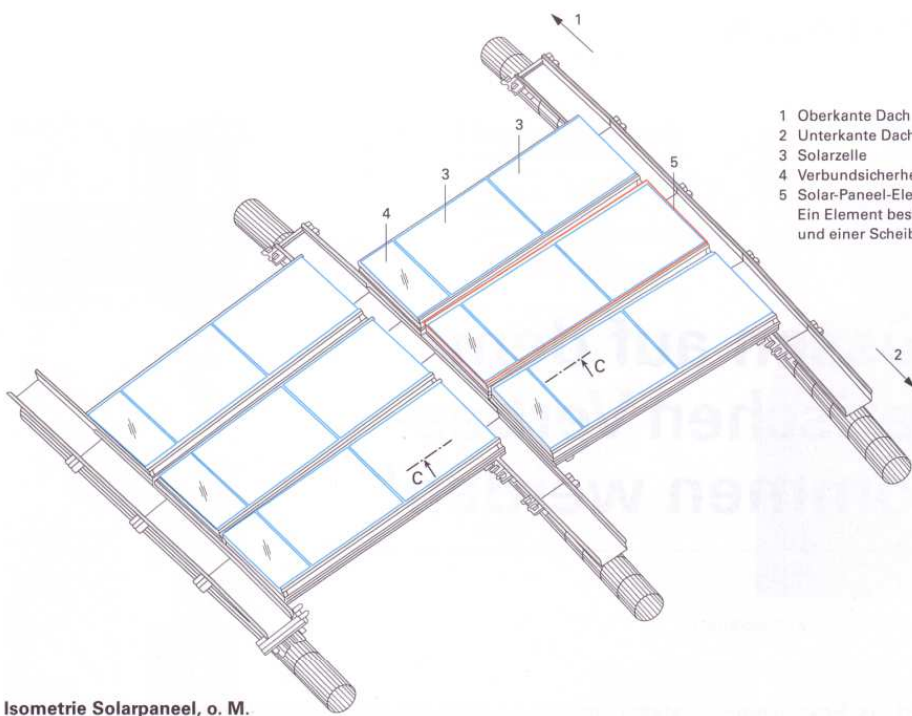
Der Hersteller der Solarpaneele beziffert die Integrationskosten auf etwa 6 Mio. € – 6000 € pro kWh – bei einer Gesamtbausumme 103 Mio. €. Das örtliche Bauamt scheint die Kosten anders abzugrenzen und kommt auf eine fast doppelt so hohe Summe.

Die Stromerzeugung scheint jedenfalls zu klappen. In den ersten neun Monaten wurden eine Million Kilowattstunden Strom ins örtliche Netz eingespeist. Da noch keine Auswertung des Verbrauchs während der World Games vorliegt, ist unklar, ob es gelang, die 3300 Stadionlichter nebst Großbildleinwände mit 70 % des erzeugten Stroms autonom zu versorgen.

Toyo Itos Haltung gegenüber Photovoltaik als Gestaltungselement soll das Projekt nicht sonderlich beeinflusst haben. Das spricht – aus Sicht des Lifecycle-Managements – für den Mann. Nach den Kriterien eines möglichst niedrigen Ressourceneinsatzes haben massive beziehungsweise Dickschicht-Siliziumzellen, deren Kapazität bereits nach zwei Jahren nachlässt, den Charakter einer bigotten „Feigenblatt-Nachhaltigkeit“ – so gelungen sie in diesem Falle auch verpackt ist!  
Rahel Willhardt, Köln



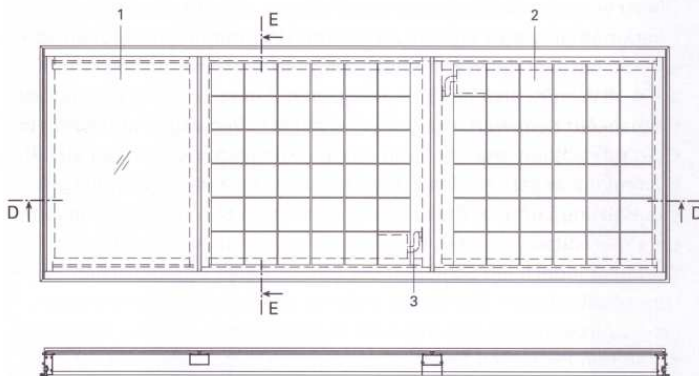
Foto: Christian Richters, Münster



- 1 Oberkante Dach
  - 2 Unterkante Dach
  - 3 Solarzelle
  - 4 Verbundsicherheitsglas
  - 5 Solar-Panel-Element
- Ein Element besteht aus 2 Solar-Paneelen und einer Scheibe Verbundsicherheitsglas

Isometrie Solarpaneel, o. M.

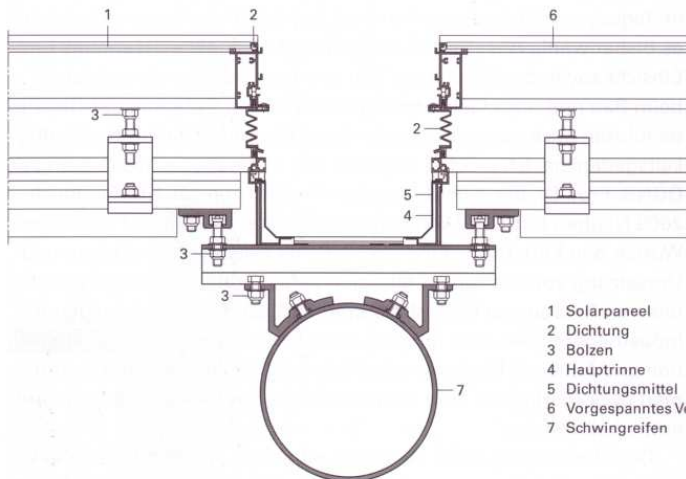
- 1 Verbundsicherheitsglas
- 2 Polykristalline Solarzellen, quadratisch
- 3 Verteilerkasten (Rückseite der Paneele)



Schnitt DD

Schnitt EE

Aufsicht, Schnitte Solarpaneel-Element, M 1:33 1/3



- 1 Solarpaneel
- 2 Dichtung
- 3 Bolzen
- 4 Hauptrinne
- 5 Dichtungsmittel
- 6 Vorgespanntes Verbundglas
- 7 Schwingreifen

Detail Panelbefestigung, M 1:12,5

**Baudaten**

**Objekt:** Stadion für die World Games in Kaohsiung/RC

**Bauherr:** National Council on Physical Fitness and Sports (NCPFS), Stadt Kaohsiung

**Architekt:** Toyo Ito, Takenaka, RLA Kaohsiung Design team Main Stadium for the World Games

**Innenarchitekt:** Takenaka corporation mit Ricky Liu & Associates, Architects and planners

**Landschaftsarchitekt:** Takenaka Corporation mit Laboratory for Environment & Form

**Fachplaner**

**Tragwerksplanung:** Takenaka Corporation und HSIN-Yeh Engineering Consultants INC.

**Bauingenieursleistung:** Takenaka Corporation und Teddy & Associates Engineering Consultants Ltd.+C. C.LEE & Associates Hvacr Consulting Engineers

**Computerdarstellung:** Lead Dao Technology and Engineering LTD

**Lichtplanung:** Lancaster Co. LTD

**Brandschutz:** Takenaka Corporation und Taiwan Fire Safety Consulting, Ltd.

**Konstruktionsart:** Stahlkonstruktion

**Projektdate**

**Grundstücksgröße:** 189000 m<sup>2</sup>

**Bebaute Fläche:** 25553 m<sup>2</sup>

**Nutzfläche gesamt:** 98759 m<sup>2</sup>

**1. Untergeschoss:** 24214 m<sup>2</sup>

**2. Untergeschoss:** 28944 m<sup>2</sup>

**1. Obergeschoss:** 25553 m<sup>2</sup>

**2. Obergeschoss:** 8217 m<sup>2</sup>

**3. Obergeschoss:** 11830 m<sup>2</sup>

**Gebäudehöhe:** 35,5 m