



Hochbau für Architekten 2006

Einführung

03.03.2006

Sprechstunden

Freitag, 11.00 – 12.00 Uhr, Institut für Architektur, Abt. Hochbau I + Entwerfen



architekt DI heinz priebornig

staatlich befugter und beedeter Ziviltechniker, allgemein beedeter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger

<http://www.priebornig.at>



TU Wien, Institut für Architektur, Abt. Hochbau I + Entwerfen 253.4

VO Inhalte · Termine

| | | | |
|-----------|--|-------------------|--------------|
| V1 | Einführung / Literatur / Prüfungsmodi Geschichte des Konstruierens / Konstruktionssysteme Konstruktionsdetail Literaturempfehlung: Leicher, Gottfried W. Tragwerkslehre in Beispielen und Zeichnungen 1. Aufl. 2002, ISBN 3-8041-4749-6 | 03.03.2006 | HS 13 |
| V2 | Bodenarten / Bodenuntersuchung / Bodenverbesserung Baugrubensicherung / Lastabtragung / Flach- und Tiefgründungen Fundamentunterfangung | 10.03.2006 | HS 13 |
| V3 | Massiv- und Leichtwandkonstruktionen Stahlbeton / Sichtbeton / Schalungssysteme mehrschalige Außenwände / Wandverkleidungen | 17.03.2006 | HS 13 |
| V4 | Kanalisation und Drainage Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit, Schicht- und Grundwasser | 24.03.2006 | HS 13 |
| V5 | Holzbau: Holzarten / Holzwerkstoffe / Holzschutz / Verbindungsmittel und -techniken / Fachwerks-, Ständer- und Tafelbau / amerikanische, japanische und europäische Holzbauweisen und -techniken | 31.03.2006 | HS 13 |
| V6 | Gewölbe / Kuppeln / Schalen Brunelleschi / Sinan / Gaudi / Torroja / Candella / Nervi / Isler Holzdecken / Massivdecken: Flach-, Pilz-, Rippendecken | 07.04.2006 | HS 1 |
| V7 | Stiegen: Typologie / Steigungsverhältnis / Verziehungsmethoden Stiegenkonstruktionen: Holz- / Massiv- / Stahlstiegen Geländer und Handläufe | 28.04.2006 | HS 13 |

VO Inhalte · Termine

| | | | |
|------------|--|-------------------|--------------|
| V8 | Steildachkonstruktionen: Sparren-, Kehlbalken-, Pfettendachstühle Lastabtragung und Aussteifung Steildachdeckung: Platten- und Ziegeldeckung / Deckungsarten Materialien | 05.05.2006 | HS 13 |
| V9 | Metalldeckungen, Falz- und Leistendeckung Dachentwässerung / Dachdurchdringung / Anschlüsse und Details | 12.05.2006 | HS 13 |
| V10 | ... zur Geschichte des Flachdaches / Warm-, Umkehr-, Kalt-, Kopaktdächer / Abdichtungssysteme / Materialien / Dachent- wässerung / Dachdurchdringung / Anschlüsse / begrünte Dächer Dachterrassen / Balkone | 19.05.2006 | HS 13 |
| V11 | Holz- und Metallfenster / Einbaudetails / Beanspruchungsklassen Verglasung / Fensterbeschläge Sonnenschutz (gegen die sommerliche Überhitzung) | 02.06.2006 | HS 13 |
| V12 | Türblätter / Türstöcke / Holz-, Metall-, Glastüren / Einbaudetails Brandschutztüren / Türbeschläge / Schließanlagen | 09.06.2006 | HS 13 |
| V13 | Glasarten: Flach-, Guss-, Sicherheits-, Brandschutzgläser Glasfassaden / Schräg- und Oberlichtverglasungen Glas als Konstruktionsmaterial / begehbare Gläser transluente Materialien | 23.06.2006 | HS 13 |
| V14 | Fußböden / Estriche / Bodenbeläge Außen- / Innenputz / historische Putztechniken Beschichtungssysteme auf Putz, Holz, Metallen / Farben | 30.06.2006 | HS 13 |

Ziel der LV

Ort (gr. *tópos*, Stelle) und Zweck (Funktion, Gebrauch) sind die Triebe der Baukunst. Ihre architektonischen Formen sind Reflexionen und Visionen der Logik (Konstruktion), der Proportion (Rhythmus, Spannung, Kraft) und der Anpassung an den Zweck (Funktion) und das Klima. Das gebaute Ergebnis zeugt vom Kampf um die Idee, die Form und Wirkung, um Wahrheit und Verfremdung.

Entwerfen, Konstruieren und Bauen definieren sich wechselseitig. Äußere Einflüsse - der Ort, die Topographie einer Landschaft, die Struktur einer Stadt -, technologische, kulturelle und persönliche Faktoren (Struktur, Bautechnik, Ökonomie, Philosophie, ..) beeinflussen die Form des Bauwerks, indem der Gestalter eine bewusste Auswahl an Kriterien trifft.

Um jedoch nicht über den Geschmack, der einem ständigen kulturellen Wandel unterliegt, und über Schönheit, die naturwissenschaftlich nicht beweisbar und künstlerisches Schaffen nie frei von Moden (dem Drang Neues zu schaffen) ist, zu spekulieren, wenden wir uns Soliderem zu: dem Bauen, genau genommen, einem kleinen Ausschnitt der Baukunst, dem >Konstruktionsdetail< und dessen Regeln, jenen Konstruktionsregeln der Architektur, die Originalität mit Perfektion verbinden.

Ziel der LV ist die Weiterentwicklung der Entwurfsideen und Ausformulierung in Ausführungs- und Detailplänen für die bauliche Realisierung unter Beachtung der Regeln der Technik.

Priebering, Heinz: „hochbau arch.ing.“

3 Bd., Graphisches Zentrum der TU Wien, 2006; erhältlich ab 03/2006

Band 1

01 · Konstruktion · Hülle

Geschichte des Konstruierens, räumliche Tragwerke, Material, Kontruktion, Lasten, Gebäudeaussteifung, Form

02 · Baugrund · Fundierung

Bodenarten, Bodenuntersuchung, Bodenverbesserung, Baugrubensicherung, Fundamentunterfangung, Flach- und Tiefgründungen

03 · Wandbau I

Wandkonstruktionen, Naturstein-, Vollziegel-, Holzziegelmauerwerk, Massiv- und Leichtwandkonstruktionen, mehrschalige Wände, Dämmstoffe, Abgasfänge, Lüftungen

04 · Wandbau II

Entwicklung des Stahlbetonbaus.
Stahlbeton, Sichtbeton, Schalungssysteme

05 · Gewölbe · Schalen

Gewölbe, Kuppeln, Schalen / Brunelleschi, Sinan, Gaudi, Nervi, Torroja, ..

06 · Holz- und Massivdecken

Deckenkonstruktionen, Holz- und Holzverbunddecken, Massiv-, Montage- und Stahlverbunddecken

07 · Kanalisation · Drainage · Kamine

Kanalgrundleitung, Entlüftung, Formteile, Drainage

08 · Bauwerksabdichtung

gegen Bodenfeuchtigkeit, Schicht- und Grundwasser, Abdichtungsmaterialien und -systeme

09 · Steildachkonstruktionen

Sparren-, Kehlbalcken- und Pfettendächer, Aussteifung, Lastabtragung

Band 2

10 · Steildachdeckung I

Dachdeckungsarten und -materialien
Schuppen-, Ziegel-, Plattendeckung

11 · Steildachdeckung II

Metalldeckung: Falz- und Leistendeckung; Dachentwässerung, Dachdurchdringungen, Anschlüsse

12 · Flachdach I

Geschichte des Flachdaches
Flachdachsysteme: Warm-, Kalt-, Umkehrdach
Abdichtungssysteme, Materialien, Schichten

13 · Flachdach II

Entwässerung, Dachdurchdringung, Anschlüsse, Gründächer, Dachterrassen, Balkone

14 · Stiegen · Geländer

Typologie, Steigungsverhältnis, Verziehungsmethoden, Holz-, Massiv- und Stahlstiegen
Geländer · Handläufe · Brüstungen
A. Loos: das *"lösen eines grundrisses im raum ..."*

15 · Holzbau I

Holz, Holzarten, Holzwerkstoffe, Holzschutz, Holzbausysteme, Holzverbindungen, Holzmöbel

16 · Holzbau II

Holzbausysteme in Europa · Japan · USA
Ingenieurholzbau, Verbindungsmittel, Aussteifung

17 · Fenster

zur Belichtung der Räume.
Holz- und Metallfenstersysteme, Beschläge, Beanspruchungsklassen, Verglasung, Falzentwässerung

18 · Türen

Holz-, Metall-, Glastüren, Beschläge, Brandschutztüren

Band 3

19 · Schließanlagen

Türschlösser, Schlüssel, Zylinder, Schließsysteme, Fluchtweg-, Sicherheitstürbeschläge, Schließanlagen

20 · Glas I

Entwicklung und Technologien

Glasarten: Guss-, Flach-, Sicherheits- und Brandschutzgläser

Glasfassaden: Systeme, Anschlüsse

21 · Glas II

Glasfassaden, Schräg- und Oberlichtverglasungen

Glas als konstruktiver Baustoff, begehbare Gläser

22 · Putze

historische Putztechniken

Putzmörtel, Putzsysteme, Putzweisen

23 · Estriche

Nass- und Trockenestriche / Hohlraum-, Doppelböden / Spezialbetonestriche / Oberflächenbehandlung

24 · Fußböden

Natur-, Kunststein-, Keramik-, Linoleum-, Teppichbeläge, Parkett- und Metallböden

25 · Beschichtungen

Farblehren / Farben (Farbpigmente) / Bindemittel

Beschichtung: Beton, Mauerwerk, Putz, Holz, Metall, Brandschutzbeschichtungen

26 · Sonnenschutz

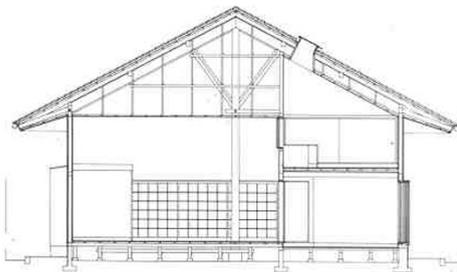
baulicher Sonnenschutz, Beschattungssysteme, Sonnenschutzgläser

27 · Konstruktion + Form

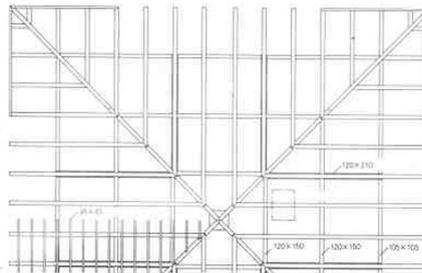
Detailplanung und Formgebung, zum Tektonischen in der Baukunst

Konstruktion und Formgebung

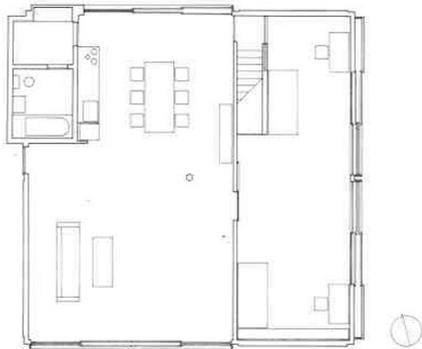
Erfinden und Konstruieren · die Werkstoffe veredeln



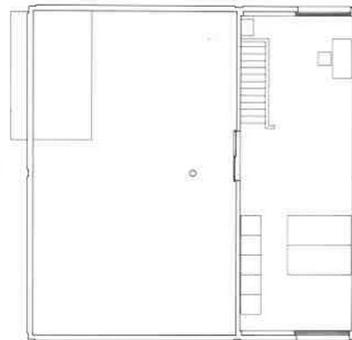
Schnitt



Dachkonstruktion



Erdgeschoß



Obergeschoß

Kazuo Shinohara: Haus in Weiß

Planungsschritte

1. Entwurfsidee(n) und Wirkung(en),
2. Tragwerk: Konstruktions- und Montageentwürfe,
3. statische Bemessung auf Über- / Unterbelastung der Tragwerksteile,
4. Ausführungs- und Montageplanung

Konstruktionsregeln

- Biegemomente in den Konstruktionsteilen vermeiden,
- weit gespannte Balken und Elementflächen mit Gitterstäben zu ebenen und räumlichen Fachwerken aus Stabdreiecken auflösen,
- Unterspannen ebener und gebogener Balken und Flächen mit Zugseilen und Druckstreben,
- Vorspannen von Platten, Schalen und Balken mit Zugstäben (Seiten),
- **Nutzen der Geometrie:** die Flächenkrümmung doppelt gekrümmter Schalen, zweiachsig geformte Raumhüllen aus Stabdreiecken und -rhomben, aus stab- und seilnetzverspannten Membranen, .., da die Geometrie die Auflagerkräfte zu- bzw. abnehmen.

Entwurfs- und Konstruktionsmodelle

Statik (griechisch *statikos*) bedeutet *zum Stillstand bringen*, das Trägheitsgesetz und die Schwerkraft durch Formgebung überwinden, die Kräfte mit Baustoffen inszenieren (ab- und umleiten, verteilen, bündeln), bis der Entwurfsprozess an einem bestimmten Moment des Gestaltens aufgehalten wird.

Mit den versteckten Tragwerksteilen lenken wir die Kräfte – wir beschreiben den Weg und die Umwege der Kräfte und definieren damit die Reaktionskräfte. Der Kraftweg und der Maßstab der Bauteile sind die Parameter der optischen Qualität, der Wirkung und der Wirtschaftlichkeit einer Konstruktion.

Palladios Irrtum im Kap. 8 des 3. Buches: *Die Brücken dieser vier Arten* – er skizzierte und beschrieb Holz-Fachwerksbrücken – *kann man so lang machen, wie erforderlich, indem man alle ihre Teile* – Ober- und Untergurte, Hängesäulen, Streben – *entsprechend vergrößert*, sollte den Entwerfenden seit Galileis Beweis, wonach sich bei einer Verdoppelung der Spannweite l und der Querschnittsmaße b und h eines Rechteckbalkens das Volumen und das Gewicht (des Balkens) bereits auf das achtfache erhöhen, bekannt sein. Aus der Entdeckung Galileis erkennen wir, dass wir das Tragverhalten von Tragwerksmodellen (in einem proportional verkleinerten Maßstab) nicht mit proportionaler Belastung simulieren können, da sich die Querschnitte der verkleinerten Bauteile (des Modells) nicht proportional zur Belastung ändern.

Bsp. in Anlehnung an Galileis >Knochentherapie<

Ein runder Druckstab >D₁< ist 2 m lang (l₁) und hat einen Durchmesser von 5 cm (d₁), der Querschnitt A₁ beträgt $5^2 \cdot \pi / 4 = 19,6 \text{ cm}^2 = \text{ca. } 20 \text{ cm}^2$ bzw. $0,002 \text{ m}^2$. Die Kraft F₁ beträgt (nach Newtons Gravitationsgesetz) $100 \text{ kg} \times 9,91 \text{ m / s}^2$; wir rechnen, wie in der Statik üblich, mit $10 \text{ m / s}^2 = \text{zirka } 1.000 \text{ N}$ bzw. $1,0 \text{ kN}$. Vergrößern sich die Abmessungen um das 10-fache, so wächst das Volumen V₁₀, das Gewicht G₁₀ und die Kraft F₁₀ um das 10³fache.

Die Gleichung Festigkeit σ des Stabes D₁ = Kraft F₁ / Querschnitt A₁ ergibt

$$1.000 \text{ N} / 20 \text{ cm}^2 = \text{ca. } 50 \text{ N} / \text{cm}^2 = 0,05 \text{ kN} / \text{cm}^2.$$

Setzen wir die Gleichung $A_{\text{Kreis}} = d^2 \cdot \pi / 4$ in $\sigma = F / A$ [kN / cm²] ein, so lautet die Gleichung für den 20 m langen Stab:

$$0,05 \text{ kN} / \text{cm}^2 = 4 \cdot 1.000 \text{ kN} / \pi \cdot d_{10}^2$$

$$d_{10} = 2 \cdot \sqrt{F_{10} / \pi \cdot 0,05} = 2 \cdot \sqrt{1.000 / \pi \cdot 0,05} = \text{ca. } 1,6 \text{ m}$$

Irgendwann ist die maximale Spannweite jedes Tragwerks erreicht, indem es unter seinem Eigengewicht einstürzt. Konstruktionsmodelle können demnach nur der optischen Beurteilung der Tragwerksteile dienen bzw. können wir ein **Modell im Maßstab 1 : 10** nur mit **F / 100**, ein **Modell im Maßstab 1 : 100** nur mit **F / 1000** belasten.

„Minimalflächen“

Membrane und Seilkonstruktionen

- hängende Seilkonstruktionen aus einem doppelt gekrümmten Seilnetz, das zwischen steifen Randelementen gespannt ist,
- flächig vorgespannte Seile: ein durchhängendes Hauptseil wird durch ein zweites vorgespanntes Seil gehalten und dadurch stabilisiert,
- weiche Hüllen: das hyperpeloide Seilnetz (Sattelform), das über steife Rahmen gespannt ist, und Membrane – die antiklastischen Sattelformen,

bilden konstruktive Idealformen = >Minimalflächen< – z. B. die Kettenlinie: ein hängendes Seil, das ohne äußere Lasten nur sich selbst trägt; die Horizontalkräfte der Kette werden größer, je mehr die Seilenden auseinandergezogen werden, d. h., je geringer die Vektorhöhe ist, die Vertikallast bleibt dabei konstant.

4 statisch-konstruktive Grundsysteme

Druckstäbe,

Zugseile,

starren Schalen und

weichen Membranen

Die Stäbe und Membrane sind räumlich verteilt, gerade, geknickt, eben, gebogen, gefaltet und in sich verwunden (mehrfach gekrümmt zu Sattel- und HP-Flächen), starr, eben oder räumlich beweglich. Durch das Anwenden (Mischen) der Grundsysteme entstehen unendlich viele Variationen sog. Hybridkonstruktionen: die formale Vielfalt der Tragkonstruktionen wird v. a. durch die Abmessung (Größe) des Tragwerks und Geometrie, die Materialeigenschaften der Bauteile, die Anisotropie einzelner Baustoffe und die Kreativität des Entwurfes bereichert.

Die Systematiken von Engel, Polónyi u. A. dienen mehr dem Wunsch nach Systematisierung räumlicher Phänomene und dienen (vermutlich) der einfachen Berechnungsmethodik.

Begriffsdefinitionen zum >Konstruktionsdetail<

Konstruktion (lat. constructio) bedeutet zusammenfügen, Verbindung; construere heißt zusammenbauen, das Fügen und Verweben von Teilen (Materialien und Bauteilen) zu einem Tragwerk, zu Strukturen, lat. struere und structura, d. h. errichten, Bauart. Bau-Konstruktionen entstehen in einem Entwurfsprozess, der abhängig ist von physikalischen (statisch-konstruktiven), chemischen, haptischen, .. Faktoren der Materialien und dem Gestaltungswillen der Entwerfenden. Ab dem 18. Jhdt., basierend auf der wissenschaftlichen Basis der Mathematik und Physik, werden Baukonstruktionen berechnet. Erst um die Mitte des 18. Jahrhunderts wurden die Methoden der exakten Wissenschaft auf eine praktische Bauaufgabe angewandt.

Konstruieren bedeutet (nach Kluge) schichten, errichten, aufbauen. In der Baukunst verstehen wir unter Konstruktion das im Bauwerk verteilte tragende Material, die das Tragwerk bilden. Julius Posener definiert die Konstruktion eines Gebäudes als die Überwindung des Widerstandes des Materials, das ins Gleichgewicht gebracht werden muss. Studien zu Gleichgewichtssystemen – die Waage ist das ägyptische und antike Symbol für Gleichgewicht – und zur Hebelwirkung kennen wir bereits von Archimedes. Er führte den Beweis, dass sich zwei Kräfte im Gleichgewicht befinden, wenn ihre Größe umgekehrt proportional zur Länge ihrer jeweiligen Hebelarme ist. Dem gegenüber steht Polyklet: der Kanon des Polyklet, eine auf Proportionen beruhende Harmonielehre, die Plinius zitiert.

*Den Stoff sieht jedermann vor sich, den Gehalt findet nur der, der etwas dazu zu tun hat, und die Form ist ein Geheimnis den meisten*¹,

ist Goethes poetische Antwort auf Frage nach der Bedeutung der Baustoffe in der Baukunst. Dieser Gedanke soll unsere Untersuchungen zum >Architektur-Detail< leiten.

¹ Goethe, Johann Wolfgang von: Maximen und Reflexionen. Kunst und Künstler; in: Baukunst 1795, in: Goethes Werke, Bd. 12; Hg. Erich Trunz, München 1994.

Detail (frz. *détail*) bedeutet nach Koepfs Bildwörterbuch der Architektur (1968) 1. *Einzelheit* und 2. *Bauzeichnung einer Einzelheit* ..; .. *ein Abschnitt*. Die Teile eines größeren Ganzen – die Details – sind eine Frage des Maßstabs und eine der Distanz des Betrachters zum Objekt. Sie sind:

- Knotenpunkte, Kanten, Fugen wo Bauteile, Werkstoffe und Nähte, Formen und Farben zusammentreffen,
- Konstruktionsdetails, in denen die Bauwerkskräfte gebündelt, geführt, umgelenkt, verteilt und abgeleitet werden,
- Ornamente, in der die Entwurfsidee und die Persönlichkeit des Architekten und Bauingenieurs lesbar wird,
- Teil der Realisierung des Entwurfs als eine ästhetische Botschaft.

Moduli (lat.) sind Verhältnismaße der antiken Formenlehre; *modulus* beutet *kleines Maß* und *Model* (Koepf 1968).

Raster sind im allgemeinen Sprachgebrauch: a) parallele oder sich kreuzende Linien, die Quadrate, Rechtecke, Dreiecke, Rhomben, regelmäßige Fünf- und Sechsecke bilden (wie bei F. L. Wright); b) Bandraster und c) Maschennetze (wie Le Corbusiers Netze aus Modulor-Maßen).

Modul und Raster sind in der Architektur Entwurfshilfen und Ordnungsschemata des Skelettbaus. Bauraster dienen der modularen Koordinierung und Festlegung von Baustoff- und Bauteilmaßen, sie helfen beim Anlegen (Anreißen) von Bauwerken in der Natur und bei der Überwachung der Bauausführung. In den Gestalt(ungs)theorien dienen Modul und Raster, so die Behauptung der Vertreter dieser Theorien, der harmonischen Gestaltung von Kunstwerken durch bestimmte proportionale Beziehungen (Maßverhältnisse) der Teile untereinander und zum Ganzen.

Tektonik ist nach Wasmuths Lexikon der Baukunst (1929) *die Lehre von der Baukonstruktion und ihrer künstlerischen Ausgestaltung*. Pevsner · Honour · Fleming definieren den Begriff *Tektonik* im Lexikon der Weltarchitektur als ... *das Zusammenfügen starrer Teile, wobei die Einzelteile technisch wie formal eine Einheit bilden*. Nach Frampton stammt der Begriff *Tektonik* vom griechischen Wort *tekon*, das „Zimmermann“ oder „Erbauer“ bedeutet, (zit. in *Grundlagen der Architektur*, 1993). Er zitiert Borbein: *Das Tektonische wird zur Kunst der Verbindungen*. Tektonik ist >die Lehre vom Zusammenfügen der Einzelteile zu einem Ganzen< der Baukunst, die Lehre vom Fügen der Baustoffe und Bauteile nach ästhetischen und konstruktiven Regeln, die .. *technisch wie formal eine Einheit bilden (Baukonstruktion aus tragenden und lastenden Teilen)*.

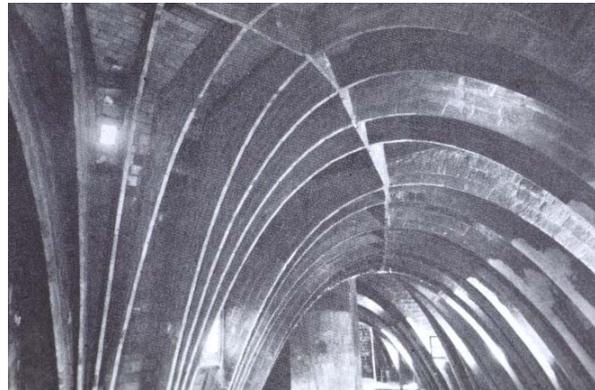
Technik – von *téchnē* (griechisch): *Handwerk, Kunst, Fertigkeit, Wissenschaft, Kunstfertigkeit*.

Pioniere des Tragwerkbaus

| | |
|--------------------|-------------|
| Antonio Gaudi | 1852 - 1926 |
| Vladimir G. Suchov | 1853 - 1939 |
| P.L. Nervi | 1891 - 1979 |
| Frei Otto | 1925 |
| Heinz Isler | 1926 |

Antonio Gaudi, 1852 - 1926

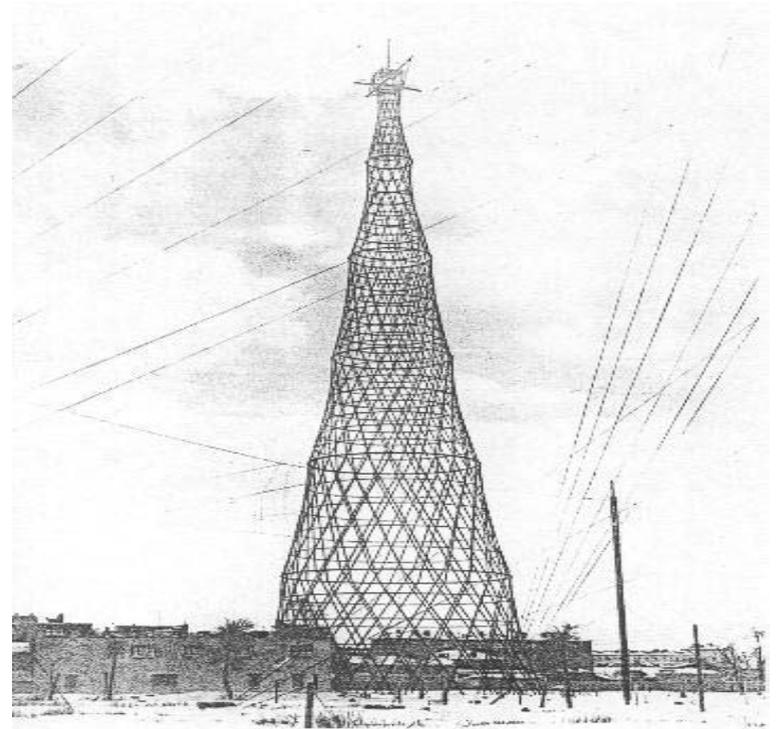
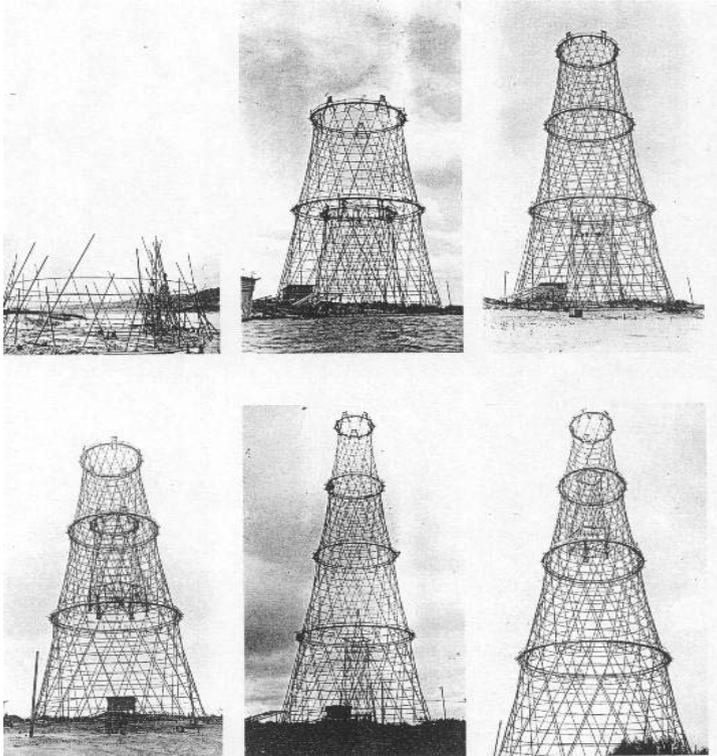
„Wollen sie wissen wo ich mein Vorbild gefunden habe? Ein aufrechter Baum; er trägt seine Äste und diese die Zweige und diese die Blätter. Und jeder einzelne Teil wächst harmonisch, großartig, seit der Künstler Gott ihn geschaffen hat.“



Casa Milá, Barcelona



Vladimir G. Suchov, 1853 - 1939

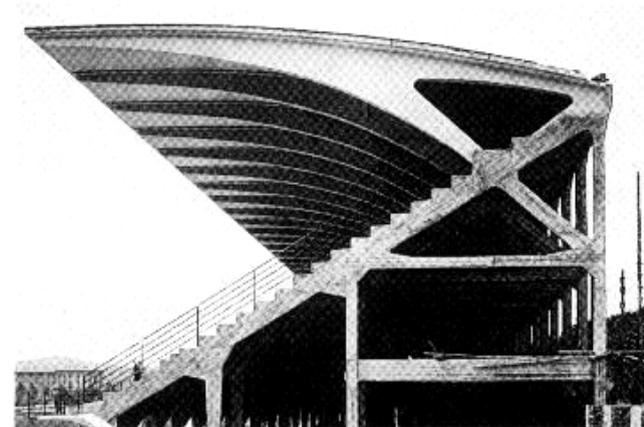


Fünfstöckiger Nigres-Stromleitungsmast an der Oka, 120 m hoch, 1927 - 29

Pier Luigi Nervi, 1891 - 1979



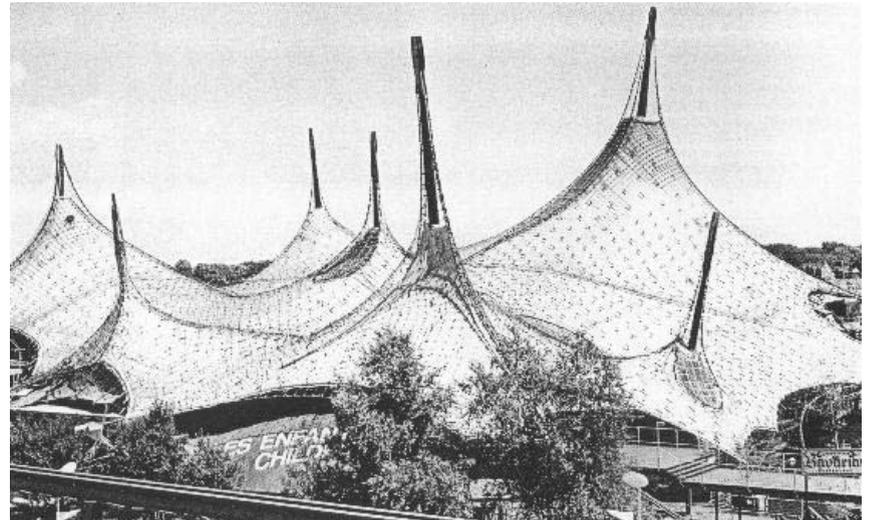
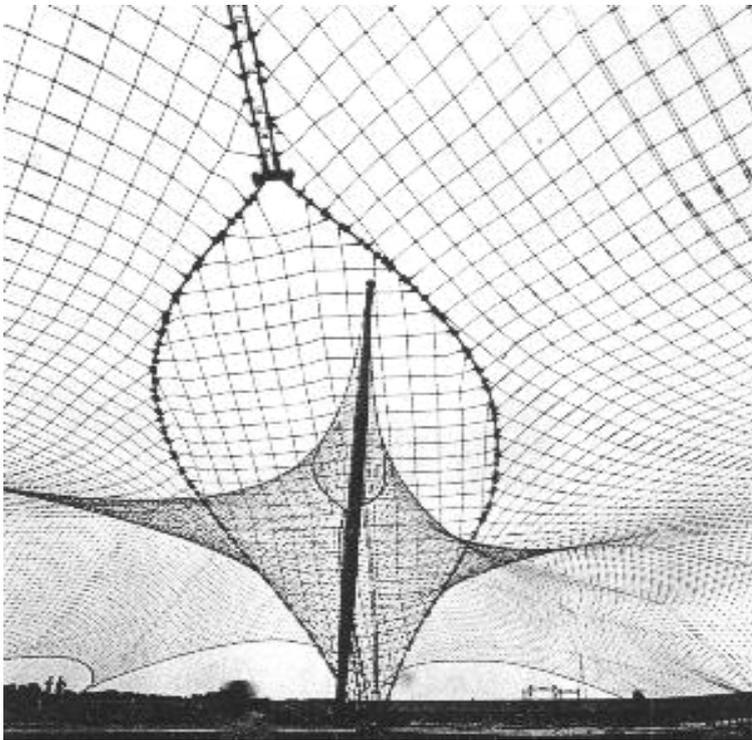
Palazzetto dello Sport, Rom



Station in Turin

Frei Otto, 1925

Frei Otto verwirklicht, was er selbst als „Traum einer beinahe materiellen, vergänglichen Architektur“ bezeichnet, die er als Antithese zum „Widernatürlichen Monument“ z.B. aus Beton versteht.

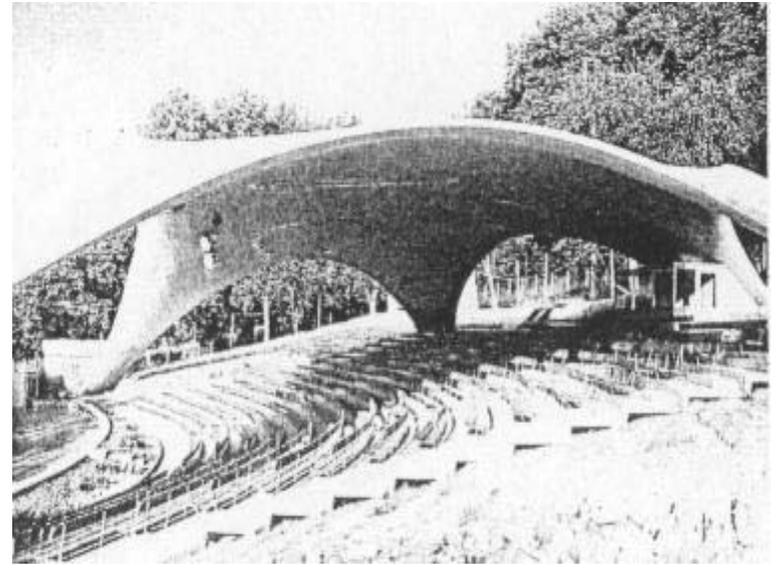


Überdachung des Olympiastadions; München 1968 - 1972

Heinz Isler, 1926



Hängemodell aus Eis



Naturtheater: 6 - 7 cm dicke Betonschale

Konstruktionstypologie

Massivbau

- keine Trennung von Tragsystem und Hülle,
- die Anzahl und Größe der Öffnungen ist begrenzt,
- Öffnungen schwächen das System,
- keine (geringe) Vorfertigung,
- materialintensiv,
- homogener Wandaufbau,
- nachträgliche Änderungen sind nur schwer möglich,
- Steifen- und Plattenfundamente
- abgesehen von Stahlbeton können beim Massivbau (Mauerwerksbau) nur Druckspannungen aufgenommen werden.

Skelettbau

- Trennung von Tragsystem und Hülle,
- die Öffnungen in der Hülle schwächen das System nicht,
- hoher Fertigungsgrad, Montage vor Ort,
- relativ unempfindlich gegen Setzungen,
- sparsamer Materialeinsatz,
- präzise Planung erforderlich,
- nachträgliche Änderungen sind relativ leicht möglich,
- große Spannweiten,
- der Austausch beschädigter Teile ist leicht möglich,
- punktuelle Fundamente,
- die Bauteile werden auf Druck-, Zug-, Biege- und Schubspannungen bemessen



Lasten · Bauteilbeanspruchung

Vertikale Lasten

- Eigenlast der Konstruktion
- Verkehrslasten (= Nutzlasten)
- Schneelast
- vertikal wirkende Windlasten
- sonstige vertikal wirkenden Lasten

Horizontale Lasten

- Windlasten
- Erddruck
- Brems- und Anpralllasten
- Erdbebenlasten
- sonstige horizontal wirkende Lasten

Die Lastabtragung wird durch die Geometrie des Tragsystems bestimmt:

- Linienförmige Tragsysteme: Lasten in Richtung der Tragwerkshauptachse → **einachsige Lastabtragung**
- Flächenförmige Tragsysteme: Lasten in Richtung der beiden Hauptachsen der Fläche → **zweiachsige Lastabtragung**
- Räumliche Tragsysteme: Lasten in Richtung der drei Hauptachsen des Raumes → **dreiachsige Lastabtragung.**

Die innere Beanspruchung

beschreibt, welche Schnittgrößen den Querschnitt des Tragsystems beanspruchen:

- Biegung / Querkraft ohne Normalkraft,
- allein wirkende Normalkraft und
- Biegung / Querkraft mit Normalkraft.

Die Querschnitte der Tragwerkselemente werden durch die Beanspruchung und die Tragwerksgeometrie bestimmt.

Biegung / Querkraft



massive, vollwandige Querschnitte: Balken, Träger, Platten



- Ableitung der äußeren Lasten über den steifen Querschnitt,
- die zulässigen Spannungen des Querschnitts werden nur in den äußeren Teilbereichen (Randfasern) voll genutzt.

Normalkraft



aufgelöste Konstruktionen mit genauer Zuordnung der Kräfte: Zug- und Druckkräfte (z. B. Fachwerk)



- Ableitung der äußeren Lasten
 - Durch die geometrische Anordnung der Tragwerkselemente, durch eine vektorielle Kraftzerlegung und
 - durch die Form (Bogen- und Stützlinien).
- bei Zugbeanspruchung können die zulässigen Spannungen des gesamten Querschnittes ausgenutzt werden.
- bei Druckbeanspruchung können die zulässigen Spannungen eines Tragwerkteiles soweit ausgenutzt werden, wie es die Stabilität des Elementes erlaubt
 - Druckelemente sind stabilitätsgefährdet (z. B. Knickung).

Biegung / Querkraft mit Normalkraft



massive, vollwandige Querschnitte und aufgelöste Querschnitte mit spezifischer Zuordnung der Kräfte: „abgespannte und unterspannte Systeme“



- Ableitung der äußeren Lasten über den steifen Querschnitt und durch Kraftleitung und –zerlegung,
- je nach Art der Beanspruchung sind in einzelnen Querschnitten die zulässigen Spannungen voll, in anderen nur in Querschnittsteilbereichen von ausgenutzt.



Melnikov, Privathaus in Moskau



Mies van der Rohe: Nationalgalerie in Berlin