



Bionisches Bauwerk

Bauen wie die Knochen – so entsteht ein Bauwerk, das gleichzeitig leicht und stabil ist. Bei der Planung des Alten Zoologiehörsaals der Universität Freiburg stand der Architekt H.-D. Hecker im Jahr 1969 vor der Aufgabe, ein helles, möglichst kreisrundes Gebäude zu entwerfen. Die offensichtliche Ähnlichkeit der Stahlbetondecke mit dem Aufbau der Knochen war dem Architekten bewusst und passte ideal zur damaligen Nutzung des Gebäudes als Zoologiehörsaal.

Der Natur abgeschaut – Knochen vereinen die scheinbar gegensätzlichen Eigenschaften **leicht** und **stabil** in perfekter Art und Weise. Sie müssen stabil sein, denn sie tragen das gesamte Körpergewicht. Und sie müssen leicht sein, denn zusätzliches Gewicht kostet unnötig Energie bei der Fortbewegung. Betrachtet man einen Knochen im Längsschnitt, sieht man, dass er nicht massiv ist, sondern aus einem feinen Netz von Knochenbälkchen besteht. Diese Knochenbälkchen sind entlang der auftretenden Kraftlinien ausgerichtet. Knochen sind im ständigen Umbau und passen sich immer wieder neu auftretenden Belastungen an. Nur an den belasteten Bereichen befindet sich Knochenmaterial, an unbelasteten wird der Knochen sogar wieder abgebaut.



Abbildung 1: Der Oberschenkelknochen eines Lammes im Längsschnitt. Das feine Netz der Knochenbälkchen ist deutlich zu sehen. © Plant Biomechanics Group Freiburg 2007

Die Stahlbetondecke wächst – Bereits im Jahr 1870 erkannte der Ingenieur K. Cullmann, dass die Knochenbälkchen genau dem Verlauf der theoretischen Druck- und Zuglinien folgen. Dieses Leichtbauprinzip wurde beim Bau des Eiffelturms im Jahr 1889 angewandt. Bei der Deckenkonstruktion des Alten Zoologiehörsaals der Universität Freiburg wurde das Prinzip der isostatischen Rippen ebenfalls eingesetzt. Isostatisch bedeutet, dass alle Rippen den gleichen mechanischen Belastungen ausgesetzt sind. Überall dort, wo die Hauptkraftlinien verlaufen, wird das Baumaterial gezielt verstärkt. In den anderen Bereichen wird Material entfernt. Durch die auf diese Weise erreichte Materialeinsparung können Gewicht und Kosten eingespart werden.

Verlauf der Stahlbetonrippen – Ein Bauwerk mit isostatischen Rippen kann nicht wachsen wie ein Knochen. Es muss daher so konstruiert werden, dass es allen denkbaren Belastungen standhält. Heute werden die dazu benötigten, sehr

Info

Versuch

Beobachtung

Lösung

Erklärung



Bionisches Bauwerk

aufwendigen Berechnungen mit Computersimulationen durchgeführt. In den 1960er Jahren waren solche Programme allerdings noch nicht vorhanden. Der Verlauf der isostatischen Rippen in der runden Decke musste beim Bau des Rundbaus also auf eine andere Art bestimmt und optimiert werden.

Der Architekt H.-D. Hecker ließ an der Technischen Hochschule Karlsruhe **spannungsoptische Untersuchungen** an einer runden Plexiglasplatte mit einem Durchmesser von 1,2 Meter durchführen. Die Spannungsoptik war früher eine gängige Methode, um mechanische Spannungen sichtbar zu machen. In den spannungsoptischen Untersuchungen wurden unterschiedliche Belastungsszenarien wie beispielsweise zusätzliche einseitige Belastungen durch Schneelasten simuliert, um den Verlauf der Stahlbetonrippen statisch zu optimieren. Im letzten Schritt wurden die ermittelten Werte mathematisch und in geringem Maße gestalterisch überarbeitet. Außerdem mussten Zugeständnisse bei der Herstellung des Schalungskörpers gemacht werden. Die Ähnlichkeit zu den Knochenbälkchen sollte bei dieser Deckenkonstruktion auch die Funktion des Zoologiehörsaals der biologischen Fakultät unterstreichen.

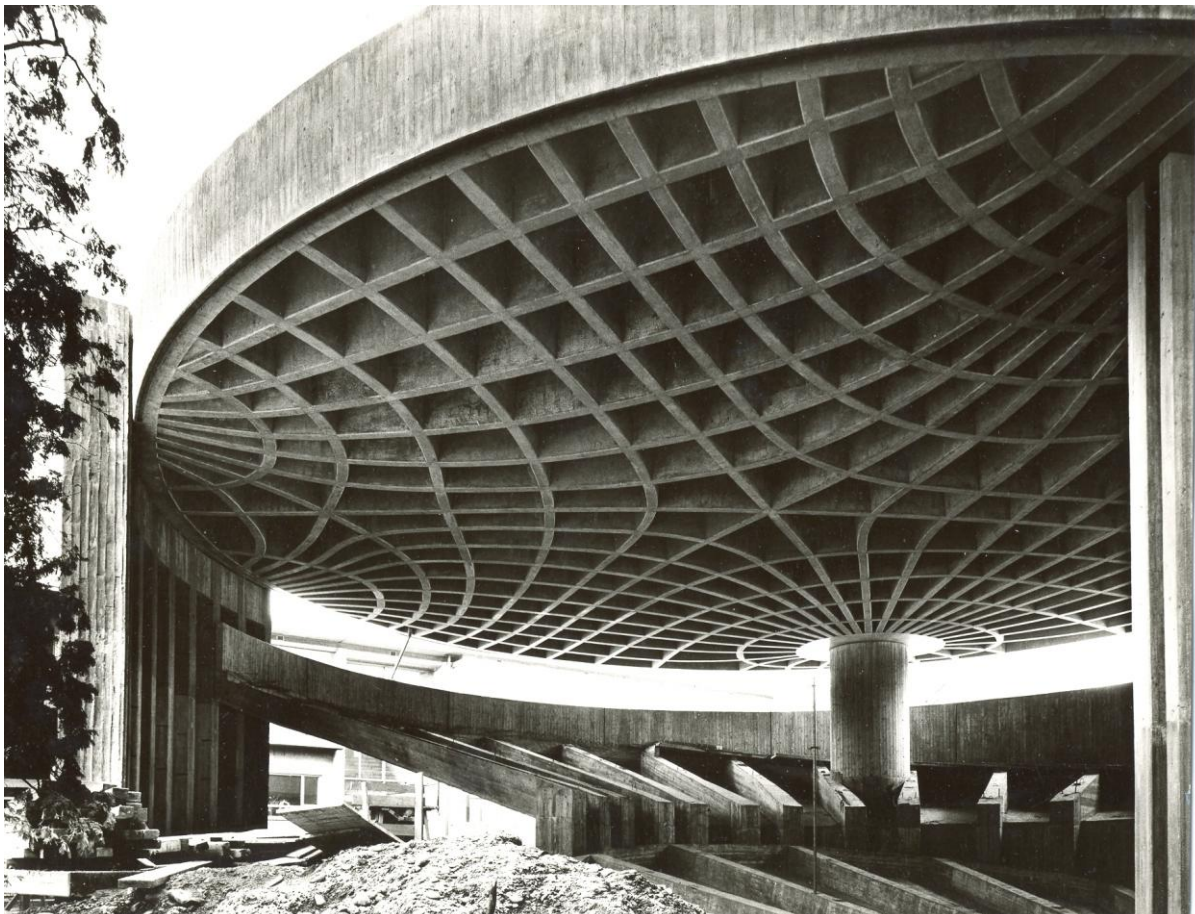


Abbildung 2: Der Rohbau des Alten Zoologiehörsaals der Universität Freiburg. Die isostatischen Rippen der Stahlbetondecke sind gut erkennbar. © Unibauamt Freiburg

Info

Versuch

Beobachtung

Lösung

Erklärung