

Motivation und Zielsetzung

Im letztem Jahrhundert wurden auf der ganzen Welt eine Vielzahl an Schalenbauwerken aus Stahlbeton gebaut. Durch ihre gekrümmte Struktur tragen diese die Last hauptsächlich durch Dehnung ab. Heinz Isler war einer der bedeutendsten Schalenkonstrukteure seiner Zeit. Er war insbesondere für seine innovativen Formfindungsmethoden bekannt. Sein meist gebauter Schalentyp war die Buckelschale. Ziel der Arbeit war es aus einer von P. Eigenraam, TU Delft, zur Verfügung gestellten Geometrie ein FE-Modell einer solchen Buckelschale zu erstellen und den Lastabtrag zu untersuchen.

Die Buckelschale

Formfindung

Isler orientierte sich an der kontinuierlich gekrümmten Form eines Kopfkissens. Dafür spannte er eine Gummimembran in einen Holzrahmen ein und blies die Membran mit Innendruck auf. Dadurch stellte sich ein Zugspannungszustand ein, welcher wenn das Vorzeichen umgekehrt wird Gravitationskräfte und Schneelast hinreichend genau simuliert.

Mit einer geeigneten Vorspannung im Randträger können auftretende Zugspannungen und ungewünschte Biegeeffekte abgefangen werden.

Geometrie

Buckelschalen wurden aufgrund ihrer Eigenschaft, dass sie nur auf Stützen gelagert werden mussten dafür eingesetzt große Flächen zu überspannen, insbesondere für industrielle Bauten verwendet.



(Photo: John Chilton), Abbildung entnommen aus Chilton und Chuang (2017), CC BY 4.0

Die Schale wird an einen geraden Randträger angeschlossen, der nur auf Stützen gelagert ist. Dies funktioniert, da die Schale die Kräfte fast ausschließlich direkt in die Stützen ableitet.

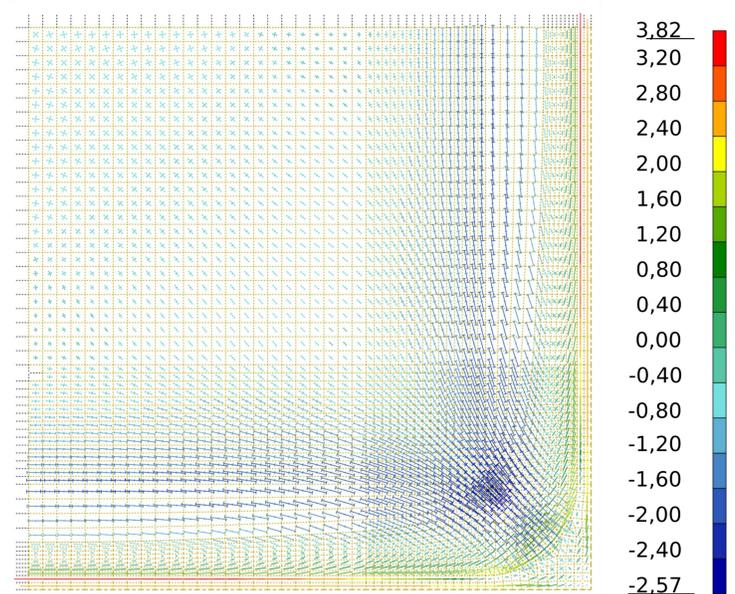
Betreuer: David Forster, M. Sc.

<https://www.ibb.uni-stuttgart.de>

FE-Modell der Buckelschale

Modellaufbau

Das FE-Modell wurde über die Schnittstelle zwischen Rhinoceros 3D und dem FE-Programm SOFiSTiK erstellt.



Darstellung der Hauptspannungen und ihren Richtungen in einem Quadrant des Schalenkörpers, Spannungen in N/mm²

Beobachtungen Lastfall Eigengewicht

- Schale befindet sich in Schalenmitte und in Richtung der Stützen in einem Druckspannungszustand.
- Dabei werden die Stützen auseinander gedrückt und es entstehen Zugspannungen und Biegung entlang des Randträgers
- Der Randträger verformt sich dabei stark nach innen und nach unten in Richtung der Schwerkraft

Literatur

- Ramm, Ekkehard; Schunck, Eberhard: Heinz Isler, Schalen: Katalog zur Ausstellung
- Eigenraam, P. ; Borgart, A. ; Chilton, J.C ; Li, Q.: Structural analysis of Heinz Isler's bubble shell. In: Engineering Structures 210 (2020).