

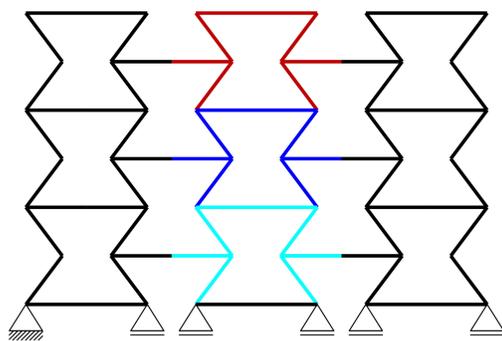
Motivation

Auxetische Materialien besitzen eine negative Querdehnzahl. Bei einer Zugbelastung in die eine Raumrichtung dehnen sie sich folglich auch in die dazu senkrechten Raumrichtungen aus. Auch durch eine spezielle Strukturierung konventioneller Materialien kann auxetisches Verhalten erreicht werden. Solche Strukturen werden als auxetische Strukturen bezeichnet. Gegenüber konventionellen Materialien besitzen auxetische Strukturen vorteilhafte Eigenschaften, beispielsweise eine erhöhte Energieabsorption und ein besseres Dämpfungsverhalten. Die Eigenschaften lassen sich zudem durch die Strukturierung beeinflussen. Die Reentrant-Struktur soll durch Form- und Querschnittsoptimierung hinsichtlich der im Tragwerk gespeicherten Energie bei statischer Belastung optimiert werden. Dafür wird PyAnsys verwendet.

Herleitung der Einheitszelle

Statt für die Optimierung die komplette Struktur zu berechnen, wird eine Einheitszelle optimiert, die geschachtelt wieder die Gesamtstruktur ergibt. Eine mögliche Einheitszelle ist in der folgenden Abbildung farbig hervorgehoben.

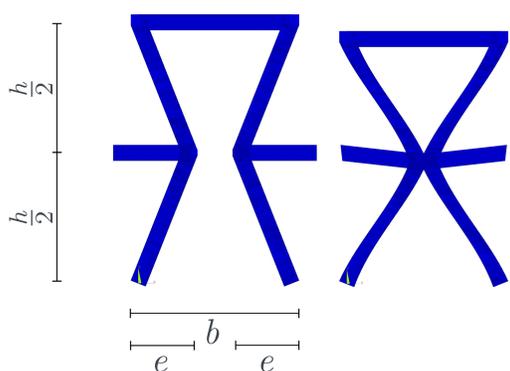
Durch Ausnutzung der Symmetrie kann festgestellt werden, dass im vom Rand unbeeinflussten Bereich keine Schnittgrößen in den horizontalen Elementen vorhanden sind.



Identifikation der Einheitszellen innerhalb der Gesamtstruktur

Optimierung

Als Zielfunktion wird die im Tragwerk gespeicherte Energie verwendet. Diese wird maximiert, indem die Querschnittsfläche, der Versatz e und das Seitenverhältnis $\frac{h}{b}$ variiert werden, ohne dabei Nebenbedingungen z.B. für die maximale Spannung zu verletzen. Eine optimierte Einheitszelle ist im verformten und unverformten Zustand in der folgenden Abbildung dargestellt.



Vermaßung der unverformten, optimierten Einheitszelle sowie verformte Geometrie

Betreuung:
Rebecca Thierer, M.Sc.

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

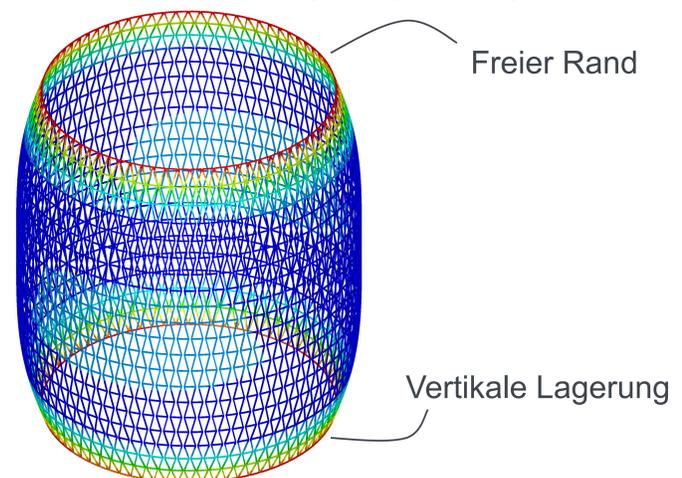
**Johannes
Reinken**

Optimierung und Vergleich auxetischer Stab- werks- und Scha- lenstrukturen zur Stoßabsorption

Für unterschiedliche Parameter sind die Optima stets sehr verschieden. Lediglich ein Seitenverhältnis größer als 1 haben sie gemeinsam.

Weiterführende Untersuchungen

Mit der optimierten Zelle lässt sich u.a. ein Zylinder als einfache Schalenstruktur erstellen. Der Zylinder ist lediglich vertikal gelagert, wodurch an den Rändern zusätzliche Schnittgrößen und Verformungen entstehen. Diese Randeffekte lassen sich durch eine entsprechende Lagerung beseitigen.



Verformter Zylinder mit vorhandenen Randeffekten bei vertikaler, gelenkiger, verschieblicher Lagerung

Kooperationspartner

Institut für Statik und Dynamik der Luft- und
Raumfahrtkonstruktionen
Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken
Berta Pi-Savall, M.Sc.

Literatur

Walkowiak, M. (2014): Auxetische Strukturierungskonzepte im makroskopischen Skalenbereich: Numerische Untersuchungen zur mechanischen Effizienz multiphysikalisch belasteter zellulärer (Hybrid-) Strukturen. TU Dortmund, Dissertation

