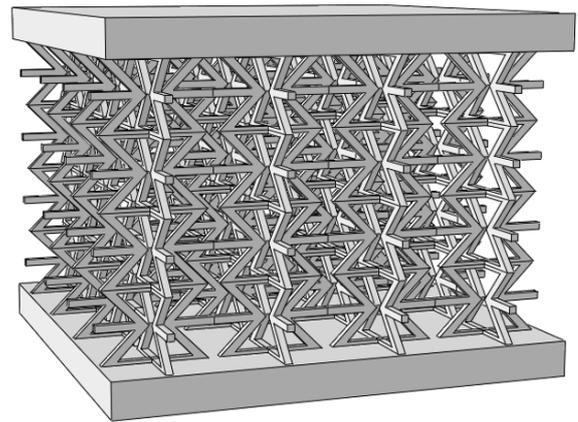


## Simulation und Optimierung von auxetischen Metamaterialien unter quasistatischen Belastungsbedingungen

### Abschlussarbeit

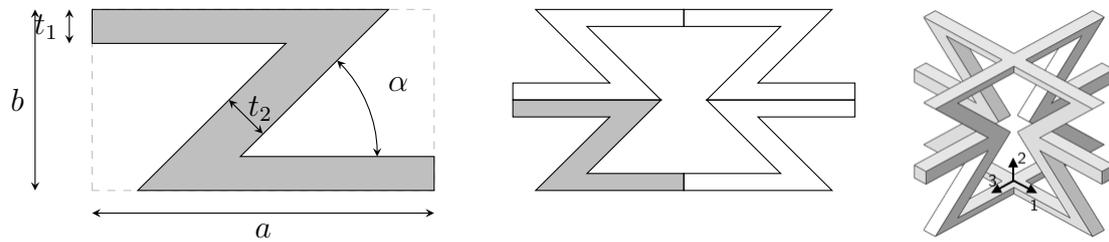
Auxetische Materialien sind eine besondere Klasse von Metamaterialien, die sich durch ihre einzigartige Eigenschaft der negativen Querkontraktion auszeichnen. Im Vergleich zu herkömmlichen Materialien weisen auxetische Strukturen überlegene Eigenschaften auf, wie z.B. eine hohe Energieabsorption, eine erhöhte Eindringfestigkeit und selbst definierte mechanische Eigenschaften. Das Hauptziel dieser Arbeit ist die Erforschung, Entwicklung und Simulation von auxetischen Strukturen unter eindimensionalen, quasistatischen Belastungsbedingungen. Sowohl Balken- als auch Schalenstrukturen werden im Detail untersucht, um eine umfassende Analyse ihrer individuellen Vor- und Nachteile zu ermöglichen.



**Abbildung 1:** 3D-Gitterstruktur mit reentrant unit cells.

Um dieses Ziel zu erreichen, wird sich die vorgeschlagene Untersuchung auf die Verwendung einer dreidimensionalen, einspringenden Gitterstruktur konzentrieren, die ein herausragendes Beispiel für eine auxetische Architektur ist (siehe Abb. 2). Dieses Gitterdesign wird mit Abaqus Python Scripting untersucht und simuliert.

Der Vergleich zwischen Simulationen mit Schalen- und Balkenelementen und im Vergleich mit Backsteinelementen ist von größter Bedeutung, um die optimale Strukturkonfiguration zu ermitteln, die ein Gleichgewicht zwischen Effizienz und Effektivität herstellt. Letztendlich werden die Ergebnisse dieser vergleichenden Analyse Aufschluss über mögliche Änderungen an der Gitterstruktur geben, um sie durch die Verwendung von Schalen oder Balken zu einem praktischeren und effizienteren Entwurf zu machen.



**Abbildung 2:** Schematische Darstellung einer Viertelzelle (links), als Teil einer zweidimensionalen auxetischen Einheitszelle (Mitte) und einer 3D auxetischen Einheitszelle (rechts).

Um dieses Ziel zu erreichen, werden die folgenden Schritte durchgeführt:

- 1) Erstellen einer gründlichen Literaturübersicht über Auxetic-Strukturen, ihre Anwendungen und Weiterentwicklungen.
- 2) Beherrschung von Abaqus und Python-Skripting für FEA und Gitterstruktursimulation.
- 3) Verständnis der 3D einspringenden Gitterstruktur, ihrer Geometrie und ihres mechanischen Verhaltens.
- 4) Implementierung von Simulationsmodellen mit Abaqus, unter Verwendung von Schalen- und Balkenelementen.
- 5) Durchführung einer FEA der Gitterstruktur unter verschiedenen Belastungsszenarien.
- 6) Vergleich der Simulationsergebnisse von Schalen- und Balkenmodellen, Analyse der strukturellen Stabilität, Spannungsverteilung und Berechnung der Poissonzahl.
- 7) Schlussfolgerungen über die Eignung von Schalen- oder Balkenelementen für die Gitterdarstellung zu ziehen.



Supervisor:  
Berta Pi Savall



Supervisor:  
Nicolas Grünfelder



Examinator:  
Prof. Tim Ricken