

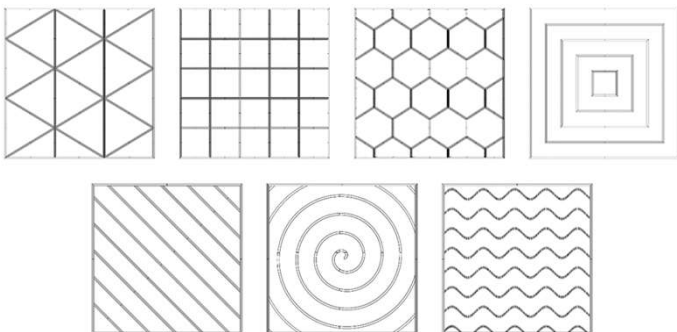
# Statische Berechnungen von Infill- Strukturen im 3D-Druck

## Motivation und Zielsetzung

Um bei der Herstellung von 3D-gedruckten Objekten den Materialverbrauch und die Druckzeit zu reduzieren ist es hilfreich, Infill-Strukturen mit gewissen Dichten einzusetzen. In dieser Arbeit werden verschiedene Infill-Strukturen und -Dichten mithilfe einer Finite-Elemente-Software bezüglich ihres Verformungsverhaltens und ihrer Spannungsverläufe verglichen. Dabei werden verschiedene Geometrien und Lastfälle herangezogen.

## Infill-Struktur und -Dichte

Infill-Strukturen sind Muster, die im Inneren eines mittels additiver Fertigung hergestellten Objekts eingesetzt werden. Die Infill-Dichte gibt an, zu wie viel Prozent das Objekt mit Material gefüllt ist. In den Slicer-Softwares, die aus einem 3D-Modell Bauanweisungen für den 3D-Drucker erstellen, sind die verwendbaren Füllmuster und -dichten aufgelistet und je nach verwendeter Software stehen unterschiedliche Infill-Strukturen zur Verfügung. In dieser Arbeit wurden folgende zweidimensionale in die Höhe extrudierte Muster mit Infill-Dichten von 5 %, 10% und 20 % Infill-Dichte verwendet: Dreieck, Gitter, Hexagon, Konzentrisch, Linear, Spirale und Welle.



Infill-Strukturen mit 10 % Infill-Dichte (v.l.): Dreieck, Gitter, Hexagon, Konzentrisch, Linear, Spirale, Welle

## Verwendete Geometrien und Lastfälle

**Torsionsbeanspruchter Würfel:** Torsionsbeanspruchungen werden durch einen gedanklichen Hohlkastenquerschnitt abgetragen. Deshalb ist es bei diesem Lastfall von Vorteil, wenn die Infill-Wände konzentrisch um die Mittelachse angeordnet werden. Die konzentrische und die Spiral-Struktur sind für diesen Lastfall also am besten geeignet.

**Schubbeanspruchter Würfel / Biegebeanspruchter Kragarm:** Um die Last direkt zum Auflager abzuleiten sollten möglichst viele Infill-Wände mit der Lasteinzugschnecke verbunden und parallel zur Krafttrichtung angeordnet sein. Bei beiden Lastfällen treten die geringsten Verformungen bei der Verwendung der Wellen-Struktur auf. Beim Schubbeanspruchten Würfel ist bei einer Infill-Dichte von 20 % die Gitter-Struktur am effektivsten.

**Biegebeanspruchter Balken:** Die Last sollte auf möglichst direkten Weg zu den Auflagern abgeleitet werden. Deshalb ist die Wellen-Struktur am besten geeignet, da hierbei alle Infill-Wände mit der Lastangriffsfläche verbunden sind und die Last auf direktesten Wege zum Auflager transportiert werden kann.

## Fazit

Unter Berücksichtigung aller Einzelergebnisse ist zu erwarten, dass die Wellen-Struktur bei einer Belastung durch verschiedene Lastfälle und beim Vorhandensein verschiedener statischer Systeme die effektivste und materialgünstigste Variante darstellt. Diese Aussage gilt vor dem Hintergrund, dass auftretende Biegebelastungen vorherrschend und daher bemessungsrelevant sind. Durch das Hohlprofil der Objekte ist eine ausreichende Torsionssteifigkeit gegeben. Optimalerweise können zwischen den gewellten Infill-Wänden Queraussteifungen eingebaut werden.

Der Materialeinsatz ist bei allen Lastfällen bei einem Infill-Prozentsatz zwischen 10 % und 20 % am effektivsten, bei welchem Prozentsatz genau kann in weiteren Forschungen untersucht werden.

## Literatur

- A. Gebhardt, J. Kessler und L. Thurn, 3D-Drucken: Grundlagen und Anwendungen des Additive Manufacturing (AM), München: Carl Hanser Verlag, 2016.
- M. Fernandez-Vicente, W. Calle, S. Ferrandiz und A. Conejero, „Effect of Infill Parameters on Tensile Mechanical Behavior in Desktop 3D Printing,“ 3D Printing and Additive Manufacturing, pp. 183-192, 1 September 2016.
- M. Grund, Implementierung von schichtadditiven Fertigungsverfahren, Vol. 4, Springer Berlin, Heidelberg, 2015.