

Entwurf eines Leichtbausystems

Die Ausprägung von Faltstrukturen auf Grundlage von Hauptmomentenlinien

Hintergrund

Im Rahmen der Nachhaltigkeitsbetrachtung von Bauwerken gewinnen „ausgeklügelte Konzepte zur Minimierung von Energie- und Materialverbrauch“ (Prof. W. Sobek), wie beispielsweise das Prinzip der Faltung, immer mehr an Bedeutung. Die Anwendung von Faltungen in der Architektur ist als Leichtbauprinzip bekannt. Allerdings waren in der Vergangenheit die Entwürfe für Faltwerke durch konventionelle Planungs- und Herstellungsmethoden begrenzt. Um die Bauwerke effizient zu realisieren standen die Modularität mit einfachen Geometrien, die Produktionsgrenzen der Fertigung oder realisierbare Fügepunkte im Vordergrund. Bei der Spannungsanalyse solcher Faltungsentwürfe stellt sich heraus, dass das dünne Material unterschiedlich ausgelastet ist. Aus diesem Grund habe ich vor dem Hintergrund neuer Analyse- und Produktionstechniken in meiner Studienarbeit eine neue Art der Faltung entwickelt.

Ansatz

Um ein Faltwerk mit flächigen Halbzeugen effektiv konstruieren zu können sollte das Material möglichst gleichmäßig ausgelastet sein. Dabei kann der Kraftfluss durch den Faltungsentwurf gesteuert werden, indem die Faltungshöhe und die Ausrichtung der Faltkanten variiert wird. Anhand einer linear gelagerten, planaren und quadratischen Platte wird dieses Optimierungsprinzip deutlich. Die Faltungshöhe entspricht der Beanspruchung und ist in der Feldmitte am größten (Abb.1). Das Faltmuster entspricht der Lastabtragung der Platte.

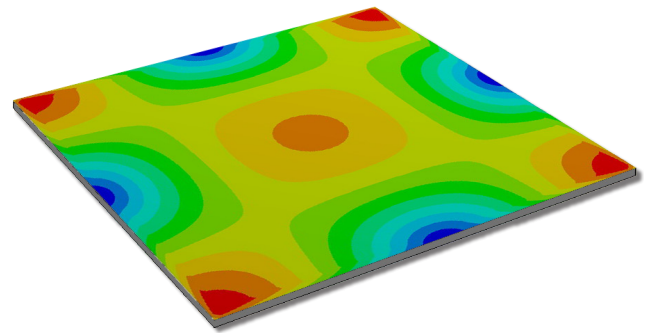
Ein möglicher Ansatz eine effizientere Faltung zu entwerfen, ist die Ausrichtung von Faltkanten anhand von Hauptmomentenlinien. Dazu ermittelt die Finite Elemente Analyse (FEA) die Hauptspannungsvektoren der Platte, auf deren Basis zwei Kurvenscharen (Hauptmomentenlinien) in abstrahierter Weise generiert werden (Abb.2). Mit Hilfe dieser Kurven wird eine 2-lagige Faltung modelliert, die in Feldmitte die größte statische Höhe aufweist.

Die Analyse dieses Faltprinzips zeigt, dass das dünnwandige Material des Entwurfes gleichmäßig ausgelastet ist und die maximale Spannung stark reduziert werden kann (Abb.3). Die neue Faltungsmethode stellt sich als überzeugende Optimierungsstrategie heraus und bietet das Potential für eine große Materialersparnis.

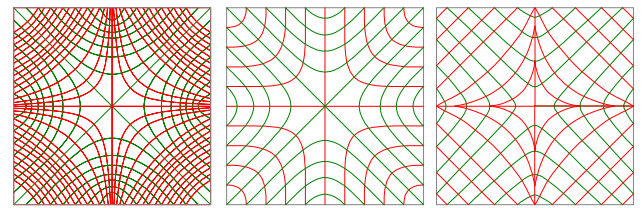
Anwendung und Produktion

Die scheinbar komplexe Herstellung der unterschiedlichen Elemente, z.B. bei Ausführung in Feinblech, können durch die Inkrementelle Blechumformung (IBU) gelöst werden. Die Blechstücke werden zum Faltungselement gefügt und können z.B. als Deckenbauteil einer Halle dienen (Abb.4).

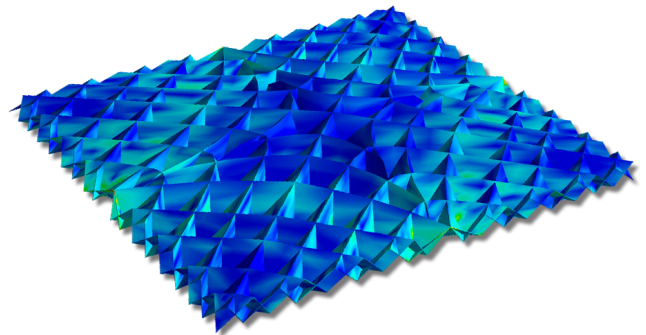
Die entwickelte Methode der Faltungsgenerierung ist durch die Anwendungsmöglichkeiten von Rhinoceros (3D-Modellierung) sowie Ansys (FEA) auch auf andere Formen übertragbar.



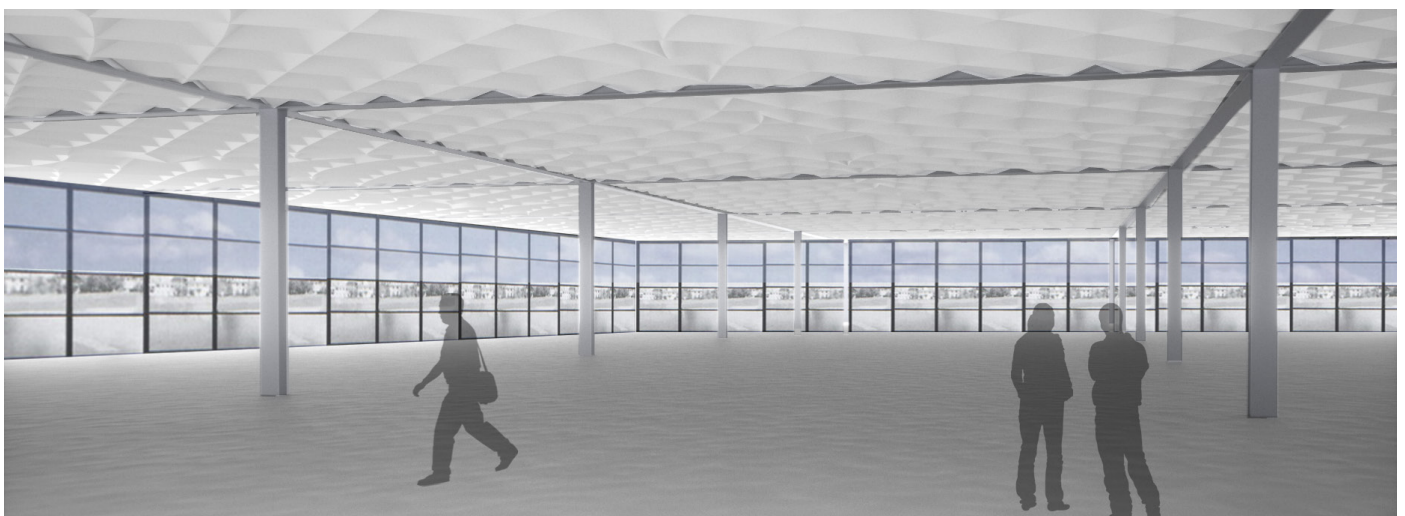
1) Grafische Spannungsverteilung einer planaren Platte als Grundlage und Referenzobjekt für die Finite Elemente Analyse



2) Unterschiedliche Interpretation der Hauptspannungsvektoren erlaubt eine Regulierung der Faltungsfrequenz



3) Entwickelter Faltungsentwurf mit Darstellung der homogenen Spannungsverteilung



4) Innenraumvisualisierung der möglichen Anwendung als eine Hallendacheindeckung

Wettbewerb „Auf IT gebaut 2011“ 2. Preis im Bereich Architektur
Preisverleihung und Präsentation im Rahmen der BAU2011, München
B.Sc. **Björn Teutriene**, RWTH Aachen
Kontakt: bjoern.teutriene@rwth-aachen.de

Studienarbeit am Lehrstuhl für Tragkonstruktionen
Fakultät für Architektur, RWTH Aachen
Betreuer: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Trautz,
Dipl.-Ing. Mazen Ayoubi und Dipl.-Ing. Ralf Herkrath