

Kurzfassung

Beton trägt aufgrund des hohen Treibhausgasausstoßes, der vor allem bei der Produktion von Zement anfällt, maßgeblich zur globalen Erwärmung bei. Durch den Einsatz von Hochleistungswerkstoffen in einer belastungsoptimierten Bauteilgeometrie ist es möglich, ressourcensparendere, effizientere Konstruktionen zu errichten. Die Verwendung von korrosionsbeständigen Faserverbundwerkstoffen, wie zum Beispiel Textilbewehrung anstelle von üblicher Stahlbewehrung, ermöglicht darüber hinaus eine Reduktion der erforderlichen Betondeckung auf ein Minimum. Auf diese Weise können wesentlich schlankere, leichtere Bauteile konstruiert und Betonvolumen gespart werden.

Die Formfindung für solche Bauteile ist kein einfaches Unterfangen. Die Natur bietet aber viele Vorbilder für materialgerechtes Konstruieren. Im Rahmen der Bionik wird die Natur als Ideengeber für besonders effiziente Konstruktionsweisen herangezogen. In vorliegender Arbeit wird daran anlehnend das Skelett eines Kofferfisches untersucht. Zu diesem Zweck wurde mittels Micro-CT Scan ein digitales 3D-Modell des Skeletts angefertigt, welches einen detaillierten Einblick in dessen Aufbau ermöglicht. Das Skelett besteht aus vorwiegend hexagonalen Platten, die an der Unterseite durch Diagonalrippen, sowie einen außen verlaufenden Zugring unterstützt sind. Statischen Überlegungen zufolge wird die Last im Skelett wie folgt abgetragen: Eine von außen angreifende Flächenlast resultiert in Druckspannungen an der Plattenoberseite, Zugspannungen an der Unterseite mit jeweils deutlichen Spannungsspitzen im Plattenzentrum, sowie Normalkräften in den Diagonalrippen, welche zum Rand hin in hohe Drucknormalkräfte (Druckbogenwirkung) übergehen. Der äußere Ring schließt den Kraftfluss über Zugnormalkräfte. In Anlehnung an die Geometrie des Fischeskeletts wird ein Plattentragwerk aus Textilbeton mit dem Ziel bestmöglicher Lastabtragung unter geringstmöglichem Materialaufwand entwickelt. Dieses besteht aus einer dünnen, hexagonalen Betonplatte, schlanken Diagonalrippen, die sich zum Plattenzentrum hin verzüngen, sowie einem exzentrisch zur Plattenunterseite angeordneten Ring aus Stahl. Statische Untersuchungen einer einzelnen Platte zeigen, dass die Schnittgrößen und Verformungen maßgeblich von der Steifigkeit des außenliegenden Zugrings, sowie von der Exzentrizität desselben abhängen. Je steifer der Zugring ist, desto eher kann eine Druckbogenwirkung der Diagonalrippen aktiviert werden, wodurch die Zugbeanspruchungen sowie die Biegeverformungen reduziert werden. Besonders günstige Schnittgrößen- und Verformungszustände können durch Vorspannen des äußeren Zugrings erzielt werden.

In weiterer Folge ist es denkbar, ähnlich wie beim Skelett des Kofferfisches, mehrere solcher Platten modular zu einem Gesamttragwerk zusammen zu setzen. Langfristiges Ziel ist es, eine schlanke Dach- oder Deckenkonstruktion zu entwickeln, die durch gesteigerte Ressourceneffizienz einen geringeren ökologischen Fußabdruck besitzt als herkömmliche Plattentragwerke aus Stahlbeton.