



**Hochschule für Technik
und Wirtschaft Dresden**

Fakultät:

Bauingenieurwesen

Studiengang:

Bauingenieurwesen, Professur für
Brücken- und Ingenieurbau

DIPLOMARBEIT

Anwendung der Bionik im Brückenbau

Betreuung:

Prof. Dr.-Ing. Holger Flederer, HTW Dresden
Prof. Dr.-Ing. Thomas Bösch, HTW Dresden
Dipl.-Ing. (FH) Jeanette Igel, IBH Dresden

Bearbeitungszeitraum:

Wintersemester 2020/2021

Verfasserin:

Carolin Giersberg,
geb. 19.06.1997 in
Ludwigsfelde



Bildungsweg:

2009 – 2015 Gymnasiale Ausbildung, Abitur
2015 – 2016 FSJ im Kinder- und
Jugendbereich
2016 – 2021 HTW-Dresden, Studium
Bauingenieurwesen

Natürliche Strukturen haben sich seit Millionen von Jahren entwickelt und sind dadurch u.a. geprägt von hoher Effizienz und Anpassung. Die Bionik ist ein Prozess, bei dem es darum geht, diese optimierten Strukturen der Natur zu erforschen und die gewonnenen Erkenntnisse in unsere Technik zu integrieren. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde die Anwendbarkeit der Bionik im Brückenbau geprüft. Dazu wurden folgende zwei Leitfragen untersucht:

- Welche bionischen Tragstrukturen können auf Brückenbauwerke übertragen bzw. übertragbar gemacht werden?
- Welche Kriterien sollte ein optimaler Standort für ein bionisches Brückenbauwerk erfüllen?

Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen wurde ein bionisches Brückenbauwerk entwickelt und deren Machbarkeit geprüft. Die Ergebnisse zeigen, dass die Bionik im Brückenbau neben den klassischen Entwicklungsmethoden ein wichtiges Hilfsmittel sein kann, um effiziente und leistungsfähige Bauwerke zu erschaffen.

Sammlung Bionischer Tragstrukturen mit Anwendungspotenzial im Brückenbau

Spannungstrajektorielle
Verstärkungen analog zur
Knochenstruktur



Deckenstruktur des Zoologie
Hörsaals der Uni Freiburg

Hierarchisch abgestufte
Struktur analog zum Scha-
lenbau der Diatomeen



Entwurf einer Bahnhofs-
überdachung in Luxemburg

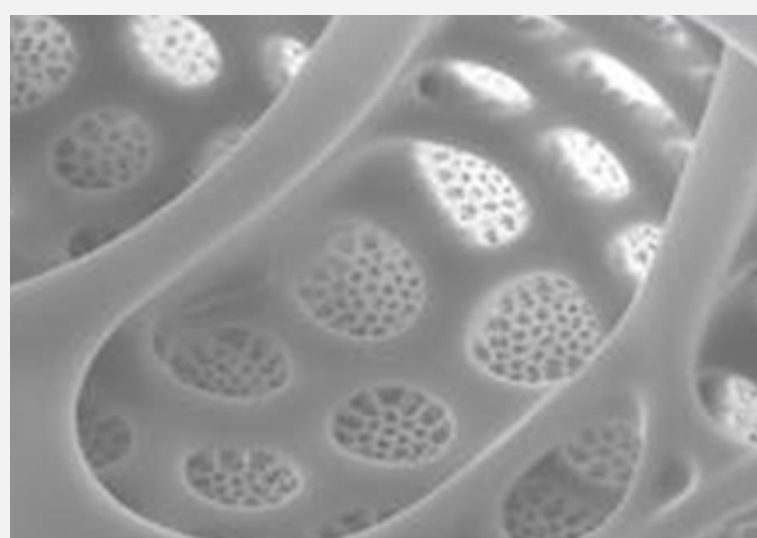
Tensegrity-Struktur analog
zum Schalenbau der Radio-
lariengattung Acantharia



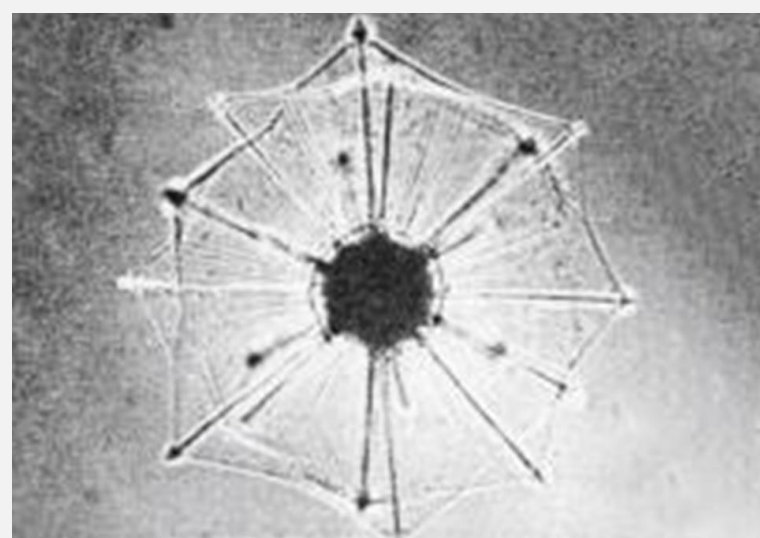
Kurilpa Bridge in Brisbane in
Tensegrity-Bauweise



Exemplarisch: Struktur des
menschlichen Oberschenkel-
knochens



Hierarchische Abstufung des
Außenskeletts der Diatomeen
(Kieselalgen)



Selbstspannendes Außen-
skelett der Radiolarien-gattung
Acantharia

Funktionell gradierte
Porosität analog zur Struk-
tur des Seeigelstachels



TRUMPF-Steg in Ditzingen als
Schalenkonstruktion

Segmentierte Holz-
bauweise analog zum
Schalenbau des Seeigels

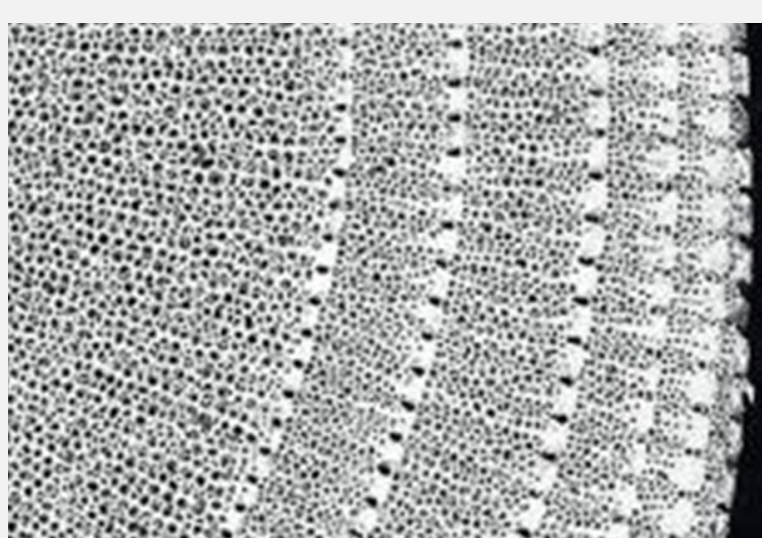


Segmentierter Holzpavillon zur
BUGA 2019 in Heilbronn

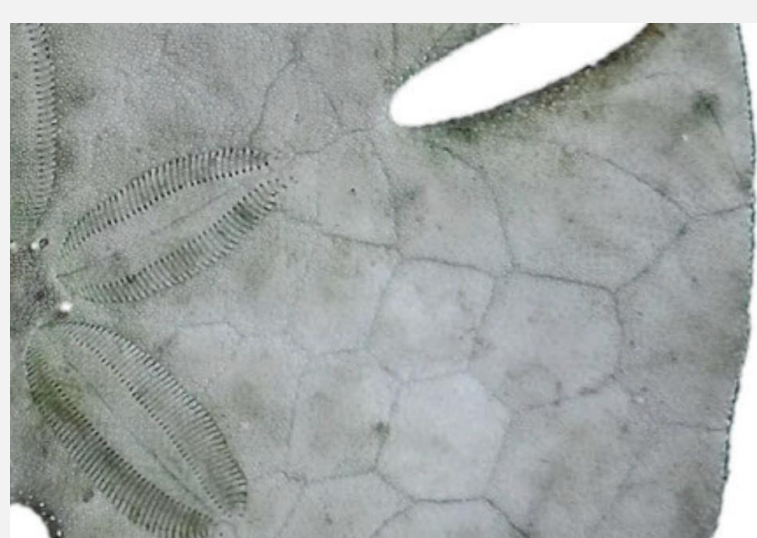
Tensairity-Bauweise als
Kombination aus
Tensegrity und Pneumatik



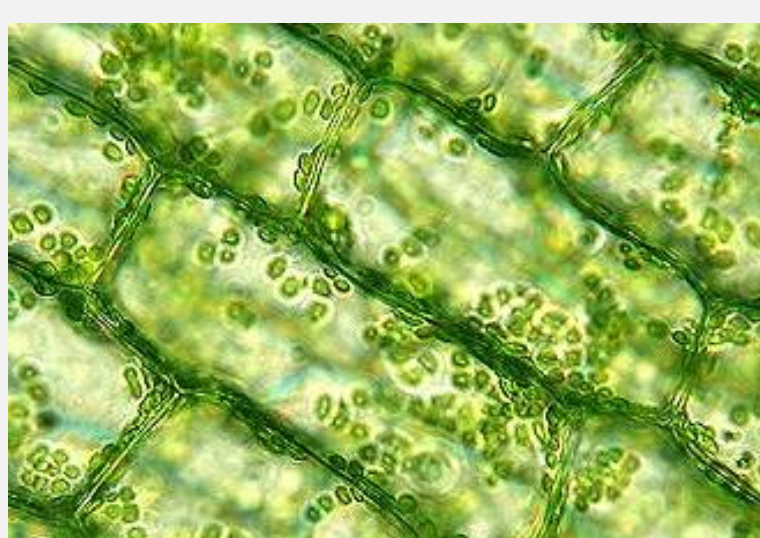
Skibrücke in Lanslevillard in
Tensairity-Bauweise



Querschnitt Seeigelstachel mit
der Belastung entsprechender
Porositätsverteilung



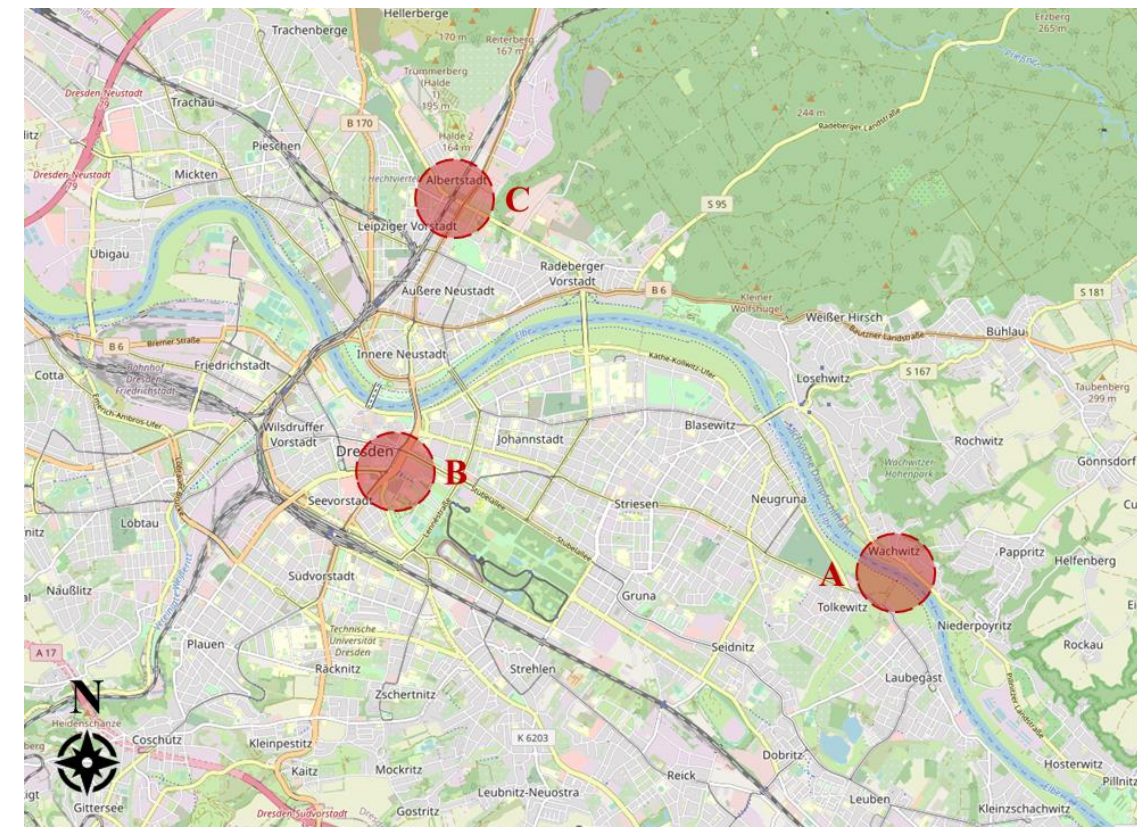
Plattenanordnung beim
Außenskelett des Seeigels



Pflanzenzellen der Wasserpest
als natürliches Pneu, Pneu gilt
als Urelement des Lebens

Ermittlung eines optimalen Standortes für ein bionisches Brückenbauwerk

Exemplarisch wurden folgende drei Umfelder im Dresdner Stadtgebiet im Hinblick auf die Anwendung einer bionischen Tragstruktur analysiert.



- A** Elbquerung in Anknüpfung an einen neuen Fuß- und Radweg
- B** Bauwerk zur Erschließung des neuen Lingnerviertels
- C** Überführung des Radschnellweges von Klotzsche in die Innenstadt über die Stauffenbergallee

Übersichtskarte über die Lage der untersuchten
Umfelder, Maßstab ca. 1:100.000

Ziel der Analyse war es, auf Basis der Analyseergebnisse die Anwendbarkeit der Bionik zu bewerten und Kriterien für einen optimalen Standort abzuleiten:

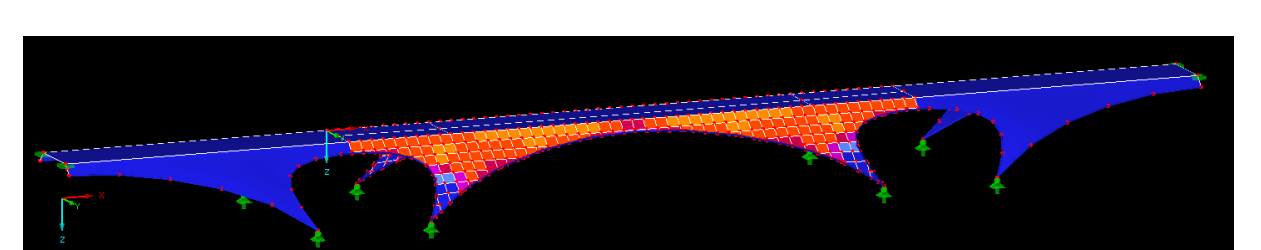
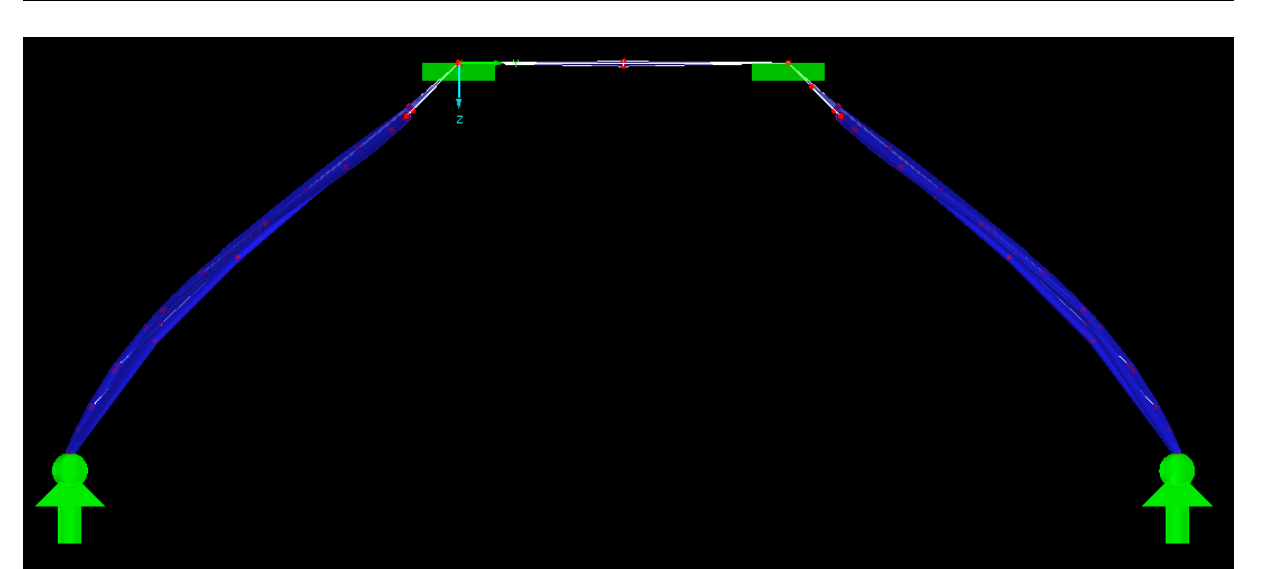
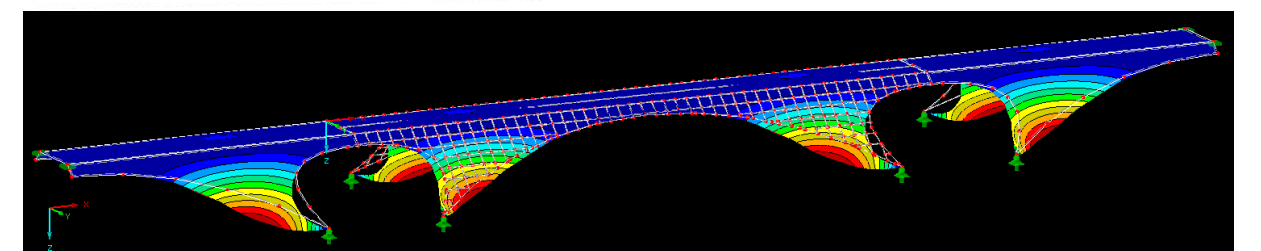
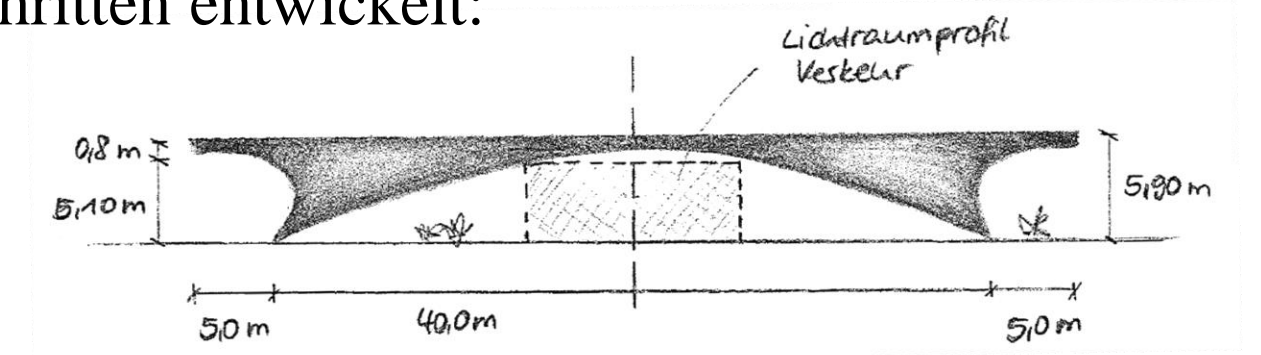
Lage	populär und gut einsehbar, Attraktivitätsförderung wünschenswert und angebracht
Umgebende Bebauung	Bauweisen harmonieren mit neuartiger und kreativer Bauweise, bieten Platz für Gestaltungsmöglichkeiten
Nutzung	Umgebungs- und Bauwerksnutzung bieten Raum zum Verweilen und Betrachten des Bauwerks
Technische Details	bspw. Entwicklungslänge und nutzbare Breite, bieten umfangreiche Gestaltungsmöglichkeiten

Im Rahmen einer Gegenüberstellung stellte sich das Vorhaben der Erschließungsbrücke des neuen Lingnerviertels als optimal heraus. Für dieses wurde ein bionisches Brückenbauwerk entwickelt und untersucht.

Studie zur Machbarkeit eines bionischen Brückenbauwerkes

Das Ergebnis der Studie war eine segmentierte stählerne Konstruktion, die als eine Kombination aus Falwerk und Schale betrachtet werden kann und durch die Integration das Funktionsprinzips des Seeigelstachels, der funktionell gradierten Porosität, ergänzt wurde. Diese wurde in folgenden Arbeitsschritten entwickelt:

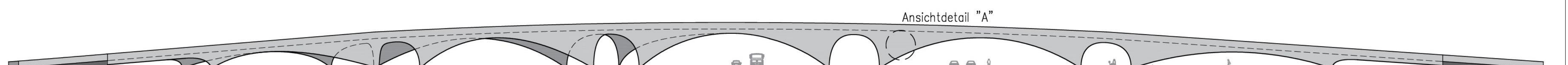
1. Entwurfsfindung und statisch-konstruktive Vordimensionierung
2. Ausgangsmodell: Modellieren eines Segmentes in RFEM mit der Annahme als Falwerk
3. Ersatzmodell: Verformung des Ausgangsmodells aus Eigen-gewicht negativ als Ansatzten als neue Geometrie, vereinfachte Findung der Schalenform
4. Flächenweise Modifizierung der Steifigkeiten und des Gewichtes entsprechend des Auslastungs-grades der Einzelflächen zur Simulation der funktionell gradierten Porosität
5. Nachweis der Tragfähig- und der Gebrauchstauglichkeit



Bildliche Dokumentation der Arbeitsschritte an
einem Segment

Die Gesamtkonstruktion wird durch zusammensetzen der Segmente gebildet und kann grundsätzlich als machbar eingestuft werden. Im weiteren Planungsverlauf sollte diese jedoch durch weitere Optimierungsschritte ergänzt werden.

Ansichtdetail "A"



Ansicht Nord-Ost der entwickelten bionischen Gesamtkonstruktion zur Erschließung des Lingnerviertels mit vereinfachter Darstellung der Schalenebene, Auszug aus der Bauwerkskizze, Maßstab ca. 1:500