

Weihnachtsaufgabe

Ein unter Wasser liegendes Stahlrohr (Achse horizontal) mit unbegrenzter Länge ist an beiden Enden verschlossen, sodass ausschließlich eine Belastung durch *konstanten* hydrostatischen Außendruck vorliegt.

Der Querschnitt des Rohres besteht aus einem regelmäßigen dünnwandigen, geschlossenen n -Eck mit der Seitenlänge a (Achismaß) und der Wanddicke t .

Die Schlankheit λ des Querschnitts sei definiert als Quotient aus Umfang und Wandstärke t , das heißt: $\lambda = n a / t$.

Gegeben:

- $\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$ Wichte des Wassers
- $\lambda = 400$ Querschnittsschlankheit

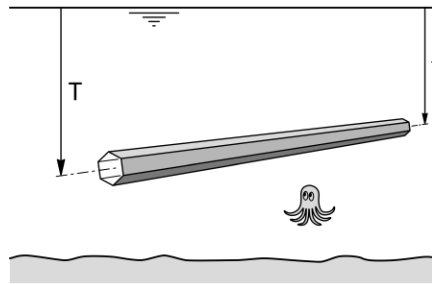
Gesucht für $n = 4, 6$ und 8 :

- Wassertiefe T , bei der die Form des Querschnitts *instabil* wird (Knicken in Querschnittsebene)
- Grafische Darstellung der Knickform (nur Stabsehnen) und zugehörige Stabdrehwinkel ψ

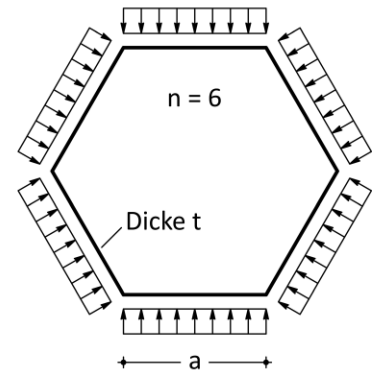
Kür 1: Für $n = 4$ und $n = 6$ Art des Gleichgewichts im Verzweigungspunkt (stabil bzw. labil)

Kür 2: Weitere gerade $n > 8$

System



Querschnitt, Belastung



Annahmen:

- Material linear-elastisch
- $t \ll a \ll T$
- Normalkraftverformungen vernachlässigbar

Hinweise:

- Es darf angenommen werden, dass der Betrag der Normalkräfte der Seiten des n -Ecks im Verlauf des Knickens konstant bleibt und gleich dem Wert im (unverformten) Grundzustand ist.
- Die Stabdrehwinkel ψ der jeweiligen Knickform sind nur bis auf einen gemeinsamen Faktor angebar (wie stets bei Eigenwertproblemen).

Einsendungen der Lösungen einschließlich Rechengang *per Post* bis 31. Januar 2020 an:
Verlag Ernst & Sohn, Redaktion
Stahlbau, Rotherstraße 21, 10245 Berlin

Die Lösung und die Namen der Gewinner der Weihnachtsaufgabe (mit oder ohne Kür) werden in der *Stahlbau* 3/2020 veröffentlicht.

Aufgabenstellung:

Em. o. Prof. Dr. Helmut Rubin,
TU Wien, Institut 202

Fragen zur Aufgabe möglich unter:
helmut.rubin@aon.at

Helmut Rubin stiftet Preis für Zusatzaufgabe

Seit 1996 publiziert *Helmut Rubin* alljährlich seine Weihnachtsaufgabe in der *Stahlbau*. Im letzten Heft gab er seine 24. Weihnachtsaufgabe bekannt. diese Aufgaben fordern das analytische Denken heraus, das im Prozess der baustatischen Problemlösung stets die kreative Kraft des Spielerischen mobilisiert: geleitete Fantasie und reine Freude an der Erkenntnis.

Anlässlich der Vollendung seines 80. Lebensjahres stiftet *Helmut Rubin* einen Gesamtpreis von **1000 Euro** für die Lösungen folgender Zusatzaufgabe:

Gesucht wird für ein regelmäßiges n -Eck unter konstantem hydrostatischem Außendruck eine analytische Gleichung zur Bestimmung der Stabkennzahl $\varepsilon = a\sqrt{N/EI}$ nur in Abhängigkeit von n (n beliebig) mit der Seitenlänge a , den Stabnormalkräften N im Verzweigungsfall und der Biegesteifigkeit der Stäbe EI .

Die Aufgabe stellt eine Ergänzung zur aktuellen Weihnachtsaufgabe in Heft 11 dar. Einsendung der Lösung bitte an die Redaktion *Stahlbau*, Rotherstraße 21, 10245 Berlin bis zum 15. Februar 2020. Die Lösung und die Gewinner werden im März-Heft der *Stahlbau* zusammen mit der Weihnachtsaufgabe veröffentlicht. Die Aufteilung des Gesamtpreises erfolgt durch den Auslober *Helmut Rubin*. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.