

# Kopplung des lokalen und globalen Versagens von Gitternetzschalen - Stabilitätsuntersuchungen und Parameterstudien an großen Finite-Elemente Modellen

Jakob Weber

## 1. Einleitung

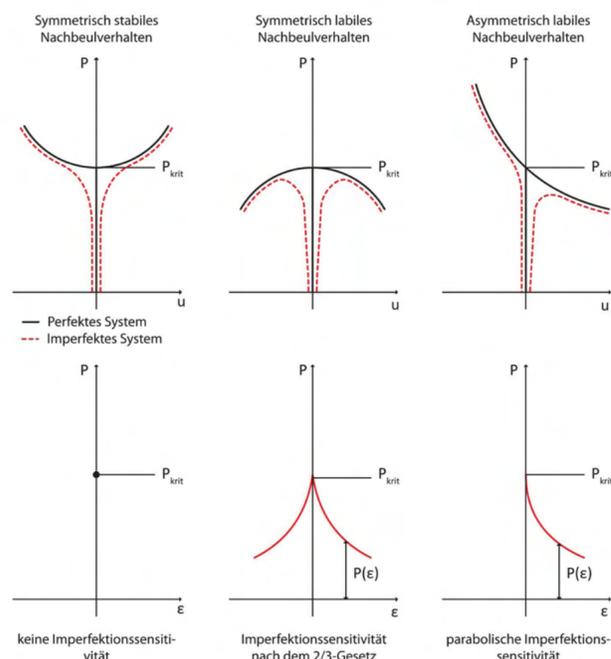
Gitternetzschalen sind effiziente und ästhetische Strukturen. Für solche diskrete Systeme bestehen vielfältige Versagensformen. Diese lassen sich unterteilen in Stabilitätsprobleme der Einzelemente, Stabilitätsprobleme der Gesamtstruktur und gekoppelte Versagensmodi.



In dieser Arbeit war insbesondere die mögliche Kopplung bzw. Interaktion mehrerer Versagensmodi zu untersuchen, da sie die Imperfektionssensitivität des Tragwerks deutlich erhöhen kann. Die Arbeit entstand in Kooperation zwischen dem Institut für Baustatik des KIT und dem Ingenieurbüro schlaich bergemann und partner, Stuttgart.

## 2. Imperfektionssensitivität

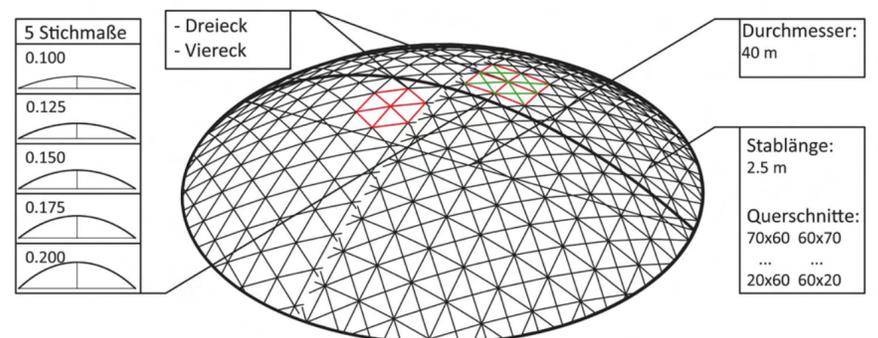
Die Imperfektionssensitivität einer Struktur ist abhängig von ihrem Nachbeulverhalten. Koiter hat diesen Zusammenhang in seiner Dissertation sowohl qualitativ als auch quantitativ untersucht. Demnach gibt es drei grundsätzliche Formen des Nachbeulverhaltens: Symmetrisch stabiles, symmetrisch labiles und asymmetrisches.



Interaktionen der Versagensformen können zu symmetrisch labilem oder asymmetrischem Nachbeulverhalten und damit zu hoher Imperfektionssensitivität führen, obschon die einzelnen Modi, getrennt betrachtet, stabil sind.

## 3. Parameterstudien

Die baupraktische Relevanz dieses Phänomens wurde mit Parameterstudien in den Finite-Elemente-Programmen FEAP und SOFiSTiK überprüft. Im Bild sind die verschiedenen Parameter zusammengefasst.



Zur Beurteilung der Imperfektionssensitivität wurde der Unterschied zwischen perfekter und imperfekter kritischer Last verwendet. Darauf basierend wurden sämtliche Kuppeln in Imperfektionssensitivitätsklassen eingestuft. Weiterhin wurden in Abhängigkeit der Einzelstabschlankheit und des Stichmaßes die verschiedenen Versagensformen abgegrenzt.

## 4. Kompatibilität lokaler Beulmuster

Die Bestimmung der tatsächlichen Stabschlankheit stellt häufig ein Problem dar, da nicht immer eine klare Zuordnung zu den Eulerfällen möglich ist, bzw. die tatsächliche Knicklänge oftmals nicht bekannt ist. Für die betrachteten regelmäßigen Netze lässt sich durch einfache geometrische Überlegungen ein Schätzwert der Knicklänge bestimmen. Dazu wird eine Einheitszelle identifiziert und ausgehend von einem Knoten überprüft, wo die Verdrehungen zu Inkompatibilitäten führen. Dort muss das Muster entsprechend angepasst werden. Die Zuordnung zu den Eulerfällen und Mittelwertbildung führt zu einem Schätzwert  $\bar{\beta}$  der Knicklänge:

$$\bar{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^4 n_i \beta_i}{\sum_{i=1}^4 n_i}$$

