



## Motivation

Die Effizienz expliziter Zeitintegrationsverfahren hängt von der höchsten Eigenkreisfrequenz des diskretisierten Systems ab. Bei schubweichen Platten wird der kritische Zeitschritt durch die hochfrequenten, für die dynamische Systemantwort meist unbedeutenden, Querschubfrequenzen begrenzt. Durch die direkte Parametrisierung von Schubfreiheitsgraden können bei hierarchischen Plattenformulierungen die Querschubfrequenzen mit einer intrinsisch selektiven Massenskalierung gezielt skaliert werden, während die biegedominierten Frequenzen unbeeinflusst bleiben. Das Skalierungsschema zeichnet sich durch die Einfachheit einer konventionellen Massenskalierung aus und erreicht dabei die Effektivität einer selektiven Massenskalierung ohne dabei die diagonale Struktur der konzentrierten Massenmatrix zu verändern.

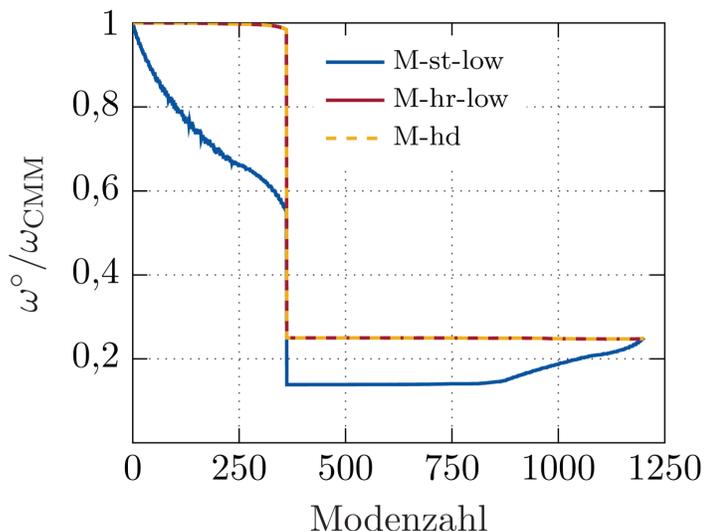
## Schubweiche Plattenformulierungen

Abk.	Bezeichnung	Primäre Variablen
M-st	Standard-Plattenformulierung mit totalen Rotationen	$v, \varphi_x, \varphi_y$
M-hr	Plattenformulierung mit hierarchischen Rotationen	$v, \gamma_x, \gamma_y$
M-hd	Plattenverschiebung mit hierarchischen Verschiebungen	$v, v_{s_x}, v_{s_y}$

Durch die Wahl niedrigerer Ansatzräume für die Rotationsfreiheitsgrade können die beiden ersten Formulierungen von Lockingeffekten befreit werden. Die resultierenden Formulierungen sollen mit M-st-low und M-hr-low bezeichnet werden. Die Formulierung M-hd ist intrinsisch lockingfrei.

## Skaliertes Frequenzspektrum eines numerischen Beispiels

Im folgenden Beispiel wurde die konsistente Massenmatrix CMM so skaliert, dass die höchste Eigenkreisfrequenz um 75 % verringert ist.



Skalierung der konsistenten Massenmatrix bei IGA für eine quadratische Platte der Schlankheit  $L/d=100$ .

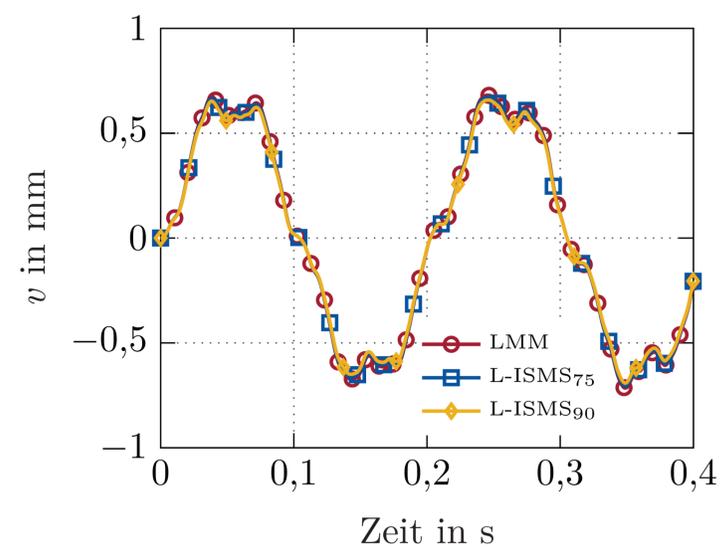
Betreuung:  
Rebecca Thierer, M.Sc. und Dr.-Ing. Bastian Oesterle

<https://www.ibb.uni-stuttgart.de>

Lisa-Marie  
Krauß

# Intrinsisch selektive Massenskalierung mit hierarchischen Platten- formulierungen

## Transiente Analyse am numerischen Beispiel



Verschiebungszeitverlauf für eine quadratische Platte unter einer Stoßlast mit  $t_p = 5$  ms mit der Elementformulierung M-hr-low und der konzentrierten Massenmatrix LMM sowie der intrinsisch selektiven Massenskalierung (ISMS) der konzentrierten Massenmatrix um 75 % bzw. 90 %, womit der Zeitschritt 4-mal bzw. 10-mal so groß gewählt werden kann.

## Fazit

- Deutliche Überlegenheit der hierarchischen Formulierungen
- Skalierung der konsistenten Massenmatrix: sehr gute Ergebnisse für die hierarchischen Formulierungen bei der Isogemetrischen Analyse, Subdivision Surfaces und Maximum-Entropy-Approximants
- Sehr gute Skalierbarkeit der konzentrierten Massenmatrix für die M-hr-Formulierung
- Problematische singuläre konzentrierte Massenmatrix für die M-hd-Formulierung

## Literatur

Oesterle, B.; Trippmacher, J.; Tkachuk, A.; Bischoff, M.: Intrinsically Selective Mass Scaling with Hierarchic Structural Element Formulations. In: Book of Extended Abstracts of the 6th ECCOMAS Young Investigators Conference 7th-9th July 2021, Valencia, Spain, 2021. – (zur Veröffentlichung angenommen)