



## Selektive Massenskalierung für explizite dynamische Analysen dünnwandiger Strukturen mit Kontinuumselementen

### Motivation / Problemstellung

Gleichbleibende Genauigkeit bei der Verwendung dünnwandiger Kontinuumselemente unter Vergrößerung der Zeitschrittweite mit selektiver Massenskalierung durch Skalierung der Dickenrichtung inspiriert von der Discrete-Shear-Gap-Methode

### Discrete-Shear-Gap-Methode

4 Schritte zu geometrisch lockingfreien Elementen:

- Integration:  $\Delta v_\gamma(\hat{x}) = \int_{x_0}^{\hat{x}} \gamma \, dx = v|_{x_0} + \int_{x_0}^{\hat{x}} \varphi \, dx$
- Kollokation:  $\Delta v_\gamma^i(x_1) = v|_{x_1}^i + \int_{x_1}^{x^i} \varphi_h \, dx = \int_{x_1}^{x^i} \gamma_h \, dx$
- Interpolation:  $\Delta v_\gamma = \sum_{i=1}^N N^i \Delta v_\gamma^i \rightarrow \text{mod. Schubverschiebung}$
- Differentiation:  $\gamma_h = \sum_{i=1}^N \frac{dN^i}{dx} \Delta v_\gamma^i$

### DSGSMS-Methode

Als Ausgangspunkt erfolgt die Erweiterung der inneren Arbeit der Timoshenko-Balkentheorie um einen zusätzlichen Term

$$\delta W^{\text{int}} = \underbrace{\int_0^L (\delta\gamma GA\gamma + \delta\kappa EI\kappa) \, dx}_{\delta W^{\text{int}}} + \underbrace{\int_0^L (\delta v \rho A \ddot{v} + \delta\varphi \rho I \ddot{\varphi}) \, dx}_{\delta W^{\text{kin}}} + \underbrace{\alpha_{\text{DSG}} \int_0^L (\delta v_s^{\text{mod}} \rho A \ddot{v}_s^{\text{mod}}) \, dx}_{\delta W_{\text{DSGSMS}}^{\text{kin}}}$$

### Überblick über die DSGSMS-Methode

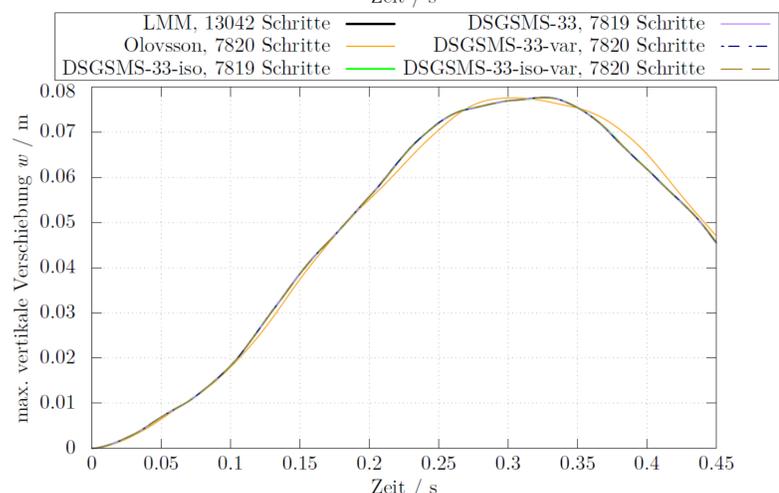
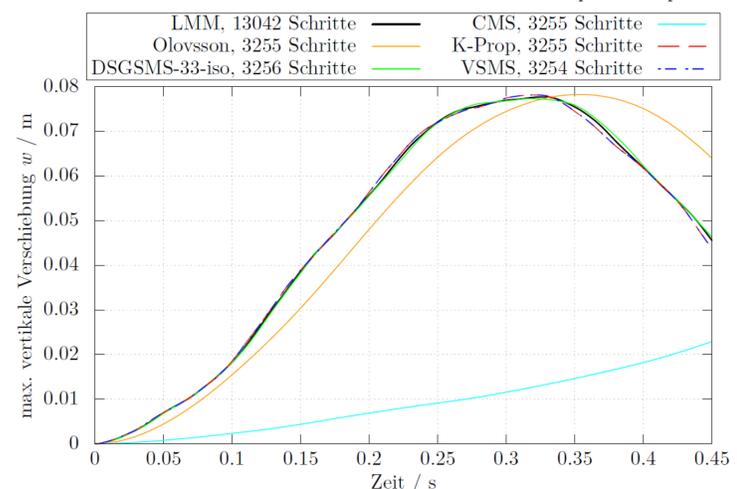
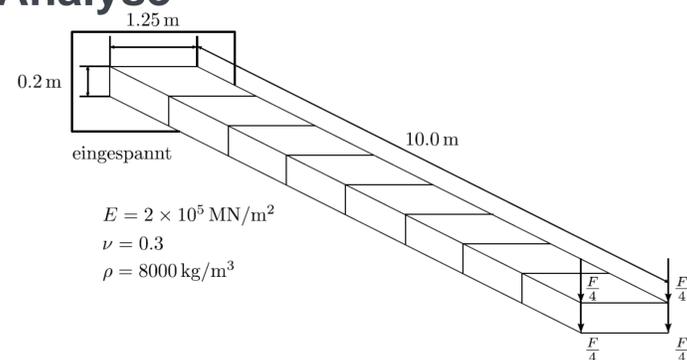
- Erzeugung einer nichtdiagonalen Massenmatrix, auch wenn das Element ursprünglich auf einer konzentrierten Massenmatrix aufgebaut wurde
- Sowohl impuls- als auch dreimpulserhaltend
- Auf jegliche Elementtypen anwendbar
- Speziell bei dünnwandigen Strukturen vorteilhaft, da anisotrope Versionen rein die Dickenrichtung skalieren
- Isotrope Versionen in nichtlinearen Analysen geeignet
- DSGSMS-33(-var) und DSGSMS-33-iso(-var) mit beschränkter Maximalreduktion der höchsten Eigenkreisfrequenz
- Große Abhängigkeit von der Querdehnzahl

### Abschlussarbeit:

Betreuer: Dr. Ing. Bastian Oesterle

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

### Numerisches Beispiel: Transiente Analyse



### Literatur

- Bletzinger, Kai-Uwe; Bischoff, Manfred; Ramm, Ekkehard: A unified approach for shearlocking-free triangular and rectangular shell finite elements. In: *Computers & Structures* 75 (2000), Nr. 3
- Oesterle, Bastian: *Idee & private Diskussionen zur DSGSMS*. 2021