

# Bewegungs- entwurf für adaptive Strukturen mit diskreten Aktorelementen

## Motivation und Zielsetzung

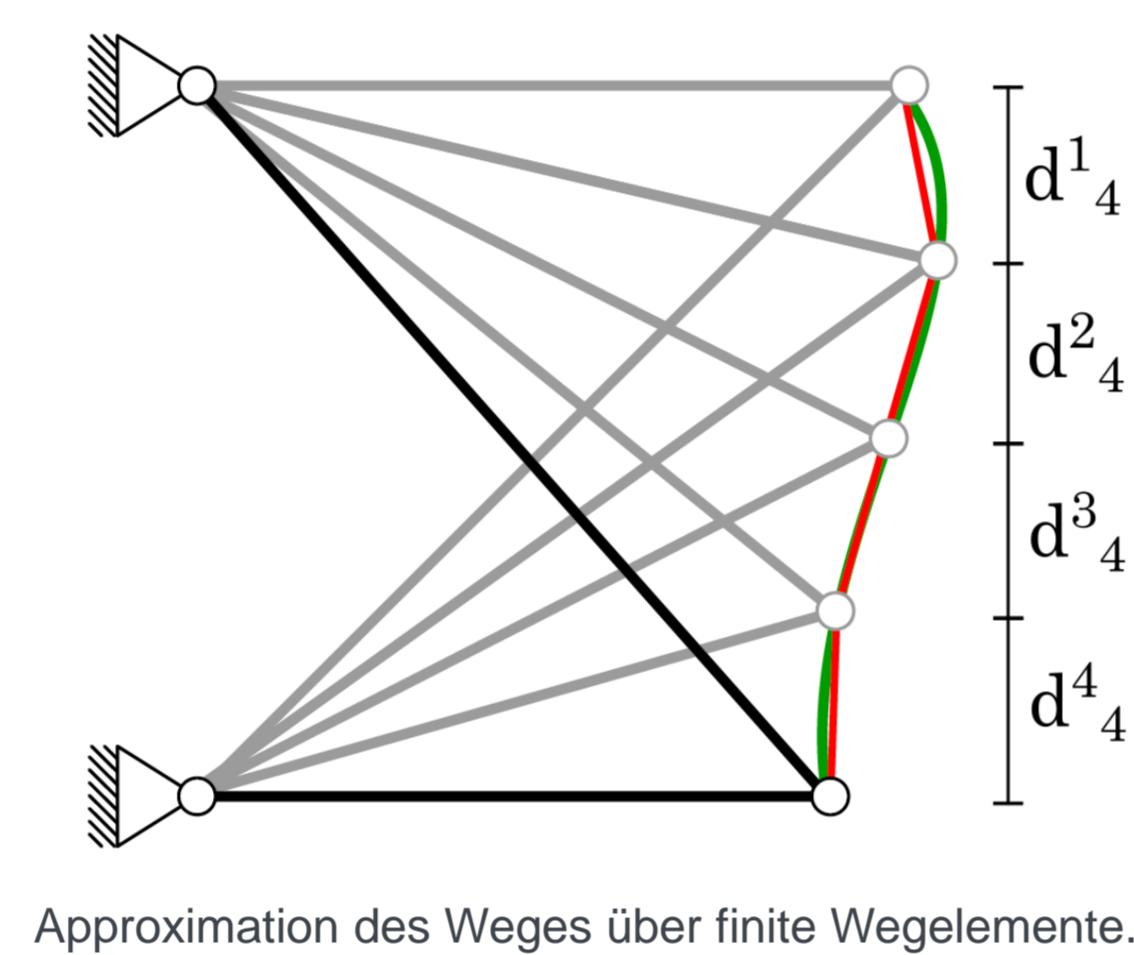
- Adaptive Strukturen im Bauwesen bieten Einsparpotential von Energie und Material, indem auf wechselnde Einflüsse reagiert werden kann.
- Geometrische Anpassung erfordert eine Bewegung von einem Geometriezustand zu einem Anderen.
- Ziel dieser Arbeit, ist die Erweiterung einer existierenden Methode zum Entwurf von Bewegungen um die gezielte Ansteuerung diskreter Aktorelemente.

## Methode zum Entwurf von Bewegungen

- Anforderung minimaler Verzerrungsenergie über den Weg als Variationsproblem:

$$J = \int_s \int_{\Omega} \frac{1}{2} \mathbf{E}^T \mathbf{C} \mathbf{E} \, d\Omega \, ds = \min.$$

- Variation des weg- und gebietsdiskretisierten Funktionals liefert das linearisierte Gleichungssystem zur iterativen Lösung des Minimalproblems:



$$\mathbf{K}_{\text{mod}} \Delta \mathbf{d} = \mathbf{F}_{\text{mod}}$$

- Wegkontrolle erfolgt über die Kontrolle einzelner Freiheitsgrade

## Berücksichtigung von Lastfällen

- Gleichgewicht in jedem Zustand als Nebenbedingung

$$\Pi_{\text{tot}}^j = \Pi_{\text{int}}^j + \Pi_{\text{ext}}^j = \min$$

- Formulierung als Null-Nebenbedingung

$$g^j = (\mathbf{F}_{\text{int}}(d)^j - \lambda_1^j \mathbf{F}_{\text{ext},1} - \dots - \lambda_{m_c}^j \mathbf{F}_{\text{ext},m_c})^T$$

$$(\mathbf{F}_{\text{int}}(d)^j - \lambda_1^j \mathbf{F}_{\text{ext},1} - \dots - \lambda_{m_c}^j \mathbf{F}_{\text{ext},m_c}) = 0.$$

- Erweiterung des Funktionals um Skalare Größe mithilfe der Lagrange-Multiplikator-Methode:

$$J_L = \int \Pi_{\text{int}} \, ds + \boldsymbol{\alpha}^T \mathbf{g}$$

- Linearisiertes Gleichungssystem:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{A} + \alpha_I \mathbf{H}_I & \mathbf{G}^T \\ \mathbf{G} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \mathbf{d} \\ \Delta \boldsymbol{\alpha} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\mathbf{r} - \boldsymbol{\alpha}^T \mathbf{G} \\ -\mathbf{g} \end{bmatrix}$$

### Abschlussarbeit:

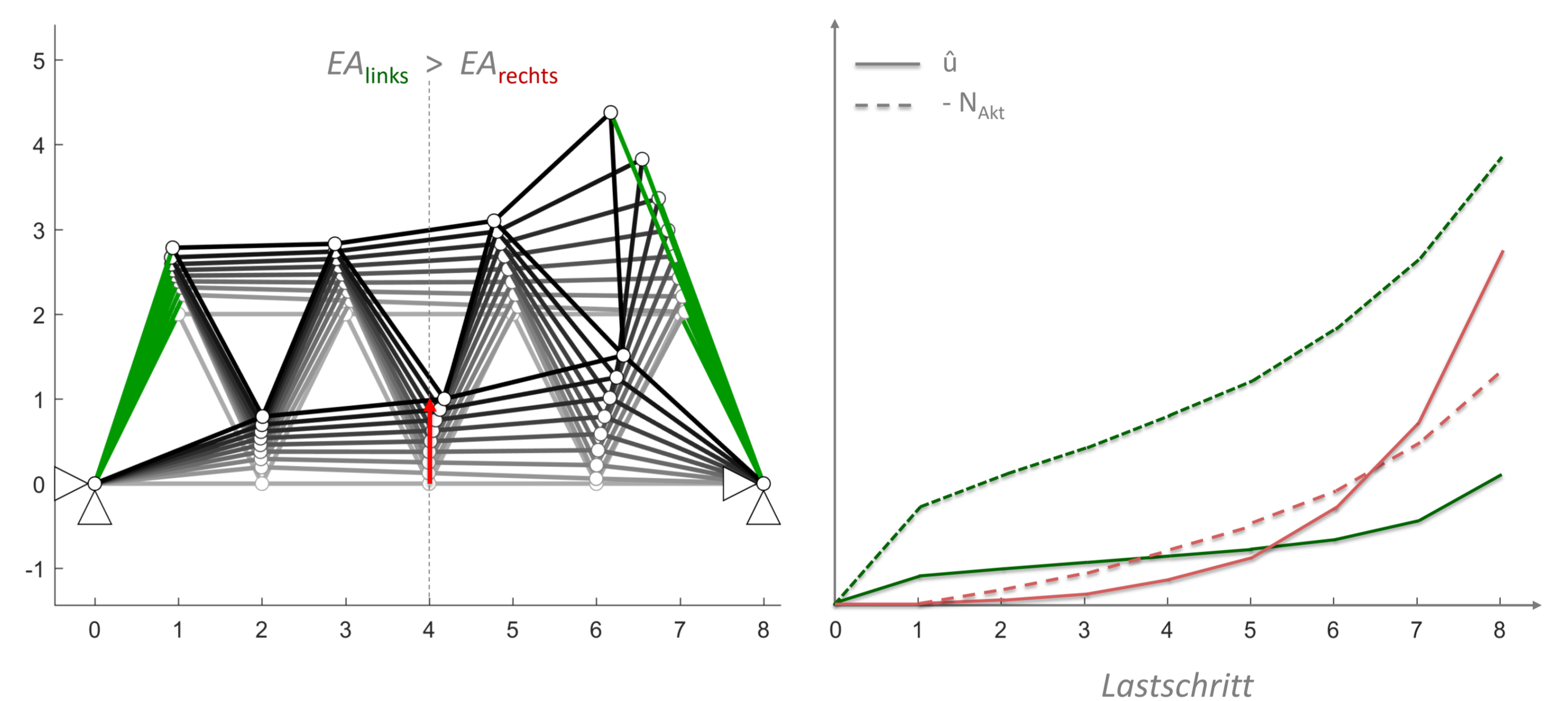
unter der Betreuung von

Renate Sachse, M.Sc. und Florian Geiger, M.Sc.

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

## Bewegungsentwurf mit diskreten Aktorelemente

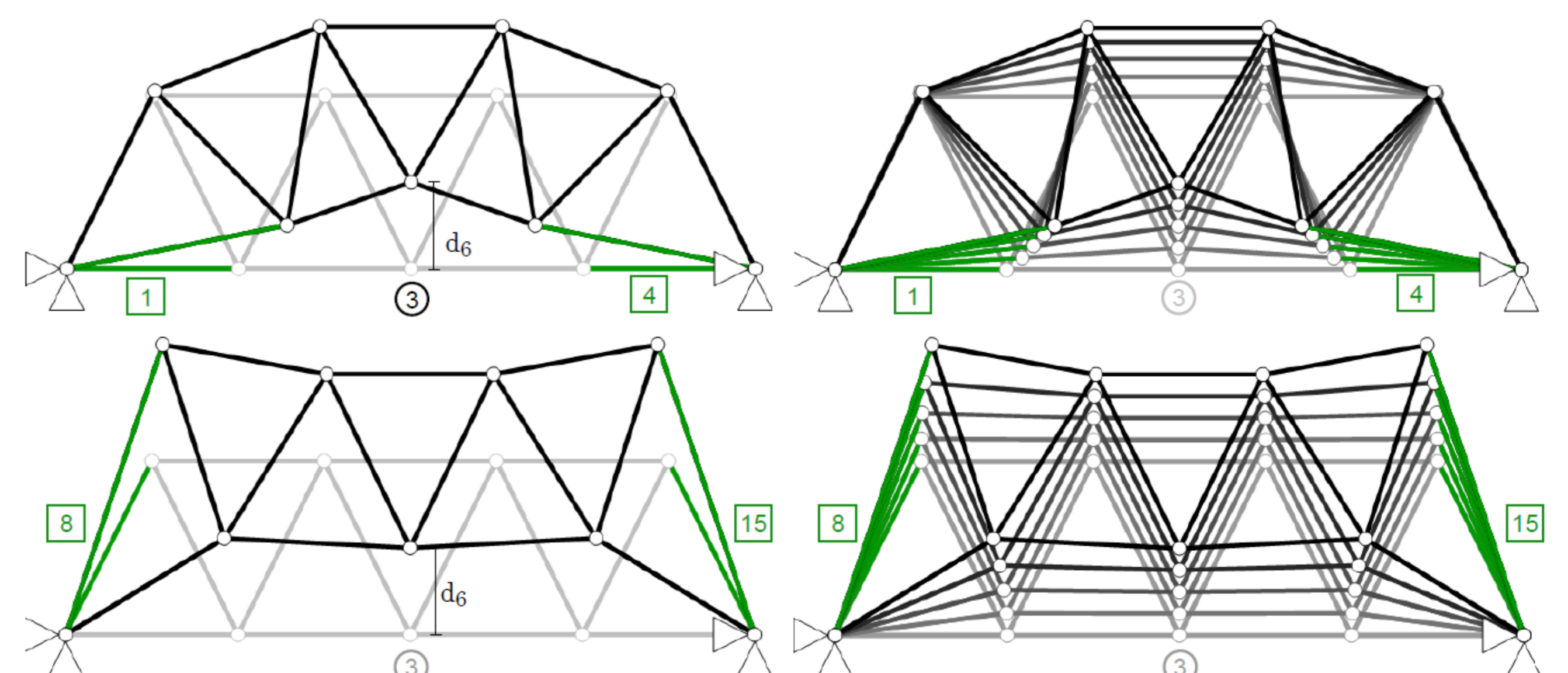
- Aktoransteuerung nach Vorgabe einer vertikalen Verschiebung:



Darstellung der Bewegung minimaler Verzerrungsenergie über 8 Lastschritte.

## Ausblick

- Verbesserung des Konvergenzverhalten durch systematische Bestimmung des Prädiktors und der Wegkontrolle erforderlich.
- Erweiterung auf mehrdimensionale Elemente
- Kombination mit einer Methode zur Platzierung der Aktorelemente entsprechend des Entwurfsziels



Unterschiedliche Entwürfe der Bewegung in Abhängigkeit der Aktorplatzierung.