

Motivation

- Entwurf und Optimierung adaptiver Fachwerkstrukturen.
- Gewichtsreduktion und Minimierung der Gesamtenergie.

Vorgehen des Lastpfadmanagements

Das Vorgehen des Lastpfadmanagements erfolgt nach den Ausführungen von Teuffel [2] und Senatore [1]. Abbildung 1 zeigt schematisch die einzelnen Schritte.

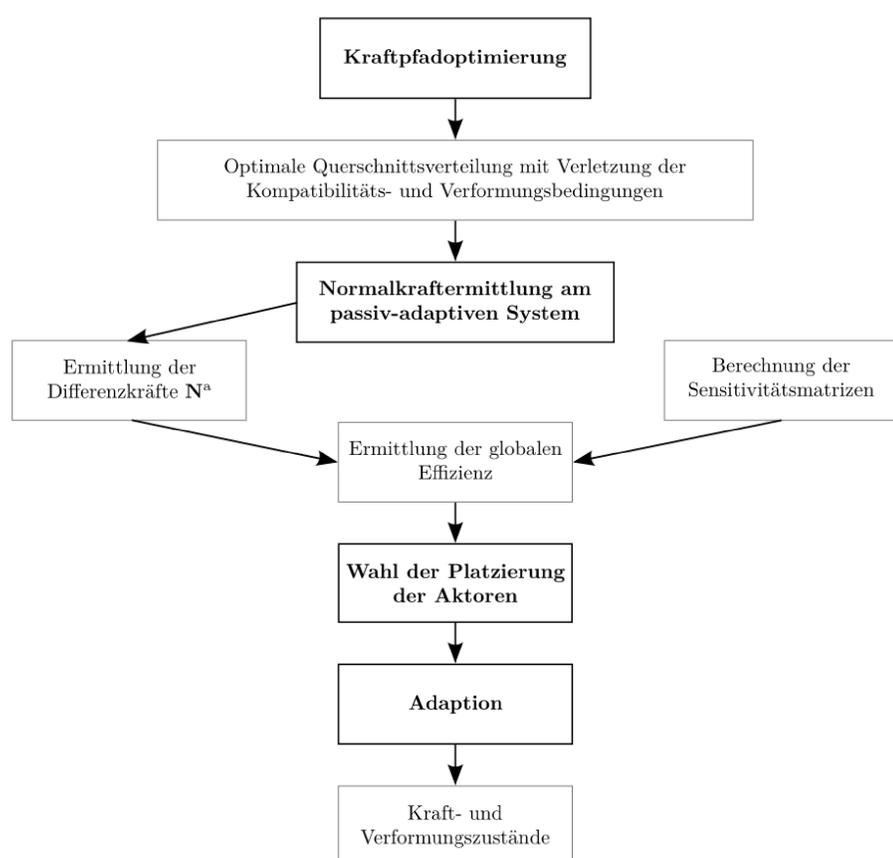


Abbildung 1: Schematisches Vorgehen nach Teuffel [2] und Senatore [1].

Diskussion

Kraftpfadoptimierung:

- Ergebnisse für statisch unbestimmte Systeme sind nicht kompatibel. Kompatibilität wird durch Aktoren erzeugt.
- Normalkraftverteilungen und Querschnitte ergeben ein fully stressed design.

Normkrafthermittlung am passiv-adaptiven System:

- Ergebnisse für integrated force method und für die mechanischen Gleichungen aus dem Tonti-Diagramm sind gleich.
- Bei statisch unbestimmten Systemen entstehen Differenzkräfte zwischen den Normalkraftverteilungen am passiv-adaptiven System und den Normalkraftverteilungen der Kraftpfadoptimierung.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. M. Bischoff
Betreuer: Herr Florian Geiger, M.Sc.

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

Mehrere Möglichkeiten zur Berechnung der Sensitivitätsmatrizen:

Teuffel [2]: Prinzip der virtuellen Kräfte.

- Iterativ mit Einheitskräftepaar.
- Aufgrund von Rundungen ungenau.

Senatore [1]: Integrated force method (IFM).

$$\mathbf{S}_i^{N,IFM} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{red}^T \\ \mathbf{HG} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \tilde{\mathbf{F}}_0 \end{bmatrix} \quad \mathbf{S}_i^{d,IFM} = \mathbf{J}(\mathbf{GS}_i^N + \tilde{\beta}_0 \mathbf{I}).$$

Alternativ: Berechnung mithilfe der Redundanzmatrix.

$$\mathbf{S}^{N,R} = -\mathbf{CR} \quad \mathbf{S}^{d,R} = (\mathbf{A}_{red})^+ \mathbf{A}_0.$$

Essentiell für die Ermittlung der globalen Effizienz für Wahl der Aktorplatzierung:

- Rundungen der Sensitivitätsmatrizen für eine genaue partielle Effizienzmatrix (PE).
- Beachtung der Regelbarkeit nach Teuffel [2] bei der Wahl der Platzierung. Die PE beinhaltet alle dazu nötigen Informationen.

Adaption:

- Sehr kleine Aktorlängenänderungen kompensieren vergleichsweise große Differenzkräfte.
- Differenzkräfte werden immer mit Mindestaktoranzahl und einer regelbaren Auswahl ausgeglichen, Differenzknotenverschiebungen nicht.

Literatur

[1] Senatore, G.; Duffour, Ph.; Winslow, P.: Synthesis of minimum energy adaptive structures. In: *Structural and Multidisciplinary Optimization* 60 (2019), S. 849–877

[2] Teuffel, P.: *Entwerfen adaptiver Strukturen. Lastpfadmanagement zur Optimierung tragender Leichtbaustrukturen*. Dissertation, Universität Stuttgart. 2004.