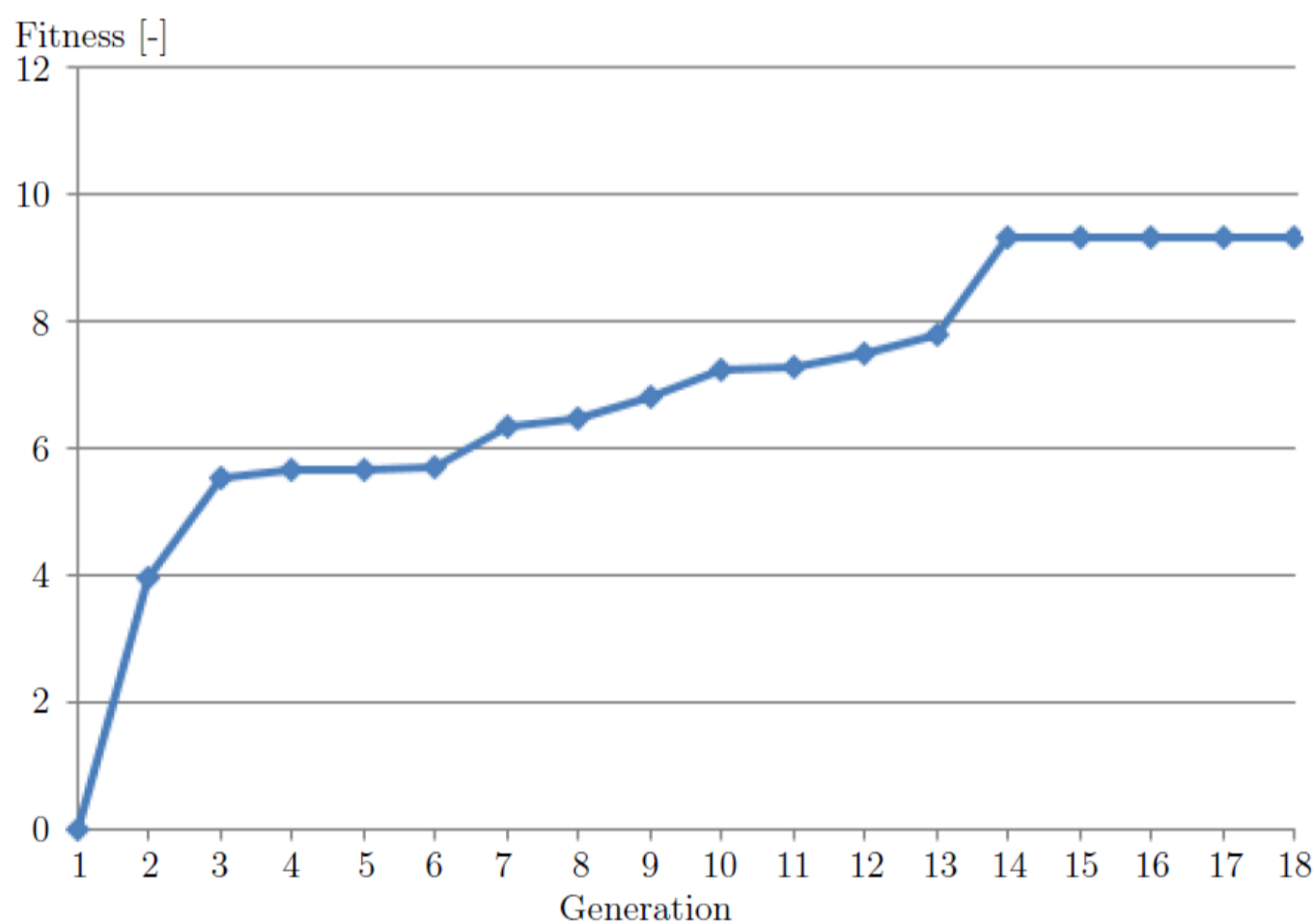


Optimierung gevouteter Hallenrahmen mit Evolutionsmethodik und nichtlinearer Statik

Alexander Keller

1. Optimieren nach dem Vorbild der Natur

Die Veränderung einzelner Parameter zur Optimierung eines Rahmens hat Auswirkung auf den Ausnutzungsgrad aller seiner Bauteile. Die Auswertung sämtlicher Kombinationen an Optimierungsparametern ist auf Grund deren Anzahl nicht sinnvoll. Ein genetischer Optimierungsalgorithmus soll schneller zum Ziel führen. In Anlehnung an die Natur werden Rahmentragwerke als Individuen betrachtet, welche durch die Werte ihrer Optimierungsparameter (Gene) definiert sind. Über gezielte Veränderung der Gene führt der Selektionsdruck schließlich im Lauf von Generationen zu Individuen, die optimal an vorgegebene Geometrie und Belastung angepasst sind („Survival of the Fittest“). Dabei wird das Wechselspiel aus Fortpflanzung und Auslese nach dem Vorbild der biologischer Evolution genutzt.

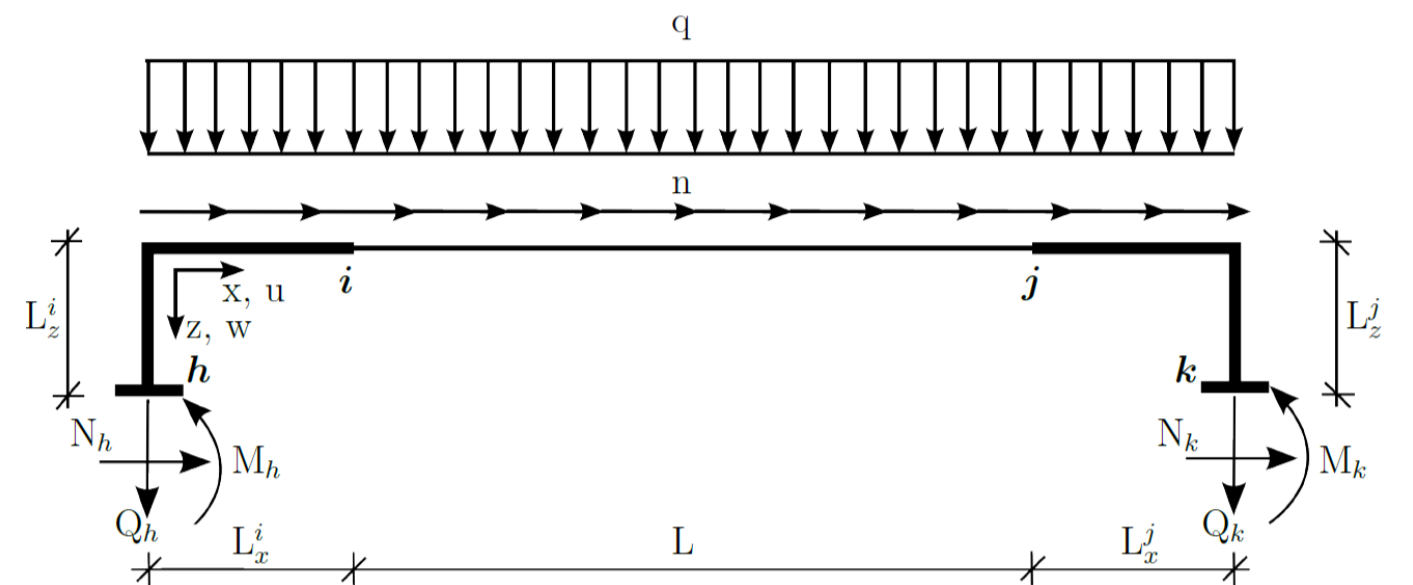


Das Diagramm zeigt den Verlauf der Fitness des besten Individuums pro Generation. Der Wert der Fitness stellt hierbei den Anpassungsgrad der Individuen an die vorgegebenen Randbedingungen dar. Er bestimmt sich aus einer abgewandelten e-Funktion, welche abhängig vom Materialverbrauch des Rahmens und vom Ausnutzungsgrad seiner Stahlprofile ist.

2. Verwendung von Vouten

Durch den Einsatz von Vouten kann in der Regel ein kleineres Profil für den Riegel gewählt werden, was einen geringeren Materialverbrauch für den Rahmen ergibt.

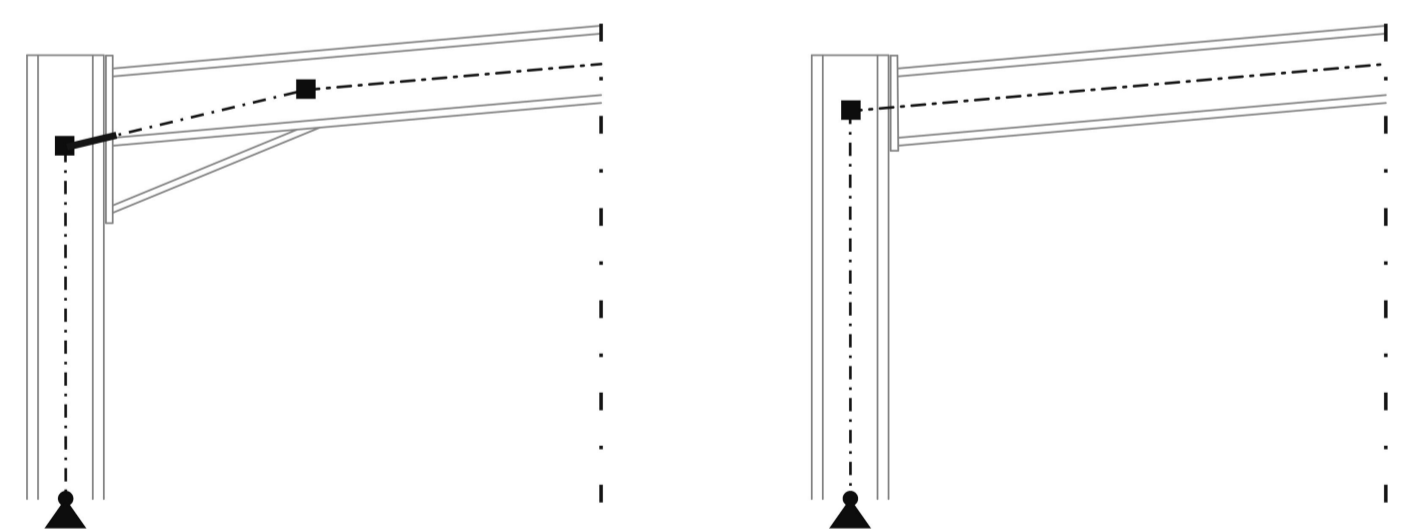
Um Vouten mit Stabelementen berechnen zu können ist ein Balkenelement mit veränderlicher Höhe über die Länge notwendig. Mit beidseitig am Element angeordneten Starrkörpern kann die sehr steife Rahmenecke für die Berechnung modelliert werden. Zusätzlich verhindern diese Starrkörper nicht realisierbare Voutengeometrien.



Der Aufbau der Steifigkeitsmatrix im Bereich der Knoten i bis j geschieht durch numerische Integration, indem an den Gauß-Punkten die Veränderung der Steghöhe für Fläche und Flächenträgheitsmoment angesetzt wird. Die Erweiterung der Elementmatrizen durch den Anschluß von Starrkörpern an den Knoten h bis i und j bis k folgt der Überlegung, dass sowohl die Normalkraft als auch die Querkraft einen zusätzlichen Einfluß auf das Knotenmoment haben.

3. Umsetzung im Programm

Die statischen Berechnungen im Programm erfolgen nach Biegetheorie 2. Ordnung unter Berücksichtigung von Imperfektionen. Ein automatisiertes Preprocessing modelliert den Rahmen durch Bestimmung von Querschnittsdetails und Längen der Finiten Elemente.



Die Spannungsnachweise zur Bestimmung des Ausnutzungsgrads werden sowohl an den Stabenden als auch an den Extremwerten der Schnittgrößen im Stab geführt. Die detaillierte Ausgabe der Ergebnisse und des Optimierungsalgorithmus werden auf Tabellenblätter gespeichert und erlauben eine interaktive Bedienung.

Ergebnisse der einzelnen Läufe:								
Informationen für	Stützenprofil links	Riegelprofil links	Riegelprofil rechts	Stützenprofil rechts	Wert der Zielfunktion	Ausnutzungsgrad	Fitness	
Lauf Nr:1	HEA 340	IPE 450	IPE 450	HEA 340	0.382	1.0611	2.46	noch einen Lauf starten
Lauf Nr:2	HEA 550	IPE 330	IPE 330	HEA 450	0.399	0.9272	2.53	Masterrun starten
Lauf Nr:3	HEA 400	IPE 400	IPE 400	HEA 400	0.367	0.9767	2.74	Optimierungsparameter ändern
Lauf Nr:4	HEA 400	IPE 400	IPE 500	HEA 360	0.399	0.9824	2.52	
Lauf Nr:5	HEA 360	IPE 450	IPE 450	HEA 360	0.385	0.9427	2.62	