

Optimierung von Treppenhautürmen für Kesselgerüste in Kraftwerken



Lehrstuhl Statik und Dynamik
ARCUS Bauplanung, Cottbus

Diplomarbeit Ronald Wünsche

SS2005

Der Zugang zu Kesselgerüsten in Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen erfolgt in der Regel über zwei, in seltenen Fällen auch über drei Treppenhautürme. Die Stahlbetonkonstruktionen beinhalten das Treppenhaus und den Aufzugsschacht und werden vor der Montage der Kesselgerüste errichtet und sind somit für die volle Windeinwirkung auszulegen. Standardmäßig werden für diese Bauwerke unabhängig von der tatsächlichen Beanspruchung feste Außenabmessungen gewählt.

Die Diplomarbeit befasst sich mit der Optimierung der Außenabmessungen, Wandstärken und Bewehrungsmengen unter Berücksichtigung der ständigen und veränderlichen Einwirkungen. Die Treppenhautürme werden dafür in ihrer Höhe in drei Abschnitte unterschiedlicher Wandstärken unterteilt. Diese wiederum erhalten jeweils drei Abschnitte mit unterschiedlichen, gleichmäßig verteilten Bewehrungsmengen. Damit ergeben sich für die Optimierung 13 Variablen $x(i)$. (Abb.1)

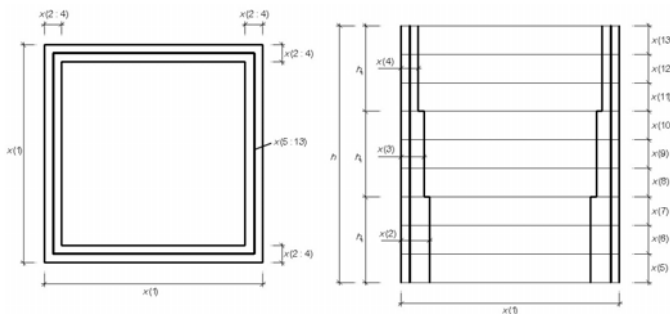


Abbildung 1 Variablen für die Optimierung

Zur Strukturberechnung der Treppenhautürme wurde ein Berechnungsprogramm in der Programmiersprache FORTRAN entwickelt. Das Programm ermittelt bei vorgegebener Geometrie die ständigen Einwirkungen aus dem Eigengewicht des Bauwerkes und die veränderlichen Windeinwirkungen nach DIN 1055-4 unter Berücksichtigung des dynamischen Verhaltens infolge böenerregter Schwingungen. Die Struktur wird in n Balkenelemente über die Bauwerkshöhe unterteilt und der Grad der Ausnutzung des Querschnitts eines jeden Elements berechnet.

Für den Treppenhauturm als Stahlbetondruckglied mit großer Schlankheit ist eine geometrisch und physikalisch nichtlineare Berechnung und Bemessung durchzuführen. Das nichtlineare Materialverhalten des Stahlbetons erfordert eine iterative Berechnung der Tragfähigkeit der Struktur. Dazu wird vorab für jeden Querschnitt, abhängig von Außenkantenlänge, Wandstärke und Bewehrung eine spezifische $M-N-k$ -Fließfläche auf Grundlage DIN 1045-1 berechnet und abgespeichert. Aus den im Zuge der Iteration errechneten Dehnungen und Krümmungen für jedes Element folgt aus den entsprechenden Fließflächen das zugehörige aufnehmbare Biegemoment M , die aufnehmbare Längskraft N und die nichtlineare Sekantensteifigkeit

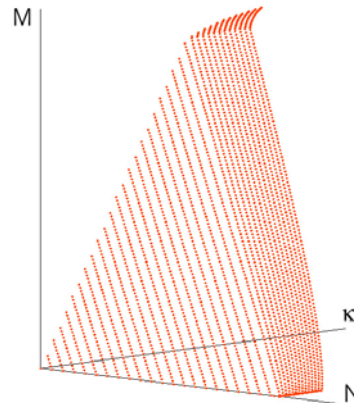


Abbildung 2
 $M-k-N$ - Beziehung

B für den nächsten Iterationsschritt (Abb.3). Die Iteration wird abgebrochen, wenn die Verformungen des aktuellen Schrittes gegenüber denen des vorangegangenen Schrittes hinreichend klein sind.

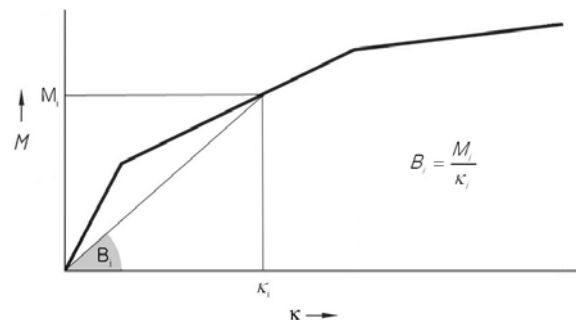


Abbildung 3 Bezogene Steifigkeit

Zur Lösung der nichtlinearen Optimierungsaufgabe wird der Optimierungsalgorithmus DONLP von Spellucci verwendet: Zielfunktion sind die Kosten in Abhängigkeit von den benötigten Beton- und Stahlmassen sowie dem Schalungsaufwand. Nebenbedingungen sind obere und untere Grenzwerte der Optimierungsvariablen sowie die im Rahmen der Strukturberechnung einzuhaltenden Gleichgewichts- und Tragfähigkeitbedingungen.

Wegen der aktuellen Situation der extrem hohen Stahlpreise, im Besonderen gegenüber den Betonpreisen und den Kosten für die Schalung, erhielt die Masse der erforderlichen Bewehrung eine sehr starke Wichtung, was dazu führte, dass überwiegend die Bewehrungsmenge minimiert wurde, um die Zielfunktion zu verkleinern. Dementsprechend wurden die Außenkantenlänge und die Wandstärken, vor allem im unteren Bereich des Turms, relativ groß. Sollte sich der Stahlpreis, entgegen aller Erwartung, in Zukunft nach unten korrigieren, wäre es durchaus denkbar, dass kleinere Querschnitte zu denselben oder geringeren Kosten erreicht werden könnten.