

Numerische Simulation des nichtlinearen mechanischen Verhaltens von seilvorgespannten Stahlbeton-Konstruktionen

Projektleiter	Univ.-Prof. i.R. Dr.-Ing. habil. H. Müller apl. Prof. Dr.-Ing. W. Graf
Mitarbeiter	Dipl.-Ing. R. Schneider Dr.-Ing. E. Stanoev Dipl.-Ing. M. Beer

Im Rahmen des Forschungsprojekts erfolgte eine Fortentwicklung von Algorithmen und zugehörigen Programmmoduln zur nichtlinearen mechanischen Analyse von ebenen und räumlichen Stabtragwerken unter beliebigen Vorspannprozessen. Die physikalischen Nichtlinearitäten enthalten sowohl Kurzzeit- als auch Langzeit-Nichtlinearitäten (Kriechen, Schwinden). Es ist der gesamte Lastprozeß bis zum Systemversagen simulierbar.

Mit den bereitgestellten Algorithmen und zugehörigen Programmen ist es möglich, das geometrisch und physikalisch nichtlineare Verhalten von - aus (auch imperfekt) geraden Stäben zusammengesetzten - ebenen und räumlichen Stahlbetonstabtragwerken unter besonderer Berücksichtigung von Seilvorspannungen (auch extern) unter (relativ) beliebigen Last- und Zwangsprozessen bis zum Systemversagen über den Computer zu simulieren.

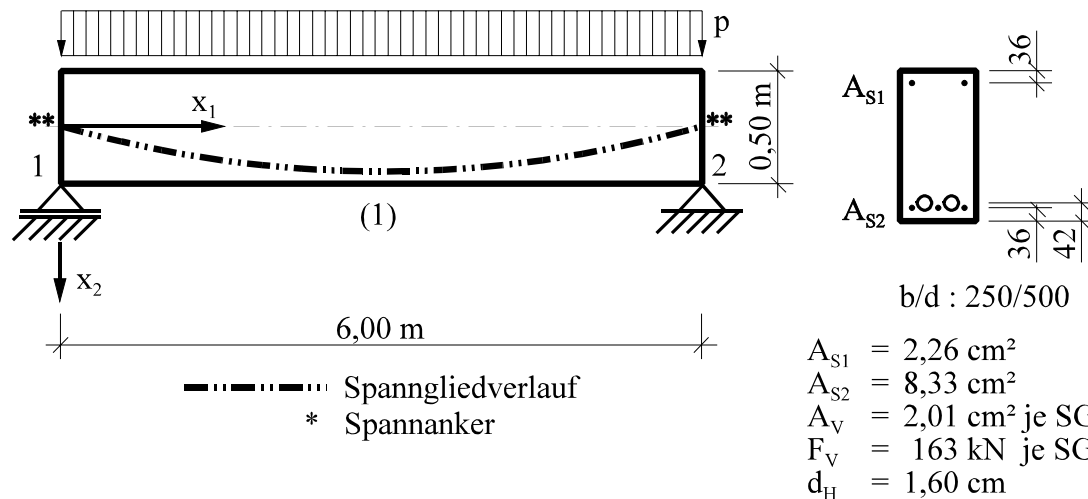
Die eingearbeiteten Stoffgesetze gestatten beliebige Be-, Ent- und Wiederbelastungen einschl. des Bauschingereffektes, Kriech-, Schwind- und Relexationseffekte werden erfaßt. Transientes nichtlineares dynamisches Verhalten ist für ebene Systeme abarbeitbar. Die geometrischen Nichtlinearitäten beinhalten große Verschiebungen bei moderaten Rotationen.

Für räumliche Systeme wird schwache Torsionswirkung vorausgesetzt. Als wirklichkeitsnähere Alternative wurde für eben wirkende Stäbe unter starker Schubbeanspruchung ein neues kontinuierliches M-N-Q-Interaktionsmodell beschrieben.

Die bereitgestellten Lösungen sind Bestandteil des am Lehrstuhl entwickelten Programmsystems STATRA und nutzen zugehörige Spezifika, z.B. die Stababarbeitung über Differentialgleichungssystem und die Lösung mit Runge-Kutta-Integration. Die im Rahmen des Forschungsprojektes entwickelten Programmlösungen arbeiten auf PC- und Workstation-Niveau.

BEISPIEL

Untersucht wurde ein Versuchsbalkens mit Bewehrungsgrad $\mu = 0,67\%$. Die Vorspannung erfolgt durch zwei parabolisch geführte Einzelspannglieder St 1325 / 1470, die nicht im Verbund liegen. Die maximale Außermittigkeit der Spannseile im Feld beträgt 20,8 cm.



Der Stab wurde in 120 Integrationsabschnitte unterteilt, der Querschnitt durch 60 Schichten modelliert (verwendete Materialgesetze nach MA / BERTERO). Die Inkremente wurden von 8 kN/m mit zunehmender Last auf 0,08 kN/m verringert (insgesamt bis zum Systemversagen 114 statische Lastinkremente). Systemversagen wurde erreicht bei einer Lastgröße $p_{\text{Trag}} = 76,8 \text{ kN/m}$, Versuchsergebnis: $p_{\text{Trag}} \approx 75,5 \text{ kN/m}$.

