

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Band:** 112 (1994)  
**Heft:** 39

**Artikel:** STATIK-N: ein Computerprogramm für die nichtlineare Berechnung von Stabtragwerken  
**Autor:** Anderheggen, Edoardo / Despot, Zoran  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78521>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.11.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

wie erwähnt, Umbauten, ökologische Bauweisen oder auch Dienstleistungen. Fähigkeiten sind also zunehmend auch in kaufmännischen Bereichen und nicht zuletzt bei persönlichkeitsbezogenen Eigenschaften wie etwa Kommunikationsfähigkeit oder Kreativität gefragt. Wegen des Wettbewerbsdrucks, der im Rahmen eines funktionsfähigen Weiterbildungsmarkts für die Anbieter von Weiterbildung entsteht, ist die Konzeption von Weiterbildungsangeboten in

zukunftsorientierten Gebieten auf qualitativ gutem Niveau und mit einem günstigen Preis-Leistungs-Verhältnis wichtiger denn je. Erste Ansätze in diese Richtung sind bereits mit dem FORM-Konzept beobachtbar [11]. Die Verfasserin möchte den SIA ermuntern, den mit FORM begonnenen Weg fortzuschreiten, ohne die Bedeutung der anderen, auch für den SIA-Bereich wichtigen, hier genannten Aspekte aus den Augen zu verlieren.

Gekürzte Version eines Referates, gehalten an der Weiterbildungskonferenz 1993 der Weiterbildungskommission des SIA, 26.11.1993, Bern

Adresse der Verfasserin: Prof. Dr. Renate Schubert, Institut für Wirtschaftsforschung, ETH Zürich, Weinbergstrasse 35, 8006 Zürich

## STATIK-N

Ein Computerprogramm für die nichtlineare Berechnung von Stabtragwerken

**Mit dem am Institut für Baustatik und Konstruktion der ETH Zürich entwickelten Computerprogramm STATIK-N hat man ein modernes Software-Instrument schaffen wollen, das dem Ingenieur auf einfache Art erlaubt, Tragwerke nichtlinear zu berechnen.**

Der Nachweis der Tragsicherheit wird von den Normen SIA 161 «Stahlbauten» und SIA 162 «Betonbauten» ver-

VON EDOARDO  
ANDERHEGGEN UND  
ZORAN DESPOT, ZÜRICH

langt. Dabei darf der Einfluss der vor dem Kollaps zu erwartenden plastischen Verformungen bzw. der daraus resultierenden Umlagerung der Schnittkräfte berücksichtigt werden. Gemäss Plastizitätstheorie wirkt sich diese plastische Schnittkraftumlagerung bei statisch unbestimmten Systemen günstig aus: Erreichen die Schnittkräfte in einem Querschnitt die maximal aufnehmbaren Werte, bedeutet dies noch nicht, dass die Tragfähigkeit des Gesamtsystems erschöpft ist.

Will man diesen günstigen Effekt ausnützen, dann soll sichergestellt werden, dass das Tragwerk die nötige Duktilität (beispielsweise die nötige Rotationsfähigkeit bei plastischen Biegeelenken) aufweist. Die Bestimmung der statischen Kollapslast sowie der zu deren Erreichung notwendigen plastischen Verformungen verlangt grundsätzlich eine inkrementelle, nichtlineare Analyse. Dabei werden die Nutzlasten bis zum Erreichen der Traglast erhöht und die sich als Folge plastischer Verformungen ergebenden Schnittkraftumlagerungen Schritt für Schritt berechnet. Andere Arten von Nichtlinearitäten, beispiels-

weise als Folge der Effekte 2. Ordnung, Abhebens von Auflagern usw. können dabei auch noch berücksichtigt werden.

Mehrere seit vielen Jahren kommerziell erhältliche Finite-Element-Programme können derartige Berechnungen selbst für komplizierte mehrdimensionale Tragwerke und unter Berücksichtigung verschiedenartiger nichtlinearer Materialgesetze durchführen. Die entsprechenden Rechenprozeduren sind längst bekannt.

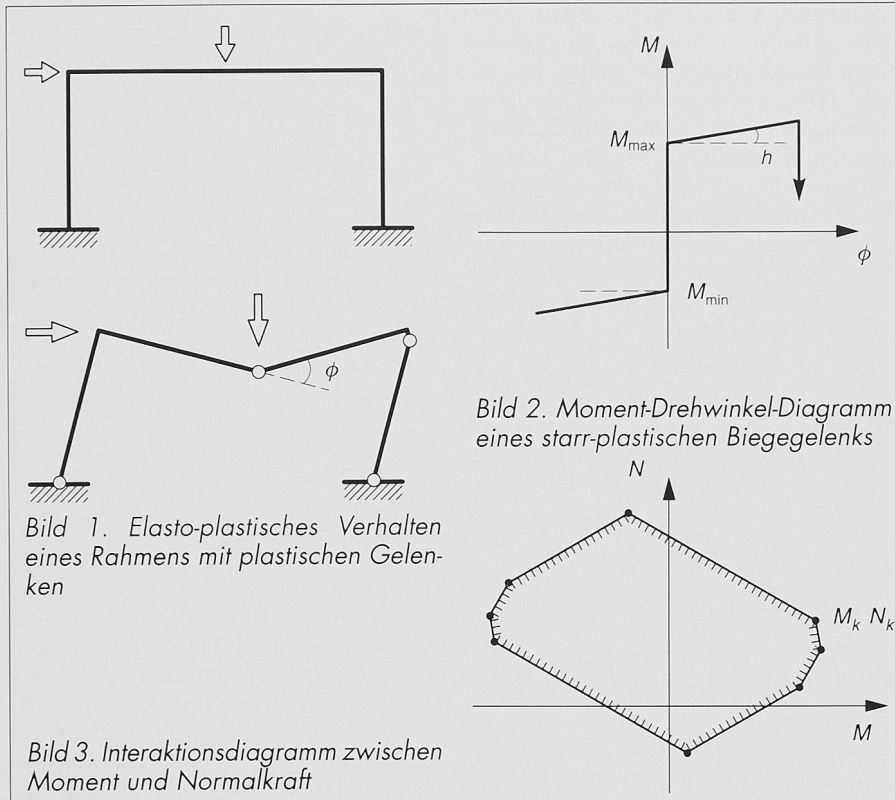
Es ist jedoch eine Tatsache, dass solche Programme in den Bauingenieurbüros nur ungern bzw. nur in seltenen Spezialfällen eingesetzt werden. Zuviel Know-how wird verlangt, und selbst wenn dieses nicht fehlt, zuviel Vorbereitungs- und Auswertungszeit muss man einsetzen, um daraus brauchbare Resultate zu erhalten. Im allgemeinen greift man deswegen lieber zu linearen baustatischen Programmen, die die Schnittkräfte unter Ausschluss plastischer Spannungsumlagerungen, d.h. nach der Elastizitätstheorie, ermitteln. Dabei werden jedoch nicht nur die Empfehlungen der oben erwähnten Normen nicht beachtet, sondern auch 30 Jahre Plastizitätstheorie, in denen viele Forschungsarbeiten und praktische Erfahrungen (besonders in unserem Lande) gezeigt haben, dass deren Anwendung in vielen Fällen eine unabdingbare Voraussetzung für eine sinnvolle Tragwerksdimensionierung darstellt.

Basierend auf diesen Überlegungen wurde am Institut für Baustatik und Konstruktion der ETH Zürich mit dem neuen Computerprogramm STATIK-N (N steht für «Nichtlinear») ein Software-Instrument für die nichtlineare inkrementelle Tragwerksberechnung entwickelt, das es dank seiner leichten Anwendbarkeit und seiner sonstigen Benutzerfreundlichkeit nicht allzu schwer haben sollte, in unsere Bauingenieurbüros Eingang zu finden. Bezüglich der theoretischen, baustatischen Seite stellt STATIK-N im wesentlichen nichts Neues dar. Alle seine Rechenprozeduren sind im 10 Jahre älteren, am gleichen Institut entwickelten Programm FLOWERS (siehe [1], [2]) bereits erprobt worden. Neu sind jedoch das Konzept, auf dem das Programm STATIK-N basiert, und die Unterstützung, die es seinem Benutzer bietet.

### Programmkonzept

Soll ein baustatisches Computerprogramm zu einem alltäglichen, problemlos einsetzbaren Arbeitsinstrument werden, muss sein Anwendungsbereich auf eine klar überblickbare Problemstellung beschränkt sein: STATIK-N kann nur ebene Rahmen berechnen (bereits bei räumlichen Rahmen würden wegen der schiefen Biegung und der Momenten-Torsion-Interaktion Schwierigkeiten auftauchen!). Dabei wird die Traglast unter Berücksichtigung materialbedingter Nichtlinearitäten, grosser Verschiebungen und nichtlinearer Auflagerbedingungen inkrementell ermittelt (siehe nächsten Abschnitt).

Eine inkrementelle nichtlineare Analyse verlangt, dass die Belastungsgeschichte spezifiziert wird. Im Prinzip könnten dabei verschiedene Lastfälle, die beliebige Zeitverläufe aufweisen, berücksichtigt werden. Im STATIK-N



hat man sich jedoch auf zwei Lastfälle beschränkt: Ständige Lasten, die zeitlich unveränderlich sind und deren Schnittkräfte linear elastisch ermittelt werden, und Nutzlasten, die bis zum Erreichen der Traglast proportional erhöht werden. Diese können dann auch wieder gesenkt werden, womit die Erfassung zyklischer Belastungen möglich wird.

STATIK-N ist nicht ein selbständiges Programm, sondern ein «Nachlaufprogramm» zum weitverbreiteten Stabtragwerksprogramm STATIK-2 der Softwarefirma CUBUS [3]. Dies bedingt, dass auf dem gleichen Personal Computer sowohl STATIK-2 als auch STATIK-N installiert sein muss. STATIK-N kann nämlich nur ausgeführt werden, nachdem das nichtlineare zu berechnende ebene Rahmentragwerk von STATIK-2 linear elastisch berechnet wurde. Dafür gibt es verschiedene Gründe.

Einerseits wollte man die zahlreichen Bauingenieure, die STATIK-2 regelmässig verwenden und mit dessen Handhabung vertraut sind, speziell ansprechen; ihnen wird die Verwendung von STATIK-N leicht fallen. Andererseits bietet STATIK-2 in bezug auf Modellierungshilfen für Struktur, Lasten, Vorspannung und Resultatausgabe sehr viele Möglichkeiten, deren Einbau in einem völlig neuen Programm aufwendig gewesen wäre. Schliesslich ist vor der Durchführung jeder nichtlinearen Analyse sehr zu empfehlen, zuerst das lineare Tragswerksverhalten zu kennen

und zu analysieren, wofür die Verwendung von STATIK-2 auf der Hand liegt.

**Nichtlineare Effekte**

Die Geometrie und die sonstigen Eigenschaften des Tragwerks sowie die Belastungen (ständige Lasten, womöglich inkl. Vorspannung, und Nutzlasten) müssen zuerst mit dem STATIK-2-Programm spezifiziert werden. Die gesamte Funktionalität von STATIK-2 steht dabei zur Verfügung. Selbstverständlich ist es dann möglich, mit dem STATIK-2-Programm eine entsprechende lineare Berechnung durchzuführen.

Für die darauf folgende nichtlineare Berechnung mit dem Programm STATIK-N sind zusätzliche Eingabedaten in einer Textdatei zu spezifizieren. Wie bei STATIK-2 wird der Inhalt dieser Textdatei von einem weitgehend selbsterklärenden, kurzen Eingabeschema festgelegt, das in der Benutzeranleitung [4] im Detail beschrieben ist. Dabei werden die ständigen Lasten spezifiziert, die früher vom STATIK-2 linear elastisch berechnet wurden, sowie die Nutzlasten, welche in Lastschritten bis zum Erreichen der Traglast erhöht werden. Dabei können folgende nichtlineare Effekte einzeln oder kombiniert erfasst werden:

□ *Plastische, irreversible Rotationen bei einfachen plastischen Biegegelenken* am Stabanfang oder am Stabende. Ausserhalb des Gelenkes bleibt der Stab elastisch. Bild 2 zeigt die angenommene

starrplastische Abhängigkeit zwischen dem im Gelenk auftretenden plastischen Rotationswinkel  $\Phi$  und dem Biegemoment  $M$ . Dieses ist in den Grenzen  $M_{min}$  bis  $M_{max}$  elastisch, d.h. ohne plastische Verformungen, aufnehmbar. Die Verfestigung, d.h. die lineare  $M-\Phi$ -Abhängigkeit im Gelenk nach dem Überschreiten der Fließgrenze, kann mit Hilfe des Parameters «h» spezifiziert werden. Bei einer Entlastung entstehen in den plastischen Biegegelenken keine zusätzlichen Rotationen.

□ *Plastische, irreversible Verformungen bei plastischen Gelenken, bei denen eine Interaktion zwischen Biegemoment und Normalkraft berücksichtigt wird.* Die Wertepaare  $M_k-N_k$  (siehe Bild 3) definieren im  $M-N$ -Interaktionsdiagramm die Fließfigur, d.h. das zulässige elastische  $M-N$ -Gebiet. Sie werden manuell eingegeben oder von einer bestehenden Profilbibliothek, welche vom FAGUS-2-Programm [5] erzeugt werden kann, gelesen. Die Verformungseigenschaften solcher plastischer Gelenke sind vom Fließgesetz der Plastizitätstheorie gegeben.

□ *Elastische, reversible Rotationen  $\Phi$  als nichtlineare Funktion des Biegemomentes  $M$  bei Biegegelenken am Stabanfang oder am Stabende.* Die stückweise lineare  $M(\Phi)$ -Funktion wird für positive oder negative Momente und Rotationen vom Momentenwert  $M_0$ , der die Proportionalitätsgrenze angibt, und von den Wertepaaren  $M_i-\Phi_i$  festgelegt (siehe Bild 4).

□ *Fachwerkstäbe mit nichtlinearer elastischer  $N-\epsilon$ -Charakteristik.* Die nichtlineare Abhängigkeit zwischen der Stabkraft «N» und der entsprechenden Dehnung « $\epsilon$ » wird ähnlich spezifiziert wie bei den elastischen Biegegelenken unter Punkt 3 (siehe auch Bild 5).

□ *Geometrische Nichtlinearitäten.* Dabei wird sowohl der Einfluss der in den Stäben vorhandenen Normalkräfte infolge von Eigengewicht und Nutzlast (Druckkräfte haben bekanntlich eine Verkleinerung, Zugkräfte eine Vergrößerung der Biegesteifigkeit zur Folge) als auch der Einfluss der Elementverschiebungen berücksichtigt, welche beliebig gross sein können (Bild 6 zeigt das mit STATIK-N berechnete Beispiel eines elastischen Eingelenkbogens mit extrem grossen Verschiebungen). Grosse Dehnungen und Krümmungen innerhalb der einzelnen Elemente werden hingegen nicht speziell berücksichtigt.

□ *Auflager mit nichtlinearer elastischer Charakteristik.* Diese wird für positive oder negative Auflagerkräfte oder Auflagermomente ähnlich spezifiziert wie bei den elastischen Biegegelenken unter Punkt 3 oder den Fachwerkstäben unter Punkt 4 (siehe auch Bild 7).

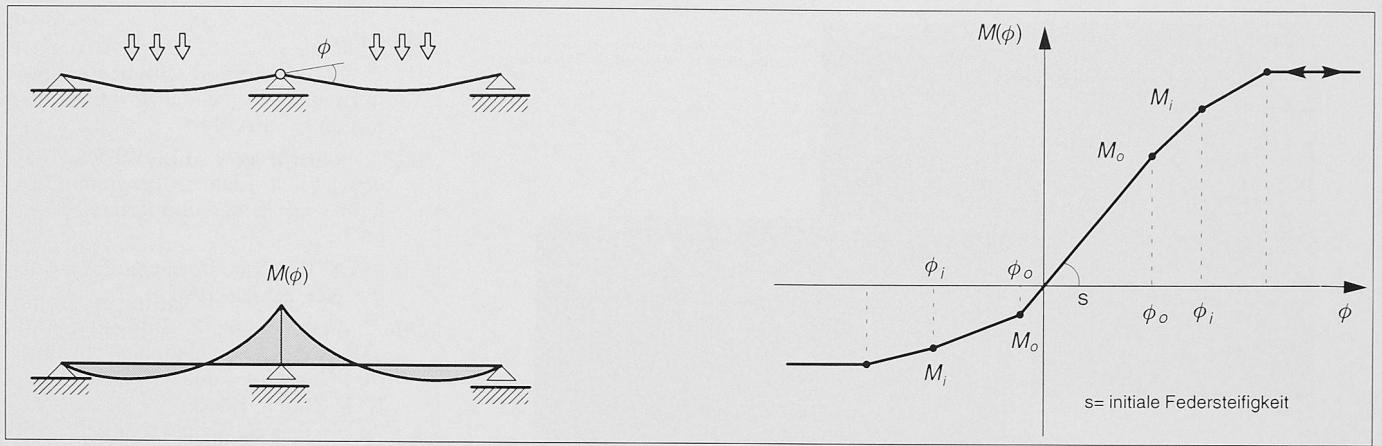


Bild 4. Federbiegegeleak mit nichtlinearer elastischer Moment-Rotation-Charakteristik

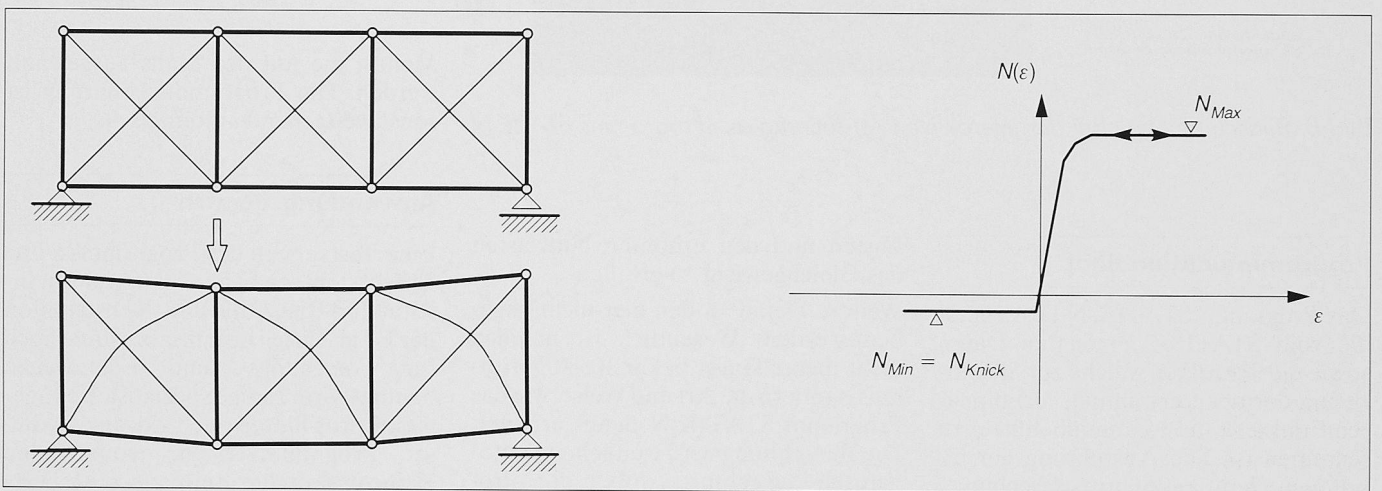


Bild 5. Seilverspanntes Fachwerk mit entsprechender nichtlinearer elastischer Normalkraft-Dehnung

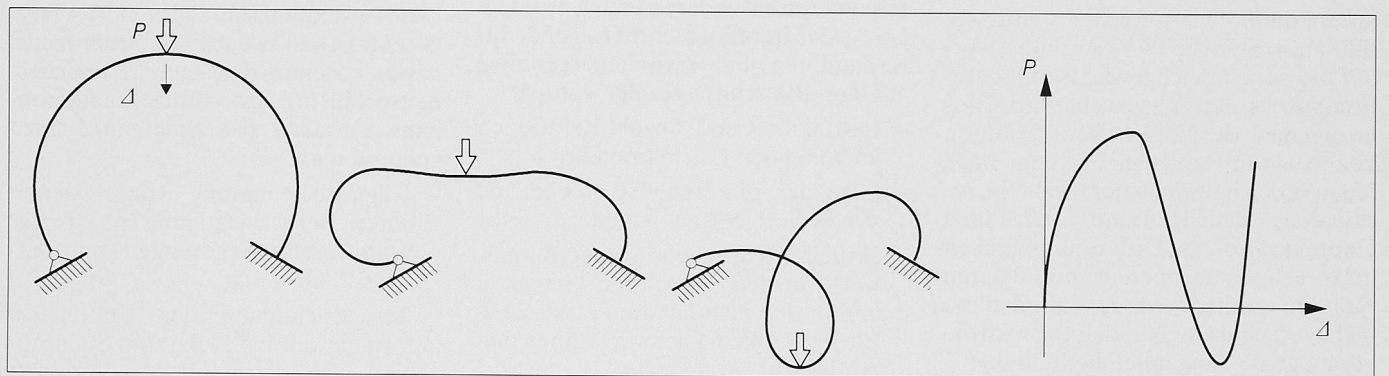


Bild 6. Geometrisch nichtlineares Verhalten eines elastischen Eingelenkbogens

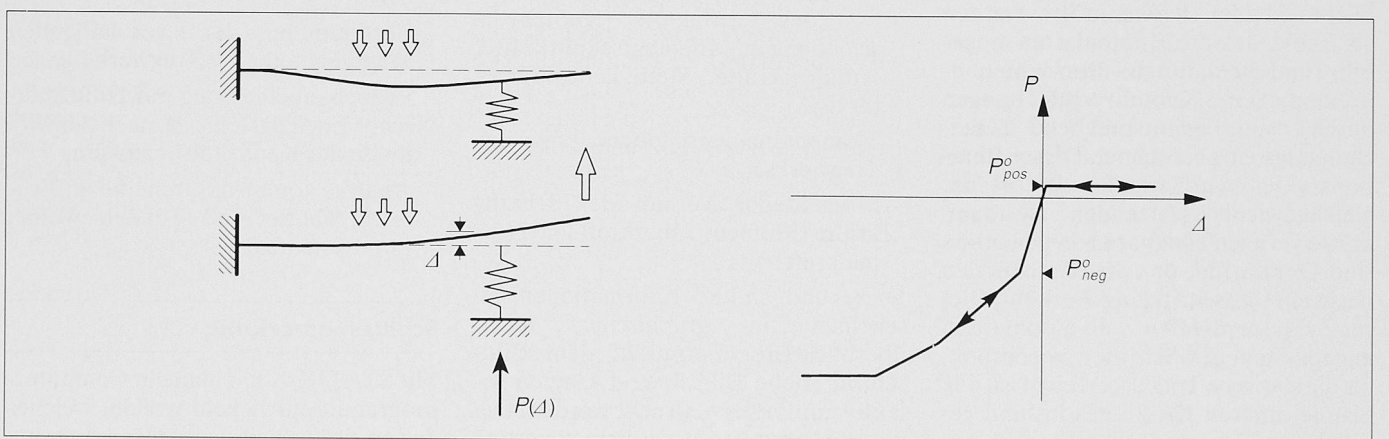


Bild 7. Aufheben des Balkens mit entsprechender nichtlinearer elastischer Charakteristik des Auflagers

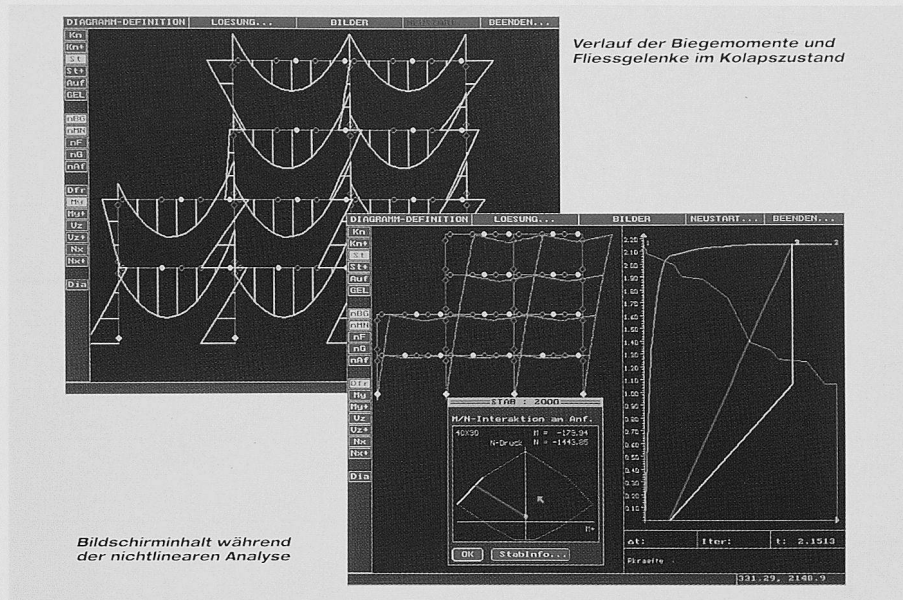


Bild 8. Bildschirminhalt bei der interaktiven Ausführung des Programms STATIK-N

### Programmfunktionalität

Das Programm STATIK-N liest zuerst die vom STATIK-2 erzeugten Daten sowie die Textdatei, welche zur Spezifikation der oben erwähnten nichtlinearen Effekte vom Programmbenutzer zu schreiben ist. Die Ausführung der inkrementellen Last-Schritt-Berechnung kann dann beginnen.

Der Lastfaktor « $\lambda$ », mit dem die Nutzlasten multipliziert werden, wird von null an in Schritten « $\Delta\lambda$ » erhöht, worauf die neue Gleichgewichtskonfiguration jeweils iterativ gesucht wird. Dies erfolgt nach dem klassischen Verfahren von Newton-Raphson, bei dem nach jeder «Gleichgewichtsiteration» die residualen, gleichgewichtsverletzenden Knotenkräfte als Differenz zwischen entsprechenden inneren und äusseren Kräften ermittelt werden. Sind diese nicht vernachlässigbar klein, so wird die veränderte, «tangentielle» Steifigkeitsmatrix des Tragwerkes für die nächste Gleichgewichtsiteration bestimmt.

Die residualen Knotenkräfte werden als fiktive äussere Knotenlasten eingeführt und die dadurch verursachten inkrementellen Knotenverschiebungen durch Lösung des entsprechenden Gleichungssystems berechnet. Dieser Iterationszyklus wird wiederholt, bis die gleichgewichtsverletzenden Residualkräfte vernachlässigbar klein geworden sind. Der Lastfaktor  $\lambda$  wird dann für den nächsten Lastschritt um  $\Delta\lambda$  erhöht. Dieser Zyklus wird mit jeweils automatisch angepassten  $\Delta\lambda$ -Schritten wiederholt, bis die statische Traglast erreicht ist, d.h. bis die inneren Kräfte des instabil gewordenen Tragwerkes gerade nicht länger in der Lage sind, mit den ständigen

Lasten und den erhöhten Nutzlasten das Gleichgewicht zu erfüllen.

Weitere Details sollen hier nicht gegeben werden. Wesentlich ist nämlich nicht dieser längst bekannte Algorithmus, sondern die Art und Weise, wie das Programm STATIK-N damit arbeitet. Die Berechnung wird weitgehend automatisch ausgeführt, wobei der Programmbenutzer am Bildschirm in Echtzeit verfolgen kann, wie das Programm arbeitet. Insbesondere können in jedem Last- oder Iterationsschritt folgende Informationen und Zwischenergebnisse auf dem Bildschirm gezeigt werden:

- Lastfaktor  $\lambda$  und Anzahl Iterationen im laufenden Lastinkrement
- Lage der plastischen Gelenke, die sich bisher geöffnet haben
- aktuelle Kraft- und Verformungswerte in den plastischen Gelenken und in den nichtlinearen elastischen Biegegelenken, Fachwerkstäben und Auflagern
- bisheriger Verlauf bestimmter, im voraus festgelegter Grössen als Funktion des Lastfaktors (Knotenverschiebungen, Elementschnittkräfte, Auflagerkräfte, Steifigkeitsparameter usw.)
- Momentane verschobene Lage des Tragwerkes
- Momentaner Verlauf der Schnittkräfte (Moment, Querkraft und Normalkraft)

Diese und andere Informationen erscheinen in graphischer, leicht überblickbarer Form auf dem Bildschirm (siehe Bild 8) und können selektiv auf Papier gedruckt werden. Die dafür notwendige Programmsteuerung erfolgt aufgrund selbsterklärender

### Literatur

- [1] E. Anderheggen: «Nichtlineare Finite-Element-Berechnungen und Informatik», SIA, 4/83.
- [2] E. Anderheggen: «FLOWERS: Ein neues Finite-Element-Programm für Lehre, Forschung und Praxis», SIA, 6/83.
- [3] «STATIK-2-Benutzeranleitung», Cubus AG, Zürich, 1990.
- [4] E. Anderheggen, Z. Despot: «STATIK-N-Benutzeranleitung», Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, 1994.
- [5] «FAGUS-2-Benutzeranleitung», Cubus AG, Zürich, 1990.

Menüs, die mit der Maus ausgewählt werden. Die Programmausführung ist sonst weitgehend automatisch.

### Anwendungsbereich

Eine Testversion des Programms STATIK-N steht seit bald zwei Jahren am Institut für Baustatik und Konstruktion der ETH Zürich im Einsatz, wo sie auch für Forschungs- und Lehrzwecke benützt wird. Einige spezialisierte Ingenieurbüros hatten auch Zugang zu dieser Programmversion, womit eine Reihe praktischer Beispiele, die zu verschiedenen Programmverbesserungen führten, behandelt werden konnten.

Der Anwendungsbereich von STATIK-N umfasst ein breites Spektrum nicht-trivialer Bemessungs- und Tragsicherheitsprobleme sowohl des Stahlbetonbaus als auch des Stahlbaus. Dazu gehören u.a.:

- Traglastbestimmung von Rahmen unter Berücksichtigung plastischer Schnittkraftumlagerungen und Effekte 2. Ordnung
- Berücksichtigung der Knotenverformbarkeit bei Holz- und Stahlrahmen
- Analyse seilgespannter Konstruktionen
- Bestimmung der verbleibenden Tragfähigkeit alter Tragwerke
- Erdbebenbemessung mit Hilfe statischer Ersatzlasten, z.B. nach der Methode der Kapazitätsbemessung
- Analyse von Strukturen, die im Erdreich gebettet sind (Tunnelgewölbe, Pfahlssysteme usw.)

### Schlussbemerkung

Mit STATIK-N hat man ein Computerprogramm entwickeln wollen, welches das an sich schwierige Anwendungsgebiet der inkrementellen nichtlinearen

Tragswerksanalyse optimal, wenn auch beschränkt auf ebene Rahmen abdeckt. Das Programm arbeitet weitgehend automatisch, jedoch nicht als unüberschaubare «Black-Box», sondern indem man den Lösungsprozess Schritt für Schritt am Bildschirm verfolgen kann. Damit bietet es seinem Benutzer die Unterstützung, die man von graphisch-

interaktiven Programmen heute erwartet.

Vor allem Ingenieure, die das Programm STATIK-2 kennen, werden keine Schwierigkeit haben, STATIK-N anzuwenden. Ein eintägiger Fortbildungskurs (der demnächst angeboten werden soll), eine aufmerksame Lektü-

re der kurzen Benutzeranleitung und etwas Anfangserfahrung dürften genügen, um STATIK-N selbst bei einer sporadischen Benützung produktiv einsetzen zu können.

Adresse der Verfasser: Prof. Dr. Edoardo Anderheggen und Dipl. Bau-Ing., Zoran Despot, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Hönghenberg, 8093 Zürich.

## Concours pour la clinique de réadaptation CNA à Sion VS

La Caisse nationale suisse d'assurances CNA en cas d'accidents a ouvert un concours public de projets pour une clinique de réadaptation à Sion VS. Ce concours était ouvert à tous les architectes REG A établis ou domiciliés avant le 1<sup>er</sup> janvier 1993 dans les cantons romands FR, GE, JU, NE, VD, VS ou dans les districts de Courtelary, Moutier et La Neuveville BE.

Sur 184 bureaux inscrits, 110 ont rendu un projet dans les délais fixés. Le jury a décidé d'exclure un projet du jugement et huit projets de la répartition des prix. Résultat:

1<sup>er</sup> prix (40 000 fr. avec mandat de la poursuite des études en vue de l'exécution): Peter Staub, dans le bureau P. Staub & F. Röthlisberger, Lausanne; Dr. René Braune, Lutry

2<sup>e</sup> prix (35 000 fr.): Atelier 3 Architectes; C. Exquis, L. Gentile, J. Schneeberger, Carouge; collaborateurs: Yannis Ioannides, Nicolas Tardin; conseil informatique: Nathalie Garcia

3<sup>e</sup> prix (30 000 fr.): Graeme Mann, Patricia Capua-Mann, Lausanne; collaboratrice: Izumi Darbellay; graphiste: Hubert Bruttin

4<sup>e</sup> prix (26 000 fr.): Geneviève Bonnard, Monthey, atelier d'architecture Geneviève Bonnard & Denis Woeffray

5<sup>e</sup> prix (23 000 fr.): Nouha Baghdadi, Lausanne

6<sup>e</sup> prix (18 000 fr.): Luca Merlini, Lausanne; collaborateurs: Emmanuel Ventura, Cenorins Bonami-Reoler

7<sup>e</sup> prix (17 000 fr.): Patrick Mestelan et Bernard Gachet, Lausanne; collaborateurs: Fabiano Bianchetti, Catherine Borghini, Norman Cuccio, Hatem Labben

8<sup>e</sup> prix (16 000 fr.): Abdel-majid Sahbatou et Antonio Garifo, Ecublens

9<sup>e</sup> prix (15 000 fr.): Christophe Jeanprêtre, Neuchâtel

Jury: Inès Lamunière, architecte, Genève, présidente; les architectes Bernard Attinger, Architecte cantonal, Sion, Peter Baumann, Lucerne, Fonso Boschetti, Lausanne, Charles-André Meyer, Architecte de la ville, Sion, Wilfrid Steib, Bâle, Beat Heggli, Chef de la section des constructions, CNA; Richard Zufferey, Directeur du département logis-

tique, CNA, Willi Morger, Directeur du département assurances, CNA, Christoph Heinz, Médecin-chef de la clinique CNA, Bellikon, Toni Scartazzini, chef du projet, CNA. Suppléants: Frédéric M. Perret, Ing., CNA, Jacques Richter, architecte, Lausanne, Martin Muller, architecte, CNA; experts: René Bornet, Directeur de l'hôpital régional de Sion, Fernando Cavadini, architecte, CNA, Hansjörg Zentner, architecte, Lausanne, Tomas Bucher, architecte, CNA.

La CNA pratique depuis de nombreuses années la réadaptation dans sa clinique de Bellikon (AG). Sa grande expérience de la réadaptation globale la place parmi les leaders de ce domaine si important pour la santé. La clinique de Bellikon prend en charge des patients gravement accidentés, dans le but d'une réadaptation globale: médicale, psychologique et sociale. Des spécialistes (médecins spécialisés, psychologues, thérapeutes, personnel soignant, conseillers en orientation professionnelle, assistants sociaux) prennent en charge les suites d'accident ou de maladies professionnelles au moyen d'un programme étendu de réadaptation et en utilisant les équipements les plus modernes.

Cette seconde clinique de réadaptation, en suisse romande, permet non seulement de décharger Bellikon, mais aussi d'offrir un service décentralisé tenant compte de la proximité du domicile et de la région linguistique des patients. L'éventail des prestations de la clinique projetée à Sion sera identique à celui de Bellikon, à l'exception du domaine hautement spécialisé de la prothétique de la main qui n'est pratiquée qu'à Bellikon.

### Conditions cadres

Le terrain se situe à l'Est de l'hôpital. Il est délimité à l'Est par la zone de protection de la Borgne, au Sud par la limite de parcelle, au Nord par la route de l'hôpital. Le terrain situé entre cette route prolongée et la butte longeant l'autoroute est situé en zone de construction d'intérêt public. En vue de la réalisation de la clinique la CNA a acquis la parcelle n° 2140 d'environ 42 600 m<sup>2</sup>. Le parc situé entre la propriété de la CNA et le bâtiment de l'hôpital peut être utilisé pour la

construction pour autant que le fonctionnement des locaux et des équipements de l'hôpital régional ne soient pas compromis. Il s'agit notamment des locaux de radiologie et de diagnostic ainsi que de la zone de l'entrée de service et la zone d'intervention du service du feu, qui sont intangibles. La construction située sur la parcelle peut être démolie.

Le site subit des immissions en provenance de l'autoroute et du trafic aérien. La butte le long de l'autoroute pourra être complétée par une protection le long du pont sur la Borgne.

Cette clinique est composée des secteurs suivants: hébergement, diagnostic et traitements, administration et services généraux, infrastructure et protection civile, enseignement, recherche et formation, aménagements extérieurs.

Tous ces secteurs seront adaptés aux exigences particulières des personnes handicapées ou en fauteuil roulant notamment: dimensionnement des espaces de circulation, disposition des fenêtres, absence d'obstacles architecturaux, pentes de rampes max. 4%. En ce qui concerne le secteur d'hébergement de 112 lits, une extension future de 28 lits doit être prévue, les équipements et l'infrastructure étant dimensionnés pour 140 lits.

Pour assurer l'efficacité des synergies potentielles entre l'hôpital et la clinique CNA une liaison fermée, chauffée, présentant une pente de maximum 4%, est demandée. Elle doit permettre la circulation des personnes valides et des handicapés, le transport de patients alités, ainsi que le transport de marchandises. Ainsi, la clinique bénéficiera de divers services médicaux de l'hôpital régional et de l'institut central (diagnostic, salles d'opération, laboratoires, pharmacie centrale). A l'inverse, les services de thérapie de la clinique seront utilisés par l'hôpital régional.

Dans le domaine des services généraux, notamment l'auditoire, la salle polyvalente, cuisine (la préparation des repas pendant les week-ends), la buanderie, les services d'entretien et de surveillance, les services techniques, une coopération étroite est également envisagée. Les services de banque, poste, coiffeur et cafétéria de l'hôpital régional, sont à disposition de la clinique.