Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht

Band: 11 (1980)

Artikel: Datenorganisation für elektronische Entwurfsberechnungen im konstruktiven Ingenieurbau

Autor: Werner, Heinrich

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-11329

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

VII

Datenorganisation für elektronische Entwurfsberechnungen im konstruktiven Ingenieurbau

Data Organization for Electronic Design Computations in Structural Engineering

Organisation de données pour le projet de constructions à l'aide de l'ordinateur

HEINRICH WERNER
Professor, Dr. -Ing.
Technische Universität
München, Bundesrepublik Deutschland

ZUSAMMENFASSUNG
Entwurfsunterstützende Programmketten verbinden Teilaufgaben des Entwurfsprozesses. Der Datenfluss zwischen den Gliedern erfolgt über eine Datenbasis. Es wird die Struktur einer Datenbasis für den konstruktiven Ingenieurbau vorgestellt. Zwei Beispiele zeigen den Einfluss des Baufortschrittes auf den Ablauf der Entwurfsberechnungen.

SUMMARY
Design-supporting program chains integrate several tasks of the design process. Data flow between members runs through a database. The structure of a database for structural engineering is presented. Two examples show the influence of the construction progress on the design computations.

RESUME
Les chaines de programmes de calcul recouvrent plusieurs activités particulières du projet. L'échange de données entre les membres est assuré par une base de données. La structure d'une base de données pour les constructions de génie civil est exposée. Deux exemples montrent l'influence des progrès génie civil sur le déroulement des calculs.

1. EINFÜHRUNG

Den Forderungen des rechnerunterstützten Entwerfens nach

- Steuerung der Programm- und Datenfolge durch den Entwurfsbearbeiter
- Verfügbarkeit und Veränderbarkeit der Daten während des gesamten Entwurfszeitraumes
- Erweitbarkeit des Programmsystems auf neue Vorschriften, Verfahren und Anwendungen

werden am besten Programmsysteme mit Kettenstruktur |1| gerecht:
Aus einer Programmbibliothek werden vom Entwurfsbearbeiter autonome Module ausgewählt. Dateneingabe, -speicherung und -transport erfolgen über eine externe Datenbasis.

2. DIE PROGRAMMKETTE SET FÜR ENTWURFSBERECHNUNGEN IM KONSTRUKTIVEN INGENIEURBAU

2.1 Aufbau der Kette

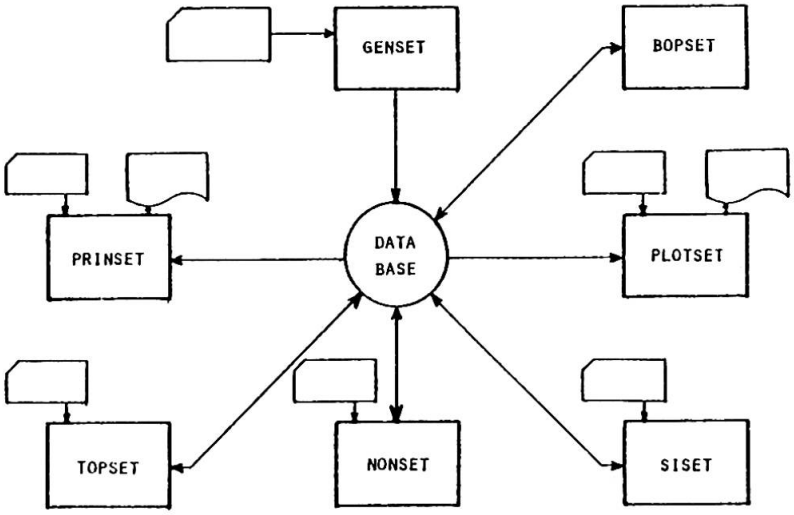

Bild 1: Programmkette SET

Entwurfsberechnungen im konstruktiven ingenieurbau haben zu berücksichtigen, daß der Ablauf des Bauvorganges oft einen wesentlichen Einfluß auf die Beanspruchungen und das Tragvermögen der Bauwerke hat. Bauzustände sind häufig kritischer als der Endzustand.

Die Programmkette SET geht auf die genannten Erfordernisse ein. Aus einem durch GENSET erzeugten Katalog von Tragwerkselementen (Querschnitte, Tragglieder, Lasten, Material) werden gemäß dem Baufortschritt sich ändernde statische Systeme gebildet und in NONSET berechnet. Verformungen und Beanspruchungen werden in der Datenbasis als "erworbene Eigenschaften" festgehalten, um ihren Einfluß auf den weiteren Baufortschritt berücksichtigen zu können.

Die SET Programme haben im einzelnen folgende Aufgaben |2|:

- Generierung von Tragwerkselementen (GENSET),
- Ausdruck von Daten in definierbaren Tabellen (PRINSET),
- Graphische Darstellungen (PLOTSET),
- lineare und nichtlineare Statik an Rahmen-, Flächen- und Kontinuumstragwerken (NONSET),
- Statik nach der Theorie II. Ordnung und Bemessung an räumlichen Stahlbeton-, Spannbeton- und Stahlrahmen (TOPSET),
- ebene, rotationssymmetrische und räumliche Sicker- und Grundwasserprobleme (SISET)
- Bandweitenoptimierung bei Systemmatrizen (BOPSET).

Der Datenverkehr zwischen den Programmen und der Datenbasis wird durch eine in FORTRAN geschriebene, dynamische Verwaltung von Kern- und Massenspeicher (DYNCO) unterstützt.

2.2 Die Datenbasis

Eine Datenbasis für Entwurfsberechnungen hat folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Einsetzbarkeit auf unterschiedlichen Maschinenkonfigurationen. Im konstruktiven Ingenieurbau findet man das gesamte Hardwarespektrum vom Großrechner bis zum Tischrechner vor.
- Transparenz der Datenstruktur. Mit einfachen Datenstrukturen sollten für Anwendungsprogrammierer die Aufwendungen für Datenspeicherung und -zugriff zu einem Minimum werden.
- Anschlußmöglichkeit für fremde Programme. Die Gewährleistung der Datenaustausches zwischen Programmen unterschiedlicher Autoren gehört zu den wichtigsten künftigen Aufgaben der Softwareentwicklung.

Keine der bekannten Datenbanksysteme erfüllt die genannten Forderungen ausreichend. Deshalb wurde das folgende Datenbasiskonzept ausgewählt und in der SET-Kette zum Einsatz gebracht |3|:

- Die Datenbasis besteht aus einer einzigen sequentiellen Datei pro Bauwerk oder Bauteil.
- Sie kann in einfacher Weise mit Standard-FORTRAN bearbeitet werden; man benötigt keine spezielle Datenbanksoftware.
- Alle Sätze haben die gleiche Länge. Keine Information ist auf die Stellung des Satzes in der Datei bezogen.
- Jeder Satz wird mit einer Kennung eingeleitet.

Neben der Erfüllung der oben genannten Forderungen bietet das beschriebene Konzept noch weitere Vorteile:

- Da keine Information von der Reihenfolge der Sätze abhängig ist, können diese leicht nach Begriffen, die den Daten entnommen sind, sortiert werden.
- Bezugsdaten werden explizit gespeichert (die Elementinformationen enthalten z. B. eine Liste der zugehörigen Knoten).
- Die Art von Zugriff und Sortierung ist dem Programmierer überlassen. Damit bleibt er unabhängig von vordefinierten Datenstrukturen.

3. ANWENDUNGSFÄLLE

3.1 Vorentwurf für einen Tunnel

Zum Vorentwurf eines doppelstöckigen U-Bahnhoftunnels waren statische Untersuchungen anzustellen |4|.

Die lichte Weite der beiden übereinander liegenden Röhren betrug 10,00 m, die lichten Höhen oben 6,30 m und unten 7,00 m. Die Tunnel sollten mit einer 30 cm starken Spritzbeton-Außenschale verbaut und mit einer 50 cm starken Sperrbeton-Innenschale ausgekleidet werden. Das 19,5 m breite und 32,95 m hohe, auf Federn gelagerte Finite-Element-Modell (Bild 2) enthielt elastoplastische und gerissene Boden-Scheibenelemente sowie biegesteife Stabelemente für die Tunnelwände. Unter der Wirkung der gestörten Primärlasten waren folgende Bauzustände zu simulieren:

1. Ausbruch der unteren Tunnelröhre und gleichzeitiger Verbau durch die Spritzbetonschale.

2. Auskleidung der verformten, unteren Röhre mit Sperrbeton und Bodenauflockerung im oberen Bereich (= reduzierte Bodensteifigkeit). Das Zusammenwirken zwischen Außen- und Innenschale konnte durch elastische Kopplungen erfaßt werden, die bei Zug ausfallen und Schubkräfte durch Reibung übertragen (Bild 3).

3. Ausbruch der oberen Tunnelröhre und Anbringen der Spritzbetonschale (Bild 4).

4. Auskleidung der oberen Röhre mit Sperrbeton und Belastung des Tunnels durch den Druck des wieder ansteigenden Grundwassers.

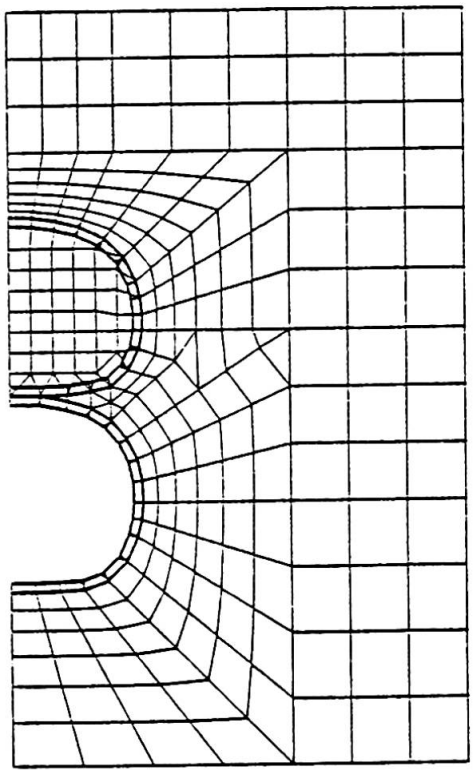

Bild 2: Elemente des Tunneltragwerkes

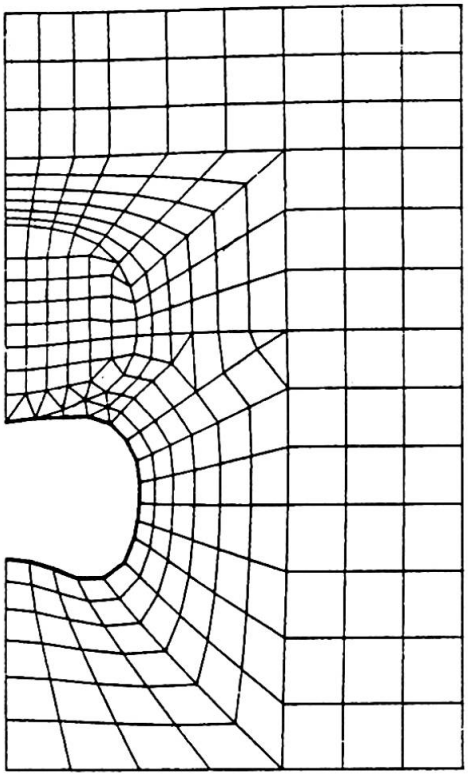

Bild 3: Verformungen im 2. Bauzustand

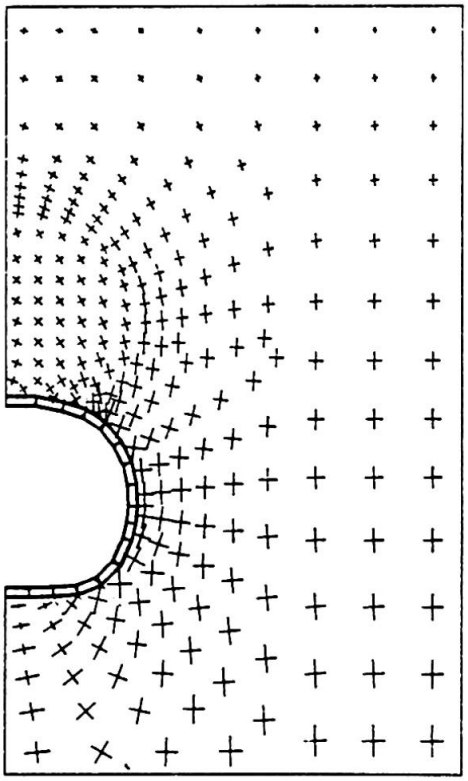

Bild 4: Bodenspannungen im 3. Bauzustand

Das Programm NONSET berechnet jeden Bauzustand unter Hinzunahme der vorher ermittelten und in der Datenbasis gespeicherten Verformungen und Beanspruchungen.

3.2 Hohe Talbrücke im Taktschiebeverfahren

Im Rahmen des Entwurfs für die Taktschiebeverfahren herzustellende Talbrücke Morschler Grund war die Stabilität des Tragwerks zu untersuchen. Es wurde das Programm TOP |5|, |6|, ein Vorläufer von TOPSET, eingesetzt.

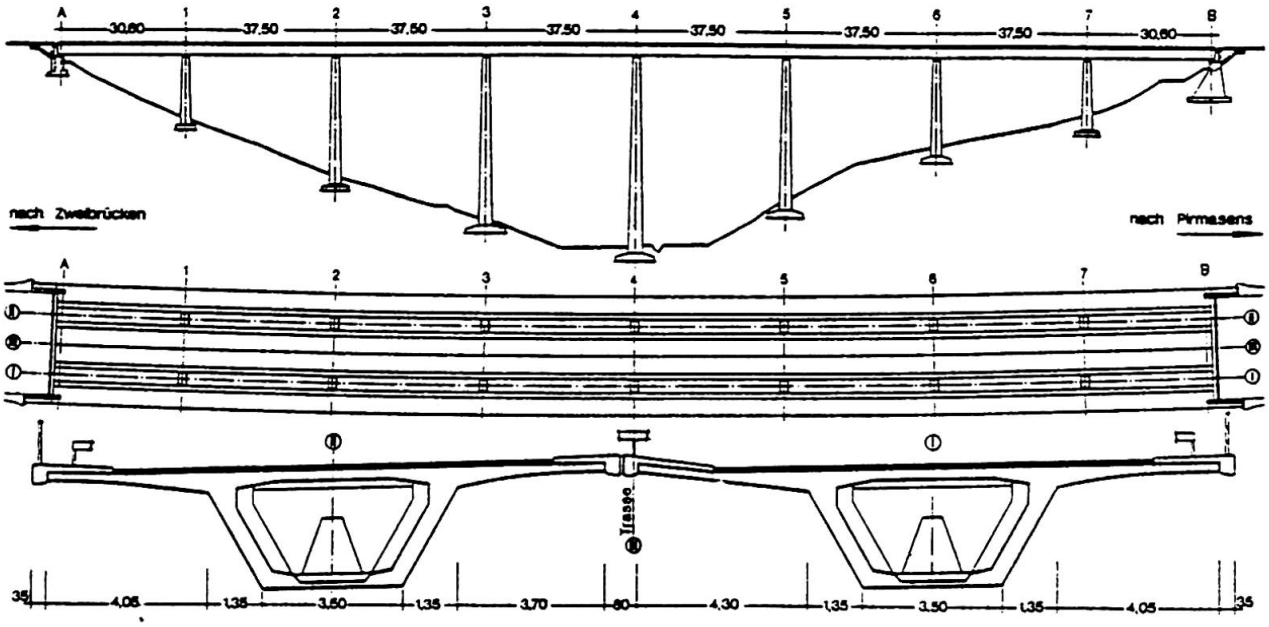

Bild 5: Talbrücke Morschler Grund/Dyckerhoff & Widmann AG, Wiesbaden

Bei einer Taltiefe von etwa 50 m war nicht von vornherein klar, welcher Vorbaustand der kritische sein würde, d. h. welcher unter erhöhten Lasten nach Theorie II. Ordnung bei Berücksichtigung der effektiven Biegesteifigkeiten die höchste Bewehrung erforderte.

Es wurden fünf Bauzustände und ein Endzustand untersucht. Das statische System war jedes Mal ein anderer räumlicher Rahmen, dessen Stiele mit veränderlichem Querschnittsverlauf am Fuß in Längs- und Querrichtung gefedert eingespannt wurden. Die Kopplung zwischen Überbau und Unterbauten erfolgte in Querrichtung durch feste Lager, in Längsrichtung durch feste Lager auf den Mittelstützen und verschiebliche Lager auf den übrigen Pfeilern. Um den Reibungseffekt einzugrenzen wurde eine Variante mit vorhandener und eine mit verschwindender Reibung gerechnet.

Zur Erfassung von Bauungenauigkeiten während des Taktschiebevorganges wurde zwischen Überbau und Pfeiler eine Zwangsklaffung in Höhe von $\pm$ 0,15 ‰ berücksichtigt.

LITERATURVERZEICHNIS

|1| ENCARNACAO, J.: Systemtechnologische Aspekte von CAD-Systemen. In Gnatz, R., Samelson, K.: Methoden der Informatik für rechnerunterstüztes Entwerfen und Konstruieren, Springer Berlin, 1977, S. 20-51

|2| AXHAUSEN, K., FINK, TH., KATZ, C., RANK, E., V.VERSCHUER, TH., WERNER, H.: SET-Benutzerhandbuch, Technische Universität München, 1980

|3| KATZ, C., V.VERSCHUER, TH., WERNER, H.: Data Handling in a Design Supporting Program Chain. Proceed. 5th Intern. Seminar on Computational Aspects of the Finite Element Method (CAFEM - 5), Berlin 1979

|4| KATZ, C., WERNER, H.: FEM-Anwendungen im Tunnelbau, KfK-CAD 151: Anwendung der Finite-Element-Methode im Bauwesen, Kernforschungszentrum Karlsruhe, 1980

|5| WERNER, H.: Rechnerorientierte Nachweise an schlanken Massivbauwerken. Beton- und Stahlbetonbau 73, 1978, S. 263-268

|6| WERNER, H.: Programme für den Brückenentwurf. KfK-CAD 143: CAD im Brückenbau, Kernforschungszentrum Karlsruhe, 1979