Einsatzmöglichkeiten eines Rechenzentrums für Aufgaben auf dem Gebiete der Baustatistik

Autor(en): **Egli, Jaques**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **80 (1962)**

Heft 46

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-66267

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

$$(20)\quad \begin{cases} N_x &= N_1 \sin^2\alpha + N_2 \cos^2\alpha\,, \\ N_y &= N_2 \sin^2\alpha + N_1 \cos^2\alpha\,, \\ N_{yx} = N_{xy} &= (N_1 - N_2) \sin\alpha \cos\alpha\,, \end{cases}$$

leicht zu berechnen.

Adresse des Verfassers: Dr. *Marzio Martinola,* dipl. Bau-Ing., Malvaglia Chiesa TI.

Literaturverzeichnis

[1] *H. Favre:* Sur une nouvelle méthode optique de détermination des tensions intérieurs. «Revue d'Optique théorique et instrumentale». Mai, juin, juillet et août 1929. Voir aussi Schweizerische Bauzeitung, Bd. 90, 1927, S. 291.

[2] *L. Föppl und E. Monch:* Praktische Spannungsoptik. Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1959. Springer-Verlag.

[3] *H. Thiene:* «Glas», Bd. 1, Jena 1931, Fischerverlag.

[4] *M. Martinola:* La détermination purement optique des constantes *E*, *v*, *G* des matières isotropes transparentes. Contribution à l'étude des plaques minces fléchies d'épaisseur brusquement variable. Publication No. 7 du Laboratoire de Photoelasticité de l'Ecole Polytechnique Fédérale (E. P. F.), Leemann, Zurich, 1955.

[5] *G. Herrmann:* Experimentelle Untersuchung der Spannungsverteilung in Platten von Streifenfundamenten. Theoretische Untersuchungen über die Durchbiegung parallelogrammförmiger Platten unter zentrischer Einzellast. Mitteilung Nr. 4 des photoelastischen Laboratoriums der ETH, Leemann, Zürich, 1950, S. 34, 46 und 47.

[6] *M. Robert:* Etude expérimentale et théorique de la répartition des tensions dans les poutres encastrées. Publication No. 1 du Laboratoire de Photoelasticité de l'E. P. F., Leemann, Zurich, 1943.

[7] *H. Favre und R. Bereuter:* Etude de la répartition des tensions dans une pièce encastrée en fonction de l'angle d'incidence. Publication No. 2 du Laboratoire de Photoelasticité de l'E. P. F., Leemann, Zurich, 1944.

[8] *R. Bereuter:* Experimentelle Untersuchungen der Spannungsverteilung in freiaufliegenden Balken. Theoretische Untersuchungen über die Eigenfrequenz parallelogrammförmiger Platten. Mitteilung Nr. 3 des photoelastischen Laboratoriums der ETH, Leemann, Zürich, 1946.

[9] *B. Gilg:* Experimentelle und theoretische Untersuchungen an dünnen Platten. Mitteilung Nr. 5 des photoelastischen Laboratoriums der ETH, Leemann, Zürich, 1952.

[10] *W. Schumann:* Theoretische und experimentelle Untersuchungen über das de Saint-Venant'sche Prinzip, speziell mit Anwendung auf die Plattentheorie. Mitteilung Nr. 7 des photoelastischen Laboratoriums der ETH, Leemann, Zürich, 1955.

[11] *G. Oppel:* Polarisationsoptische Untersuchung räumlicher Spannungs- und Dehnungszustände. Diss., München, 1936.

[12] *M. M. Frocht:* Photoelasticity, T. II John Willey and Sons Inc., New York, and Chapman and Hall Limited, London, 1948.

[13] *H. Favre et W. Schumann:* Etude expérimentale de la répartition des tensions dans les plaques circulaires fléchies en fonction du rapport de l'épaisseur au diamètre. «Bulletin technique de la Suisse Romande», No. 10, 10 mai 1958.

[14] *H. Favre, W. Schumann et M. Martinola:* Etude expérimentale et théorique de la répartition des tensions dans les plaques circulaires fléchies d'épaisseur variable. «Bulletin technique de la Suisse Romande», Nos. 4 et 6 des 13 février et 12 mars 1960.

[15] *W. Schumann:* Ueber die experimentelle Bestimmung dreidimensionaler Spannungszustände. Mitteilung Nr. 8 des photoelastischen Laboratoriums der ETH, Leemann, Zürich, 1959.

Einsatzmöglichkeiten eines Rechenzentrums für Aufgaben auf dem Gebiete der Baustatik

Von **Jacques Egli,** IBM Rechenzentrum, Zürich

DK 681. 14

Die angestrengte Bautätigkeit und der ständig wachsende Personalmangel zwingen die Inhaber von Ingenieurbüros und Baugeschäften, ihre Betriebsleistung durch Rationalisierungsmassnahmen zu steigern. Die angestrebten Verbesserungen und Vereinfachungen müssen dabei wirtschaftlich sein, sie sollen die Grundlage für eine noch bessere Konkurrenzfähigkeit bilden und dürfen keine oder nur geringfügige Umstellungen im Arbeitsprozess erfordern. Diese Bedingungen sind für Berechnungen, die bei Bauaufträgen durchgeführt werden müssen, erfüllt.

Nur wenige Unternehmen der Baubranche in der Schweiz werden sich die Anschaffung einer eigenen elektronischen Rechenanlage leisten können, da der Anfall an statischen Berechnungen in den meisten Fällen im einzelnen Betrieb zu klein ist, um den Kauf einer kostspieligen Anlage zu rechtfertigen und diese auszulasten. Ziel und Zweck eines Rechenzentrums ist es nun, diese Lücke auszufüllen und es dem kleinsten Ingenieurbüro zu ermöglichen, seine Rechenprobleme nach modernen, genauen und wirtschaftlichen Methoden automatisch zu lösen und auszuwerten. Die einzelnen Schritte, die für die Lösung einer Rechenarbeit auf einem Elektronenrechner durchlaufen werden müssen, seien hier kurz gezeigt.

Der Ingenieur analysiert sein Problem und formuliert es mathematisch. In Zusammenarbeit mit dem Rechenzentrum bestimmt er ein Lösungsverfahren. Dabei achtet er bereits auf die hohe Rechengeschwindigkeit des zum Einsatz gelangenden Gerätes. Er wird daher oft genauere Methoden wählen, die bei manueller Bearbeitung wegen ihres grossen Aufwandes gemieden werden.

Nach diesen vorbereitenden analytischen Arbeiten erfolgt die Umsetzung der Rechenformeln in Arbeitsanweisungen an das Rechengerät. Endprodukt dieser Anstrengung ist das Programm, das über Lochkarten, Lochstreifen oder Magnetbänder in den Speicher des Rechengerätes eingelesen wird und die gewünschten Berechnungen durchführt. Dieses Programm kann immer wieder eingesetzt werden, d. h. wir wechseln von Fall zu Fall nur die Ausgangsdaten aus. Bei der Analyse wird man daher darauf achten, das Problem möglichst allgemein zu formulieren, damit auch Spezialfälle ohne weiteres mit dem selben Programm berechnet werden können.

Die Arbeit des Ingenieurs verringert sich auf Vorbereitung und Zusammenstellung der Ausgangswerte. Die langwierige, monotone Rechenarbeit entfällt. Die so freigewordene Zeit kann für die Erledigung anderer Arbeiten aufgewendet werden, die der Ausbildung des Ingenieurs entsprechen.

Die Frage, wie gross das Rechenvolumen für eine bestimmte Arbeit sein muss, um den Einsatz des Rechenzentrums wirtschaftlich zu rechtfertigen, stellt sich in diesem Zusammenhange immer wieder. Die beste Antwort darauf finden wir im Beispiel der Auflösung linearer Gleichungssysteme. Die gesamten Kosten, die zum Beispiel für die Berechnung eines Systems 10. Ordnung dem Kunden verrechnet werden, betragen etwa 35 Fr. Aus dieser Angabe wird man auf andere Probleme schliessen können, die mit ähnlichem Aufwand und entsprechenden Kosten verbunden sind.

Dem Kunden aus dem Bauwesen stehen die folgenden drei Formen der Zusammenarbeit mit dem Rechenzentrum offen. Diese unterscheiden sich in bezug auf Kosten und eigenem Aufwand des Auftraggebers wesentlich voneinander:

1. *Programm-Bibliothek*

Für eine grosse Zahl ständig wiederkehrender statischer Berechnungen stehen bereits feste Programme zur Verfügung oder sind in Vorbereitung. So arbeitet z. B. bei IBM eine Gruppe von erfahrenen Bauingenieuren und Mathematikern an der Entwicklung dieser Programme. Dabei wird ein besonderes Augenmerk darauf gerichtet, in Zusammenarbeit mit Kunden die häufigsten und kompliziertesten Probleme zu ermitteln und für diese feste, möglichst allgemeingültig formulierte Lösungen in der Form von Programmen zu erstellen. Diese Standard-Programme zeichnen sich durch moderne Lösungsverfahren, grosse numerische Genauigkeit und hohe Durchlaufgeschwindigkeit aus. Die Mitarbeit des Kunden beschränkt sich auf das Zusammenstellen der Ausgangswerte für sein konkretes statisches System.

Die Zahl der Bibliothekprogramme, die in einem Rechenzentrum verfügbar sind, ist ein wesentlicher Ausweis für des-

sen Leistungsfähigkeit. Die nachfolgenden Programme können z. B. im IBM-Rechenzentrum bereits heute oder in nächster Zukunft verwendet werden: Trägerrost, Plattenberechnungen, Einflusslinien für Durchlaufträger, Durchlaufträger Biegelinie, Unverschieblicher Stockwerkrahmen, Verschieblicher Stockwerkrahmen, Querschnittswerte, Spannbetonträger, Fachwerke, Fachwerkdreigelenkrahmen, Windscheiben, Kranbahnträger, Degeneration für Pfahlwerke, Wendeltreppen, Allgemein statisch unbestimmte Rechnungen, Wasserschlossberechnungen, Lineare Gleichungssysteme, Matrizenrechnungen, usw.

Für die Verwendung von Programmen aus den Bibliotheken der Rechenzentren wird meistens keine Gebühr erhoben. Der Auftraggeber bezahlt nur Vorbereitungsarbeiten und Maschinenbenützungszeit. Die Resultate treffen beim Kunden, dessen Arbeitsaufwand sehr klein ist, wenige Tage nach Erteilung des Auftrages ein.

2. *Programmierung für spezielle Berechnungen*

Für Aufgaben, deren Häufigkeit die Erstellung eines Bibliothekprogrammes nicht rechtfertigt, steht ein Stab von Ingenieuren und Mathematikern zur Verfügung, die auf Wunsch in Zusammenarbeit mit dem Kunden ein entsprechendes Programm erstellen. Zu diesem Problemkreis gehören entweder kleinere Berechnungen, die häufig auftreten, oder es handelt sich um sehr komplexe Arbeiten, denen mit manuellen Mitteln nur sehr schwer beizukommen ist. Die Kosten für die Programmierung dieser Probleme schwanken sehr stark. Je nach Kompliziertheit und Grösse der durchzuführenden Berechnungen bewegen sich diese zwischen einigen hundert bis einigen tausend Franken.

Die technischen Mitarbeiter in den Rechenzentren beraten die Interessenten in diesen Fragen und stellen ihnen Kostenvoranschläge für allfällig durchzuführende Programmierarbeiten auf. Diese Programme sind Besitz der Kunden. Sie gelangen also nachher nicht in die Programmbibliothek. Dem Eigentümer ist es freigestellt, sie gegen Entgelt an Dritte zur Benützung weiterzugeben.

3. *Der Kunde programmiert seine Probleme*

Grössere Firmen der Baubranche oder Ingenieurbüros, die sich vorwiegend auf Berechnungen spezialisiert haben, bilden einen ihrer Mitarbeiter für die Programmierung aus. Die Fabrikanten elektronischer Rechengeräte haben Programmiersprachen entwickelt, die für den Ingenieur als Werkzeug zur Lösung seiner Probleme auf Elektronenrechnern gedacht sind. So verfügt z.B. IBM über die Fortran-Sprache, die ein einfaches Niederschreiben des Programms in einer der Algebra sehr ähnlichen Schreibweise erlaubt. Pro Jahr werden mehrere Kurse durchgeführt, in denen die Teilnehmer in drei Tagen diese Programmiersprache in Theorie und Praxis kennen lernen. Diesen Benützern stehen die Anlagen der Rechenzentren zu reduzierten Ansätzen zur Verfügung. Sie führen ihre Arbeiten selbständig durch.

Dieser kurze Ueberblick zeigt die Möglichkeiten, die ein Rechenzentrum für das Bauwesen bietet.

Aus dem Einsatz dieses neuen Hilfsmittels ergibt sich gegenüber manuellen Berechnungen eine erhebliche Einsparung an Arbeitszeit. Die Berechnungen gelangen innert kürzester Frist zur Durchführung. Die Resultate werden einwandfrei dargestellt und zeichnen sich durch eine höhere Genauigkeit aus. Die Selbstüberwachung der Rechenanlage bietet Gewähr für die arithmetische Richtigkeit der berechneten Werte.

In der gleichen Zeit können also durch das Ingenieurbüro mehr Offerten ausgearbeitet werden. Die Berechnungen können ohne Verzögerung in einigen Varianten durchgeführt werden. Bei Aenderungen im Bauprojekt tritt keine grosse Verzögerung wegen unvorhergesehenen manuellen Berechnungen auf.

Besseres und schnelleres Disponieren, rationellere Planung, sowie raschere Auftragserledigung und Offertstellung sind die wesentlichsten Vorteile, die sich aus der Zusammenarbeit mit einem Rechenzentrum ergeben. Eine grosse Zahl von Ingenieurbüros und Baufirmen nimmt daher bereits heute die Dienste der Rechenzentren für ihre Berechnungen in Anspruch.

Der Erddamm Oroville in Kalifornien

DK 627.824.3

Der Erddamm Oroville am Nordast des Feather Flusses in Nordkalifornien wird bei seiner Fertigstellung 1967 mit 224 m grösster Höhe das höchste Bauwerk seiner Art zumindest in der freien Welt [1]) sein. Technisch von besonderem Interesse ist dabei, dass als Schüttmaterial nur kohäsionsloser Flusskies zur Verwendung gelangen wird. Das gesamte Schüttvolumen von 60 Mio m³ sichert dem Bauwerk zudem auch in bezug auf den Arbeitsumfang den vierten Rang [2]), während die kurze Fertigstellungsfrist neue Rekorde an Einbauleistung erfordern wird.

Der durch den Erddamm Oroville gebildete Speicher von 1940 Mio m³ Nutzinhalt wird das Herzstück eines grosszügigen Projektes des Staates Kalifornien bilden, durch welches Ueberschusswasser aus dem relativ niederschlagsreichen nördlichen Teil des Staates in die ariden, wegen ihrer starken Entwicklung aber äusserst wasserhungrigen südlichen Gebiete abgeleitet werden soll. Für die in der Luftlinie gemessen rund 700 km weite Wasserbeförderung wird bis zur Mündung des Sacramento das natürliche Flussystem benutzt werden, von da an ein Aquädukt mit verschiedenen Verzweigungen und zahlreichen Pumpanlagen zur Ueberwindung der Küstengebirge und der Gebirgszüge nördlich Los Angeles. Der Gesamtausbauplan sieht bis zum Jahre 1990 die Bereitstellung an den Verbrauchsstellen von jährlich fast 5 Mrd m³ Wasser bei Baukosten von rund 8 Mrd sFr. vor. Neben seiner Funktion im Rahmen dieses Riesenplanes wird der Oroville-Damm aber auch dem mehr lokalen Hochwasserschutz dienen, sowie eine ansehnliche Energieproduktion gestatten. In einer unter der linken Dammhälfte angeordneten Kavernenzentrale sollen sechs Maschinengruppen von insgesamt 600 MW Leistung installiert werden, wovon übrigens die Hälfte mit reversiblen Pump-Turbinen ausgerüstet sein werden.

Die Hauptdimensionen des Erddammes Oroville lauten: Grösste Höhe 224 m, Kronenlänge 2073 m, Kronenbreite 24,4 m, grösste Fussbreite 1067 m (= 476% der Höhe), Kubatur 60 Mio m³.

Der Querschnitt grösster Höhe ist in Bild 1 dargestellt. Der Dammkörper liegt durchwegs auf dem aus Amphibolit bestehenden Felsuntergrund auf. Sein Aufbau zeigt einen leicht wasserseits geneigten, relativ schlanken Dichtungskern, dessen Volumen nur 11 % der gesamten Dammkubatur ausmacht. Im Bereich des Flussbettes ruht der Kern nicht direkt auf dem Felsuntergrund, sondern auf einem rund 200 000 m³ umfassenden Betonpfropfen. An den Kern schliessen beidseits relativ mächtige Filter- oder besser gesagt

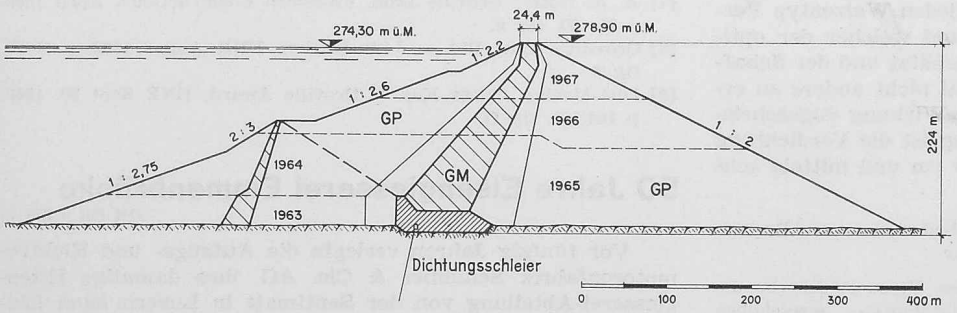


Bild 1. Höchster Querschnitt des Erddammes Oroville in Nordkalifornien, mit Angabe der Bauetappen. Masstab 1:9000.

[1]) In der Sowjetrepublik Tadschikistan ist angeblich am Flusse Vakhsch der Steindamm Nurek in Bau, der eine Höhe von 300 m bei einer Baumasse von 45 Mio m³ erreichen soll.

[2]) Nach den Erddämmen Fort Peck (USA), Mangla (Pakistan; im Bau) und Oahe (USA) mit 96, 77 bzw. 70 Mio m³.