

# Rissbildung und Verformung von Beton

Autor(en): **Jaccoud, Jean-Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **102 (1984)**

Heft 12

PDF erstellt am: **24.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75437>

## **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.

# Rissbildung und Verformung von Beton

Von Jean-Paul Jaccoud, Lausanne

Kürzlich ist in Lausanne das Handbuch «Fissuration et déformations» des Comité Euro-International du Béton erschienen. Es enthält das Ergebnis einer internationalen Arbeitsgruppe, die von Prof. R. Favre, ETH Lausanne, geleitet worden ist, und basiert weitgehend auf Forschungsarbeiten des Institut de statique et structures (IBAP) in Lausanne. Die Grundgedanken dieses Handbuches dienen dem Nachweis von Betontragwerken im Gebrauchszustand. Sie werden auch Eingang in die Neufassung der Norm SIA 162 finden und sind heute für den Leser von besonderem Interesse.

B. M.

## Neue Bemessungsgrundsätze

Das Prinzip eines getrennten Nachweises der Tragfähigkeit und der Gebrauchsfähigkeit kann inzwischen als allgemein anerkannt angesehen werden. Daher hat die «CEB/FIP-Mustervorschrift für Tragwerke aus Stahlbeton und Spannbeton» [1] deutlich die beiden Grenzzustände unterschieden und die allgemeinen Nachweisprinzipien definiert. Diese Grundsätze wurden nach und nach in die Normen verschiedener Länder übernommen und haben im besonderen auch die Arbeiten der Kommission zur Neufassung der Norm SIA 162 beeinflusst [2]. Ziel dieses Aufsatzes ist es nun, die Aufmerksamkeit der Praxis auf das CEB-Handbuch «Rissbildung und Verformungen» zu lenken, dessen französische Fassung kürzlich an der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne erschienen ist [3]. Das Handbuch erläutert ausführlich die Prinzipien und den Inhalt der den Gebrauchszustand betreffenden Kapitel der CEB/FIP-Mustervorschrift.

Gleichzeitig stellt es den in der Praxis tätigen Ingenieuren vereinfachte Verfahren und Rechenhilfen (in Form zahlreicher Nomo-gramme und Tafeln) zur Verfügung, die für die am häufigsten vorkommenden Fälle eine rasche und hinreichend genaue Abschätzung der Durchbiegungen oder Rissbildung erlauben.

Es wurde von einer Arbeitsgruppe der Kommission V des CEB erarbeitet, die sich aus den Herren Favre (Lausanne, Vorsitzender), Beeby (Wexham Springs), Falkner (Stuttgart), Koprna (Lausanne) und Schiessl (München) zusammensetzte. Es kann gesagt werden, dass die Forschungsergebnisse der letzten 20 Jahre auf den Gebieten der Rissbildung und Verformungen in die Konzeption dieses Handbuchs eingebracht worden. Es enthält vier Kapitel.

## Bekannte Modelle

Das 1. Kapitel definiert die Hypothesen und grundsätzlichen Rechenannahmen sowohl

für die Rissbildung als auch für die Verformungen. Den zentralen Gedanken bildet die Aussage, dass das wirkliche Verhalten einer Betonkonstruktion (wenn sowohl die Auswirkungen der Rissbildung als auch das Langzeitverhalten wie Kriechen, Schwinden usw. in Rechnung gestellt werden) zwischen zwei Extremen verlaufen wird: dem Verhalten im ungerissenen Zustand I und dem im vollständig gerissenen («nackten») Zustand II. Daher ist es möglich, eine wirkliche Konstruktion durch idealisierte Elemente zu ersetzen, die zum einen Teil, nämlich in der Nachbarschaft von Rissen, aus Bereichen im nackten Zustand II bestehen und zum anderen, nämlich zwischen den Rissen, aus Bereichen im Zustand I (Bild 1). Der relative Einfluss dieser beiden verschiedenen Bereiche auf das Gesamtverhalten wird durch einen Verteilungskoeffizienten  $\zeta$  bestimmt, der es erlaubt, die Mitwirkung des Betons auf Zug in Rechnung zu stellen. Diese Modellvorstellung ist nicht völlig neu, sondern schon in früheren Veröffentlichungen vorgestellt worden, besonders zum Beispiel in [4].

## Beschränkung der Rissweiten

Das 2. Kapitel behandelt die Rissbildung. Zunächst werden sehr systematisch die verschiedenen Ursachen hierfür zusammengefasst. Ausser den durch Lasten hervorgerufenen Rissen – die in der Praxis nur selten die Ursache für auftretende Probleme sind – wird hier auch die vorzeitige Rissbildung behandelt, wie sie schon während der Bauausführung (plastisches Schwinden, Hydrationswärme usw.) oder infolge von Verformungsbehinderungen entsteht (Schwinden, Temperatureinwirkungen, Setzungen usw.). Die Notwendigkeit für eine Rissbeschränkung und die dabei anzuwendenden Kriterien werden im folgenden beschrieben. Dabei wird gezeigt, dass es neben dem üblicherweise alleine geltend gemachten Korrosionsschutz durchaus noch andere, häufig wichtigere Gründe gibt, aus ästhetischen oder funktionellen Überlegungen heraus die Rissweiten zu beschränken. Grundlagen und praktische Verfahren hierfür werden anschliessend entwickelt. Über die Rissbildung infolge Lasteinwirkung hinaus ist es interessant zu sehen, welche Bedeutung die Autoren des Handbuchs der Rissweitenbeschränkung infolge Zwangsbeanspruchungen beimessen. In den Fällen, in denen einzelne grössere Risse unbedingt vermieden werden sollen (z. B. an exponierten Stellen, die den Witterungseinflüssen oder dem Betrachter ausgesetzt sind), ist eine ausreichend bemessene und zweckmässig angeordnete Bewehrung mit gutem Verbund vorzusehen, beispielsweise in der Grössenordnung von 0,6 bis 1,0% für zentrischen Zug infolge Zwangsbeanspruchung (Bild 2).

## Verformungsberechnung

Das 3. Kapitel behandelt Verformungen. Im theoretischen Teil wird gezeigt, wie – ausgehend von dem im 1. Kapitel beschriebenen Modell – die mittlere Krümmung für reine Biegebeanspruchung oder für Biegung mit Längskraft abgeleitet werden kann. Der Fortschritt in der theoretischen Behandlung

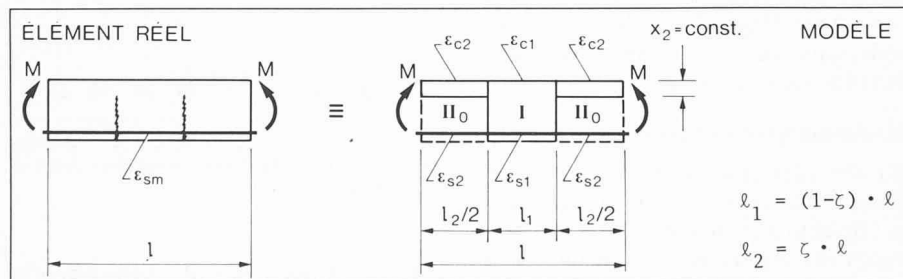
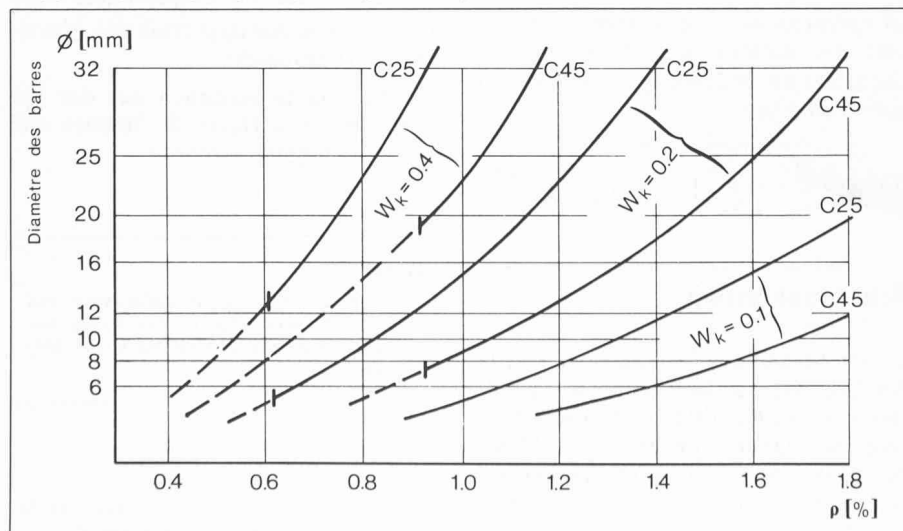


Bild 1. Modell für die Berechnung der Rissbildung und der Verformungen

Bild 2. Beispiel eines Diagrammes [3] für die Bemessung des zur Rissebeschränkung erforderlichen Bewehrungsgehalts für mittige Zugbeanspruchung aus Zwang



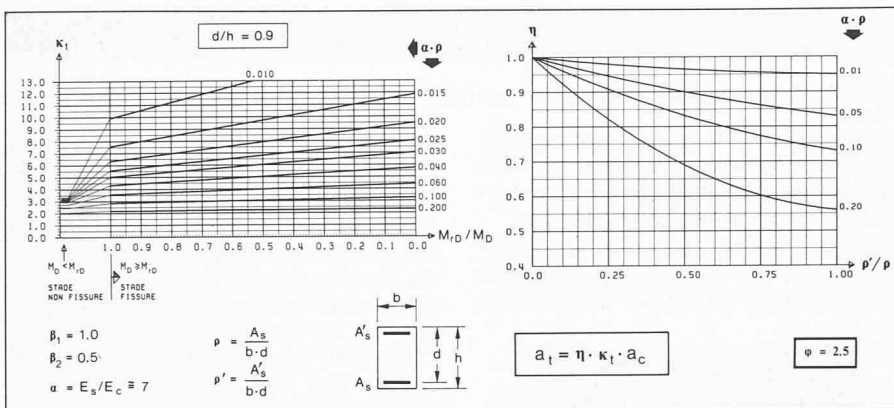


Bild 3. Beispiel einer praktischen Rechenhilfe [3] für die Abschätzung der langzeitigen Durchbiegungen unter ständigen Lasten

dieser Probleme hat es mit Hilfe gewisser Vereinfachungen ermöglicht, ein einfaches, jedoch hinreichend genaues Berechnungsverfahren zu erarbeiten [5], das auf festen Grundlagen basierend eine Abschätzung der zu erwartenden Durchbiegungen von Betonkonstruktionen erlaubt. Für den in der Praxis tätigen Ingenieur wird so die Berechnung der Durchbiegungen in einem ersten Schritt auf die Berechnung der Anfangsdurchbiegung  $a_c$  zurückgeführt, die für den im elastischen Bereich verbleibenden homogenen Beton gilt. Diese ist dann mit Hilfe der Koeffizienten  $k_t$  (Einflüsse aus Rissbildung und Kriechen) und  $\eta$  (Einfluss einer Druckbewehrung) zu beaufschlagen. Bild 3 erläutert dieses Verfahren und zeigt, dass die wirklichen Verformungen unter andauernder Belastung fünf- bis zehnmal grösser als die Anfangswerte aus der rein elastischen Berechnung sein können.

Ein Anhang ergänzt als 4. Kapitel die vorhergehenden Teile durch zahlreiche Tafeln und Nomogramme und erleichtert auf diese Weise die Anwendung der vorgeschlagenen Rechenverfahren sehr. Ausserdem ist anzumerken, dass das Handbuch eine grosse Zahl vollständig durchgerechneter Zahlenbeispiele enthält, die im einzelnen die auszuführenden Rechenschritte erläutern.

### Bemessungshilfe für den Gebrauchszustand

Zusammenfassend kann sicher festgestellt werden, dass das Erscheinen des CEB-Handbuchs «Rissbildung und Verformungen» einem Bedürfnis der Bemessungspraxis nachkommt und einen wesentlichen Schritt in Richtung auf die Erfassung des Grenzzustands der Gebrauchsfähigkeit von Stahlbetonkonstruktionen darstellt. In der Tat ist dies das erstmal, dass für die hier angesprochenen Probleme eine so umfangreiche und in sich geschlossene Übersicht gegeben wird. Dennoch handelt es sich nur um einen ersten Schritt, denn infolge ihrer Komplexität sind die aufgeworfenen Fragen noch weit von einer umfassenden und endgültigen Klärung entfernt. Die Forschungsarbeiten hierzu werden intensiv insbesondere auf dem Gebiet der Rissbildung fortgeführt, wo daran gedacht ist, andere Kriterien als das der Rissweitenbegrenzung zu finden, die möglicherweise in vielen Fällen der Fragestellung besser angepasst sind. Die Lektüre dieses Handbuchs ist nichtsdestotrotz sehr instruktiv und versetzt den Ingenieur in die Lage, sich dem Studium, der Ausführung und der Unterhaltung von Bauwerken aus

### Literatur

- [1] «CEB/FIP-Mustervorschrift für Tragwerke aus Stahlbeton und Spannbeton», 3. Ausgabe 1978 (Deutsche Übersetzung des Bands II des «Code-Modèle CEB-FIP pour les structures en béton», Bulletin d'information No 124/125 F, 1978).
- [2] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Neue Norm SIA 162 für Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbauten. Dritter Gesamtwurf, August 1983.
- [3] Comité Euro-International du Béton: Manuel du CEB «Fissuration et Déformations». CEB-Bulletin d'information No 158. Französisch: Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 1983. Englisch: Verlag Georgi, St-Saphorin, Suisse, in Vorbereitung
- [4] Favre, R.: «Verformungsberechnung von Tragwerken aus Stahl- und Spannbeton». Schweizer Ingenieur und Architekt, Zürich, Nr. 43, 1981
- [5] Jaccoud, J.-P. et Favre, R.: «Flèche des structures en béton armé - Vérification expérimentale d'une méthode de calcul». Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics, Série: Béton 208, Paris, 1982

Stahl- und Spannbeton zuzuwenden und die Leitgedanken und Beweggründe besser zu verstehen, die unter anderem bei der Abfassung des den Gebrauchszustand betreffenden Teils des neuen Normenentwurfs SIA 162 eine Rolle spielten [2]. Darüber hinaus wird dieses Handbuch ohne Frage ein von den in der Praxis stehenden Ingenieuren sehr geschätztes Hilfsmittel sein, einen grossen Teil der praktisch vorkommenden Fälle zu lösen.

### Verdankung

Seit dem 1. Januar 1983 hat das CEB an der EPFL ein Büro (Adresse: C.P. 88, CH-1015 Lausanne). Dessen Technischer Direktor, Rüdiger Tewes, hat bei der deutschen Fassung des vorliegenden Artikels mitgewirkt.

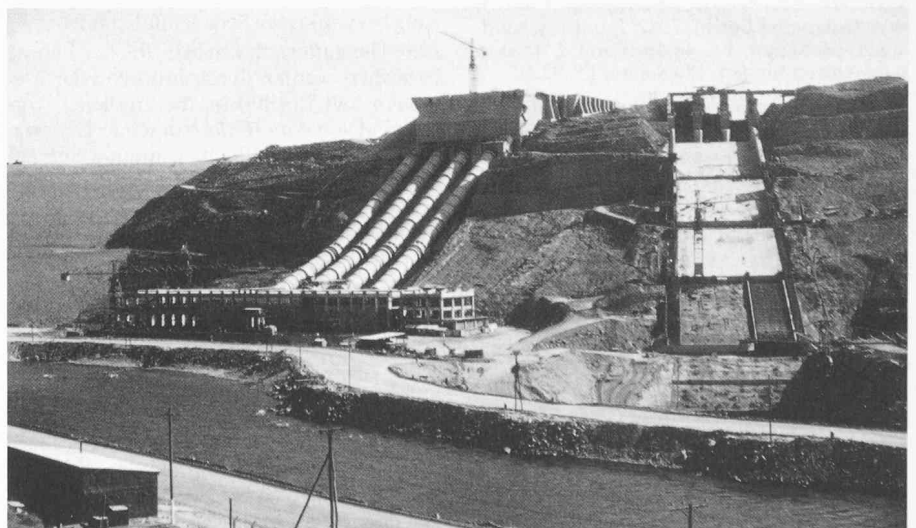
Adresse des Verfassers: J.-P. Jaccoud, dipl. Bau-Ing. ETHL-SIA, Institut de statique et structures-Béton armé et précontraint (IBAP) de l'EPFL, GC-B Ecublens, 1015 Lausanne.

## Umschau

### Die Wasserkraftanlage Alicura in Argentinien

In wenigen Monaten wird die Wasserkraftanlage Alicura den kommerziellen Betrieb aufnehmen. Diese Mitteldruckanlage, ausgelegt für eine Leistung von 1000 MW, wird jährlich im Mittel 2500 GWh Energie ans argentinische Verbundnetz abgeben über eine neu erstellte 500-kV-Übertragungsleitung.

Das Kraftwerk liegt am Limay-Fluss, der die natürliche Grenze zwischen den Provinzen Neuquen und Rio Negro bildet, ungefähr 100 km unterhalb des bekannten Nahuel Huapi Sees. Die sehr kompakte Anlage besteht im wesentlichen aus einem 120 m hohen Schüttdamm (Dammvolumen = 13 Mio. m<sup>3</sup>), einem 40 m hohen Fassungsbauwerk aus Beton, 4 Druckleitungen von je



Wasserkraftanlage Alicura, Argentinien. Im Hintergrund links der nahezu vollendete Schüttdamm, in Bildmitte Druckleitungen und Zentrale (4 x 250 = 1000 MW) und am rechten Bildrand Hochwasserentlastung