

Zwangsspannung infolge Hydratationswärme

Stefan Röhling

2., durchges. u. erw. Aufl. 2009

444 S., Gebunden, € 49,80

ISBN 978-3-7640-0500-9

VBT Verlag Bau u. Technik

Vier Jahre nach der 1. Auflage ist die zweite, durchgesehene und erweiterte Auflage des Buches erschienen. Das zeigt das Interesse der Fachwelt an der Thematik und ihrer Behandlung in diesem Buch. Es behandelt die Entstehung und die Auswirkungen der Hydratationswärme auf Stahlbetonkonstruktionen. Hydratationswärme ist die unvermeidbare Begleiterscheinung des Abbindeprozesses von Zement, die in den ersten Tagen nach dem Betonieren unterschiedliche Wirkungen auf den noch jungen Beton ausübt. Die Folge davon können Risse sein, die allgemein und besonders in wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton als Trennrisse potenzielle Leckstellen und deshalb unerwünscht sind. Die mathematische Modellierung der Vorgänge im jungen Beton hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht, so dass bei größeren Beton-Vorhaben solche Untersuchungen in der Bauvorbereitung und -durchführung heute der Regelfall sind.

In den ersten drei Kapiteln werden die Entstehung der Hydratationswärme, ihr zeitlicher Verlauf sowie die Temperaturverteilung im Bauteil in Abhängigkeit von der Zeit behandelt. Die theoretisch nicht ganz einfachen Zusammenhänge des Hydratationsprozesses werden nach einer ausführlichen Beschreibung bis zur mathematischen Formulierung geführt. In Vergleichen mit veröffentlichten Ergebnissen zur gleichen Thematik werden einerseits die eigenen Ansätze geprüft und wichtige Parameter aus den Messergebnissen anderer Autoren nach kritischer Diskussion teilweise übernommen und teilweise nach eigenen Untersuchungen verändert.

Die beiden nächsten Kapitel behandeln die Eigenschaften des erhärtenden Betons und die Entstehung von Zwangsspannungen im Beton in der Erhärtungs- und Abkühlungsphase. In diesem in Stunden und nur wenigen Tagen ablaufendem Prozess verändern sich die Betoneigenschaften permanent. Um Risse zu vermeiden, ist die Kenntnis der zeitabhängigen Betoneigenschaften unter Zugbeanspruchung von Interesse. Zugfestigkeit, Zugelastizitätsmodul, Zugbruchdehnung und Relaxation, die die Rissgefährdung bestimmen, sind veränderliche Größen. Sie sind heute so weit erforscht, dass man sie unter Berücksichtigung einer relativ großen Streuung für Modellrechnungen benutzen kann. Allerdings muss man die schönen und »exakt« aussehenden Computerausdrucke richtig einordnen. Darauf weist der Autor mehrfach hin und leitet daraus die Berechtigung von vereinfachten Berechnungsverfahren ab. Sie haben den Vorteil, dass sie anschaulich, einfach zu handhaben sind und kein kompliziertes Berechnungsmodell erfordern.

In diesem Teil des Buches wird die Kernfrage nach der Vermeidung und Vorhersage von Rissbildungen aus der Wirkung der abfließenden Hydratationswärme behandelt. Zwangsspannungen entstehen immer dann, wenn Verformungen, z. B. eine Bauteilverkürzung durch Abkühlung, behindert werden. Die Behinderung kann durch angrenzende Bauteile oder durch ungleichmäßige Verteilung der Temperaturen im Bauteil entstehen. Der Behinderungsgrad beträgt nur selten 100 % (völlige Behinderung der Verformung) und ist wie die anderen Parameter schwer abschätzbar. Im Buch sind Hinweise und Angaben zur Abschätzung des Behinderungsgrades zu finden, die die praktische Nutzung erleichtern.

Mit jedem Riss ändern sich die Bauteilsteifigkeit und damit der Behinderungsgrad. Dadurch wird die Handhabung zusätzlich komplizierter. Der Autor hat auch hier den Weg gewählt, einerseits eine möglichst genaue mathematische Beschreibung und andererseits einfache Formeln zur Abschätzung der Zwangsspannungen zur Verfügung zu stellen.

Als einfach zu handhabendes Risskriterium wird die Differenz der Temperaturmittelwerte zwischen dem behindernden und dem behinderten Bauteil herausgearbeitet. An Hand zahlreicher Beispiele von großen Betonbauwerken aus der Literatur findet man zahlreiche Vergleichangaben, die eine Entscheidung für eigene Annahmen erleichtern.

Hervorzuheben ist, dass viele Diagramme und Zahlenbeispiele die Handhabung des komplizierten Problems erleichtern. Der Nutzer, der nur gelegentlich vor der Aufgabe steht, Risse bei abfließender Hydratationswärme zu vermeiden oder ihre Entstehung zu begrenzen, findet sich an Hand der zahlreichen, aufbereiteten Literaturstellen gut zurecht und kann je nach seinen Anforderungen relativ schnell zum Ziel kommen. Für häufig vorkommende Bauteile wie Bodenplatten und Wände sind die Ergebnisse sehr weit aufbereitet und mit Hilfe von Beispielen leicht nachvollziehbar.

In den letzten drei Kapiteln werden die Rissbildung, die Rissbreitenbegrenzung mit Hilfe von Bewehrung und Maßnahmen zur Verhinderung von Rissen und zum Füllen unerwünschter, bereits entstandener Risse behandelt. Der Autor benutzt auch dafür sein Berechnungsmodell und kommt mit Hilfe von Simulationsrechnungen zu interessanten Erkenntnissen. Sie sind in Tabellen und Diagrammen aufbereitet, so dass sie für eigene Berechnungen einfach nutzbar sind. Wertvoll sind auch die Tabellen, in denen Eingangswerte für die Berechnung der Zwangswirkungen angegeben werden, wie z. B. Reibungsbeiwerte zwischen Bodenplatten und Baugrund,

Die Rissbreitenbegrenzung und die Bestimmung der Mindestbewehrung zur Einhaltung eines bestimmten Rechenwertes der Rissbreite werden ausführlich und verständlich dargestellt. Die Angaben zur Vermeidung von unerwünschten Rissbildungen im

letzten Kapitel sind praxisbezogen. Kommentierte Literaturbeispiele erleichtern das Verständnis.

Das Buch ist für den Ingenieur in Planung und Bauausführung ein wertvolles, aussagefähiges und trotz der unverzichtbaren theoretischen Passagen verständliches Werk, in dem der aktuelle Erkenntnisstand zum Zwangproblem der abfließenden Hydratationswärme zu finden ist. Das Literaturverzeichnis im Umfang von 30 Seiten bestätigt diese Feststellung. Leider ist das Nachschlagen im Buch wegen des fehlenden Stichwortverzeichnisses etwas erschwert. Ein übersichtliches Inhaltsverzeichnis (4 Seiten) mildert diesen Nachteil.

Zusammenfassend kann man das Buch jedem Ingenieur empfehlen, der sich mit der Wirkung temperaturbedingter Zwangwirkungen befassen will oder muss. Er findet eine Fülle aufbereiteter Ergebnisse für die üblichen, praktisch vorkommenden Fälle sowie Anregungen für weitergehende Untersuchungen. Auch den für den praktisch tätigen Tragwerksplaner schwierigen Umgang mit Zwangkräften kann man in diesem Buch in verständlicher Form nachlesen. So kann man den Inhalt etwas weiter fassen als es der Titel vermuten lässt. Es ist ein sehr gut recherchiertes, verständlich geschriebenes Buch, das sowohl der wissenschaftlich als auch der praktisch tätige Ingenieur mit Gewinn benutzen können.

Dr.-Ing Heinz Meichsner

Rezension erschienen in Der Bausachverständige 5/2010

für weitere Informationen und Bestellungen klicken Sie bitte hier: [Zwangsspannungen](#)