

Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Betonbauteilen können durch Risse beeinträchtigt werden. Risse lassen sich nicht generell vermeiden, sie sind aber auch nicht grundsätzlich schädlich. Bei auf Zug oder Biegung belasteten Stahlbetonbauteilen gehören Risse sogar zum Prinzip der Lastabtragung dazu. Denn bevor der Bewehrungsstahl die Zugkräfte vollständig übernehmen kann, ist der Beton bereits gerissen. Die Breite der Risse muss lediglich auf ein unschädliches Maß beschränkt werden, oder der Riss ist planmäßig zu schließen.

### ■ 1 Rissursachen

Risse im Frischbeton entstehen durch rasche Volumenverminderung der oberflächennahen Betonschicht infolge Wasserentzugs. Dieses Austrocknen wird durch geringe Luftfeuchte, Wind, Sonneneinstrahlung und ungünstige Temperaturen begünstigt.

Risse im jungen und erhärteten Beton entstehen, wenn die durch Eigenspannungen, Zwang und äußere Belastung hervorgerufenen Zugspannungen die bis zu diesem Zeitpunkt vorhandene Zugfestigkeit des Betons erreichen bzw. die

dadurch hervorgerufenen Dehnungen die aktuellen Zugbruchdehnungen überschreiten.

Die Hauptursachen, die Merkmale des Rissbildes sowie Angaben über den Zeitpunkt des Entstehens von Rissen sind in Tafel 1 zusammengefasst. Chemische Ursachen der Rissentstehung, wie Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) oder Sulfatreiben sind dort nicht berücksichtigt. Hierzu muss auf einschlägige Literatur verwiesen werden.

In der Praxis entstehen Risse häufig durch Schwinden – insbesondere Frühschwinden – oder Abfließen der Hydrationswärme.

Daraus ergeben sich die Hauptursachen der Rissbildung: Risse infolge der Eigenschaften und der Verarbeitung des Betons sowie Risse infolge äußerer Lasten (siehe Tafel 2).

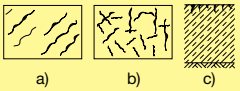
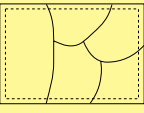
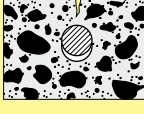

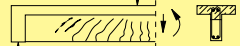
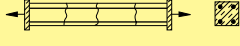
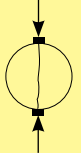
### Schwinden

Mit Schwinden wird die Volumenverminderung von Beton durch Austrocknen bezeichnet. Das Austrocknen beginnt bei entsprechenden klimatischen Randbedingungen an der Außenfläche und schreitet nach innen fort. Die Außenfläche will sich zusammenziehen, wird aber durch das noch nicht

Tafel 1: Rissursachen in Anlehnung an [5]

Zeile	Risse können entstehen durch	Merkmale der Rissbildung	Zeitpunkt des Entstehens von Rissen
1	Setzen des Frischbetons	Längsrisse über der oberen Bewehrung: Rissbreite u. U. mehrere Millimeter; Risstiefe i. A. gering, in ungünstigen Fällen mehrere cm	innerhalb der ersten Stunden nach dem Betonieren, solange der Beton noch plastisch verformbar ist
2	Frühschwinden (Plastisches Schwinden)	Oberflächenrisse, vor allem bei flächigen Bauteilen; oft ohne ausgeprägte Richtung; Rissbreite u. U. größer als 1 mm; Risstiefe gering	wie Zeile 1
3	Abfließen der Hydrationswärme	Oberflächenrisse, Trennrisse, Biegerisse; Rissbreite u. U. über 1 mm	innerhalb der ersten Tage nach dem Betonieren
4	Schwinden (Trocknungsschwinden)	wie Zeile 3	einige Wochen bis Monate nach dem Betonieren
5	Äußere Temperatureinwirkungen	Biege- und Trennrisse, Rissbreite u. U. über 1 mm, u. U. auch Oberflächenrisse	jederzeit während der gesamten Lebensdauer des Bauwerks, wenn Temperaturänderungen auftreten
6	Änderung der Auflagerbedingungen (z. B. durch Setzungen, Lagerverformungen)	Biege- und Trennrisse, Rissbreite u. U. über 1 mm	jederzeit bei Änderung der Auflagerbedingungen
7	Eigenspannungszustände (z. B. infolge von Verformungsbehinderungen, Schnittgrößenumlagerungen, nichtlineares Tragwerksverhalten)	je nach Ursache unterschiedlich	jederzeit bei Auftreten der Riss verursachenden Dehnungen
8	Äußere (direkte) Lasten	Haar-, Biege- oder Trennrisse, Schubrisse	jederzeit während der Nutzung
9	Frost	Vorwiegend Risse längs der Bewehrung und/oder Absprengungen im Bereich wassergefüllter Hohlräume	jederzeit bei Frost
10	Korrosion der Bewehrung	Risse entlang der Bewehrung und an Bauteilecken, Absprengungen	nach mehreren Jahren

Tafel 2: Arten, Erscheinungsformen und Ursachen der verschiedenen Rissformen in Anlehnung an [5]

Zeile	Risse nach ihrer Ursache	Erscheinungsform	Beschreibung	Ursachen	Abhilfe
1	Risse infolge der Verarbeitung und der Eigenschaften des Betons	Oberflächige NetZRisse, Krakeleerisse 	Treten vor allem an der Oberfläche von flächigen Bauteilen auf. Sie können der Bewehrung folgen, aber auch „wild“ verlaufen. Die Risstiefe ist meist gering.	Unzureichende Nachbehandlung; gleiches Rissbild auch bei Alkali-Kieselsäure-Reaktion; Unterscheidung schwer möglich	Bessere Nachbehandlung; Überprüfung der Betonzusammensetzung
2		Schwindrisse 	Durch die Volumenverminderung infolge Schwindens treten diese Risse dort auf, wo die Verformungen behindert werden. Die Risse gehen in der Regel durch die ganze Bauteildicke und verlaufen gerichtet oder „ungeordnet“.	Unter anderem ungünstige Bauteilgeometrie wie L-förmig oder $L/B > 2$ , bzw. ungünstige Betonrezeptur bzw. unzureichende Nachbehandlung	Kleinere/ günstigere Bauteilgeometrien und/oder schwindärmere Betonrezeptur und/oder bessere Nachbehandlung
3		Risse längs der Bewehrung 	Verlaufen häufig oberhalb von obenliegenden Bewehrungsstäben an nicht geschalteten Bauteilflächen. Je nach Ursache entstehen Fehlstellen unter der Bewehrung.	Leichtes Setzen des frischen Betons; tritt besonders an höheren Bauteilen und über dicken Bewehrungsstäben auf	Nachverdichten, solange der Beton noch plastisch (verformbar) ist
4	Risse infolge von äußeren Kräften bzw. Zwang	Biegerisse 	Verlaufen etwa senkrecht zur Biegezugbewehrung; beginnen am Zugrand und enden im Bereich der Nulllinie. Verlauf ist oft affin zum Biegemomentenverlauf.	Abtragung der Zugkräfte über die Bewehrung	Im Allgemeinen unvermeidbar, da die Bewehrung die Zugkräfte erst aufnimmt, wenn der Beton bereits gerissen ist; alternativ Spannbeton einsetzen
5		Schubrisse 	Bilden sich aus Biegerissen; verlaufen meist schräg zur Stabachse; treten im Bereich großer Querkräfte auf.	Einleitung hoher Lasten auf kleinstem Raum	Bessere Lastverteilung
6		Trennrisse 	Verlaufen durch den gesamten Querschnitt; treten bei zentrischem Zug oder bei Zugbeanspruchung mit kleiner Ausmitte auf.	Lokale Überbeanspruchung	Zugbeanspruchung reduzieren bzw. Spannbeton einsetzen; Bewehrungsführung modifizieren
7	Spaltzugrisse 	Verlaufen parallel zu den Hauptdruckspannungen.	Überlastung	Bessere Lastverteilung	

ausgetrocknete Innere daran gehindert. Dieser im Frischbeton stattfindende Vorgang wird als Fröhschwinden oder plastisches Schwinden bezeichnet. Die weitere Austrocknung des Betons über Wochen und Monate erfasst den gesamten Querschnitt und wird als Trocknungsschwinden bezeichnet.

Das gelegentlich mit Schwinden verwechselte Schrumpfen entsteht durch die chemische Bindung des Wassers in den Hydratationsprodukten des Zements. Dieser Vorgang findet im Inneren des Zementsteins statt und hat auf die äußeren Abmessungen des Betons kaum Einfluss.

**Abfließen der Hydratationswärme**

Die bei der Betonerhärtung durch die Hydratation des Zements entstehende Wärme fließt besonders bei massigen Bauteilen [6] wegen der großen Abmessungen nur langsam an die Luft oder die angrenzenden Bauteile ab, so dass der

Kern der Bauteile erheblich stärker erwärmt wird als die oberflächennahen Bauteilbereiche (innerer Zwang, „Querspannungen“). Die Temperaturunterschiede führen innerhalb des Querschnitts im Kern zu Druck- und in den Randzonen zu Zugspannungen (Bild 1).

Zugspannungen können auch zwischen verschiedenen Bauteilen auftreten, wenn ein Bauteil als neuer Abschnitt auf einen alten betoniert wird. Der frische Beton entwickelt Hydratationswärme, während der Beton des ersten Bauabschnitts bereits abgekühlt und erhärtet ist. Beim Abkühlen will sich das später betonierte Teil zusammenziehen, wird aber durch den Verbund mit dem ersten Bauabschnitt daran gehindert (äußerer Zwang, „Längsspannungen“).

Der Zusammenhang von Betontemperatur und Spannungen infolge von äußerem Zwang ist nach [3, 4, 6] schematisch in Bild

2 dargestellt. Der zeitliche Verlauf der Kurven ist in fünf Stadien unterteilt (Zeitangabe nach Wasserzugabe):

- Stadium I (0 bis ca. 2 Stunden)  
Anfangsstadium ohne Temperaturerhöhung (Ruhezzeit)
- Stadium II (ca. 2 bis ca. 6 Stunden)  
Temperaturanstieg durch Hydratation; keine messbaren Spannungen, da bei dem noch verformbaren Beton die Wärmedehnung in eine Stauchung umgesetzt wird. Die Temperatur am Ende dieses Stadiums wird als „1. Nullspannungstemperatur“  $T_{01}$  bezeichnet.
- Stadium III (ca. 6 bis ca. 9 Stunden)  
Weitere Erwärmung des Betons, zunehmende Betonfestigkeit und Aufbau von Druckspannungen, die zum Teil durch Relaxation abgebaut werden. Stadium III endet bei der höchsten Temperatur  $T_{max}$ .
- Stadium IV (ca. 9 bis ca. 11 Stunden)  
Wärmeabfluss überwiegt: Betontemperatur und Betondruckspannung nehmen ab, ein Teil der Druckspannung wird durch Relaxation abgebaut. Die „2. Nullspannungstemperatur“  $T_{02}$  wird erreicht, die je nach Abkühlgeschwindigkeit und Betonalter unterschiedlich weit über  $T_{01}$  liegt.
- Stadium V (ca. 11 bis ca. 15 Stunden)  
Weitere Abkühlung und zunehmende Zugspannungen (zum Teil durch Relaxation abgemindert); erreicht die Zugspannung die Zugfestigkeit des Betons (bei  $\Delta T_{krit}$ ), entstehen Trennrisse.

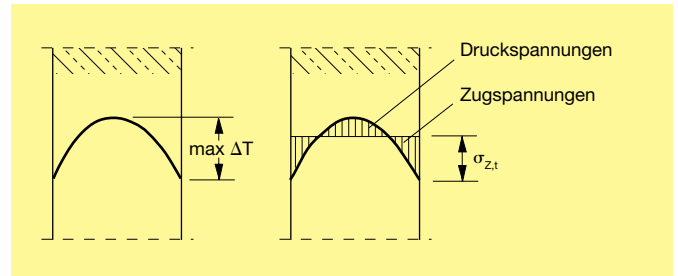


Bild 1: Beispielhafte Temperatur- und Eigenspannungsverteilungen infolge eines Temperaturunterschieds  $\Delta T$  zwischen Betonbauteilinnerem und Bauteiloberfläche

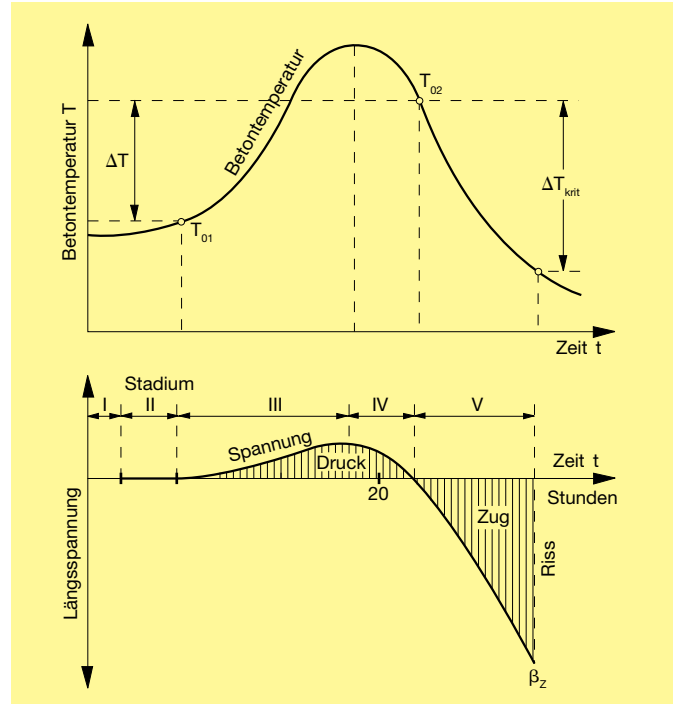


Bild 2: Temperatur- und Spannungsverlauf im jungen Beton bei behinderter Verformung

Erreichen die Zugspannungen aus der Summe dieser Beanspruchungen (Temperatur, Schwinden) die Betonzugfestigkeit, so reißt der Beton. Frühe und späte Rissbildung sind in Bild 3 dargestellt.

## ■ 2 Rissarten und Rissverlauf

Eine Übersicht über typische Rissarten und ihre Erscheinungsmerkmale zeigt Tafel 2.

Es werden oberflächennahe Risse (Schalenrisse) und Trennrisse (Spaltrisse) unterschieden. In der Praxis häufiger vorkommende Risse in Wänden zeigen die Bilder 4 und 5.

**Ungerichtete oberflächennahe Risse** entstehen z. B. durch zu große Temperatur- und Feuchtigkeitsunterschiede zwischen Kern und Schale. Sie sind im Allgemeinen wenige Zentimeter tief und schließen sich teilweise wieder. Als Faustregel gilt: Oberflächennahe Risse treten bei jungem Beton häufig dann auf, wenn der Temperaturunterschied zwischen Kern und Schale 20 K [11] überschreitet.

**Gerichtete oberflächennahe Risse** können auf der Oberseite von Wänden oder dickeren Fundamenten infolge des Setzens von Frischbeton entstehen. Dabei gibt die Rissanordnung die Lage der obersten Bewehrung wieder.

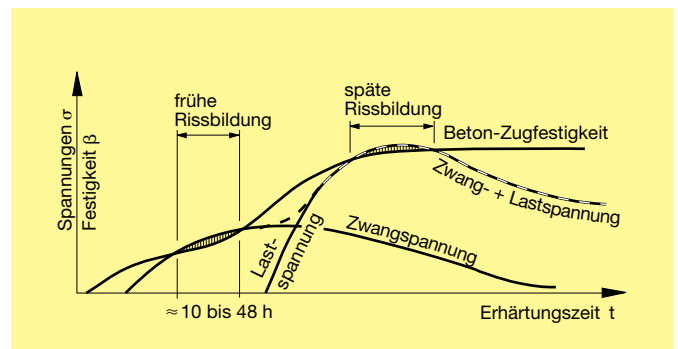


Bild 3: Entwicklung der Betonzugfestigkeit sowie Entstehen von Zwang- und Lastspannungen in Betonbauteilen, nach [3]

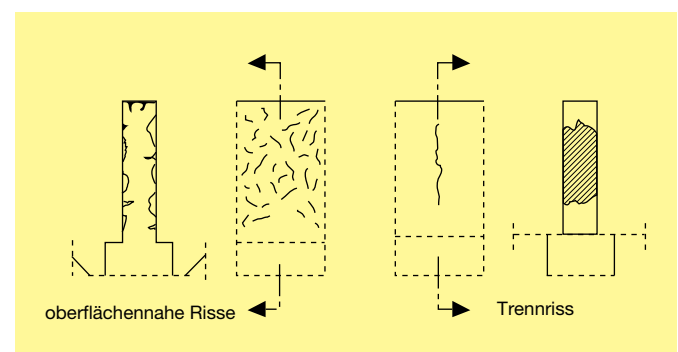


Bild 4: Rissarten

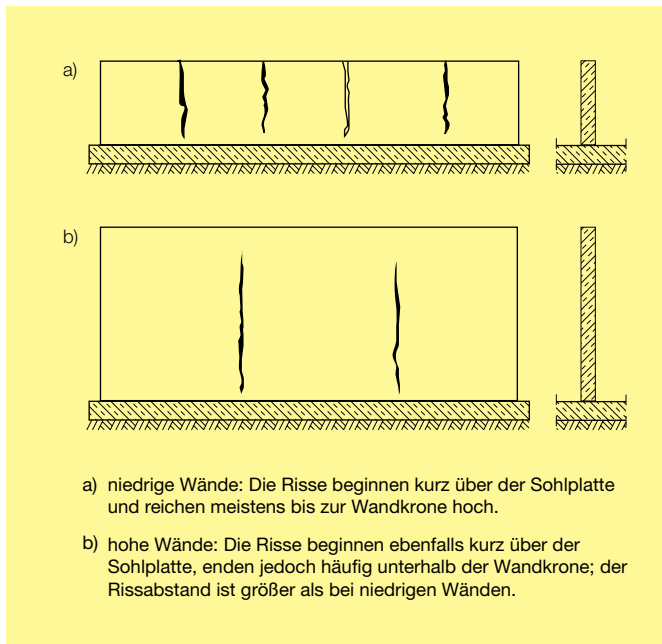


Bild 5: Sichtbare Risse in langen Wänden

Trennrisse können z. B. dann entstehen, wenn ein aufgehendes Bauteil auf ein bereits erhärtetes Fundament betoniert wird (Bild 5). Trennrisse verlaufen meist senkrecht zur Kontaktfläche quer durch den gesamten Querschnitt hindurch.

### ■ 3 Risse vermeiden, begrenzen, steuern

#### Risse vermeiden

Die Rissgefahr kann durch *betontechnologische, bautechnische* und *konstruktive Maßnahmen* vermieden bzw. gering gehalten werden. Gegebenenfalls können die Zwangbeanspruchungen durch Bewehrung aufgenommen werden.

*Betontechnologische Maßnahmen* werden maßgeblich in [6] für Massenbeton und in [10] und [7] für wasserundurchlässige Konstruktionen beschrieben. Sie zielen im Wesentlichen auf eine niedrige Wärmeentwicklung des Betons, niedrige Betontemperaturen, geringen Zementleimgehalt und einen kleinen w/z-Wert hin und gelten sinngemäß auch bei anderen Betonbauteilen. Da das Schwinden mit hohem Wassergehalt des Betons und niedrigem Hydratationsgrad des Zementsteins größer wird, sollte der Wassergehalt auf etwa 170 l/m<sup>3</sup> begrenzt und eine optimale Nachbehandlung durchgeführt werden. Bei gleichzeitigem Austrocknen und Abkühlen können Wassergehalte von mehr als 170 l/m<sup>3</sup> schon bei kleinen Temperaturdifferenzen zu Rissen führen. Hohe Windgeschwindigkeiten und gleichzeitig niedrige relative Luftfeuchte gefährden wegen der größeren Wasserverdunstung und der dabei entstehenden Verdunstungskälte an der Betonoberfläche auch Betone mit Wassergehalten unter 170 l/m<sup>3</sup>.

Bei den *bautechnischen Maßnahmen* sind der Betoneinbau und vor allem eine sorgfältige und ausreichende Nachbehandlung besonders hervorzuheben.

Zu den *konstruktiven Maßnahmen* gehören beispielsweise:

- Vermeidung großer Querschnittsänderungen in Sohle und Wänden
- Vermeidung von Verzahnungen im Erdreich (Sohlversprünge)
- Vermeidung von Kerbspannungen (z. B. bei Aussparungen)

- Zulassen von Verformungen (z. B. horizontale Lagerungsbedingungen von Bodenplatten, Berücksichtigung des Reibungsbeiwerts  $\mu$  [10])

#### Begrenzung der Rissbildung

Die *Begrenzung der Rissbildung* wird üblicherweise durch Anordnung von Fugen gesteuert. Die gebräuchlichsten Fugenarten sind hierbei Scheinfugen, Arbeitsfugen und Bewegungsfugen. Scheinfugen haben die Aufgabe, die mögliche Rissbildung des zuvor monolithisch hergestellten Betonbauteils durch eine gezielte Querschnittsschwächung mittels Einschneiden einer Fuge (Tiefe ca. 1/3 des Bauteilquerschnittes) an vorgegebenen Stellen zu erzwingen. Dabei kann eine Kräfte- und/oder Momentenübertragung der Segmente untereinander durch Verdübeln bzw. durch eine Verankerung erreicht werden. Arbeitsfugen ergeben sich oftmals aus bauherstellungs- und bautechnischen Gegebenheiten. Sie begrenzen das Betonbauteil in seiner Geometrie (Abmessung) und wirken als schnittkräfteübertragende Fugen. Bewegungsfugen (Raumfugen oder Dehnungsfuge) trennen benachbarte Bauteile. Schnittkräfte werden in Bewegungsfugen normalerweise nicht übertragen und lassen unterschiedliche horizontale und vertikale Bauteilbewegungen zu.

Der erforderliche Fugenabstand hängt von den Bauteilabmessungen, den Frisch- und Festbetoneigenschaften und den Baustellenbedingungen ab. Anhaltswerte für Fugenabstände sind in [2, 4, und 12] zu finden.

#### Steuerung (Beschränkung) der Rissbreite

Risse in Stahlbetonbauteilen entstehen bis zu einem gewissen Grad planmäßig und zeugen von einer Aktivierung der Stahlbewehrung zur Aufnahme der Zugkräfte im Bauteil. Die dabei zulässigen Rissbreiten sind in verschiedenen Regelwerken vorgegeben.

Nach DIN EN 1992-1-1: 2011-08 (EC2) [1] ist die Rissbreite so zu beschränken, dass die ordnungsgemäße Nutzung des Tragwerks sowie sein Erscheinungsbild und die Dauerhaftigkeit als Folge von Rissen nicht beeinträchtigt werden. Maximale Rissbreiten enthält Tafel 3.

Wird die zulässige Breite eines Risses unplanmäßig überschritten (z. B. aus Last, Bauteilgeometrie, Baugrund oder Schwindspannungen), müssen Maßnahmen zur Sicherstellung der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit des Bauteils getroffen werden.

Das Aufbringen einer Vorspannung zur Vermeidung bzw. Reduzierung der Zugspannungen im Bauteil ist besonderen Bauwerken vorbehalten. Zunächst sollte im Einzelfall festgestellt werden, ob durch betontechnologische, bautechnische und konstruktive Maßnahmen das Entstehen von Zwangbeanspruchungen vermieden oder verringert werden kann. Erst wenn feststeht, dass derartige Maßnahmen nicht ausreichen oder nicht ausgeführt werden können, sollte eine besondere Bewehrung vorgesehen werden.

### ■ 4 Beurteilung von Rissen

Oft kann die Entstehung von Rissen auf Entwurfsfehler (z. B. zu große Fugenabstände, unzureichende betontechnologische

Maßnahmen sowie unvollständige oder falsche Bemessungsgrundlagen) und Ausführungsfehler (z. B. falsche Lage oder Anordnung der Bewehrung, mangelhafte Verdichtung sowie unzureichende oder fehlende Nachbehandlung) zurückgeführt werden. Häufig kommen mehrere Ursachen gleichzeitig in Frage.

Die Einflüsse von Rissen auf Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit sind von einem qualifizierten Fachmann oder, wenn eine Instandsetzung vorgesehen ist, von einem „Sachkundigen Planer“ [13] zu beurteilen. Dieser hat die Ursache der Risse zu ermitteln und Angaben über die Notwendigkeit und Art ihrer Behandlung zu machen.

Bei Rissbildungen infolge von Lasten und Zwang ist zunächst durch Überprüfung der Berechnungsannahmen zu klären, ob sie durch planmäßige oder unvorhergesehene Beanspruchungen entstanden sind. Weiterhin ist von besonderer Bedeutung, ob die rissauslösende Überbeanspruchung als einmalig oder wiederkehrend einzustufen ist. Trifft letzteres zu, so besteht die Gefahr, dass der Beton neben einem kraftschlüssig verfüllten Riss erneut reißt. Lassen sich die Ursachen, die zur Rissbildung geführt haben, nicht abstellen (beispielsweise durch Anordnung einer wärmedämmenden Verkleidung zur Begrenzung temperaturbedingter Längenänderungen), so ist nur eine dehnfähige Verbindung der Rissufer auf längere Dauer erfolgversprechend.

Sofern Risse im Beton eine bestimmte Breite  $w$  nicht überschreiten, ist für den dauerhaften Korrosionsschutz der Bewehrung nicht die Rissbreite selbst, sondern auch die Dicke und Dichte der Betondeckung in der Umgebung der Risse maßgebend. Entsprechen beide Merkmale den in [1] gestellten Anforderungen, so führen Risse im Normalfall zu keiner wesentlichen Beeinträchtigung der Dauerhaftigkeit. Allerdings kann auch schon bei geringeren Rissbreiten das Füllen von Rissen erforderlich werden, falls ein Bauwerk oder Bauteil besonderen Nutzungsbedingungen oder Schadstoffeinflüssen (z. B. direkt befahrene Parkdecks) ausgesetzt ist (Tafel 3).

Die Rissbreite kann am Bauwerk mit dem Strichstärken- bzw. Rissbreitenvergleichsmaßstab gut bestimmt werden. Diese Methode erlaubt Rissbreitenunterscheidungen von 0,05 mm, was im Allgemeinen ausreicht. Eine noch höhere Ablesegenauigkeit

(bis zu 0,01 mm) ist bei Verwendung einer beleuchteten Risslupe zwar möglich, wegen des meist unregelmäßigen Rissverlaufs jedoch kaum praktisch nutzbar. Jede Messung (bzw. Messreihe) ist durch Angabe von Datum, Uhrzeit, Wetterlage und Bauteiltemperatur zu ergänzen, da nur so eine korrekte Bewertung der Messergebnisse möglich ist.

Nicht minder wichtig wie die Rissbreite  $w$  ist für den Erfolg einer Instandsetzungsmaßnahme bei beweglichen Rissen auch die Feststellung von Rissbreitenänderungen  $\Delta w$ . Ihre Größe hat wesentliche Bedeutung für die Auswahl des geeigneten Füllmaterials sowie für die Eignungsbeurteilung rissüberbrückender Oberflächenschutzsysteme.

Rissbreitenänderungen können kurzzeitig (beispielsweise infolge von Verkehrslasten), täglich (durch Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht) oder langfristig (durch jahreszeitliche Klimaschwankungen) hervorgerufen werden. Häufig überlagern sich die Einflüsse, zum Teil auch mit nicht umkehrbaren Längenänderungen, wie z. B. Schwindverkürzungen. Risse, die sich nicht bewegen, sind in der Praxis selten.

Qualitativ lassen sich Rissbewegungen durch angebrachte Gipsmarken nachweisen. Die genaue Größe von Rissbreitenänderungen wird mit Messuhren erfasst. Mit Hilfe induktiver Wegaufnehmer können auch sehr kurzzeitig eintretende Bewegungen mit hoher Genauigkeit (0,001 mm) registriert und laufend aufgezeichnet werden.

Eine genaue Beurteilung des Risszustands wird oft durch Feuchte, Verschmutzungen oder Aussinterungen erschwert. Vor weiteren Maßnahmen (im Besonderen aber vor dem Schließen durch Tränken) sollte daher stets eine Reinigung der Risszone erfolgen. Für die richtige Wahl der Füllstoffe und gegebenenfalls des Instandsetzungszeitpunkts ist außerdem die Feststellung notwendig, ob ein Riss trocken, feucht oder wasserführend ist. In Ausnahmefällen, z. B. bei äußerlich sehr breiten Frühschwindrissen, kann zur Untersuchung des Rissprofils auch die Entnahme von Bohrkernen angebracht sein. Unter Umständen ist der Riss dabei vorher mit Epoxidharz zu tränken, damit sich die Rissgeometrie während des Entnahmeverganges nicht verändert.

Bei der Beurteilung von Rissen in Sichtbeton ist der Betrachtungsabstand maßgebend. Sind keine Vorgaben gemacht worden, sind die Rissbreiten in Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen maßgebend. Für Innenbauteile XC1 ist die Rissbreite von max. 0,4 mm allerdings weniger für die Dauerhaftigkeit, als mehr für die Wahrnehmung maßgebend [1, Tabelle 7.1DE, Fußnote a]. Rissbreiten können mittels Begrenzung der Bauteilgeometrie oder mittels rissverteilender Bewehrung reduziert werden. Die Begrenzung der Bauteilgeometrie hat aber zusätzliche Fugen zur Folge, die bei Sichtbeton häufig nicht gewünscht werden. Bei zusätzlicher rissverteilender Bewehrung entstehen höhere Kosten und infolge des höheren Bewehrungsgehalts steigt die Gefahr von Kiesnestern (s. a. [9]).

## ■ 5 Instandsetzung von Rissen

Werden die in den Regelwerken genannten oder vertraglich vereinbarten Rissbreiten überschritten, müssen diese Risse zur Gewährleistung der Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit instandgesetzt werden [8, 13]. Die

**Tafel 3: Rissbreiten nach verschiedenen Regelwerken**

Randbedingungen	Regelwerk	Rechenwerte für $w_{\max}$ in mm
XC0 und XC1	DIN EN 1992-1-1/NA Tabelle 7.1DE	0,4 (für Stahlbeton und Vorspannung ohne Verbund)
XC2 – XC4, XS1 – XS3, XD1 – XD3*		0,3 (für Stahlbeton und Vorspannung ohne Verbund)
Druckgradient I [mWS/m] $h_w/h_b$ **		
$\leq 10$	DIN EN 1992-3/NA Tabelle NA.1	0,20
$\leq 15$	identisch mit [10]	0,15
$\leq 25$		0,10
Regelung der ZTV-ING generell	ZTV-ING Teil 3, Abschnitt 4, Absatz 2.4.6	Tatsächliche Rissbreite $> 0,2$ mm erfordert weitere Maßnahmen.

\* Bei Bauteilen der Expositionsklasse XD3 können besondere Maßnahmen erforderlich sein.

\*\* Druckgradient  $h_w/h_b$  ( $h_w$  = Druckhöhe des Wassers in m,  $h_b$  = Bauteildicke in m)

Instandsetzung von Rissen, zur Verhinderung des Zutritts korrosiver Medien zum Betongefüge und zur Bewehrung, basiert auf folgenden Prinzipien:

- Verfüllen (schließen) der Risse mittels Risstränkung (drucklos) oder Rissverpressung (unter Druck): Beim Verfüllen der Risse ist zwischen einer dehnfähigen Verbindung der Rissflanken und einer kraftschlüssigen Verbindung der Rissflanken zu unterscheiden. Stoffe die vorwiegend für das Füllen von Rissen eingesetzt werden, sind Epoxidharz (EP), Polyurethanharz (PUR), Zementleim (ZL), Zementsuspension (ZS).
- Abdichten der Risse durch eine Riss überbrückende Oberflächenbeschichtung: Dies kann ganzflächig oder teilweise („Rissbandage“) erfolgen.

## ■ 6 Literatur

- [1] DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, 2011
- [2] Kampen, R., Bose, T., Klose, N.: Betonbauwerke in Abwasseranlagen – Planung, Bau, Instandhaltung, Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf, 5. Auflage 2011
- [3] Grube, H.: Ursachen des Schwindens von Beton und Auswirkungen auf Betonbauteile, Schriftenreihe der Zementindustrie, Heft 52/1991, Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf 1991
- [4] Lohmeyer, G., Ebeling, K: Weiße Wannen – einfach und sicher, Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf 2013
- [5] Merkblatt „Begrenzung der Rißbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau“ (Fassung Januar 2006), Hrsg.: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin 2006
- [6] Zement-Merkblatt „Massige Bauteile aus Beton“, Hrsg.: Verein Deutscher Zementwerke e.V., Düsseldorf
- [7] Zement-Merkblatt „Wasserundurchlässige Betonbauwerke“, Hrsg.: Verein Deutscher Zementwerke e.V., Düsseldorf
- [8] DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“, Oktober 2001
- [9] Müller, H. S., Nolting, U., Haist, M., Tagungsband Beherrschung von Rissen in Beton, 7. Symposium Baustoffe und Bauwerkserhaltung, Karlsruhe März 2010
- [10] DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ einschließlich Erläuterungen, erschienen als Heft 555 des DAfStb, 2006
- [11] DAfStb Richtlinie „Wärmebehandlung von Beton“, November 2012
- [12] Zement-Merkblatt „Industrieböden aus Beton“, Hrsg.: Verein Deutscher Zementwerke e.V., Düsseldorf
- [13] Normengruppe DIN EN 1504

## Beratung und Information zu allen Fragen der Betonanwendung

<b>Regionale Ansprechpartner</b>	<a href="http://www.beton.org">www.beton.org</a>
<b>BetonMarketing Nordost GmbH</b> Anderter Str. 99D, 30559 Hannover, Tel.: 0511 554707-0, hannover@betonmarketing.de Teltower Damm 155, 14167 Berlin, Tel.: 030 3087778-0, berlin@betonmarketing.de	
<b>BetonMarketing Süd GmbH</b> Gerhard-Koch-Straße 2+4, 73760 Ostfildern, Tel.: 0711 32732-200, info@betonmarketingsued.de Büro München: Beethovenstraße 8, 80336 München, Tel.: 089 450984-0, info@betonmarketingsued.de	
<b>BetonMarketing West GmbH</b> Neustraße 1, 59269 Beckum, Tel.: 02521 8730-0, info@bmwest.de	
<b>Herausgeber: Verein Deutscher Zementwerke e.V.</b> , Tannenstraße 2, 40476 Düsseldorf	<a href="http://www.vdz-online.de">www.vdz-online.de</a>
<b>Verfasser:</b> Dr.-Ing. Diethelm Bosold, Beton Marketing West GmbH, Dipl.-Ing. Alexander Grünewald, Beton Marketing Süd GmbH	

Unsere Beratung erfolgt unentgeltlich. Auskünfte, Ratschläge und Hinweise geben wir nach bestem Wissen. Wir haften hierfür – auch für eine pflichtwidrige Unterlassung – nur bei grobem Verschulden, es sei denn, eine Beratung wird im Einzelfall vom Empfänger unter Hinweis auf besondere Bedeutung schriftlich erbeten und erteilt.

Nr. B 18 02.14

