

# 1/4

## Rissklassifizierung

Ein verbindliches Regelwerk oder eine Norm zur eindeutigen Definition von Rissen existiert derzeit nicht. Bekannt und verwendet werden allgemein:

- ▶ das WTA-Merkblatt 2-4 „Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden“
- ▶ das BFS-Merkblatt 19 „Risse in Außenputzen, Beschichtung und Armierung“
- ▶ das BFS-Merkblatt 19.1 „Risse in unverputztem und verputztem Mauerwerk, in Gipskartonplatten und ähnlichen Stoffen auf Unterkonstruktionen; Ursachen und Bearbeitungsmöglichkeiten“

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die im WTA-Merkblatt 2-4 [4] und im BFS-Merkblatt 19 [5, 127] enthaltene Klassifizierung von Rissen.

### Einteilung in Rissklassen

In Ermangelung einer eindeutigen Regelung zur Klassifizierung von Rissen kursieren in der Praxis die unterschiedlichsten Begriffe, Bezeichnungen und Beschreibungen für Risse. Diese orientieren sich u.a.

**Tab. 1:** Einteilung von Rissklassen nach WTA-Merkblatt 2-4 und BFS-Merkblatt 19 und 19.1

Rissklassifizierung			
Einteilung gemäß WTA-Merkblatt 2-4 <sup>1)</sup>		Einteilung gemäß BFS-Merkblatt 19 <sup>2)</sup>	
Bezeichnung der Rissklasse	Zugeordnete Rissarten	Bezeichnung der Rissklasse	Zugeordnete Rissarten
putz- und ausführungsbedingte Risse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sackrisse</li> <li>▶ Schwindrisse</li> <li>▶ Schwindrisse mit Unterputz</li> <li>▶ Schwindrisse in der gesamten Putzdicke</li> <li>▶ Fettrisse</li> </ul>	Rissklasse A: Risse, nicht vom Putzträger ausgehend	A 1 Putzoberflächenrisse A 2 durch Putzlagen gehende Risse
konstruktionsbedingte Risse, putzgrundbedingte Risse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Einzelrisse mit geradlinigem Verlauf</li> <li>▶ Risse, die den Fugenverlauf nachzeichnen</li> <li>▶ Risse mit senkrechter oder waagerechter Ausrichtung</li> </ul>	Rissklasse B: Risse, vom Putzträger ausgehend	B 1 Risse an Stoß- und Lagerfugen B 2 Risse durch Formveränderung unterschiedlicher Wandbildner
Risse mit sich überlagernden Ursachen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Kerbrisse</li> <li>▶ Fugenrisse</li> </ul>	Rissklasse C: baudynamische Risse	C 1 bautechnische, konstruktionsabhängige Risse C 2 baugrundbedingte Risse
Risse in Verbindung mit Putzbewehrung, Putzträger und Putzprofilen			

<sup>1)</sup> WTA: Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.  
<sup>2)</sup> BFS: Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz e.V.

- ▶ am Bauteil (z.B. Deckenriss, Putzriss an der Innenwand, Fußbodenriss),
- ▶ an der Ursache (z.B. putzgrundbedingter Riss),
- ▶ am Rissverhalten (z.B. zur Ruhe gekommener Riss, arbeitender Riss),
- ▶ am Erscheinungsbild (z.B. NetZRiss, Kerbriss, Diagonalriss).

Weitere Beispiele sind Setzungsrisse, Haarrisse, Deckenschubrisse, Spannungsrisse.

Somit ergeben sich zwangsläufig Schwierigkeiten bei der Untersuchung, Bewertung, Ausschreibung, Instandsetzung und Kontrolle von Risschäden für den Gutachter, den Planer, den Fachunternehmer, den Bauherrn bzw. die zuständigen Behörden.

### Risse nach Schadensmechanismen gruppiert

Im WTA-Merkblatt 2-4 wird grundsätzlich unterschieden zwischen Rissen, die primär im verputzten Bauteil entstehen und erst sekundär auf der Putzoberfläche sichtbar werden – konstruktions- und putzgrundbedingte Risse –, und Rissen, die ausschließlich im Putz auftreten – putzbedingte Risse. In manchen Fällen können beide Rissarten an einem Objekt angetroffen werden.

Unter Bezug auf die in diesem Merkblatt aufgeführte Unterteilung bieten sich folgende angepasste Gruppierungen an, die sich auf die bei Bauwerken vorkommenden Schadensmechanismen beziehen und sich so auch unter den Fachleuten mittlerweile herauskristallisiert haben:

- ▶ baugrundbedingte Risse
- ▶ konstruktionsbedingte Risse in Verbindung mit dem Putzuntergrund
  - ▶ Konstruktion als Rissursache
  - ▶ unmittelbarer Putzgrund als Rissursache
- ▶ putzgrundbedingte Risse

Nähere Erläuterungen folgen in den Kapiteln „Rissbeschreibung“ und „Risschäden – Ursache und Bewertung“.

# 1/5

## Rissbeschreibung

### Allgemeine Erläuterungen

Ein Bruch ist die schwerste Ursache für das Versagen einer Konstruktion. Der Bruch wird durch die Bildung und Ausdehnung von Rissen eingeleitet und mit dem Verlust der Stabilität nach Erreichen einer kritischen Risslänge beendet. Die Entstehung von Rissen ist demnach stets mit einem Bruch im Werkstoff verbunden.

### Riss kann zum Bauteilversagen führen

Die Vorgänge, wie ein Riss in einem Bauteil entsteht und sich fortsetzt und der Versagensfall (ein Bruch) eintritt, sind sehr komplex. Mit der Rissausbreitung unter statischen und dynamischen Belastungen bis zum Bruch bzw. mit dem Materialverhalten (Versagen) risshafter Bauteile befasst sich die Bruchmechanik. Sie vereint Elemente aus der Werkstoff- und Materialkunde ebenso wie aus der Elasto- und Plastomechanik.

Verursacht werden Risse durch wirkende innere Spannungen. Ebenso können Risse erst später während der Herstellung und Verarbeitung eines Baustoffs bzw. der Nutzung von Bauteilen aufgrund von Einwirkung äußerer Kräfte oder Beanspruchungen auftreten. Da ein Mikroriss im Allgemeinen zuerst innerhalb des Baustoffgefüges entsteht, ist die Bildung von Rissen von außen nicht wahrnehmbar.

Mikrorisse existieren jedoch nicht nur in Bauteilen bzw. in Baustoffen wie im Beton oder im Mörtel, sondern u.a. auch im Glas, Porzellan, Stahl, Holz. So entstehen sie beispielsweise bei der Wärmebehandlung (Härterisse), der spanlosen und spanabhebenden Bearbeitung (Schmiede- bzw. Schleifrisse) oder beim Löten oder Schweißen.

Durch das Schweißen kann es zur Schädigung des Bauteils u.a. in Form von Erstarrungsrissen (Härterissen) kommen. Sie treten bei der Kristallisation des Baustoffs aus der flüssigen Phase auf. Im Innern der Schweißraupe kommt es zunächst zur

Bildung von Mikrorissen. Diese können sich bei weiter zunehmender Erstarrung bis zur Oberfläche hinziehen und dort als Makrorisse sichtbar werden. Die Erstarrungsrisse verlaufen grundsätzlich senkrecht zur stärksten Schrumpferformung.

Auch bei der Herstellung von Fenster- oder Fassadenverglasungen entstehen z.B. während des Schneideprozesses Mikrorisse. Wird solch eine Verglasung direkt in eine anliegende Metallrahmenkonstruktion eingebaut und kommt es zu einer ansteigenden Temperatureinwirkung, kann sich die Scheibe nicht ausdehnen. Es bilden sich sehr hohe Spannungen in der Scheibe, die einen dann erkennbaren Glasbruch auslösen können.

### Bildung und Ausbreitung von Rissen

Generell ist zwischen einem Riss und einem Bruch zu unterscheiden. Es wird davon ausgegangen, dass in einem Bauteil bereits Fehlstellen wie Lunker oder Einschlüsse, wie schon erwähnt, als Folge des Herstellungsprozesses enthalten sind. Zu einem unzulässigen Risswachstum bis hin zum Bruch, dem Zeitpunkt des Überschreitens der Bruchfestigkeit, kann es unter bestimmten geometrischen Bedingungen (Lage, Art und Beanspruchung der Fehlstelle) kommen.

Für die Beschreibung der Vorgänge bei der Bildung und allmählichen Ausbreitung von Rissen ist eine Unterteilung in drei Stadien zweckmäßig:

- ▶ Rissbildung in Verbindung mit Änderungen in den mechanischen und physikalischen Eigenschaften von Werk- bzw. Baustoffen
- ▶ Rissausbreitung durch das Wachsen des Risses bis zum Erreichen einer kritischen Rissgröße
- ▶ Bruch des Restquerschnitts

Die Problematik der Rissbildung und -ausbreitung ist von solcher Komplexität, dass die Entwicklung einheitlicher Theorien selbst den Werkstoffwissenschaften bisher noch nicht gelungen ist. Deshalb

beziehen sich die hier angeführten Darlegungen nur auf grundlegende Erkenntnisse.

Bevorzugt entstehen Risse

- ▶ an der Oberfläche durch
  - ▶ höhere Lastspannungen (wie Torsion, Biegung),
  - ▶ Mikrokerben (Riefen, Scheuerstellen),
  - ▶ unzureichende Stützwirkung durch Nachbarkörner,
- ▶ im Inneren eines Werkstoffs durch
  - ▶ Poren,
  - ▶ Einschlüsse (wie Kerben),
  - ▶ niedrigere Festigkeit,
  - ▶ hohe Zugeigenspannungen.

**Bruch eines Bauteils**

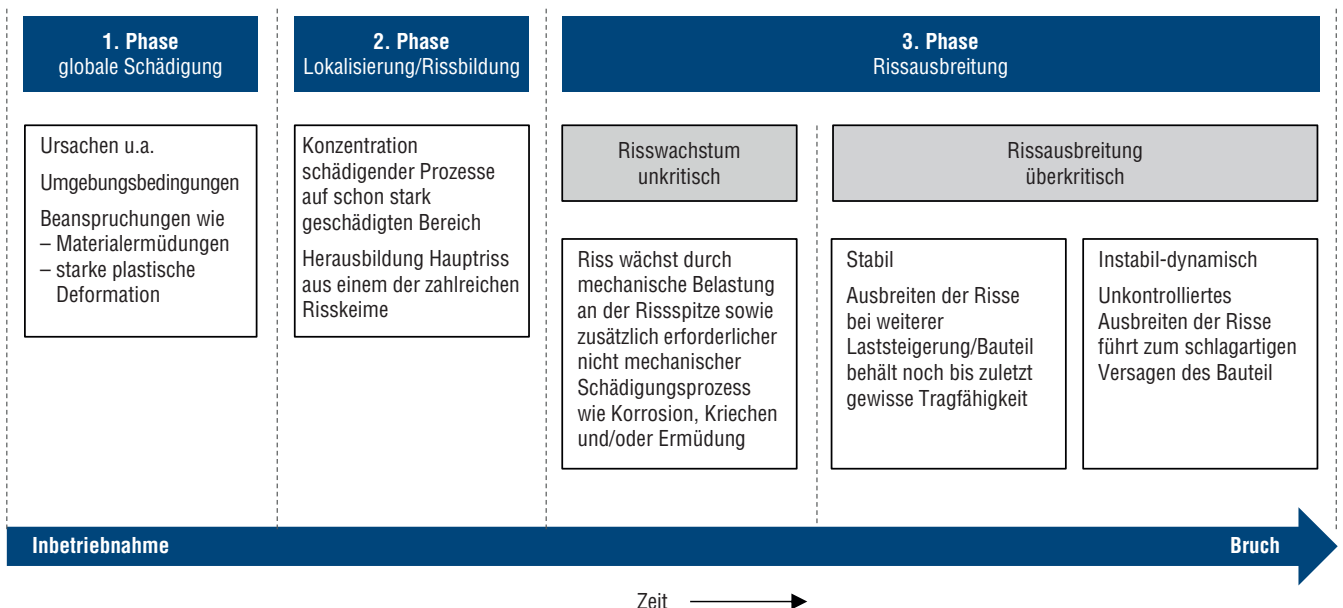
In Bild 1 ist ganz allgemein der Ablauf von der „Inbetriebnahme“ bis zum Versagen eines Bauteils mit den einzelnen Phasen der Rissbildung und -ausbreitung dargestellt.

An einem Material oder einem Baustoff können durch einwirkende Beanspruchungen oder unter bestimmten Umgebungseinflüssen Schädigungen auftreten (wie Materialermüdungen oder Korro-

sionsabtrag). Diese sind in der ersten Phase global vorhanden.

Die schädigenden Prozesse setzen sich fort und konzentrieren sich zunehmend auf Stellen, an denen die Schädigung am massivsten fortgeschritten ist. Es kommt zu einer Lokalisierung, der beginnenden Rissbildung.

Der Steinschlag bei Autoscheiben ist ein bekanntes Problem, und mancher kennt es aus eigener Erfahrung. Das Auftreffen eines Steins schädigt die Autoscheibe. Oftmals wird der entstandene Riss gar nicht wahrgenommen, was allerdings von der Größe und Intensität des Steins bzw. des Aufpralls abhängt. Wie andere Materialien dehnt sich die Glasscheibe bei Hitze aus und zieht sich bei Kälte zusammen. Ist ein Steinschlag vorhanden, ist so eine Vergrößerung des Risses vorprogrammiert. Im Winter können sich Wassertropfen in diesem Steinschlag ansetzen und gefrieren. Durch das Gefrieren dehnt sich das Wasser aus, der Riss vergrößert sich. Im Winter, wenn die Autoscheibe morgens gefroren ist, wird die Fahrzeugheizung auf hoher Stufe zum schnellen Enteisen der Scheibe genutzt. Die kalte Scheibe erwärmt sich schneller, sie dehnt sich aber auch schnell aus. Diese schnelle Ausdehnung führt zu einer starken Beanspruchung der Glasfläche. Der Steinschlag, die schwächste Stelle im Glas,



**Bild 1:** Allgemeiner zeitlicher Ablauf von der Rissbildung bis zum Bruch bei einem Bauteil (in Anlehnung an [6])

## 6/4

# Schadensformen und Ursachen für Risse im Estrich

## Schadensformen

Bei Rissen im Estrich kann man eine Einteilung der Schadensformen nach den Erscheinungsbildern und nach Risstypen vornehmen.

### Einteilung nach Erscheinungsbildern

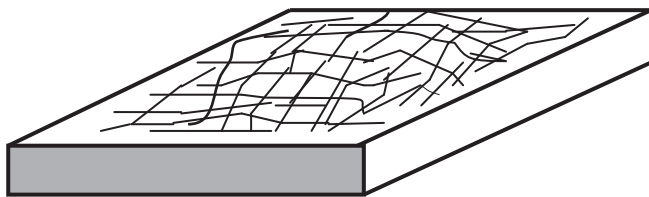
Bei Estrichkonstruktionen ist die Bildung von Rissen kaum auszuschließen. Das ist einerseits bauartbedingt und andererseits in den verschiedensten Einflüssen und Beanspruchungen begründet, denen ein Estrich ausgesetzt ist. Hiervon sind vor allem Industrieböden betroffen.

Es gibt eine Vielzahl an Erscheinungsbildern bei Risschäden im Estrich. Im Folgenden sind die häufig vorzufindenden Erscheinungsbilder aufgeführt.

#### **Krakelee oder Krakeleerisse**

Das sind engmaschige Haar- oder NetZRisse (Bild 1). Sie können durch auftretende Spannungen zwischen dem Bindemittel und dem Zuschlag entstehen.

Da diese Art Risse die gebrauchstauglichen und tragfähigen Eigenschaften des Estrichs nicht beeinträchtigen, sind sie kein technischer Mangel.



**Bild 1:** Schematische Darstellung von Krakeleerissen

#### **Haarrisse**

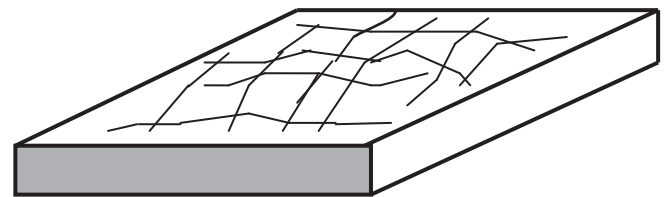
Haarrisse zeigen sich auf der Oberfläche als feine Risse mit kleiner Maschenweite und geringer Tiefe. Diese Risse sind maximal bis zu 0,2 mm breit. Sie bilden sich vor allem innerhalb der ersten Stunden, in denen der Estrich unter Einwirkung von Zugluft und der Abbinde­temperatur austrocknet. Oftmals sind sie nur im feuchten Zustand wahrnehmbar.

Haarrisse beeinträchtigen die Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit der Estriche nicht und stellen deshalb keinen technischen Mangel dar.

#### **NetZRisse**

Hierbei handelt es sich um Risse, die sich nach ihrer Bildung im Laufe der Zeit noch aufweiten. Im Gegensatz zu den Haarrissen besitzen NetZRisse größere Maschen- und Rissbreiten. In Bild 2 sind NetZRisse schematisch dargestellt.

Bei Estrichen im Verbund kann die Rissvergrößerung sogar so weit führen, dass die NetZRisse bis zur Verbundebene reichen. Sie sind dann meistens oberseitig V-förmig erweitert. Hinzuweisen ist darauf, dass sie dann keinen technischen Mangel darstellen, solange die Verlegung nach normativen Vorgaben ausgeführt wurde und die Nutzungseigenschaften und die Tragfähigkeit nicht nachteilig beeinflusst werden.



**Bild 2:** Schematische Darstellung von NetZRissen

### Längsrisse

Sie können z.B. entstehen, wenn der Verbund versagt oder wenn die Estrichfläche nicht so weit aufgeteilt wurde, dass sich die durch Estrichschwindung bedingten Verformungen in den Fugen der Estrichfelder abbauen können (besonders bei schwimmendem Estrich).

### Trennrisse

Trennrisse verlaufen meist geradlinig mit oder ohne Verzweigungen, d.h., ihr Verlauf ist mehr oder weniger gerichtet. Das unterscheidet die Trennrisse von den Haar- und Netzzissen. Sie trennen die betroffenen Bauteile (wie z.B. einen Verbundestrich vom Betonuntergrund) in der Regel über den gesamten Querschnitt, zumindest jedoch in größere Teile. Im weiteren zeitlichen Verlauf kann es zu einer Aufweitung der Risse kommen.

Durch die Trennung der Bauteile muss mit einer negativen Beeinträchtigung der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und/oder Dauerhaftigkeit des Estrichs gerechnet werden. Dann können diese Trennrisse als Mangel angesehen werden. Deshalb sind die Rissursachen zu ermitteln, um die erforderlichen Maßnahmen zur Schadensbehebung festzulegen.

Trennrisse sind typisch bei schwimmenden Estrichen und Trennestrichen, jedoch auch bei Estrichen im Verbund.

### Einteilung nach Risstypen

Bei den Risstypen lassen sich vom Prinzip her der Typ I und der Typ II unterscheiden [66].

**Tab. 1:** Gegenüberstellung der Merkmale von Rissen des Typs I und Rissen des Typs II

Merkmale	Risse Typ I	Risse Typ II
Verlauf der Risse im Estrich <i>Restquerschnitt</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ oben weit und nach unten schmaler werdend</li> <li>▶ erstrecken sich teilweise nicht durch Gesamtestrichdicke</li> </ul>	<i>Rissufer</i>
Form der Risse an der Oberfläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ netzartige Verzweigung der Risse</li> <li>▶ Rissenden laufen auf null aus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ überwiegend bogenförmig oder linear</li> <li>▶ oft von einem Estrichaußenrand zum anderen, was zum Zerfall des Estrichs in Teilflächen führen kann</li> </ul>
Vorkommen der Risse	Konstruktionen im Verbund (Risse setzen sich i.d.R. nicht im Untergrund fort)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Estrich auf Dämmschicht</li> <li>▶ Estrich auf Trennschicht</li> <li>▶ Verbundestrich (wenn sich Estrich vom Untergrund ablöst oder Risse im Untergrund vorhanden sind)</li> </ul>

### Ursachen für Rissbildungen

In der Regel ist bei Rissbildungen vom Zusammenwirken mehrerer Faktoren auszugehen. Dadurch ist die Feststellung der Schadensursachen in der Praxis oft sehr schwierig und setzt viel Erfahrung und Grundwissen voraus.

Bei allen Rissarten in Estrichkonstruktionen ist von einer gemeinsamen rissauslösenden Ursache auszugehen. Diese wird durch Zugspannungen hervorgerufen, die bedingt sind durch innere Vorgänge im Material (solche wie thermisch bedingte Kontraktion, Schwinden) und durch von außen einwirkende Kräfte. Risse entstehen dann durch ein Baustoffversagen, wenn die Zugspannungen die Materialfes-

## 7/3

## Formänderungen von Beton

## Verformungsverhalten von Beton und Stahlbeton

Im Beton lassen sich Risse nicht immer vermeiden. Risse im Beton sind jedoch nicht generell schädlich. Allerdings können Risse die Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Betonbauteilen beeinträchtigen. Das trifft auch für Stahlbeton zu. Werden Stahlbetonbauteile auf Biegung oder Zug beansprucht, sind sie in der Regel für die Lastabtragung bereits mit vorgesehen. Denn im Beton hat sich schon ein Riss gebildet, bevor der Bewehrungsstahl die Zugkräfte übernommen hat. Daher muss der Riss entweder planmäßig geschlossen oder die Rissbreite auf ein unschädliches Maß beschränkt werden. Im Bild 1 sind verschiedene Beanspruchungen und die daraus resultierenden möglichen Betonschäden an Bestandsbauten dargestellt.

Ein Beispiel für Risschäden an einem Baudenkmal zeigen die Bilder 2 und 3.

Bei diesem aus über 2.000 Betonstelen bestehenden Denkmal zeigten sich fünf Jahre nach der Errichtung an den Seitenflächen und/oder Deckeln mehrerer Stelen Risse verschiedener Länge und Breite. Die Ursache/Ursachen für diese Rissbildungen sind unklar. Vermutet wird die Betonqualität, die Einbauqualität oder die Temperaturentwicklung in den Stelen.



Bild 2: Rissverlauf an einer Betonstele



Bild 3: Detail eines Risses an einer Betonstele

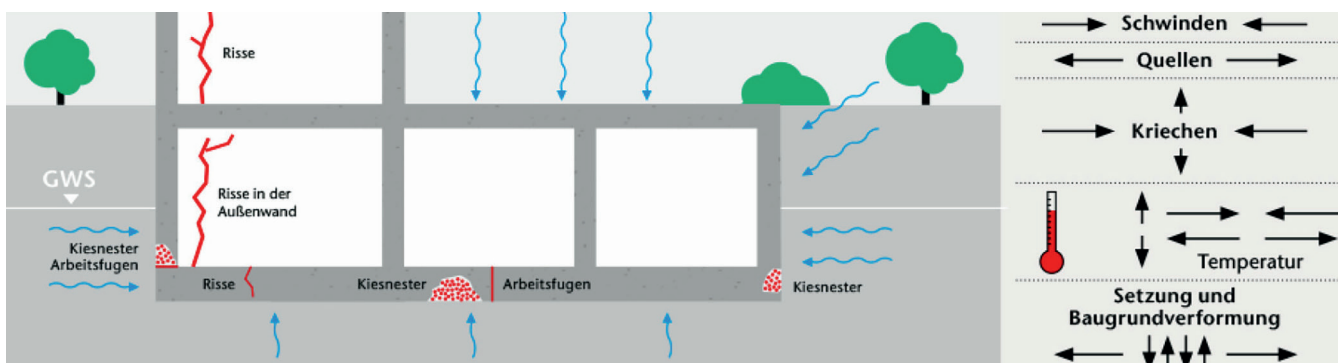


Bild 1: Beanspruchungen und mögliche Betonschäden an Bestandsbauten [21]

Zur Nachverfolgung der Temperaturentwicklung erfolgen über mehrere Jahreszeiten kontinuierliche Messungen. Dafür wurden 15 Stelen unterschiedlicher Größen, Bauarten und Standorte ausgesucht. Auf Grundlage der ausgewerteten Ergebnisse soll ein mögliches Instandsetzungskonzept erstellt werden (Angaben zum Denkmal unter Bezug auf [129]).

In den nachfolgenden Kapiteln werden neben den Formänderungen, Erscheinungsformen und Ursachen für Risse im Beton ebenfalls Erläuterungen in Bezug auf Stahlbeton gegeben. Die Darlegungen enthalten dazu einen Überblick. Weiterführende Betrachtungen sind der fachspezifischen Literatur zu entnehmen.

## Beton

Beton eignet sich insbesondere für Beanspruchungen auf Druck, weil Beton eine höhere Druckfestigkeit im Vergleich zur Zugfestigkeit besitzt. Die Zugfestigkeit von Betonen beträgt nur etwa 6 bis 12 % ihrer Druckfestigkeit. Aus diesem Grund werden von Konstrukteuren möglichst Zugkräfte vermieden. Daher sind Kenntnisse und Kennwerte bzw. Eigenschaften im Zusammenhang mit der Entstehung, Bewertung und Vermeidung von Risschäden wichtig.

Die nachfolgenden Erläuterungen beziehen sich auf einige wichtige Kennwerte bzw. Eigenschaften im Zusammenhang mit der Bewertung von Schäden. Das sind der Elastizitätsmodul, die Querdehnungszahl, der Schubmodul, die Wärmedehnzahl, das Kriechen und Schwinden sowie die Hydratationswärme.

### Elastizitätsmodul

Der Elastizitätsmodul (kurz E-Modul) als ein Materialkennwert aus der Werkstofftechnik beschreibt bei Annahme eines linear-elastischen Verhaltens den proportionalen Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung bei der Verformung eines festen Körpers.

Da der Elastizitätsmodul bei Beton stark von den eingesetzten Betonzuschlägen abhängt, kann Beton nicht als homogener Baustoff betrachtet werden.

Im Allgemeinen wird eine lineare Beziehung zwischen Spannung und Dehnung zugrunde gelegt. Bei Beton ist diese Beziehung nicht linear, da er ein sog. viskoelastisches Verhalten zeigt. Daher wird der Elastizitätsmodul von Beton annäherungsweise als Sekantenmodul der Spannungs-Dehnungs-Linie im elastischen Bereich aufgefasst. Dieser Modul gibt die Steigung der Spannungs-Dehnungs-Linie zwischen dem Ursprung  $\sigma_c = 0$  bis zu 40 % des Mittelwerts der Betondruckfestigkeit  $f_{cm}$  an. Das heißt, der Sekantenmodul entspricht in etwa dem Elastizitätsmodul, der in der Baustoffprüfung ermittelt wird. Für die Berechnung von Verformungen kommt dann dieser Wert des Sekantenmoduls zur Anwendung.

Der Elastizitätsmodul und die Betondruckfestigkeit des Betons stehen in einem engen Zusammenhang. Für statische Berechnungen wird deshalb der E-Modul aus der Betondruckfestigkeit abgeleitet. In der DIN EN 1992-1-1 sind den einzelnen Druckfestigkeitsklassen C12/15 bis C90/105 entsprechende Werte für den Elastizitätsmodul zugeordnet, die in Tabelle 1 aufgeführt sind.

**Tab. 1:** Elastizitätsmodul von Normalbeton nach DIN EN 1992-1-1/DIN EN 1992-1-1/NA

Druckfestigkeitsklassen	$E_{cm}$ [kN/mm <sup>2</sup> ]
C8/10	27
C12/15	29
C16/20	30
C20/25	31
C25/30	32
C30/37	33
C35/45	34
C40/50	35
C45/55	36
C50/60	37
C55/67	38
C60/75	39