

Nasser Keller – was tun?

Von Dipl.-Ing. M. Bumann

Dieser Artikel soll das Problem **aus der Sicht des Bauherrn** bzw. des Eigentümers betrachten. Der Autor geht davon aus, dass deshalb besonders aus dem Blickwinkel der Wirtschaftlichkeit geurteilt werden soll. Insofern bieten sich Lösungen jenseits der Totalsanierung eher an, wenngleich sie auch nicht DIN-konform sein müssen.

Wer dies anders sieht und sich auch auf keine Kompromisse einlassen möchte, kann sich die Planungs- und Ausführungsgrundsätze herausnehmen und beachten – auf Fragen der Finanzierung soll hier nicht eingegangen werden. Warum gibt es so viele **Selbermacher**?

Für das Gros der Bauherren und Eigentümer ist es der Regelfall, nur einmal im Leben ein Haus zu kaufen oder zu bauen. Das wird für die meisten nur über eine Fremdfinanzierung möglich, wobei die Banken seit der Jahrtausendwende immer mehr Zurückhaltung im Engagement bei Finanzierungen zeigen.

Ist dann der große Wurf gelungen, sind die finanziellen Spielräume weitgehend ausgereizt. Ein verantwortungsvoller Finanzierungsberater wird darauf geachtet haben, dass nach der Rate an die Bank – oft genug über 15 und mehr Jahre hinweg - genug zum Leben bleibt, aber auch dass man von Anbeginn Instandhaltungsrücklagen bildet.

Mit kleinen Instandhaltungsarbeiten ist kaum jemand überfordert, weder handwerklich noch finanziell. Bei kniehohem Wasser im Keller dürften die regelgerechten Aufwendungen sowohl die bautechnischen als auch die finanziellen Vorstellungen vieler bei weitem übersteigen.

Da bleiben meist nur probate Lösungen für die Selbermacher-Methode, im Neudeutschen gern do-it-yourself genannt. Allerdings ist hierbei guter Rat teuer, denn – egal wie „teuer“ es war – ein konkreter Nutzen muss schon das Ergebnis sein.

Insofern mag es verwundern, wenn ein Bauingenieur über Lösungen für Selbermacher referiert, zumal er nicht bei einer Heimwerker-Zeitschrift o.ä. involviert ist. Umsatzfördernd ist das ja nicht gerade.

Ist man jedoch von Berufs wegen nicht gezwungen, ein bestimmtes Produkt oder Verfahren über den Klee zu loben und anzupreisen, darf man sich den Luxus gönnen, die Problematik aus der Sicht dessen zu betrachten, der letztendlich für alles bezahlt.

Eine Allzweckformel wird sich dabei nicht erstellen lassen, so dass allemal Beratungsbedarf vor Ort verbleibt. Hierbei wird jeder verstehen, dass eine

neutrale Beratung mehr Vorteile bringt, als die Meinung eines Produkt- oder Verfahrenebenen.

Dabei soll nicht der Eindruck entstehen, es gäbe keine Hersteller oder Anwender, die nicht bereitwillig mit ihrem know-how (Wissen, Erfahrungen, Kenntnisse, Erkenntnisse) zur Seite stehen, ohne vorab beauftragt worden zu sein.

Am Ende des Einsammelns zahlreicher Angebote oder Informationen bleibt immer noch die Frage, ob man fit genug ist, die Äpfel und die Birnen zu vergleichen und die richtigen Schlüsse zu ziehen. Außerdem gibt es Hemmschwellen, die den Fachberater in seiner Mitteilungsfreude bremsen – eine davon ist die Umsatzgröße.

Sie stehen also einer **Vielzahl von Aspekten** gegenüber, die es zu beurteilen und zu wichten gilt, einige seien hier aufgeführt:

Finanzen

- Materialpreise
- Anteil möglicher Eigenleistung (neudt.: manpower)
- Barzahlung oder Finanzierung (z.B. Verkäufer)
- Fördermöglichkeiten

Wirtschaftlichkeit

- Nutzen-Aufwand-Verhältnis
- Amortisation
- Langlebigkeit
- Zeitverteilung der Lösung

Bautechnik

- Ausführbarkeit
- Ausführungsdauer und Beeinträchtigungen
- Kompromisszwänge
- Vor- und Nachteile
- Regelkonformität

Sei zunächst **eine Ausgangssituation** definiert: Herr X. kauft sich ein Häuschen aus den 20ern. Der Zustand ist weitgehend in Ordnung, der Verschleiß normal. Er macht einiges im Wohnbereich, so dass es sich ganz annehmlich wohnen lässt. Eines Tages macht sich in der Familie Entsetzen breit, als man feststellt, dass im Keller das Wasser kniehoch steht. Das ist als Dauerzustand denkbar ungeeignet, eine rasche Lösung tut Not. **3 Lösungsfälle** seien kurz beschrieben.

Lösung Nr. 1 (der Idealfall):

Herr X. bekommt vom Fachberater kein X für ein U vorgemacht, er wird objektiv beraten und bekommt die optimale Lösung angeboten. Das ist zugleich die wirtschaftliche Lösung und zu teuer ist es auch nicht. Noch

dazu bekommt er eine supergünstige Finanzierung, so dass er nicht alles auf einmal bezahlen muss. Die Ausführung erfolgt rasch und ordentlich, es gibt kaum Beeinträchtigungen, da der Aufwand sich in Grenzen hält und am Ende ist alles gut.

Lösung Nr. 2 (eine reine Erfindung):

Herr X. lässt sich von einem Sanierungsprofi einreden, im Himmel wäre Jahrmarkt. Notgedrungen lässt er sich auf eine teure Geschichte ein, nachdem er die Verwandtschaft angepumpt hat. Die Bauausführung erzeugt zunächst eine tagebauähnliche Situation, dann dauert es ewig und keiner der versprochenen Termine wird eingehalten. Ausserdem wird es teurer, als veranschlagt. Nach einem halben Jahr kommt wieder das erste Wasser durch, die Firma weigert sich nachzubessern. Herr X. denkt über rechtliche Optionen nach und glaubt zunächst, dass ihn Anwalt und Gericht am Ende zu teuer kommen. Nach einem Jahr hat er sich durchgerungen, er geht zum Anwalt. Der ist ungebremst optimistisch und klageentschlossen. Alles zieht sich unendlich hin, am Ende aber bekommt Herr X. Recht, jedoch auch saftige Rechnungen. Ein kleines Problem stellt sich ein: die Firma existiert nicht mehr. Das Wasser steht im Keller fast einen Meter hoch.

Lösung Nr. 3 (eine Näherung an das Optimum)

Herr X. will das Problem in Selbsthilfe erledigen, es soll möglichst wenig kosten, eine Obergrenze steht fest. Die technische Unterstützung bekommt Herr X. von einem neutralen Berater (der auch von keinem Verein vermittelt wurde, weil man da schon mal die ersten 150-200 Euro für umsonst spart). Er bekommt die technisch einwandfreie Lösung erklärt, aber auch die Nachteile von durch den finanziellen Zwang diktierten Kompromissen. Er akzeptiert, dass Billiglösungen immer mit Nachteilen verbunden sind und führt die ersten empfohlenen Schritte aus. Nach einem Jahr trifft man sich zur Erfolgskontrolle und siehe da, es war gar nicht so dumm, sich schrittweise an die Lösung des Problems heranzutasten. Es gibt am Ende zwar hin und wieder feuchte Stellen, aber die Trocknung ist unproblematisch und unterm Strich hat es nicht die Welt gekostet.

Nun könnte ein Gelehrtenstreit ausbrechen, welche der drei Lösungen in der Praxis am wahrscheinlichsten ist. Das können wir uns sparen – keine der drei ist auszuschließen. Nr. 1 dürfte selten sein und Nr. 2 ist deprimierend, so dass wir uns mehr Nr. 3 zuwenden wollen.

Aus der praktischen Erfahrung des Autors heraus ist Lösung Nr. 3 erstens möglich, nicht selten realisiert und zweitens erfolgreich und zufriedenstellend, wenngleich auch drittens mit Kompromissen und Haftungsausschlüssen verbunden.

Betrachten wir zuerst das Wichtigste: **die Kosten**. Gerade in Zeiten knapper Kassen ist dies das Thema Nr. 1 für fast alle. Auch wenn wir uns angeblich alle nur einbilden, dass der Euro mit Teuerungen dahergekommen ist, bleibt eine leere Kasse eine reale Erscheinung.

Seinen finanziellen Spielraum kennt der Hauseigentümer am besten, also legt er die Obergrenze fest. Was bedeutet Obergrenze? Da dieser Begriff immer mal wieder auf Unverständnis stößt, sei er hier definiert: mehr darf es insgesamt nicht kosten. Auch wenn das Argument „mit 1.000 Euro mehr hätten Sie aber mehr gekonnt“ überzeugend klingen mag – Geld alle bedeutet, es ist nichts mehr da.

Mit der Frage teuer-billig befasst sich die Menschheit, seit es Geld gibt. Hier sei **John Ruskin**, engl. Sozialreformer, 1819-1900, zitiert, der das Problem recht treffend beschrieben hat:

„Es gibt kaum etwas auf dieser Welt, das nicht irgend jemand ein wenig schlechter machen kann und etwas billiger verkaufen könnte, und die Menschen, die sich nur am Preis orientieren, werden die gerechte Beute solcher Menschen. Es ist unklug, zuviel zu bezahlen, aber es ist noch schlechter, zuwenig zu bezahlen.

Wenn Sie zuviel bezahlen, verlieren Sie etwas Geld, das ist alles. Wenn Sie dagegen zuwenig bezahlen, verlieren Sie manchmal alles, da der gekaufte Gegenstand die ihm zugedachte Aufgabe nicht erfüllen kann. Das Gesetz der Wirtschaft verbietet es, für wenig Geld viel Wert zu erhalten.

Nehmen Sie das niedrigste Angebot an, müssen Sie für das Risiko, das Sie eingehen, etwas hinzurechnen. Und wenn Sie das tun, dann haben Sie auch genug Geld, um für etwas Besseres zu bezahlen.“

Hiermit sei genug gesagt zu den finanziellen Aspekten. Im folgenden sollen die bautechnischen Belange näher betrachtet werden. Zuvor sollte Klarheit darüber bestehen, dass mit abnehmendem finanziellem Spielraum eine Zunahme bei nachteilen und Kompromissen einhergeht.

Wenn man alle technischen Regeln auch nicht einhalten kann, sollte man sie zumindest kennen.

Regelwerke für Abdichtungsarbeiten sind u.a.:

- DIN 18 195 „Bauwerksabdichtungen“
- DIN 4095 „Dränung zum Schutz baulicher Anlagen“
- DIN 18 336 (VOB/C) „Abdichtungsarbeiten“
- DIN 18 338 (VOB/C) „Bauwerksabdichtungen“
- DIN 18 339 (VOB/C) „Dachdeckungs- und Dachabdichtungsarbeiten“
- DIN 18 531 „Dachabdichtungen – Begriffe, Anforderungen, Planungsgrundsätze“

- "Richtlinie für die Planung und Ausführung von Dächern mit Dachabdichtungen" – Flachdachrichtlinie
- „Richtlinie zur Planung und Ausführung von Abdichtungen erdberührter Bauteile mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen“
- ZDB-Merkblatt „Hinweise für die Ausführung von Abdichtungen im Verbund mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten für den Innen- und Außenbereich“ (Nasszellen und Feuchträume)
- ZDB-Merkblatt „Keramische Beläge im Schwimmbadbau“ (Schwimmbäder)

Für die Abdichtung weiterer besonderer Bereiche gelten folgende Merkblätter bzw. Richtlinien:

- Trinkwasserbehälter: DVGW-Merkblätter W 270, W 311, W 312 ggf. KTW-Empfehlung,
- Bestandsbauten: WTA-Merkblatt 4-9-98-D (Entwurf) „Nachträgliche Abdichtung erdberührter Bauteile“
- WTA-Merkblatt 4-5-97-D „Mauerwerksdiagnostik“
- „Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen von Bauteilen mit mineralischen Dichtungsschlämmen“ (Entwurf)

Mit dem „Darunter“, das heißt mit der Beschaffenheit der Wände und der Sohle befassen sich folgende Regelwerke:

- DIN 18 330 (VOB/C) Mauerarbeiten
- DIN 18 331 (VOB/C) Beton- und Stahlbetonarbeiten
- DIN 18 349 (VOB/C) Betonerhaltungsarbeiten
- DIN 18 350 (VOB/C) Putz- und Stuckarbeiten
- DIN 18 353 (VOB/C) Estricharbeiten
- DIN EN 206-1 & DIN 1045-2 (1. Hj. 2002) Beton und Stahlbeton
- DIN 1053 Mauerwerk, Berechnung und Ausführung
- DIN 1055 Lastannahmen für Bauten
- DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau
- DIN 18 550 Putz, Baustoffe und Ausführung
- Materialbezogene Normen (Kalksandstein, Porenbeton usw.)

Wer sich mit der Thematik „Bauwerksabdichtungen“ näher befassen möchte und dazu ein umfassendes Dokument einsehen möchte, wird hier fündig:

Die Themen hier sind:

- Eine Betrachtung zum Thema Bauwerksabdichtungen
- Horizontalsperre Mauerwerk mit Kunststofffolien
- Abdichtungsfolie und Mangel
- Bitumenverträgliche Mauerwerkssperre
- Abdichtung mittels Dickbeschichtung
- Richtlinie für Bitumendickbeschichtungen

- Überwachungsfehler des Architekten bei Bitumendickbeschichtung
- Die "neue" DIN 18195 Bauwerksabdichtungen
- Neue DIN 18195 schließt Lücke bei der Bauwerksabdichtung
- Die KMB unterliegen keiner Stoffnorm
- Mehr Klarheit für Planer und Fliesenleger: was ist ein Nassraum?
- Dichtungsschlämme
- Drainagen

Bei Bestandsbauten wird man in der Regel eher feststellen, dass sich nicht alles 100%ig umsetzen lässt. Zum einen ist es der Kostenrahmen, aber auch Überbauungen und andere Widrigkeiten wie benachbarte Fundamente, Trassen von Kabeln und Leitungen, öffentliche Verkehrsflächen.

Um es ganz genau und richtig zu machen, müsste man den Keller komplett freilegen und rundherum, also an allen Wänden und unter der Sohle regelgerecht abdichten. Dies hätte absatzfrei und ohne Schwachstellen zu geschehen – wie eine Wanne, weshalb dieser Begriff in aller Munde ist.

Doch ehe Sie sich den Kopf zerbrechen ob es eine Schwarze Wanne (mit bituminöser Abdichtung), eine Weiße Wanne (aus WU-Beton) oder eine Braune Wanne (mittels Einbau von Bentonit) sein soll – stellen Sie fest, ob diese überhaupt vollständig – und wenn ja, mit welchem Aufwand – auszuführen geht.

Oft wird man feststellen, dass zwischen Theorie und Praxis Lücken bestehen. Dies betrifft die Ausführbarkeit aus zuvor beschriebenen Gründen. Was nützt das beste Abdichtungssystem, wenn es an irgendwelchen konstruktiven Schwachstellen krankt?

Zumindest erfährt der Interessierte, wie der bautechnische Idealfall aussehen könnte, nämlich wenn bei der Errichtung des Kellergeschosses alle technischen Regeln eingehalten werden und das optimale System eingebaut wurde.

Wer mehr über **Weisse Wanne**, Schwarze Wanne und Braune Wanne, über WU-Beton, Bentonit und Schweißbahnen erfahren möchte, wird hier fündig:

Die DIN 18195 unterscheidet folgende wesentliche **Lastfälle**:

- Bodenfeuchte
- Nichtstauendes Sickerwasser
- Aufstauendes Sickerwasser
- Grundwasser

Als „Lastfall“ ist zu verstehen, in welchem Umfange und mit welcher Wirkung das Wasser auf das Bauwerk einwirkt. Insofern muss es nicht falsch sein, weiterhin zwischen „drückendem“ und „nichtdrückendem“

Wasser zu unterscheiden. Im Sprachgebrauch sind diese Begriffe allemal noch.

Soweit zu den theoretischen Grundlagen einschließlich der technischen Regelwerke sowie Planungs- und Ausführungsgrundsätze. Gehen wir nunmehr zum praktischen Teil über, wo anhand der häufigsten Schadensbilder und anhand von Fallbeispielen die Problematik veranschaulicht werden soll.

Wie stellen sich Feuchteschäden dar? Es beginnt mit Feuchtflecken an Wänden oder auf der Sohle. Diese Flecken treten sowohl in den X-eln (Fuge Wand-Wand, Fuge Wand-Sohle, Ecken) als auch in der Fläche auf.

Ist die Sohle undicht und befindet sich ein Fußbodenaufbau darauf, kann es Wochen dauern, bis man die eingedrungene Feuchte bemerkt. Fauliger Geruch oder Schimmel weisen darauf hin, dass etwas nicht in Ordnung ist.

Jedoch kann das Auftreten von Stockflecken und Schwitzwasser täuschen. Eine Tauwasserbildung geht auch mit Feuchtflecken einher, ohne dass ein Makel am Abdichtungssystem bestehen muss.

Solch ein Fall besteht auch, wenn man beim Fußbodenaufbau auf einer Sohle aus WU-Beton nicht bedacht hat, eine Dampfsperre einzubauen. Das Durchdringen von Wasserdampf ist eine wesentliche Eigenschaft von WU-Beton, auch wenn kein Wasser in flüssiger Form durchkommt.

Sichere Anzeichen sind an exponierten Stellen an der Wand ablaufendes Wasser, z.B. bei Undichtigkeiten an Rohr- oder Kabeldurchführungen. Deutlich sichtbare Risse, aus denen kleine Rinnsale kommen, lassen bereits genauso wenig Zweifel aufkommen, wie der geflutete Keller.

Was sind die **Ursachen**? Diese lassen sich in drei Hauptgruppen unterteilen:

1. der Lastfall hat sich geändert
2. die Abdichtung ist mangelhaft oder beschädigt
3. der konstruktive Untergrund ist mangelhaft oder beschädigt

Einen Sonderfall stellt die **Weißer Wanne** dar, wo Wände und Sohle sowohl Konstruktion als auch Abdichtung sind. Dieses System ist für den Lastfall Grundwasser konzipiert, es widersteht also drückendem Wasser und ist demnach für die anderen leichteren Lastfälle geeignet.

Da WU-Beton mehr ist, als ein Normalbeton, dem man einen geheimnisvollen Zusatz beigemischt hat, ergeben sich aufgrund seiner Besonderheiten zahlreiche Ursachen für etwaige Undichtigkeiten.

Hinzu kommt, dass das technische Regelwerk zwar die Anforderungen regelt, nicht jedoch die technischen Einzelheiten. Daher gibt es

unterschiedliche Ausführungsvarianten und nicht alle sind bewährte technische Lösungen.

Besondere Kennzeichen von **WU-Beton** sind:

- besondere Kieszusammensetzung und Wasser-Zement-Faktor
- meist unter Verwendung von Betonzusätzen
- Einsatz von Beton mit niedriger Hydratationswärme
- höherer Bewehrungsgrad zur Rissweitenbegrenzung
- höhere Betondeckung der Bewehrung und dickere Wände/Sohlen (als statisch erforderlich)
- Zwänge mindern in Bemessung, Berechnung und Konstruktion (Fugenbild [Dehn- und Betonierfugen], Hydratationswärme, Temperaturunterschiede im Bauzustand, Betonierabschnitte)
- Vermeidung von Querschnittssprüngen
- anspruchsvollere Verarbeitungsvorschriften (Wärmedämmung, Nachbehandlung, Gleitschichten)
- zementgebundene Abstandhalter mit Prüfzeugnis für Wasserdichtigkeit
- Sicherungsmaßnahmen im Bereich der Arbeitsfugen (Gummibänder, Schläuche, Kunststoffteile, Blecheinlagen, Quellmittel, spezielle Bewehrung wie z.B. Klapp-Bewehrung, abschließende Injektagen) sowie bei Rohr- und Kabeldurchdringungen (Manschetten)

Hieran erkennt selbst der Laie, dass eine Vielzahl von Möglichkeiten besteht, bei der Ausführung etwas falsch zu machen, was sich dann später in einem mangelbehafteten Abdichtungssystem darstellt.

Eine **Änderung des Lastfalls** mag manchem als schwer vorstellbar erscheinen. Dies ist jedoch seit gut 10 Jahren eine häufiger auftretende Erscheinung und es bedeutet eigentlich nicht mehr, als dass der Grundwasserspiegel angestiegen ist.

Die Ursachen hierfür sind natürlichen Ursprungs bzw. vom Menschen verursacht:

- Hochwasser, Überschwemmungen hat es schon immer gegeben, zugenommen jedoch haben
 - die unverantwortlichen Eingriffe in natürliche Flussverläufe
 - die Flächenversiegelung durch Siedlungs- und Straßenbau
 - die direkte Einleitung von Regenwasser über die Kanalisation anstelle der Einleitung auf Sickerflächen
 - die Zweckentfremdung und Überbauung von Überschwemmungsgebieten (Poldern)
 - die nachteiligen Eingriffe in das Ökosystem Wald als erste und wichtigste Rückhalteebene im Gebirge
 - die Verwahrlosung des Zustandes von Talsperren und Rückhaltebecken aufgrund sogenannter Sparzwänge

- Verlegung von Flussläufen
- Anlegen künstlicher Gewässer
- industrielle Tätigkeit im Kohleabbau, sowohl im Tagebau- als auch im Untertagebau, verbunden mit gigantischen Massenbewegungen und riesigen Pumpanlagen, aber auch mit großflächigen Gebietsabsenkungen, welche Lagen von Kommunen üNN um Meter verändern und auch Deiche zum Absinken bringen
- Veränderungen bei der Gewinnung von Trinkwasser, damit einhergehende Einstellung des Betriebes von Pumpwerken
- Selbständige Veränderungen unterirdischer Wasserverläufe, Quellen in Hanglagen und Schichtenwasser im Geschiebemergel der Urstromtäler
- Bodenverwerfungen infolge normaler tektonischer Vorgänge

Ein Keller, dessen Abdichtungssystem bislang nur Erdfeuchte oder nichtstauendem Sickerwasser standhalten musste, steht nun plötzlich im Grundwasser. „Hätte der Architekt doch nur einen höheren HGW bedacht!“ wird mancher Hausbesitzer ausrufen und über Regressforderungen nachdenken.

HGW ist der „Höchste Grundwasserstand“, der als die wichtigste Kenngröße bei der Planung der Bauwerksabdichtung zu betrachten ist. Fehler hierbei führen zwangsläufig zu Haftungsansprüchen, weshalb jeder Planer gut beraten ist, die paar Euro für eine schriftliche Auskunft der zuständigen Behörde auszugeben.

Ein Praxisbeispiel sei genannt: nach der Wende und der Wiedervereinigung der Stadt Berlin gab es infolge Strukturänderungen Einstellungen der Grundwasserförderung im Bereich des Wasserwerkes Johannisthal. In deren Folge wurden zahlreiche Keller im Siedlungsgebiet Britz des Stadtbezirkes Neukölln unter Wasser gesetzt.

Mängel und Beschädigungen der Abdichtung

können sich auch erst nach Jahren einstellen bzw. auswirken.

Ursachen hierfür können sein:

- Spitze Steine oder Schutt kamen beim Verfüllen der Baugrube an ungeschützte Abdichtungsflächen, infolge Bewegungen durch Setzungen kann die Abdichtung beschädigt werden
- Aggressive Beimengungen im Grundwasser führen zur Zerstörung
- Materialermüdung bzw. -versprödung führt zum Versagen der Funktion
- Punktuelle Zerstörungen z.B. durch unbeabsichtigtes Durchbohren, mangelhaft ausgebildete nachträgliche Rohrdurchführungen
- Ablösungen vom Untergrund infolge unsachgemäßer Verarbeitung
- Abrutschen vom Untergrund aufgrund fehlender oder mangelhafter Verwahrung

- Auflösungen und Ablösungen aufgrund ungeeigneter Materialkombinationen
- Materialversagen infolge zu dünnen Aufbringens
- Nachgeben bei Veränderung des Lastfalls
- Zerstörungen durch Frost oder Hitze infolge Freilegens oder fehlender Überdeckung

Mängel und Beschädigungen der Bausubstanz

führen oft zum Versagen der Abdichtung, zumal deren Rissweitenüberbrückung Grenzen gesetzt sind.

Ursachen hierfür können sein:

- Risse in Wänden und Sohlen aus
 - Setzungserscheinungen
 - Zwängungen
 - Spannungen
 - Korrosionserscheinungen
 - Verformungen
- Betonnester, Hohlstellen
- Ab- und Ausplatzungen, Absprengungen, z.B. infolge Bewehrungskorrosion
- Verformungen aus statischen Gründen
- Zerstörungen durch Frost-Tau-Wechsel infolge Freilegens

M. Bumann
17.01.2003