

Dr.-Ing. Michael Heunisch

Beratender Ingenieur u. Prüfenieur

KHP König und Hennrich Planungs-
gesellschaft mbH & Co. KG
Oskar-Sommer-Str. 15-17
60596 Frankfurt
Tel.: 069-630008-0
Fax: 069-63000866
E-mail: ffm@khp-ing.de



Einmal standsicher – immer standsicher?

Betrachtungen eines Prüfenieurs

Die Frage im Thema wird von jedem verneint werden - nichts auf dieser Welt ist ewig, auch nicht die Standsicherheit.

Im Bauordnungsrecht spiegelt sich diese Erkenntnis allerdings nicht wieder. Denn nur bei Neuerrichtung von Bauwerken wird der Standsicherheit ein hoher Stellenwert eingeräumt. Der Nachweis dazu muss der Bauaufsichtsbehörde vorgelegt werden und darf nur von Aufstellern erbracht werden, deren besondere Qualifikation nachgewiesen und anerkannt wurde oder es muss der Nachweis von einem Prüfenieur bescheinigt sein. Weiterhin muss die Ausführung unabhängig kontrolliert und die Ordnungsmäßigkeit bescheinigt werden. Hier engagiert der Staat sich sehr stark, was in keiner Weise zu beanstanden ist.

Bei der Nutzung, der Instandhaltung und bei Änderungen von Bauwerken schwindet das staatliche Interesse merklich. Von Sonderbauten abgesehen besteht keine Genehmigungspflicht, selbst wenn tragende oder aussteifende Teile verändert werden. Es muss nur von einem Fachmann - in Hessen von einem Nachweisberechtigten - die Unbedenklichkeit festgestellt und der Bauherrschaft gegenüber (nicht der Bauaufsicht!) bescheinigt werden. Es ist dem Bescheinigenden überlassen, ob er bei tragenden Wänden und Dächern die Erfordernis einer Überwachung der Ausführung vorschreibt.

Man erkennt, dass das Thema Standsicherheit im Bestand sehr viel lockerer gesehen wird als beim Neubau. Selbst wenn Instandsetzungsmaßnahmen wegen einer Gefährdung der Standsicherheit eingeleitet werden müssen, wird eine Baugenehmigungspflicht i.d.R. nicht gesehen. Wenn die Maßnahme angezeigt wurde und zugleich angekündigt wurde, die Planung und Ausführung von einem Fachkundigen, z.B. von einem Prüfenieur überwachen zu lassen, ist die Bauaufsicht zufrieden gestellt.

Da üblicherweise nie ein hoheitlich tätiger Prüfenieur bei Instandhaltungsmaßnahmen eingeschaltet wird, erscheint es bemerkenswert, dass ich auf diesem Informations-Seminar die Sicht eines Prüfenieurs vertreten soll. Offenbar wird bei allen Fragen, die mit der Standsicherheit zusammenhängen, der Prüfenieur in Fachkreisen als Autorität gesehen, auch wenn das Bauordnungsrecht ihm gar keine Funktion zuweist.

Tatsächlich schwingt die Frage der Standsicherheit sehr schnell bei allen Instandsetzungs- und Unterhaltungsmaßnahmen mit. Das Wort Standsicherheit wird mit den unterschiedlichsten Bedeutungen gebraucht - bisweilen auch missbraucht.

Wie definiert man Standsicherheit?

In einem Gerichtsgutachten fand ich eine feinsinnige Unterscheidung:

Ein Bauwerk könne zwar standfest sein, z.B. weil es seit Jahren schadensfrei steht. Standsicher sei es aber deshalb noch lange nicht; dazu gehöre, dass die Standsicherheit nachgewiesen wird und zwar nach den eingeführten Technischen Baubestimmungen - darauf habe der Nachbar einen Anspruch.

In der Tat verlangt die Bauordnung, die sozusagen das Grundgesetz für das Bauen ist, dass jede bauliche Anlage im Ganzen und in ihren einzelnen Teilen standsicher sein muss. „Standsicher“ ist wohl als unbestimmter Rechtsbegriff zu verstehen. Aus den allgemeinen Anforderungen der Bauordnung, dass die eingeführten Technischen Baubestimmungen zu beachten sind, kann sicherlich nicht geschlossen werden, dass nur standsicher ist, was diesen Bestimmungen entspricht. Andernfalls müssten vermutlich die meisten unserer historischen Bauten wegen fehlender Standsicherheit geschlossen werden.

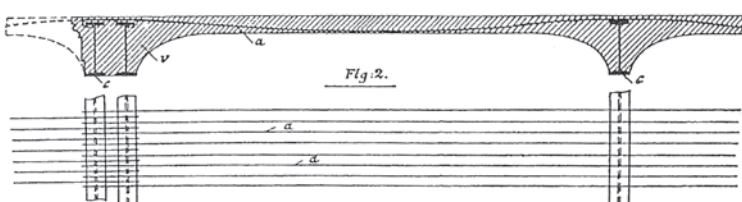
Die Bauordnung selbst lässt auch für Neubauten Abweichungen von den Technischen Baubestimmungen zu. Es muss nur nachgewiesen werden, dass die abweichende Lösung gleichermaßen die allgemeinen Anforderungen erfüllt. (Interessanterweise muss dieser Nachweis nicht von der Bauaufsicht genehmigt werden, er muss nur geführt werden!)

In der Praxis eröffnet sich hier ein weiter Interpretationsspielraum. Ebenso ist es offenbar weitgehend eine Sache des Ermessens, wann und wie Bestandsschutz geltend gemacht werden kann. Grundsätzlich gilt, dass ein legal errichtetes Bauwerk neueren gesetzlichen Anforderungen nicht angepasst werden muss. Wesentliche nachträgliche Änderungen am Bauwerk hingegen heben den Bestandsschutz auf. Es empfiehlt sich daher, ein bestandsgeschütztes Gebäude zu hegen und zu pflegen und auch Instandsetzungsmaßnahmen nur so zu dosieren, dass daraus keine Gefahr erwächst. Bemerkenswerterweise wird die Entscheidung, ob eine Änderung so wesentlich ist, dass der Bestandsschutz erlischt, davon abhängig gemacht, ob die Statik des Gesamtgebäudes neu berechnet werden muss.

Für Bestandsgebäude wird demnach die Standsicherheit auch dann als gegeben angesehen, wenn sie nach längst überholten Regeln gebaut wurden. Allenfalls wenn eine akute Gefährdung unterstellt werden muss, kann sich an dieser Einschätzung etwas ändern.

Bestandsschutz bei alten Konstruktionen

Als Beispiel für eine solche problematische Situation sei hier die Koenensche Voutendecke genannt. Matthias Koenen hatte Ende des 19. Jahrhunderts eine Decke mit dem damals neuen Baustoff Beton entwickelt, die er 1897 patentieren ließ. Die Decke war extrem materialsparend und daher erfolgreich. Sie wurde im Boom des Jahrhundertwechsels in Zehntausenden von Quadratmetern verwandt. In Frankfurt haben wir noch heute viele Schulen, in denen diese Decke unverändert genutzt wird.



KAISERLICHES PATENTAMT.

PATENTSCHRIFT

— № 141745 —

KLASSE 37a.

MATTHIAS KOENEN IN BERLIN.
Eingespannte Voutenplatte für Decken, Brücken o. dgl.
Patentiert im Deutschen Reiche vom 23. Januar 1897 ab.

Die Decke besteht aus Stahlträgern in gerundeten Vouten einer Betonplatte. Typischerweise spannt die Decke über 2,5 m zwischen den Trägern mit einer Plattenstärke von nur ungefähr 7 cm. Die Bewehrung aus Flacheisen hängt - ganze 4 cm²/m - girlandenförmig zwischen den Trägern. Bei 4 cm²/m ist ein rechnerischer Nachweis als durchlaufende Platte unter den vorgesehenen Lasten (Klassenraum 3,5 kN/m²) hoffnungslos - aber die Konstruktion hat zwei Weltkriege überlebt und erfüllt weiterhin unbeanstandet ihre Aufgabe.

Da in öffentlichen Gebäuden, zumal in Schulen, keinerlei Zweifel an der Standsicherheit bestehen darf, hat vor Jahren das Hochbauamt der Stadt Frankfurt in zwei Fällen entschieden, sich durch Belastungsversuche Gewissheit über ausreichende Tragfähigkeit der Decken zu verschaffen. In beiden Fällen erwies sich die Tragfähigkeit deutlich höher als nach Norm im Grenzzustand gefordert und war damit mehrfach größer als die Durchlaufplattenberechnung für den Bruchzustand erwarten ließ.

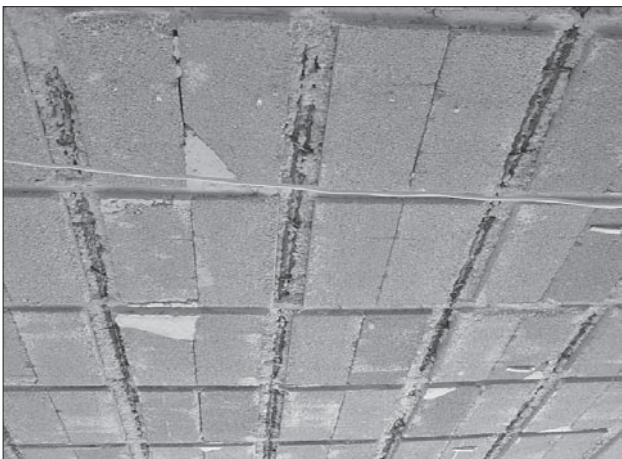
Dieses erstaunlich gute Ergebnis der Traglastversuche lässt sich nur verstehen, wenn man die Bogentragwirkungen mitberücksichtigt, die selbst bei 7 cm starken Platten einen ganz wesentlichen Traganteil liefern. Bogentragwirkung ist aber mit erheblichen Kämpferdrücken verbunden. Solange diese aufgenommen werden können ist die Decke sicher. Die dicken Mauern der Bauwerke aus der Kaiserzeit leisten da viel - aber wehe, es wird ein benachbartes Deckenfeld abgebrochen, dann fällt die Tragfähigkeit zurück auf das Maß, das die Biegeberechnung ausweist.

Im genannten Fall wurde nach den Versuchen von ausreichender Standsicherheit ausgegangen und nur dort, wo durch bauliche Eingriffe die Bogentragwirkung geschwächt wurde, Verstärkungen des Deckensystems vorgenommen. Im Übrigen wurde unter Berufung auf den Bestandsschutz alles belassen.

Nicht augenfällige Baufehler

Bestandsschutz kann natürlich nicht geltend gemacht werden, wenn sich herausstellt, dass das Gebäude seit seiner Herstellung noch nie in einem planmäßigen Zustand war - auch wenn es schadensfrei über Jahrzehnte gestanden hat.

Solche Überraschungen treten oft auf, wenn Decken Jahrzehnte später freigelegt werden, die in eine verbleibende Schalung gegossen wurden. Es zeigt sich häufig, dass der Beton nur auf der Bewehrung liegt, statt sie zu umschließen. Ein Verbund zwischen Bewehrung und Beton ist in keiner Weise gegeben.



*Freie Rippenbewehrung in einer Schule (50iger Jahre)
nach Abnahme eines Heraklitverkleidung*

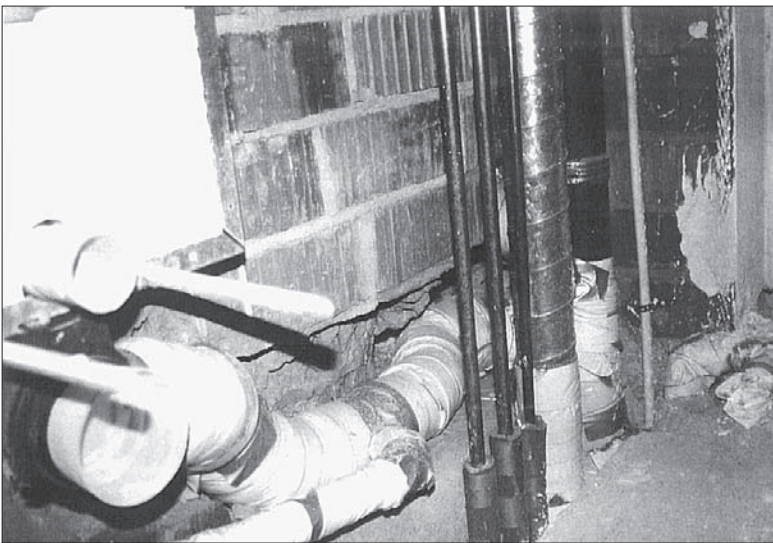


*Freie Rippenbewehrung in einer Kaserne nach Wegnahme
der Schalung aus Röhricht*

Dass solche Decken sich dennoch einwandfrei verhalten haben, hängt auch hier wieder mit einer Bogentragwirkung zusammen. Die Bewehrung wirkt wie ein Zugband eines sich in den teils unvollständigen Rippen und dem Spiegel ausbildenden Gewölbes. Eine Verankerung des Zugbandes kommt dadurch zustande, dass damals die Längsbewehrung in die Rippen aufgebogen wurde, wo sie zur Zugkraftdeckung nicht mehr benötigt wurde.

Stand sicherheitsminderungen durch Eingriffe

Wie anfangs gesagt wird bei Errichtung eines Bauwerks streng auf die Einhaltung der Sicherheit geachtet. Danach kann sie vermindert werden und zwar oft schon sofort nach Errichtung des Rohbaus. Die Sanitärinstallation nimmt häufig keinerlei Rücksicht auf die Tragfunktion der Bauteile.



Entwässerungsleitung statt Mauerwerk



Spannbetonrippe muss Leitung weichen

Im späteren Leben des Bauwerks ist es eine gut gerüstete Armada von Heimwerkern, die ihr zerstörerisches Werk verrichten: Für starke Bohrhämmer stellt ein Bewehrungsstab kein ernst zu nehmendes Hindernis dar. Systematische Bohrungen an Decken werden dann zum Problem, wenn Spannbetonteile vorhanden sind. Spanndrähte verzeihen auch ein leichtes Ankratzen nicht.



Untersicht einer Doppelrippe

3 Bohrversuche

3 Treffer

3 Spanndrähte zerstört!

In einem üblichen Hochbau vermindert sich die Standsicherheit über die Zeit aber ansonsten kaum. Karbonatisierung führt im Innenraumklima praktisch nie zu Korrosionsproblemen. Nur wenn Feuchtigkeit ins Spiel kommt, kann es kritisch werden wegen Korrosion im karbonatisierten Beton oder an Stahlkonstruktionen und einsetzende Fäulnis von Holzbauteilen.

Schadstoffeintrag reduziert die Standsicherheit

Anders sieht es aus bei den Außenbauteilen, bei denen Feuchtigkeit ständig Zutritt hat. Für Betonfassaden ist die Bewehrungskorrosion zwar sehr ärgerlich, aber in den meisten Fällen für die Standsicherheit nicht ernsthaft gefährdend.

Bei den in den fünfziger und sechziger Jahren sehr beliebten Skelettkonstruktionen mit frei bewitterten Tragelementen kann die Standsicherheit durch Bewehrungskorrosion schneller gefährdet werden. Insbesondere korrodierende Eisen im Stützenfußbereich können statisch bedeutsam sein und sind schwer oder überhaupt nicht zu sanieren wegen bauzeitlich erforderlicher Abstützungen. Dann sind Verstärkungen gefragt, z.B. Hülssen etc. Korrodierende Bewehrungen in den bewitterten und voll durchkarbonatisierten Rahmenstützen allein müssen nicht gleich zum Abrisskriterium gemacht werden. Das Schaffen eines Innenraumklimas, d.h. Anbringen einer Außendämmung, kann eine dauerhafte Lösung sein.

Bei Ingenieurbauwerken ist ein Niedergang der Standsicherheit viel stärker zu beobachten als bei üblichen Hochbauten. Hier wird viel häufiger Korrosion an Tragbewehrung beobachtet als bei Hochbauten: Das liegt daran, dass die Teile meist frei bewittert und auch frei sichtbar sind. Das ist das klassische Feld der Betoninstandsetzung und ggf. der konstruktiven Verstärkung. Hier kann und wird viel getan.

Leider gibt es auch Schädigungsprozesse, die in aller Stille ohne sichtbare Symptome vor sich gehen. Die chloridinduzierte Korrosion an Bewehrungen ist ein solches Phänomen. Lochfraßkorrosion führt in der Regel zu keinen Abplatzungen und kann die Tragfähigkeit extrem mindern. Mein Schlüsselerlebnis war das Freilegen eines Stabspanngliedes aus dem St 85/105, der eigentlich als gutmütig bekannt ist. Die Oberfläche war leicht angerostet, der Querschnitt schien aber ansonsten in Ordnung. Als man den Stab nach kurzer Zeit wieder in Augenschein nahm war er gebrochen. Die Bruchfläche zeigt das von außen kaum erkennbare Vordringen des Lochfraßes wie den Gang einer Made. Das mit diesem Wissen geschulte Auge erkannte dann auch an vielen schlaffen Bewehrungsstählen Lochfraßkorrosion. Eine eilig aufgetragene zementhaltige Korrosionsschutzschlämme konnte die Korrosion in den Lochfraßgängen nicht stoppen, wie austretende Rostfahnen zeigten. Alle im betroffenen Bereich liegenden Bewehrungsstäbe mussten als ausgefallen angesehen werden und die Konstruktion entsprechend verstärkt werden.



Lochfraßgang in Spannstab



Lochfraß in Betonstahl

Standicherheit durch Ermüdung gefährdet

Ein ebenfalls nicht augenfälliger und damit eventuell sehr gefährlicherer Rückgang der Standicherheit resultiert aus Ermüdung und Alterung. Eine rechnerische Einschätzung der Standicherheit ist - bei nüchterner Betrachtung - gerade bei Ermüdung nur sehr eingeschränkt möglich, weil die tatsächliche Belastungsgeschichte meist viel zu wenig bekannt ist. Und selbst wo sie nachvollziehbar ist, z.B. bei Schleusen (sowohl Schleusungsanzahl wie auch Größe der Lastwechsel sind exakt nachvollziehbar), bleibt die Aussage unscharf. Oft genug dürfte dem rechnerischen Nachweis zufolge das Bauwerk schon lange nicht mehr stehen und erfreut sich trotzdem ‚besten Gesundheit‘. In manchen (seltenen) Fällen wird allerdings auch ein Bruch festgestellt, wo rechnerisch noch gar keiner zu erwarten war. Im Nachhinein wird dann i.d.R. noch eine Begründung für das unerwartete vorzeitige Versagen gefunden, z.B. die Kerbwirkung einer kleinen Rostnarbe oder eine ungeplante Höherbelastung etc.



*Durch Ermüdung gebrochener Stahl
in einer Schleuse*

Standicherheitsverlust wegen Materialversagens

Wenn ich zuvor sagte, dass sich die Standicherheit bei Hochbauten mit der Zeit selten ändert, so gibt es leider auch Ausnahmen.

So war es eine völlig unspektakuläre beheizte, sogar klimatisierte Produktionshalle, bei der aus heiterem Himmel ein Spannbetonbinder - Gott sei Dank an einem Feiertag - brach und herabstürzte und damit ein als Zeitbombe tickendes Problem offenbarte, das uns noch bis heute beschäftigt. Es gab keinerlei äußeren Anlass für den Einsturz dieses seit fast 30 Jahren stehenden Binders. Als man sich an die Bruchstelle herangearbeitet hatte, zeigte sich ein merkwürdiges Bild in der Bruchfläche der Spanndrähte: Ein großer Teil des Querschnitts war rostbedeckt und nur ein Rest war frisch gebrochen. Manche Drähte konnten mit der Hand aus dem Hüllrohr entnommen werden, weil sie in nur geringer Entfernung bereits vollständig durchgebrochen waren. Bei weiteren Untersuchungen zeigte sich, dass eine große Anzahl von Drähten gebrochen waren, manche sogar nachweislich schon bevor das Hüllrohr verpresst wurde.

Weil mir und niemanden in unserem Hause ein solches Schadensbild bekannt war, wendeten wir uns an das Institut für Bautechnik - und brachten damit einen riesigen Stein ins Rollen.



Eingestürzter Binder



gebrochen

Heute weiß man (hoffentlich), dass bei Spannbetonbauteilen, die mit ölschlussvergüteten Stählen bestimmter Jahrgänge vorgespannt wurden, besondere Vorsicht geboten ist.

Zusammenfassung

All die Beispiele zeigen, dass es Einflüsse geben kann, die sich einer Standsicherheitsberechnung entziehen schlicht deshalb, weil wir sie nicht kennen. In unseren Bewertungen müssen wir solche unbekanntem aber denkbaren Effekte einbeziehen. Hier ist „Engineering Judgment“ gefordert, das nur aus Erfahrung gespeist werden kann.

Die Standsicherheit ist ein unverzichtbares Gut unserer Bauwerke. Ein Standsicherheitsnachweis ist ein wichtiges Hilfsmittel um Erkenntnisse zu gewinnen - aber es sind Rechenergebnisse, die auf mehr oder weniger guten Eingangswerten oder auch Annahmen basieren. In Anbetracht der Ungewissheiten, die diesbezüglich in der Realität herrschen, scheint die heiß diskutierte Frage, nach welcher Norm der Nachweis zu führen sei, doch eine sehr theoretische.

Die so einfache Frage des Bauherrn „Ist das Gebäude standsicher oder muss ich es schließen“ ist in den meisten Fällen so einfach nicht zu beantworten. Eine ehrliche und differenzierte Antwort will niemand hören und würde auch nicht verstanden. Die semantischen Fähigkeiten des Ingenieurs sind hier gefragt, die Antwort so zu formulieren, dass daraus die als richtig erachteten Schlüsse gezogen werden - auf der anderen Seite dem beurteilenden Ingenieur im Grenzfall kein pflichtwidriges Handeln vorgeworfen werden kann.