

## Standfestigkeit und Dauerhaftigkeit von baulichen Anlagen als bauaufsichtliches Problem

Georg Aunap

### Einleitung

Wenn schon über ein so trockenes Thema geschrieben wird, dann möchte ich nicht bei den alten Griechen anfangen, sondern bei den alten Ägyptern. Im Codex Hammurabi, der etwa 1700 v. Chr. aufgeschrieben, 1902 in Susa gefunden wurde und jetzt im Louvre in schöner Keilschrift studiert werden kann, ist nachzulesen:

Wenn ein Baumeister ein Haus baut für einen Mann und macht seine Konstruktion nicht stark, so daß es einstürzt und verursacht den Tod des Bauherrn:  
Dieser Baumeister soll getötet werden.

Wenn der Einsturz den Tod eines Sohnes des Bauherrn verursacht, so sollen sie einen Sohn des Baumeisters töten.

Wird beim Einsturz Eigentum zerstört, so stellt der Baumeister wieder her, was immer zerstört wurde, weil er das Haus nicht fest genug baute, baue er es auf eigene Kosten wieder auf.

Die mangelhafte Standfestigkeit von Bauwerken hat also schon immer die Menschen bewegt und zu gesetzlichen Regelungen Anlaß gegeben.

Seit dem Codex Hammurabi hat sich zwar die Bautechnik weiter entwickelt.

Die entsprechende gesetzliche Regelung ist dagegen ähnlich schlicht geblieben. Es heißt im § 16 der Berliner Bauordnung: Jede bauliche Anlage muß ganz, in ihren einzelnen Teilen sowie für sich allein standsicher und dauerhaft sein.

Wie das im einzelnen allerdings zu bewerkstelligen ist, beschreibt ein recht umfangreiches technisches Regelwerk, mit dem man mühelos mehrere Bücherregale füllen kann.

Wer jedoch die heutigen Strafandrohungen nachlesen will, muß sich der wenig erfreulichen Lektüre des Strafgesetzbuches unterziehen. Der § 323 StGB droht jedem, der bei der Planung, Leitung oder Ausführung eines Baues gegen die allgemein anerkannten Regeln der Technik verstößt und dadurch Leib und Leben eines anderen gefährdet, Strafe an.

So arbeiten auch unsere heutigen Baumeister in dem Spannungsfeld zwischen Anforderungen und Strafandro-

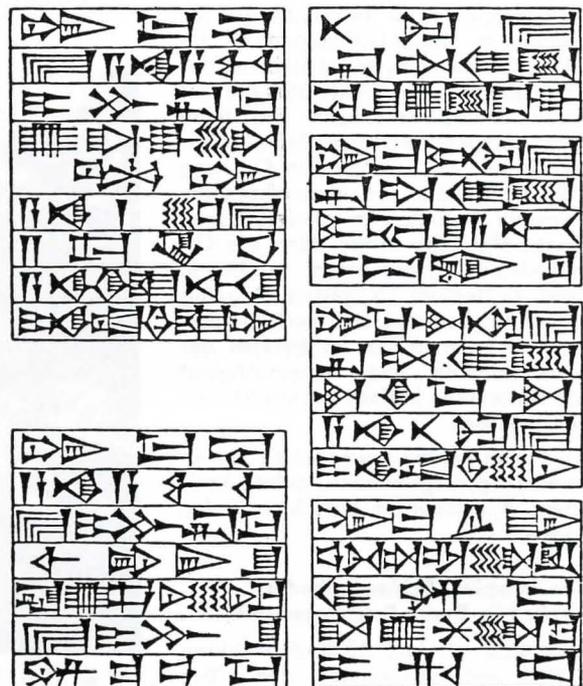


Bild 1.  
Keilschrift aus dem  
Codex Hammurabi

Ltd. Senatsrat Dipl.-Ing. Georg Aunap,  
Berlin.

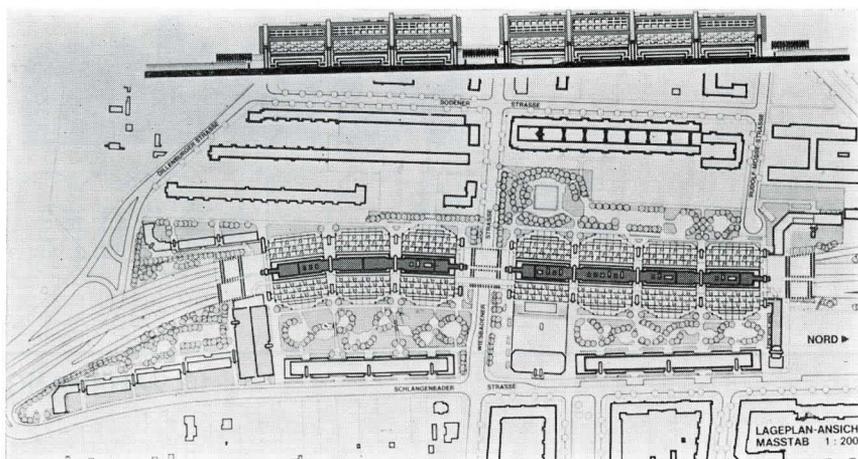


Bild 2. Grundriß und Ansicht der Autobahnüberbauung an der Schlangenhader Straße

hung wie ihre Kollegen im alten Ägypten. Allerdings hat die technische Entwicklung dazu geführt, daß schon seit längerem so mancher Baumeister vor so mancher komplizierten und differenzierten technischen Bestimmung sitzt und ihr das gleiche Verständnis entgegenbringt, als wäre sie in Keilschrift geschrieben. Obwohl die technische Entwicklung schon seit längerem zu den merkwürdigsten und bewundernswertesten Blüten geführt hat, war dennoch alle Welt lange bereit zu glauben, daß sie auch tatsächlich in jedem Fall ein Fortschritt sei. Alle Welt war überzeugt, daß Fragen der Standfestigkeit und Dauerhaftigkeit nun wohl ein Problem nicht mehr sein könnten. In einer Zeit, in der es einem Menschen gelungen war, den Mond zu betreten, war man vom Problembewußtsein in bautechnischen Fragen schon bemerkenswert weit entfernt. In unseren Tagen allerdings beginnt sich der Glaube an die Segnungen unserer technischen Entwicklung zusehends zu verflüchtigen. Und so machten auch prompt in Berlin-Schmargendorf an einem Großbauprojekt im Rahmen der Überbauung einer Stadtautobahn zunächst kleine Setzungen und feine Risse darauf aufmerksam, daß die bautechnische Welt so ganz in Ordnung nicht sein könne. An einem heiteren, sonnigen Vormittag im wunderschönen Monat Mai 1980 wurde dann die Öffentlichkeit durch einen mächtigen Knall im Berliner Tiergarten endgültig darauf hingewiesen, daß auch die bisherigen Erkenntnisse im Bereich der Standfestigkeit und Dauerhaftigkeit von Bauwerken kritisch überdacht werden müssen.

An diesen beiden Bauwerken soll beispielhaft gezeigt werden, welche kritischen Ansatzpunkte sich hier finden lassen.

#### Das Beispiel „Schlangenhader Straße“ in Berlin-Schmargendorf

Seit dem 11. Juni 1980 durchfahren Berlins Autobahnbenutzer den 570 m

langen Tunnel innerhalb des Wohngebäudes an der Schlangenhader Straße. Dieser Verkehrseröffnung ging eine lange und höchst wechselvolle Geschichte der Planung und Baudurchführung voraus. Obwohl es dabei recht interessante Episoden zu schildern gäbe, will ich mich hier nur auf das unser Thema berührende Teilereignis beschränken.

Dennoch sind zum Verständnis ein paar Anmerkungen über die Konstruktion dieses Bauwerks notwendig. Aus dem Querschnitt des Gebäudes wird die beabsichtigte statische Konstruktion deutlich. Das Gebäude ruht im wesentlichen auf einem Rahmen, der seine Lasten über eine Mittelstütze und 2 Seitenstützen in den Baugrund abgibt. Dieser Rahmen hat einen teilweise über 3 Geschosse hinweggehenden hohen Riegel. Er ist daher ein besonders steifes Tragwerk, das die hohen Lasten der Wohnhochhausbebauung unabhängig von den Lasten

aus dem Autobahntunnel in den Baugrund abtragen soll. Diese Unabhängigkeit der Gründung wurde gewählt, um Schall- und Erschütterungsschutz für die Wohnbebauung im Hinblick auf den Autobahnverkehr im Gebäude sicherzustellen.

Veränderte Randbedingungen führten mehrfach zu veränderten Planungen. Wechsel von Bauherren, Finanzierungsvorstellungen, Architektur- und Ingenieurbüros sowie von Bauunternehmen führten auch zu veränderten Konstruktionen und Entwürfen für das Gebäude selbst. Unter zeitlichen, finanziellen und organisatorischen Zwängen vollzogen sich diese Änderungen zum Teil so schnell, daß sie sich gegenseitig überholten. Während schon in der Baugrube die Gründung vorbereitet wurde, mußten in den Konstruktionsbüros noch Änderungen am tragenden System durchgeführt werden. So gab es Zeiten, in denen die vielen Beteiligten für dasselbe Projekt mit unterschiedlichen Entwurfsplänen arbeiteten. Kurz, es war eben ein für Berliner Verhältnisse völlig normaler Vorgang.

Kein Mensch machte sich deswegen irgendwelche vertieften Sorgen. Alle Beteiligten, vom hochdotierten Gutachter bis zum Polier, vollzogen die Wandlungen des jeweiligen Entwurfszustandes mit gewohnter Routine.

Zudem hatte sich der Bauherr bei der Wahl seiner vielen Sachverständigen um erstklassige bundesdeutsche Köpfe bemüht. So waren dann renommierte Experten und erfahrene Büros am Werke, denen alle technischen Erkenntnisse und das ganze heute verfügbare bautechnische Instrumentarium zur Verfügung standen.

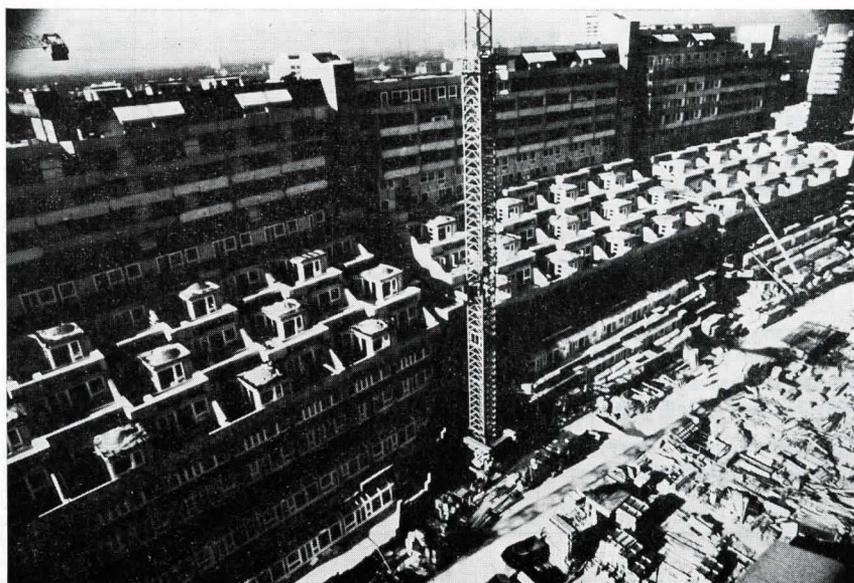
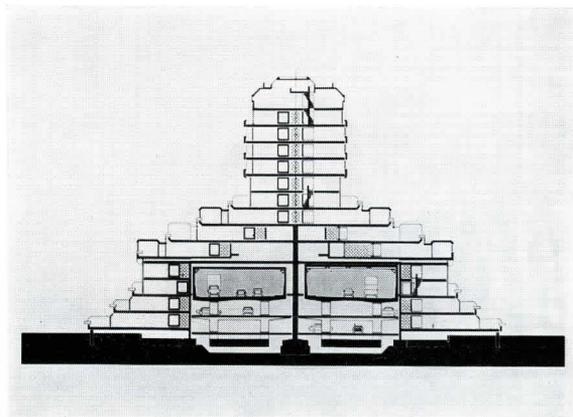


Bild 3. Ansicht der Autobahnüberbauung

Was Wunder, daß bei diesem nicht in jeder Beziehung großartigen, aber doch sicherlich großen Bauwerk auch besondere bautechnische Methoden zur Anwendung kamen. Die Statiker beispielsweise setzten neue Möglichkeiten der elektronischen Berechnung ein und gingen bei der Gründung daher nicht von bestimmten zulässigen Spannungen in der Gründungssohle aus, sondern von bestimmten Bettungsziffern, so daß die Wechselwirkungen zwischen Belastung und Bodenreaktion wieder rückläufig in die Statik einfließen konnten. Angesichts dieser interessanten Methode interessierten den Baugrundsachverständigen gewissermaßen auch praktische Erfahrungen. Er schlug daher vor, die tatsächlich auftretenden Setzungen der Mittelfundamente und der Außenfundamente zu messen, um so einen Aufschluß über das absolute Setzungsverhalten, aber auch über die Setzungsdifferenzen zwischen den einzelnen Fundamentstreifen zu gewinnen. Auf der Grundlage der Baugrunduntersuchungen hatte die statische Berechnung ergeben, daß mit Setzungsdifferenzen zwischen Mittel- und Außenfundament in der Größenordnung von 20 mm zu rechnen sein werde. Die Bewehrung der sehr hohen und steifen Scheibe im Riegel des Rahmens wurde auf die sich daraus ergebenden Spannungen abgestimmt und entsprechend ausgebildet. Auch die bauliche Ausführung, wie die Festlegung einzelner Betonierungsabschnitte, wurde dieser besonderen Konstruktion und deren Erfordernissen angepaßt.

Selbstverständlich wurde auch zur Feststellung des Setzungsverhaltens wieder ein erstklassiger Fachmann auf dem Gebiet des Vermessungswesens beauftragt. Die Ergebnisse dieser Vermessung zeigten allerdings bereits in

Bild 4.  
Querschnitt der Auto-  
bahnüberbauung



der Zeit vom November 1978 bis April 1979, also weit vor der Fertigstellung des Bauwerks, daß sich Setzungsunterschiede bis zu 20 mm einstellen würden und darüber hinaus keine Tendenz erkennbar war, wann dieses Setzungsverhalten abklingen würde.

Am Bauwerk selbst zeigten sich zu dieser Zeit zwar keine Risse, aber dennoch waren alle Beteiligten mindestens irritiert. Es war damals nämlich niemand in der Lage, dieses unerwartete Setzungsverhalten erklären zu können. Da die zulässigen Setzungsunterschiede in der Größe von 20 mm jedoch schließlich erreicht waren, mußten Gegenmaßnahmen erlassen werden, ohne daß man die Ursache dieses Phänomens gekannt hätte.

Dazu hatte man einen wirklich zu lobenden pragmatischen Einfall. Da es lediglich darauf ankam, die Setzungsdifferenz abzubauen, mußten sich die Schwierigkeiten eigentlich beheben lassen, wenn man die Außenfundamente dazu bringen konnte, stärker in die Knie zu gehen.

Die Außenfundamente wurden daher durch Zementsäcke zusätzlich belastet, um sie zu stärkeren Setzungen zu veranlassen. Zement wurde gewählt, weil sich diese Art der Belastung des immerhin schon im Rohbau weitgehend fertiggestellten Gebäudes praktikabler und wirtschaftlicher erwies als etwa eine Belastung durch Sand. Vom April bis Oktober 1979 waren dann auch keine zusätzlichen Setzungsunterschiede festzustellen. Die Experten atmeten auf; dem Bauherrn wurde allerdings klar, daß dieses Setzungsphänomen ihn zusätzliches Geld kosten würde. Er kam auf den für die Experten weniger freundlichen Gedanken, daß irgendeiner seiner Beauftragten diese zusätzlichen Kosten tragen müsse.

Diese Tatsache beflügelte nun die Beteiligten in der Entwicklung von sehr interessanten Theorien, die die Ursachen des Phänomens aufzeigten. Naturgemäß führten einige dieser Theorien im Ergebnis dazu, daß jeweils die anderen Schuld hatten. In dieser Situation griffen auch die Medien diese Fragen auf. Vom Sachverständigen ungetrübt erblühten dort sensationell aufgemachte Enthüllungen, die mit dem tatsächlichen Sachverhalt herzlich wenig zu tun hatten. Der politische Wellenschlag konnte da nicht ausbleiben, und einer alten Faustregel entsprechend machte man sich nun emsig auf die Suche nach dem Unschuldigen, um ihn zu bestrafen.

Die Wohnmaschine an der Schlangenbader Straße zeigte sich von alledem wenig beeindruckt und setzte sich langsam aber sicher weiter. Die Bauaufsicht verschaffte den Beteiligten eine gewisse Atempause mit der zutreffenden und sie selbst wie alle übrigen beruhigenden Aussage, daß eine Setzungsdifferenz von 30 mm noch zugelassen werden könne, wenn ein entsprechender Standsicherheitsnachweis auch dafür zu führen sei. Während die komplizierten statischen Berechnungen dazu aufgenommen wurden, suchte der Bauherr nach einer baulichen Maßnahme, um das Übel der unterschied-

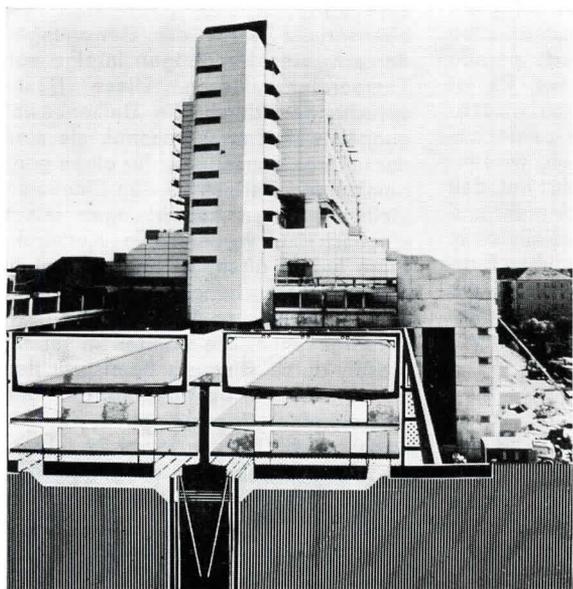


Bild 5.  
Stabilisierung des Mittel-  
fundamentes durch „soil  
fracturing“

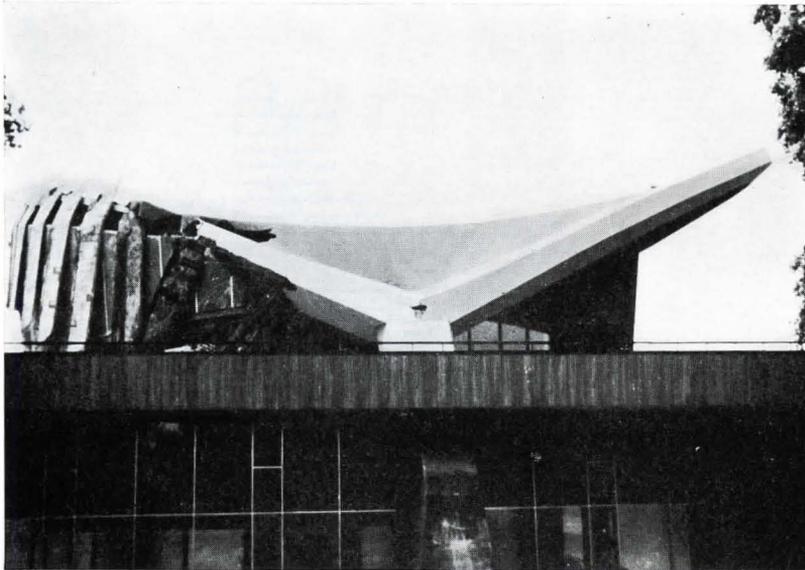


Bild 6. Kongreßhalle Berlin nach dem Absturz des südlichen Bogens

lichen Setzungen angehen zu können, unabhängig davon, welchen verborgenen Grund dieses Phänomen auch haben möge.

Nach Abwägung mehrerer alternativer Möglichkeiten entschied sich der Bauherr für die Methode des „soil fracturing“ unterhalb des Mittelfundamentes. Die Methode war in Deutschland in dem hier vorzunehmenden Umfang bisher noch nicht durchgeführt worden. Danach mußten rechts und links vom Mittelfundament je eine Schleierwand eingebracht werden, die durch eine Reihe von Bohrpfählen herzustellen war. Die Lücken zwischen den Pfählen mußten dann durch Einpressen einer Zementinjektion so abgedichtet werden, daß diese beiden Wände dicht waren und als Widerlager für das eigentliche „soil fracturing“ dienen konnten. Nach einer entsprechenden Erhärtungszeit dieser Wände wurde der anstehende Boden durch Zementinjektionen aufgebrochen, so daß zwischen den Wänden Zementsteinlinsen entstehen sollten. Der Anbieter dieses Verfahrens sah damit nicht nur die Möglichkeit, weitere Setzungen der Mittelfundamente gewissermaßen vorzunehmen, sondern darüber hinaus das Mittelfundament auch noch anzuheben, um die unterschiedlichen Setzungen zu den Außenfundamenten auf diese Weise wieder abzubauen.

Die Bauaufsicht war in der Beurteilung von solchem Optimismus nicht recht zu beflügeln und erteilte die Genehmigung lediglich, nachdem ihr ein unabhängiger Sachverständiger versichert hatte, daß eine weitere Beeinträchtigung der Standsicherheit durch dieses Verfahren nicht zu befürchten sei.

Die wechselvolle Geschichte der Durchführung dieser zusätzlichen

Gründungsmaßnahme bietet genügend Stoff für eine breite Darstellung. Im Rahmen des hier anstehenden Themas mag der Hinweis genügen, daß für das Herstellen der Schleierwand und für das „soil fracturing“ Zement in einem Umfange in den Baugrund eingebracht werden mußte, wie es am Anfang des Verfahrens keiner der Beteiligten auch nur im Entferntesten für möglich gehalten hatte. Auf jeden Fall konnte ein Stillstand der Setzungen des Mittelfundaments erreicht werden und auch Hebungen traten in bemerkenswertem Umfang ein. Allerdings nicht bei dem Mittelfundament, sondern bei den benachbarten Tunnelröhren, die ja eigentlich von dieser Maßnahme nicht betroffen werden sollten.

Das Beispiel zeigt, daß auch der hohe heutige bautechnische Erkenntnisstand, von erstklassigen Fachleuten gehandhabt, dennoch Risiken für die Standsicherheit und Dauerhaftigkeit von Gebäuden nicht auszuschließen vermag. Vielleicht wird auch gerade umgekehrt ein Schuh daraus. Es ist auch denkbar, daß der hohe wissenschaftliche Erkenntnisstand zu dermaßen verfeinerten technischen, wissenschaftlichen Methoden geführt hat, daß die Heranziehung von immer mehr und immer spezialisierteren Spezialisten in der nun einmal gegebenen rauhen Bauwirklichkeit neue Risiken erzeugt, die auch von Einfluß auf die Standfestigkeit und Dauerhaftigkeit sein können.

#### Das Beispiel Kongreßhalle

Am 21. Mai 1980 ging der südliche Randbogen mit dem dazugehörigen Außendach der Berliner Kongreßhalle zu Boden. Doch bevor man bis neun hätte zählen können, wurde die Suche nach den Schuldigen aufgenommen.

Auch hier wiesen viele Zeigefinger in verschiedene Richtungen.

Was war passiert? Die Randbögen der Kongreßhalle erweckten den Eindruck, als trügen sie das Dach dieses Bauwerks. Dieser Eindruck täuschte. Die schweren Stahlbetonbögen wurden vielmehr vom Dach getragen, hauptsächlich von demjenigen Teil des Daches, der über den eigentlichen mittleren Baukörper hinausragte. Eine ganze Reihe von Spanngliedern, die ihrerseits aus mehreren Drähten bestanden, hielt den Bogen fest und war an einem Ringbalken verankert, der oberhalb der Kongreßhallenwand liegt. Um diese Stähle vor Korrosion zu schützen, waren sie in eine dünne Betonplatte einbetoniert worden, so daß sie oben und unten von je ungefähr 2 cm Beton überdeckt waren.

Bei Begutachtung der Einsturzursache stellte sich heraus, daß 8 Spannglieder direkt am Ringbalken bereits längere Zeit vor dem Einsturz völlig gebrochen waren und daß dann das Versagen eines weiteren Spanngliedes zum Abriß der übrigen Spannglieder geführt hat. Der Bogen selbst versagte dann kurz oberhalb seiner beiden Einspannstellen am Widerlager und stürzte insgesamt ab.

Drei sehr kompetente Gutachter für die Teilbereiche Stahl, Beton und Konstruktion wurden beauftragt, kurzfristig die Einsturzursache festzustellen. Sie haben als Einsturzursache im wesentlichen konstruktiv bedingte Mängel erkannt, die im Zusammenhang mit verhängnisvollen Ausführungsfehlern zum katastrophalen Versagen des Tragwerks geführt haben. Für unsere Untersuchung ist die Frage von Interesse, in welcher Beziehung diese Mängel zu dem damals gültigen technischen Regelwerk zu sehen sind.

Die Außendächer mußten selbstverständlich die auf sie einwirkenden Lasten abtragen und waren außerdem beansprucht durch die Bewegungen der schweren Randbögen infolge von Temperatureinflüssen. Diese Beanspruchungen durch die Balkenbewegungen waren zwar bekannt, sie sind nur in ihrer Konsequenz für einen ganz bestimmten Bereich an den Einspannstellen in ihren Auswirkungen falsch eingeschätzt worden. Die Konstrukteure haben offenbar die sehr hohen Biegebeanspruchungen, die mit wechselnden Vorzeichen dort auftreten, nicht vorhergesehen. Sie wählten daher für diesen durch Biegung beanspruchten Bereich eine Konstruktion, die den auftretenden Spannungen nicht gewachsen war. Man hatte vor 24 Jahren, als diese Fehleinschätzung getroffen wurde, noch nicht die langjährigen Erfahrungen mit der Konstruktion von dünnwandigen Tragelementen. Es gab deswegen für die hier zu lösende kon-

struktive Aufgabe auch weder technische Regeln noch technische Vorschriften.

Die Berliner Kongreßhalle wurde landauf und landab als kühn konstruiertes Bauwerk gerühmt, ohne daß in gebührender Weise dem Gedanken Beachtung geschenkt wurde, daß von Kühnheit ja schließlich nur dort gesprochen werden kann, wo eine Lösung in einem Risikobereich gesucht wird. Ist das nicht der Fall, darf man von Kühnheit nicht sprechen.

Ein etwas anderer Aspekt ergibt sich, wenn man sich mit den Ausführungsmängeln beschäftigt. Sie bestanden im wesentlichen darin, daß gerade in den Bereichen, in denen eine besonders hohe Biegebeanspruchung gegeben war, die Spannglieder nicht mittig in der 7 cm dicken Betonschale lagen und zudem der Beton in der Fuge zwischen Kongreßhallenwand und Außendach teilweise von außerordentlich minderwertiger Qualität gewesen ist. Diese Mängel beruhen auf Verstößen gegen die auch damals gültigen bautechnischen Vorschriften.

Eine praktisch durchführbare Bauüberwachung durch die ausführende Firma, den Bauherrn und schließlich auch die

Bauaufsicht konnte immer nur im begrenzten Umfange Ausführungsmängel verhindern. Sie kann es auch in der Gegenwart und in der Zukunft nur. Die bautechnischen Bestimmungen fordern eben deswegen ein bestimmtes Sicherheitsniveau oberhalb der Bruchsicherheit, damit auch gewisse Ausführungsmängel im Regelfall abgedeckt werden können.

Hätten wir aus dem Beispiel der Autobahnüberbauung auf das Risiko geschlossen, daß sich aus der baustellen-gerechten Umsetzung sehr verfeinerter technisch-wissenschaftlicher Erkenntnisse ergeben kann, so müssen wir aus dem Einsturzungsglück der Kongreßhalle uns ins Bewußtsein rufen, daß alle neuartigen Bauweisen, Bautechniken und Konstruktionen immer das Risiko in sich bergen, daß die Dauerhaftigkeit der Standfestigkeit möglicherweise nicht gegeben ist. Die im Vorschriftenwerk eingeschraubten Sicherungen können, wenn sich mehrere sehr ungünstige Umstände überlagern, gelegentlich plötzlich durchbrennen.

#### Zusammenfassung

Es stellt sich abschließend die berechtigte Frage, was wir mit dem nun ge-

wonnenen Risikobewußtsein anfangen. Muß uns die Verunsicherung befallen und uns ständig die Furcht vor dem Versagen der von uns benutzten Bauwerke begleiten?

Ich möchte diesen Schluß nicht ziehen. Wir sollten uns allerdings darüber im klaren sein, daß die Standfestigkeit auf Dauer ein bauaufsichtliches Postulat ist und bleiben muß. Ob auch die sogenannten kühnen Bauten dieser Anforderung immer Rechnung tragen, muß besonders sorgfältig überprüft werden.

Ein gesundes Mißtrauen bei allen am Bau Beteiligten gegenüber den neuen und sogenannten fortschrittlichen Bauverfahren und Bauwerken ist durchaus angebracht. Bei der bisher erbauten Umwelt ist gottlob die Zahl der versagenden Bauwerke außerordentlich gering. Wir brauchen uns daher nicht mit übertriebener Ängstlichkeit in der von uns und unseren Vorfahren gebauten Umwelt zu bewegen. Wir müssen uns nur des Restrisikos bewußt sein, es überall da, wo wir Einfluß haben, möglichst klein halten und im übrigen Erich Kästner zustimmen: „Seien wir mal ehrlich, Leben ist immer lebensgefährlich.“

# Maßnahmen zur Schadenverhütung bei Tragluftbauten

(Gedanken zur Norm DIN 4134)

Heinz-Jürgen Brandt

„Tragluftbauten sind bauliche Anlagen, deren äußere Raumabschließung aus einer flexiblen Hülle (mit oder ohne Seilverstärkung) besteht, welche von der durch Gebläse unter Überdruck gesetzten Raumluft getragen wird.“ Diese Definition am Anfang der Norm DIN 4134 „Tragluftbauten – Berechnung, Ausführung und Betrieb“ stellt zwei wesentliche Eigenschaften heraus, die typische Gefahrenmomente bergen: Die Raumbegrenzung besteht aus einer beweglichen Hülle, in der Regel textilen Geweben, die gegen mechanische Verletzungen anfällig ist. Sie wird getragen und in der vorgegebenen Form gehalten durch die unter ständi-

gem Überdruck stehende Raumluft, ein statisches System, das störanfälliger als herkömmliche Tragwerke ist. International bekannt ist diese Bauweise als Teilbereich der „pneumatischen Konstruktionen“, sie ist in vielen Teilen der Welt verbreitet. Aufgekommen ist sie in den 60er Jahren, weil sie dem großen Bedarf an Leichtbauten von geringem Eigengewicht und schneller Mobilität entgegenkam.

Tragluftbauten können große Räume witterungsgeschützt umschließen und trotzdem schnell auf- und abgebaut sowie mit verhältnismäßig geringem Aufwand an einen anderen Standort verlegt werden. Es lassen sich völlig neue Raumformen gestalten, die von dem gewohnten Bild starrer Raumgeometrie abweichen (Titelbild, Bilder 1 bis 3).

Zweck der Norm ist, die Voraussetzungen für Stabilität und Sicherheit

der Tragluftbauten festzulegen. Wenn auch die wesentliche Voraussetzung für die Stabilität die Einhaltung eines bestimmten Druckes ist und damit ein ständiger Energie-Aufwand für den Betrieb der erforderlichen Gebläse verbunden ist, so hat doch diese Bauweise auch in der Zeit des Energie-sparen-Müssens ihre Bedeutung behalten. Dies gilt besonders für Nutzungsarten, bei denen auf Raumheizung oft verzichtet werden kann, wie z. B. bei Lagerhallen.

Gegenwärtig werden die Möglichkeiten einer wärmedämmenden Ausbildung der flexiblen Hülle untersucht, um bei Nutzung für den Aufenthalt von Personen, z. B. bei Sporthallen, den Energieaufwand für die Beheizung zu verringern.

Der Verzicht auf ein starres Tragwerk, die ausschließliche Verwendung der unter Überdruck gehaltenen Raumluft

*Dr.-Ing. Heinz-Jürgen Brandt, Oberbaurat beim Bauordnungsamt der Baubehörde Hamburg.*