

1 Die Verantwortung des Brückenbauingenieurs – Ein Plädoyer für kleine Brücken

*Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Manfred Curbach, Dr.-Ing. Silke Scheerer
TU Dresden, Institut für Massivbau*

1.1 Einleitung

Ohne eine gebaute Umwelt wäre unser heutiges Leben nicht denkbar. Wohnen, Bildung, Arbeiten, Mobilität, Information, Ver- und Entsorgung und vieles mehr wäre ohne Straßen, Gebäude, Fabriken, Verkehrswege oder Sendemasten nicht denkbar. Wir Bauingenieure haben daran einen großen Anteil und dürfen zu Recht stolz auf das bisher Geleistete sein. Dennoch müssen wir uns vor dem Hintergrund unserer heutigen Gesellschaftsform die Frage stellen, ob wir unser Wirken auf das reine Konstruieren und Bauen beschränken dürfen oder ob wir Ingenieure nicht vielmehr die Pflicht haben, quasi über unseren Tellerrand hinauszusehen.

Was ist Verantwortung ganz allgemein bzw. die des Ingenieurs im Speziellen und wie können wir als Bauingenieure uns verantwortungsbewusst in die Gesellschaft einbringen? – Diesen Fragen soll im folgenden Beitrag nachgegangen werden.

1.2 Zum Begriff „Verantwortung“

Nach heutigem Verständnis bezeichnet der Begriff „Verantwortung“ die Pflicht, die eine handelnde Person oder Personengruppe gegenüber einer anderen Person oder Personengruppe hat [1]. Diese Pflicht besteht z. B. aufgrund von Gesetzen oder aufgrund von religiösen oder ethischen Grundsätzen. Oft gibt es konkrete Instanzen, die die Verantwortung einfordern können oder vor der sich der Handelnde rechtfertigen muss. Unabhängig davon kann aber eine frei handelnde Person auch eine freiwillige Verantwortung aufgrund eines individuellen Ideals oder auch einer freiwilligen Verpflichtung übernehmen.

Der Verantwortungsbegriff ist - wie so Vieles - einem stetigen Wandel unterworfen. Noch vor wenigen hundert Jahren rechtfertigten die Menschen ihr Handeln gegenüber Gott. In unserer gegenwärtigen freiheitlichen Gesellschaft legt im Allgemeinen die Gesellschaft die Normen fest, gegenüber denen wir unser Handeln rechtfertigen müssen. Die Verantwortung des Einzelnen betrifft aber auch nicht mehr nur seine konkreten, privaten Handlungen in einem begrenzten Umfeld. Der Erfinder muss sich heute fragen lassen, welche positiven und negativen Einflüsse eine Technologie auf die Menschheit oder die Umwelt haben kann. Jeder Einzelne trägt Verantwortung für seine Mitmenschen und auch für deren Handlungen, soweit er sie einschätzen kann [2].

Dies gilt für alle denkenden Wesen, für Ingenieure, Wissenschaftler oder auch Politiker aber insbesondere, auch wenn die Folgen einer Entdeckung, einer Entwicklung oder Entscheidung oft vom Einzelnen gar nicht abschätzbar sind. Einleuchtend wird diese Aussage beispielsweise dann, wenn man an die Forschungen von Otto Hahn, Lise Meitner und Fritz Straßmann denkt, deren bekanntestes und wohl bedeutendstes Ergebnis die Entdeckung der Kernspaltung war [3] (Bild 1.1). Was 1939 als Experiment im Labor begann, führte bereits im Juli 1945 zur Zündung der ersten Atombombe in der Alamogordowüste in New Mexico und wenig später zum Abwurf von Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki. Die Forscher um Otto Hahn waren zwar mitnichten an der Entwicklung einer Bombe beteiligt, dennoch fühlte sich Hahn mitverantwortlich [4], da durch seine Entdeckung der Weg für die Erfindung dieser Waffe geebnet worden war. Dieses Beispiel ist bis heute Symbol für die Ambivalenz von Technik und Fortschritt.

Der Begriff „Verantwortung“ selbst ist allerdings noch gar nicht so alt. Lt. [1] wird üblicherweise auf das Deutsche Wörterbuch der Brüder Grimm verwiesen [5], welches in den Jahren 1854 bis 1961 in 16 Bänden erschie-

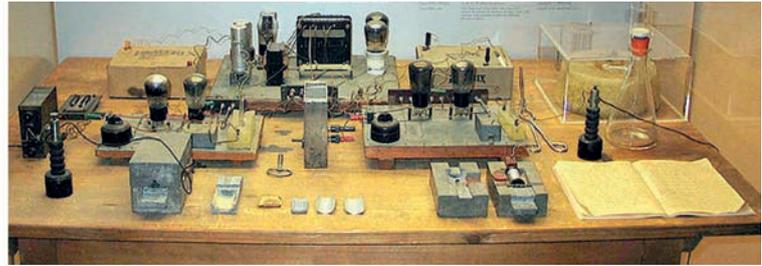


Bild 1.1: Links: Würdigung von Otto Hahn durch eine Briefmarke der Deutschen Bundespost; rechts: Versuchsapparaturen, mit denen Otto Hahn, Lise Meitner und Fritz Straßmann nach Transuranen suchten und mit denen Hahn und Straßmann am 17.12.1938 die Kernspaltung entdeckten [3]

nen ist. Hiernach wurde der Begriff ab etwa der Mitte des 15. Jahrhunderts nachweislich verwendet, das Verb auch schon früher.

Verantwortung und Handlungsfreiheit bedingen einander, denn Verantwortung kann nur jemand übernehmen, der auch tatsächlich hätte anders handeln können [6]. Heute spielt auch die kollektive Verantwortung eine bedeutende Rolle, bei der eine Gruppe von Menschen etwas bewirkt und dann auch verantworten muss. Dabei kann diese Gruppe sogar mit einem Staat gleichgesetzt werden. Wolfgang Schäuble formulierte dazu treffend: „Freiheitliche Verfassungen leben ja nicht davon, dass der Staat alles regelt, sondern dass die von ihnen profitierenden Bürger und Institutionen selbst wissen, dass Freiheit auch eigene Verantwortung bedeutet.“ [7].

Vor etwa 40 Jahren entspann sich – vor dem Hintergrund des gesellschaftlichen und technologischen Wandels – ein Diskurs über unsere Verantwortung für die Zukunft. „Das Prinzip Verantwortung“ von Hans Jonas [8] entstand aus dem Anliegen heraus aufzuzeigen, dass der Mensch zwar mittlerweile in der Lage ist, sich selbst und die Welt zu zerstören, dass er aber die Verantwortung trägt, dafür zu sorgen, dass die Menschheit und die Welt nicht gefährdet werden: „Handle so, dass die Wirkungen deiner Handlungen verträglich sind mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf der Erden.“ Eine seiner Forderungen lautet: „Es ist die Vorschrift, primitiv gesagt, dass der Unheilsprophezeiung mehr Gehör zu geben ist als der Heilsprophezeiung.“ Dieser Satz klingt zunächst einmal sehr pessimistisch und vielleicht sogar technikfeindlich. Und doch können wir ihn auf das Handeln von Bauingenieuren anwenden. Für uns Bauingenieure ist es selbstverständlich, beim Nachweis einer Druckspannung den 5%-Fraktilwert anstatt des 95%-Fraktilwerts zu verwenden – also die schlechtere Prognose der besseren vorzuziehen.

1.3 Aufgabe und Verantwortung des Bauingenieurs

Die Aufgabe des Bauingenieurs ist es vornehmlich, den Menschen gegen die Naturgewalten Feuer, Erde, Luft und Wasser zu schützen, denn sind diese vier Elemente, die erst das Leben auf Erden ermöglichten, im Übermaß vorhanden, können sie sich ins Negative verkehren [9]. Damit gilt also auch für unsere Umwelt der Satz des Paracelsus, der ursprünglich für Substanzen formuliert worden ist: „Dosis sola venenum facit.“ Allein die Menge macht das Gift. Bei der Erfüllung dieser Aufgabe muss er sich aber stets der Folgen für die Umwelt, die Natur, seine Mitmenschen und die ganze Gesellschaft bewusst sein. Hierin besteht ganz allgemein seine Verantwortung.

Kann man dies aber noch genauer, fassbarer beschreiben? Dazu haben bereits Viele Vieles gesagt. Zu Beginn der 1970er Jahre konnte sich ein Großteil der Befragten mit der Charakterisierung von Technikern und Ingenieuren, sie seien „die Kamele, auf denen die Kaufleute und Politiker reiten“, identifizieren [10]. Das mag (teilweise) so gewesen sein, entspricht aber heute nicht mehr unserem Selbstverständnis als Ingenieure. Aber „was ist und wie weit reicht die Verantwortung des Ingenieurs?“ [11]. Dies zu beschreiben ist nicht ganz einfach, da es an einer klaren Definition mangelt. Für Ärzte gibt es in Anlehnung an den hippokratischen Eid als moderne Form die Genfer Deklaration des Weltärztebundes, die in Deutschland zwar nicht verpflichtend ist, aber quasi als Ehrencodex gilt [12]. Einen solchen allgemeingültigen Berufseid für Bauingenieure gibt es heute hingegen nicht, auch wenn es verschiedentlich schon Bestrebungen gab, einen Ingenieureid zu formulieren, bspw. [13], [14], [15], Bild 1.2. Wir sind also angehalten, uns selbst Gedanken über unsere Verantwortung zu machen, diese auch zu formulieren und - vor allem - danach zu handeln.

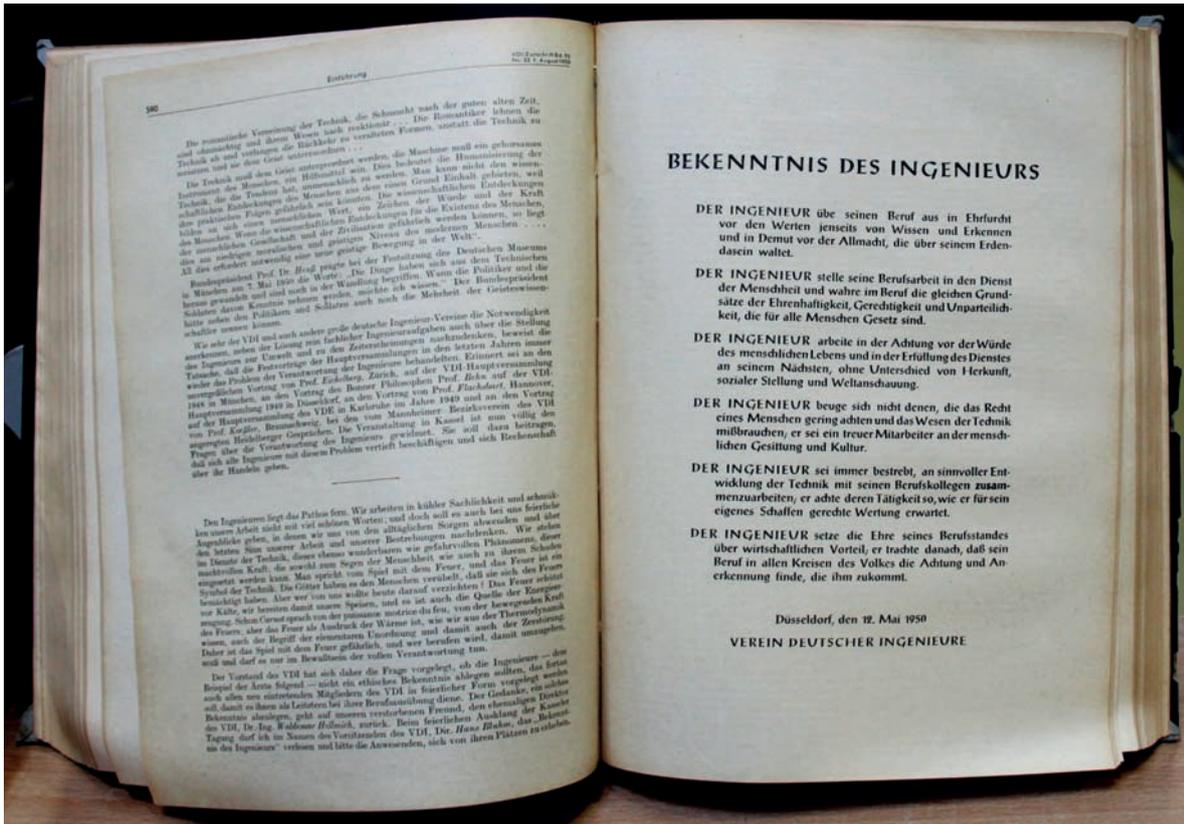


Bild 1.2: Bekenntnis des Ingenieurs, formuliert auf der VDI-Tagung am 16./17. Mai 1950 in Kassel [13]

Es wäre ein aussichtsloses Unterfangen, all die wichtigen und klugen Gedanken zum Thema „Verantwortung des Bauingenieurs“ zu sammeln und niederzuschreiben. Deshalb sollen hier nur einige wenige Punkte niedergeschrieben werden, die besonders wichtig hinsichtlich unserer Verantwortung bei unserer täglichen Arbeit erscheinen:

- Unsere Bauwerke müssen über einen sehr langen Zeitraum sicher, funktional, wirtschaftlich und ästhetisch sein.
- Bei Planung und Ausführung müssen Umweltschutz, Ressourcenschonung und Erhaltung von Werten einen hohen Stellenwert einnehmen.
- Wir müssen unsere Projekte als Ganzes sehen, ihre Auswirkungen auf Gesellschaft und Natur betrachten und auch ihre zukünftigen Auswirkungen versuchen abzuschätzen.

Darüber hinaus müssen wir Bauingenieure unser Tun und auch das Anderer kompetent reflektieren, zum Nachdenken – auch über unser Fachgebiet hinaus – anregen oder auch unsere Mitmenschen für lokale und gesamtgesellschaftliche Probleme sensibilisieren.

1.4 Unsere Bauwerke im Wandel

Ingenieure entwickeln Produkte für eine bestimmte Lebensdauer. Während aber ein Mobiltelefon in Deutschland im Mittel 18 bis 24 Monate genutzt wird, bevor es gegen ein neues Modell ausgetauscht wird [16], müssen unsere Bauwerke mindestens mehrere Jahrzehnte überdauern (Bild 1.3).



Bild 1.3: Unterschiedliche Nutzungszeiträume: ein mehr als 2000 Jahre altes Gebäude aus Beton – das Pantheon in Rom, der fast einhundert Jahre alte Beyer-Bau an der TU Dresden und nur wenige Monate gebrauchte Handys

1.4.1 Belastungen auf unsere vorhandenen Bauwerke

Während der Nutzungsdauer sind die Bauwerke verschiedensten Einflüssen ausgesetzt. Wenn wir an unsere Brücken denken, fallen uns sofort die enormen Belastungssteigerungen infolge des zunehmenden Verkehrs (Bild 1.4) und der immensen Erhöhung der zulässigen Gesamtgewichte und Achslasten ein (Bild 1.5). Aktuelle Prognosen gehen zudem auch weiterhin von einer deutlichen Zunahme des Güterverkehrs auf unseren Straßen aus, z. B. [16]. Laut einer Studie [17] ist beispielsweise, ausgehend vom Basisjahr 2004, bis 2025 mit einer 55 %igen Steigerung des Straßengüterfernverkehrs zu rechnen.



Bild 1.4: Verkehrssituation im Wandel; links: Autobahn am Flughafen Frankfurt 1954, rechts: Stausituation heute

Diese Lasten müssen von einem teilweise schon recht betagten Straßen- und Wegenetz ertragen werden. Bild 1.5 verdeutlicht am Beispiel der Bundesfernstraßen die Altersstruktur des heutigen Brückenbestandes. Viele Bauwerke wurden zwischen 1965 und 1985 im Zuge des Aufbaus und der Erweiterung der Infrastruktur errichtet [18], [19]. Folglich sind sie i. d. R. maximal für die Brückenklassen BK 60 oder BK 60/30 ausgelegt. Auch wenn sie damals sorgfältig geplant und gebaut wurden, entsprechen sie nicht mehr dem heutigen Standard. Zudem haben sie mit einem Alter zwischen 25 und 45 Jahren eine Lebensdauer erreicht, in der in aller Regel naturgemäß die ersten größeren Instandsetzungsarbeiten erforderlich werden. Um die Bauwerke dennoch weiter sicher nutzen zu können, sind entweder Sanierungen, eventuell Verstärkungen oder alternativ Fahrbahneinschränkungen, Geschwindigkeitsbegrenzungen o. ä. nötig.

Außer den veränderten Verkehrslasten dürfen aber auch die Klimaveränderungen nicht außer Acht gelassen werden – unabhängig von deren Ursache. In unseren Breiten erleben wir derzeit einen Temperaturanstieg. Gleichzeitig wurde eine Verringerung der Niederschlagsmenge im Sommer, ein Anstieg im Winter beobachtet [20]. Somit wird beispielsweise Schnee feuchter und schwerer, was zu einer Anpassung der Lastannahmen führen muss. Ebenso müssen Windextreme stärker berücksichtigt werden. Ob derzeit die Anzahl Tornados in Deutsch-

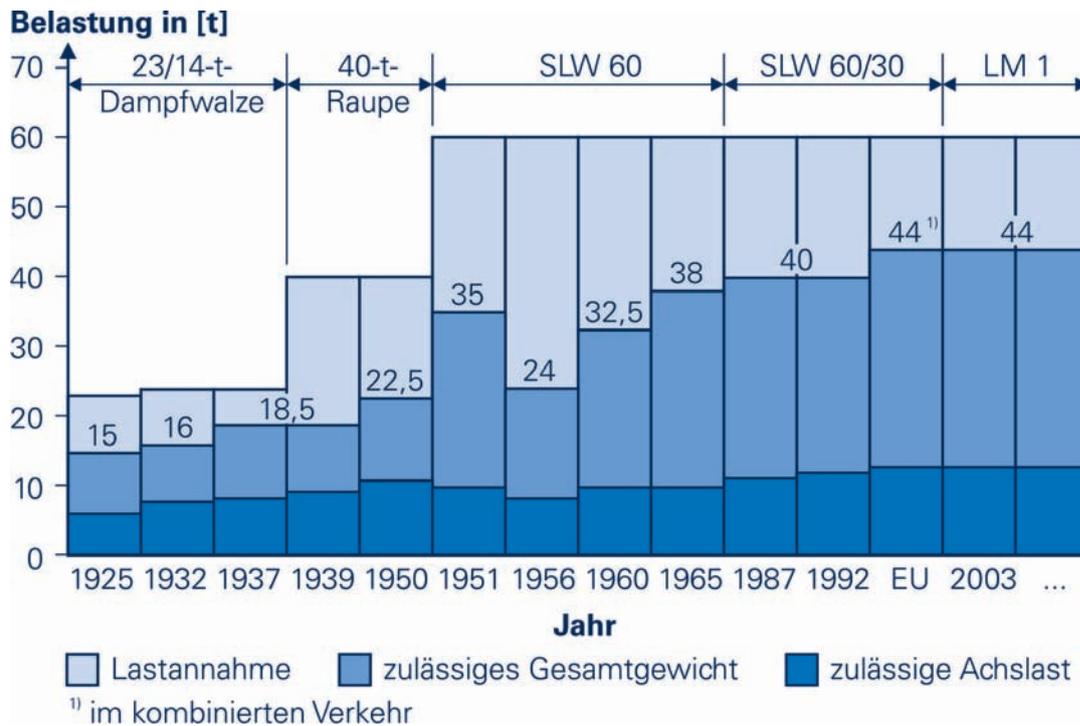


Bild 1.5: Entwicklung der Brückenklassen und der zulässigen Gesamtgewichte, aus [18]

land zunimmt oder nicht, ist nicht endgültig geklärt. Dies liegt vor allem daran, dass die Tornadoforschung in Deutschland noch relativ jung ist. Experten des Deutschen Wetterdienstes sehen bislang keine zunehmende Tendenz, können aber Stärke und Anzahl der Ereignisse aufgrund der Sensibilisierung für das Thema und modernerer Messgeräte immer genauer benennen [21]. Üblich sind immerhin zwischen 20 und 60 Tornados pro Jahr in Deutschland, was eine nicht zu verachtende Anzahl darstellt, was sich aber in unseren aktuellen Lastannahmen nicht entsprechend widerspiegelt.

1.4.2 Neubau oder Erhalten?

Wenn wir die Bausubstanz in Deutschland betrachten, fällt es schwer, ihren monetären Wert genau zu beziffern. Die reale Größenordnung dürfte aber heute bei etwa 25 Billionen Euro liegen, z. B. [22], [23]. Diese Zahl wird begreifbar, wenn man sich folgendes Szenarium vorstellt. Wenn jede unserer gebauten Strukturen 100 Jahre hält, bevor sie ersetzt werden muss, müssten wir jährlich 250 Milliarden Euro in den Neubau investieren, um unseren heutigen Stand halten zu können. Tatsächlich investieren wir pro Jahr ca. 120 Milliarden Euro, so dass jedes Bauwerk eine Lebensdauer von 200 Jahren haben müsste. Beide Gedankenspiele sind unrealistisch, zumal bei einer solchen Rechnung beispielsweise auch kein Spielraum hinsichtlich gesteigerter Beanspruchungen auf und Anforderungen an unsere Bauwerke besteht. Eine Utopie auch deshalb, weil es leider heute immer wieder Gebäude gibt, die schon vor der Übergabe an den Nutzer saniert werden müssen. Erinnerung sei an den Schürmannbau – ein Schadensfall, der sicher noch sehr vielen im Gedächtnis geblieben ist.

Unsere heutigen Normen gehen von einer Lebensdauer von 50, 80 oder 100 Jahren aus. Im Hinblick auf Kosten und den dringend erforderlichen, schonenderen Umgang mit unseren natürlichen Ressourcen ist es aber unumgänglich, dass wir Ingenieure unsere Bauwerke für einen noch längeren Zeitraum planen und sie auch entsprechend sorgfältig umsetzen. Hier muss unbedingt ein Umdenken bei allen – Bauherren, Bauschaffenden und Nutzern – stattfinden. Neben dem Neubau müssen wir in Zukunft noch mehr Wert auf Sanierung, Erhalt und Instandsetzung legen. Positive Beispiele gibt es sowohl im Brücken- als auch im Hochbau schon viele (Bild 1.7), sie sind aber noch nicht ausreichend. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Ingenieure von normativen Gremien und auch von der Forschung unterstützt werden. Erstere müssen Werkzeuge in Form von Richtlinien, Hand-

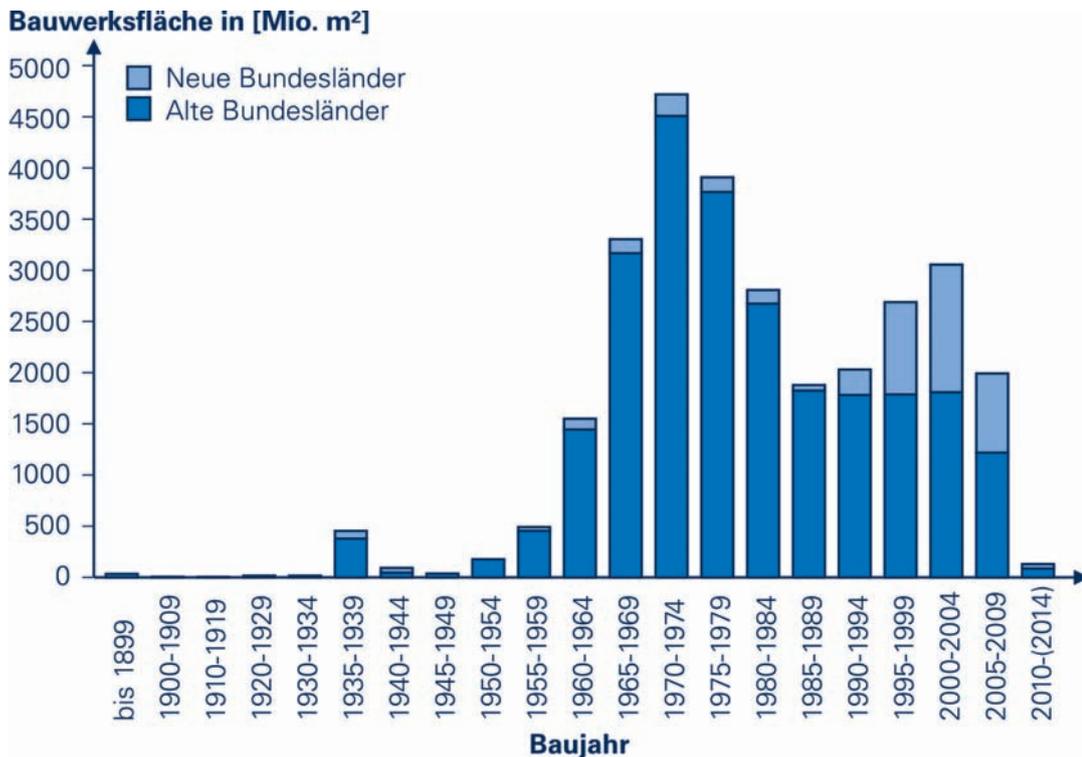


Bild 1.6: Altersstruktur der Brücken im Zuge von Bundesfernstraßen (Stand 2011), nach [18]

lungsanweisungen u. ä. zur Verfügung stellen (z. B. [24]); die Forschung kommt dann ins Spiel, wenn z. B. bisher ungeklärte Tragmechanismen aufgeklärt oder neue Methoden umgesetzt werden sollen (Bild 1.7).

1.5 Rekorde und neue Bescheidenheit

Eine Lebenserwartung jenseits der heutigen Maßgaben erfordert das bereits angesprochene Umdenken. Es kommt hinzu, dass wir beim Neubau darauf achten müssen, dass wir Ressourcen schonen, den Energieaufwand bei Herstellung und Betrieb minimieren und dass wir – auch auf lange Sicht – ästhetische Bauwerke erstellen. Dabei muss eine zeitlose Schönheit erreicht werden, wie sie z. B. die Salginatobelbrücke von Maillart aufweist (links in Bild 1.8), frei von den scheinbaren Zwängen kurzfristiger Modetrends. Manches Bauwerk, was vor wenigen Jahrzehnten noch als Fortschritt galt, empfinden wir heute unter Umständen als unästhetisch. Beispielhaft sei die Epoche des Brutalismus (von „béton brut“ = Sichtbeton) angeführt, deren Blütezeit in den 1950er und 1960er Jahren lag und wofür ein Beispiel rechts im Bild 1.8 zu sehen ist.

Was sich als Forderung ganz einfach aufschreiben lässt, ist jedoch in jedem Bereich eine enorme Aufgabe und wir müssen uns eingestehen, dass wir hier noch am Anfang stehen [9]. Ohne Frage gibt es in Deutschland sehr schöne Brücken, die von hoher Ingenieurbaukunst zeugen. Eine kleine Auswahl wurde erst gestern anlässlich der Verleihung des Deutschen Brückenbaupreises 2012 präsentiert. Insgesamt waren sechs Bauwerke nominiert worden. Die Brücke mit der kleinsten Hauptspannweite von 44 m war die Scherkondetalbrücke (bei 576,5 m Gesamtlänge), die insgesamt kürzeste Brücke war mit 110,6 m die „Blaue Welle“ in Flöha [25], [26], [27]. Wenn man den Bestand an unseren heutigen Brücken betrachtet, kann man feststellen, dass alle nominierten Brücken relativ groß sind. Aber ist das der Regelfall in Deutschland? In [18] wurden diesbezüglich interessante Zahlen veröffentlicht. So heißt es zum Beispiel, dass die überwiegende Mehrheit der Brückenbauwerke lediglich 5 bis 30 m zwischen den Widerlagern überspannen. „Große Talbrücken mit Längen von über 100 m haben dagegen zahlenmäßig ... nur einen Anteil von unter 10 % des Bestands ...“, heißt es dort weiter. In der ehemaligen DDR war der Brückenbau ebenfalls von kleinen bis mittleren Stützweiten geprägt. Lediglich etwas mehr als 7 % der Brücken der Autobahnen, Fernverkehrsstraßen und Bezirksstraßen hatten eine Spannweite von mehr als 30 m



Bild 1.7: Wege zum Erhalt unserer Bauwerke; linke Seite, oben: Albertbrücke in Dresden und Behelfsbrücke für Fußgänger und Radfahrer während der Sanierung; Mitte: Belastungsprobe einer Eisenbahnbrücke nach der Sanierung; unten: Tragfähigkeitstest eines für Querkraft verstärkten Plattenbalkens bei 2 Mio. Lastwechseln; rechte Seite, oben: Verstärkung einer Hyparschale mit Textilbeton; unten: Materialprüfung an einem Spannstahl

[28]. Eine Vielzahl der Bauwerke wurde aus katalogisierten Fertigteilen errichtet, z. B. [29], was zwar preiswert und schnell, aber auch eintönig war. Auch der Brückenbestand der Deutschen Bahn wird durch Bauwerke mit kleineren und mittleren Spannweiten geprägt. Laut [30] haben 96 % der Bauwerke Stützweiten bis 30 m, 65 % sind sogar nur maximal 10 m weit gespannt.

Bisher werden vorwiegend große Brücken prämiert. Dabei prägen kleine Brücken unsere Umwelt ungleich häufiger als die viel beachteten Großbrücken. Mit diesem Problem stehen wir Ingenieure in Deutschland nicht allein da. Auch international wird vor allem auf gebaute Rekorde geblickt. Diese faszinieren, bringen i. d. R. die Bautechnik voran, manchmal stellt sich aber auch die Frage nach dem Sinn von „Höher – Schneller – Weiter“. Zwei



Bild 1.8: Zeitlos schön: die Salginatobelbrücke von Maillart (1929/30); heute unästhetisch: die Wotrubakirche in Wien (1974-76)

Beispiele aus besonderen Bereichen des Ingenieurbaus – dem Hochhausbau und dem Brückenbau – seien kurz vorgestellt.

Als erstes Gebäude des modernen Hochhausbaus zählt das Home Insurance Building, welches mit 44 m Höhe 1885 in Chicago errichtet wurde [31]. Seither entwickelten sich die Höhen rasant, bis 2010 der 828 m hohe Burj Khalifa eröffnet wurde, ein Gebäude mit einer fast unvorstellbaren Höhe (links im Bild 1.9). Erstmals wurde bei diesem Gebäude beispielsweise Beton bis in über 600 m Höhe gepumpt. Dazu waren eine spezielle Betonrezeptur, umfangreiche Vorversuche vor Ort und die Weiterentwicklung von Betonpumpen notwendig, z. B. [32].

Im Brückenbau ist eine derzeitige Rekordhalterin die Akashi-Kaikyō-Brücke (rechts im Bild 1.9), die in Japan die Hauptinsel Honshu mit der kleineren Awaji-Insel verbindet. Die Brücke wurde 1998 eröffnet und ist seitdem mit einem Pfeilerabstand von 1990,8 m die Brücke mit der größten Spannweite auf der Welt. Um sie ausreichend widerstandsfähig gegenüber Erdbeben und Tsunamis zu machen, wurden verschiedene Schwingungsdämpfer in den Pylonen integriert [33].



Bild 1.9: Zwei aktuelle Rekordhalter: das höchste Gebäude der Welt – der Burj Khalifa in Dubai – und die Brücke mit der größten Spannweite – die Akashi-Kaikyō-Brücke in Japan

Wie lange diese beiden Rekorde aktuell sind, kann man heute nicht mit Bestimmtheit sagen. Pläne für Hochhäuser mit mehr als 1000 m gibt es derzeit mehrere [34], [35]. Das wohl bekannteste Projekt ist der Nakheel Tower, ebenfalls in Dubai, über dessen geplante Höhe jedoch nur spekuliert werden kann. Aufgrund von Finanzproblemen ist das Projekt aber seit 2009 auf Eis gelegt [36], [37]. Und auch noch größere Hängebrücken sind immer wieder im Gespräch, beispielsweise eine Brücke zur Überquerung der Meerenge von Messina – ein Großprojekt, zu welchem wir am heutigen Tage noch einen interessanten Vortrag hören werden.

Ohne Zweifel erfordert der Bau von solchen beeindruckenden Ingenieurbauwerken ein hohes Maß an Inspiration, Knowhow und Mut. Respekt und Hochachtung gebühren den Menschen, die dies bewerkstelligen. Allerdings müssen wir uns dabei stets bewusst sein, dass die Erde nur eines in nahezu unerschöpflicher Menge von außen bekommt: Sonnenenergie. Aber alles andere, was wir auf der Erde haben, ist endlich – und alles, was nicht wiederverwendet werden kann, ist nach einmaliger Nutzung einfach weg [9].

Diese Gedanken finden sich auch im neuen Buch von Kurt Biedenkopf wieder, welches er dem ehemaligen deutschen Wirtschaftsminister und Bundeskanzler Ludwig Erhard gewidmet hat [38]. Biedenkopf begründet seine Widmung wie folgt: „Erhard war nicht nur ein Politiker, er war ein Visionär und Prophet. Seine Ordnung der Sozialen Marktwirtschaft hatte die Kräfte der Bevölkerung freigesetzt und ihr zu Wohlstand verholfen. Aber wie wohl stets im Leben: Die Menschen wollten immer noch mehr. Erhard sah die Gefahr, dass sie über die Anhäufung von Wohlstand den eigentlichen Reichtum des Lebens aus den Augen verlieren könnten. Seine zuletzt fast flehentlichen Appelle an die Deutschen, Maß zu halten, Wohlstand nicht als Selbstzweck, sondern als Chance für ein reiches Leben auch jenseits des Materiellen zu sehen, beeindruckten mich.“

Erhards Aufruf, Maß zu halten, ist auch ein Appell an uns Bauingenieure, damit wir Bauwerke erschaffen, die dem Zweck angemessen sind. „Wenn wir nur begrenzte Ressourcen haben, sollte es doch ... selbstverständlich sein, dass wir diese möglichst maßvoll und optimal einsetzen“. [9] Rekordbauwerke sind ohne Frage bewundernswert, drängendere Probleme stellen aber z. B. menschenwürdige Wohnungen in modernen, stetig wachsenden Megastädten dar, und keine mehr als einen Kilometer hohen Solitäre. Übertragen auf den Brückenbau heißt das, dass womöglich ein revolutionärer neuer Entwurf für Straßen- oder Eisenbahnbrücken mit einer Spannweite von 25 bis 30 m ein Segen für die Bauherren, den Ressourcenverbrauch und – mit Hinblick auf die Ästhetik – für unser Auge wäre. Gute und weniger gelungene Beispiele zeigen die Fotos in Bild 1.10 und Bild 1.11.

Diese komplexe Aufgabe kann nicht von heute auf morgen und auch nicht von einem einzelnen Ingenieur gemeistert werden. Aber um unserer Verantwortung gerecht zu werden, müssen wir kreative Lösungen auch für das kleinste Detail finden und umsetzen. Große Bauwerke können wir erstellen, das wurde schon vielfach bewiesen – um wirklich groß zu sein, müssen wir nun die Meisterschaft im Kleinen anstreben.

1.6 Ausblick

Um unserer Verantwortung als Bauingenieure gerecht zu werden, dürfen wir heute und in Zukunft nicht mehr nur die Berechnung eines einzelnen Brückenbauwerks im Auge haben. Vielmehr gilt es, einer Vielzahl projektübergreifender und gesellschaftlich relevanter Herausforderungen gerecht zu werden. Die wichtigsten seien hier noch einmal kurz zusammengefasst [9]:

- Um unseren hohen Sicherheitsstandard aufrecht zu erhalten, ist es erforderlich, die erwartete Zunahme von Beanspruchungen und das Auftreten neuer Gefährdungen zu berücksichtigen.
- Die Lebensdauer unserer Bauwerke muss dringend erhöht werden, weshalb Instandsetzung und Verstärkung mit ressourcenschonenden Methoden ein neuer Schwerpunkt der Arbeit des Brückenbauingenieurs werden muss.
- Neue Bauwerke müssen ressourcenschonend und für eine längere Lebensdauer als heute üblich entworfen, konstruiert und gebaut werden.
- Wir müssen die Bedeutung der gebauten Umwelt für das seelische Wohlbefinden des Menschen erkennen und berücksichtigen.

„Sei du selbst die Veränderung, die du dir wünschst für unsere Welt.“

Mahatma Ghandi



Bild 1.10: Gestaltung kleinerer Brücken – weniger ästhetische Bauwerke



Bild 1.11: Gestaltung kleinerer Brücken – gelungene Bauwerke

1.7 Literaturverzeichnis

- [1] Wikipedia-Eintrag zum Thema „Verantwortung“. Einsehbar unter: <http://de.wikipedia.org/wiki/Verantwortung>
- [2] WALTHER CHRISTOPH ZIMMERLI: Wandelt sich Verantwortung mit technischem Wandel? In: HANS LENK und GÜNTER ROPOHL (Hrsg.): *Technik und Ethik*, 2. Aufl. Reclam, Stuttgart 1993, S. 92-111
- [3] Wikipedia-Eintrag zum Thema „Otto Hahn“. Einsehbar unter: http://de.wikipedia.org/wiki/Otto_Hahn
- [4] OTTO HAHN: *Mein Leben – Die Erinnerungen des großen Atomforschers und Humanisten*. München 1986
- [5] JACOB UND WILHELM GRIMM: Deutsches Wörterbuch, Band 12, 1, Leipzig 1956, Sp. 79-82; digitalisiert unter <http://kompetenzzentrum.uni-trier.de/de/projekte/projekte/der-digitale-grimm/> einsehbar
- [6] JÜRGEN HABERMAS: Probleme der Willensfreiheit. In: TOBIAS MÜLLER, THOMAS M. SCHMIDT (Hrsg.): *Ich denke also bin ich Ich?: Das Selbst zwischen Neurobiologie, Philosophie und Religion*. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 2011, S. 129-144
- [7] WOLFGANG SCHÄUBLE: *Stuttgarter Zeitung, Ausgabe Landkreis Ludwigsburg* Nr. 40/2009, vom 18. Februar 2009, S. 5; s. a. [1]
- [8] HANS JONAS: *Das Prinzip Verantwortung: Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*. Frankfurt/M.: Insel Verlag 1979, Zitate auf S. 36 und S. 70 dieser Ausgabe
- [9] MANFRED CURBACH: Die Verantwortung des Bauingenieurs. In: Fachbereich Bauingenieurwesen der TU Kaiserslautern (Hrsg.): *Festschrift Ehrenpromotion Curbach*, 16.11.2011 an der TU Kaiserslautern, Veröffentlichung voraussichtlich 04/2012
- [10] EUGEN KOGON: *Die Stunde der Ingenieure*, Düsseldorf 1976; In einer Befragung Kogons für den VDI konnten sich etwa 2/3 von rd. 20.000 Befragten mit der im Text zitierten Formulierung identifizieren.
- [11] HANS-ULRICH KAMMEYER: Was ist und wie weit reicht die Verantwortung des Ingenieurs? – Die Ambivalenz der Technik nötigt dem Berufsstand weitergehende Gedanken als bisher über sein Verhältnis zum Fortschritt ab. *Deutsches Ingenieurblatt DIB* 2009, Heft 9, S. 52-55
- [12] Wikipedia-Eintrag zum Thema „Eid des Hippokrates“. Einsehbar unter: http://de.wikipedia.org/wiki/Eid_des_Hippokrates
- [13] R. PLANCK: Über die Verantwortung des Ingenieurs. In: *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure (VDI)* 92 (1950) 08, Heft 22, S. 589-591
- [14] KLAUS WERWATH: Europas Ingenieure wollen jetzt gemeinsam handeln – 32 europäische Ingenieurkammern verabschiedeten die „Dresdener Deklaration“. *Deutsches Ingenieurblatt* 1998, Heft 6, S. 40-45
- [15] VDI (Hrsg.): *Ethische Grundsätze des Ingenieurberufs*. Düsseldorf, 03/2002 (<http://www.vdi.de/46341.0.html>)
- [16] Wikipedia-Eintrag zum Thema „Handy“. Einsehbar unter: <http://de.wikipedia.org/wiki/Handy>
- [17] ITP; BVU (Hrsg.): *Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025*. Forschungsvorhaben FE-Nr. 96.0857/2005, München/Freiburg, 14.11.2007, 306 S., Download unter: <http://daten.clearingstelle-verkehr.de/220/>
- [18] JOACHIM NAUMANN: *Brückenertüchtigung jetzt – Ein wichtiger Beitrag zur Sicherung der Mobilität auf Bundesfernstraßen*. Dt. Beton- und Bautechnikverein e.V. (Hrsg.), Berlin, 2011
- [19] DIERK THODE: Straßen und Brücken sind Gigalintern nicht gewachsen. In: *Beton- und Stahlbetonbau* 106 (2011) 7, S. 500
- [20] PAUL BECKER: Rede zum Thema Gefahren durch extreme Niederschläge werden ab Mitte des Jahrhunderts deutlich zunehmen. Gehalten auf der gemeinsamen Pressekonferenz des Deutschen Wetterdienstes (DWD), Umweltbundesamtes (UBA), Technischen Hilfswerks (THW) und Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) am 15. Februar 2011 in Berlin (Rede sowie Zahlen & Fakten einsehbar unter: <http://www.dwd.de>)

- [21] Pressemitteilung des Deutschen Wetterdienstes (DWD) anlässlich des Internationalen Expertentreffens beim DWD mit dem Titel: Tornados – auch in Deutschland ein Thema. <http://www.dwd.de>
- [22] UDO PEIL, MATTHIAS FRENZ, STEFAN LOPPE: Bauwerksüberwachung – Warum, Wofür und Wie? In: Freunde des Instituts für Massivbau der Technischen Universität Darmstadt e.V. (Hrsg.): *Sicherheitsgewinn durch Monitoring? Zum 65. Geburtstag von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Grübl*, Braunschweig, Selbstverlag: 2006, S. 335-363
- [23] MANFRED CURBACH: Vom Wert des Bauens. In: MANFRED CURBACH (Hrsg.): *Gebaute Visionen : 100 Jahre Deutscher Ausschuss für Stahlbeton 1907-2007*. Berlin: Beuth-Verlag, 2007, S. 222-234
- [24] BMVBS (Hrsg.): *Richtlinie für die Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand* (Nachrechnungsrichtlinie). Ausgabe 05/2011
- [25] Homepage zum Deutschen Brückenbaupreis 2012: <http://www.brueckenbaupreis.de>
- [26] DB ProjektBau GmbH (Hrsg.): *Neubaustrecke Erfurt–Leipzig/Halle – Eisenbahnüberführung Scherkondentalbrücke*. Flyer, abrufbar unter: <HTTP://WWW.VDE8.DE>
- [27] JÜRGEN STRITZKE: Brückenbau in den deutschen Bundesländern. In: JÜRGEN STRITZKE (Hrsg.): *Tagungsband zum 21. Dresdner Brückenbausymposium am 8. März 2011 in Dresden*, S. 15-72
- [28] ERICH FIEDLER, ROLF NÄSER, WOLFGANG VERCH: Straßenbrücken. In: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.): *Das Straßenwesen der DDR 1949-1989*. Archiv für die Geschichte des Straßen- und Verkehrswesens, Heft 17, Bonn, Kirschbaum-Verlag, 2002, S. 119-211
- [29] Verschiedene Typenbauelemente-Kataloge (TBE-Kataloge), unterschiedliche Ausgabejahre, bspw. für Fertigteilträger für Straßenbrücken oder Überführungsbauwerke über Autobahnen
- [30] STEFFEN MARX, KARSTEN GEISSLER, GUIDO BOLLE: Die Bestandsbrücken der Bahn – eine Jahrhundertaufgabe. In: JÜRGEN STRITZKE (Hrsg.): *Tagungsband zum 16. Dresdner Brückenbausymposium im März 2006 in Dresden*, S. 225-238
- [31] Wikipedia-Eintrag zum Thema „Hochhaus“. Einsehbar unter: <http://de.wikipedia.org/wiki/Hochhaus>
- [32] WILLIAM F. BAKER, D. STANTON KORISTA, LAWRENCE C. NOVAK: Burj Dubai: Engineering the World's Tallest Building. In: *Struct. Design Tall Spec. Build.* 16 (2007) 11, p. 361-375
- [33] MAKOTO KITAGAWA: Technology of the Akashi Kaikyo Bridge. In: *Struct. Control Health Monit.* 2004, H. 11, S. 75-90 (DOI: 10.1002/stc.31)
- [34] NORBERT SCHWALDT: Kingdom Tower – Bin-Laden-Gruppe baut höchsten Turm der Welt. Erschienen am 03.08.2011 bei *welt-online*
- [35] sto/dapd: Mega-Wolkenkratzer – Aserbaidshon will höchstes Gebäude der Welt bauen. Erschienen bei *Spiegel online* am 25.01.2012
- [36] Informationen zum Naheel Tower: <http://www.nakheelharbour.com/#/faq>
- [37] Wikipedia-Eintrag zum Nakheel Tower: http://de.wikipedia.org/wiki/Nakheel_Tower
- [38] KURT BIEDENKOPF: *Wir haben die Wahl. Freiheit oder Vater Staat*. Propyläen Verlag Berlin, 2011

1.8 Bildnachweise

- Bild 1.1:** links: Briefmarkenserie der Deutschen Bundespost für Nobelpreisträger der Physik und Chemie. Erstausgabetag: 09.08.1979, scanned by NobbiP, Download unter: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:DBP_1979_1020_Otto_Hahn_Kernspaltung.jpg&filetimestamp=20100817191649
- Bild 1.1:** rechts: Foto von Luidger im Deutschen Museum München. Download unter: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Versuchsaufbau_Hahn_Deutsches_Museum.jpg?uselang=de
- Bild 1.3:** Pantheon: Foto von Sylke Scholz (<http://www.ipernity.com/doc/curlgirl/1315212>)

- Bild 1.3:** Beyer-Bau: Foto von Ulrich van Stipriaan (<http://www.ipernity.com/doc/stip/1882160>)
- Bild 1.3:** Gebrauchthandys: Bild aus dem Beitrag: zonzoo verbessert die Lebenssituation in Drittweltländern durch Gebrauchthandys aus Europa. 3.5.2010, <http://www.themenportal.de/bilder/zonzoo-verbessert-die-lebenssituation-in-drittweltlaendern-durch-gebrauchthandys-aus-europa>
- Bild 1.4:** links: Autobahn am Frankfurter Flughafen 1954, Download unter: <http://motorbloeckchen.com>
- Bild 1.4:** rechts: Stau. Bild: dpa, Download unter: http://www.n24.de/news/newsitem_144962.html
- Bild 1.7:** Brückentest: Brückenbelastungsprobe mit 232 305 auf KBS 687 (1 B), Foto: Jörg Klawitter (<http://www.drehscheibe-foren.de/foren/read.php?2,2646509>)
- Bild 1.7:** Balkentest: mit Textilbeton verstärkter Stahlbeton-Plattenbalken im Ermüdungstest im Otto-Mohr-Laboratorium der TU Dresden, Foto: Christian Dittrich
- Bild 1.7:** Textilbeton: Verstärkung einer Hyparschale in Schweinfurt, Foto: Ulrich van Stipriaan
- Bild 1.8:** links: Salginatobelbrücke: Foto von Andrea Badrutt/Chur 2009 (http://www.gr.ch/DE/kanton/bilder/Bilder_Medium/Verkehr04.jpg)
- Bild 1.8:** rechts: Wotrubakirche in Wien, Foto von ninamury im Juli 2005 (<http://de.wikipedia.org/wiki/Wotrubakirche>)
- Bild 1.9:** links: Burj Khalifa: Foto von KeDaO vom 15.12.2011 (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Burj_Khalifa_Dia.jpg?uselang=de)
- Bild 1.9:** rechts: Akashi-Kaikyō-Brücke: Foto von Kim Rötzel im Dezember 2005 (http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Akashi_Bridge.JPG&filetimestamp=20060118045552)
- Bild 1.11:** Fotos von SBP; www.zimmermann-consult.at; www.karl-burger.de

Anmerkungen: Alle Downloads vom 10.-25.01.2012. Hier nicht aufgeführte Bilder stammen von den Autoren.