



*Klaus Fritzen
Dipl.-Ing. (FH), Verlagsleitung
Technik und Chefredakteur
der Fachzeitschrift
„bauen mit holz“
Bruderverlag, Albert Bruder
Karlsruhe, Deutschland*

Qualität im Ingenieurholzbau ergibt sich aus Technik, Moral, Gestaltung und Geld – über die Verantwortung von Bauherren, Planern und Holzbaunternehm en

Quality in wood engineering as the product of engineering, ethics, design and money – the responsibilities of clients, planners and timber engineering companies

La qualità nelle costruzioni strutturali in legno è un risultato della tecnica, della morale, della forma e dei soldi – la responsabilità dei committenti, pianificatori e imprese di costruzione in legno

Dokument in Deutsch

Qualität im Ingenieurholzbau ergibt sich aus Technik, Moral, Gestaltung und Geld – über die Verantwortung von Bauherren, Planern und Holzbauunternehmen

1 Editorial

Am Ende dieses Textes

2 Vorwort

Eine Reihe von Schadensereignissen, zum Teil mit sehr schlimmen Folgen, hat gesamtgesellschaftlich zu einer veränderten Betrachtung des Bauens und dem Umgang mit Bauwerken geführt. Katastrophale Einstürze in Deutschland, z. B. der „schwangeren Auster“ in Berlin oder der Autobahnbrücke in Koblenz liegen schon so lange zurück, dass sie weitreichendem Vergessen anheim fielen. Außerdem waren es typische, kühne Ingenieurbauwerke, die gesamtgesellschaftlich scheinbar verschieden zu „normalen“ Bauwerken betrachtet werden. Tragwerksplaner gerieten – weil ja „sowieso nichts passiert“ – in den Verdacht sowieso alles „zu dick“ und „zuviel“ zu rechnen. Dabei wurde geflissentlich übersehen, dass die Sicherheitsregeln nicht von den Tragwerksplanern vorgeschrieben werden oder gesetzt sind, sondern von der Gesellschaft, bei uns von den Parlamenten. „Hält sowieso“, weil es „sowieso zu dick, zu viel und zu teuer“ war und ist. Fast jeder weiß, dass Statiker immer zuviel „reinrechnen“ und ihre Leistung zugleich immer zuviel kostet. Dem folgend ist klar, dass man gefahrlos möglichst auf die Prüfung einer Statik verzichten sollte (Kost´ sowieso nur Geld und bringt nix). Weiters kann man bei der Bauausführung getrost von mancherlei abweichen und mancherlei weglassen, merkt sowieso keiner, weil man sich Überwachung sowieso sparen kann. Die Standsicherheitsprobleme von Gebäuden haben durch die Ereignisse vor knapp Jahresfrist das über Jahrzehnte eingelullte Bewusstsein etwas aufgerüttelt. Die von Bauunternehmen einst vehement geforderte Deregulierung ist erfolgt. Die Verantwortung liegt kaum noch bei den Behörden sondern fast gänzlich bei den Bauschaffenden.

Den Bauherren ist die Standsicherheit flächendeckend, bis auf den Preis für die Statik, ziemlich sehr gleichgültig, lästig: Braucht man, obwohl sowieso nix einkracht, sieht man nicht, wie Fassade o. ä., spürt man nicht, wie Komfortwärmetechnik oder Wohngesundheit, verhindert keinen Krebs aus Baugiften, spart keine Heizkosten usw. usw. Fast Alle – größtenteils auch die Statiker und Bauausführenden – übersehen, dass der Staat – bei uns wegen Demokratie, also das Volk selbst – das Sicherheitsniveau festgelegt hat. Ingenieure setzen gedanklich Naturgesetze in funktionierende Technik um und die Herstellenden das Gedankengebilde, die Planung, in das Gegenständliche. Die naturgesetzliche Grenze von Technik findet sich an der theoretischen Grenze „Kann nicht funktionieren!“ Diese ist nicht überwindbar. Alles andere ist gesellschaftlich bestimmt: Welche Fehler sind zulässig, ohne zur Funktionsuntüchtigkeit zu führen? Wie lange soll es funktionieren? Welche Störungen verträgt es funktions-tüchtig? Welche Folgen darf ein Versagen verursachen? usw. usw. Ingenieure können ausrechnen mit welchen Eintretenswahrscheinlichkeiten was zu erwarten ist, mehr nicht.

Der Ruf der Bauingenieure und Bauausführenden hat gelitten, nicht erst jetzt, schon lange vorher. Ihre Leistung bei Tragwerken wurde über Jahrzehnte in der Breite gering geachtet, für eher nebensächlich gehalten, schlecht bezahlt. Das Standsicherheitsniveau von Bauwerken wird erst nahe der Versagensgrenze oder bis zum Versagen gar nicht wahrnehmbar.

Man spürt es erst, wenn es wackelt oder kracht, man sieht es erst, wenn sich etwas eigenartig verformt. Vorher merkt man „Sicherheit“, eine wesentliche Qualität von Ingenieurwerken nicht.

3 Eigenarten des Bauens

Bauen muss leisten:

- Standsicherheit (gesellschaftliche Behaglichkeit)
- Dauerhaftigkeit (Behaglichkeit des Investors)
- passiven Katastrophenschutz (Brand, Erdbeben, Anprall), (Behaglichkeit des Benutzers)
- Wohlbefinden (Behaglichkeit des Benutzers):
 - bei Gestaltung (Anblick, Ausblick)
 - bei thermischer Behaglichkeit
 - bei akustischer Behaglichkeit
 - bei gesundheitlicher Behaglichkeit
 - bei der Bewegungs-Behaglichkeit (Treppen, Aufzüge, Verkehrswege)
- Werthaltigkeit (Behaglichkeit des Investors)

Bauen ist Kampf gegen:

- Schwerkraft
- Erschütterungen:
 - Erdbeben
 - Anprall/Aufprall
- Wasser
- Wind
- Kälte
- Hitze und Feuer
- Erosion
- Korrosion
- chemische Veränderungen
- biologisch verursachte Veränderungen

Bauen dient:

- der Behausung/Einhausung
- der erdgebundenen Wegebildung

Bauen will:

- Behaglichkeit erzeugen in Formen, die man Architektur nennt.

4 Eigenarten des Ingenieurbaus

Ingenieurbau ist eine Bezeichnung für Bauleistungen, die nicht aus Erfahrung beurteilt werden können. Seine Grundlagen sind:

- definierte Werkstoffe
- im wesentlichen die Naturgesetze:
 - der Mechanik,
 - der Dynamik,
 - der Wärmelehre,
 - der Akustik,
 - der Bauchemie,
 - der Baubiologie.

Bauen wird bestimmt durch:

- ein gesellschaftlich bestimmtes Sicherheitsniveau
- ein finanziell bestimmtes Behaglichkeitsniveau

5 Qualität

...ist ein Begriff für:

- definierte Eigenschaften einer Sache
- Relationen zum Normalen (gut/schlecht)

Qualität im Ingenieurbau setzt sich zusammen aus:

- gestalterischen,
- technischen,
- bauphysikalischen,
- baubiologischen

Eigenschaften und

- Sicherheit
- Wohlbefinden

6 Ingenieurholzbau

... ist der Anteil des gesamten Ingenieurbaus der im Wesentlichen mit Holz ausgeführt wird.

Festzustellen ist:

- Holzkonstruktionen sind ausreichend zutreffend berechenbar, d. h. ihr Verhalten ist in definierten Grenzen zuverlässig vorhersagbar.
- Sie haben Material bedingte Eigenschaften, die zu berücksichtigen sind.

Es ist also holzgerecht zu entwerfen, zu bemessen und zu konstruieren sowie auszuführen!

Im Ingenieurholzbau ist dabei alles fast immer größer und empfindlicher als in den Holzbau-Ausprägungen, die aus Erfahrung beurteilt werden können.

Die Empfindlichkeit ergibt sich ganz grundsätzlich aus der möglichst hohen Ausnutzung der technischen Materialeigenschaften.

7 Holzgerecht konstruieren

- Mechanisch
Zentrale Aufgabe:
Zusätzliche Schnittgrößen aus Quellen und Schwinden
 - weitgehend vermeiden
oder
 - sonst gar nichts!
Nebenaufgaben:
 - Zwängungen aus der Umgebung berücksichtigen!
 - Mechanische Gefährdungen aus dem Gebäudekonzept und der Umgebung berücksichtigen!
 - Robusten Systemen und Konzepten den Vorzug geben!
 - Chemisch
 - Verträglichkeit der Werkstoffe untereinander sicherstellen!
 - Eignung der Werkstoffe für die vorgesehenen und zu erwartenden Umgebungsbedingungen sicherstellen!
 - Chemisch-biologisch
Entweder:
 - So konstruieren, dass dauerhaft keine Voraussetzungen für Pilzwachstum gegeben,
oder
 - Holz chemisch so schützen, dass kein Pilzwachstum möglich,
oder
 - Nutzungsdauer begrenzen, z. B. bei Behelfsbrücken!
 - Chemisch-physikalisch
 - Schnelle und häufige Temperaturwechsel vermeiden (wegen der daraus resultierenden Eigenspannungen innerhalb der Holzquerschnitte)!
 - Feuchtebedingte Dimensionsänderungen und daraus resultierende Schnittgrößen berücksichtigen.
 - Biologisch
Entweder:
 - Holz für Insekten unzugänglich
oder
 - kontrollierbar (auch praktisch möglich!)
enbauen.
- Abbildungen
- Statische Systeme
 - wirklichkeitsnah abbilden!
 - dabei Werkstoffzustände berücksichtigen!
 - dabei Montagegegebenheiten berücksichtigen!

Annahmen = Vorgaben

- definiert beschreiben!
- Transparent vorschreiben!

Auftragsverhandlungen

- Präzisierungen vornehmen (Gilt nur unter Voraussetzung, dass ...)!
- Imponderabilien aufzeigen!
- Planungsqualitäten definiert fordern!
- Fast Unmögliches ablehnen!

(Auch wenn die vielfältigen Versuchungen groß sein sollten, „Zauberei“ zu versuchen).

Berücksichtigung der Gebäudeüberwachung

- Verformungsmessungen ermöglichen!
- Kontrollierbarkeiten ermöglichen!
- Grenzwerte festlegen und ausweisen!
- Ggf. Zyklen festlegen!

Arbeitsvorbereitung

- Obligatorische, sorgfältige Prüfung bezüglich Bedenken!
- Keine eigenmächtigen Abweichungen von den Planungen!
- Unterscheidbarkeiten vorplanen!
- Unmöglichkeiten in Folge der Praxis herausfinden und beseitigen!
- Transport- und Montagezustände konsequent planen!
- Pflichtenhefte für die Stationen der Ausführung aus den Planungen generieren!

Ausführung

- Alles richtig machen!

Wenn das nicht gelingt, unverzüglich

entweder:

- Geeignete und von Auftraggeber/Bauaufsicht akzeptierte Mängelbeseitigung einleiten und vornehmen,

oder:

- Richtig neu machen.
Sowie alle wesentlichen Montageaspekte, insbesondere später nur noch schwerlich oder gar nicht mehr nachvollziehbare Gegebenheiten dokument machen!

8 Was macht Qualität im Ingenieurholzbau schwierig?

- Selbstüberschätzung durch unzureichende Bewertung des eigenen Wissensniveaus.
- Unzutreffendes Vertrauen in elektronische Hilfsmittel.
- Unzureichendes „Stehvermögen“ gegenüber „abenteuerlichen“ Konstruktions-, Termin- und Honorar-Vorstellungen sowie unsittlichen Auftraggeberwünschen an die Ausführung.
- Falsche Interpretation des Begriffes „Erfahrung“.
- Übersteigertes Vertrauen bzw. zu geringes Misstrauen.

Kurzum: Unzureichende Qualität im Ingenieur-Holzbau ist fast immer zu tiefe Gläubigkeit.

Es glaubt der Entwerfer an die Machbarkeit, der Statiker seinem Programm, der Holzbauer seinen Lieferanten (Planung + Werkstoffe), der Zimmerer seinem „Auge“ und der Bauherr glaubt, dass er nach drei Abgeboten noch Top-Leistung bekommt. Bei vielen Aufgaben des Ingenieurbaus mit Holz werden kaum oder gar nicht sichtbare Grenzen berührt oder unmerklich überschritten. Die ingenieurtechnischen Grundlagen, insbesondere die Bemessungsnormen, basieren in weiten Teilen „auf dem Normalen“, dem, was bei der Formulierung baupraktisch „üblich“ war. Im Detail ist zumeist nicht ausdrücklich auf Gültigkeitsgrenzen hingewiesen. Diese ergeben sich zumeist aus den allgemeinen Feststellungen des zu erwartenden Materialverhaltens und den einzuhaltenden Genauigkeiten. Bei allen Bauarten nimmt mit steigenden maßlichen Ausdehnungen die Menge der zu lösenden Probleme drastisch zu und die Menge dessen, was vernachlässigt werden kann, dramatisch ab. Das will verantwortungsbewusst beachtet werden, gerade wenn großer „Druck“ bezüglich der Wirtschaftlichkeit oder anderer Umstände herrscht. Ein jeder Bauherr dürfte Verständnis für plausibel aufgezeigte Bedenken aufbringen und dem Bedenkenträger am Ende mehr vertrauen als dem Unbedenklichen.

Das Bedenkliche soll keinesfalls davon abhalten, bisher bekannte Grenzen ingenieurtechnisch zu überschreiten. Wenn alles sorgsam bedacht ist, steht dem Fortschritt nichts im Wege.

EDITORIAL

Theodor Fontane

DIE BRÜCK' AM TAY
(28. Dezember 1879)

»Wann treffen wir drei wieder zusamm?«
 »Um die siebente Stund', am Brückendam.«
 »Am Mittelpfeiler.«
 »Ich lösche die Flamm.«
 »Ich mit.«
 »Ich komme vom Norden her.«
 »Und ich vom Süden.«
 »Und ich vom Meer.«
 »Hei, das gibt ein Ringelreihn,
 Und die Brücke muß in den Grund hinein.«
 »Und der Zug, der in die Brücke tritt
 Um die siebente Stund'?«
 »Ei, der muß mit.«
 »Muß mit.«
 »Tand, Tand
 Ist das Gebilde von Menschenhand!«

Auf der Nordseite, das Brückenhaus –
 Alle Fenster sehen nach Süden aus,
 Und die Brücknersleut' ohne Rast und Ruh
 Und in Bangen sehen nach Süden zu,
 Sehen und warten, ob nicht ein Licht
 Übers Wasser hin »Ich komme« spricht,
 »Ich komme, trotz Nacht und Sturmesflug,
 Ich, der Edinburger Zug.«

Und der Brückner jetzt: »Ich seh' einen Schein
 Am anderen Ufer. Das muß er sein.
 Nun, Mutter, weg mit dem bangen Traum,
 Unser Johnie kommt und will seinen Baum,
 Und was noch am Baume von Lichtern ist,
 Zünd alles an wie zum Heiligen Christ,
 Der will heuer zweimal mit uns sein –
 Und in elf Minuten ist er herein.«

Und es war der Zug. Am Süderturm
 Keucht er vorbei jetzt gegen den Sturm,
 Und Johnie spricht: »Die Brücke noch!
 Aber was tut es, wir zwingen es doch.
 Ein fester Kessel, ein doppelter Dampf,
 Die bleiben Sieger in solchem Kampf.
 Und wie's auch rast und ringt und rennt,
 Wir kriegen es unter, das Element.

Und unser Stolz ist unsre Brück';
 Ich lache, denk' ich an früher zurück,
 An all den Jammer und all die Not
 Mit dem elend alten Schifferboot;
 Wie manche liebe Christfestnacht
 Hab' ich im Fährhaus zugebracht
 Und sah unsrer Fenster lichten Schein
 Und zählte und konnte nicht drüber sein.«

Auf der Nordseite, das Brückenhaus –
 Alle Fenster sehen nach Süden aus,
 Und die Brücknersleut' ohne Rast und Ruh'
 Und in Bangen sehen nach Süden zu;
 Denn wütender wurde der Winde Spiel,
 Und jetzt, als ob Feuer vom Himmel fiel',
 Erglüht es in niederschießender Pracht
 Überm Wasser unten ... Und wieder ist Nacht.

»Wann treffen wir drei wieder zusamm?«
 »Um Mitternacht, am Bergeskamm.«
 »Auf dem hohen Moor, am Erlenstamm.«
 »Ich komme«
 »Ich mit.«
 »Ich nenn' Euch die Zahl.«
 »Und ich die Namen.«
 »Und ich die Qual.«
 »Heil
 Wie Splitter brach das Gebälk entzwei.«
 »Tand, Tand
 Ist das Gebilde von Menschenhand.«

TAND?

Während meiner Lehrjahre habe ich mich gefragt, warum das Fontane-Gedicht »Die Brück' am Tay« nicht generell zu jeder Ausbildung gehört, die »Tragende« Bedeutung hat. Vor der Abgabe von Statiken habe ich schon oft an die drei Hexen gedacht. Die Hexen lauern weit über den Tag der Bauabnahme hinaus. Das darf auch der Bauherr wissen.

Auszug aus der »Zürcherischen Freitagszeitung« vom 2. und 9. Januar 1880:

»Während eines furchtbaren Windsturmes brach am 28. Dezember 1879 nachts die große Eisenbahnbrücke über dem Taystrom in Schottland zusammen, im Moment, als der Zug darüberfuhr. 90 Personen, nach anderen Meldungen 300, kamen dabei ums Leben. ...

Über die Ursache des Einsturzes steht zu lesen:

»... Das Schlimmste war nicht die einfache Tragfähigkeit. Mit den Gitterbalken ist, glaube ich, alles in Ordnung. ... Aber in völligem Dunkel war man mit der Berechnung des Luftdrucks gegen die ganze Struktur. Bruce, der Konstrukteur der Brücke, wollte hiervon überhaupt nichts wissen. »Wind! Wind!« rief er, wenn ich auf das Kapitel zu sprechen kam; »was sechs schwere Lokomotiven freischwebend trägt, wirft kein Wind um!« Das war seine Theorie, und sie läßt sich anhören. ... Dabei wußte man und weiß noch heute blutwenig über den Luftdruck eines Sturms. Wir nehmen zwanzig Pfund auf den Quadratfuß an. ... Später ... erfuhr ich, daß Staatsingenieure in Frankreich vierzig Pfund annehmen. Vor einem Jahr erst schrieb mir ein Bekannter aus Amerika, daß sie dort auf fünfzig rechnen, und die amerikanischen Ingenieure sind nicht übermäßig vorsichtig, wie alle Welt weiß. Doch tauchte die Frage erst später ernstlich auf, als schon alles in flottem Bau war. ... In den letzten Tagen, in denen die Berechnungen zum Abschluß kamen, auf denen das ganze Brückenprojekt aufgebaut ist, hatte ich noch einen lebhaften Kampf mit mir selbst. Welchem Sicherheitskoeffizienten darf ich trauen? Nicht bloß das Brückenprojekt, auch was ich damals für mein höchstes Erdenglück hielt und was es geworden ist, hing an der Antwort. Wenn ich so rechnete, daß Bruce die Sache annehmbar fand, konnte ich seine Tochter zur Frau erbitten. Ich entschied mich für einen niederen Koeffizienten. Am folgenden Tag waren Ellen und ich ein Brautpaar ...«

Forschung und Technik haben vieles entzaubert und dann, unvermutet taucht wieder Hexenwerk auf, erst kürzlich beim Beton, über Betonkorrosion wußte man seinerzeit bei der Planung nichts.

»Wann treffen wir drei wieder zusamm?«
 »In dreißig Jahren am Brückendam.«

»Ich komme von Norden mit CO₂ vom Verkehr.«
 »Und ich vom Süden bring' SO₂ daher.«
 »Und ich besorg' das Chlor vom Meer.«

So könnte man vielleicht als Persiflage dichten. Ingenieurbauten, gleich welcher Art, haben in dreierlei Hinsicht eine bedeutende, soziale Komponente: Der Zweck dient dem Menschen, sei es als Verkehrsweg, als Arbeitserleichterung, als Schutz vor den Naturgewalten oder eben dem Vergnügen, die Kosten müssen sozial akzeptabel sein, ob bei der Brücke oder der Industriehalle oder dem Eislaufzentrum, und die Sicherheit muß gegeben sein.

Über die Dauerhaftigkeit von Holzbrücken einiges in diesem Heft. Die Brücke über den Tay war übrigens – Fontane irrt mit »Gebälk« – eine Eisenkonstruktion.
 Klaus Fritzen

Auszug aus Bauern und Holz, Oktober 1995, Birkh. Verlag, Karlsruhe