

Die schönheitliche Gestaltung der Brücken

Autor(en): **Leonhardt, F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen**

Band (Jahr): **032 (1979)**

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-25603>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die schönheitliche Gestaltung der Brücken

The Aesthetic Appearance of Bridges

La forme esthétique des ponts

F. LEONHARDT

Prof. Dr.-Ing.
Stuttgart, BRD

ZUSAMMENFASSUNG

Schönheitliche Qualitäten von Bauwerken sind zweifelsfrei vorhanden, sie zu erkennen und zu beurteilen bedarf es der Bildung des Geschmacks in ästhetischen Fragen. Das Analysieren schönheitlicher Qualitäten wird zunächst für Balkenbrücken besprochen, bei denen es im wesentlichen auf gute Proportionen, Steigerung des schlanken Aussehens und Einpassung in die Umgebung ankommt. Bei Fachwerkbrücken ist die Beschränkung auf wenige Richtungen der Fachwerkstäbe wichtig. Für Bogenbrücken hängen schöne Lösungen stark vom Pfeilverhältnis und der Talform ab. Bei Hängebrücken haben aerodynamisch gestaltete dünne Fahrbahntafeln den schönheitlichen Reiz gesteigert, doch werden sie neuerdings von Schrägkabelbrücken verdrängt, deren gutes Aussehen durch die Wahl einer Vielzahl dünner Kabel erreicht wird.

SUMMARY

Aesthetic qualities of structures do exist; to recognize and judge them requires the cultivation of good taste. Analysing aesthetic qualities leads to guide-lines for design. Such guide-lines are described for beam bridges where the main criteria are good proportions, slenderness and compatible integration into their environment. For truss bridges the number of directions in space of the truss members must be limited. Good solutions for arch bridges depend mainly on the ratio of rise to span and the shape of the valley. The attractive appearance of suspension bridges can be intensified by using aerodynamics to achieve a thin bridge deck. Suspension bridges are however overshadowed by cable-stayed bridges, which can look graceful through the choice of many thin cables.

RESUME

L'existence de qualités esthétiques de structures est incontestable; mais pour les reconnaître et les juger il faut développer le sens du bon goût. Une analyse de qualités esthétiques mène à l'établissement de directives de projet. Ces directives sont d'abord mentionnées pour des ponts à poutres où les critères importants sont de bonnes proportions, une forme élancée et une bonne intégration dans les alentours. Dans le cas des ponts à treillis, les treillis ne devraient pas se développer dans trop de directions. Une solution heureuse pour des ponts en arc dépend de la proportion élévation/portée et de la forme de la vallée. Les ponts suspendus ont acquis une forme encore plus gracieuse, grâce à l'application de l'aérodynamique à de minces tabliers. Les ponts à haubans sont enfin très élégants par l'emploi de nombreux câbles de petit diamètre.

Dieser Vorbericht wird ohne die im Vortrag vorgesehenen zahlreichen Bilder gegeben. Der Autor beabsichtigt, das Thema ausführlich in einem Buch darzustellen, das zum IVBH Kongress in Wien 1980 erscheinen soll und die Bilder enthalten wird.



1. Einleitung, Urteilsvermögen, Geschmack

Es gibt schöne Brücken, die ein Stadtbild oder eine Landschaft bereichern, die sogar von vielen Menschen bewundert werden.

Es gibt häßliche Brücken, die die Umgebung stören, von denen man sich wünscht, daß sie nie gebaut worden wären oder bald wieder verschwinden.

Warum ist die eine Brücke schön, die andere häßlich? Die Antworten sind verschieden, viele sagen: Über Geschmack lasse sich nicht streiten. Dies ist eine oberflächliche Antwort derer, die sich nie gründlich mit Ästhetik beschäftigt haben. Es ist eine Tatsache, daß die Mehrheit der Menschen ein Bauwerk als schön, ein anderes als häßlich empfinden. Bauwerke und andere Objekte haben also ästhetische Werte, die von Menschen wahrgenommen werden. Der Grad der Wirkung schönheitlicher Werte hängt allerdings von der Sensibilität, von der Feinfühligkeit des einzelnen Menschen ab, die sehr unterschiedlich ist. Ästhetische Werte können bewußt wahrgenommen werden oder im Unterbewußtsein wirken. Das Urteilsvermögen, das wir Geschmack nennen, entsteht erst durch oftmaliges Auswerten und Abwägen der bewußt wahrgenommenen schönheitlichen Werte. Geschmack erfordert also Selbstbildung. Zunächst muß man sehen lernen und sich die Frage stellen: Warum empfinde ich dies oder das als schön - oder als häßlich? Die Geschmacksbildung oder das ästhetische Urteilsvermögen haben wir in unserer materialistisch eingestellten Zeit sträflich vernachlässigt mit dem Ergebnis, daß viel Häßliches gebaut wurde, das uns nun zu stören beginnt. Wir werden uns dessen bewußt, daß Häßlichkeit der Umwelt negative Auswirkungen auf das Verhalten der Menschen, auf ihr Zufrieden- und Glückseligsein ausübt. Wir erkennen zunehmend den Wert und die Bedeutung schönheitlicher Qualitäten der gebauten Umwelt, zu der auch unsere Brücken gehören. Es ist daher nötig, sich erneut um die in ästhetischer Hinsicht gute Gestaltung der Brücken zu bemühen. Dazu muß man zunächst analysieren, warum die eine Brücke als schön, die andere als häßlich empfunden wird. Wenn man sich diese Frage stellt, dann findet man Regeln, die nicht nur für Brücken gelten sondern auch für die in ihren schönheitlichen Werten allgemein anerkannten Bauwerke aller großer Kulturepochen unabhängig von der Verschiedenheit der Kulturen.

2. Regeln für schönheitliche Gestaltung

1) Wahl eines klar ablesbaren einfachen Tragsystems wie Balken, Rahmen Bogen oder Hängewerk.

Die Mischung verschiedener Tragsysteme führt meist zu gestalterischen Schwierigkeiten. Die häufig gehörte Meinung, daß ein Tragwerk, das statisch richtig ist, auch gleichzeitig schön sei, gilt jedoch nicht, wenn die folgenden Regeln nicht beachtet sind.

2) Eine wichtige Voraussetzung für die schöne Gestaltung einer Brücke sind gute Proportionen in allen drei Dimensionen zwischen den Baukörpern untereinander oder den überbrückten Öffnungen: Gute Proportionen zwischen Höhe, Breite und Tiefe der Brückenöffnung in Bezug auf die Abmessungen des Tragwerkes, gute Proportionen zwischen dem freigespannten Tragwerk und den stützenden Elementen, zwischen Trägerhöhe und Spannweite, zwischen Hell und Dunkel durch Licht und Schatten.



Was sind ' gute Proportionen ' ? Dies bedarf einer Definition. Es gibt viele gute Proportionen, die unter anderem davon abhängen, ob bei einer hoch über das Tal geführten Brücke das Schwebende betont werden soll oder ob bei einer flach über einen Fluß gespannten Brücke die gestreckte Länge wirken soll. Gute Proportionen sollen harmonisch klingen wie harmonische Akkorde in der Musik (W. A. Schmid, Zürich).

3) Gute Ordnung der die Gestalt bestimmenden Linien und Kanten der Baukörper. Eine Beschränkung auf wenige Richtungen ist wichtig, vor allem bei Fachwerken. Zu viele Richtungen von Kanten, Stäben oder Flächen geben Unruhe und wecken verwirrende Gefühle. Beim Übergang von geraden Linien zu Krümmungen sollte die Krümmung stetig zunehmen.

Gute Ordnung muß auch zwischen den am Bauwerk vorkommenden Proportionen beachtet werden.

Symmetrie ist ein bewährtes Ordnungsmittel, wenn die Voraussetzungen für Symmetrie günstig sind. Zur Ordnung gehören auch Rhythmus und Reihung durch Wiederholung gleicher Elemente, wobei Monotonie durch Unterbrechung zu vieler Wiederholungen vermieden werden muß.

4) Einpassung des Bauwerkes in die Umwelt, in die Landschaft oder Stadt, insbesondere hinsichtlich des Maßstabes des Bauwerkes zur Umgebung. Eine weitgespannte Balkenbrücke mit sehr hohen Balken paßt keinesfalls in eine alte Stadt mit kleinen Häusern oder in ein liebliches kleines Flußtal.

5) Die Wahl der Baustoffe beeinflusst die schönheitliche Wirkung wesentlich. Für massige Pfeiler und Widerlager wirken nach wie vor Natursteine besser als glatter Sichtbeton mit seiner unangenehmen grauen Farbe. Für weitgespannte Fachwerke wirkt Stahl besser als Beton. Das gleiche gilt für reine Zugglieder, Kabel, Hänger usw.

6) Einfachheit und Beschränkung auf die reine Ingenieurform ist eine wichtige Regel. Zutaten oder architektonische Extravaganzen sind an Brücken zu vermeiden. Die Formgebung der Brücke ist erst dann ausgereift, wenn nichts mehr weggelassen werden kann.

7) Ein wesentliches Gestaltungselement ist die Farbe, wobei grundsätzlich Naturfarben gewählt werden sollten, weil grelle chemische Schockfarben vor allem in Form abstrakter Ornamente an Brücken nur stören können.

Diese versuchsweise aufgeschriebenen Regeln oder Richtlinien dürfen nicht als starre Anleitungen für das Entwerfen gewertet werden, das stets in individueller Freiheit beginnen sollte. Die Regeln können jedoch zur Selbstkritik, zur kritischen Überprüfung der Entwürfe besonders am Modell dienen und dabei gestalterische Fehler bewußt werden lassen.

Schönheit ist keineswegs durch Anwendung von Regeln allein sichergestellt, vielmehr muß der Entwerfende Formgefühl haben, also eine Feinfühligkeit für schönheitliche Werte, die nicht jedem als Gabe in die Wiege gelegt ist. Aber auch die hiermit Begabten müssen das Formgefühl geschult und gebildet haben. Soweit Ingenieure sich in dieser Hinsicht unsicher fühlen, sollten Sie beim Entwerfen von Brücken künstlerische Berater zuziehen, zum Beispiel künstlerisch begabte Architekten, die sich allerdings mit den gestalterischen Problemen des Brückenbaus ernsthaft beschäftigt haben müssen.



3. Balkenbrücken

Der Balken ist eine so einfache Tragwerksform, daß man glauben sollte, er biete in der schönheitlichen Gestaltung keine Probleme. Doch gibt es plumpe und elegante Balkenbrücken. Zunächst kommt es darauf an, ein gutes Verhältnis zwischen Weite und Höhe der Brückenöffnung zur Höhe des Balkens zu schaffen. Bei liegenden Öffnungsverhältnissen (Weite wesentlich größer als lichte Höhe) sollte man anstreben, daß die Balkenhöhe höchstens $1/2$ bis $1/3$ der lichten Höhe ist, d. h. schlanke Balken sind für ein gutes Aussehen erwünscht (Bild).

Bei stehenden Rechteck-Verhältnissen der Brückenöffnungen, also bei im Vergleich zur Spannweite hochliegenden Balken, ist eine verhältnismäßig große Balkenhöhe mit geringerer Schlankheit erträglich, obwohl auch hierbei schlanke Balken günstig wirken (Bild).

Ob eine Balkenbrücke schlank oder plump wirkt, hängt aber nicht nur vom Verhältnis Spannweite : Balkenhöhe ab sondern ganz wesentlich von der Querschnittsgestaltung. Legt man den Balken ganz an den Rand und verbindet ihn gar noch mit einer massiven Brüstung, wie dies bei einer der Londoner Themsebrücken geschah, dann wirkt die Balkenbrücke auf alle Fälle plump (Bild). Es ist daher längst zur Regel geworden, einen Teil der Fahrbahnplatte über den Randbalken auskragen zu lassen und nur ein durchsichtiges Geländer aufzusetzen (Bild). Doch hierbei kommt es gleich wieder auf gute Proportionen zwischen der sichtbar bleibenden Balkenhöhe und der Weite der Auskragung an, die mindestens der halben Balkenhöhe entsprechen sollte. Die Brücke wird jedoch umso schlanker wirken, je weiter diese Auskragung ist, die wir heute leicht bis auf die zwei- oder dreifache Balkenhöhe steigern können, so daß der Randbalken die meiste Zeit im Schatten liegt (Bild). Die weiten Auskragungen werden durch die Wahl eines Kastenträgers erleichtert, zudem es sich gezeigt hat, daß auch für breite Brücken einzellige Kastenträger am wirtschaftlichsten sind.

Gerade die Schweiz hat hervorragende Beispiele dafür, wie Balkenbrücken durch weit auskragende Fahrbahnplatten in ihrer schönheitlichen Wirkung gesteigert werden können, ohne daß der Balken selbst zu schlank gewählt werden muß (Bild).

Bei großen Spannweiten mit entsprechend hohen Kastenträgern kann die Ausladung der Fahrbahnplatte noch durch schräge Streben unterstützt werden, wie dies unter anderem bei der Kochertalbrücke Geislingen geschehen ist (Bild).

Guter Proportionen bedarf es auch bei der Wahl der Gesimshöhe am äußeren Rand der Brücke. Dünne Gesimsbänder auf hohen Balken wirken scherbzig. Das Gesimsband sollte $1/3$ bis $1/5$ der Balkenhöhe und bei Spannweiten bis zu rund 50 m wenigstens $1/100$ der Spannweite hoch sein (Bild). Bei größeren Spannweiten und langen Brücken über mehrere Öffnungen haben wir wiederholt Gesimshöhen von 1,0 bis 1,4 m gewählt, um damit ein gutes Verhältnis zwischen hellem Gesimsband und dem im Schatten liegenden dunklen Balkenband zu erhalten. Man kann dabei die hell-dunkel Wirkung dadurch steigern, daß man das Gesims ein wenig nach außen neigt und hell streicht (Bild). Der geschickte Ingenieur nützt solch hohe Gesimsbänder dazu aus, um die Biegemomente der auskragenden Fahrbahnplatte durch Lastverteilung in der Längsrichtung zu vermindern.

Bei den Balkenbrücken hängt das Aussehen weiter ganz wesentlich von der Form der Pfeiler oder Stützen ab. Bei einer sehr niedrigen Lage des Balkens über dem Gelände kann man ohne weiteres durchgehende Pfeiler wählen, wenn diese weniger breit sind als etwa die halbe Spannweite (Bild).

Bei Balkenbrücken über breite Flüsse werden die Pfeiler auch deshalb gern wandartig gemacht, um einen möglichst glatten Wasserdurchfluß zu erzielen. Wenn man dabei eine dreieckige Pfeilerkante nicht wie früher üblich nach außen sondern nach innen neigt, dann wird die Stauhöhe des Wassers fast zu Null und gleichzeitig sieht die Reihung der Pfeiler gut aus (Bild Ravibrücke Lahore).

Kreuzt die Brücke eine Straße mit einer lichten Höhe unter der Brücke von 4, 5 m oder mehr und mit Spannweiten noch unter etwa 30 m, dann verschliessen wandartige Pfeiler bei den heute meist breiten Brücken die schräge Durchsicht, der Eindruck der freigespannten Brücke geht durch die Pfeilerflächen verloren. Es ist dann besser, Stützen anzuordnen, wobei man allerdings die Zahl der Stützen im Querschnitt der Brücke auf 2 bis 4 beschränken sollte, damit in der schrägen Durchsicht kein ungeordneter Stützenwald entsteht (Bild) und die Zusammengehörigkeit der Stützengruppen abzulesen ist.

Bei solchen Balkenbrücken mit Spannweiten, wie sie mit vorgefertigten Trägern noch bewältigt werden können, finden wir häufig hammerkopffartige Pfeiler, die nie gut aussehen können, wenn der auskragende Hammerkopf im Verhältnis zum tragenden Mittelpfeiler zu hoch ist (Bild). Man kann die Höhe des Kragträgers in die Balkenhöhe hineinschieben und damit ein erträgliches Aussehen erreichen (Bild). Schöner ist es in jedem Fall, wenn die über den Stützen nötigen Querträger ganz innerhalb der Balkenhöhe verschwinden, wie dies erstmals in sehr schöner Weise bei dem Hägersten-Viadukt in Stockholm geschehen ist (Bild).

Die Norweger haben mit der Elgeseter Brücke über den Niedälven in Trondheim ein Beispiel gegeben, daß man schlanke Rundstützen selbst in einem Gebirgsfluß direkt in das strömende Wasser stellen kann und daß ein oberer Querträger überhaupt nicht nötig ist. Die Schönheit dieser Brücke steht außer Zweifel (Bild).

Die Kastenhauptträger mit weit auskragenden Fahrbahntafeln erlauben uns schlanke Einzelstützen, die in schönheitlicher Hinsicht vor allem bei langen und gekrümmten Balkenbrücken sowie bei schiefwinkligen Kreuzungen jeder anderen Stützungsart vorzuziehen sind (Bild). Sie sind heute vor allem für Hochstraßen fast zur Regel geworden. Anfänglich glaubte man, daß man mit kreisrunden oder elliptischen Stützen die beste Wirkung erzielt. Die Erfahrung lehrte jedoch, daß schmale rechteckige Stützen oder achteckige Stützenquerschnitte schlanker aussehen als die säulenartig wirkenden Kreisquerschnitte, wenn die Proportionen zwischen Stützenhöhe und Kreisdurchmesser kleiner als 4 bis 5 sind (Bild).

Die bisher eleganteste Wirkung wurde bei der Düsseldorfer Hochstraße am Jan-Wellem-Platz dadurch erzielt, daß im Querschnitt des Überbaus Balkenkanten durch einen geschwungenen Übergang von der Kragplatte zum Hauptträger vermieden wurden. Außerdem wurde die Schlankheit der Stützen dadurch gesteigert, daß sie aus hochfestem Stahl gebaut wurden (Bild). Von außen kann man die Bauhöhe dieser Brücke gar nicht ablesen. Die Brücke schwebt fast frei.



Für große Talbrücken hat man früher Natursteinpfeiler gebaut, die sich dank der naturhaften Textur und Farbe des Naturstein-Mauerwerkes in die Landschaft gut einfügen (Bild). Die gleiche Pfeilerform aus Beton würde abstossend wirken. Wir sehen hier den großen Unterschied in der Wirkung zwischen natürlichen und künstlichen Baustoffen, die sich auch auf die Formgebung auswirken muß. Betrachten wir einmal hintereinander mehrere, im letzten Jahrzehnt gebaute große Talbrücken, dann finden wir schnell, daß Betonpfeiler möglichst schlank entworfen werden sollten. Die Siegtalbrücke Eisersfeld (Bild) hat noch zu mächtige und ungegliederte Betonpfeiler. Bei der Moseltalbrücke Winnigen (Bild) wurden größere Spannweiten gewählt und die Pfeiler schmal gehalten, indem ein schmaler Hohlkasten als Hauptträger gewählt wurde. Dennoch wirken diese Pfeiler mit ihren glatten, hellen Betonflächen im schönen Moseltal noch etwas maßstabslos. Bei der Neckartalbrücke Weitingen (Bild) wurde mit Erfolg versucht, die im Tal stehenden Pfeiler mit der äußerst möglichen Schlankheit zu entwerfen, indem man die Windkräfte nur an Doppelpfeilern abträgt, die am Talrand stehen.

In der weiteren Entwicklung sollte man solche Pfeiler nicht nur schlank halten, sondern sie auch durch geeignete Farbgebung besser in die Farbtönung der Landschaft einfügen.

Die Widerlager bilden den Abschluß der Balkenbrücken. Sie können das Brückenbild nachteilig beeinflussen, wenn sie zu mächtig und hoch sind. Aus diesem Grund zieht man heute kleine Widerlager vor, die oben am Böschungskegel sitzen (Bild). Hierbei darf man die Neigung der Böschungen nicht nach einem Kostenminimum ausrichten, sondern muß die Böschungen flach anlegen und am Fuß ausrunden, so daß der Böschungskörper weich in die Landschaft übergeht. Die Böschungskegel werden unter der Brücke gepflastert, weil dort nichts wachsen kann. Dabei wird leider häufig ein helles Betonpflaster verwendet, das durch seine Farbe störend aus dem bewachsenen Teil des Böschungskörpers herausknallt (Bild). Hier sollte unbedingt dunkles Pflastermaterial verwendet werden.

Für die Überquerung von Flüssen wird gern der Balken mit geschwungenem Untergurt gewählt, um in Flußmitte zum Beispiel am Schiffsfahrtsprofil eine möglichst kleine Bauhöhe zu erreichen (Bild). Diese Balkenform ist dann besonders schön, wenn die Brücke nur eine Hauptöffnung aufweist und wenn auch die Gerade eine Kuppenausrundung hat, deren Höchstpunkt mit der Mitte der Hauptöffnung zusammenfällt. Solche Balkenbrücken wirken aber nur schön, wenn die Untergurtlinie, die Voute aus einer Parallelen zur Fahrbahnlinie herauswächst (Bild) und wenn der Untergurt sowohl in der Mitte der Hauptöffnung wie vor allem an den Enden der Seitenöffnungen auf eine gewisse Länge dieser Parallelen folgt (Rheinbrücke Köln-Deutz oder Rheinbrücke Schierstein). Sobald man die untere Linie mit einem Kreisbogen über die ganze Hauptöffnung durchführt und in der Seitenöffnung die Kurve mit einer Neigung zum Obergurt enden läßt, gehen schönheitliche Qualitäten verloren, weil dabei diese eigentlich dem Bogentragwerk eigene Form nicht zum Balkentragwerk paßt.

Die große Balkenhöhe über der Stütze bedingt einen kräftigen Pfeiler mit deutlich sichtbaren Lagern (Bild). Stellt man unter eine so gevoutete Brücke einen schmalen Rundpfeiler, dann entsteht ein Mißklang, weil auch der Laie empfindet, daß die zum Pfeiler hin geneigten Vouten eine direkte Unterstützung haben müssen (Bild).

Gevoutete Träger auf hohen Pfeilern sind ebenfalls in ihrer ästhetischen Wirkung fraglich, besonders wenn die Pfeiler hoch und schlank sind und damit in ihren Proportionen schlecht zu den mächtigen Vouten des Balkenträgers passen. Man kann hier jedoch eine gute Wirkung dadurch erzielen, daß Doppelpfeiler gewählt werden, die auch technisch für den Freivorbau solcher Brücken sinnvoll sind (Bild).

Bei diesen großen Brücken spielt die Schlankheit eine bestimmende Rolle. Schlankheit vermindert die über dem Fluß lastende Masse. Schlankheit steigert den Eindruck des Kühnen, Schwebenden und wirkt so einen Reiz aus, der gelegentlich Begriffe wie elegant, schwungvoll entlockt (Bild).

Mit der gevouteten Balkenbrücke können heute Spannweiten von 200 bis 300 m bewältigt werden (Bild Niteroi). Mit der Nutzung dieser Möglichkeit sollte man in lieblicher Talandschaft vorsichtig sein, weil solche Größen so massige Bauwerke ergeben, daß sie die Landschaft erschlagen, besonders wenn die Möglichkeiten zur Steigerung schlanken Aussehens nicht genützt wurden. (Bild Mosel Schweich). Die Regel der passenden Maßstäbe ist hier verletzt.

4. Fachwerkbalken

An Fachwerkstrukturen wird besonders deutlich, wie wichtig die Regel der Ordnungen ist, die ich beschrieben habe: Beschränkung auf wenige Richtungen im Raum, Rhythmus und Reihung. Beachtet man diese Regel nicht und wählt Fachwerke mit Stäben in vielen unterschiedlichen Richtungen, so entsteht der Eindruck des Wirrwarrs, des Ungestalteten, der bis zur abstoßenden Häßlichkeit gehen kann (Bild). Fachwerkbrücken sehen nur dann schön aus, wenn zum Beispiel die Gurte parallel sind und die Diagonalen nur zwei Richtungen aufweisen (Bild). Zum schönen Fachwerk gehört aber auch, daß die Stäbe aus geschlossenen Profilen bestehen und ihre Dickenabmessungen untereinander gute Proportionen zu ihren Längen haben. So sollten die Gurte stets dicker sein als die Stegstäbe, die wiederum nicht zu schlank und nicht zu dick sein dürfen.

Häufig werden Fachwerkträger verwendet, wenn die verfügbare Bauhöhe keine Deckbrücke erlaubt. Die Fachwerke werden dann im Obergurt durch einen Windverband gehalten, bei dem es wieder wichtig ist, daß seine Stäbe mit nur zwei Richtungen parallel zueinander sind und daß die Endportale innerhalb der ersten Gurtdiagonalen liegen (Bild).

Es gibt natürlich zahlreiche andere Möglichkeiten, formschöne Fachwerke zu bauen, so vor allem unter der Fahrbahntafel liegende bogenförmige Fachwerke, bei denen die Neigung der Diagonalen im Scheitelbereich flacher sein kann als am Kämpfer, ohne daß eine negative Wirkung entsteht (Bild). Auch Netzfachwerke mit sich mehrfach kreuzenden Diagonalen können schön wirken, wenn man sich dabei wieder auf nur zwei Diagonalrichtungen beschränkt. Manche alte Eisenbahnbrücke zeigt ein solches Netzfachwerk, das wir als schön empfinden, vor allem, wenn wie hier die Pfeiler aus rotem Sandstein gemauert sind (Bild - Schwarzwaldbahn).



5. Bogenbrücken

Es gibt auf der Welt eine große Zahl Bogenbrücken, die wir als schön empfinden. Warum schön? Zunächst weil das Bogengewölbe eine so natürliche, einleuchtende Form für das Überspannen von Öffnungen war und ist, besonders solange Naturstein als Baustoff dient. Dessen Eigenschaften in Farbe und Textur tragen natürlich zur schönheitlichen Wirkung bei. Die kreisrunden Bogen der alten Römer (Bild), die flachen Segmentbogen der Fratres Pontifices im Mittelalter (Bild) und die vielen, oft reich gegliederten Bogenbrücken mit durchbrochenem Aufbau oder Bogenreihen auf hohen Pfeilern der Eisenbahnbrückenzeit (Bild) sind meist gut proportioniert und schön gestaltet, weil den alten Baumeistern wohl die Regeln guter Formgebung bekannt und geläufig waren. Es gibt in der Welt auch viele sehr flach gespannte einfeldrige oder mehrfeldrige Bogenbrücken über Flüsse aus Stahl oder Stahlbeton, die wir zu den schönen Brücken rechnen dürfen (Bild).

In heutiger Zeit haben Balkenbrücken leider die Bogenbrücken etwas verdrängt, einfach weil sie billiger zu bauen sind. Es ist jedoch erfreulich, daß vor allem in gebirgigen Ländern der Bogen wieder häufiger gewählt wird, wenn es gilt, ein V-förmiges Tal oder einen tiefen Fjord zwischen felsigen Ufern zu überspannen (Bild).

Bei der Gestaltung solcher Bogenbrücken kommt es sehr darauf an, daß man dem Bogen Spannung gibt, indem seine Dicke vom Scheitel zum Kämpfer hin anwächst (Bild). Die Wirkung des Bogens wird gesteigert, wenn man die Fahrbahntafel schlank hält, indem sie in verhältnismäßig engen Abständen auf den Bogen abgestützt wird. Sie soll weniger dick sein als der Bogen. Bei flachen Bögen sollte man die Fahrbahntafel im Scheitel in den Bogen übergehen lassen, bei hohen Bögen kann es besser aussehen, wenn die Aufständering im Scheitel durchgeführt wird (Bild), was allerdings in der Regel unangenehme Zwängungskräfte zur Folge hat.

Wichtig ist, daß der Rhythmus der Aufständering für die Weiterführung der Brücke in den Berghängen außerhalb des Bogens beibehalten und nicht durch unnötig starke Kämpferpfeiler unterbrochen wird, die gar nicht nötig sind, wenn man die Fahrbahntafel als Windträger vom Scheitel bis zum Brückende kontinuierlich durchführt. Eine Verfeinerung der Gestaltung wird dadurch erreicht, daß man die Abstände der Ständer vom Scheitel zum Kämpfer hin anwachsen läßt, damit die Proportionen zwischen Breite und Höhe der Öffnungen nicht zu verschieden werden.

Für die räumliche Wirkung ist es gut, wenn der Bogen und die Aufständering nicht zu breit werden. Für breite Brücken werden gern Zwillingsbogen gewählt. Dabei ist es wieder wichtig, daß gute Proportionen zwischen der Breite der Bogenrippen und der Breite des Bogenabstandes gewählt werden (Bild).

Man sieht heute manchmal Bogenbrücken, bei denen die Fahrbahn vom weitgespannten Balken getragen wird, die sich nur in großen Abständen auf den Bogen abstützen (Bild). Diese Mischung von Balken und Bogen ist nicht nur unwirtschaftlich sondern auch der schönheitlichen Wirkung abträglich, man spürt die Abweichung der Stützlinie von der Bogenform. Polygonartig geknickte Bogen sollte man unbedingt vermeiden.

Bei flachen Bogen kann die Wirkung dadurch gesteigert werden, daß man an den Kämpfern Gelenke anordnet und den Bogen sichelförmig formt (Bild). Einen besonderen Reiz bietet schließlich die von Maillart entwickelte Form der Dreigelenkbogenbrücke, die bei der Donaubrücke Leipheim ihre letzte große Anwendung gefunden hat (Bild).

Im Flachland werden gern über der Fahrbahn liegende Bogenrippen gewählt, weil dann die Bauhöhe der Fahrbahn sehr klein gehalten werden kann und damit die Rampen kurz werden. Der Bogenschub wird dabei durch ein Zugband aufgenommen (Bild).

Diese Brückenart ist häufig schlecht gestaltet worden, weil zur Knicksicherung der Bogenrippen Fachwerkverbände gewählt wurden, deren Stäbe wegen ihrer unterschiedlichen Richtungen eine störende Unruhe in das Bild bringen (Bild). Daß solche Brücken sofort besser aussehen, wenn diese oberen Verbände wegfallen, zeigen die wenigen so gebauten Beispiele wie die Kaiserbrücke in Frankfurt (Bild), bei der die Bogen als Doppelrohre seitlich ausreichend steif sind. Auch die Brücke bei Tréguier, Bretagne, (Bild) ist ein gut gestaltetes Beispiel.

Schließlich kann man die beiden Bogenrippen in ihren Ebenen gegeneinander neigen und sie im Scheitel zusammenführen, so daß für ihre Aussteifung wenige Querriegel genügen, wie dies bei der Fehmarnsund-Brücke geschehen ist (Bild). Wichtig ist hierbei ferner, daß man die Fahrbahntafel in engen Abständen mit dünnen Hängestäben oder Seilen aufhängt, damit keine hohen Längsträger nötig werden. Man muß damit den Eindruck steigern, daß der kräftige Bogen das Haupttragwerk ist und die Fahrbahn leicht und schwebend an ihm hängt. Die Brücken, bei denen ein kräftiger Balken durch einen dünnen Bogen über der Fahrbahn unterstützt wird (Bild), werden in der Regel nicht als besonders schön empfunden, weil der Laie nicht begreift, wieso der Bogen so schwach sein kann. Man sollte solche Mischsysteme vermeiden, wenn nicht besondere Gründe vorliegen, wie sie gegeben sind, wenn in einer langen mehrfeldrigen Balkenbrücke eine große Öffnung vorkommt und man das Band des Balkens in gleicher Höhe über diese Öffnung durchführen will.

6. Hängebrücken

Hängebrücken sind zweifellos die Königinnen der Brückengesellschaft, wenn sie gut gestaltet sind. Für mich war die faszinierendste Hängebrücke Othmar Ammanns George Washington Brücke über den Hudson River bevor der Fachwerkversteifungsträger und das zweite Geschoß angebaut wurden (Bild). Die kräftigen Pylone und die Zwillingskabel beherrschen das Bild, die Fahrbahntafel schwebt als dünner Strich durch die Luft, an fast nicht sichtbaren Seilen hängend. Die Kühnheit dieses Bauwerkes trägt zu seiner Schönheit bei.

Die Rheinbrücke Köln-Rodenkirchen (Bild) hatte wohl als erste einen schlanken, an den Pylonen durchlaufenden vollwandigen Versteifungsträger, dessen Fläche durch Steifen und Nietbilder gegliedert war. Wenige Jahre später baute Othmar Ammann in New York die Bronx-Whitestone Brücke (Bild) ebenfalls mit einem schlanken Blechträger und Pylonen aus geschlossenen Stahlprofilen. Ihre Schönheit stand außer Zweifel. Der Einsturz der kurz danach gebauten Tacoma



Brücke wurde zum Todesurteil für die schlanken Blechträger, die besonders starke Windwirbel auslösen. Die Bronx-Whitestone Brücke wurde leider durch Aufsetzen eines Fachwerkes verdorben (Bild). Die Amerikaner sahen die Lösung des Windproblems in der Anordnung von 10 bis 12 m hohen Fachwerk-Versteifungsträgern mit kräftigem unteren Windverband (Bild). Man kann nicht gerade sagen, daß dadurch schöne Hängebrücken entstanden wären. Diese Untersicht der Mackinac Brücke beweist, daß ein Gewirr solcher Fachwerkstäbe störend wirkt.

Ich entwickelte damals flache Querschnitte mit Windnasen, die so geformt sind, daß die schwingungserregenden Kräfte genügend klein bleiben. Ich schlug gleichzeitig vor, nur ein Kabel zu verwenden und die Hänger zu einem Seilnetz zu machen, um die gefährliche Torsionsschwingung von vornherein auszuschliessen (Bild). Leider wurden meine ersten Entwürfe dieser Hängebrückenart über den Tejo in Lissabon und über den Rhein bei Emmerich nicht gebaut. Das Schaubild einer solchen Monokabelbrücke zeigt, wie schön solche Hängebrücken sein könnten, weil - wie bei der alten George Washington Brücke - wieder der Eindruck des Schwebenden, Leichten geweckt wird.

Inzwischen sind mehrere Hängebrücken mit solch flachen Fahrbahntafeln gebaut worden. Unter ihnen ist die dänische Lillebeltbrücke (Bild) wohl die schönste, weil die Verhältnisse zwischen Seiten- und Hauptöffnung günstig sind und auch die Seitenöffnungen am Kabel hängen. Bei den anderen großen Hängebrücken dieser Bauart wird die Fahrbahn in den Seitenöffnungen von Pfeilern unterstützt und die Kabel laufen leer vom Pylonen zu den Verankerungen (Bild Bosphorus).

Die Hängebrücken sind jedoch heute sowohl technisch als auch wirtschaftlich von den Schrägkabelbrücken überholt worden. Sie sind aber schwieriger schön zu gestalten als die Hängebrücken. Gute Beispiele sind die drei Rheinbrücken in Düsseldorf - die Düsseldorfer Brückenfamilie (Bild). Dort war man schon bestrebt, die an den Kabeln aufgehängten Balken so schlank wie möglich zu halten und sich bei den Kabeln auf nur zwei Neigungsrichtungen zu beschränken. Dieses Harfensystem hat den Vorteil, daß in der Schrägansicht der Brücke keine Überschneidungen der Kabel entstehen (Bild). Der Reiz der Düsseldorfer Brücken liegt aber auch in den überaus schlanken stählernen Pylonen, die ohne jede Querverbindung in den Himmel ragen (Bild).

In der weiteren Entwicklung fand man, daß eine größere Zahl der Kabel mit kleinen Kabelabständen erhebliche Vorteile bieten und vor allem eine unwahrscheinliche Schlankheit der Balken erlauben (Bild). Wählt man viele Kabel, dann werden die einzelnen Kabel so dünn, daß das Ganze wie ein feines Netzwerk aussieht und die gegenseitigen Überschneidungen von Kabeln nicht mehr stören, so daß die technisch günstigere Fächer- oder Büschelanordnung gewählt werden kann (Bild). Doch gibt es auch hierbei gestalterische Probleme, weil die vielen Kabel ja nicht alle in einem theoretischen Schnittpunkt vereint und gar verankert werden können. Bei der Columbia River Brücke in USA (Bild) haben wir deshalb die Kabel in drei Gruppen nebeneinander verankert und mußten nachher feststellen, daß damit ein Schönheitsfehler entstand, weil sich diese Kabel - von der Fahrbahn aus gesehen - in Gruppen überschneiden (Bild). Man darf daher die Verankerungen nur unmittelbar übereinander anordnen. In der Ansicht der Brücke aus der Ferne fällt dieser Schönheitsfehler natürlich nicht auf (Bild).



Am schönsten werden solche Brücken mit A-förmigen Pylonen (Bild), so daß die Kabelebenen zueinander geneigt sind und am Pylonenkopf zusammenlaufen. Dadurch wird auch für den Benutzer der Brücke bei der Überfahrt ein schönes Bild erreicht, das nicht nur deutlich macht, daß man über eine große Brücke fährt, sondern auch ein Gefühl der Geborgenheit vermittelt.

Auch für die ganz großen Brücken der Zukunft, wie zum Beispiel für die Brücke über die Straße von Messina oder für die Brücke über den Großen Belt, wo Spannweiten bis 1700 m gefordert werden und volle zweigleisige Eisenbahnen überführt werden sollen, bieten Schrägkabelbrücken mit nur einem Deck große technische und wirtschaftliche Vorteile gegenüber den Hängebrücken und sie lassen sich so schön und elegant gestalten, wie wir Brückenbauer dies in unseren Träumen wünschen.

Leere Seite
Blank page
Page vide