

Ästhetik im Brückenbau

Autor(en): **Menn, Christian**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Werk, Bauen + Wohnen**

Band (Jahr): **70 (1983)**

Heft 12: **Ingenieurbaukunst = L'art de l'ingénieur = The art of engineering**

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-53557>

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.

Ästhetik im Brückenbau

Beurteilungskriterien aus der Sicht des Ingenieurs

Eine Ästhetik im Brückenbau ist keine «besondere» Ästhetik; sie setzt sich ebenso wie die Architektur mit der Logik der Statik und der Logik der Form auseinander (vgl. das Gespräch mit Rino Tami). So thematisiert auch die Ingenieurbaukunst die Zusammenhänge, die Widersprüche zwischen ästhetischen Qualitäten, der Wirtschaftlichkeit und den Produktionsbedingungen, die im folgenden Beitrag zur Diskussion stehen.

Critères d'évaluation vus par l'ingénieur

Une esthétique en matière de ponts n'est pas une esthétique «particulière». Tout comme l'architecture, elle est aussi confrontée à la logique de la structure et à celle de la forme (voir notre entretien avec Rino Tami). Ainsi l'art de l'ingénieur concerne les convergences, les contradictions entre les qualités esthétiques, la rentabilité et les conditions de production dont il est discuté dans l'article qui suit.

Criteria for assessment from the standpoint of an engineer

A principle of aesthetics in bridge construction is not some "special" kind of aesthetic principle; it comes to terms with the logic of structural analysis and the logic of design, just like architecture (cf. the conversation with Rino Tami). Thus engineering construction is also faced with the problems of the interrelations, the contradictions between aesthetic qualities, economic feasibility and conditions of production, which are discussed in the following article.

Die wichtigsten Entwurfsziele im Brückenbau sind:

- Tragsicherheit
- Gebrauchsfähigkeit
- Wirtschaftlichkeit und
- Ästhetik

Tragsicherheit und Gebrauchsfähigkeit sind weitgehend genormte Entwurfsziele, die auf dem handwerklichen Teil der Entwurfsarbeit beruhen und praktisch keine Beziehung zur Bauwerk-ästhetik aufweisen.

Wirtschaftlichkeit und Ästhetik sind demgegenüber Ziele des kreativen Teils der Entwurfsarbeit, die sich nicht mit allgemein gültigen, verbindlichen Anforderungskriterien definieren und festlegen lassen. Wirtschaftlichkeit ist vor allem ein konzeptionelles Problem; die Wahl von Tragsystem und Bauvorgang spielt hier eine entscheidende Rolle. Ästhetik ist im wesentlichen eine Frage der Gestaltung des Gesamttragwerks und seiner Elemente.

Zwischen Wirtschaftlichkeit und Ästhetik besteht eine gewisse Interdependenz. Eine moderne Brücke bedarf als Ingenieurbauwerk und reiner Zweckbau keiner Verzierungen, und unnötige oder ineffiziente Bauteile wären fehl am Platze. Im Gegensatz zu Hochbauten stellt sich hier auch nicht das Problem mehr oder weniger teurer Baustoffe. Grundsätzlich ist mit jedem, also auch dem im gegebenen Fall wirtschaftlichsten Baustoff eine ästhetisch gute Lösung

möglich. «Schöne» Brücken sind deshalb immer relativ wirtschaftlich, müssen aber im gegebenen Fall durchaus nicht am kostengünstigsten sein.

Die These, dass die wirtschaftlichste Lösung zugleich die ästhetisch beste sei, ist kaum mehr als eine Alibiübung für Auftraggeber und Ingenieur. Der eine muss gestützt auf diese These keine zusätzlichen Mittel für ästhetische Belange aufwenden, der andere ist aufgrund seiner Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen aller Bemühungen in bezug auf Ästhetik entthoen.

Falsch wäre allerdings auch, wenn der Ingenieur versuchen wollte, das Tragwerkskonzept primär über Gestaltung und Formgebung zu erarbeiten, es sei denn, er verfüge über ganz aussergewöhnliche Kenntnisse und Erfahrungen im Hinblick auf die komplexe Interaktion von Tragsystem, Tragverhalten und Herstellungstechnik.

Im Prinzip hat die Wirtschaftlichkeit bei der Ermittlung der optimalen Lösung den Vorrang. Da aber Ingenieurbauwerke zufolge ihrer Grösse gewaltige Eingriffe in das Landschaftsbild sind und unsere Umwelt auf lange Zeit verändern, darf der relativ kleine Mehraufwand für die Beachtung genereller Gestaltungsregeln nicht zur Diskussion stehen. Dies um so mehr, als wir normalerweise in unserem persönlichen Lebensbereich durchaus bereit sind, relativ viel für Ästhetik aufzuwenden, selbst wenn es sich

dabei um ein Auto mit einer im Vergleich zu Bauwerken unvergleichlich viel kürzeren Nutzungsdauer handelt.

Kriterien für die Beurteilung

Mit grundsätzlichen Fragen der Ästhetik befassten sich bereits zahlreiche grosse Philosophen in der Antike. Sie gingen davon aus, dass Ästhetik wie zum Beispiel Funktionalität oder Komfort eine objektbezogene Eigenschaft sei, die sich vor allem in harmonischen Proportionen ausdrücke. Es würde viel zu weit führen, hier auf die ganze Breite philosophischer Erwägungen und Überlegungen zur Ästhetik einzutreten; immerhin verdient die Idee, Ästhetik mit organisch entwickelter, optimaler Funktionalität zu verknüpfen, besondere Beachtung. Vor diesem grob skizzierten philosophischen Hintergrund ist jedenfalls erkennbar, dass Ästhetik im technischen Bereich einerseits in Form und Abmessung und andererseits in technisch effizienter Funktionalität verwurzelt ist.

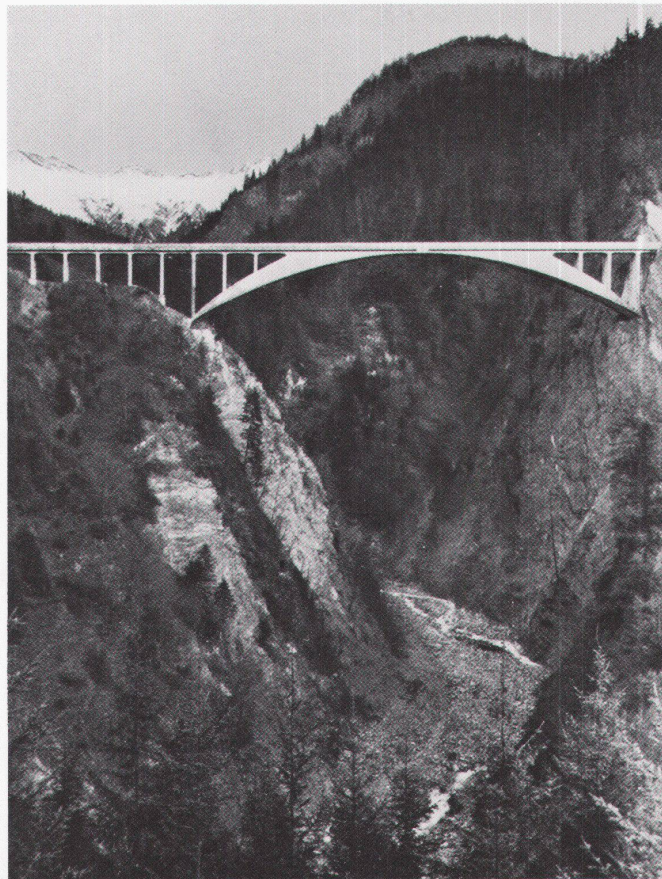
Eine Quantifizierung ästhetischer Qualitäten ist sicher nicht möglich; es besteht aber zweifellos immer eine gewisse Korrelation zwischen Ästhetik und zumindest teilweise messbaren Werten. Bei Brücken spiegelt sich die technische Effizienz in der Leichtigkeit der Konstruktion, die sich ihrerseits in den quantifizierbaren Werten durch Transparenz und Schlankheit ausdrückt; und die kunstvolle Gestaltung spiegelt sich in struktureller



1



2



3

Ordnung, Ausgewogenheit, Einfachheit und in einer dem Kraftfluss entsprechenden Formgebung.

Auf dieser Grundlage lassen sich einige für den Brückenbau typische generelle Gestaltungsregeln ableiten, wobei man sich aber bewusst sein muss, dass die Beachtung von Regeln allein nicht genügt, solange dem Entwurf Originalität und Individualität fehlen. Immerhin können solche Regeln dem Ingenieur ein besseres Verständnis für die Frage der Ästhetik vermitteln.

Generelle Hinweise

Im Prinzip sind zwei Aspekte zu beachten, die weitgehend unabhängig voneinander sind:

- die Einpassung der Brücke in das Landschaftsbild;
- die Gestaltung der Brücke als Tragwerk an sich.

Zur Einpassung der Brücke in das Landschaftsbild wird im folgenden nicht Stellung genommen. Das Problem betrifft einerseits die Wahl der Linienführung des Verkehrsträgers, die dem Brückenbauer wenigstens teilweise entzogen ist, und andererseits die Wahl des Tragsystems und dessen Massstäblichkeit in bezug auf die Landschaft.

Die Gestaltung der Brücke als Tragwerk an sich kann nie nur aufgrund von geometrischen Ansichten oder Perspektiven beurteilt werden. Die Dreidimensionalität des Erscheinungsbildes sollte immer und insbesondere bei neuartigen Tragwerken an einem genügend grossen Modell studiert werden. Dabei ist es notwendig, das Modell aus allen, vor allem auch den ungünstigen Blickwinkeln zu betrachten und solange zu verbessern, bis eine befriedigende Lösung gefunden ist. Der Blickpunkt bzw.

Standort des Betrachters kann durchaus gewichtet werden, alle möglichen Blickwinkel des Benützers sind jedenfalls von besonderer Bedeutung.

1
Brücke in Gueroz

2
Via Mala

3
Brücke in Saligna

Beim Entwurf sind, wie bereits erwähnt, die folgenden Aspekte zu beachten:

- Transparenz und Schlankheit (Abb. 1);
- Strukturelle Einfachheit und Regelmässigkeit (Abb. 2);
- Formgebung (Abb. 3).

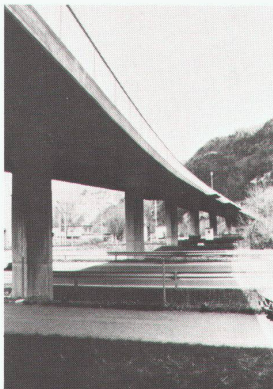
Jeder dieser Aspekte ist wichtig und genügt nicht für sich allein, die beiden ändern müssen ebenfalls berücksichtigt werden.

Im folgenden soll nun am Beispiel von Balkenbrücken gezeigt werden, wie sich diese speziellen Eigenschaften bei der Gestaltung des Unter- und Überbaus erreichen lassen.

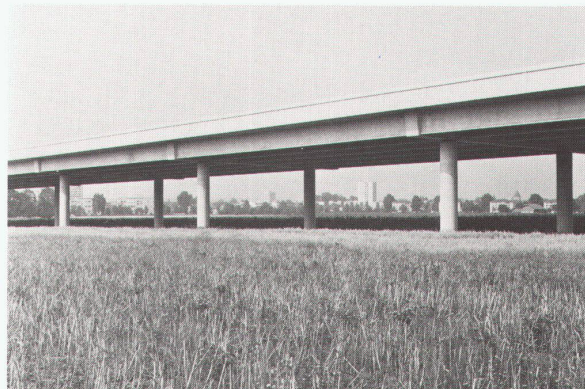
Transparenz

Transparenz ist vor allem eine Frage des Brückenunterbaus, der Anzahl und Form der Stützen; nur in besonderen Fällen, zum Beispiel bei sehr niedrigen Brücken, spielt auch die Trägerhöhe eine Rolle. Die Stützenanzahl wird durch Brückenlänge und Spannweite festgelegt. Die wirtschaftlichste Spannweite beträgt je nach Baugrundbeschaffenheit etwa 25–35 m bei niedrigen Brücken, und bei hohen Brücken ist sie kaum grösser als die Brückenhöhe selbst. Dies ergibt bei langen Brücken eine grosse Zahl von Zwischenauflegern, die Ausbildung dieser Zwischenaufleger muss somit im Blick auf die Transparenz sehr sorgfältig untersucht werden.

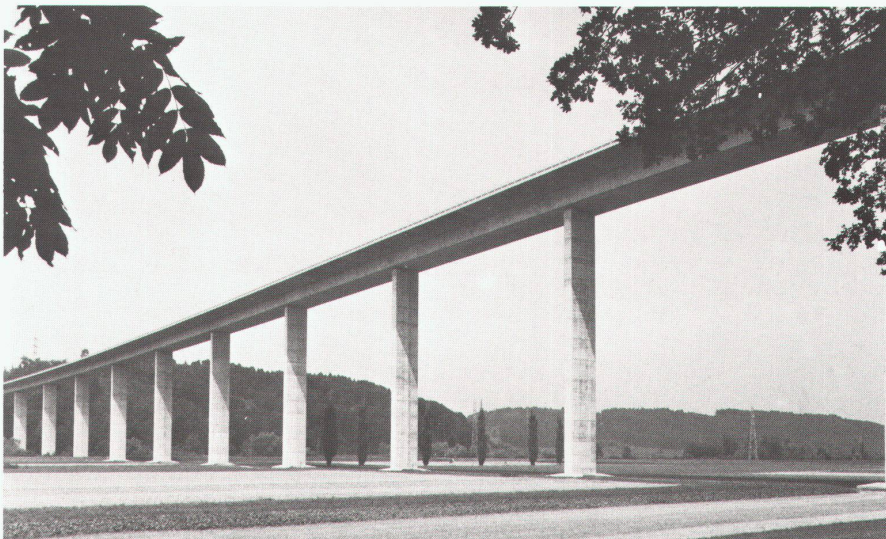
- Bei niedrigen und schmalen Brücken (Brückenbreite $B < 12$ m) wird die beste Transparenz mit Einzelstützen erreicht. Stützen mit Kreisquerschnitt sind im Prinzip am schlanksten; aber dieser Querschnittstyp wird vom Betrachter infolge eines visuell empfundenen Mangels an Seitenstabilität oft als unnatürlich empfunden. Deshalb sind Stützen mit Rechteckquerschnitt besser. Das Verhältnis zwischen Brückenbreite B und Stützenbreite b sollte etwa 3 : 3,5 betragen. Bei langen Brücken dürfen die Stützen nicht in Rahmen gegliedert oder mit einem Hammerkopf ausgebildet werden, die Transparenz wird dadurch erheblich beeinträchtigt.
- Bei niedrigen, breiten Brücken (Brückenbreite $B > 12$ m) sind Einzelstützen



4



5



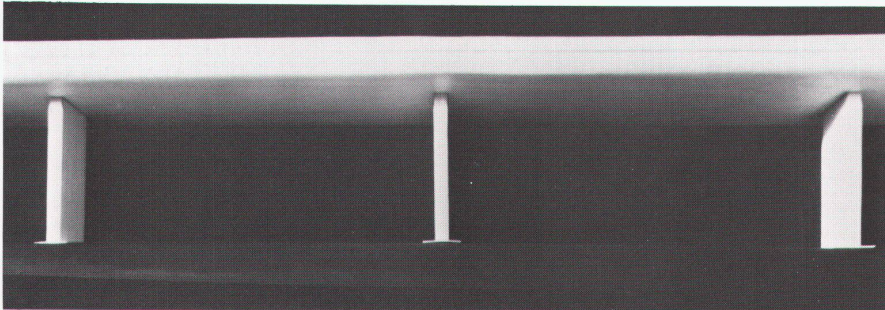
6

aus technischen Gründen ungeeignet. Konstruktiv und ästhetisch am besten sind in diesem Fall zweifellos zwei schlanke Einzelstützen mit Kreisquerschnitt. Der Abstand zwischen den beiden Stützen ist so zu wählen, dass der Überbauquerträger einen ausgegogenen Beanspruchungszustand aufweist. Mehr als zwei Stützen pro Zwischenaufleger oder Rahmen verschlechtern die Transparenz besonders bei langen Brücken beträchtlich.

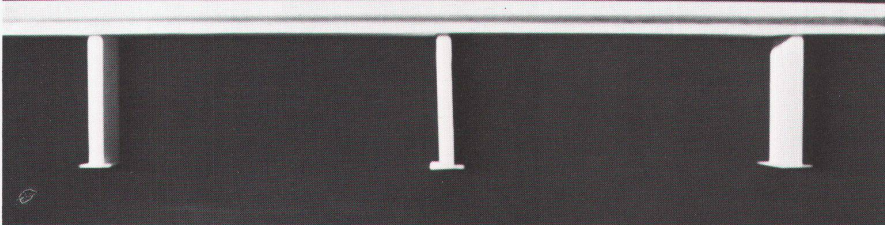
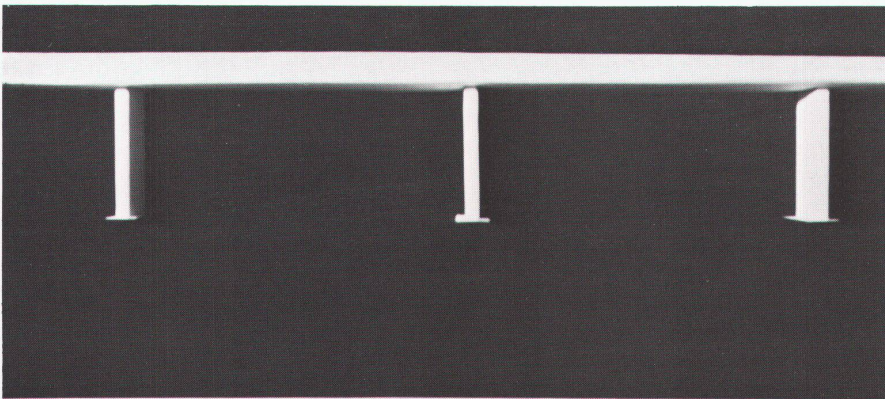
- Bei hohen Brücken wird die beste Transparenz unabhängig von der Brückenbreite mit Einzelstützen erreicht. Das Verhältnis zwischen Brückenbreite und Stützenbreite sollte etwa 3 bis 3,5 bei schmalen und 3,5 bis 4 bei breiten Brücken betragen. Einzel-

stützen erfordern bei breiten Brücken einen einzelligen Überbauungsquerschnitt. Wie viele Beispiele zeigen, ist dieses Konzept wirtschaftlich, es weist aber gewisse technische Nachteile auf.

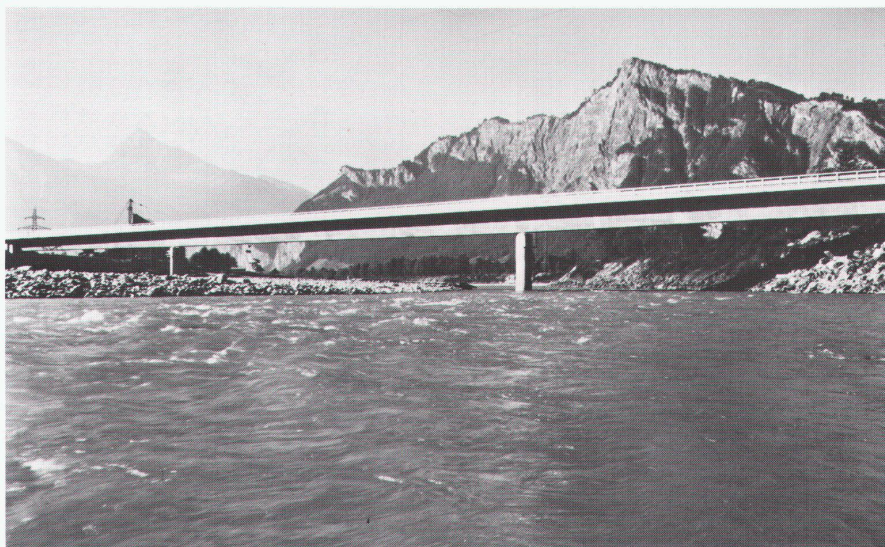
- Einzelstützen für Zwillingsbrücken sind ungünstig. Bei einem Verhältnis von Brückenbreite zu Stützenbreite von 1,5 bis 2 führt diese Ausbildung der Zwischenaufleger bei langen Brücken schon bei geringer Schrägsicht zu einer schwerfälligen Stützenwand.
- Bei grossen Spannweiten und relativ kurzen Brücken ist es durchaus möglich, die Stützen in Rahmen aufzulösen. Der Betrachter vermag die einzelnen Spannweiten zu erkennen, und die Zwischenaufleger wirken leicht und elegant.



7



8



9

Schlankheit

Die effektive Schlankheit des Brückenüberbaus ist durch das Verhältnis von Spannweite zu Trägerhöhe definiert. Bei Spannbetonbrücken liegt die wirtschaftlichste Schlankheit bei 15 bis 17. Höhere Schlankheiten bis etwa 30 sind zwar durchaus realisierbar, sie erfordern aber einen beträchtlich höheren Kostenaufwand.

Die visuelle Schlankheit wird demgegenüber durch das Verständnis zwischen sichtbarer, ununterbrochener Trägerlänge und optisch erkennbarer Höhe bzw. Breite des Brückenträgers bestimmt. Die eigentliche Spannweite spielt somit eine untergeordnete Rolle, solange die Kontinuität des Trägers durch die Zwischenaufleger nicht beeinträchtigt wird.

Je nach Brückenhöhe hat die Trägerhöhe oder die Trägerbreite – dem Betrachtungswinkel entsprechend – mehr Einfluss auf die visuelle Schlankheit.

- Bei niedrigen Brücken muss die Trägerhöhe klein sein, sie hat in diesem Falle – wie erwähnt – auch einen Einfluss auf die Transparenz. Wenn das Verhältnis zwischen Brückenhöhe und Trägerhöhe kleiner als 4 ist, wirkt der Überbau auch bei einer langen Brücke schwerfällig. Der Trägerquerschnitt muss deshalb bei breiten Brücken als mehrzelliger Kasten oder Platte ausgebildet werden, was zweifellos auch der wirtschaftlichsten Lösung entspricht.
- Hohe und lange Brücken weisen, aus der Ferne betrachtet, immer eine grosse visuelle Schlankheit auf. Bei diesen Brücken ist es wichtig, dass sie, auch

4 Überführung bei Zizers

5 Viadukt bei Yverdon

6 Sarneviadukt

7 Modell, Ansicht von unten / Maquette, vue de dessous / Model, view from below

8 Profilierter und nichtprofilierter Träger / Poutre profilé et non-profilé / Profiled and non-profiled girder

9 Rheinbrücke bei Ragaz

aus der Nähe und von unten unter einem Blickwinkel von ca. 30° betrachtet, nicht zu breit erscheinen. Einzellige Kastenquerschnitte mit weit auskragenden Konsolen ergeben bei optimaler, effektiver Schlankheit zufolge der geringen sichtbaren Breite die höchste visuelle Schlankheit.

- Die visuelle Trägerschlankheit lässt sich mit entsprechender Querschnittsprofilierung erhöhen. Konsolen mit starkem Schattenwurf auf die Trägerstege sind diesbezüglich besonders geeignet. Auch hier widerspricht die ästhetisch wünschbare Querschnittsform kaum der technisch-wirtschaftlich zweckmässigsten.
- Bei niedrigen, einfachen Balken sind die effektive und die visuelle Schlankheit nahezu identisch. Der Träger wirkt bereits bei einer relativ aufwendigen Schlankheit von 20 bis 25 relativ schwer. Eine höhere Schlankheit kann in diesem Falle nur mit der Wahl eines anderen Systems, zum Beispiel eines Rahmens oder eines Sprengwerks, erreicht werden. Mit anderen Worten heisst das, dass einfache Balken aus ästhetischen Gründen wenn möglich vermieden werden sollten.
- Auch bei weitgespannten Dreifeldträgern, deren effektive Schlankheit aus wirtschaftlichen Gründen nicht grösser sein darf als etwa 20, lässt sich die visuelle Schlankheit erhöhen: entweder mit weitgeschwungenen Vouten oder mit einem sehr leichten, kaum wahrnehmbaren Anzug in den Endfeldern.

Ausgewogenheit und Einfachheit

Wie bereits angedeutet, ist unser ästhetisches Empfinden für technische Strukturen in Formen verwurzelt, die bei einem minimalen Aufwand an Energie und Material organisch gewachsen sind. Symmetrie ist ein ausgesprochenes Merkmal dieser Strukturen. Sie ergibt einen Gleichgewichtszustand auf tiefstem Beanspruchungsniveau und vermittelt den Eindruck höchster Ausgewogenheit. Dieses Grundprinzip wurde bereits in der Antike beachtet und findet sich immer wieder beinahe bei allen grossen Bauwerken des Mittelalters. Auch den meisten «schönen» Brücken liegt ein symmetri-

sches Tragsystem zugrunde.

Die Regelmässigkeit der Form drückt sich einerseits in der Anordnung der Spannweiten und andererseits in der Gestaltung der Querschnittsform aus. Die grösste technische Effizienz, das heisst optimale Ausführungsbedingungen und geringster Materialaufwand, werden bei gleichmässigen Spannweiten und möglichst gleichbleibender Querschnittsform erreicht. Bei variierender Brückenhöhe hat die Stützhöhe einen gewissen, allerdings relativ kleinen Einfluss auf die Spannweitenanordnung bzw. den Gesamtaufwand, das heisst bei abnehmbarer Brückenhöhe werden auch die Spannweiten etwas kleiner, was einen durchaus günstigen ästhetischen Effekt zur Folge hat. Symmetrie, ausgewogene Spannweiten und eine im Prinzip gleichbleibende Querschnittsform für Stützen und Träger bringen Ordnung und Klarheit in das Tragsystem. Die Brücke präsentiert sich als homogene, harmonische und organische Einheit; der Betrachter darf nicht durch verschiedene, unübersichtliche konstruktive Elemente verwirrt werden, er möchte intuitiv einen natürlichen, einfachen Kraftfluss im Tragwerk erkennen können.

Künstlerische Gestaltung

Ein Ingenieur, der auf gute Formgebung besonderen Wert legt, wird immer versuchen, die rohe, rechnerisch ermittelte Form zu verbessern und auszufeilen. Diese künstlerische Gestaltung kann im Prinzip auf zwei Wegen erfolgen:

- durch eine dem Kraftfluss und der Beanspruchung entsprechende Querschnittsausbildung oder
- durch Verzierung, eine Gestaltungsform, die an sich nichts mit technischen Aspekten zu tun hat.

Wir neigen heute dazu, dem erstgenannten dieser Wege den Vorzug zu geben, das heisst ästhetische Qualität in optimaler Verschmelzung von Formgebung und Kraftfluss zu suchen. Man kann aber nicht ganz bestreiten, dass auch Verzierung in der Hand eines künstlerisch begabten Ingenieurs eine durchaus positive ästhetische Wirkung haben kann. Sogar Spielerei und statischer Widersinn kön-

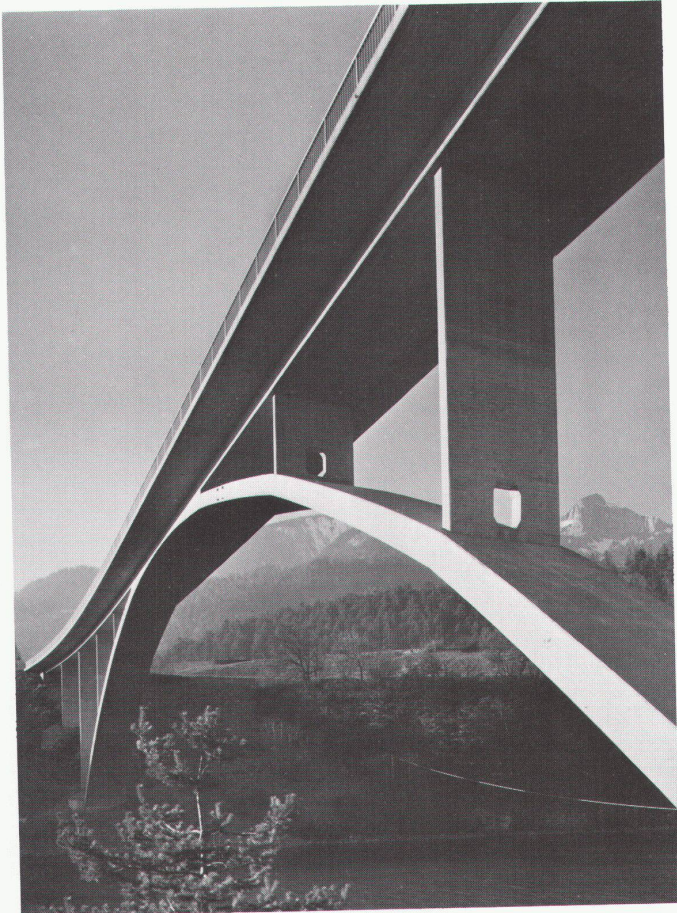


10

nen bei untergeordneten Tragelementen, geschickt verwendet, einen belebenden Einfluss auf ein allzu «statisches» Tragwerk ausüben. Verzierungen als ästhetisches Element im Brückenbau sind aber äusserst heikel, der Durchschnittsingenieur sollte davon absehen und sich strikt daranhalten, in der Tragwerks- und Querschnittsform die statische Funktion zum Ausdruck zu bringen.

Zum Beispiel:

- durch einen parabolischen, der Beanspruchung entsprechenden Anzug bei hohen Pfeilern (Abb. 10);
- durch eine der Stützlinie folgende Bogenform (Abb. 11) oder
- bei gevouteten Trägern durch eine Form, die eine ausgeglichene Schubbeanspruchung ergibt (Abb. 12).



11

Korrelation zwischen Wirtschaftlichkeit und Ästhetik

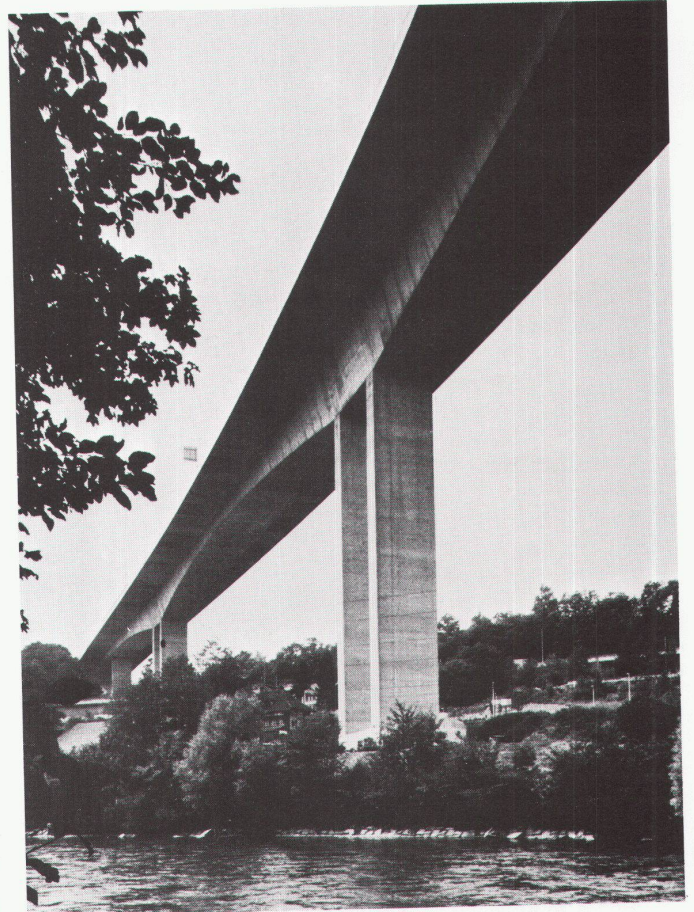
Alle Massnahmen, die zur Verbesserung der ästhetischen Qualität einer Brücke beitragen – wie Transparenz, Schlankheit, Regelmässigkeit und künstlerische Gestaltung –, haben gewisse wirtschaftliche Konsequenzen. Sie sind zwar bei einer bestimmten, festgelegten Spannweiteinteilung mit 1 bis 2% der Gesamtkosten relativ klein; der Mehraufwand auf der einen Seite wird meistens durch Einsparungen auf der andern Seite weitgehend kompensiert.

Eine Ausnahme bleibt aber die Spannweite. Wenn die aus ästhetischen Gründen gewählte Spannweite grösser ist als die wirtschaftlichste, können die Mehrkosten beträchtlich sein, denn die Einsparungen im Unterbau wiegen den Mehraufwand im Überbau bei weitem

nicht auf.

Wie bereits erwähnt, ist die wirtschaftlichste Spannweite relativ klein, und in den meisten Fällen wirkt sie mittelmässig und konservativ. Grosse Spannweiten, im Rahmen der Massstäblichkeit, erhöhen nicht nur die Transparenz erheblich, sie widerspiegeln auch konzeptionelle Grosszügigkeit und technische Effizienz. Denn die Spannweite hat seit eh und je Laien und Fachleute fasziniert, sie ist die zentrale Herausforderung an das Können, die Intuition und die Phantasie des Brückeningenieurs und in diesem Sinne ein ausgesprochen quantifizierbares Merkmal für Ästhetik. Aus diesem Grunde sollte ganz besonders bei exponierten Brücken ein gewisser Mehraufwand (von 5 bis 7%) im Blick auf ein ästhetisch überzeugendes Konzept in Kauf genommen werden.

C. M.



12

10
Brücke über die Biaschina

11
Brücke bei Reichenau

12
Felsenbrücke