

Fussgänger-Hängebrücken - oder: es lebe die Vielfalt!

Autor(en): **Schlaich, Jörg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **105 (1987)**

Heft 12

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76536>

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.

Fussgänger-Hängebrücken – oder: es lebe die Vielfalt!

Von Jörg Schlaich, Stuttgart

Den Hängebrücken wird heute gegenüber den Balkenbrücken bei kleinen und gegenüber den Schrägseilbrücken bei grossen Spannweiten keine Chance mehr eingeräumt. So droht die Formenpalette des Brückenbaus eine besonders schöne Art zu verlieren. Dies dürfen und brauchen wir nicht hinzunehmen!

Die Fussgängerbrücke

Fussgängerbrücken erfüllen eine wichtige Aufgabe im Verkehr und tun dies meist viel angenehmer für den Fussgänger als Unterführungen. Darüber hinaus prägen sie auch sehr stark die Stadtarchitektur, leider aber viel zu oft negativ. Dies bezeugen unzählige schlechte Beispiele, plumpe, gefühllos entworfene Prügel mit hässlichen Treppenaufgängen, schwülstigen Rampen, triefenden und moddrigen Fertigteilfugen, schweren Geländern, neuerdings auch bedacht und im Zweifelsfall begrünt. In der Tat verlangen diese kleinen Brücken vom ernsthaft Entwerfenden sehr viel Mühe, insbesondere wenn behindertengerechte, also lange Rampen in beengten Verhältnissen, unterzubringen sind, dazu Treppen oder gar Rolltreppen, das Ganze beleuchtet, entwässert, tausalzbeständig.

Sicher gibt es keine allgemeine Regel für die Lösung dieser schwierigen Entwurfsaufgabe. Bedenkt man aber, dass Fussgängerbrücken uns viel nähertreten als andere Brücken, dass wir sie anfassen können und sie uns ängstigen, wenn sie gross und schwer sind, dann wird klar, dass sie im Ganzen und im Detail menschliche Massstäbe haben, also feingliedrig und filigran sein müssen.

Deshalb gilt es, direkte Biegung zu vermeiden, die Träger aufzulösen in Fachwerke, Bögen oder Seilverspannungen. Keiner Bauart soll der Vorzug gegeben werden, denn Vielfalt und Abwechslung sind unverzichtbare Mittel schöner Gestaltung; Uniformität ist langweilig.

Nachdem aber gerade unser Jubilar *Christian Menn* in direkter Nachfolge *Robert Maillarts* gezeigt hat, wie schön Bogenbrücken sein können, und *René Walther* in dieser Festschrift die Schrägseilbrücken preist, soll hier ein Wort für die Hängebrücken eingelegt werden. Mit ihnen können offenbar die genannten Forderungen bestens erfüllt werden, denn sie sind sehr leicht, transparent und natürlich schön (Bilder 1 und 2).

Schrägseil- und Hängebrücken im Vergleich

Aber, wird man sofort fragen, wie sollen denn Fussgängerhängebrücken mit Spannweiten meist unter 100 m heute noch durchsetzbar sein, wenn Hängebrücken selbst bei viel grösseren Spannweiten gegen Schrägseilbrücken regelmässig unterliegen?

Man weiss doch, dass Hängebrücken erst bei sehr grossen Spannweiten oberhalb 800 bis 1000 m in Betracht gezogen werden können. Es mag überraschen, aber hier wird behauptet und gleich auch begründet, dass es keinen Spannweitenbereich gibt, in welchem die Hängebrücke grundsätzlich unterlegen ist. Es gibt nur eine «Lücke», sagen wir ganz grob zwischen 100 und 1000 m, in der gewisse Nachteile der Hängebrücken besonders zu spüren sind, während oberhalb und unterhalb davon beide zumindest gleichwertig sind.

Dazu ist zunächst festzustellen, dass auch die Schrägseilbrücke gewisse prinzipielle Nachteile gegenüber der Hängebrücke aufweist, die nur dann in den

Hintergrund treten, wenn ihre noch zu beschreibenden herstellungstechnischen Vorteile voll zur Wirkung kommen. Der der Schrägseilbrücke zugeschriebene Vorteil der grösseren Steifigkeit, etwa ihre geringeren Verformungen unter örtlichen Belastungen, interessiert in Wirklichkeit nicht oder höchstens bei Eisenbahnbrücken. Im Gegenteil, er muss mit Spannungswechseln in den Schrägseilen erkaufte werden, die schwer zu beherrschen und viel grösser sind als jene der Hauptkabel der Hängebrücke. Es ist zwar richtig, dass es deren Hängern nicht besser geht, aber die lassen sich, wenn sie erschöpft sind, selbst unter Verkehr leicht austauschen.

Auch konstruktiv bereitet die Schrägseilbrücke manche Sorgen: Die Fächeranordnung der Seile muss mit einem komplizierten Anschluss aller Seile am Pylonkopf erkaufte werden; verteilt man deshalb die Seilverankerungen in der Höhe über den Pylonstiel, so erhält dieser Biegung, und die Seilmengen nehmen zu; weiter ist der schräge Anschluss der Seile am Fahrbahnrand aufwendig, und die alternative Mittelaufhängung wird erst recht problematisch; schliesslich entstehen Konflikte mit der Auflagerung des Fahrbahnträgers am Pylon: Lagert man ihn vertikal starr auf, so erhält er hohe Biegung, hängt man ihn elastisch in die Seile, so bereiten deren schleifende Anschlüsse an den Pylonen Schwierigkeiten.

Den wirklichen Vorteil verschafft sich die Schrägseilbrücke dadurch, dass sie im Freivorbau gerüstlos hergestellt werden kann und gleichzeitig bezüglich der Horizontalkomponenten der Seilkräfte

Bild 1. Fussgängerbrücke am Rosensteinpark in Stuttgart (gebaut 1977) mit Architekten H. Luz, M. Bäcker

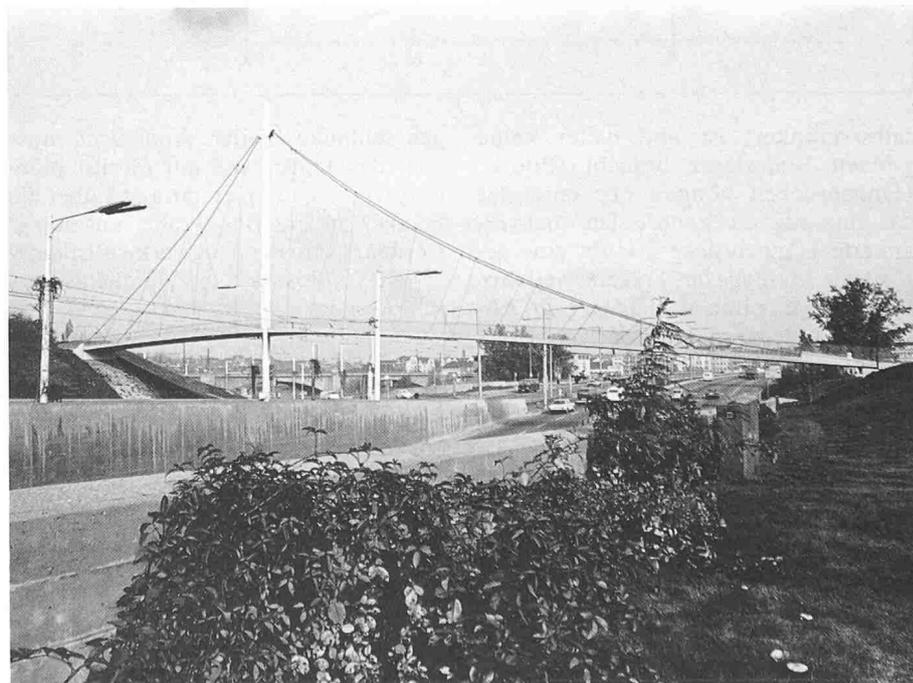
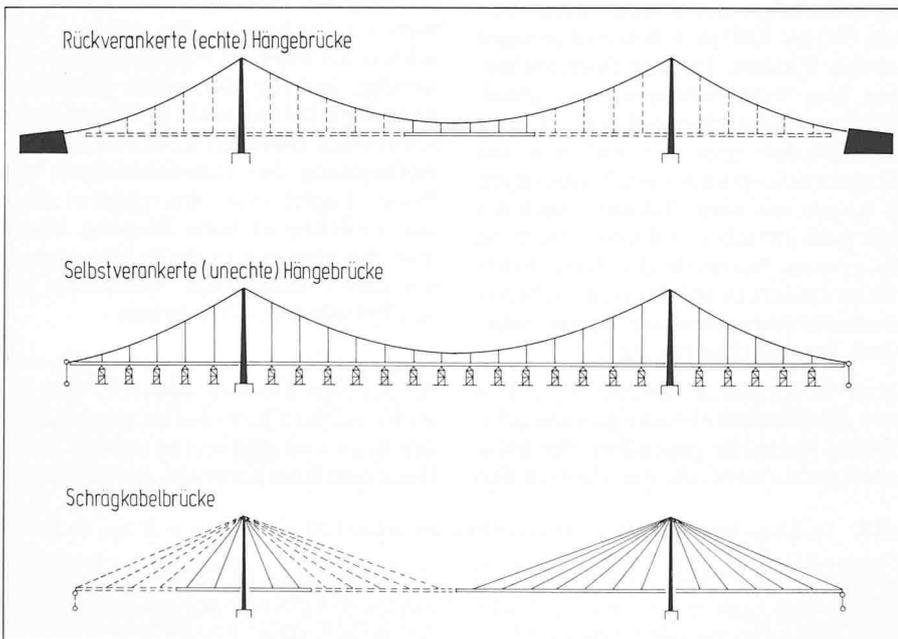




Bild 2. Kleiner Hängesteg am Rosensteinpark in Stuttgart (gebaut 1977) mit Architekten H. Luz, M. Bächer

Bild 3. Vergleich der Montage des Fahrbahnträgers. a rückverankerte, b selbstverankerte Hängebrücke, c Schrägseilbrücke



selbstverankert ist und daher keine grossen Widerlager braucht (Bild 3). Hängebrücken können nur entweder das eine oder das andere: Die rückverankerte Hängebrücke erlaubt eine gerüstfreie Montage des Trägers, weil ihre Hauptkabel, ohne den Träger in Anspruch zu nehmen, in Widerlagern verankert werden. Da die Kabel aber sehr flach einlaufen, müssen die Widerlager, wenn sie nicht gleiten sollen, sehr schwer sein und werden daher sehr teuer. Bei der selbstverankerten Hängebrücke hingegen werden die Kabel an die beiden Enden des Fahrbahnträgers angeschlossen, so dass sich ihre Horizontalkomponenten über Druckkräfte in ihm ausgleichen können. Es müssen also nur Vertikalkräfte in den Baugrund abgeleitet werden. Dafür genü-

gen schlanke Pfeiler. Andererseits muss aber der Träger voll auf Gerüst montiert werden, denn er kann erst über die Hänger an die Hauptkabel angehängt werden, wenn das Tragwerk vollständig erstellt und somit der Kraftfluss geschlossen ist.

Hängebrücken für kleine Spannweiten

Daraus folgt eindeutig, dass die Hängebrücke der Schrägseilbrücke aus wirtschaftlicher Sicht immer dort standhalten kann, wo ein Einrücken des Brückenträgers ohne besonderen Aufwand und ohne unzulässige Einengung des Lichtraumprofils unter der Brücke

möglich ist. Diese Voraussetzungen sind offensichtlich bei kleinen Spannweiten unter 100 m oft erfüllt, etwa bei Überführungen über Strassen und Eisenbahnen, wo temporäre Rüstungen wenig stören. Umgekehrt sind bei grösseren Spannweiten – die sonst ja nicht erforderlich wären – bei Überquerungen von Schifffahrtsstrassen, Flüssen oder Meerengen temporäre Pfeiler meist zu gefährlich und teuer, so dass dort die Schrägseilbrücke ihre herstellungsbedingten Vorteile voll ausspielen kann.

Ausnahmen bestätigen auch diese Regel eindrucksvoll: in Osaka (Japan) wurde kürzlich eine sogar 300 m weit gespannte selbstverankerte Hängebrücke fertiggestellt. Zur Montage ihres Fahrbahnträgers wurden zwei Hilfspfeiler in das dort nicht sehr tiefe Meer gestellt und die Schifffahrt vorübergehend eingeengt. Bei den genannten kleinen Spannweiten und vor allem, wenn der Fahr- oder Gehweg auch schmal und deshalb leicht ist – also insbesondere bei Fussgängerbrücken – fallen aber auch die Kosten einer Rückverankerung nicht sehr ins Gewicht. Von der selbstverankerten Hängebrücke wird man deshalb immer dann gern Gebrauch machen, wenn der wegen der Druckkräfte notwendigerweise gerade Träger der selbstverankerten Hängebrücke oder der Schrägseilbrücke die Entwurfs-Freiheit zu sehr einengt: Die rückverankerte Hängebrücke kennt diesen geometrischen Zwang nicht und öffnet der Phantasie ein weites Feld.

Vollständigkeitshalber sei angefügt, dass bekanntlich diese mit zunehmender Spannweite immer grösser werdende Druckkraft im Träger der Grund dafür ist, dass bei sehr grossen Spannweiten die Schrägseilbrücke und die selbstverankerte Hängebrücke unwirtschaftlich und schliesslich unausführbar werden, und dass nach dem heutigen Stand der Technik in diesem Fall nur noch die rückverankerte Hängebrücke in Frage kommt. Die Annacis-Brücke in Vancouver/Kanada ist mit 465 m zwischen den Pylonen die derzeit am weitesten gespannte Schrägseilbrücke; geplant ist in Japan die Ikuchi-Schrägseilbrücke mit 490 m. Mit 1410 m ist die Humber-Brücke in England heute noch die weitestgespannte, natürlich rückverankerte Hängebrücke. Die Japaner planen gegenwärtig die Akashi-Kaikyo-Hängebrücke mit 1990 m Spannweite, und die Italiener wollen die Strasse von Messina mit 3300 m überspannen! Die Grenzspannweite beträgt heute etwa 8000 m; so weit können sich hochfeste Stahlseile gerade noch selbst tragen. Mit Kunstfasern, z.B. Kevlar, deren Reisslänge (Quotient der Zugfestigkeit und des spezifischen Gewichtes) viel

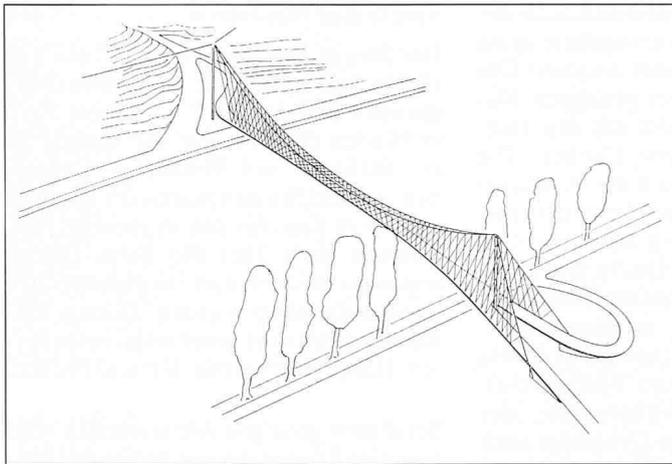


Bild 4. Fussgängerbrücke über den Neckar am Max-Eyth-See in Stuttgart (Baubeginn 1986) mit Architektin B. Schlaich-Peterhans

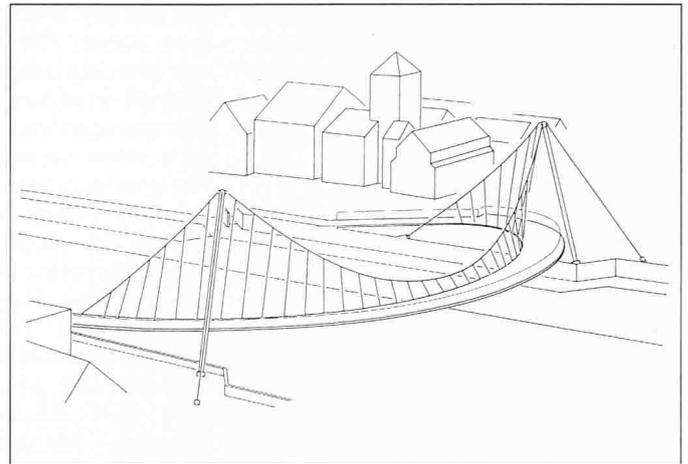


Bild 5. Fussgängerbrücke über den Rhein-Main-Donau-Kanal in Kelheim (fertig Anfang 1987) mit Architekten Prof. Kurt Ackermann und Partner

grösser ist als jene von Stahldrähten, könnte man bald noch weitere Spannweiten erreichen, wesentlich weitere als nötig.

Praktisch interessieren aber viel mehr die kleinen Spannweiten, und deshalb sei das oben Beschriebene nun anhand einiger eigener Fussgängerbrücken veranschaulicht. Sie zeigen auch, dass leicht bzw. massiv und filigranartig bzw. plump keine Frage der Materialwahl zu sein braucht. Für die Gehweg-Träger bzw. -Platten dieser Brücken und natürlich für die Gründungen bietet sich Beton an, für die Pylone und Seile Stahl. Aber auch dies sind keineswegs feste Regeln. Als Baustoff steht auch Holz zur Wahl.

Horizontalkomponente der Kabelkräfte «vorgespannt». Die schrägen Hänger beleben nicht nur das Bild, sondern helfen auch bei der Verteilung örtlicher Lasten, allerdings auf Kosten höherer Spannungswechsel als bei vertikalen Hängern. Die beiden Hauptseile von 75 mm Durchmesser werden auf dem Mastkopf über einen Guss-Sattel geführt und wegen der Differenzkräfte geklemmt. Der Mast durchdringt die Platte berührungslos. Durch Anheben des Mastes mittels Pressen wurde die Platte ausgeschalt und das Seiltragwerk gespannt.

Kleine Rosensteinbrücke

Die kleine Rosensteinbrücke, nur durch einen Hügel von der eben beschriebenen Brücke getrennt, ist eine rückverankerte Hängebrücke. Der Weg führt von einem Berg herab und senkt sich so durch die zu überbrückende kleine Schlucht, dass es sich anbot, die Gehwegplatten direkt auf die beiden durchhängenden Tragseile aufzulegen, die sich zwischen zwei Widerlagern spannen. Diese Tragseile sind durch eine Unterspannung stabilisiert. Dazu dient ein mittig angeordnetes entgegengesetzt gekrümmtes Seil, das mit den beiden

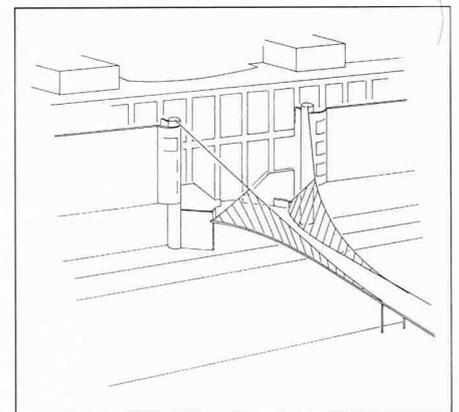


Bild 6. Fussgängerbrücke über die Neckarstrasse in Stuttgart (Baubeginn 1987) mit Architekten Kammerer, Belz und Partner

Tragseilen durch Diagonalseile zu einem räumlichen Seilbinder verbunden ist, dessen Obergurt von den aufgeklemmten 10 cm dicken Betonplatten gebildet wird, deren Fugen offen sind.

Max-Eyth-See-Brücke

Die Max-Eyth-See-Brücke in Stuttgart wird als rückverankerte Hängebrücke mit 115 m Spannweite zwischen den Masten ausgebildet (Bild 4). Das Tragwerk, zwei sich von den Mastspitzen

Einige Beispiele

Rosensteinbrücke in Stuttgart

Die Rosensteinbrücke in Stuttgart ist eine einhüftige, selbstverankerte Hängebrücke (Bild 1). Die 35 cm dicke Gehwegplatte aus Stahlbeton ist durch die

Bild 7. Hängesteg in Bad Windsheim (Baubeginn 1987) mit Architekten Schunck und Partner

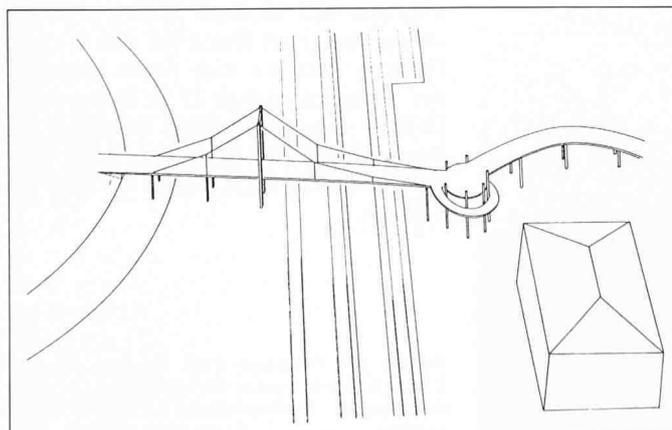
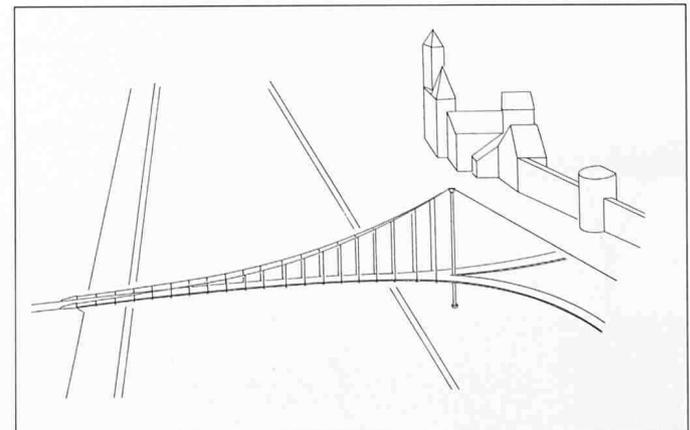


Bild 8. Fussgängerbrücke über den Rhein-Main-Donau-Kanal in Berching (Baubeginn 1988) mit Architekten Prof. Kurt Ackermann und Partner



aus spreizende Trageile, ein Netzwerk aus schrägen Hängern und eine Betonplatte, ist über dem Neckar streng symmetrisch, reagiert aber in den Seitenfeldern auf die völlig unterschiedlichen Randbedingungen.

Das eine Ufer ist völlig flach und weist einen schönen Baumbestand auf, in den hinein die Brücke ausläuft und sich gabelt. Dort wird sie auch von den fortlaufenden Hängernetzen bis hin zu den beiden Widerlagern der Seile getragen. Das andere Ufer ist steil, und der Weg kommt aus einer Schlucht hervor. Deshalb schwenkt die Gehwegplatte der Brücke vor dem Mast seitlich aus, spannt frei und nimmt den Weg direkt auf. Der Fussgänger sieht die Brücke, bevor er sie passiert. Der Mast ist mittels gerader Seile rückverankert.

Die unleugbaren Zusatzkosten der Rückverankerung, die nötig werden, weil im schiffbaren Neckar keine Hilfsstützen möglich sind, und weil deshalb die aus Fertigteilen bestehenden Platten direkt an die Seile gehängt werden müssen, finden also eine weitere Rechtfertigung in der möglichen und hier auch voll genutzten geometrischen Freiheit der Gehwegplatte.

Fussgängerbrücke über den Rhein-Main-Donau-Kanal

Die *Fussgängerbrücke über den Rhein-Main-Donau-Kanal in Kelheim* weist zwischen zwei zum Kanal parallelen geraden Rampen über dem Kanal einen etwa halbkreisförmigen Grundriss auf. Diese Rampen sind nötig, um die geforderte Durchfahrthöhe für die Schifffahrt zu erreichen. Natürlich wäre es möglich und auch ein paar Meter kürzer gewesen, die Brücke am oberen Ende der Rampen zu knicken und rechtwinklig und gerade zu überführen. Die gewählte kontinuierliche Form des Trägers erschien aber nicht

nur schöner, sondern liess sich auch statisch nützen: Die Kreisringplatte muss nur einseitig aufgehängt werden! Das Trageil wird von zwei geneigten Masten getragen und bildet mit den Hängern schön verwundene Flächen. Die Platte ist zum Ausgleich der Krepelmomente mittels Spanngliedern vorgespannt, die ringförmig und oberhalb der Schwerachse des Querschnitts angeordnet sind. Die übliche Einteilung, rückverankert oder selbstverankert, versagt bei dieser Brücke, sie ist beides zugleich. Die geneigten Maste erfordern wohl Rückverankerungen, der Kreisring wirkt aber im Grundriss auch als Bogen, dessen Druckkräfte durch die Horizontalkomponenten der Trageile ausgeglichen werden. Das warf keine fertigungstechnischen Probleme auf, weil die Platte auf ebenem Gelände leicht eingerüstet werden konnte, und weil der Kanal erst nach Fertigstellung der Brücke ausgehoben wird. Ausgeschalt und gespannt wird auch diese Brücke durch Anheben der Maste.

Fussgängerbrücke über die Neckarstrasse

Die *Fussgängerbrücke über die Neckarstrasse* in Stuttgart ist wiederum als rückverankerte Hängebrücke ausgelegt, einseitig aufgehängt an einem Hotelneubau, dem sie gleichzeitig als Dach über der Vorfahrt und als Verbindung zum Schlossgarten dient (Bild 6). Die sich am Gebäude aufweitende Betonplatte ist dort monolithisch angeschlossen und an den gegenüberliegenden Verankerungen der Seile am Rande der Platte über Zugpendel und darüber hinaus auf einem Hügel verschieblich gelagert. Beabsichtigt ist, alle Stahlteile, Seile, Beschläge, Verankerungen und Pendel aus rostfreiem Stahl herzustellen, um so die schöne Konstruktion nicht durch Korrosionsschutz zu verkleckern.

Steg in Bad Windsheim

Der *Steg in Bad Windsheim* soll mit nur 19,5 m Spannweite die Eisenbahn überspannen und die Stadt mit einem Park verbinden (Bild 7). Für die Rampe ist ein Stahlrost mit Holzbelag vorgesehen, der auf Stützenpaaren im Abstand von 6,5 m liegt. Sie soll in gleicher Ausführung auch über die Bahn führen und muss deshalb dort im gleichen Abstand aufgehängt werden. Daraus entstand der Entwurf einer selbstverankerten Hängebrücke mit Kettengliedern.

Bei diesen geringen Abmessungen sind derartige Flachstäbe mit Augen für Bolzenverbindungen nicht nur wirtschaftlicher, sondern auch passender im Massstab.

Fussgängerbrücke über den Rhein-Main-Donau-Kanal

Die *Fussgängerbrücke über den Rhein-Main-Donau-Kanal in Berching* ist als rückverankerte einseitige Hängebrücke konzipiert, obwohl hier von der Geometrie der Gehwegplatte her eine Selbstverankerung möglich gewesen wäre (Bild 8). Das Entwurfsziel war aber eine besonders leichte Brücke mit aufgelösten konstruktiven Details, in der Art einer «Explosionszeichnung». Deshalb dient die dünne Betonplatte nur der Aussteifung. Sie liegt auf stählernen Querträgern, die beidseitig auskragen und sichtbar – Stahl an Stahl – aufgehängt sind.

Nachwort

Hier soll ganz sicher nicht einseitig für die Hängebrücke geworben werden, vielmehr für Vielfalt und Leichtigkeit. Leichtigkeit und Transparenz können auch mit ganz harmlosen Mitteln erzielt werden.

Dies soll zum Abschluss ein Beispiel in Sindelfingen verdeutlichen: Eine Betonplatte auf dünnen Stahlrohrgabelstützen mit zwei Ästen bei den kurzen Feldern, und mit vier Ästen beidseits des Mittelfeldes von 17 m Spannweite (Bild 9). Beton und Stahl exponiert zu kombinieren ist vielversprechend und erlaubt zudem auch, Farbe ins Spiel zu bringen.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr.-Ing., Dr.-Ing. E.h. J. Schlaich, Institut für Massivbau, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 7, D-7000 Stuttgart 80.

Bild 9. Fussgängerbrücke in Sindelfingen (gebaut 1986)

