

Die schönste Verbindung zweier Standpunkte - Geniale Ingenieursbauten

**Manfred Klimmeck,
Vorsitzender der ehemaligen Forschungsgemeinschaft Australien (im VPhA)**

Was passiert eigentlich mit einem selbst, wenn man eine Brücke überschreitet? Man verlässt ganz bewusst die eigene, gesicherte und bekannte Position, um eine andere Position zu erreichen; vielleicht will man dort bleiben und diese zur neuen eigenen Position machen oder mal will nur mal schauen, um dann wieder zurückzukehren.

Manchmal gibt es aber keinen einfachen, sicheren Weg zu dieser anderen Position. Der Homo sapiens ist seit jeher ein Sammler und Jäger. Der Überbrückung von räumlichen Positionen bedurfte es somit seit Anbeginn der Menschheit. Deren Entwicklung führte zu neuen Wegen, neuen Fähigkeiten und neuen Technologien. Die Entwicklung der Brücken ist somit auch ein Spiegelbild der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung der Menschheit. Auch ganz aktuell gibt es immer wieder neue Konstruktionen, die in der Vergangenheit weder benötigt wurden noch technisch möglich waren.

Dieser Artikel muss sich allerdings auf den Brückenbau als technologische Problemlösung im Wandel der Zeit konzentrieren. Brücken erfüllen seit jeher einen ganz konkreten Zweck an einem ganz konkreten Ort. Es handelte sich somit zunächst ausschließlich um reine Zweckbauten. So, wie der Mensch durch Sprengungen, Überflutungen, Rodungen et cetera die optische Wirkung einer Landschaft intensiv und nachhaltig verändert hatte, fügte er durch Brücken ein neues Accessoire hinzu. Wie in der Mode wird der Status Quo optisch unterstützt, positiv verändert oder aber auch unwiederbringlich zerstört. Aus all dem ergibt sich eine Vielzahl Themen für hochinteressante Motivsammlungen.

Die Anfänge

Zu den Zeiten der Jäger und Sammler ging es nur darum, Flüsse oder kleine Schluchten temporär (meist nur einmalig) zu überqueren. Der Mensch war schon immer ein Homo oeconomicus und machte daher nicht mehr, als unbedingt notwendig. Die ersten Brücken wurden somit von oder mit der Natur erbaut oder es wurden zufällig entstandene Überbrückungen genutzt. Große Steine im Flussbett sind auch heute noch sichtbar, Bäume oder Lianen sind im Laufe der Jahrtausende zerfallen. Für die einmalige Nutzung war ein Umweg oft effektiver als der Bau einer dauerhaften Brücke.



Die Steinbrücke „Tarr Steps“ gilt durch die Konstruktion aus auf Steinen gelegten Steinplatten als erste sogenannte Balkenbrücke, MiNr. 481.



Das Aufwand-Nutzen-Verhältnis änderte sich, als man in der Jungsteinzeit (ca. 11500 vor Christus) sesshaft wurde. Sobald es eine Siedlung gab, mussten bestimmte Wege zu den Feldern und zur Jagd wiederholt gegangen werden. Daher wurde jetzt der Aufwand für die Erstellung einer dauerhaften Überbrückung als ökonomisch eingeschätzt und somit auch umgesetzt.

Eine natürliche Steinbrücke überquert den Inca in der argentinischen Provinz Mendoza, MiNr. 704.

Die ersten Siedlungen mit von Menschen geschaffenen Brücken gab es in der Umgebung der heutigen Türkei. Am Anfang wurden nur die in der Natur verfügbaren Materialien wie Lianen, Holz oder Stein verwendet.

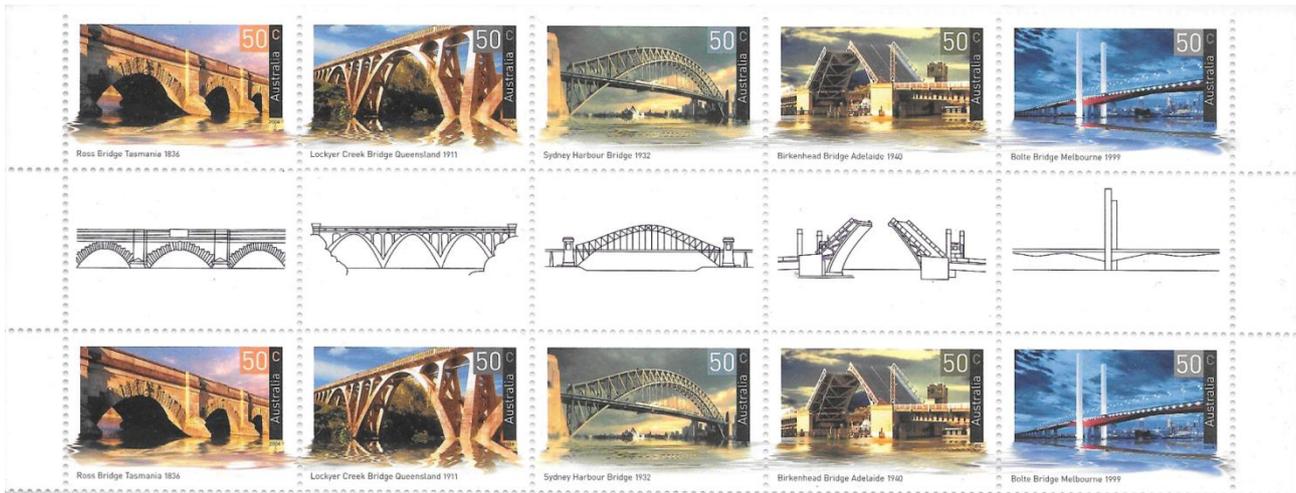


Die Drachenbrücke in den koreanischen Diamantbergen gehört zu den Kettenbrücken, MiNr. 241.

Die Siedlungen entwickelten sich und damit auch der Bedarf an Überbrückungen größerer Abstände mit einer größeren Traglast. Es entwickelte sich gleichzeitig aber auch die Fähigkeit, Materialien zu bearbei-

ten und das Verständnis von physikalischen Zusammenhängen. In vorchristlicher römischer Zeit war der Brückenbau so wichtig wie der Tempelbau und unterstand daher dem Pontifex, dem Brückenmacher. Als wichtigsten „Überbrücker“ von Gegensätzen und Trennendem im übertragenen Sinne sollte seit der Christianisierung der Papst dienen, der „Pontifex Maximus“.

Um die ältesten Brücken zu finden, die heute noch erhalten sind, muss man einen sehr großen Zeitsprung von den Anfängen in der Jungsteinzeit bis zu den Römern vor circa 2000 Jahren machen. Für den Ausbau und die Kontrolle ihres Imperiums waren sie großflächig auf eine gute Infrastruktur angewiesen. Die Römer waren es auch, die mit dem Beton den ersten künstlichen Baustoff für Brücken erfanden. Das Wissen um diese Erfindung ging bis zum 18. Jahrhundert verloren. Inzwischen ermöglichten auch Eisen und Stahl neue Brückenbautechniken. Beton ist sehr druckfest, aber wie Stein und im Gegensatz zu Stahl nur wenig zugfest.



Mehrere Staaten haben schöne Zusammendrucke mit Variationen der Brückentechnologie herausgegeben. Hier ein schönes Beispiel über die Brückenbau-Historie in Australien mit Jahresangaben und Technologie-Skizzen, MiNr. 2287–2291.

Bei der Verwendung von Eisen- und Stahlbeton können die positiven Eigenschaften kombiniert werden. Erst durch diese Technik sind die heute erzielten Längen, schlankere Pfeiler und dünnere Bögen überhaupt erst möglich. Erfunden wurde die 1867 patentierte Erfindung vom französischen Gärtner Joseph Monier – daher auch der Begriff „Monier-Eisen“ –, der unzerbrechliche Blumenkübel benötigte. 1899 wurde die Pont de Chatellerault als erste Brücke mit dieser Technik erstellt.

Techniken im Wandel der Zeit

Es gibt einige technologische Grundkonstruktionen, die seit Jahrhunderten im Einsatz sind. Je nach den Anforderungen an Länge, Belastbarkeit, Verwindungssteifheit und so weiter hat die eine oder andere Konstruktion ihre Vorteile. Selbiges gilt für die verwendeten Materialien. Neben Zug- und Druck-Kräften müssen auch die schiebenden Scherkräfte und die sich drehenden Torsionskräfte ausgeglichen werden.



Die ersten Brücken waren Balkenbrücken, bei denen ein einziges Element, beispielsweise ein gefällter Baum, zur Überbrückung ausreichte. Mit den Kragbrücken konnte etwas größere Strecke verbunden werden. Hierbei liegt ein Balken auf dem sogenannten Kragstein und schwebt am anderen Ende frei in der Luft.

Viele Viadukte dienen dem Eisenbahnverkehr und wurden technologisch an die speziellen Anforderungen, zum Beispiel bezüglich der Vibrationen angepasst. Wir sehen oben das Landwasserviadukt bei Filisur, MiNr. 539, die Sitterbücken bei St. Gallen, MiNr. 530 und das Luegelkinn-Viadukt, MiNr. 770, und unten die Göltzschthalbrücke, MiNr. 2166.

Durch eine identische Konstruktion von der anderen Seite erzielt man eine durchgehende Überbrückung.

Durch Stützpfeiler entstanden neue Formen der Balkenbrücke. Es gibt die heute noch existente Konstruktion mit dem Namen „Tarr Steps“, die den Fluss Barle in Somerset überbrückt. Auf Steine, die im Flussbett liegen, wurden dort Decksteine mit einem Gewicht von bis zu fünf Tonnen gelegt.

In Mesopotamien waren damals Pontonbrücken gebräuchlich, bei denen Planken auf aufgeblasenen und damit schwimmenden Tierbälgen lagen. Dort wurden vor 3000 Jahren auch die ersten Bogenbrücken entwickelt. Hierbei wurden Bogen aus keilförmig behauenen Steinen zusammengesetzt, die durch ihr Eigengewicht zusammengehalten wurden. Auch im Kuppelbau der Kirchen kennt man das Prinzip, dass erst durch den sogenannten Schlussstein in der Mitte des Bogens die Stabilität erzeugt wird.



Es gibt auch viele Marken, die eine symbolische Verbindung von Regionen, Meinungen oder Lebensumständen darstellen, MiNr. 538 und 842.

Vor 2000 Jahren bauten die Römer unter Augustus Steinbrücken und Aquädukte, wie den Pont du Gard in der Nähe von Colonia Augusta Nemausensis (Nimes). Dass so die Versorgung Roms mit Frischwasser gesichert wurde, ist bekannt. Nach demselben Prinzip entstand 1974 in Kalifornien ein „Water Project“ mit einer 1329 Kilometer langen Wasserleitung.

Die ältesten Brücken, die auch heute noch ein Stadtbild oder eine Landschaft nachhaltig beeinflussen, entstanden vor circa 500 Jahren. Eine Brücke, die Leonardo da Vinci im Jahre 1502 entworfen hatte, ist leider nie gebaut worden. Mit einer

Spannweite von 240 Metern sollte sie das Goldene Horn in Istanbul überbrücken.

Gebaut wurde aber 1560 die Seufzerbrücke, Ponte die Sospiri, in Venedig. Der Name entstand aus der Verbindung des Dogenpalastes mit dem Staatsgefängnis. Circa 30 Jahre später entstand dort auch die berühmte Rialto-Brücke. Um größere Spannweiten zu erzielen, begann man im Mittelalter damit, die bisherigen halbkreisförmigen Bögen durch flachere Bögen abzulösen.

Entsprechende technologische Fortschritte gab es auch bei den Seilbrücken. Zu Beginn waren es abenteuerliche Konstruktionen aus Seilen oder Lianen. Deren Nachfolger bildeten die Kettenbrücken, die in China schon sehr viel länger als bei uns im Gebrauch waren.

Die erste europäische Kettenbrücke wurde tatsächlich erst 1741 in Nordost-England über den Fluß Tees errichtet. Sie ist 24,5 Meter lang und nur 0,7 Meter breit und war auf Grund der Schwankungen auch nur für Fußgänger geeignet.

Fortan ging es Schlag auf Schlag, dass neue Technologien entwickelt und Rekorde bezüglich Länge, Höhe oder anderer Kriterien erzielt wurden. 1779 wurde bei Coalbrookdale in England die erste Eisenbrücke der Welt in Betrieb genommen. Die Konstruktion bestand aus Gusseisen und hatte 30 Meter Spannweite.

Deutsche Post
PHILATELIE



JOHANN
AUGUST
RÖBLING

10. GEBURTSTAG



Die Brooklyn Bridge über den East River in New York City war die erste Brücke mit Trossen aus Stahl. Als John August Roebling während der langen Bauphase (1869-1883) verstarb, übernahm sein Sohn Washington die Leitung als Chef-Ingenieur. Bis 1890 war sie mit 486 Metern Spannweite die längste Brücke der Welt, MiNr. 2544.

Inzwischen war Brückenbau etwas, was man auch an Universitäten studieren konnte. Die Belastungen konnten berechnet und daher auch der Materialeinsatz kalkuliert und reduziert werden. Die erste derart berechnete Hängebrücke überspannte seit 1801 mit 21,5 Meter den Jacobs Creek in Pennsylvania und konnte zum ersten Mal auch zumindest von einzelnen Fahrzeugen benutzt werden. Tauglich auch für stärkeren Verkehr war erst die 1825, 1826 geschaffene Hängebrücke von Thomas Telford über die Menai Street in Wales.



Es zeugt schon von ausgeprägtem Selbstvertrauen, die Marke mit dem Abbild der fertigen Bosphorus-Brücke bereits zur Grundsteinlegung und somit drei Jahre vor der Fertigstellung herauszugeben, MiNr. 2161. Wenige Marken zeigen eine berühmte Brücke im Bau, hier die Sydney Harbour Bridge, gemalt von Grace Cossington Smith, MiNr. 1529.



Einige Kettenbrücken bekamen ihre Namen wegen Ketten aus Puddeleisengliedern. Die Brücke über der Meerenge in der Irischen See zwischen der Nordwestküste von Wales und der Insel Anglesey und hatte 17 952 Kettenglieder für eine Spannweite von 176 Metern.

Auch wenn bisher noch nicht erwähnt, stammen viele der bekannten Brücken in Frankreich über die Flüsse wie Seine und Rhône aus dieser Zeit. Bereits seit 1747 gab es in Paris eine auf den Brückenbau spezialisierte Schule, die Ecole des Potts et chaussées.

Brücke über Niagara-Fälle

Ab 1850 wurden in Europa zwei neue Konstruktionsprinzipien angewendet: der eingespannte Brückenbogen und der Kastenträger. Den Kastenträger verwendete als erster der bekannte britische Eisenbahningenieur Robert Stephenson. Er stellt im Grunde nichts anderes als den klassischer Brückenbalken dar, allerdings innen begehbar. Bei der von Stephenson gebauten Britannia-Eisenbahn-Brücke über den Menai-Kanal sind diese Träger Stahlröhren mit rechteckigem Querschnitt, die in vier Abschnitten zu einer Gesamtlänge von 460 Metern verbunden wurden.

Britannia-Eisenbahn-Brücke über den Menai-Kanal MiNr. 483.

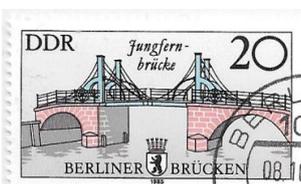


Auch deutsche Ingenieure haben sich im Brückenbau internationalen Respekt erworben. So ist Johann August Röbling in die Geschichtsbücher eingegangen, als er 1855 die erste Stahlkabelbrücke über die Niagara-Schlucht vollendete. Dieser Fluss hat gerade die deutschen Ingenieure angezogen und motiviert. Der Bayer Johann Gerber ließ sich die „Cantilever“-Bauweise patentieren, mit der 1883 eine freischwebend vorgebaute Balkenbrücke über den Niagara vollendet wurde.

1883 wurde in Schottland die gigantische Eisenbahn-Gitterbrücke über den Firth of North eingeweiht und in den USA die von Stahlkabeln getragene Brooklyn-Bridge fertiggestellt. Das Prinzip, eiserne Ketten durch an Ort und Stelle gedrehte Stahldrahtrossen zu ersetzen, wurde in der Schweiz entwickelt und dort bereits 1834 beim Grand Pont Suspebdu über das Sarinetal bei Fribourg eingesetzt.

Als technische Besonderheit wurde 1901 in Elberfeld das erste Teilstück einer Schwebebahn erstellt.

Bei der Überquerung von Flüssen, die auch als Verkehrsadern genutzt wurden, konkurrierten verkehrspolitische mit wirtschaftlichen Interessen. Man musste technische Lösungen finden, die wirtschaft-



Klappbrücken aus Berlin und Kota Intan, MiNr. 2973 und 1563, und Hubbrücke Martrou bei Rochefort, MiNr. 1631.

lich umsetzbar waren und trotzdem die konkurrierenden Verkehrsströme temporär abwechselnd bedienen konnten. Dabei stellte man fest, dass bewegliche Brücken wirtschaftlicher waren, als solche mit einer großen Durchfahrtshöhe.

Die ersten beweglichen Eisenbahnbrücken gab es seit 1903 in Deutschland, unter anderem über den Jade-Ems-Kanal bei Sande. Je nach Bewegungsart unterscheidet man vier Systeme:

- Drehbrücken, die sich um eine senkrechte Achse drehen
- Klappbrücken, die um eine waagerechte Achse hochklappen
- Hubbrücken, bei denen ein Teil des Überbaus senkrecht angehoben wird
- Schiebebrücken, die in Längsrichtung waagrecht zurückgeschoben werden.

Mit einer Durchfahrthöhe von 54 Metern wurde 1973 die Kattwykbrücke als Straßenbrücke über dem Schifffahrtsweg Süderelbe-Köhlbrand bei Hamburg fertiggestellt. Sie ist die größte Hubbrücke der Welt.

Wie die Alternative aussieht, kann man seit 1913 an der Rendsburger Eisenbahn-Hochbrücke sehen. Die dort realisierte Durchfahrthöhe von 42 Metern erforderte kilometerlange Anfahrtsrampen, die sie mit einer Gesamtstrecke von 4700 Metern zur längsten Brückenkonstruktion Deutschlands machte.

Technologisch wurde es dann möglich, Brücken aus vorgefertigten Fertigteilen zusammenzusetzen. Hierdurch wurden bis dahin unbekannte Breiten und Optiken möglich. Zu ihrer Zeit 1932 war die Sydney Harbour Bridge mit einer Bogenspannweite von 503 Metern das größte Beispiel dieser Technik. Hängebrücken schafften allerdings ganz andere Dimensionen.

Die George-Washington-Hängebrücke über den Hudson überspannte – ebenfalls seit 1932 – mit 1067 Metern mehr als die doppelte Strecke.

In der neueren Zeit geht es bei den besonders auffälligen Brücken seltener um die Querung von Schluchten oder Flüssen, sondern um riesige Entfernungen zwischen dem Festland und vorgelagerten Inseln. Seit 1963 gibt es die Fehmarnsund-Brücke in Kastenträger-Bauweise über eine Strecke von 963 Metern. Hier tragen drei Meter breite Röhren mit rechteckigem Querschnitt die Brückendecke. Dieser Brückentyp ist der Standardtyp für den modernen Autobahnbau.

Zu den optischen Leckerbissen gehört nach meiner Auffassung auch die Seto-Ōhashi-Brücke, die als größte zweistöckige Brücke der Welt die japanischen Inseln Shikoku und Honshu miteinander verbindet.

Auch in Deutschland gibt es spektakuläre Konstruktionen, die es mitunter auf Briefmarken geschafft haben. Die Hamburger Köhlbrandbrücke mit ihrer Spannweite von 325 Metern in geschwungener Form und dies 60 Meter über dem Wasser am Hamburger Hafen ist ein Augenschmaus. Als Autofahrer wäre dies für mich aber nie eine Alternative zum Elbtunnel. Wie viele andere Brücken auch ist dieses nun inzwischen 45 Jahre altes Bauwerk marode und soll abgerissen werden.

Für mich war es erstaunlich, dass die erste Brücke über den Bosphorus, die Europa und Asien verbindet, erst 1973 fertiggestellt wurde. Wahrscheinlich lag es an der zu überbrückenden Entfernung von 1074 Metern. Zu diesem Zeitpunkt war sie die längste Brücke Europas und immerhin die viertlängste Brücke der Welt.

Viele Brücken-Marken erschienen parallel in mehreren Ländern. Die darauf abgebildeten Brücken sind nicht nur von höchster ökonomischer Bedeutung, sondern geben auch ein deutliches Zeichen für die Verbundenheit der jeweiligen Völker.

Optische Optionen

Je mehr technische Möglichkeiten und Vielfalt das verwendete Material bot, umso mehr Optionen hatte man auch bei der optischen Gestaltung der Brücken. Waren die Bögen zunächst kreisförmig, wie bei der Rialto-Brücke, wurden sie später immer flacher, wie dies bei einer Vielzahl der französischen Flussbrücken zu sehen ist.

Erst relativ spät wurden sogenannte Hybridbrücken konstruiert, die beispielsweise Elemente einer Hängebrücke mit denen einer Bogenbrücke verbanden. Ein – im Wortsinne – schönes Beispiel ist die Barqueta-Brücke, die zur Weltausstellung 1992 in Sevilla geschaffen wurde.

Besonders eindrucksvoll sind die oftmals sehr hohen und langen Eisenbahnbrücken, mit denen große Schluchten überspannt wurden. In den meisten Fällen hatte die Natur großes Glück und die Brücken wurden harmonisch in die Landschaft eingebettet. Insbesondere denke ich hier an die hohen Holzkonstruktionen in den bewaldeten Schluchten Nordamerikas.

Und wenn dann auch noch eine dampfbetriebene Eisenbahn darüber fährt, dann ist dies einfach die schönste Verbindung zweier Standpunkte. Bei manchen dieser Brücken verwundert es dann auch nicht, dass der Begriff „Ingenieur“ mit dem Begriff „Genie“ zusammenhängt. Dass die Optik nicht darunter leiden muss, wenn extreme Strecken überwunden



Die „schwebende Brücke“ im Sarajdye-Park in Moskau ist mehr eine Aussichtsplattform denn eine Brücke, da Ausgangs- und Zielpunkt nebeneinander liegen, MiNr. 2537.

Quellen:

www.bernd-nebel.de/bruecken/sowie www.brueckenweb.de
Brücken; Meisterwerke der Architektur; Lionel Browne, 1996
Chronik der Technik; Felix R. Paturi, 1988

Artikel erschien: "DBZ" Nr. 13 / Juni 2020