

7. Schrägseilbrücke

- Die Schrägseilbrücke oder Schrägkabelbrücke hat sich zur Überbrückung breiterer Gewässer oder Täler mit Stützweiten zwischen 200 m und 1.000 m als technisch besonders geeignet und auch als wirtschaftlich erwiesen.
- Die Brücke wird meist im Freivorbau errichtet.
- Der Bauzustand mit der weit auskragenden Brücke ist aufgrund der seitlichen Windbeanspruchung maßgebend für die technisch möglichen Stützweiten.
- Aufgrund ihrer hohen Steifigkeit kann sie auch für den Eisenbahnverkehr verwendet werden.
- Eine Schrägseilbrücke besteht aus den Pylonen, der Fahrbahn und den Seilen.
- Alle lotrechten Kräfte der Brücke werden über die Seile in den Pylon eingebracht, die diese dann senkrecht als reine Druckkräfte in den Untergrund einbringt.
- Die Schrägseilbrücke entspricht einer Auslegerbrücke, die Fahrbahntafel bildet den druckbeanspruchten Untergurt, die Seile sind Auslegerzuggurte, welche die vertikalen Lasten an die Pylone abtragen und in der Fahrbahntafel rückverankert sind.
- Ein bekanntes Beispiel dieser Brückenform ist die Hamburger Köhlbrandbrücke (Foto 29).

Weitere Beispiele:

Rio-Antirio Brücke, die Rio und Antirio am Eingang des Golf von Corinth verbindet (1.680 m, zweit längste Schrägseilbrücke der Welt) (Foto 30), das Viaduc de Millau, ist mit 2.460 m die längste Schrägseilbrücke der Welt (Foto 31).

Pylon: Eine Seilebene:	Freitragend, A-Form
Zwei Seilebenen:	Freitragend, A-Form, H-Form
Seile:	Harfe: Pylon erhält Horizontal-Kräfte, Büschel: Pylon erhält nur Vertikalkräfte, Fächer: Pylon erhält V- und H-Kräfte



Foto 29: Köhlbrandbrücke



Foto 30: Schrägseilbrücke Rio-Antirio Brücke



Foto 31: Schrägseilbrücke Viaduc de Millau



Viaduc de Millau.ogg



Foto 32: Schrägseilbrücke Pont de Normandie,

8. Bewegliche Brücke

- Bewegliche Brücken werden gebaut, wenn sich aus den örtlichen Gegebenheiten ergibt, dass eine feste Brücke nicht wirtschaftlich oder konstruktiv möglich ist.
- Dies kann sein, wenn zum Beispiel im Flachland eine Anrampung zu teuer wäre und ohne Anrampung eine zu geringe Durchfahrthöhe für die unten liegende Verkehrslinie bliebe.
- Dieser Brückentyp hat den Nachteil, dass die Kreuzung des Verkehrs nicht voneinander unabhängig stattfinden kann, sondern immer einer der Verkehrswege gesperrt ist.
- Diese Brücken werden durch die Art der Konstruktion genauer beschrieben:
 - Die Zugbrücke, bei der die Fahrbahn mittels Seile hoch geklappt wird
 - Die Klappbrücke, bei der keine Zugseile die Brücke hochklappt, sondern eine spezielle Mechanik, heute mittels hydraulischer KräfteBeispiel: Tower Bridge in London (Foto 33), Galata Brücke in Istanbul (Foto 34)
- Einziehbrücke
- Drehbrücke, Beispiel Nordschleusenbrücke in Bremerhaven
- Hubbrücke, Beispiel Huntebrücke in Huntebrück (Foto 35)

- Eine weitere Besonderheit ist die Tower Bridge. Wenn die Brücke geöffnet ist, können Fußgänger auf der oberen Etage die Themse überqueren.

- Interessant ist die Galata Brücke in Istanbul. Bis 1992 war sie eine Pontonbrücke. Nach einem Brand wurde sie abgerissen und nach einem Entwurf von Fritz Leonhard als festverankerte Brücke wieder aufgebaut. Die Galata Brücke ist zweietagig: Oben hat sie acht Fahrspuren und unten befinden sich Läden und Restaurants.



Foto 33: Klappbrücke: Tower Brücke in London



Foto 34: Klappbrücke: Neue Galata Brücke in Istanbul



Foto 35: Hubbrücke über die Hunte in Huntebrück

9. Schwimmbücke, Pontonbrücke

- Schwimmbücken haben an Stelle von Pfeilern auf einem Gewässer liegende Schwimmkörper, die kurze Überbauten miteinander verbinden.
- Als Schwimmkörper kommen Pontons, Schiffe, Schlauchboote, Hohlplatten oder Amphibienfahrzeuge zum Einsatz.
- Die Nutzbarkeit von Schwimmbücken wird insbesondere vom Wasserstand und der Wasserströmung stark beeinflusst.
- Je nach Wasserstand muss beim Befahren der Brücke zwischen dem Ufer und dem ersten Schwimmkörper eine erhebliche Steigung oder ein Gefälle überwunden werden, was vor allem bei Eisenbahnbrücken die Nutzung zeitweise erschwert oder unmöglich macht.
- Häufig wird die Brücke am Ufer abgespannt, da sie sonst nur eine geringe Quersteifigkeit besitzt.
- Schwimmbücken werden heute meist als Behelfsbrücken eingesetzt, um zerstörte Infrastruktur bis zur Wiederherstellung zu ersetzen.
- Eine typische Anwendung liegt im militärischen Bereich, wo es einerseits darum geht, zerstörte Infrastruktur temporär wiederherzustellen, andererseits aber auch darum, durch Flexibilität operative Vorteile zu erlangen.
- Früher kamen Schwimmbücken auch als kostengünstige Alternative an Stelle fester Brücken zur Anwendung.

Beispiel Galata Brücke:

- Bis zu ihrer Teilzerstörung durch einen Brand war die Galata Brücke eine Ponton-Brücke. Die Bewegung der Brücke war gering bis gar nicht zu spüren. Auch die alte Brücke war eine zweietagige Brücke: Oben der Straßenverkehr und unten waren Läden und Restaurants.

Beispiel Roßmühlen:

- Hier hatte man eine alte Main-Fähre so umfunktioniert, dass daraus ei-

ne Schwimmbrücke wurde.



Foto 36: Galatabrücke in Constantinopel



Foto 37: Roßmühle an der Fränkischen Saale im Spessart

10. Funktion

- Eine weitere Möglichkeit der Einteilung von Brücken ist ihre Funktion. Danach kann man unter anderem unterscheiden zwischen Straßenbrücke, Fußgängerbrücke, Eisenbahnbrücke, Kanalbrücke/Wasserbrücke (Trogbrücke) und Wildbrücke (Grünbrücke).
- Eine Eisenbahnbrücke trägt somit Schienenwege, eine Straßenbrücke Straßenwege.
- Oft hat aber eine Brücke mehrere Bestimmungszwecke.
- Weitere Brückenarten mit Funktionsnamen sind unter anderem die Förderbandbrücke (im Bergbau), die Leitungsbrücke (etwa im Chemiewerk) aber auch die Pionierbrücke oder die Behelfsbrücke und schließlich die Rohrbrücken.
- Hilfsbrücken dagegen sind Brücken aus vorgefertigten, meist stählerne Baukastenelementen, die bei Instandsetzungsarbeiten an vorhandenen Brücken zur Umfahrung der Baustelle eingesetzt werden. Eine Hilfsbrücke kann auch über einen längeren Zeitraum im Einsatz bleiben.

10.1 Lage

- Die topologische Lage ist auch ein mögliches Kriterium für die Zuordnung von Brücken.
- So kann man unter anderem unterscheiden zwischen Talbrücken, Stadtbrücken, Hangbrücken, Flussbrücken oder Kanalbrücken und Hochbrücken.
- Hochbrücken sind Brücken über den Kaiser-Wilhelm-Kanal: mindestens 42 m Durchfahrtshöhe und 140 m Stützweite: Schönste Hochbrücke: Levensauer Hochbrücke.



Foto 38: Levensauer-Hochbrücke NOK

10.2 Geometrie

- Heute ist eine Brücke Teil der Straße und nicht anders herum.
- Damals baute man Brücken und führte die Straße dorthin.
- Deshalb sind die Kreuzungswinkel zwischen zwei Straßen nicht mehr rechtwinkelig, sondern so, wie es am besten passt.
- Die Nomenklatur hat sich angepasst: Schiefe Brücke statt gerade Brücke (Winkel 90°), oder
- im Grundriss gekrümmte Brücke, wenn die Brücke auf einem Kreisbogen verläuft, oder
- verläuft die Brücke durch ein relatives Maximum oder relatives Minimum, so heißt sie im Aufriss gekrümmte Brücke, oder
- wenn sie sowohl im Grundriss als auch im Aufriss gekrümmt ist, so heißt sie "sich in Verwindungsbereichen der Fahrbahn befindende Brücke",

schließlich existieren Brücken, die sich im Bereich einer Krümmungsänderung der Fahrbahn (Klothoide) befinden.

- Für die an der Bauausführung Beteiligten sind unregelmäßige Geometrien und Aufweitungen im Bereich einer Brücke große Herausforderungen, da komplizierte Bauwerksgeometrien häufig mit den gängigen Bauverfahren nicht kompatibel sind und die Entwicklung besonderer oder die Modifikation gängiger Bauverfahren verlangen.

10.3 Im Querschnitt

- Insbesondere bei unterschiedlich genutzten Brücken werden oft zur Verkehrstrennung zwei Fahrbahnebenen angeordnet.
- Ein bekanntes Beispiel für solche Doppelstockbrücken ist die Öresundbrücke, die oben den Straßen- und unten den Eisenbahnverkehr aufnimmt.
- Auch die Trennung der Richtungsfahrbahnen von mehrstreifigen Straßenbrücken, wie bei der Bay Bridge, kann mit zweistöckig genutzten Brückenüberbauten erfolgen.
- Mehrstöckige Brücken haben den Vorteil, dass die statisch notwendige Konstruktionshöhe gleichzeitig als Verkehrsraum genutzt wird.
- Dies reduziert das Eigengewicht der Brücke, da die Brückenbreite geringer ist und damit die notwendigen Querträger leichter werden.

10.4 Viadukt

- Als Viadukt bezeichnet man heute mehr oder minder hohe und lange Brücken einer Straße oder Eisenbahn, die steigungsarm ein Tal oder eine Senke mit Pfeilern und meist Bögen überspannen.
- Ähnliche Konstruktionen, die Aquädukte, wurden von den Römern zur

- Trinkwasserversorgung benutzt.
- Viadukte wurden später im Eisenbahnbau häufig errichtet.

Beispiel: Viaduc le Blanc zwischen Paris und Bordeaux bei Poitiers (Foto 39)



Foto 39: Le Viaduc du Blanc sur la Creuse (60 km östlich von Poitiers)

10.5 Durchlass

- Als Durchlass gilt ein kleines Bauwerk mit einer lichten Weite von weniger als zwei Metern im Erdkörper eines Verkehrswegs. Er wird dann gebaut, wenn ein Fußweg oder kleiner Bach durch einen Straßen- oder Eisenbahndamm zu führen ist. Durchlässe werden meist als Stahlbetonrahmenkonstruktion oder mit Wellstahlrohren ausgeführt.

10.6 Bauelemente

- Einzelne Bauelemente einer Brücke werden beispielhaft anhand einer Straßenbrücke aufgezählt. Andere Brückenarten haben manche Teile nicht, dafür wiederum zusätzlich andere (vergleiche feste und bewegliche Brücken). Auch besitzt nicht jede Straßenbrücke alle Bauelemente, sondern sie werden für jede Brücke nach den Erfordernissen vom Planer ausgewählt.

10.7 Überbau

- Der Überbau besteht aus der Fahrbahnplatte, den Hauptträgern sowie etwaigen Kragarmen und Querträgern. Der Überbau trägt die Lasten zu den Unterbauten ab.

10.8 Elastomerlager

- Elastomerlager sind Verformungslager, d.h. sie übertragen die Kräfte über die Verformung des Elastomers.
- Sie bestehen aus einem flexiblen alterungsbeständigen Kunststoff, in den bei bewehrten Lagern Stahlplatten eingearbeitet sind, welche die Druckfestigkeit und Inkompressibilität erhöhen.
- Die Verformungslager sind allseits beweglich und erlauben die Aufnahme horizontaler und vertikaler Lasten bei gleichzeitiger Verdrehung um drei Achsen und bei gleichzeitiger Verschieblichkeit in zwei Richtungen.
- Die Verschieblichkeit in horizontaler Richtung kann durch die Anordnung von Festhaltekonstruktionen aus Stahl verhindert werden.
- Das Elastomerlager kann nicht so große Bewegungen wie ein Rollenlager aufnehmen.

- ger aufnehmen, ist jedoch wartungsärmer, weil die Stahlbleche nicht mit Luft und Feuchtigkeit in Berührung kommen und deshalb korrosionsschutz sind und keine beweglichen Teile vorhanden sind.
- Bei größeren Verformungen benutzt man das Verformungsgleitlager, bei welchem das Elastomerlager mit einer zusätzlichen Gleitschicht versehen ist.
 - Die Stahlbetonkappen werden nachträglich erst nach dem Ausschalen der Fahrbahnplatte und nach Herstellung der Abdichtung zusammen mit dem Gesims aufbetoniert.
 - So können Maßungenauigkeiten im Kragarm des Überbaus verdeckt werden.
 - Die Kappen sind mit dem Überbau durch eine Anschlussbewehrung oder durch Telleranker kraftschlüssig verbunden.
 - Auf den Kappen werden Geländer sowie je nach Bedarf Schutzplanken und Lärmschutzwände befestigt.
 - Die Kappen sind üblicherweise aus frost- und tausalzbeständigem Luftporenbeton hergestellt.
 - Sie werden hydrophobiert oder beschichtet, wenn dies beispielsweise wegen einer Nutzung als Geh- und Radweg erforderlich ist.
 - Die Kappen dienen auch der Sicherung des Verkehrsraumes. Im innerstädtischen Bereich sind die Kappen meist gleichzeitig Geh- oder Radweg und sichern diese durch einen 15 cm hohen Schrammbord. Im Normalfall sind die Kappen gegenüber der Fahrbahn nur um 7 cm erhöht und sichern durch darauf angeordnete Leitplanken den Verkehr.

10.9 Fahrbahnbelag

- Der Fahrbahnbelag hat heutzutage einen dreiteiligen Aufbau aus Abdichtung, Schutzschicht und Deckschicht.

- Die ca. 2 cm starke Abdichtung besteht aus Bitumen-Schweißbahnen (mit oder ohne Metallkaschierung) und schützt den Brückenüberbau vor dem Eindringen von Oberflächenwasser, Frost und Tausalz.
- Ein auf die Überlappungsstöße gelegtes Abdeckband verhindert das Eindringen von Deck- und Klebmassen in die Schutzschicht.
- Die ungefähr 4 cm starke Schutzschicht besteht aus Gussasphalt oder Walzasphalt und dient dem Schutz der Abdichtung vor mechanischer Beanspruchung aus dem Verkehr und vor Witterungseinflüssen.
- Auf die Schutzschicht wird zur unmittelbaren Abtragung der Fahrbahnlasten eine ungefähr 4 cm starke Deckschicht aus Asphaltbeton aufgebracht.
- Auf untergeordneten privaten Wegen, wie Forstwegen oder Hauszufahrten, werden auch Fahrbahnbeläge aus Holz verwendet, bei alten Brücken (wie etwa Römerbrücken) wurde Naturstein verwendet.

10.10 Entwässerung

- Die Entwässerung soll das anfallende Oberflächenwasser rasch und vollständig ableiten, und zwar nicht nur aus Gründen der Verkehrssicherheit, sondern auch damit der Belag möglichst rasch austrocknen kann. Im Regelfall wird das Wasser über ein Entwässerungssystem in Regenüberlaufbecken abgeleitet.

10.11 Geländer

- Brückengeländer dienen als Absturzsicherung für Fußgänger oder Radfahrer. Die Geländer sind aus Stahl oder Aluminium und haben bei Absturzhöhen von weniger als 12 m eine Mindesthöhe von 1,0 m, bei größeren Absturzhöhen beträgt die Mindesthöhe 1,1 m. Neben Radwegen

ist in Deutschland eine Geländerhöhe von mindestens 1,2 m vorgeschrieben (nach den „Empfehlungen für Radverkehrsanlagen“ 1,30 m). Bei Straßenbrücken mit mehr als 20 m Länge enthält der dann zweiteilige Handlauf zusätzlich ein Drahtseil.

10.12 Leitplanken

- Leitplanken oder Distanzschutzplanken dienen als Absturzsicherung für Kraftfahrzeuge oder zur Sicherung der Gegenfahrbahn gegen ein Ausbrechen von Fahrzeugen.
- Diese werden aus Stahl gefertigt.
- Als Alternative zu den Leitplanken werden auf Autobahnbrücken auch Betonschutzwände zur Fahrbahnbegrenzung vorgesehen.

10.13 Spezielle Ausrüstungen

Bei manchen Brücken findet man außergewöhnliche Installationen.

- So trägt der Pylon der neuen Schrägseilbrücke in Bratislava ein Turmrestaurant.
- Andere Brückenpfeiler von Hängebrücken tragen Sendeantennen.
- Bei elektrifizierten Eisenbahnstrecken müssen bei allen Brückenbauwerken aufgrund der spannungsführenden Oberleitungen aus Sicherheitsgründen Bauteile aus elektrisch leitendem Material geerdet sein.
- Im Rahmen eines Pilotprojektes wurde 2011 die erste Brücke Deutschlands mit einer beheizbaren Fahrbahn in Berkenthin in Schleswig-Holstein über den Elbe-Lübeck-Kanal eingeweiht. Unter Nutzung der Erdwärme wird Wasser mit einer Temperatur von 11 C aus 80 Meter Tiefe verwendet. Ziel des Projektes ist es, die Unfälle durch Glätte zu reduzieren. Spezielle Bedingungen in Berkenthin sorgen dort während

der Dämmerung für einen häufigen Wechsel zwischen Frost und Tau. Der Brückenneubau kostete ca. 9,7 Mio. €, wovon rund 1 Mio. € auf die Geothermieanlage entfallen.

10.14 Freileitungen auf Brücken

- Oberleitungsmaste und Maste für Fernsprechfreileitungen auf Brücken sind nichts Ungewöhnliches. Oft werden bei Fachwerkbrücken mit untenliegender Fahrbahn an der Fachwerkkonstruktion Querträger für die Aufnahme der Leitungen installiert.