

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



1/21

Posten 1: Tunnel



Der Gotthardtunnel

Kaum hatte der Bahnbau in den nichtalpinen Gebieten Europas begonnen, kam in der Schweiz der Gedanke auf, den Norden mit dem Süden durch eine Alpenbahn zu verbinden. 1852 stellte der Leiter des eidgenössischen Eisenbahnbüros Gottlieb Koller ein erstes Projekt zum Bau einer Eisenbahnlinie über den Gotthard vor.

Am 7. August 1863 gründeten fünfzehn Kantone und die beiden Bahngesellschaften Schweizerische Centralbahn (SCB) und NOB die grosse Gotthardvereinigung. Politiker und Bankier Alfred Escher, die wohl mächtigste und einflussreichste Schweizer Persönlichkeit seiner Zeit, wurde Präsident des Komitees und damit zum umtriebigen Vertreter der Gotthardidee.

Es sollte eine durchgehende doppelspurige Adhäsionsbahn bebaut werden mit einer maximalen Steigung von 26 ‰, in Tunneln 23 ‰ und einem minimalen Radius von 300 Metern. Ein Scheiteltunnel sollte Göschenen und Airolo verbinden. Die Kosten für die Gotthardstrecke sollten 187 Millionen Franken betragen, davon rund 60 Millionen für den Tunnel. Italien sollte 45 Millionen, das neue Deutsche Reich und die Schweiz je 20 Millionen übernehmen, der Rest sollte am Kapitalmarkt aufgenommen werden. 1869 unterschrieben die Schweiz und Italien den sogenannten Gotthardvertrag und 1871 schliesslich auch das Deutsche Reich. Am 6. Dezember 1871 wurde die Gotthardbahngesellschaft (GB) unter dem Präsidium Alfred Eschers gegründet. Die finanzielle Kontrolle über die internationale Finanzierung hatte Escher, der 1856 die Schweizerische Kreditanstalt gegründet hatte, welche bei der Finanzierung der Gotthardbahn eine wichtige Rolle spielte.



Louis Favre

Das Projekt

Den Zuschlag für das ehrgeizige Projekt erhielt die Genfer Firma "Entreprise du Grand Tunnel du Gothard" von Louis Favre, der bisher keinen Tunnel gebaut hatte, der länger war als 1000 Meter. Er unterbot seine Konkurrenten, akzeptierte die ruinösen Vertragsbedingungen und hinterlegte eine Kautions von 8 Millionen Franken. Er versprach eine Bauzeit von acht Jahren – angesichts der unbekanntenen Geologie ein riskantes Unterfangen. Falls die vereinbarte Bauzeit überschritten würde, drohte eine Geldstrafe von 5'000 Franken täglich im ersten halben Jahr und 10'000 Franken in der folgenden Zeit, im Falle einer vorzeitigen Fertigstellung galt der gleiche Betrag als Prämie. Sollte die Verzögerung mehr als ein Jahr betragen, würde die hinterlegte Kautions verfallen. Favre hoffte darauf, die beim Bau des gerade fertig gestellten Mont-Cenis-Tunnels gemachten Erfahrungen nutzen zu können. Zudem stellte er dortige Mineure und Ingenieure ein und kaufte das dort verwendete Tunnelmaterial auf.

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



2/21

Die durchschnittliche Tagesleistung belief sich für die gesamte Arbeitszeit auf 4,47 Meter. Im Vergleich dazu werden mit modernen Tunnelbaumaschinen mittlerweile Tagesleistungen von 18 Metern erreicht, wie beispielsweise beim Ausbruch der Weströhre des Gotthard-Basistunnels. Die Kosten beliefen sich auf knapp 227 Millionen Franken. Durchschnittlich arbeiteten 5472 Mann auf den verschiedenen Baustellen.

199 Arbeiter starben während der Bauarbeiten.[4] Von den 171 Toten, die in der Unfallliste im Bundesarchiv erwähnt werden, wurden 53 Arbeiter von Wagen oder Lokomotiven zerquetscht, 49 von Felsen erschlagen, 46 durch Dynamit getötet. 23 kamen auf andere Art ums Leben, einer von ihnen ertrank. Schuld war nach offizieller Angabe jeweils der Zufall oder der Verunglückte selbst. Zahlreiche weitere Männer starben allerdings im Laufe der folgenden Jahre an den Spätfolgen von Unterernährung, Krankheiten und Verletzungen, die sie sich während des Tunnelbaus zugezogen hatten.



Bau

Die Bauarbeiten begannen am Südportal am 13. September 1872 und am 24. Oktober des gleichen Jahres im Norden. Die Bautrupps bewegten sich aufeinander zu, gearbeitet wurde in drei Schichten rund um die Uhr.

Besonders auf der Südseite kämpfte man schon am Anfang mit grossen technischen Schwierigkeiten. Die Belastungen durch instabile Gesteinsschichten, die manchmal alle paar Dutzend Meter ihre Beschaffenheit wechselten, und ständige Wassereintrüche waren enorm und hielten während der ganzen Bauzeit an, zudem stieg die Temperatur im Tunnel stellenweise auf 33° C, später auf 40° C. Ende 1872 war im Norden der Firststollen erst zu 101 m ausgebrochen, im Süden wurde in Handarbeit nur 18 Meter vorgestossen.

Zu Beginn mussten pro Tag drei Maschinen ausgewechselt werden, gegen Ende des Baus nur noch eine Maschine alle drei Tage. Die Abluft der pneumatischen Schlagbohrmaschinen diente gleichzeitig der spärlichen Belüftung des Tunnels. Je sechs Bohrmaschinen waren auf Lafetten montiert.

Mit den Maschinen wurden zirka einen Meter tiefe Löcher gebohrt, die anschliessend mit Dynamit gefüllt und gesprengt wurden. Die Nachfrage nach Dynamit war so gross, dass in Bauen am Urnersee eine Sprengstofffabrik gebaut wurde.

Eine unzureichende Lüftung erschwerte das Atmen im mit Sprenggasen gefüllten Tunnel: wenn zu wenig Druck vorhanden war, wurde die Maschine bevorzugt, die Lüftung musste warten. Weil die giftigen Dynamitdämpfe Krankheiten in Atemwegen und Augen verursachten, musste die Schichtdauer auf fünf Stunden herabgesetzt werden. Obwohl leistungsfähige Maschinen eingesetzt wurden, geriet Favre mit seinem Zeitplan mehr und mehr in Rückstand, nach einem Jahr war noch nicht ein einziger Kilometer im Teilprofil geschafft. Favre trieb den Vorstoss schnell voran und vernachlässigte den Vollausbau. Später kam erschwerend dazu, dass unter dem unterschätzten Bergdruck sämtliche Holzstützen brachen und jeder ausgebrochene Meter sofort ausgemauert werden musste.

Der Arbeiteraufstand

Favre erhöhte die Zahl der Arbeiter ständig. In Göschenen arbeiteten maximal 1645, in Airolo 1302 Arbeiter, vorwiegend Italiener aus den armen ländlichen Gegenden des Piemonts und der Lombardei. Die Mineure und Arbeiter lebten in schmutzigen und überbelegten Verschlägen und wurden finanziell ausgebeutet. Ein Mineur verdiente in einer Achtstundenschicht etwa 3.90 Franken. Zwei Drittel ihres Lohnes wurde für Essen und Unterkunft wieder abgezogen, ebenso das Lampenöl – 30 Rappen täglich. Abgezogen wurden ihnen zudem sieben Franken monatlich für Kleidung und die Aufenthaltsgenehmigung in der Schweiz. Ein Teil des Verdienstes wurde in Coupons ausbezahlt, die nur in den betriebseigenen Geschäften eingelöst werden konnten.

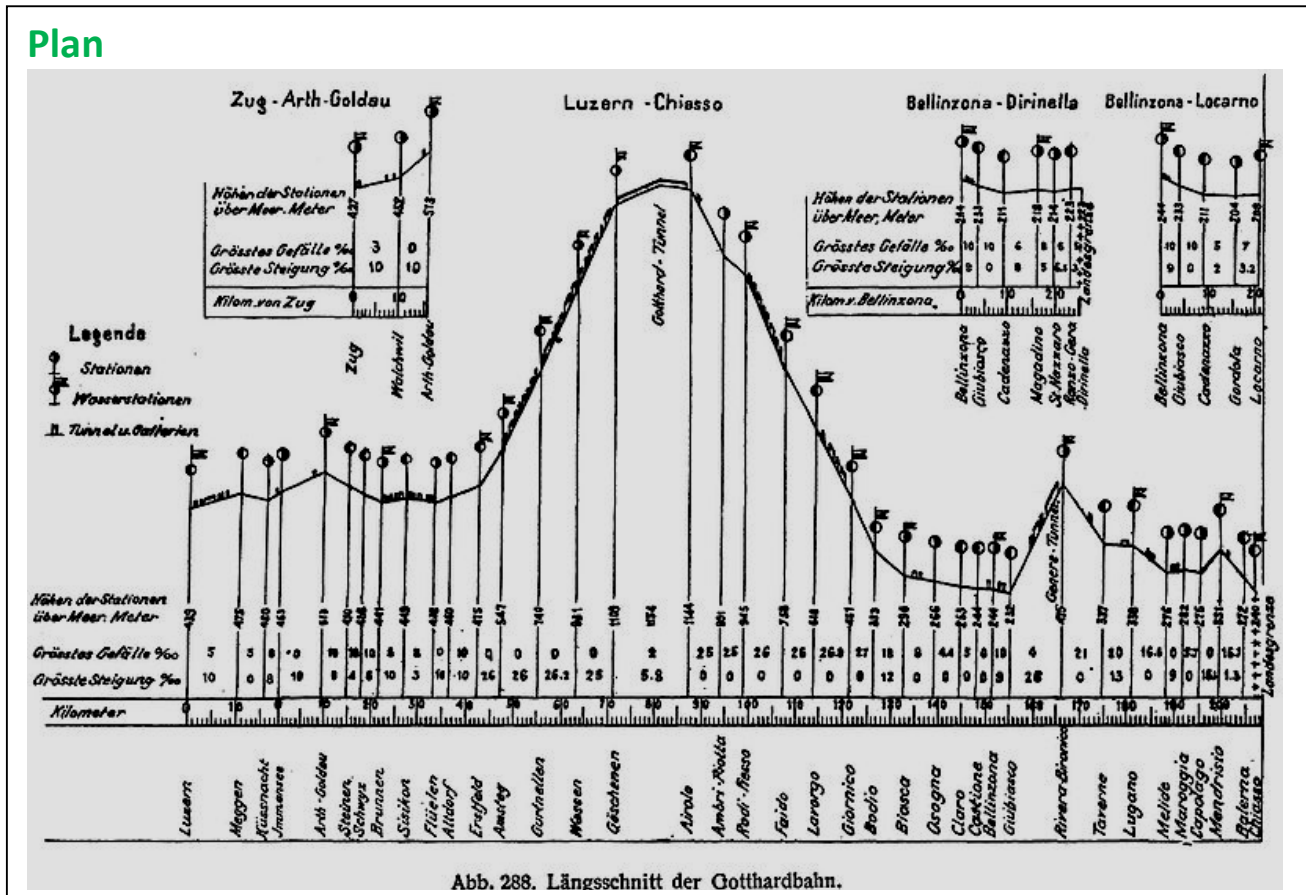
Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



3/21

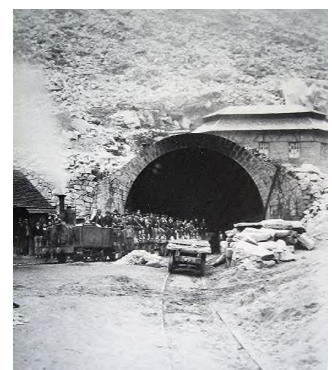
Plan



Am 27. Juli 1875 kam es in Göschenen zu einem Aufstand der Arbeiter, sie streikten und blockierten den Tunneleingang und verlangten einen Franken mehr Lohn pro Tag. Eine eilends zusammengestellte, überforderte Milizeinheit, 21 Mann aus Altdorf, schoss in die Menge, vier Arbeiter kamen ums Leben, mehrere wurden schwer verletzt. 80 Arbeiter reisten nach dem Vorfall ab.

Ein Untersuchungsbericht besagte: im 30. März 1876: « Das Elend in den für die Arbeiter hergerichteten Quartieren übersteigt in der Tat alle Begriffe. In kleinen dumpfen Zimmern reiht sich Bett an Bett – elende, halb faule Strohsäcke. » Er erwähnt die schlechte Luft in überfüllten Räumen mit ihren übel riechenden Öllampen, wo neben den Betten auch gekocht werden musste, den Mangel an frischem Wasser, den Schmutz und die miserablen hygienischen Zustände. Die Arbeiter litten an Wurmkrankheiten, Durchfall und Typhus, und viele waren an Silikose erkrankt, die sie sich im Tunnel durch den omnipräsenten Granitstaub zugezogen hatten.

Bedenkliche Zustände kamen so ans Licht, bessere Bedingungen wurden gefordert, aber nie durchgesetzt. Niemand fühlte sich zuständig, zudem waren die Bauarbeiten schon zu sehr in Verzug geraten. So blieben die Zustände mehr oder weniger unverändert. Unter diesen Bedingungen war Favres Zeitplan völlig durcheinandergeraten. Neue Abklärungen ergaben, dass die Kosten den Voranschlag um mehr als 100 Millionen Franken überschreiten würden; zeitweise wurde gar der gesamte Bau in Frage gestellt. Eine Nachfinanzierung gelang nur, weil sich Italien und Deutschland zu neuen Zahlungen bereit erklärten. Alfred Escher, der die Verantwortung für das finanzielle Debakel trug, musste auf Druck des Bundesrates zurücktreten. Nach Beendigung des Baus musste Favres Unternehmung Nachzahlungen in Millionenhöhe leisten. Sein Nachlass war ruiniert.



Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



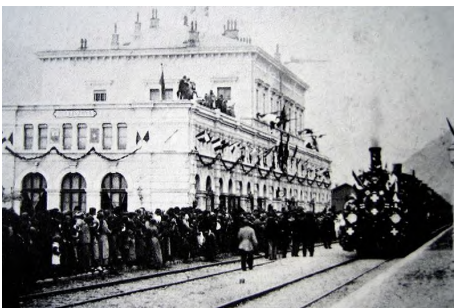
4/21

Favres Tod im Tunnel

Am 19. Juli 1879 wurde Favre bei einer Besichtigung im Tunnel bei Kilometer 3 von einem Unwohlsein befallen und starb wenige Minuten später im Alter von 53 Jahren an Herzversagen. Obwohl er den Durchstich nicht mehr erlebte, wurde ihm trotzdem die Ehre zuteil, als erster den Tunnel zu durchqueren: nachdem die Angehörigen des nördlichen Bautrupps am 24. Dezember 1879 zum ersten Mal den Sprenglärm im Süden vernommen hatten, als nur noch 422 m Fels- und Steinmassen die beiden Baustellen trennten, durchdrang am 28. Februar 1880 um 18.45 Uhr ein Bohrer von Süden her die verbleibende Felswand.

Durch das Loch reichten die Arbeiter ihren Kollegen auf der Nordseite eine Blechdose mit einem Bild Favres, das von den Worten begleitet war: « Wer wäre würdiger gewesen, als Erster die Schwelle zu überschreiten, als Favre, der seinen Mitarbeitern Meister, Freund und Vater war. Es lebe der Gotthard! »

Am Sonntag, dem 29. Februar 1880, kurz nach 11 Uhr, erfolgte nach sieben Jahren und fünf Monaten der eigentliche Durchstich. Die Abweichungen betragen seitlich nur 33 Zentimeter und 5 Zentimeter in der Höhe – eine Meisterleistung der damaligen Ingenieurs- und Vermessungstechnik. Das Ereignis wurde in den europäischen Medien gefeiert, der mit 15 Kilometern dazumal längste Tunnel der Welt war entstanden.



Der Eröffnungszug in Bellinzona

Vom 22. bis zum 25. Mai 1882 wurde mit über 600 Gästen aus ganz Europa die Einweihung gefeiert, Alfred Escher nahm jedoch nicht daran teil. Am 1. Juni 1882 nahm die Gotthardbahn den

durchgehenden Verkehr zwischen Immensee und Chiasso auf. Den ersten Postsack trug Alois Zraggen, der Kondukteur der letzten Postkutsche, die über den Pass fuhr.

Im Jahre 1897 passierten täglich 61 Züge den Tunnel. Durch den Rauch der Dampflokomotiven wurden die Bahnerhaltungsarbeiten wesentlich erschwert. Daher wurde nachträglich ein Belüftungssystem eingebaut, welches 1902 in Betrieb genommen wurde.

Die Passage durch den Tunnel dauerte nach der Inbetriebnahme zwischen 17 und 23 Minuten. Der Fahrpreis betrug 2.70 SFr. in der 1. Klasse, 1.90 SFr. in der 2. Klasse und 1.35 SFr. in der 3. Klasse.

Der Gotthard-Strassentunnel – nicht zu verwechseln mit dem im Bau befindlichen Gotthard-Basistunnel – ist mit 16,9 Kilometern Länge der drittlängste Strassentunnel der Welt und der längste in den Alpen. Der Tunnel wurde zwischen 1970 und 1980 gebaut und verbindet Göschenen im Kanton Uri mit Airolo im Kanton Tessin. Eröffnet wurde er am 5. September 1980 von Bundesrat Hans Hürlimann. Der Tunnel ist Teil der Schweizer Nationalstrasse A2 von Basel nach Chiasso.

Der Gotthard-Strassentunnel ist der wichtigste Schweizer Korridor durch die Alpen. Im Jahr 2009 nutzten ihn 6,1 Millionen Fahrzeuge; das entspricht durchschnittlich etwa 16.700 pro Tag oder 700 Fahrzeugen pro Stunde. 2007 hatten 15 Prozent der durchfahrenden Fahrzeuge deutsche Autokennzeichen.

Der Tunneldurchstich erfolgte am 16. Dezember 1976. Der durchschnittliche tägliche Baufortschritt betrug 6 Meter. Bei den Bauarbeiten kamen 19 Bauarbeiter ums Leben.

Die Querung des Gotthardmassivs kann auch über den Gotthardpass oder durch den Eisenbahn-Scheiteltunnel der Gotthardbahn erfolgen. Der zweite Bahn-Basistunnel ist 2016 fertig.



Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



5/21

Posten 2: Bücken



Die Sage über die Entstehung der Teufelsbrücke

Bereits im 13. Jahrhundert hatten die Urner immer wieder versucht, eine Brücke über die wilde Reuss zu schlagen, doch zu oft waren die Säumer mit ihren Maultieren und Waren in die Tiefe gestürzt. Es geht die Sage, dass die Urner immer wieder darüber rätselten, wie die Schöllenschlucht zu überwinden sei. Schliesslich rief ein Landamman ganz verzweifelt aus: "Do sell der Tyfel e brigg bue" "Soll doch der Teufel selbst da eine Brücke bauen!" Kaum ausgesprochen, stand er schon vor der Urner Bevölkerung. Der Teufel versprach ihnen einen Pakt: Die Brücke würde fortan halten. Aber der Teufel sagte zu den Leuten, er werde eine Brücke bauen, aber die erste Seele, die die neue Brücke überschreitet, soll ihm gehören. Nachdem man auf diesen Handel eingegangen war, stand auch schon bald eine neue starke Brücke über der Schlucht. Doch die Urner wussten nicht, wen sie hinüberschicken sollten, bis ein schlauer Bauer eine geniale Idee hatte. Er band seinen Geissbock los und jagte den Ziegenbock auf die andere Seite. Rasend vor Wut, ergriff der Teufel einen Felsblock und drohte damit, sein Werk zu zerstören. Darauf kam ein altes Weiblein des Wegs und ritzte ein Kreuz in den Stein. Als der Teufel dies sah, verfehlte er sein Ziel, und der Fels landete in der Nähe von Göschenen. Dort liegt der Teufelsstein nun seit Jahrhunderten. Die Brücke nennt man seit dieser Zeit die Teufelsbrücke.

Mit der Bezwingung der Schöllenschlucht um 1200 durch die sogenannte Teufelsbrücke öffnete sich im 13. Jahrhundert das Tor zum Süden. Plötzlich wird das abgeschlossenen Tal zum wichtigsten Pass- und Durchgangsland für den Handelsverkehr.



Die erste Teufelsbrücke aus dem 13. Jahrhundert, die auch der russische General Suworow benutzte, wurde 1888 in einer Sturmnacht durch die hochgehende Reuss zerstört. Damals stand aber bereits die zweite Teufelsbrücke. Sie liegt einige Meter unter der heutigen, zweispurigen dritten Teufelsbrücke. Diese wurde 1958 erbaut.

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



6/21

Brückenbau faszinieren



Rückblick

Der Ingenieurbau ist so alt wie das Bauen überhaupt. Davon zeugen die vielen noch erhaltenen Strassen, Wasserleitungen mit grossen Aquädukten und Befestigungsanlagen. Die antiken Bauten unterscheiden sich von den Werken der gleichzeitig erstellten Monumentalbauten eigentlich nur durch ihre Zweckbestimmung, z.B. die Tiberbrücke in Rom und das benachbarte Castel St. Angelo in Rom. Es sind Nutzbauten im Gegensatz zu den Kult- und Monumentalbauten. Seit den ältesten Zeiten bis ins 18. Jahrhundert waren die Baumeister Handwerker, die bei der Formgebung und Bemessung auch bedeutender Tragwerke, z.B. Kathedralen und Kuppeln, nach ihrem Gefühl und der praktischen Berufserfahrung bauten. Grosse Meister waren nicht selten in einer Person bedeutende Künstler, Architekten, Ingenieure und ausführende Baumeister, wie z.B. Leonardo da Vinci und Michelangelo. Der alles umfassende Beruf des Baumeisters hat sich vom 18. Jahrhundert an in drei Richtungen aufgespalten:

- der gestaltende Architekt
- der konstruierende und berechnende Ingenieur
- der ausführende Bauunternehmer

Beim modernen Ingenieurbau sind der gestaltende Entwurf und die Entwicklung der Konstruktion die wesentlichen Tätigkeiten des Bauingenieurs. Die statische Berechnung ist, entgegen häufig anders lautender Meinung, sekundär, aber erforderlich für den Nachweis der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit gegenüber dem Auftraggeber und den Aufsichtsorganen.

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



7/21

Übersicht über die Brückentypen (je zwei Vertreter aus vielen)

Natursteinbrücken:

Lavertezzo-Brücke über die Verzasca bei Lavertezzo TI, 16. Jh.
Landwasser-Viadukt der RhB bei Filisur GR, 1902

Holzbrücken:

Kappelbrücke in Luzern, um 1300
Holzbrücke über die Aare bei Bremgarten, BE, 1535

Stahlbrücken:

Rheinbrücke bei Reichenau GR, ältester Gitterfachwerkträger, 1881
Stahlbrücke über die Aare bei Koblenz, 1892

Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbrücken:

Langwieser-Viadukt der Chur-Arosa Bahn, 1914
Salgintobelbrücke bei Schiers GR, R. Maillart, 1930

Verbundbrücken (Stahlträger + Betonplatte, bzw. -trog)

Schmalztobel-Viadukt der RhB, Chur-Arosa, Bänziger+P., 1994
Dreirosenbrücke über den Rhein Basel, zweistöckig, Inge, Bänziger+P. FF., 2004

Hängebrücken:

Drahtkabelbrücke in Genf, Dufour/Séguin, 2x40 m, 1822
Saanebrücke in Fribourg, Grand Pont, Joseph Chaley, 273 m

Schrägseilbrücken:

Rheinbrücke Diepoldsau SG, Bänziger+Partner, R. Walther, 1985
Sunnibergbrücke Klosters GR, Christian Menn, Bänziger+Partner, 1998



Die Entwicklung der Schrägseilbrücken ist noch in vollem Gang. Es handelt sich um die wirtschaftlichsten Brückensysteme im Bereich bis über 500m Spannweite. Es sind schon Spannweiten bis 890 m realisiert. Es gibt von C. Menn aus dem Jahr 1998 einen Entwurf für eine Brücke über die Meerenge von Messina mit 3000 m Spannweite, wobei dies eine Kombination von Hängebrücke mit schräg liegender Seilabspannung ist.

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



8/21



In Frankreich ist im Dezember 2004 die höchste Schrägseilbrücke der Welt in Betrieb genommen worden.

Es ist die sechsfeldrige Millaubrücke über das Tal der Tarn für die Autobahn A 75 nach Montpellier.

Die Fahrbahn liegt bis zu 275 m über dem Talgrund, der höchste Pfeiler mit Pylon ist 343 m hoch.

Brückenbau

Brücken bauen ist seit jeher eine Herausforderung für die Menschen. Es spielt dabei keine Rolle, ob es sich um eine primitive Holzstammbücke über einen reissenden Bach oder eine tiefe Schlucht oder um ein grosses Bauwerk über einen breiten Fluss oder ein grosses Tal handelt. Das Wesentliche dabei ist, dass die Kraft des Verbindens von getrennten Seiten angesprochen wird.

Der Entwurf

Der Unterschied zwischen dem heutigen modernen Brückenbau und rein architektonischen Schöpfungen ist, dass für die Formgebung und Bemessung statische und grundbauliche Überlegungen notwendig sind, die von Laien nicht ohne weiteres verstanden werden können. Versierte Brückenbauingenieure müssen über umfangreiche Kenntnisse aller in Frage kommenden Brückensysteme verfügen, um ein brauchbares Konzept zu erarbeiten.



Ein entscheidender Faktor für das Konzept ist die Einbindung in die Umgebung des Bauwerks. Dabei wird die Wahl der Linienführung der Strasse oder der Bahn durch verschiedene Kriterien, insbesondere auch durch politische, bestimmt. Sie kann vom Brückenbauer meist nur noch in engen Grenzen verändert werden.

Fügt sich schon die Linienführung in eine schöne Landschaft möglichst harmonisch und unauffällig ein, wird das Brückenbauwerk in die Umgebung integriert. Es gibt auch Fälle, wo es von der Linienführung oder auch vom Charakter der Landschaft her erwünscht ist, dass das Brückenbauwerk seine Umgebung dominiert, ja fast konfrontiert.

Beispiel Ganterbrücke im Wallis

Ähnliches gilt, wenn die Bevölkerung wünscht, durch ein besonderes Bauwerk ein Wahrzeichen zu erhalten.

Dies ist meistens mit Mehrkosten verbunden und bedarf in einer Demokratie einer grossen Überzeugungsarbeit bei den verantwortlichen Behörden. Beispiel Rheinbrücke Diepoldsau.



Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



9/21



Besonders zu beachten sind Bereiche der Landschaft, die geschont werden müssen, z.B. Naturschutzgebiete, schöne Baumgruppen, Wald mit eng begrenzter Rodungsschneise und anderes mehr.

In solchen Fällen empfiehlt sich der Beizug eines Landschaftsarchitekten.

Gestaltung und Konstruktion

Für die Gestaltung des Tragwerkes an sich gibt es für jedes Tragsystem Gestaltungsregeln, die sich aus der Erfahrung herausgebildet haben.

Wesentliche Elemente sind die Wahl der Spannweiten, die Schlankheit des Trägers, die Transparenz des Bauwerkes, die von Anzahl und Form der Stützen bestimmt wird und die Ausbildung der Widerlager. Wichtig ist dabei der überzeugende Übergang vom Tragwerk auf das Widerlager.

Die einzelnen Bauteile eines Tragwerkes sollen ausgewogen sein und eine regelmässige Ordnung aufweisen. Die Proportionen und der Rhythmus sollen anerkannten Regeln folgen. Es sollen möglichst wenig verschiedene Materialien eingesetzt werden. Die gewählte Form muss den Materialeigenschaften entsprechen. Die Kraftverläufe sollen sichtbar gemacht und die Kräfte auf selbstverständliche Art abgeleitet werden.

Es stellt sich die Frage: Was ist eine gute Brückenkonstruktion? Sie beinhaltet sehr viele Elemente, die der Ingenieur beim Konstruieren eines Tragwerkes ständig im Auge behalten muss:

- Tragsicherheit
- Unfallsicherheit
- Gebrauchstauglichkeit
- Dauerhaftigkeit
- Wirtschaftlichkeit
- Einfache Ausführbarkeit
- Bauverfahren
- Nutzung des Bauwerkes
- Unterhaltsfreundlichkeit
- Ästhetisch gute Gestaltung
- Umweltfreundlichkeit



Zusätzlich ist Rücksicht zu nehmen auf kulturelle und geschichtliche Aspekte, auf Umgebung, Ortsbild usw.



Bauvorgang bzw. das Bauverfahren.

Dieses spielt eine sehr wichtige Rolle und entscheidet im Wesentlichen über die erforderliche Bauzeit und den Preis und damit über die Wirtschaftlichkeit, die in den meisten Fällen für den Zuschlag entscheidend ist.

Beispiele hierfür sind:

Der Lehnenviadukt Beckenried der A2 in Nidwalden, mit 3.15 km die längste Brücke der Schweiz, mit einem hochmechanisierten Vorschubgerüst im 14-Tage-Takt gebaut.

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



10/21



Die Hundwilertobelbrücke im Appenzell, AR, eine Bogenbrücke mit 143 m Bogenspannweite. Für ihre Erstellung wurde vorerst auf jeder Seite ein Stahlbogen-gerüst für je einen halben Bogen vertikal montiert. Anschliessend sind die beiden Halbbogen heruntergeklappt und zum ganzen Bogen zusammengeschlossen worden. Dieser Stahlfachwerkbogen bildete die Fahrbahn für den Schalungswagen, mit dessen Hilfe die beiden Zwillingsbögen etappenweise betoniert wurden. Bei diesem Vorgang wurden die Stahlfachwerkbögen einbetoniert und bilden einen Teil der Armierung.

Qualität und Lebensdauer

Die Qualität der Konstruktion und die Qualität der Ausführung sind für die Lebensdauer einer Brücke massgebend. Sofern diese Voraussetzungen gegeben sind, kann eine Lebensdauer von über 100 Jahren erreicht werden.

Die wahre Qualität des Bauwerkes hängt aber nicht von einem System ab, sondern fast ausschliesslich von der fachlichen Kompetenz der Beteiligten. Wichtig für das Erreichen einer hohen Lebensdauer sind auch die regelmässige Kontrolle der Bauwerke und die fachgemässe Durchführung des Unterhaltes. Verschleissteile wie Belag, Abdichtung, Fahrbahnübergänge, Lager usw. sind ungefähr im 25-Jahresrhythmus zu ersetzen.

In der Schweiz hat man dies bei den Nationalstrassenbrücken, im Gegensatz zu den Eisenbahnbrücken, zu spät erkannt und organisiert. Deshalb und weil bei einigen Objekten keine oder nur eine ungenügende Abdichtung ausgeführt worden war, ist in den letzten Jahren ein grosser Nachholbedarf für die Instandsetzung der Kunstbauten im Nationalstrassennetz angefallen.



Zusammenfassung

Unser gebirgiges Land hat schon früh berühmte Brückenbauer und bekannte Brücken hervor-gebracht. Der Schweizer Brückenbau hat im internationalen Vergleich einen hohen Standard, obwohl uns wegen der Kleinräumigkeit die grossen Spannweiten fehlen und es in unserem demokratischen System schwierig ist, faszinierende Konzepte durchzusetzen.

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter

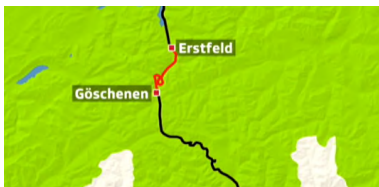


11/21

Posten 3: Hangbefestigungen



Felssturz im Gotthardgebiet



Die Bahnstrecke ist blockiert



Umfangreiche Aufräumarbeiten



Die Gleise müssen freigelegt werden



Felssturz im Unterengadin



Strasse verschüttet, 1 Toter



Die Strasse muss neu gebaut werden

Felssturz am Gotthard

Aktuell aus der Presse:

Juni 2012: Noch mindestens bis Mitternacht bleibt die Gotthardlinie wegen eines Erdbebens im Kanton Uri für den Bahnverkehr unterbrochen. Der Streckenabschnitt zwischen Erstfeld und Göschenen kann nicht wie erhofft um 15 Uhr wieder geöffnet werden.

Gestern gegen 16 Uhr bemerkte der Lokführer eines Güterzugs in der Gegend von Gurtnellen, dass die Gleise verschüttet sind, als er über einen Stein fuhr.

Beide Gleise sind blockiert: Auf einem liegt noch immer ein grösserer Stein. Das andere Gleis wurde beschädigt und es liegt ebenfalls Geröll darauf. Verletzt wurde nach Angaben der SBB niemand.

Ein Geologe beurteilte den Hang über dem betroffenen Streckenabschnitt als instabil. Deshalb konnten die Gleise noch nicht repariert werden.

Die Geologen wollen das Gebiet mit einem Helikopter überfliegen, um abzuklären, woher das Geröll stammt und ob noch mehr Steinschläge zu erwarten sind.

Es dürfte es noch einige Zeit dauern, bis die Gleise repariert sind.

Der Streckenunterbruch führt zu starken Verspätungen und kompletten Zugausfällen.

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



12/21

Alarm in den Alpen

Immer wieder einmal herrscht in der Schweiz höchste Not, dann wenn durch einen Felssturz, wie im Juni 2012 bei Gurtellen die Gotthard-Bahnlinie gesperrt werden muss. Das hat weitreichende Auswirkungen auf alle Verkehrswege in den Süden.

Wie dramatisch die Lage in solchen Fällen ist, zeigen die Zahlen: Im vergangenen Jahr wurden fast 27 Millionen Tonnen Güter auf der Bahn durch die Schweiz transportiert. Damit lag der Anteil der Schiene bei stolzen 64 Prozent, am meisten ging durch den Gotthard. Der neue Gotthard-Basistunnel steht aber erst in vier Jahren zur Verfügung.

Der Erdbeben am Gotthard hat auf die alpenquerenden Verkehre erhebliche Auswirkungen. Es dauert meisten Wochen bis die Strecke wieder voll betriebsfähig ist. Bis dahin fährt dort kein Güterzug, im Alpenraum entsteht ein Verkehrschaos. Im Alpenraum befürchtet man eine Verlagerung des Güterverkehrs von der Schiene auf die Strasse.

Direkte Folgen – Handeln ist gefragt

Die Bemühungen, das Problem in den Griff zu bekommen, laufen immer sofort an. Kurzfristig kann ein Teil des Güterverkehrs vom Gotthard über den Simplon abgewickelt werden, auch zu Lasten des Personenverkehrs. Im italienischen Domodossola muss der Zoll dann rund um die Uhr arbeiten, um die von 115 auf 135 aufgestockten Güterzüge täglich von der Simplonstrecke abzufertigen.

Zusätzlich werden pauschale Nachtfahr-Bewilligungen und ein Anheben der Gewichtslimite von 40 auf 44 Tonnen und eine Lockerung bei den Auflagen für Gefahrguttransporte im Gotthard-Strassentunnel ins Auge gefasst. Unter Umständen wird der Personenverkehr über die Bergstrecken, etwa über den San Bernardino, den Simplon oder den Grossen Sankt Bernhard umgeleitet, während Lkws verstärkt durch den Tunnel fahren können.

Um die verfügbaren Schienen-Transportkapazitäten optimal zu nutzen, bündeln die verschiedenen Kombi-Operateure und Bahnunternehmen ihre Kräfte.

Allen Bahnunternehmen auf den Bergstrecken werden die Schiebedienste zur Verfügung gestellt und an den Grenzen werden zusätzliche Rangierteams eingesetzt. Das Verkehrsvolumen wird sorgfältig gesteuert, so dass eine maximale Auslastung der Züge erreicht wird. Gefahrguttransporte haben auf der Schiene Vorrang, um die Zunahme von Gefahrgutsendungen im Strassentransit einzuschränken.

Wirtschaftlichen Folgen

Die Unterbrechung der Gotthard-Strecke auf der Schiene verursacht enorm hohe Kosten für alle Beteiligten der intermodalen Transportkette. Die Unternehmen der Bahnbranche rechnen mit Schäden in Millionenhöhe. Wesentlich höher sind dabei aber die indirekten Kosten eines Vertrauensverlustes seitens der Kunden und einer möglichen Rückverlagerung auf die Strasse.

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



13/21

Hangbefestigungen

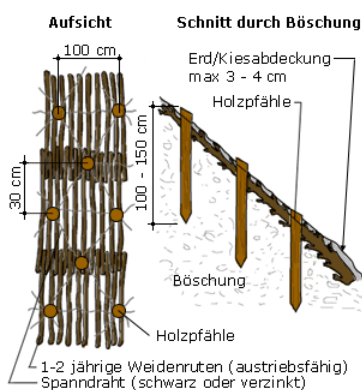
Hänge und Böschungen können durch Schwerkraft bzw. Erosion abbrechen oder nach unten wandern. Um zu verhindern, dass die Erdmassen rutschen, müssen sie befestigt werden. Dabei gibt es verschiedene Befestigungsarten. Welche die geeignete ist, hängt von der Art des Bodens, der Hanghöhe oder der Schichtung ab.

Möglichkeiten:

- Baum- und Buschpflanzungen
- Trockenmauer aus natürlichen Steinen
- Betonierte Stützmauer
- Palisaden aus Beton oder Metallstützen
- Gabionen für felsige Hänge und für Steilhänge

Beispiele

Spreitlagen, Baum und Buschbefestigungen



Diese Methode eignet sich vor allem für Hänge, die starker Erosion ausgesetzt sind. Das bedeutet, wenn der Boden der Gefahr ausgesetzt ist, beispielsweise durch **Wind und Regen** abgetragen zu werden. Darüber hinaus werden Spreitlagen zur **Uferbefestigung** und zur Befestigung von **Überschwemmungsbereichen** genutzt. Bei einer Spreitlage werden Holzpflocke in einem Abstand von etwa 1 m in den Boden eingeschlagen. Länge und Durchmesser der Pfähle sind abhängig von der auftretenden Belastung. Dabei sollten die Pfähle mindestens 1 m bis 1,5 m lang sein. Zwischen die Pfähle legt man ein- bis zweijährige austriebsfähige Weidenruten dicht nebeneinander. Die einzelnen Lagen sollten sich etwa 30 cm überlappen.

Fixiert werden die Weidenruten mittels eines verzinkten Spanndrahtes oder einer Kokosschnur. Eventuell kann man die Weiden noch mit einer 3 bis 4 cm dicken Erdschicht überdecken. Nach drei bis sechs Monaten schlagen die Weidenruten Wurzeln und treiben aus. Es entsteht ein Gebüsch, das in regelmässigen Abständen geschnitten werden sollte, denn Weiden wachsen im Jahr etwa 2 m. Die Weiden sollten im Winter bei nicht zu starkem Frost beschnitten werden. Ist es zu trocken, sollte die Spreitlage gelegentlich gegossen werden.

Stützmauern

Stützmauern sollen stützen. Stützmauern müssen notwendig und sinnvoll sein. Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtungsweise sind sowohl die statisch-konstruktiven wie auch die gestalterischen Aspekte zu beachten. Die Mauer muss dem Erddruck widerstehen. Sie ist so auszubilden, dass die Stabilität gewährleistet ist und dass sie im steilen Gelände gebaut werden kann.

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

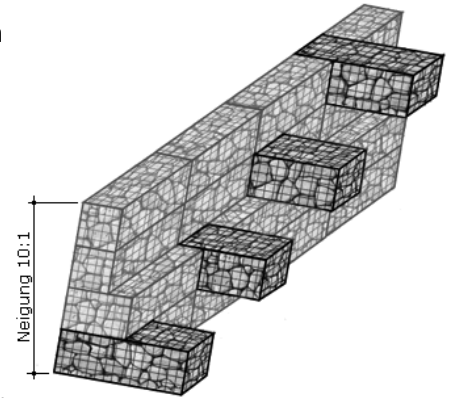
Informationen und Arbeitsblätter



14/21

Gabionen

Dabei werden Stahlgitterkörbe, die mit Steinen oder Schotter gefüllt. Man verwendet sie nach dem Prinzip von Schwergewichtsmauern zur Hangsicherung und Hangverbauung. Für den Zusammenhalt der Steine sorgt allerdings nicht der Mauerverband, sondern der Gitterkorb. Die Beständigkeit der Gitterkörbe ist daher von entscheidender Bedeutung. Sie werden meist in feuerverzinkter Qualität oder rostfreiem Edelstahl hergestellt. Gabionen lassen sich auch begrünen, dadurch fügen sie sich natürlich in die Landschaft ein. Das Wurzelwerk der Pflanzen sorgt für einen zusätzlichen Zusammenhalt der Steine. Die Einsatzgebiete von Gabionen sind vielfältig. Man findet sie im Wasser-, Flussbau und Strassenbau. Vorteile: Sie sind kostengünstig, lassen sich schnell errichten, es ist kein Betonfundament notwendig und auch die Materialkosten sind gering; zudem kann anstehendes Wasser ungehindert ablaufen. Eine Gabionen-Stützmauer besteht aus verschiedenen Körben, die aufeinandergeschichtet werden. Höhere Wände werden meist mit einer Neigung von 10:1 gegen den Hang eingebaut. Die Stabilität der Gabionen-Wände kann durch einen angemessenen Zement-Binderanteil erhöht werden.



Betonmauern



Beim Bau der Nationalstrassen und beim Ausbau des bestehenden Strassen- und Schienennetzes in der Zeit der Hochkonjunktur des letzten Jahrhunderts wurden viele Stützmauern als reine Betonmauern ausgeführt. Die mangelnde Sensibilität bei der Gestaltung hat erheblich dazu beigetragen, dass „Beton“ zum Schimpfwort wurde. Je nach Umfeld sind jedoch gut gestaltete Betonmauern andere Lösungen durchaus ebenbürtig.

Natursteinmauern

Bei den Natursteinmauern wird einerseits unterschieden zwischen **Trockenstein- und vermörtelten Mauern** und andererseits je nach Grösse der verwendeten Steine zwischen **Bruch- und Blocksteinmauern**.

Bruchsteinmauern bestehen aus gebrochenen, mehr oder weniger bearbeiteten Steinen, deren grösste Abmessung in der Regel 80 cm nicht übersteigt, und die noch von Hand versetzt werden können. Sie gelangen vor allem bei Ergänzungen von bestehenden, einheitlich mit diesem Mauertyp gestalteten Strassenzügen zur Anwendung. Bruchsteinmauern sind allerdings teurer als Beton- und Blocksteinmauern

Blocksteinmauern bestehen vorwiegend aus grösseren Steinblöcken, die nicht bearbeitet sind, und die mit Baumaschinen versetzt werden. Eine gute Gestaltung erfordert grosse Sorgfalt bei der Auswahl und beim Versetzen der Steine. Vielleicht als Alternative zur Betonmauer sind in den letzten Jahren viele Mauern dieser Art entstanden. Es muss aber sehr darauf geachtet werden, dass nur geeignete Steine verwendet werden und grosse Sorgfalt bei der Ausführung beachtet wird. Sonst sehen die Mauern so übel aus, dass beim Betrachter der Eindruck entstehen muss, es werde gespart.



Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



15/21

Einfache Regeln

Aus den Grundsätzen der Gestaltung lassen sich einfache Regeln für die Projektierung und die Ausführung von Stützmauern ableiten.

Wiederholung ruhiger, unauffälliger Grundmuster



Parallelführung

Die Oberkante einer bergseitigen Mauer und die Fugen sollen die gleiche Längsneigung aufweisen wie die Strasse. Bei der Projektierung erfordert dies eine sorgfältige Beachtung des bestehenden Geländes; die Stützmauer soll immer in der Ansicht dargestellt werden.

Bruchsteinmauern mit geschichtetem Gestein, Oberkante und Lagerfugen parallel zur Strasse mit 30-Grad-Sprüngen.



Gleiches Material verwenden

Alle Stützmauern eines bestimmten Strassenabschnitts sollen in einheitlichem Material ausgeführt werden.

Dies gilt auch für lokale Ausbesserungen und Anpassungen bei bestehenden Bauwerken.



Einheitliche Materialien

Uneinheitliche Materialien



Gleichmässige, ruhige Oberfläche

Tafelschalung bei Betonmauern

Ebenflächige Steine und dünne Fugen bei Natursteinmauern



Entwurf, Formgebung und Gestaltung von Bruchsteinmauern

Bei modernen Blockstein- und schwach bearbeiteten Bruchsteinmauern werden schmale Fugen zwangsläufig sehr tief und bündige Fugen sehr breit. Um die ein gutes Bild zu erhalten sollten also schmale Fugen nicht zu tief und breite Fugen nicht allzu breit – in denen die Blocksteine zu schwimmen scheinen – gefertigt werden.

Mit folgenden Massnahmen lässt sich die Oberfläche von Blocksteinmauern befriedigend gestalten:

- Möglichst häuptige, parallelkantige Steine verwenden.
- Möglichst dünne Lager- und Stossfugen ausbilden. Löcher mit kleineren Steinen füllen.
- Fugen nur leicht zurücksetzen. Ein tiefes Auskratzen der Fugen führt zu einem unruhigen Gesamtbild und ist konstruktiv widersinnig.
- Die Steine sind auf ihr natürliches Lager zu legen. Die Lagerfugen laufen parallel zur Fahrbahn. Sie sollen über mindestens fünf Steinlängen ohne Unterbruch durchgeführt werden.

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



16/21

Talseitige Stützmauern sind bergseitigen vorzuziehen

Bergseitige Stützmauern schneiden in die Landschaft ein und wirken dadurch besonders stark als künstlicher Eingriff. Sie werden vom Strassenbenützer aus nächster Nähe wahrgenommen. Eine talseitige Stützmauer betrachtet man in der Regel aus grösserer Distanz. Sie wächst aus dem Gelände heraus und besitzt eine horizontale oder schwach geneigte Mauerkrone.



Mauern zwischen zwei in der Höhe versetzten Strassen sollen im Grundriss der oberen Strasse folgen und gegen ihre Enden hin in der Böschung zwischen den Strassen verschwinden.

Die talseitige Mauer der oberen Strasse wirkt besser als die bergseitige Mauer der unteren Strasse. Der Mauerfuss ist häufig bewachsen oder von Bäumen verdeckt, was die Mauer niedriger erscheinen lässt.



Das Material der Mauern soll dem Charakter der Umgebung entsprechen.

Natursteine sollen möglichst in der Nähe gewonnen werden oder zumindest aus passenden geologischen Formationen stammen.

Trockensteinmauern aus Gneis im Calancatal

Stützmauern müssen notwendig sein und sollen stützen.

Stets Lösung mit Böschung prüfen

Es ist immer zu prüfen, ob eine Stützmauer überhaupt notwendig ist. Oft kann eine Stützmauer durch eine Böschung oder eine steile Böschung mit Böschungssicherung ersetzt werden. Dabei sind auch Anpassungen der Linienführung in Betracht zu ziehen.



Blocksteinmauer an der Engadinerstrasse, die durch eine Böschung ersetzt werden konnte



Böschungen sind so flach auszubilden dass keine Rutschungen auftreten (2:3 oder flacher)

Steilböschungen sind mit Blocksteinen als Böschungsrollierung zu sichern. Damit sie langfristig verwachsen und dann kaum mehr auffallen, darf der Anzug nicht steiler als 2 : 1 betragen.

Man muss der Mauer ansehen, dass sie trägt

Die Stützmauer soll ihrem technischen Charakter entsprechen. Eine Stützmauer soll das dahinter liegende Erdreich stützen; das soll sichtbar sein. Damit die Mauer diese Aufgabe erfüllen kann, müssen die einzelnen Steine eine geeignete Form aufweisen und so versetzt sein, dass sie untereinander einen stabilen Verbund aufweisen.

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



17/21

Posten 4: Hochwasserschutz

Hochwasser – der Rhein kommt ...

Bei einem Hochwasser überschreitet der Wasserstand oder die Wassermenge eines Gewässers einen bestimmten Schwellenwert. Die Wassermassen können oft sehr rasch zunehmen und auch mit Sand und Geröll durchmischt sein.



Hochwasser wirken je nach Gerinnesystem unterschiedlich. In steilen Gerinnen, wie beispielsweise in Wildbächen in den Bergen, dominieren intensive Geschiebeumlagerungen und -ablagerungen aus Sand und Geröll. Hier kommt es überwiegend zu Übermurungen, Ufererosionen und Übersarungen. Flachere Gewässer im Tal hingegen gefährden vor allem durch Überschwemmungen. Es kann aber auch Ufer- und Sohlenerosion auftreten, was zu Unterspülungen oder auch zu Sohlenauflandungen führt.

Hochwasser gefährden vorwiegend durch:

1. Übermuring: Murgänge mit hohen Fliessgeschwindigkeiten, grossen Feststofffrachten und mächtigen Ablagerungen im Kegelbereich von Wildbächen verursachen oft grosse Schäden.
2. Überschwemmung: Überschwemmungen werden gefährlich, wenn im Überflutungsbereich grosse Wassertiefen oder starke Strömungen auftreten. Dabei kann auch viel Geschiebe abgelagert werden.
3. Ufer- und Sohlenerosion: Stark strömendes Wasser vermag Feststoffe vom Ufer oder von der Gerinnesohle aufzunehmen und mitzutransportieren. Folgen davon sind die Verlagerung des Gerinnelaufes und Uferabbrüche, welche Bauwerke und Anlagen am Gewässer gefährden. Das mitgeschleppte Geschiebe führt oft zu Beschädigungen an Kulturland und Bauten.

Massnahmen

- Unterhalt der Gewässer: Erhalt der Abflusskapazität und der bestehenden Schutzbauten: z.B. Pflege der Uferböschung und der Gerinnesohle, Leerung von Geschiebesammlern oder Beheben von Schäden an Verbauungen. Dabei sind auch die Anliegen des Naturschutzes und der Fischerei berücksichtigen.
- Raumplanerische Massnahmen: Meiden von Gefahrengebieten (z.B. Bauverbot in stark gefährdeten Gebieten), Erstellen von Gefahrenkatastern und Gefahrenkarten.
- Bauliche Schutzmassnahmen an Gewässern: Wo zusätzliche Schutzmassnahmen notwendig sind, müssen diese möglichst naturnah und landschaftsgerecht ausgeführt werden.

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



18/21

Auftrag: Studiere die Arbeitstexte aufmerksam und löse die untenstehenden Aufträge.

Posten 1: Tunnel

AB 1.1

Auftrag 1: Löst den untenstehenden Lückentext!

Gotthard-Strassentunnel

Fülle die Lücken richtig aus!



Der Gotthard-Strassentunnel – nicht zu verwechseln mit dem im Bau befindlichen Gotthard- _____ ist mit 16,9 Kilometern Länge der _____ Strassentunnel der Welt und der längste in den Alpen. Der Tunnel wurde zwischen _____ gebaut und verbindet _____ im Kanton Uri mit _____ im Kanton Tessin. Eröffnet wurde er am 5. September 1980 von Bundesrat Hans Hürlimann. Der Tunnel ist Teil der Schweizer Nationalstrasse A2 von Basel nach Chiasso. Der Gotthard-Strassentunnel ist der wichtigste Schweizer _____ durch die Alpen. Im Jahr 2009 nutzten ihn _____ Fahrzeuge; das entspricht durchschnittlich etwa 16.700 pro Tag oder 700 Fahrzeugen pro Stunde. 2007 hatten 15 Prozent der durchfahrenden Fahrzeuge deutsche Autokennzeichen.

Der Tunneldurchstich erfolgte am 16. Dezember 1976. Der durchschnittliche tägliche Baufortschritt _____. Bei den Bauarbeiten kamen _____ ums Leben.

Die Querung des Gotthardmassivs kann auch über den Gotthardpass oder durch den _____ - Scheiteltunnel der Gotthardbahn erfolgen. Der zweite Bahn-Basistunnel ist _____.

1970 und 1980 Korridor 6,1 Millionen Airolo Basistunnel Airolo 2016 fertig
 betrug 6 Meter Eisenbahn drittlängste 19 Bauarbeiter Göschenen

Auftrag 2: Plant einen Strassentunnel durch einen Hügel in der Nähe!

- Planskizze mit Karte
- Liste der Lieferanten und Ausführenden
- Planungsschritte nach Arbeitsvorgängen mit Zeitangaben
- Kostenbudget (Schätzungen)
- Sicherheitsvorrichtungen

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



19/21

Auftrag: Studiere die Arbeitstexte aufmerksam und löse die untenstehenden Aufträge.

Posten 2: Brücken

AB 1.2

Auftrag 1: Beurteile die Aussagen!

Brücken

Was stimmt?



- Das Schmalztobel-Viadukt der RhB, Chur-Arosa ist eine Verbundbrücke (Stahlträger, Betonplatte).
- Die Saanebrücke in Fribourg, Grand Pont, ist eine Stahlbrücke.
- Beim modernen Ingenieurbau sind der gestaltende Entwurf und die Entwicklung der Konstruktion die wesentlichen Tätigkeiten des Bauingenieurs.
- Schrägseilbrücken sind kostengünstiger als Hängebrücken, erreichen aber nur etwa halb so grosse Spannweiten
- Bei der höchsten Hängebrücke der Welt, Millau, F, liegt die Fahrbahn bis zu 475 m über dem Talgrund.
- Für den Bau der Brücke sind wesentlich: Spannweiten, Schlankheit der Träger, Transparenz des Bauwerkes, Anzahl und Form der Stützen.
- Das Brückenbauverfahren wirkt sich nicht wesentlich aus auf die erforderliche Bauzeit und den Preis.
- Bei guten Voraussetzungen kann eine Brücken-Lebensdauer von über 100 Jahren erreicht werden.
- Die Qualität des Bauwerkes hängt primär Brücke-System ab und nicht so sehr von der fachlichen Kompetenz der am Bau Beteiligten.
- Verschleissteile wie Belag, Abdichtung, Fahrbahnübergänge, Lager usw. sind ungefähr im 25-Jahres-rhythmus zu ersetzen.

Auftrag 2: Baut eine Papierbrücke

- **Material:** Weisses Kopierpapier, ca. 30 lose Blätter A4 (kein weiteres Material)
- Die „Brücke“ muss eine Distanz von 1,5 m, ohne weitere Hilfe (nur auf jeder Seite aufgelegt, überrücken, ohne zusammenzufallen!
- **Tipp:** Wie machen Pflanzen so etwas (Bionik) ...

Auftrag 3: Findet Lieder, und Filmtitel, die mit Brücken zu tun haben!

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



20/21

Auftrag: Studiere die Arbeitstexte aufmerksam und löse die untenstehenden Aufträge.

Posten 3: Hangsicherung

AB 1.3

Auftrag 2: Errichtet eine kleine Gabionen-Stützmauer

Gabionen gibt es in vielfältigen Variationen zur individuellen Gartengestaltung. Eine solche Stützmauer besteht aus mehreren Körben, die je nach Höhe der Mauer übereinandergeschichtet werden können.



1. Für das Stützmauer-Modell muss zuerst ein Fundament von 20 cm ausgehoben werden. (Dessen Stärke richtet sich bei grösseren Mauern nach dem jeweiligen Untergrund und der Höhe der zukünftigen Mauer, wobei bei sehr grossen Vorhaben ein Statiker hinzugezogen werden sollte.)
2. Nun muss der Untergrund verdichtet (stampfen), ein Mineralgemisch (Kies) eingefüllt und nochmals verdichtet werden. Hierauf werden jetzt die Gabionen gesetzt und miteinander verbunden (bei grossen Gabionen-Mauern ist zu deren Abstützung ein zusätzliches Stützgerüst empfehlenswert).
3. Nun fertigen wir aus Drahtgeflecht und etwas Bindedraht (aus dem Baufachhandel) einen soliden, rechteckigen, unten und oben offenen Drahtkorb. (Für das Schulmodell sind 100 cm Länge und 30 cm Korbdimensionen genügend.) Für den Gebrauch im Garten oder für grosse Stützmauern im Gelände sind industriell vormontierte Drahtkörbe am besten geeignet.
4. Nun wird die Gabione in die Fundamentgrube versetzt und befüllt. Am besten, indem man zuerst an der Sichtseite die Steine der ersten Schicht setzt und dann die Schicht nach hinten auffüllt. Dann geht es weiter mit der nächsten Schicht, bis der Korb voll ist. Zur Befüllung eignen sich besonders harte, verwitterungsresistente (vor allem frostsicher) Gesteinsarten wie Granit, Kalksandstein, Basalt, Flusskiesel (die man auch an Fluss- oder Bachufern findet) oder andere, preiswerte Steine aus der jeweiligen Region.
5. Der nicht sichtbare Bereich hinter der Gabionenmauer kann mit grobem Gesteinsmaterial und Schotter verfüllt werden. Die Mauer selbst kann auch bepflanzt werden.

Hinweise zur Sicherheit der Gabionenmauer

- Die Stärke des Gitter-, und Bindedrahtes ist **unbedingt zu beachten**, dieser richtet sich nach der Grösse und der Stärke der Mauer sowie dem Gewicht der Steine und dem Neigungswinkel.
- Die Steine sollte man so dicht wie möglich schichten, um zu grössere Hohlräume zu vermeiden. Es ist zu empfehlen, die Gabionen bis etwas über den Rand zu befüllen, da das Füllmaterial meist noch zusammensackt und es sich so besser verdichten kann.

Material:

- Drahtgitter
- Bindedraht
- Gesteine
- Zangen
- Drahtschere

Werkstatt Infrastruktur-Bauten

Informationen und Arbeitsblätter



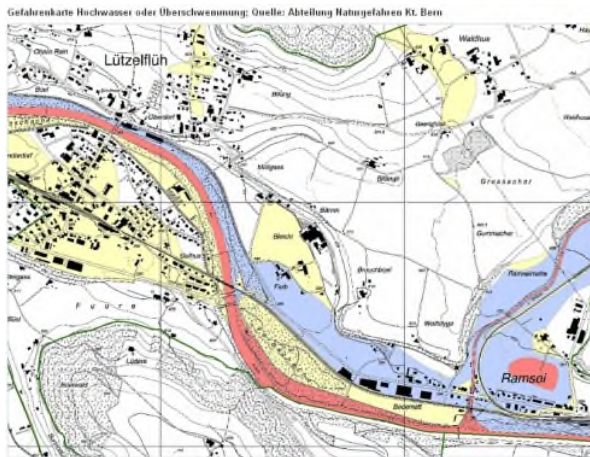
21/21

Auftrag: Studiere die Arbeitstexte aufmerksam und löse die untenstehenden Aufträge.

Posten 4: Hochwasser

AB 1.4

Auftrag 1: Untersucht die Gefahrenkarte und diskutiert die möglichen Schutz-Massnahmen, die für den Katastrophenfall - sowohl vorbeugend wie auch bei Eintritt - vorgenommen werden müssten.



Die fünf Gefahrenstufen

- Rot
Mit der plötzlichen Zerstörung von Gebäuden und mit höchster Gefährdung von Mensch und Tier ist zu rechnen
- Blau
Mensch und Tier sind innerhalb von Gebäuden kaum gefährdet, ausserhalb davon liegt jedoch eine Gefährdung vor. Mit Schäden an Gebäuden ist zu rechnen, jedoch sind plötzliche Gebäudezerstörungen in diesem Gebiet nicht zu erwarten.
- Gelb
Mensch und Tier sind kaum gefährdet. Mit geringen Schäden an Gebäuden bzw. Behinderungen ist zu rechnen. Es können jedoch erhebliche Schäden in Gebäuden auftreten
- Weiss
Keine oder vernachlässigbare Gefährdung

Massnahmen

Rot: _____

Blau: _____

Gelb: _____

Auftrag 2: Baut einen Staudamm im nächsten Bach!

Ein Fliessgewässer zu stauen ist kein Spass, der zur Freizeitgestaltung gehört. Im Rahmen eines Schulprojektes kann man es machen.

Dazu braucht es:

- Einen geeigneten Bachabschnitt
- Die Bewilligung der Gemeinde
- Material zum Stauen
- Plan zum Vorgehen
- Kamera zum Dokumentieren



Nach dem Projekt müssen Bach und Umgebung wieder **in den vorherigen Zustand zurückversetzt werden** (Material entfernen, normales Fliessen des Baches muss wieder gewährleistet sein, keine Beschädigung der Uferzonen). Dazu gehört auch die Meldung an die Gemeinde, dass das Projekt beendet ist.