

# Jean-Daniel Colladon - Spezialist beim Bau des Gotthard-Eisenbahntunnels

Autor(en): **Vischer, Daniel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **111 (1993)**

Heft 48

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78290>

## **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.

fung sollten aus diesem Grunde beim Erstellen der Ausschreibungsunterlagen bekannt sein. Seitens der ökologischen Baubegleitung wäre zu diesem Zeitpunkt und in Absprache mit der Bauleitung hierzu ein gezielter Beitrag zu liefern.

Fehlen die präzisierten Auflagen in der Ausschreibung, so wird die Durchsetzung der mit entsprechenden Kostenfolgen verbundenen Umweltschutzaufgaben in der Ausführungsphase unnötig erschwert.

□ *Der Spielraum für Entscheidungen über Arbeitseinstellungen aus Bodenschutzgründen ist gemäss unseren Erfahrungen gross. Praxisbezogene Entscheidungshilfen sind erwünscht.*

Erläuterung: Die Aufgaben des Bodenschutzes bei unterirdisch verlegten Rohrleitungen sind relativ neu und basieren auf den Vorgaben des Umweltschutzgesetzes vom 7. Oktober 1983 bzw. seiner Umsetzung. Ziel ist die langfristige Sicherung und Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. In vielen Kantonen wurden in den vergangenen Jahren Bodenschutzfachstellen eingerichtet, um diesen lange Zeit vernachlässigten Bereich abzudecken.

Es liegen einzelne Literatur- und Erfahrungswerte vor, doch bestehen noch

keine erprobten Richtwerte bzw. lokal umsetzbare Vorgaben. In Abhängigkeit von den vielfach kleinräumig wechselnden Standortbedingungen (Untergrund, Exposition, Höhenlage, Bodentyp) und der oft entscheidenden Witterungsverhältnissen sind einfache Regelungen auch wenig wahrscheinlich.

Der Spielraum für Entscheide über die Einstellung bzw. Wiederaufnahme der Bauarbeiten ist heute in der Praxis gross und verlangt deshalb von allen Beteiligten eine gute Zusammenarbeit. Die gerade im Winterhalbjahr und den schwierigen Übergangszeiten enorm grosse Witterungsabhängigkeit erschwert die Planung der Bauausführung nachhaltig.

Eine allgemeine Weisung im Sinne «ab November bis Ende März wird im landwirtschaftlichen Offenland generell nicht gearbeitet» wäre aus Sicht der ökologischen Baubegleitung zu begrüssen; aus dem Blickwinkel der Bauherrschaft wird eine derartige Lösung jedoch nicht als sachgerecht beurteilt. Diese gegenläufigen Interessenlagen gilt es abzustimmen. Wenn möglich, sind deshalb die Anliegen der Bauherrschaft und der Ökologie frühzeitig bei der Grobterminplanung zu berücksichtigen; für das Winterhalbjahr mit me-

teorologisch ungünstigen Voraussetzungen sind deshalb schon in dieser Phase entsprechende Pufferarbeiten in den aus Sicht des Bodenschutzes unproblematischen Abschnitten vorzusehen.

Falls es die Randbedingungen zulassen (langanhaltende Frostperiode), kann durchaus auch im Winterhalbjahr gearbeitet werden. Umgekehrt sind im Sommerhalbjahr bei Eintreten ungünstiger Witterungsverhältnisse temporäre Baueinstellungen nicht zu umgehen.

Die Fragen des Bodenschutzes werden in den kommenden Jahren noch an Bedeutung gewinnen. Im Falle des Rohrleitungsbaus sind alle Beteiligten gefordert, in der Praxis umsetzbare, wirtschaftlich vertretbare und ökologisch funktionelle Vorgaben zu entwickeln.

Adressen der Verfasser: *André Schenker*, c/o Holinger AG Umweltberatung, Haselstrasse 1, 5401 Baden; *Kurt Hartmann*, c/o Jauslin + Stebler AG Ingenieure, Gartenstrasse 15, 4132 Muttenz; *Peter Hirschmann*, c/o Gasverbund Mittelland AG, Postfach 360, 4144 Arlesheim; und *Christian Keller*, c/o Helbling Ingenieure AG, Hohlstrasse 610, 8048 Zürich

## Jean-Daniel Colladon – Spezialist beim Bau des Gotthard-Eisenbahntunnels

**Zum 100. Todesjahr des Genfer Physikers und Ingenieurs hier einige biographische Angaben sowie die Beschreibung seines erfolgreichen Versuchs über die Kompressibilität der Flüssigkeiten und seiner wichtigen Erfindung, der Druckluftversorgung von Baustellen.**

### Biographisches

Jean-Daniel Colladon wurde am 15. Dezember 1802 in Genf geboren. Dort durchlief er die Schulen und insbeson-

VON DANIEL VISCHER,  
ZÜRICH

dere die Académie de Genève, wo er unter anderem von Guillaume-Henri Dufour (1787–1875), dem nachmaligen General, unterrichtet wurde. Auf Wunsch seiner Eltern studierte er die Rechte und schloss 1824 als Rechtsanwalt ab.

Weit mehr als der Jurisprudenz widmete er sich aber den Naturwissenschaften und führte zusammen mit seinem Schulkameraden Charles-François Sturm (1803–1855) zahlreiche Experimente durch. Schon 1824 gewann er den ersten Preis der Société des Sciences et des Arts de Lille für das beste Instrument zur Lichtmessung, das heisst für ein von ihm entwickeltes Photometer. Und 1825 beteiligte er sich gemeinsam mit Sturm an einem Wettbewerb der Académie des Sciences de Paris, bei dem nach der Kompressibilität der wichtigsten Flüssigkeiten gefragt wurde. Wie weiter unten noch erläutert, ging er auch dort als Sieger hervor.

In dieser Zeit und in den nachfolgenden Jahren hielt er sich als Student und Assistent in Paris auf, wo er Kontakte mit Arago hatte, Vorlesungen von Cauchy, Gay-Lussac, Lacroix u.a. besuchte sowie Experimente für Ampère und Fourier durchführte. Bei Ampère bearbeitete er elektromagnetische Probleme und die Entwicklung eines Galvanometers, bei Fourier thermodynamisch orientierte Projekte. Zwecks Verwirklichung letzterer wandte er sich von 1827 bis 1836 mit grosser Intensität den damals aufkommenden Dampfmaschinen zu. Seine Kenntnisse und Verbesserungsvorschläge machten ihn bald in ganz Europa bekannt.

1828 war er einer der Mitbegründer der Ecole Centrale des Arts et des Manufactures de Paris, wo er Vorlesungen über Mechanik hielt. Doch zog es ihn 1829 mehr und mehr zur Industrie, die ihn gerne und immer häufiger als Berater für Dampfschiffe, Wasserkraftwerke, Färbereien und Bergbau bezog. Bekannt sind aus dieser Zeit etwa seine Modellversuche mit kleinen, uhrwerkbetriebenen Schiffen in einem Pariser Kanal.

1836 berief ihn die Académie de Genève als Professor für Mechanik und Physik in seine Vaterstadt. Neben dem Unterricht trieb er seine Forschung und Entwicklung im Gebiet der Dampfmaschinen weiter und beschäftigte sich zunehmend mit der Gasproduktion und -verteilung. Eine von ihm vorgeschlagene Methode zur Messung der Leistungsfähigkeit von Dampfschiffen wurde zwar von der französischen Marine verworfen, dafür aber von der englischen eingeführt.

Als 1844 das Gaswerk Genf gegründet wurde, übernahm Colladon zunächst die Projektierung und dann – praktisch als Werkingenieur amtierend – auch den Betrieb. Er stellte sich aber auch den Gaswerken von Biel, Basel, Bern, Lausanne, Solothurn usw. als Experte zur Verfügung. In diesem Zusammenhang führte er beispielsweise an Gasleitungen von 406 mm Durchmesser und 530 m Länge systematische Druckverlustmessungen durch.

Von den zahlreichen weiteren Projekten, die er verfolgte, seien hier bloss zwei erwähnt: die Idee eines akustischen Telegraphen im Ärmelkanal (Emission und Empfang von Schallwellen unter Wasser) und die Entdeckung der Lichtbündelung in Wasserstrahlen (fontaines lumineuses).

Als wegweisend können zwei seiner Erfindungen im Zusammenhang mit Druckluft bezeichnet werden. 1852 reichte Colladon, wie weiter unten noch ausführlich beschrieben, ein Patent zur Druckluftversorgung von Tunnelbaustellen ein und 1855 ein solches für eine Druckluftbremse. Sein breitgefächertes Interesse bewog ihn aber auch zur Erforschung von Naturphänomenen wie die atmosphärische Elektrizität, insbesondere Blitze, sowie den Hagel, die Wasserhosen und die Grundwasserströme.

Colladon schrieb insgesamt 79 wissenschaftliche Memoranden und war korrespondierendes Mitglied fast aller berühmten europäischen Akademien. Von seinen Mitmenschen wurden ihm neben Begeisterungsfähigkeit und Zielstrebigkeit in beruflichen Dingen ganz allgemein auch Bescheidenheit, Frömmigkeit, Familien- und Gemeinsinn attestiert. Er war bis zu seinem Lebensabend wissenschaftlich aktiv und starb am 30. Juni 1893 im Alter von fast 91 Jahren.

### Kompressibilität der Flüssigkeiten

Jean-Daniel Colladon war erst 23 Jahre alt, als er 1825 von der oben erwähnten Ausschreibung der Académie des Sciences de Paris hörte. Mit seinem um

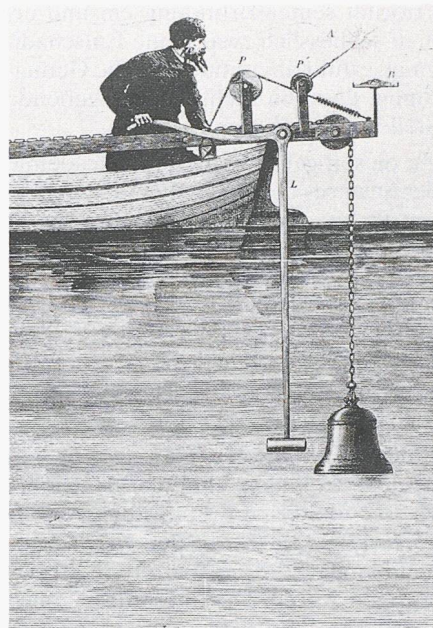


Bild 1. Messung der Schallgeschwindigkeit im Genfersee: Sendebote mit optischer und akustischer Signaleinrichtung

ein Jahr jüngeren Freund *Charles-François Sturm* begab er sich mit Unterstützung der Eltern und von Bekannten nach Paris, um dort eine Reihe von einschlägigen Untersuchungen im Laboratorium durchzuführen. Die erzielten Ergebnisse genügten jedoch nicht, um den Preis zu erlangen, weshalb sich die beiden Freunde zu Grossversuchen im Genfersee entschlossen.

Colladon kehrte 1826 nach Genf zurück, um zuerst im Petit Lac auf einer Strecke von 1 km die Schallgeschwindigkeit im Wasser zu messen. Diese Strecke erwies sich aber als zu kurz, so dass die Hauptversuche schliesslich über rund 14 km zwischen Rolle und Thonon durchgeführt wurden.

Die Messungen erfolgten von zwei Booten aus (s. Bilder 1 und 2): Im Sendebote schlug sein Vater mit einem Hammer jeweils einmal gegen eine im Wasser hängende Glocke (sie soll noch heute in einer Genfer Kirche im Gebrauch sein). Im Moment, da der Hammer die Glocke berührte, senkte sich ein Zunder auf eine Pulverpfanne und löste damit einen Blitz aus. Im Empfängerboot beobachtete Colladon selber den Blitz und mass mit seiner (damals noch wenig genauen) Stoppuhr die Zeit, die bis zum Eintreffen des akustischen Signals verstrich. Damit ihm dieses Signal nicht entging, legte er sein Ohr an ein grosses, im Wasser hängendes Hörrohr.

Die Messkampagne fand in einer Novembernacht statt. November – weil es wichtig war, dass sich der Genfersee in einem nahezu homothermen Zustand befand; Nacht – um sicherzustellen, dass das erzeugte Blitzlicht in 14 km Entfer-

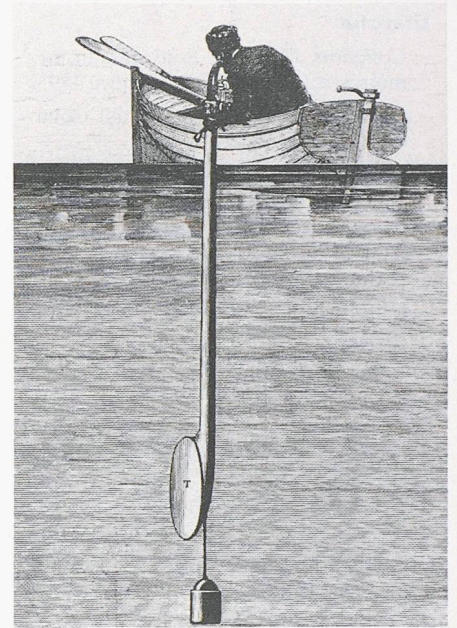


Bild 2. Pendant zu Bild 1: Empfängerboot für Signalempfang und Zeitmessung (Stoppuhr)

nung wahrgenommen werden konnte. Die Auswertung der Ergebnisse führte auf eine Schallgeschwindigkeit von 1435 m/s, bei einer Wassertemperatur von 8 °C. Nach diesem Erfolg und weiteren experimentellen Arbeiten in einem Pariser Laboratorium erhielten Colladon und Sturm im Juni 1827 den Wettbewerbspreis der Académie zugesprochen.

Dass der Messwert von 1435 m/s dann bemerkenswert gut mit dem 1829 aus der Theorie der Wellenausbreitung in einer leicht kompressiblen Flüssigkeit errechneten Wert von 1437,8 m/s übereinstimmte, erregte grosses Aufsehen. Sturm wandte sich in der Folge der Mathematik zu, wo er unter anderem durch sein Theorem bekannt wurde.

### Druckluftversorgung von Baustellen

Ende 1849 kehrte der bekannte Bündner Bauingenieur *Richard La Nicca* (1794–1883) von einem Besuch in Turin über Genf zurück. Dort orientierte er Colladon über das Projekt des Mont-Cenis-Tunnels: Die Energie für die Bohrgeräte sollte an beiden Portalen von einem Wasserkraftwerk erzeugt und mit einer Seiltransmission bis zur Vortriebsstelle übertragen werden.

Die Gefahr, die den Bauarbeitern von den schnelllaufenden Endlos-Seilen drohte, wurde aber als hoch eingestuft. Colladon entschloss sich deshalb, eine Alternative in Form einer Druckluftversorgung mittels wasserkraftgetriebenen Kompressoren vorzuschlagen.

**Literatur**

- Colladon, J.-Daniel: Souvenirs et mémoires; autobiographie. Genève 1893.
- Des Gouttes, Edouard: Daniel Colladon. Genève 1854.
- Favre, Henry: L'œuvre d'un physicien et ingénieur genevois Jean-Daniel Colladon. Zurich 1953.
- Spaeni, Alois: Louis Favre, Erbauer des Gotthardtunnels 1826-1879; Mensch, Unternehmer, Pionier. Winterthur 1982.

Er meldete – zunächst noch durch seine Verpflichtungen für die Weltausstellung 1851 in London aufgehalten – 1852 ein entsprechendes Patent an und brachte sich damit bei der Bauherrschaft des Tunnels in Evidenz.

Ein Jahr später patentierten aber drei andere Ingenieure nicht nur ein ähnliches, sondern ganz offensichtlich auf den Ideen Colladons aufbauendes Konzept und erhielten im Gefolge dann 1857 den Auftrag zum Bau des Mont-Cenis-Tunnels. Der schwer enttäuschte Colladon setzte sich jahrelang für die

Priorität seiner Erfindung ein und erhielt schliesslich zwar keine Entschädigung, erfuhr aber immerhin die Genugtuung, dass ihn mehrere massgebende Stellen anerkannten.

Zu diesen gehörte auch die Académie des Sciences de Paris mit dem Fournayron-Preis von 1885 und der Laudatio: «M. Colladon est le premier qui ait proposé (1852) l'emploi de l'air comprimé, substitué à des câbles, pour transmettre la force dans les tunnels, et c'est après ses idées que l'on a établi les compresseurs de Modane et de Bardonnèche, régions extrêmes du Mont-Cenis».

Eine noch grössere Genugtuung bedeutete Colladon aber der Umstand, dass er von seinem Landsmann *Louis Favre* (1826-1876) für den 1872 beginnenden Bau des Gotthardtunnels beigezogen wurde. Dort bestand nämlich seine Druckluftversorgung dann die endgültige und weithin beachtete Bewährungsprobe. Die Tatsache, dass der 14,9 km lange Gotthardtunnel in bloss 7,5 Jahren erstellt wurde, während der Ausbruch des Mont-Cenis-Tunnels rund 13 Jahre und damit fast doppelt so lange dauerte, wurde damals nicht zu-

letzt dem überlegenen «Engineering» Colladons zugeschrieben.

Interessanterweise wurden dann aber die Bohrhämmer in den beiden anschliessend gebauten Simplon- und Albulatunnel nicht mit Druckluft, sondern mit Druckwasser betrieben. Doch setzte sich die Druckluftversorgung nachher beim Bau des Lötschbergtunnels endgültig durch und wurde bald auch – und das bis heute – für andere Bohrarbeiten auf Baustellen unter und über Tag verwendet. Sie löste ja nicht nur die Antriebsfrage, sondern trug auch zur Belüftung der Arbeitsstelle bei, was ausser im Tunnelbau auch bei den damals eingeführten Caisson-Gründungen bedeutsam war.

Dass Colladon mit dieser Druckluftbauweise vertraut war, bezeugt sein 1825 in Paris gemachter Vorschlag, für den (damals schon aktuellen) Ärmelkanal den sogenannten Vortrieb unter Druckluft zu verwenden.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr.h.c. D. Vischer, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH-Zentrum, 8092 Zürich.

**Wettbewerbe****Agrandissement du Collège de Delémont JU**

Le concours de projets est organisé par la commune de Delémont. Le siège est: Collège, avenue de la Gare 7, 2800 Delémont. Le concours est un concours public ouvert aux architectes = inscrits au Registre professionnel cantonal jurassien des bureaux d'architectes.

Jury: Laurent Theurillat, architecte cantonal Delémont; Georges Daucourt, architecte communal, Delémont; Eschmann Marcel, architecte, Moutier; Daniel Milani, président de la commission d'étude, Delémont; André Chavanne, président de la Communauté du Collège, Delémont. Suppléants: Jean Kleiber, architecte, Moutier; Thierry Chappuis, vice-président de la Communauté du Collège, Soyhières.

Les architectes sont invités à prendre connaissance du «Règlement et Programme» dès le 22 novembre 1993 au secrétariat du concours, Communauté du Collège, avenue de la Gare 7, 2800 Delémont. Les inscriptions seront enregistrées jusqu'au 30 novembre 1993 au Collège de Delémont, contre le versement d'une finance d'inscription de frs 300.-, qui sera remboursée aux architectes qui auront remis un projet au jugement. Versement par compte de chèque postal à l'adresse suivante: Collège de Delémont, avenue de la Gare 7, 2800 Delémont, compte postal BPS Delémont 25-13-1, Direction du Collège Delémont 10-000.180.7, rubrique

«Concours agrandissement du Collège de Delémont.»

Une somme globale pour les prix et mentions de 46 000.- frs est à la disposition du jury pour l'attribution de 6 prix.

Questions relatives au concours: jusqu'au 10 décembre 1993; remise des projets: jusqu'au 21 janvier 1994.

**Internat und Wohnungen Barralhaus, Immensee SZ**

Das Missionshaus Bethlehem, Immensee, veranstaltet einen öffentlichen Projektwettbewerb für das Internat mit Wohnungen, Barralhaus, an der Hohlen Gasse, Immensee. *Teilnahmeberechtigt* sind Architekten, die mindestens seit dem 1. Januar 1993 in den Bezirken Küssnacht, Schwyz, Gersau oder in den Gemeinden Cham, Risch, Hünenberg, Meierskappel, Greppen, Weggis, Vitznau oder Meggen niedergelassen (Wohn- oder Geschäftssitz) sind oder das Gymnasium Immensee besucht haben. Alle Teilnehmer müssen im REG eingetragen sein.

Die *Unterlagen* können beim Sekretariat des Gymnasiums Bethlehem, Bethlehemweg (Verlängerung Hohle Gasse), 6405 Immensee, bezogen werden (041/81 51 81).

**Um- und Ausbau Kantonspolizei Luzern**

Der Regierungsrat des Kantons Luzern, vertreten durch das Baudepartement, veranstaltet einen öffentlichen Projektwettbewerb

über den Standort der neuen Einsatzleitzentrale, Kasimir-Pfyfferstrasse, Luzern.

*Teilnahmeberechtigt* sind Architekten, die seit dem 1. Januar 1992 in den Kantonen Luzern, Obwalden, Nidwalden, Zug, Uri sowie Schwyz Wohn- oder Geschäftssitz haben, ferner alle Architekten, die im Kanton Luzern heimatberechtigt sind. *Fachrichter* sind Urs Mahlstein, Kantonsbaumeister, Roland Mozzatti, Luzern, Manuel Pauli, Stadtarchitekt, Andrea Roost, Bern, Peter Quarella, St. Gallen, Franz Müller, Hochbauamt, Luzern, Ersatz. Die Summe für *Preise und Ankäufe* beträgt 185 000 Fr.

Die *Unterlagen* können ab 22. November gegen Hinterlage von 250 Fr. beim Büro für Bauoeconomie AG, Habsburgstr. 30, 6003 Luzern (Montag bis Freitag 8-12 Uhr und 13-17 Uhr) angefordert werden. Das Programm wird unentgeltlich an der gleichen Stelle abgegeben. *Termine*: Begehung des Areals: 13. Dez., 9 Uhr bei der Kantonspolizei, Kasimir-Pfyfferstr., Haupteingang; Fragestellung bis 3. Januar 1994, Ablieferung der Entwürfe bis 15. April, der Modelle bis 22. April 1994.

**Überbauung Hangweg, Köniz BE**

Die Gemeinde Köniz BE erteilte an drei Architekturbüros Studienaufträge für ein Nutzungs- und Gestaltungskonzept für eine Überbauung am Hangweg. Das Expertengremium empfahl dem Veranstalter, das Architekturbüro B, Burgdorf, *Urs Brülisauer*, *Jürg Iseli*, *Elsbeth Schneider*, mit der Weiterbearbeitung der Aufgabe zu betreiben.