Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 115 (1997)
Heft: 51/52

Artikel: Swissmetro: Untertagebauten und Pilotstrecke Genf-Lausanne
Autor: Badoux, Marc / Wilhelm, Jules
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79362

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Marc Badoux, Lausanne, und Jules Wilhelm, Renens

Swissmetro

Untertagebauten und Pilotstrecke Genf–Lausanne

Swissmetro ist ein Projekt für den Personentransport mit unterirdischen Hochgeschwindigkeitszügen. Die Zugskompositionen sollen in Tunnels dank Teilvakuum mit Geschwindigkeiten von über 400 km/h verkehren (Bild 1). Der Artikel beschreibt die unterirdischen Arbeiten zur Realisierung der Pilotstrecke Genf–Lausanne sowie weitere dazugehörige Aspekte.

Eine 1993 erstellte Vorstudie und die noch laufende Hauptstudie bestätigen die Verlässlichkeit des Systems Swissmetro [1]. Die beiden durch den Bund und Unternehmerkreise finanzierten Studien haben gezeigt, dass das System Swissmetro neben der Geschwindigkeit weitere Vorteile ökonomischer, ökologischer und raumplanerischer Natur aufweist [2], [3], [4]. Dank seiner Zukunftstechnologie stellt es eine neue Generation des öffentlichen Verkehrs dar.

Das angestrebte Netz umfasst die Transversalen Ost-West und Nord-Süd (Bild 2), erweitert um die eventuelle Strecke Zürich-Basel. Die grosse Geschwindigkeit wird einen Fahrplan erlauben, der auf 12-Minuten-Intervallen zwischen den vorgesehenen Haltestellen basiert. Ende November 1997 wurde ein Konzessionsgesuch für die Erstellung und Betreibung der Pilotstrecke Genf-Lausanne beim Bund eingereicht.

Das System Swissmetro

Das Transportsystem Swissmetro nutzt vier sich ergänzende Technologien:

- Vollständig unterirdische Infrastruktur
- Teilvakuum in den Tunnels
- Lineare Elekromotoren als Fahrzeugantriebsystem
- Magnetisches Trag- und Führungssystem der Fahrzeuge

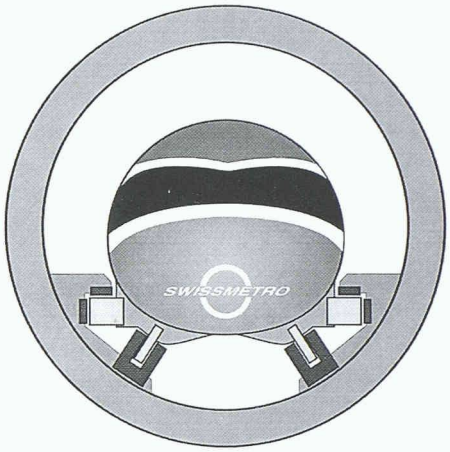
Die Fahrzeuge sollen in zwei Tunnels verkehren, in denen ein reduzierter Druck von rund 8000 Pa herrschen wird, was der Flughöhe der Concorde (18 000 m) entspricht. Dieses Teilvakuum erlaubt die Reduktion des Luftwiderstands und damit der zur Bewegung notwendigen Energie. Die Innenräume werden - ähnlich der Flugzeuge - einen Überdruck aufweisen. Mit einer Länge von 80 und einem Aussendurchmesser von 3,2 m wird ein Fahrzeug 200 Sitzplätze bieten.

Untertagebauten

Das vollständig unterirdische System erfordert den Bau von Tunneln und Schächten sowie von Kavernen für die Haltestellen.

Tunnel und Schächte

Die für Swissmetro notwendigen zwei dichten Unterdruckrohre können entweder in einem grossen Tunnel oder in zweien mit entsprechend kleinerem Durchmesser untergebracht werden; Bild 3 zeigt verschiedene Varianten. Für die Hauptstudie wurde die Variante mit zwei Tunneln zu je 5 m Durchmesser im Abstand von 25 m gewählt. Die Tunnel sollen von Zwischenangriffsschächten aus gebohrt werden, die im Abstand von etwa 10 bis 15 km, je nach geotechnischen Kriterien und den Auswirkungen auf die Umwelt, abgeteuft werden. Nach Fertigstellung der Längsröhre dienen diese Schächte zur Unterbringung von Betriebseinrichtungen.



1
Tunnelquerschnitt mit Fahrzeug

Die Stationen

Um eine optimale Verbindung mit den bestehenden Netzen des öffentlichen Verkehrs zu gewährleisten, sollen die Stationen in unmittelbarer Nähe der Stadtbahnhöfe zu liegen kommen. Sie bestehen aus:

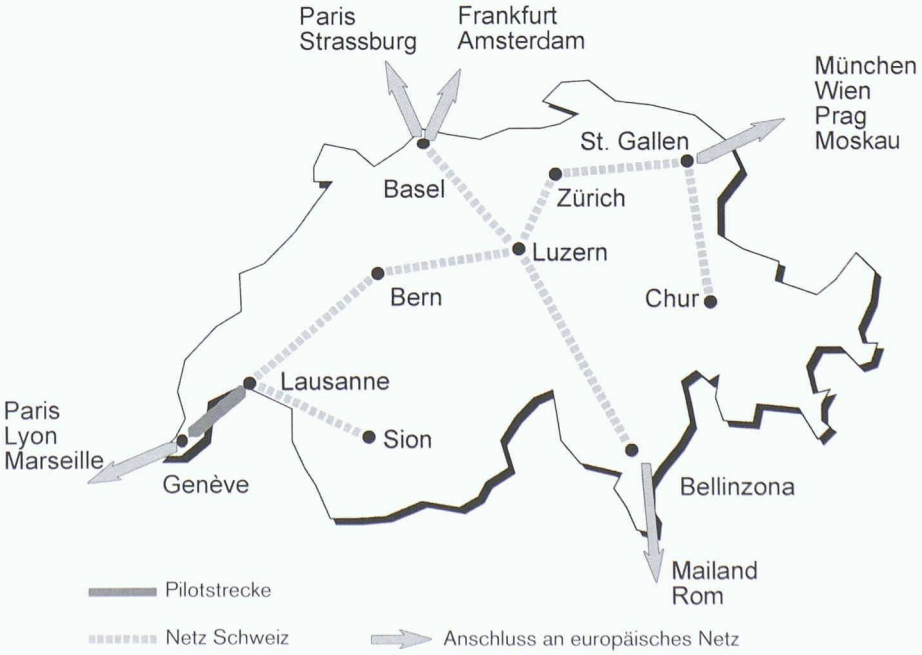
- dem eigentlichen Bahnhof auf Tunnelniveau
- Zugangsschächte mit Schnelliften
- Aufnahmegebäude nahe der Oberfläche

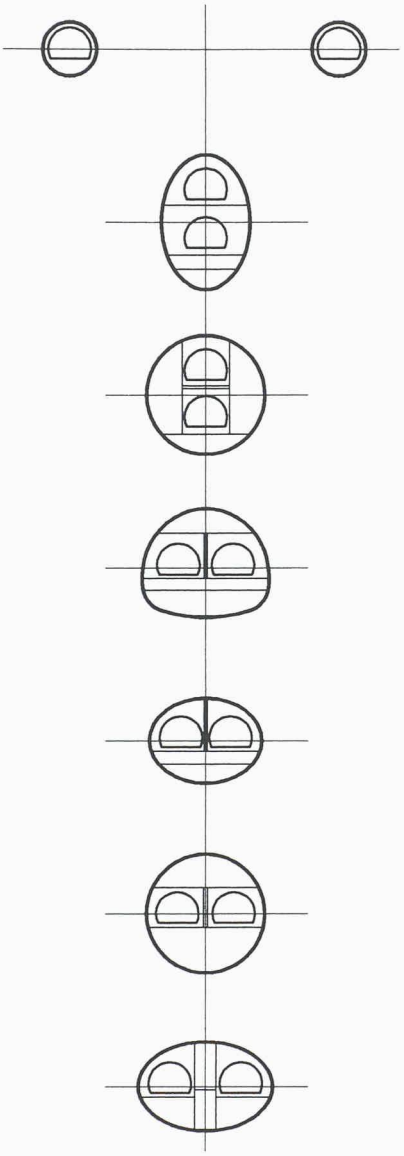
In den Haltestellen selbst wird eine Drehvorrichtung (Bild 4) das Rangieren der Fahrzeuge ermöglichen.

Auswirkung auf die Umwelt

Durch ihre unterirdische Ansiedlung wird Swissmetro in der Betriebsphase eine

2
Beabsichtigtes Swissmetro-Netz





3
Querschnittvarianten

sehr schwache Auswirkung auf die Umwelt zeitigen. In der Bauphase werden die Arbeiten auf einige Angriffspunkte an der Oberfläche konzentriert.

Tunnelauskleidung

Ungewöhnlich hohe Anforderungen bezüglich Dichtheit und Dauerhaftigkeit werden an die Auskleidung der Tunnelwände gestellt. Die hohe Geschwindigkeit, die eine Druck- und Sogwirkung sowie Temperaturunterschiede bewirkt, und der Betriebsunterdruck erhöhen die üblichen Anforderungen an Verkehrstunnel. Ferner dürfen die Rauheit der Wände und die Massabweichungen sich nur in einem sehr engen Rahmen bewegen. In gewissen Bereichen muss die Auskleidung zudem aggressiven Wässern und einem beträchtlichen hydrostatischen Druck widerstehen. Im weiteren müssen eventuelle gegenseitige Beeinflussungen zwischen der Auskleidung und den elektromagnetischen Antriebs- und Führungssystemen ausgeschlossen werden.

Die betreffende Arbeitsgruppe berücksichtigte in der Hauptstudie vier verschiedene Auskleidungssysteme (Bild 5). Eines besteht aus einer metallischen Verkleidung, die anderen aus zementgebundenen Materialien mit oder ohne Dichtungsbahn. Das für das Konzessionsgesuch gewählte, klassische System besteht aus zwei Betonringen, in die eine Dichtungsbahn eingelegt wird. Abgesehen von seinen ökonomischen Vorteilen besticht das Sandwich-System durch seine Erprobtheit.

Das Verhalten der Bauteile und Materialien unter den Betriebsbedingungen von Swissmetro soll erforscht werden. Insbesondere betrifft dies die Membrane, die gasdicht sein muss, und den Beton, der Gegenstand folgender Untersuchungen ist:

- Langzeitverhalten eines Betonrings unter Teilvakuum und raschen Druckschwankungen
- Gasdichtigkeit des inneren Betonrings zur Reduktion der Pumpenergie für den Unterdruck

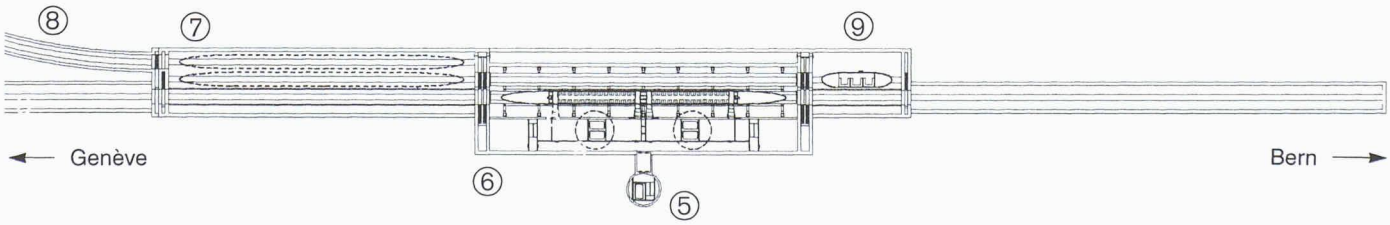
Pilotstrecke Genf–Lausanne

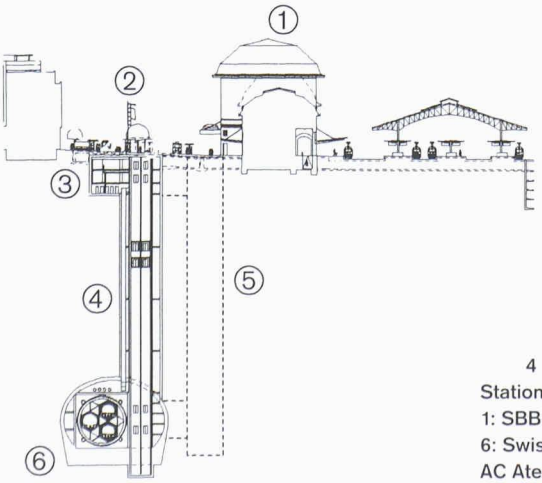
Die Pilotstrecke, für die das Konzessionsgesuch eingereicht wird, soll die Bahnhöfe von Genf und Lausanne verbinden. Die Entwicklungs- und Planungsarbeiten sollen 2002, die Bauarbeiten 2009 abgeschlossen sein.

Trassee und Geologie

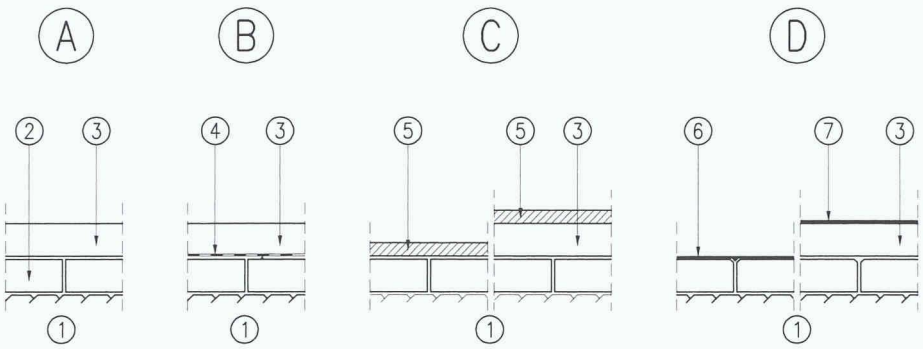
Das Trassee der Pilotstrecke beschreibt einen Bogen von 58 km Länge, der sich mit einem minimalen horizontalen Radius von 10 km an das nördliche Ufer des Genfersees schmiegt (Bild 6). Die Terrainüberdeckung wird zwischen 60 und 320 m schwanken; in Zonen hoher Geschwindigkeit beträgt der vertikale Radius mindestens 10 km; das Gefälle variiert zwischen 2 und 4‰.

Abgesehen von den Ausführungsproblemen und den Umwelteinflüssen wurde das Trassee auf die geologischen Verhältnisse abgestimmt.

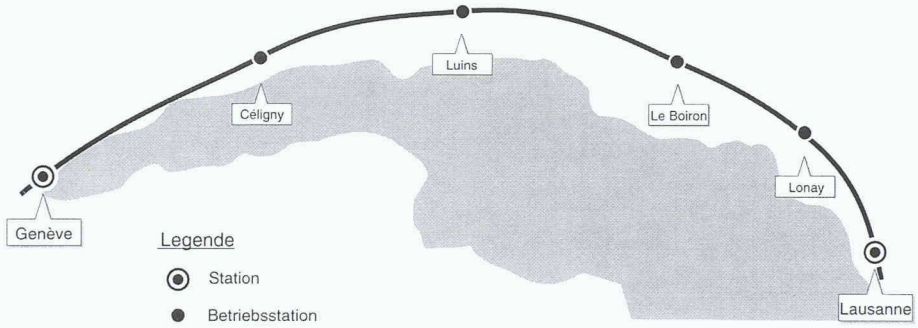




4
Station Lausanne, Vertikalschnitt (links) und Situation auf Niveau Swissmetro-Station (oben)
1: SBB-Bahnhof, 2: Bahnhofplatz, 3: Aufnahmegebäude, 4: Zugangsschacht, 5: Dienstschacht, 6: Swissmetro-Haltestelle, 7: Unterhaltsstation, 8: Zugangsstollen, 9: Dienstfahrzeug (Bild: AC Atelier Commun, Lausanne)



5
Varianten der Tunnelauskleidung. Grundsysteme: a) Spezialbeton, b) «Sandwich», c) Innenschicht, d) Stahlauskleidung.1: Fels, 2: Stahlbetontübbing, 3: Innenring aus Ortbeton, 4: Dichtungsbahn, 5: Dichtungsschicht, 6: Stahltübbing, 7: Stahlrohr



6
Pilotstrecke Genf–Lausanne, Situation

Auf der ganzen Strecke besteht der Fels aus Molasse, die aus Mergel, Sandstein und mergeligem Sandstein mit lokalen Gipseinlagerungen aufgebaut ist. Die Homogenität wird durch ein System von Brüchen gestört, die an der Oberfläche allerdings von quartären Ablagerungen verdeckt sind. Diese Ablagerungen bestehen im wesentlichen aus Kies, tonigem Silt und Schotter aus der Würm-Eiszeit. Mehr oder weniger rechtwinklig zum Trassee weist die Molasse eine Abfolge schluchtartiger Einschnitte von ehemaligen Flussläufen auf, die mit lockerem, wahrscheinlich wasserführendem Material gefüllt sind. Die geologischen Verhältnisse bedürfen noch weiterer Untersuchungen.

Tunnel und Schächte

Die 58 km Tunnelstrecke werden von vier Hauptschächten aus in Teilstücken von 8,5 bis 15,5 km Länge aufgefahren. Die Tunnelbohrmaschinen (TBM) werden in Kavernen zusammengesetzt. Zusätzlich sind Zwischenschächte mit einem Durchmesser von zwei Metern alle 4 bis 5 km vorgesehen, die der Ventilation, der Entsorgung des Sickerwassers und der Energieversorgung dienen sollen. Zur Erstellung der Pilotstrecke entstehen sechs Baustellen, die eine Gesamtfläche von weniger als 15 ha belegen. Umweltrelevant sind der Aushub und die Materialtransporte. Das Aushubvolumen von ungefähr 3,8 Mio. m^3 wird während drei Jahren einen beachtlichen Schwerverkehr bedingen, der sich aber hauptsächlich auf die vier Zwischenangriffe konzentrieren wird. In den Ballungszentren sind Bahntransporte zu erwägen. Trotz des geringen Werts des Aushubmaterials soll es nach Möglichkeit wieder verwendet werden.

Die Stationen Genf und Lausanne

Bild 4 zeigt den Aufbau der Station Lausanne. Das Aufnahmegebäude besteht aus drei Untergeschossen, die im Tagebau erstellt werden sollen. Der eigentliche Bahnhof liegt auf einer Tiefe von 68 m unter dem Bahnhofplatz. Zwei Vertikalschächte dienen dem Personentransport, ein dritter dient als Dienst- und Notschacht.

Die Station Genf soll nahe der Place Monbrillant unmittelbar neben dem SBB-Bahnhof Cornavin liegen. Beim 60 m unter Terrain liegenden Bahnhof handelt es sich um das einzige Bauobjekt, das nicht völlig in Fels, sondern zum Teil in alluviale Ablagerungen zu liegen kommt.

Literatur

[1]
Ecole Polytechnique de Lausanne: Swissmetro - Vorstudie. Januar 1993

[2]
Descoeudres F., Mantilleri R., Trottet Y.: Swissmetro - Transport interrégional à grande vitesse. Tunnels et Travaux Souterrains, 2/1997

[3]
Jufer M.: Swissmetro - Der Verkehr der nächsten Generation als Herausforderung. Rail International, 11/1996

[4]
Zuffi E., Kohl B.: Swissmetro - Innovatives Verkehrskonzept für die Schweiz. World Tunneling Congress, Wien, April 1997

Zusammenfassung

Die Pilotstrecke Genf-Lausanne sieht die Erstellung zweier unterirdischer Stationen vor, die durch zwei Tunnels von je 58 km Länge miteinander verbunden sind. Abgesehen von der Aubonneschlucht sind die geologischen Verhältnisse eher günstig. Verschiedene Studien beschäftigen sich weiterhin mit der Optimierung der Linienführung und der Lage der Zwischenschächte sowie mit den Bedingungen, die an die Auskleidung der Tunnelwände gestellt werden.

Adresse der Verfasser:
Marc Badoux, dipl. Ing. EPF, IBAP, EPF Lausanne, 1015 Lausanne, und *Jules Wilhelm*, Ing. SIA, Conrad Zschokke SA, 1020 Renens

Pilotstrecke Genf – Lausanne: an der Studie Beteiligte

Amsler & Bombeli SA, Chêne-Bougeries
Atelier Commun, Lausanne
Beric SA, Carouge
Bourgeois, Vallorbe
CETP SA, Paudex
CSD SA, Le Mont s/Lausanne
De Cérenville SA, Ecublens
Dériaz P.+C. & Cie. SA, Carouge
EPFL - IBAP (Béton armé et précontraint), Lausanne
EPFL - ISRL (Institut des sols, roches et fondations), Lausanne
ETHZ - BAUM (Bau und Umwelt), Zürich
ETHZ - ERDW (Erdwissenschaften), Zürich
Karakas & Français SA, Lausanne
Kung & Associés SA, Lausanne
Locher & Cie. AG, Zürich
Norbert SA, Lausanne
Passera & Pedretti, Lugano
Perret-Gentil & Rey, Yverdon-les-Bains
Perss SA, Renens/Fribourg
Prader AG, Zürich
Realini & Bader et Associés, Onex
TFB, Wildegg
Zschokke SA, Renens