

Kleinwasserkraftwerk Sedrun

Elektrizität für den Gotthard-Basistunnel

Auf Verfügung des Bundesamtes für Verkehr muss beim Gotthard-Basistunnel jede Tunnelwasserleitung im Entwässerungs-Trennsystem der Einspurtunnel permanent mit 5 l/s an Wasser durchflossen werden. Da sich die Einspeisung am Hochpunkt des Tunnelsystems in Sedrun (GR) befindet, ergibt dies für die 4 Einspurtunnel-Abschnitte einen permanenten Gesamtbedarf von 20 l/s, der sich bei einem Ereignis auf bis zu 30 l/s erhöhen kann. Diese Wassermenge muss in der Umgebung von Sedrun gesammelt und durch den 800 m tiefen Schacht I (Zuluftschacht) nach unten geleitet werden. Dabei entsteht im Wasser ein hoher Druck, der zu Schäden in den Leitungen auf Tunnelniveau führen könnte.

Kleinwasserkraftwerk contra Wirbelfallschacht

Um eine Energieerhöhung im Wasser zu verhindern, wurde durch die ETH Zürich als ein Lösungsweg der Bau eines Wirbelfallschachtes angeregt. Dabei wird das Wasser waagrecht in eine Leitung eingespritzt und bewegt sich dann spiralförmig um einen Luftkern in der Leitung langsam nach unten. Somit baut das Wasser die Energie durch den längeren Weg gar nicht erst auf.

Als Referenz gab es nur Wirbelfallschächte bis 80 m Höhe und mit einem grösserem Umfang als die vorgesehenen 320 mm Leitungsdurchmesser. Auch war nicht klar nachzuweisen, dass das Wasser dem gewünschten Weg folgt und nicht irgendwo in einen undefinierten Zustand übergeht, was starke Vibrationen an der Leitung zur Folge hätte und die geforderte Lebensdauer von 50 Jahren in Frage stellen würde.

Technische Daten des Kraftwerks

Bei der von Häny AG konstruierten Turbine handelt es sich um eine eindüsige Pelton-turbine mit horizontaler Welle. Anders als bei herkömmlichen Häny-Turbinen ist das Peltonrad nicht direkt mit der Generatorwelle verbunden, sondern wird separat mit Stehlagereinheiten gelagert.

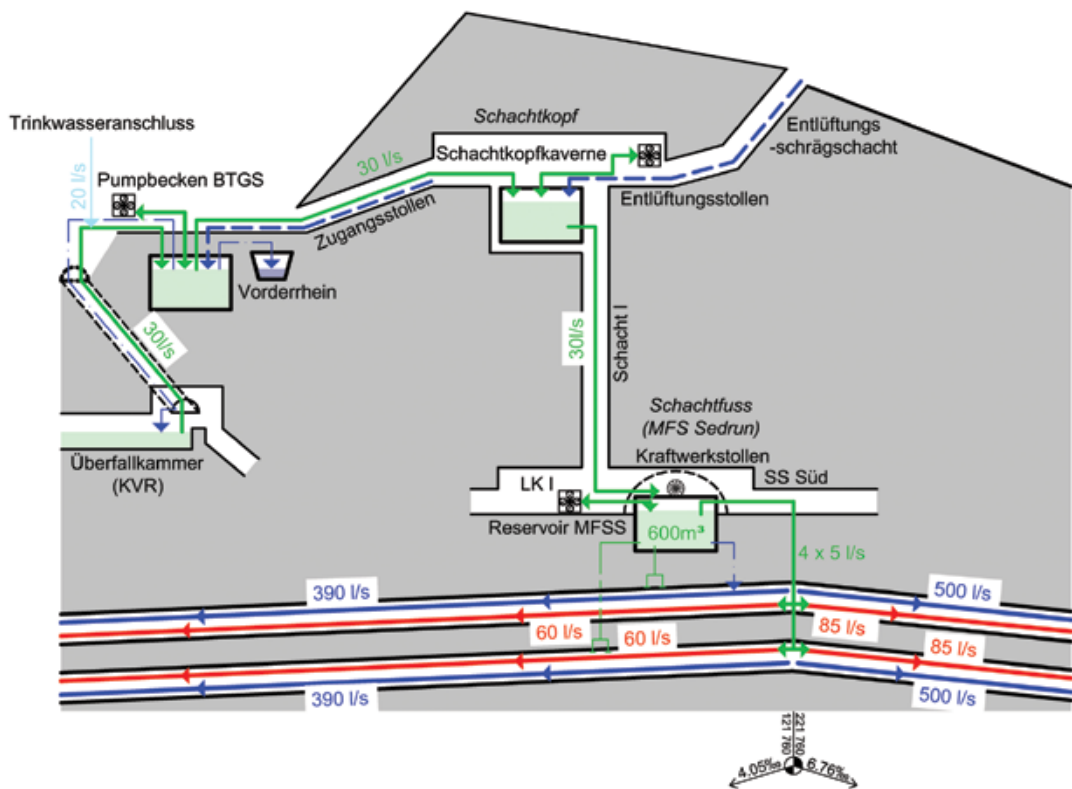
Turbine	Brutto-Fallhöhe 790 m, Netto-Fallhöhe 752 m Aussendurchmesser des Laufrades 395 mm 35 Radschaufeln mit je 56 mm Breite, Durchmesser Wasserstrahl 22 mm Drehzahl rund 1'500 U/min bei 30 l/s im Normalbetrieb
Generator	Vierpoliger Asynchrongenerator, Leistung maximal 200 kW mit 400 V
Gesamtleistung	Durchschnittlich 131 kW – entsprechend 1.1 GWh pro Jahr. Das reicht für die Versorgung von rund 220 Schweizer Norm-Einfamilienhäusern ohne Elektrowarmwasserversorgung.
Betreiber	Schweizerische Bundesbahnen SBB AG

So wurde zur mechanisch schadlosen Energieumwandlung eine Pelton turbine der Firma Häny AG gewählt, die zusammen mit dem angeschlossenen Generator die Wasserenergie in Strom umwandelt. Dieser Strom kann im Betrieb des Gotthard-Basistunnels genutzt werden.

Weitere Auskünfte:
 AlpTransit Gotthard AG
 Zentralstrasse 5, 6003 Luzern
 info@alptransit.ch

Technische Daten des Gotthard-Basistunnels

- Streckenlänge: 57,1 km
- Spurweite: 1'435 mm (Normalspur)
- Stromsystem: 15 kV / 16,7 Hz ~
- Maximale Neigung: max. 4,05% nördlicher Abschnitt, max. 6,76% südlicher Abschnitt
- Fahrgeschwindigkeit: Güterzüge: 100 – 160 km/h
- Personenzüge: 200 km/h (max. 250 km/h möglich)
- Kapazität: 260 Güterzüge & 65 Personenzüge pro Tag



LEGENDE			
	Bergwasser		Löschwasserleitung
	Bergwasser Drainage		Schmutzwasser / Tunnelwasser
	Trinkwasser		Hauptleitung (in jeweiliger Farbe)
	Mischwasser / sauberes Tunnelwasser		Nebenleitung (in jeweiliger Farbe)
	Brauchwasser		Überlaufleitung (in jeweiliger Farbe)
	Kleinkläranlage		RLT-Anlage
	Hydrant		Kleinwasserkraftwerk
	Koaleszenzabscheider		Raum / Gebäude
	Anschluss für Löschwasser		Becken

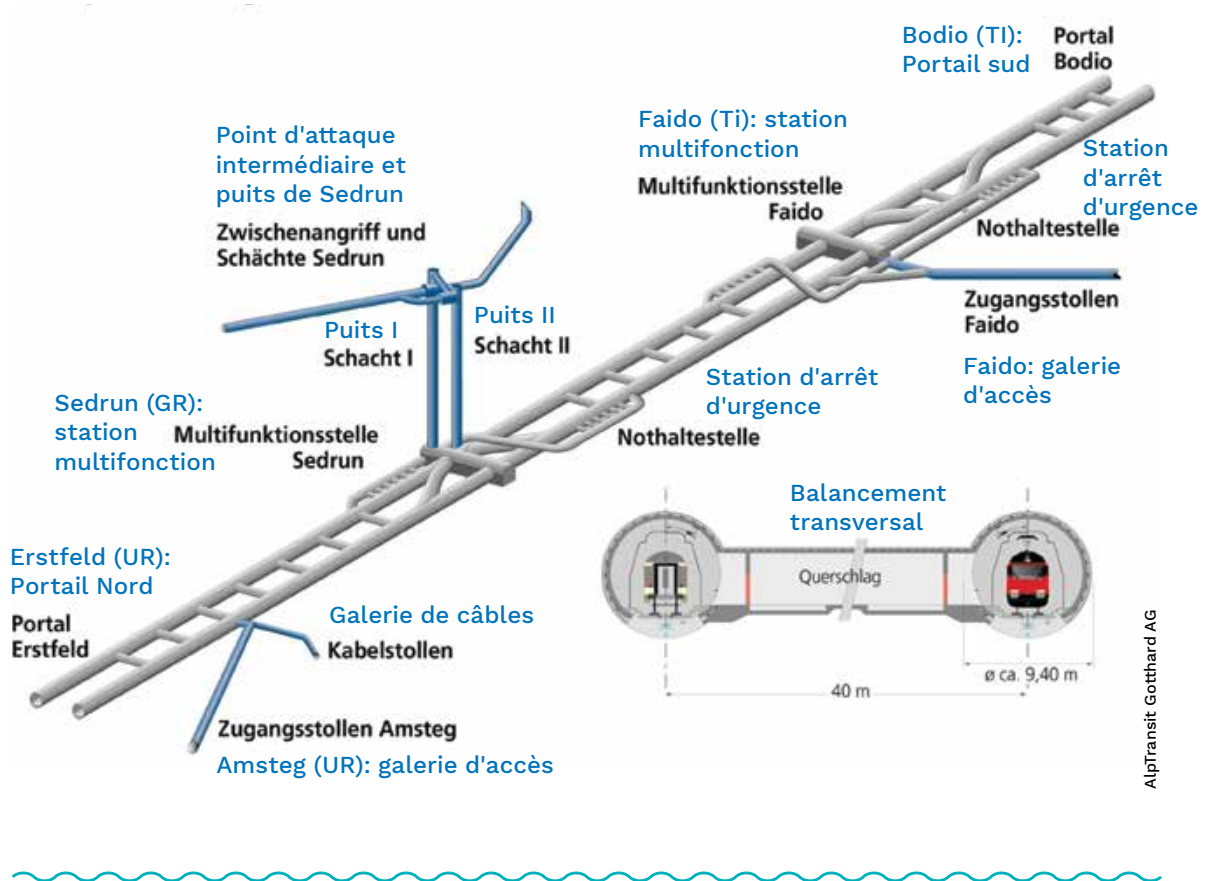
Hinweis: Alle Durchflussmengenangaben entsprechen den Dimensionierungsmengen, die Volumenangaben entsprechen dem maximalen Nutzvolumen.

Wasserleitungen und Reservoirs für den Gotthard-Basistunnel

Die Turbine arbeitet im Normalbetrieb mit 20 l/s bis maximal 30 l/s während 24 h, 365 Tage. Die Stetslaufversorgung wird grundsätzlich über das Kleinwasserkraftwerk (KWKW) sichergestellt. Bei Ausfall des KWKW kann das Wasser vom Schachtkopf Sedrun über zwei Bypässe mit Ringkolbenventilen als Druckreduzierung umgeleitet werden. Ein Betrieb mit weniger Wasser ist grundsätzlich nicht vorgesehen, da 20 l/s für den Stetslauf und den Tunnelbetrieb benötigt werden.

Ein Ausfall der Stetslaufversorgung Sedrun bedeutet für den Bahnbetrieb, dass keine Güterzüge mit Gefahrgütern mehr durch den Gotthard-Basistunnel verkehren dürfen. Deshalb ist eine hohe Verfügbarkeit der Stetslaufversorgung notwendig einschliesslich der daraus resultierenden Rückfallebenen.

Croquis simplifié du Tunnel du Gotthard (conception initiale, d'autres puits ont été forcés par la suite.)
 Vereinfachte Darstellung des Gotthard-Basis-tunnels (ursprüngliche Auslegung, weitere Schächte wurden nachträglich angelegt.)



Kobel

Steuer- und Regeltechnik für die Energieerzeugung

*Turbinensteuerungen
 Netzparallel-Schaltanlagen
 Rechensteuerungen*

*Drehzahlregler
 Lastregler
 Wasserstandsregler*

Kobel Elektrotechnik AG
 Tel. +41 (0)34 435 14 13
 Fax +41 (0)34 435 16 33

CH-3416 Affoltern i/E
 www.kobel.info
 contact@kobel.info

La petite centrale de Sedrun

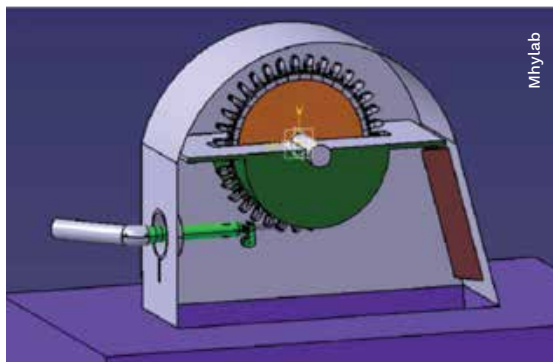
De l'électricité pour le tunnel du Gotthard

Dans le canton des Grisons, la petite hydraulique trouve son potentiel dans une infrastructure peu banale : celle du tunnel du Gotthard, un des plus longs au monde, dédié au transport ferroviaire de voyageurs et de marchandises. Si la chute correspond au point d'attaque intermédiaire de Sedrun, ce sont des exigences de sécurité, notamment liées aux incendies qui sont à l'origine du débit turbinable, artificiel certes, mais indispensable au fonctionnement de ce point de circulation névralgique.

Débits de sécurité

Suivant les exigences de l'Office fédéral des transports, un débit minimal de 5 l/s doit être assuré en permanence dans chacune des conduites de drainage des tunnels à voie unique. A Sedrun ne se trouvent pas moins de 4 tronçons de tunnel à voie unique, soit des besoins en eau d'au moins 20 l/s en continu, et de 30 l/s en cas d'évènement. Des débits à garantir en permanence. En effet, tout défaut d'approvisionnement entraîne l'arrêt complet des trains de matières dangereuses. Quatre sources d'altitude sont ainsi captées dans la région de Sedrun, puis acheminées jusqu'aux conduites des tunnels par un puits de 800 m de profondeur. C'est là qu'est la surpression, et donc, le potentiel de turbinage.

Profil hydraulique de la turbine de Sedrun, composée d'une roue monobloc de 35 augets



Match technique initial: puits de chute à vortex contre petite centrale hydraulique

C'est vers un puits à vortex que s'est d'abord tourné l'École polytechnique fédérale de Zurich (ETHZ). Le principe en est le suivant : l'eau est injectée dans une conduite horizontale, débouchant sur une chambre, dite chambre à Vortex. Elle-même alimente un puits dans lequel l'eau s'écoule en spirale autour d'un noyau d'air, tout en dissipant son énergie. Si on s'intéresse aux références, elles sont limitées : la hauteur maximale des puits réalisés jusqu'à présent ne dépasse pas 80 m, pour des conduites d'un diamètre maximal de 320 mm. Ainsi, dans le cas présent, face à une chute de 800 m, un doute pouvait subsister quant à la maîtrise du flux d'eau et de ses états thermodynamiques. Sans mentionner les risques de provoquer de fortes vibrations et mettre en péril la durée de vie des conduites, prévues pour 50 ans (contre 100 ans pour le tunnel lui-même).

Face à ces problématiques, la solution du turbinage n'a eu aucune difficulté à s'imposer comme la solution idéale, ce d'autant plus que l'électricité produite pouvait être directement utile à l'exploitation du tunnel du Gotthard. Livrée par Hähny AG, hydrauliquement conçue par Mhylab, la turbine est de type Pelton à un seul injecteur à axe horizontal. Un détail mécanique: contrairement aux turbines conventionnelles, la roue n'est pas directement reliée à l'arbre du générateur, mais est supportée séparément par des paliers sur socle.

Mise en service en juin 2015, le turbogroupe génère une production d'électricité d'en moyenne 1.1 GWh par an, ce qui correspond à la consommation annuelle d'environ 245 ménages standard suisses (sans production d'eau chaude à base d'électricité). Cette production est particulièrement élevée par rapport à sa puissance nominale, étant donné les exigences en matière d'approvisionnement en

eau. D'ailleurs, en cas d'arrêt du turbogroupe pour maintenance ou autre, l'eau est bien sûr by-passée, et ce, à travers deux vannes dissipatrices (vannes annulaires à piston).

La petite centrale de Sedrun est donc le fruit d'une synergie au niveau du Tunnel du Gotthard, cette infrastructure titanesque dont le premier objectif est loin de celui de produire de l'électricité. Un exemple supplémentaire de cette qualité intrinsèque à la petite hydraulique qu'est la flexibilité, à la base d'adéquations profitables à la fois pour l'économie, la société et l'environnement.



Centrale de Sedrun: turbogroupe Pelton à axe horizontal et un injecteur valorisant les débits de drainage des tunnels de la région de Sedrun (GR)

Pour tout renseignement :
AlpTransit Gotthard AG
Zentralstrasse 5, 6003 Luzern
info@alptransit.ch

Le tunnel du Gotthard dans ses grandes lignes :

- Tunnel de base (de faible altitude) bi-tube
- Longueur: 57 km – le plus long tunnel du monde en 2016
- Entre Erstfeld (Uri) et Bodio (Tessin)
- Sous une couverture de roche de 2450 mètres de hauteur – le tunnel le plus enfoui du monde
- Percement entre 1996 et 2011
- Mise en service commerciale 2016
- Pour le trafic ferroviaire à grande vitesse (jusqu'à 160 km/h pour les trains de marchandises / jusqu'à 250 km/h pour les trains de voyageurs - trajet entre Zurich et Milan réduit à 2h40)

Source : Wikipédia

Caractéristiques de la petite centrale hydraulique de Sedrun :

Chute brute	790 m
Débit nominal	30 l/s
Chute nette au débit nominal	752 m
Turbine Pelton à axe horizontal, à un seul injecteur Roue monobloc de 35 augets de 56 mm de largeur interne maximale pour un diamètre externe de roue de 395 mm	
Vitesse de rotation	1500 t/min
Générateur	asynchrone à 4 pôles, puissance maximale de 200 kW sous 400 V
Puissance électrique maximale	185 kW
Production électrique moyenne	1.1 GWh/an
Exploitant	CFF SA