

Een vak apart

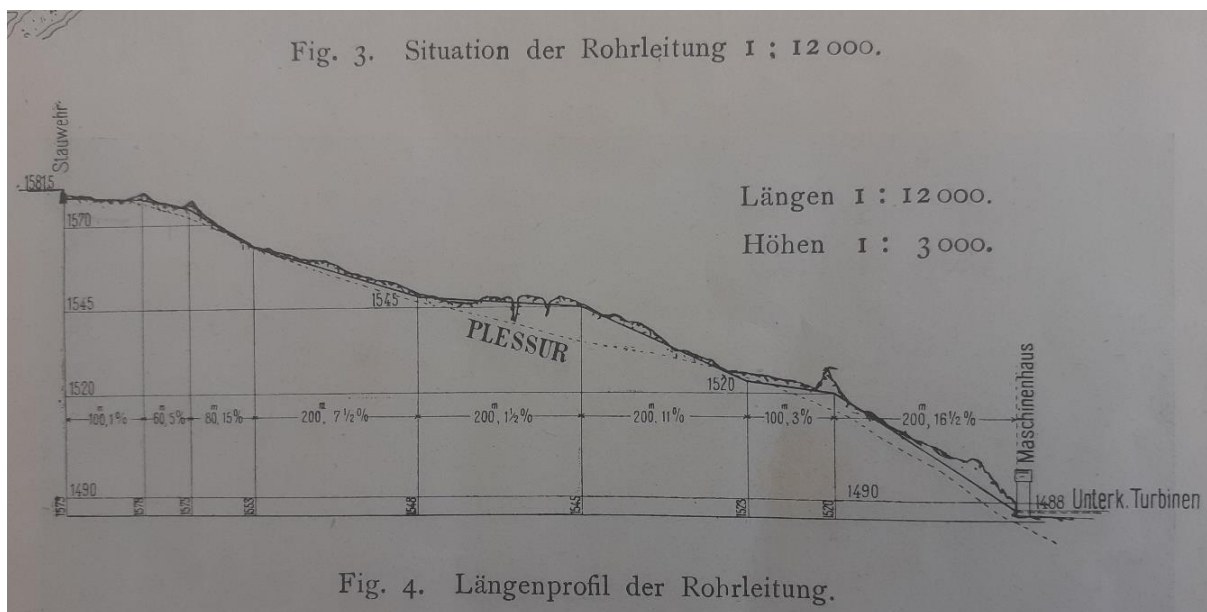
Technisch tekenen is een vak apart voor het maken van tekeningen volgens bepaalde voorschriften en geldende normen. De basis voor technisch tekenen werd reeds in de 15e eeuw gelegd volgens de beginselen van perspectieftekenen. *Leonardo da Vinci* ontwikkelde dit perspectieftekenen verder door voort te bouwen op de geometrische beginselen van de wiskunde. Het technisch tekenen heeft zich daarna verder ontwikkeld tot een moderne techniek waarbij tegenwoordig veelvuldig gebruik wordt gemaakt van computers met specifieke hard- en software.



In dit artikel wil ik de ontwikkeling van het technisch tekenen vanaf circa 1900 tot heden onder de loep nemen, mede aan de hand van een aantal technische tekeningen van verschillende projecten van mijn grootvader in Zwitserland.

Voortbordurend op een gedeelte van mijn eerdere artikel in de MIR 82, *De LOGA-constanten op de LOGA RL 150*, wil ik nader ingaan op de verschillende projecten van mijn grootvader, ten aanzien van het technisch tekenen, wat de verbinding vormt met de reguliere onderwerpen die in de MIR worden behandeld.

Aansluitend op het geschrevene in MIR 82, over de aanleg van de buisleiding in Arosa, ga ik nu nader in op het gedeelte van de waterturbine en de daaraan gekoppelde generatoren voor stroomopwekking. Een aantal van dit soort installaties zijn door mijn grootvader in Zwitserland gerealiseerd. In alle gevallen werden er waterturbines geplaatst die door waterstuwing hun kinetische energie overdroegen op stroomgeneratoren (witte stroom).

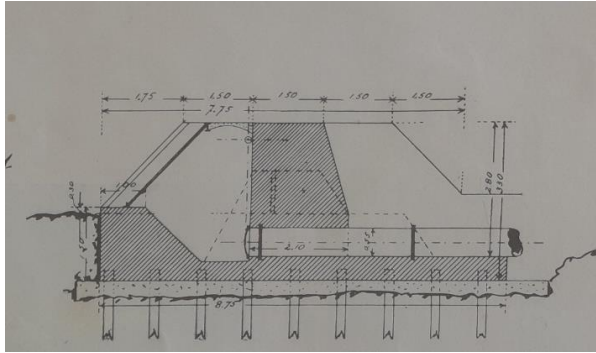


Tek. 1. Lengteprofiel van de buisleiding in Arosa.

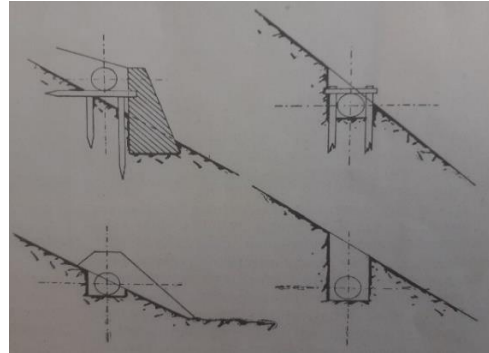
Van de aanleg in 1897 van de buisleiding in Arosa, vindt u hier enkele doorsnede-tekeningen. Zie tekeningen 1, 2 en 3.

De elektriciteitscentrales La Goule, Sanceboz en Linthals.

Er zijn door mijn grootvader, veelal in opdracht van de machinefabriek Oerlikon in Zurich, kleine elektriciteitscentrales aangelegd in La Goule (1891 - 1893), Sonceboz (1893), beide in de Jura, Arosa (1897 - 1898), en in het Linthal (1901 - 1902).



Tek 2. Stuw met inlaat buisleiding Arosa.



Tek 3. Detail doorsnedes buisleiding Arosa.

Deze centrales waren doorgaans ongeveer hetzelfde qua uitvoering. Water werd veelal via een buisleiding toegevoerd aan een turbine, die een of meer generatoren aandreef. Het vermogen in kWh van deze centrales is globaal te berekenen met de formule $P = Q \cdot Hb \cdot F$.

Hierin is:

- Q = de waterstroomsnelheid (debiet) door de buisleiding in m³ per seconde
- Hb = het bruto hoogteverschil in m
- F = de rendementsfactor 7,5.

De factor F bevat alle correctietermen, zoals correcties voor de waterstroming door de buisleiding i.v.m. hoogteverschillen en bochten, verliesfactoren bij overbrenging van vermogen van de turbine naar de generatoren en verliesfactoren in de generatoren.

Voor de centrale in Arosa, met een $Hb = 94$, en een $Q = 0,36$ m³ per seconde, betekent dat per generator een vermogen van ca. 250 kWh. Er waren twee generatoren opgesteld, en er was rekening gehouden met een mogelijke uitbreiding tot drie generatoren. Het totale elektrische opgestelde vermogen was dus 500 kWh, met mogelijke uitbreiding tot 750 kWh.

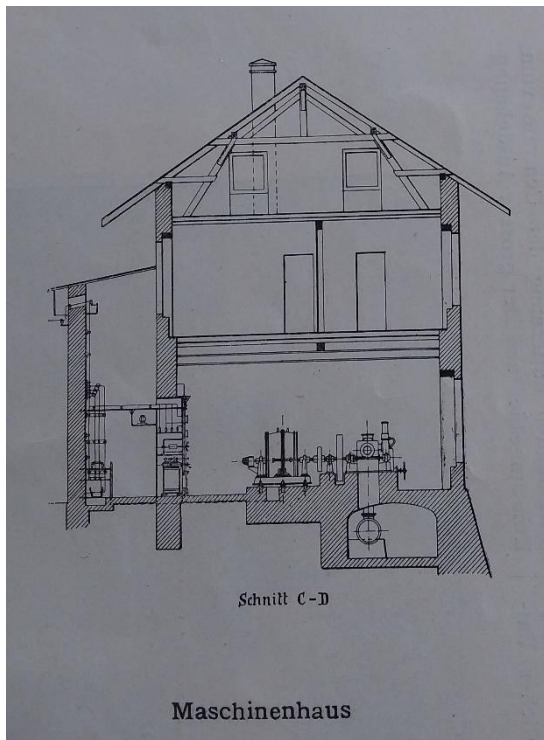
Foto 1: Centrale in Sanceboz 1897.



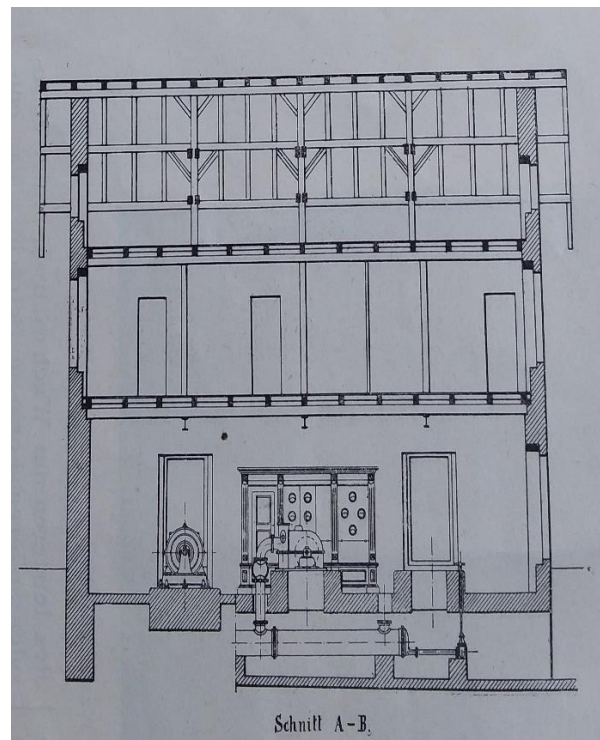
La Goule, een klein dorp in de Jura, vlak tegen de Franse grens, voorzag met de aangelegde elektriciteit centrale een aantal dorpen in de omgeving (tot 25 km afstand) van elektriciteit voor licht en krachtstroom. In de eerste bedrijfsjaren waren reeds 17 dorpen, waarvan 6 gelegen in Frankrijk, aan het leidingnet aangesloten. Er was een leidingnet voor krachtstroom en een leidingnet voor de huisaansluitingen, die volledig van elkaar gescheiden waren.

Al de bovengenoemde centrales waren voorzien van zogenaamde lepelturbines, die aangedreven door waterkracht, zeer vooruitstrevend, *witte stroom* leverden.

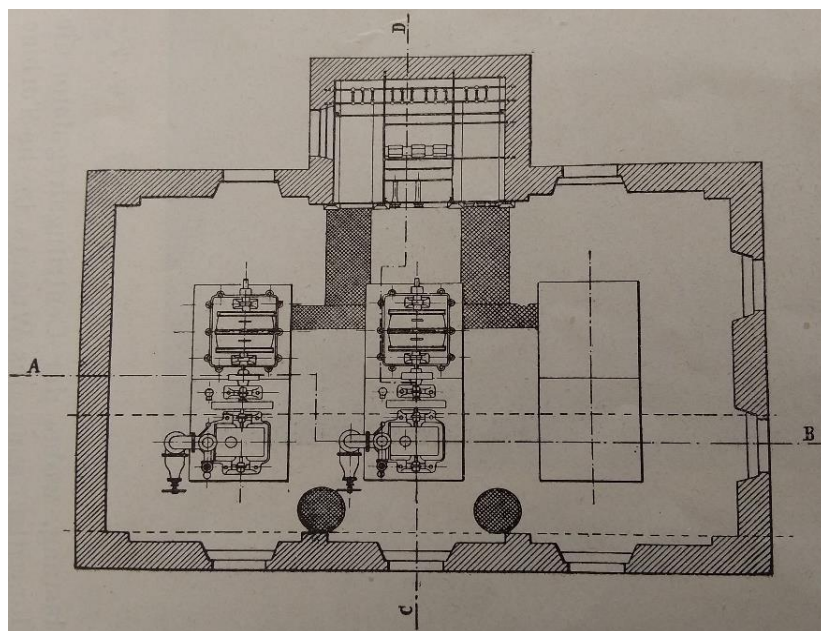
Van de elektriciteitscentrales, alsmede van de schakelingen, enzovoorts, zijn hieronder van het machinehuis een aantal bouwtekeningen opgenomen. Ook zijn er bouwtekeningen van de aangekoppelde transformatorhuisjes met bedradingsschema's opgenomen.



Tek 4: Machinehuis zijaanzicht.



Tek 5: Machinehuis vooraanzicht.



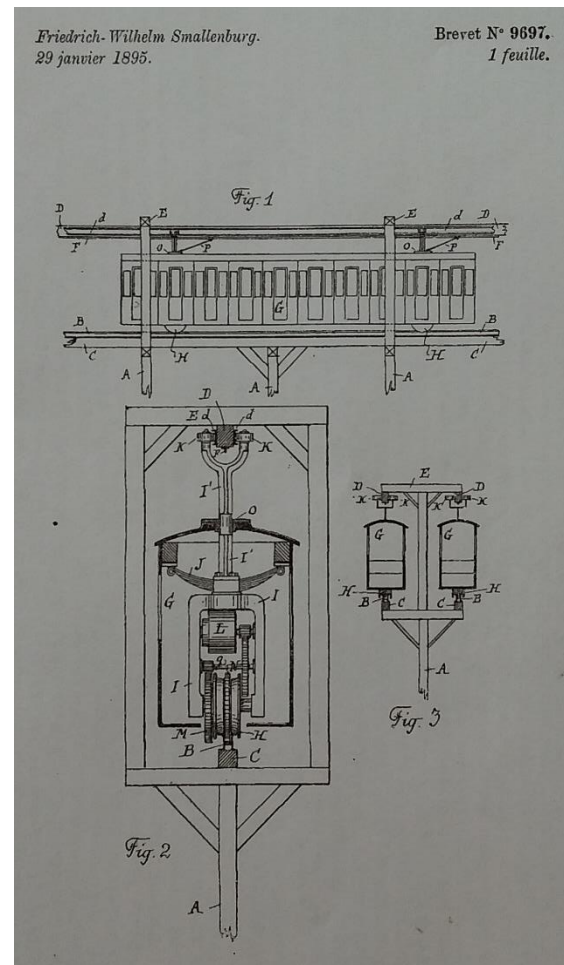
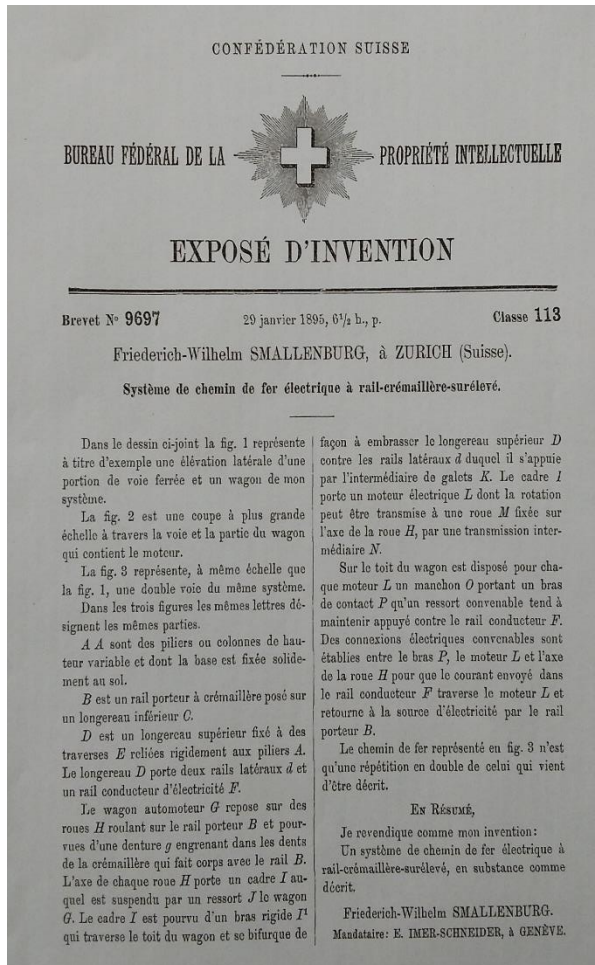
Tek 6: Bovenaanzicht van de geplaatste twee generatoren.

Mijn grootvader heeft in 1895 een patent van een uitvinding laten registreren in het Zwitserse patentenbureau voor intellectueel eigendom. Het betreft een soort monorail tandrad treinsysteem.

In de bij dit patent behorende tekening toont figuur 1 in tekening 9 een zijaanzicht van een stuk spoorlijn en een wagon van het systeem. Figuur 2 in tekening 9 toont op een grotere schaal een doorsnede van het spoor en het deel van de wagon waarin de motor is geplaatst. Figuur 3 in tekening 9 beeldt een dubbelspoorgedeelte van hetzelfde systeem uit, op dezelfde schaal als figuur 1. In alle drie de figuren staan dezelfde letters voor dezelfde onderdelen.

- Het frame I bevat een elektromotor L, waarvan de rotatie kan worden overgebracht op een wiel M, dat is bevestigd op de wielas H, door middel van een tussenoverbrenging N.
- Op het dak van de wagon is voor elke motor L een isolator O met een sleepcontact P, die door een geschikte veer tegen de stroomgeleiderail F wordt gedrukt. Tussen het sleepcontact P, de motor L en de as van het wiel H worden geschikte elektrische verbindingen gemaakt, zodat de stroom die van de geleiderail F wordt afgenomen, door de motor L gaat en via de draagrail B terugkeert naar het elektriciteitsnet.

De in figuur 3 van tekening 9 getoonde spoorlijn is een tweevoud van de zojuist beschreven spoorlijn.



Links: patent van een uitvinding van Ir. F.W. Smalzenburg, geregistreerd in het patenten bureau voor intellectueel eigendom in Zwitserland, nr. 9697, klasse 113. Ik claim als mijn uitvinding: een elektrisch tandrad railsysteem, in wezen zoals hierboven is beschreven, Friederich - Wilhelm Smalzenburg, vertegenwoordigster: E Imer-Schneider, in Genève.

Rechts: tekening 9.

Al de bouwtekeningen, omstreeks 1897 gemaakt, zijn in het platte vlak getekende voor- en/of zijaan-zichten, met weinig tot geen perspectief. Dat was in die tijd de gebruikelijke tekenwijze.

Het technisch tekenen gebeurt volgens bepaalde, geldende normen en voorschriften. Op deze tekeningen moet alle informatie, om het getekende te kunnen fabriceren of te bouwen, eenduidig voorkomen. Dit analoge tekenen heeft zich in de loop der tijd ontwikkeld van alleen tekeningen in het platte vlak naar tekeningen in perspectief met twee verdwijnpunten.



Foto 2. Klassiek, handmatig technisch tekenen.

De eerste opzet van het handmatig tekenen gebeurde doorgaans met potlood op zwaar tekenpapier, waarna de tekeningen werden overgenomen met Oost-Indische inkt op transparant calculeerpapier of calques. Deze konden worden vermenigvuldigd met een lichtdrukmachine.

Het tekengereedschap bestond dus uit potloden van diverse hardheden, (trek)pennen, tekenhaken, tekendriehoeken, gradenbogen, passers, letter en cijfer sjablonen, raedermesjes, enzovoorts.

Dit klassieke (handmatige) tekenen werd tot ver in de 20^e eeuw uitgevoerd. Vanaf omstreeks 1960 ontstond het tekenen met behulp van meer mechanische hulpmiddelen (bijvoorbeeld tekentafels en pantografen).

Funiculaires.

Het bovengenoemde patent van mijn grootvader is nooit gerealiseerd. Het zou de eerste monorail-tandradbaan uit de geschiedenis zijn geweest. Er zijn door hem echter wel een drietal *funiculaires* (kabelspoorwegen) in Zwitserland aangelegd. Dit zijn de funiculaires St. Imier - Sonnenberg (1902 - 1903), Bienne - Evillard (1896 - 1897), en het traject Lauterbrunnen - Grütschalp-Mürren (1890 - 1891).

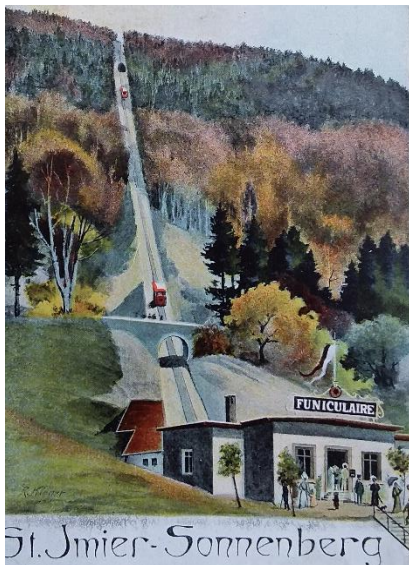


Foto 3 en 4. Funiculaire St. Imier – Sonnenberg 1902-1903.

Het laatste traject bestaat uit een funiculaire van Lauterbrunnen (797 m) naar Grütschalp (1482 m), en een smalspoorbaan van Grütschalp (1482 m) naar Mürren (1639 m). Helaas is de funiculaire van Lauterbrunnen naar Grütschalp in 2006 vervangen door een kabelbaan. Reden van die vervanging was dat in de loop der jaren over het traject een aantal grondverschuivingen en verzakkingen hebben plaatsgevonden.

Deze funiculaire was van 1891 tot 1902 een zogenaamde *waterballastbaan*. Hierbij was zowel de opgaande als het neergaande wagon, die via een kabel met elkaar verbonden waren, voorzien van een waterballasttank.



Foto 5. De funiculair Lauterbrunnen-Grütschalp, 1891.

De tank van de bovenste wagon werd, afhankelijk van het aantal passagiers (circa 80 liter per persoon), met water gevuld, en die van de onderste wagon geleegd, zodat de dalende wagon de stijgende wagon optrok. Het vullen van de ballasttank duurde doorgaans geruime tijd en in de winter werd dat bovendien bemoeilijkt door ijsvorming.

Al zeer snel in 1902 is deze funiculaire omgebouwd naar elektrische aan-

drijving, door middel van een motor in het Bergstation, die de kabel waarmee beide wagons aan elkaar gekoppeld waren in beweging bracht.

Deze funiculaires waren energetisch heel gunstig, omdat slechts het gewicht van de passagiers naar boven moest worden gebracht. Het gewicht van de stijgende en dalende wagon vielen immers tegen elkaar weg.

Foto 6: Kleine spoorbrug in aanbouw bij de smalspoorbaan Grütschalp – Mürren.

De smalspoorbaan van Grütschalp naar Mürren is 4,27 km lang, met een maximale stijging van circa 5 %, met een spoorwijdte van 1 m. Deze is sinds de aanleg in 1891 niet gewijzigd en nog steeds in gebruik.

Op foto 6 is de middelste persoon mijn grootvader, Ir. F.W. Smallenburg.



Het tekenen van nu en in de toekomst.

Vanaf ongeveer 1960 tot 1980 kwamen er meer computertekeningprogramma's ter beschikking waardoor er met behulp van computers kon worden getekend. Deze tekeningen werden vervolgens via plotters en printers afgedrukt. Groot voordeel van deze methodes is dat wijzigingen veel gemakkelijker en sneller kunnen worden aangebracht, waardoor het ontwerpen wordt vereenvoudigd.

Vanaf circa 1980 zijn er computerprogramma's ontwikkeld waarmee 3D-tekeningen konden worden gemaakt. Deze methode wordt CAD (computer aided design) genoemd. Hierbij wordt, naast het gebruik van computers, printers/plotters, zeer ingenieuze software gebruikt. Het resultaat kan zijn een in drie dimensies uitgevoerde bouwtekening die via het computerscherm 360 graden kan draaien en dus van alle kanten gezien een tekening kan genereren op de plotter/printer. De data van deze tekeningen worden

in de computer opgeslagen. Zodoende kunnen er uit een dergelijk databestand heel veel verschillende tekeningen (vanuit diverse gezichtspunten bekeken) in grote aantallen worden geplote en/of geprint. Het moderne tekenen gebeurt nu dus hoofdzakelijk vanachter een computerscherm.

Bronnen:

1. Wikipedia.
2. Bijzondere uitgave 1899 van Machinefabriek Oerlikon in de Zwitserse *Bauzeitung*, nr. 23 en 24.
3. De kwartieren van Nicolas Jacobus Wilhelm Smalenburg, 15 maart 1998.