

De LOGA dubbelrekenliniaal RL 150**Nico Smalenburg****Twee rekenlinialen in één**

De firma LOGA heeft omstreeks het jaar 1900 twee rekenlinialen geproduceerd. Het zijn de LOGA *Doppel Rechenschieber* met schalen van respectievelijk 15 cm en 30 cm. *Doppel Rechenschieber* betekent dat zowel op de voorkant als op de achterkant, onafhankelijk van elkaar, een rekenliniaal beschikbaar is. Er is dus sprake van twee rekenlinialen in één. De ene TR (Technisches Rechnen) liniaal is een rekenliniaal voor technische berekeningen; de andere KM (Kaufmann) is een rekenliniaal voor handelsrekenen. Beide linialen hebben hun eigen tong.



De rekenliniaal is vervaardigd van karton, met randen die met metaal verstevigd zijn. De looper is van celluloid. De rekenliniaal zit in een kartonnen hoes waarop het eerste LOGA bedrijfslogo is afgedrukt.

De twee exemplaren van dit handboek die in mijn bezit zijn, werden indertijd door mijn grootvader, Ir. Frederik Willem Smalenburg, bij de aanleg van diverse technische projecten in Zwitserland, (Funiculaires, waterkrachtcentrales, buisleidingen, enzovoorts) regelmatig geraadpleegd.

De LOGA RL 15 cm was ten tijde van de uitvoering van de diverse projecten door mijn grootvader helaas nog niet ontwikkeld, zodat hij in hoofdzaak gebruik moest maken van het ingenieurshandboek, de *Hütte*.

In de onderstaande tabellen 1a en 1b staan de verschillende constanten van de LOGA-rekenliniaal vermeld. Bij de soortelijke gewichten zijn, naast de waarden zoals vermeld op de LOGA, ook de waarden, zoals vermeld in de *Hütte*, opgenomen.

Tabel 1 a. Alle eenheden: $\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$.

Material	Zug	Druck	Biegung	Schub	Drehung
Schweisseisen	300 – 900	600 - 900	300 – 900	240 - 720	120 - 360
Flusseisen	350 – 1050	700 - 1050	350 – 1050	280 - 840	240 - 720
Flusstahl	450 – 1350	900 - 1350	450 – 1350	360 - 1080	350 - 1050
Stahlguss	250 – 750	750 - 1050	300 – 900	220 - 660	220 - 600
Gusseisen	100 – 300	600 - 900	...	100 - 350	...

Tabel 1 b. Constanten op de RL 150, TR-liniaal.

Berekening constanten		Soortelijke massa (dichtheid) in $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$			Maten en gewichten	
Symbol	Waarde	RL 150	Hütte			
		Aluminium	2,7	2,7	Zwitserse voet	0,300 m
π	3,1416	Zink	7,15 - 7,19	7,13 - 7,20	Parijse voet	0,32484 m
$\pi/4$	0,7854	Gietijzer	7,2 - 7,35	7,25	Engelse voet	0,30479 m
$1/\pi$	0,31831	Lasijzer	7,7 - 7,8		Engelse inch	25,3995 mm
π^2	9,8696	Staal	7,6 - 7,87	7,86	Engelse pond	0,4536 kg
$\sqrt{\pi}$	1,77245	Messing	8,4 - 8,6	8,4 - 8,7*	Pruisische pond	0,500 kg
$1/\sqrt{\pi}$	0,56419	Brons	8,6 - 8,8	7,4 - 8,4*		
Rekenliniaal-constanten		Koper	8,88 - 8,94	8,9 - 9,0		
C	1,12838	Lood	11,35 - 11,4	11,25 - 11,37		
C_1	3,56825	Eikenhout	0,7 - 0,8	0,69 - 1,03		
P''	206265	Dennenhout	0,5 - 0,6	0,31 - 0,76		
P'	3438	Beton	2,48	1,80 - 2,45		
P^0	57,3					
$\text{arc } 1^0$	0,01745 rad					
$\text{arc } 1'$	0,000291 rad					
g	9,81 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$					
$\sqrt{2g}$	$4,4293 \text{ m}^{1/2}\text{s}^{-1}; (mgh = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{2gh})$					
1 atm	1,03329 at; 1 at = 1 $\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$					
1 PS	75 $\text{kgm}\cdot\text{s}^{-1}$					

*Afhankelijk van het zinkgehalte.

De elektriciteitscentrale in Arosa

Een van de projecten die in circa 1895 door mijn opa zijn uitgevoerd, is de aanleg van een waterkrachtcentrale in Arosa. Van dat project is door de opdrachtgever het onderstaande verslag opgesteld:

De ca 1800 meter boven de zeespiegel in de Alpen van het kanton Graubünden gelegen omgeving van het dorp Arosa geeft een weidse, door een ring van hoge bergen omgeven, in westelijke en noordwestelijke richting oplopende 'Thalkessel'.

De beschutte ligging en het heersende klimaat betekenen voor Arosa dat dit een geliefd, hoog gelegen goed bezocht kuuroord is. Het dorp bestaat uit ca 60 woningen en 20 hotels die aan meer dan 700 gasten onderdak kunnen bieden. Sinds de zomer van 1893 voorziet een waterleiding het hele kuuroord rijkelijk van zuiver bronwater. Een wijd vertakt leidingsnet voert het afvalwater weg naar het lager gelegen bergmeer, dat op haar beurt het snel stromende riviertje de Plessur van water voorziet.

Het snel opbloeien van het dorp deed de behoefte ontstaan aan een goed werkende waterbeluchttingsinstallatie. Vanzelfsprekend gingen de gedachten uit naar de voor handen zijnde waterkracht, om die te gebruiken via een elektriciteitscentrale. Dat was de reden dat er in de winter van 1895-1896 verscheidene metingen en onderzoeken werden uitgevoerd, die uitwezen dat het verval van de rivier de Plessur rendabel was voor de opwekking van elektriciteit.



Fig.4. Aanleg van de buisleiding in Arosa.

De uitvoering van de installaties werd aan de machinefabriek Oerlikon, bij opdracht van 9 april 1897, gegund. Begin mei werd met de werkzaamheden begonnen en op 10 november van hetzelfde jaar ging de installatie voor de eerste keer naar alle tevredenheid in werking. Ondanks de zeer vochtige zomer en de zeer zware terreinomstandigheden was de bouwperiode bijzonder kort.

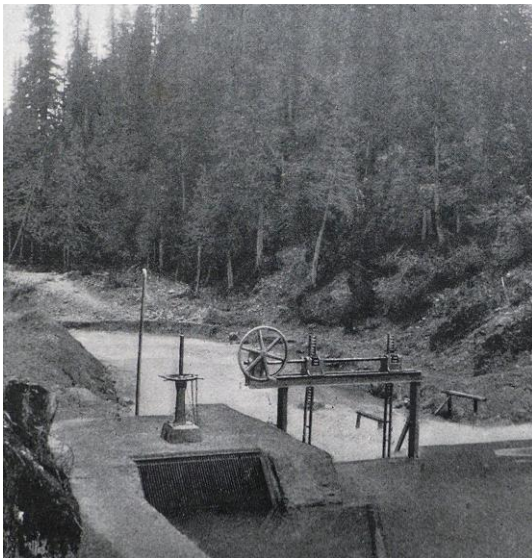


Fig. 5. Waterschuif in de Plessur.

Het stuwmeer.

Het bergmeer, waarin een aantal beekjes uitkomen, die via de Plessur verder het dal instromen, werd door middel van een stuwdam van 2,3 m hoog en 18 m breed in een stuwmeer van 1200 m³ veranderd. Het verval van de Plessur bedroeg, over een afstand van circa 1400 m, 117 m.

Een open toevoerkanaal was, gezien de terreinomstandigheden, van het begin af aan uitgesloten, waardoor er een buisleiding vanaf de stuw tot aan de turbine moest worden aangelegd.

De bovenkant van de stuw ligt op 1582 m, en de onderkant van de turbine op 1488 m hoogte, zodat het verval 94 m bedraagt. In de buis stroomde een debiet van 360 L·s⁻¹ wat, bij een hoogteverschil van 94 m, een vermogen van 451 PS (332 kW) vertegenwoordigt.

Als gevolg van wrijving in de buis, met $d = 55$ cm en $l = 1150$ m, trad drukval op; het aan het uiteinde van de buis resterende beschikbare vermogen was nog 312 PS (230 kW), waarbij verwerkt is dat het nuttig rendement van de turbines 75% is. (1 PS = 736 W).

Schuif

De toevoer in de buisleiding kon door middel van een schuif waterdicht afgesloten worden. De buisleiding zelf bestaat uit gietijzeren buizen met een wanddikte van 4 tot 8 mm. De bochten werden verkregen door de flenzen onder een hoek op de buis te lassen. De toevoer en de montage van deze buisleiding gaf vaak grote problemen.

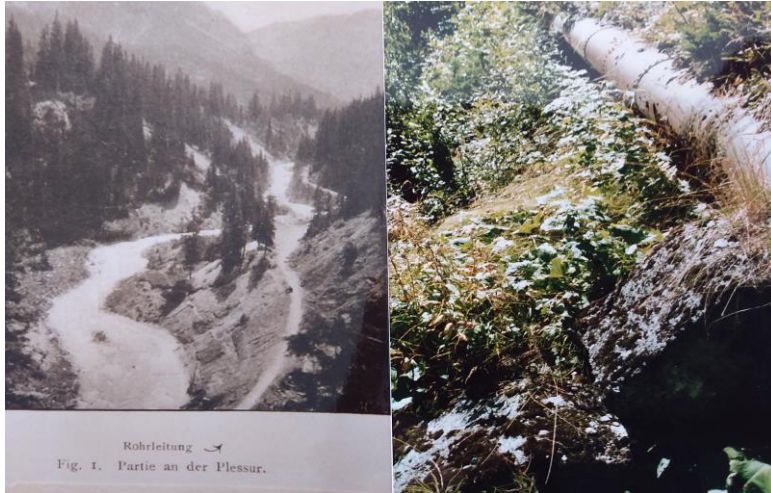


Fig. 6. De buisleiding anno 1895 en anno 1995.

Het water in de buisleiding dreef een aantal generatoren aan. Het machinehuis is voor drie machine-eenheden ingericht, waarvan er voorlopig twee zijn opgesteld. Elke groep is voor een effectieve productie van 110 PS (81 kW) bij een turbinesnelheid van 600 rpm (60 Hz) ontworpen. De turbines zijn via een elastische koppeling direct verbonden aan de elektrische generatoren. De

snelheidsregeling van de turbines is met een drukregeling gecombineerd om plotselinge drukschommelingen in de buisleiding op te vangen.

De 3-fase-draaistroomgeneratoren leveren een spanning van 2100 V per fase. Men besloot tot 3-fase-wisselstroom, enerzijds vanwege de lage onderhoudskosten, anderzijds vanwege de grotere bruikbaarheid voor liftmotoren in de hotels.

Voor de bouw van de hele installatie was een bedrag van 225.000 Zwitserse franc begroot. De kosten voor de buisleiding, de turbines, en de elektrische installaties bleven binnen dit budget. De totale kostenbegroting van 180.000 Zwitserse franc werd echter, wegens de zware terreinomstandigheden bij het aanleggen van de buisleiding en door een uitbreiding met een tweede net, met 45.000 franc overschreden. De technische begeleiding van dit project is verzorgd door Ir. F. W. Smalenburg.

De linker foto uit 1895 in figuur 6 toont het riviertje de Plessur met een stuk van de buisleiding. De rechter foto toont de buisleiding zoals die er in 1995 uitzag. Op deze foto is duidelijk de bevestiging van de stukken buisleiding met klinknagels te zien.

De Kaufmann-liniaal van de LOGA RL 15

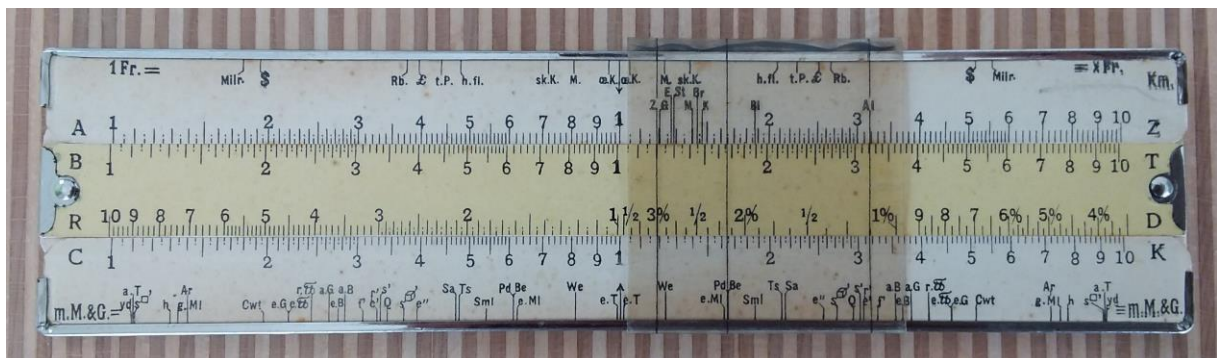


Fig. 7. De Kaufmann-liniaal van de LOGA RL 15.

Zoals gezegd is de LOGA RL 15 een dubbele rekenliniaal. Dit is dus niet een rekenliniaal waarbij men door de tong te draaien nog extra schalen ter beschikking heeft, maar werkelijk een dubbele rekenliniaal,

iedere liniaal heeft zijn eigen tong. De hierboven beschreven TR-rekenliniaal is voor technische berekeningen; de andere, de KM (Kaufmann), voor commerciële. Zie figuur 7.

Op deze liniaal vindt men de schalen A, B, R, en C (zie links in figuur 7), alsmede de daarmee identieke schalen Z, T, D, en K (zie rechts in figuur 7).

Symbolen

De geldsymbolen, die op deze rekenliniaal vermeld zijn, staan voor de waarden van diverse geldsoorten (behalve de euro):

- Zwitserland: Franken = Fr.
- Duitsland: Marken = M.
- Oostenrijk: Krone = œ K.
- Holland: Gulden = h.fl.
- Engeland: pond sterling = £.
- Rusland: Rubel = Rb.
- Scandinavië: Krone = sk.K.
- USA: Dollar = \$.
- Turkije: Piaster = t.P.
- Portugal: Milreis = Milr.

Verder zien we in figuur 8 tien Engelse maten voor lengte, gewicht en inhoud:

- Melle = e. Ml.
- Hank = h.
- Yard = yd.
- Fuss (feet) = e'.
- Zoll (inch) = e''.
- Ton = e. T.
- Hundredweight = Cwt.
- Quarter = Q.
- Bushel = e. B.
- Gallon = e. G.

De plaatsen op de rekenliniaal van de diverse geldsymbolen komt overeen met de waarde van de geldsoorten in relatie tot 1 Zwitserse Frank. Bijvoorbeeld: omstreeks het jaar 1900 is 1 Zwitserse franc 2,10 Hollandse Gulden waard.

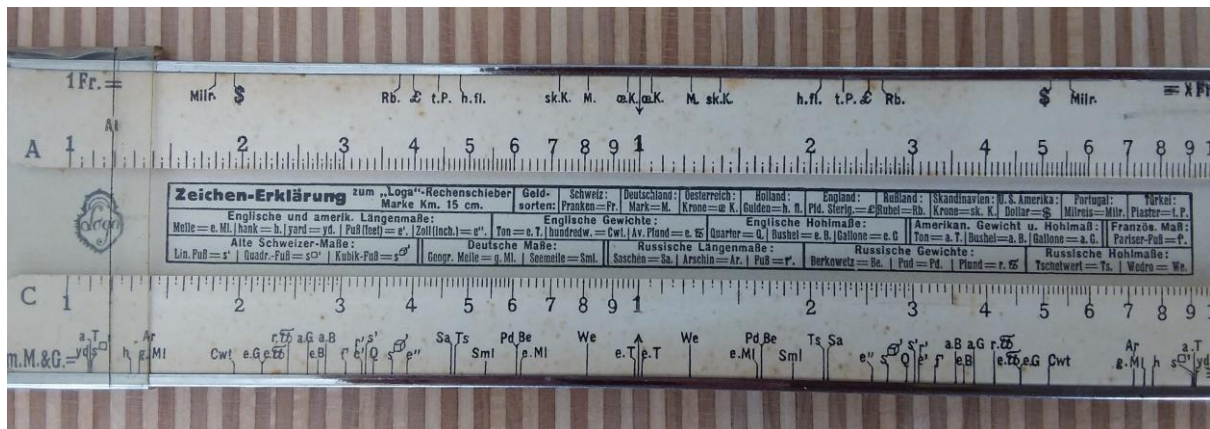


Fig. 8. De tong van de KM-liniaal met verklaring van de tekens.

Op de liniaal vinden we ook enkele Amerikaanse maten:

- Ton = a.T.
- Bushel = a.B.
- Gallon = a.G.

De liniaal toont verder nog een grote verzameling andere maten:

De oude Franse lengtemaat: de Pariser Fuss = f.

Duitse maten:

- Geogr. Melle = g.Ml.
- See Melle = Sml.

Russische maten:

Lengtematen:

- Saschen = Sa.
- Arschin = Ar.
- Fuss = r'.

Gewichtsmaten:

- Berkowetz = Be.

Oude Zwitserse maten:

- Lin Fuss = s' .
- Quadr. Fuss = s^2 .
- Kubik Fuss = s^3 .

- Pud = Pd.

Inhoudsmaten:

- Tschetwert = Ts.
- Wedro = We.

Als mijn grootvader indertijd de beschikking had over een LOGA RL 15 zou hij dus naast de technische berekeningen ook de commerciële berekeningen ten behoeve van de begrotingen van zijn projecten met deze kleine rekenliniaal hebben kunnen uitvoeren. Hij had slechts een kleine Travernier Gravet tot zijn beschikking, maar ondanks dat, is er een aantal door hem aangelegde funiculaires, o.a. in Biel (of Bienne) en het traject Lauterbrunnen-Murren in Zwitserland nog steeds in gebruik.