

Tekenen met apparaten

Nico Smalenburg

Vergrotingen en verkleiningen

In aansluiting op mijn bijdrage in MIR83 *Tekenen toen en nu* hier een vervolg. Dit artikel gaat over het tekenen van vergrotingen. Ook bevat dit artikel een



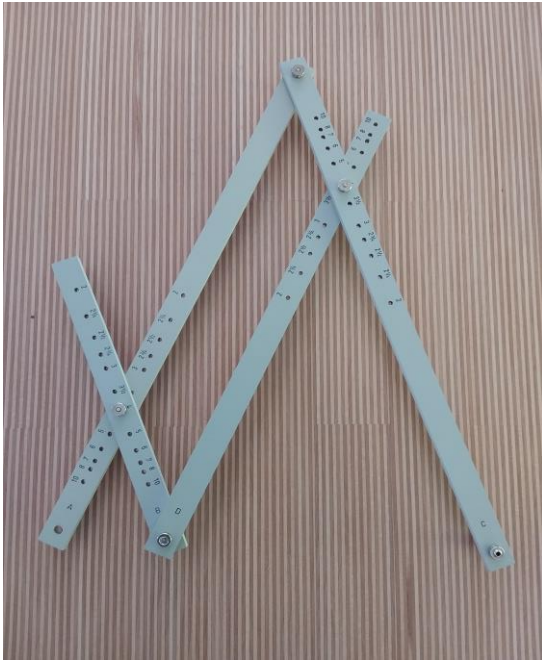
omschrijving van het vergroot weergeven van meetsignalen op een barograaf.

Het vergroten van tekeningen kan op verschillende manieren gebeuren, o.a. met de zogenaamde rastermethode of met een pantograaf. Zie figuur 1.



Fig. 1. Een pantograaf, ingesteld op de vergrotingsfactor 2.

De pantograaf (de alleschrijver) is circa 1603 uitgevonden door een Jezuiet, de monnik *Christoph Scheiner*, maar hij publiceerde pas in 1630 voor het eerst over zijn *pantographice*. Christoph Scheiner, die werd geboren in Ausburg, leefde van 1573 tot 1650.



In de jaren 1598 - 1601 studeerde hij filosofie, natuurkunde en wiskunde in Ingolstadt. In 1603 vond hij de pantograaf uit, een instrument dat kaarten en tekeningen kan reproduceren als vergroting of verkleining, tot op een praktisch goed bruikbare schaal.

Fig. 2. Een pantograaf, ingesteld op de vergrotingsfactor 4.

Een pantograaf is een instrument dat feitelijk een variabel parallellogram is, gevormd door twee driehoeken. De lengtes van de korte en de lange zijden van het parallellogram zijn in te stellen, waarmee een bepaalde vergrotingsfactor van de originele figuur naar de beeldfiguur kan worden gekozen. Zie figuur 3.

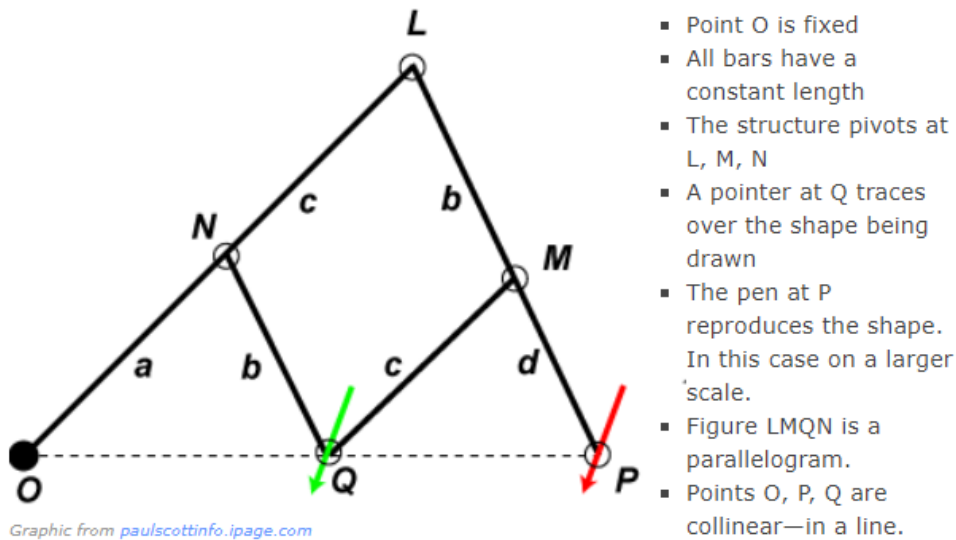


Fig. 3. De meetkunde van de pantograaf. Bron: <https://spolearninglab.com/curriculum/lessonPlans/science/engineering/linkages.html>

Een aantal punten op de pantograaf is van belang. Zie figuur 3. De punten O, Q en P liggen op één lijn.

- Punt O is een vast draaipunt waarmee de pantograaf aan het tekenbord is bevestigd.
- Punt Q is het aftastpunt waarmee de originele figuur wordt gevolgd bij een vergroting.
- Punt P (met tekenstift) is het reproductiepunt van Q op de vergroting.

Er is sprake van een eenvoudig waar te nemen gelijkvormigheid van driehoeken:

$$\triangle OPL \sim \triangle OQN \rightarrow F = \frac{OP}{OQ} = \frac{OL}{ON} = \frac{a+c}{a} = \text{constant}$$

Als $a = c$ dan is deze vergrotingsfactor $F = 2$. Zie figuur 1. De constante verhouding van OP en OQ is de reden van de vergroting, althans als Q de originele figuur aftast en P de beeldfiguur tekent. Dat kunnen we natuurlijk ook omkeren: als punt P de originele figuur aftast, dan produceert Q een verkleining, oftewel een vergroting met factor $1/F$, van het origineel.

De vergrotingsfactor F ($1/F$ bij verkleining) is, door vaste deelpunten op OL en PL aan te brengen, in te stellen op bijvoorbeeld 2, $2\frac{1}{2}$, $2\frac{3}{4}$, 3, $3\frac{1}{2}$, 4, 5, 6, 7, 8, of 10.

Harmonica-beweging

De specifieke vorm van de pantograaf is een constructie die kan worden samengedrukt of uitgerekt als een accordeon, waardoor te zien is dat er sprake is van een variabel parallellogram. Van apparatuur en gebruiksvoorwerpen, die volgens het principe van de pantograaf werken, bestaan vele voorbeelden. De pantograaf wordt bijvoorbeeld gebruikt als uittrekbare muurbevestiging van spiegels, als onderzetter, als pantografische schaar, enzovoorts. Zie figuur 4.



Fig. 4. Een pantografische onderzetter voor hete pannen.

Zo is er bij trams als stroomafnemer een dubbele pantograaf op het dak geplaatst. Deze drukt met een bepaalde veerkracht tegen de bovenleiding, waardoor er een elektrische verbinding wordt gemaakt tussen leiding en tramstel, en er stroom kan worden afgenomen.

Ook op de TGV's zijn pantografen als stroomafnemers aangebracht. Daar bevindt de (enige) pantograaf zich op het dak van de achterste wagon. De stroom wordt via een kabel op het dak over de andere wagons verdeeld.

Dit is gedaan omdat er bij de TGV's, vanwege de hoge snelheden, trillingen op de bovenleiding worden overgebracht. Door de plaatsing van de pantograaf op de laatste wagon ondervinden de andere wagons minder tot geen trillinghinder. Dat zou anders zijn geweest als er meerdere pantografen geplaatst zouden zijn op de voorgaande wagons.

De eidograaf van Wallace

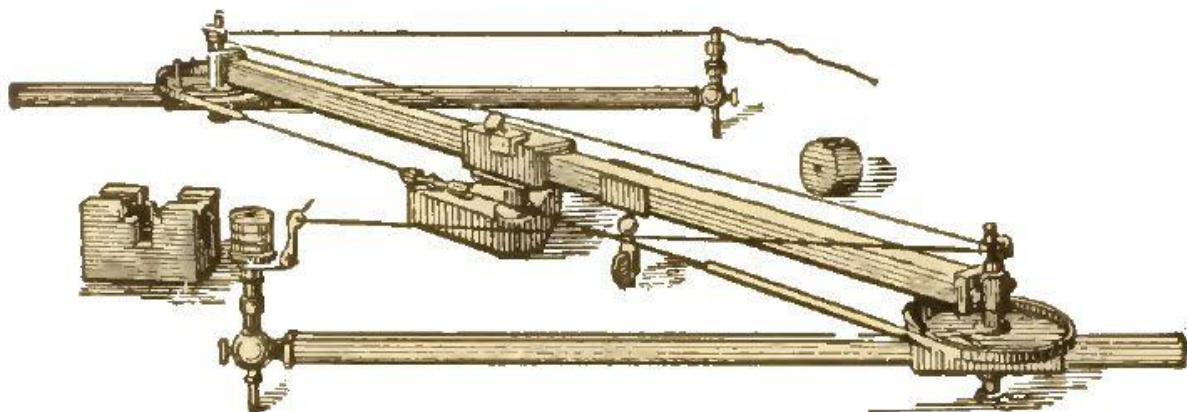


Fig. 5. De eidograaf van Wallace. Bron: Wikipedia.

Veel later, in 1821, vond William Wallace (1768-1843), wiskundige in Edinburgh, de nauwkeuriger *eidograaf* uit. Hij was niet erg te spreken over de praktische bruikbaarheid van de pantograaf, waarmee een exacte kopie maken van een origineel moeilijk is en veel oefening vereist. William Wallace, was geïnteresseerd in exactere reproductie van wiskundige figuren. Hij ontwierp in 1821 een eerste prototype van de *eidograaf*, uit hout vervaardigd. Zie figuur 5. De naam *eidograaf* komt van de Griekse woorden *eidos* = beeld, en *grafo* = schrijven. Een beeldschrijver dus. Op 5 november 1821 hield hij een presentatie over dit apparaat in de Royal Society in Edinburgh. Het apparaat werd veelal gebruikt door graveurs, voor de reproductie van hoogwaardig tekenwerk.

Het principe van de eidograaf

De eidograaf bestaat uit twee tamelijk zware wielletjes (voor meer traagheid en stabiliteit) met dezelfde straal, die via een stang met elkaar zijn verbonden. Het van te voren op de tafel vast te zetten draaipunt van deze centrale stang kan worden gekozen, waardoor (in beginsel) elke gewenste vergroting van de originele figuur mogelijk wordt. Door middel van een snaar draaien de twee wielletjes (hoek)synchroon.

Op de assen van de wielletjes zijn twee evenwijdige stangen bevestigd, die met het draaien van de wielletjes meebewegen. Deze stangen hebben instelbare lengtes. De ene stang volgt d.m.v. een aftastpen de te vergroten originele figuur, terwijl het potlood op de andere stang de vergrote beeldfiguur uittekent. Zie voor de verklaring van de werking bijvoorbeeld <https://www.wikiwand.com/nl/Eidograaf> en pagina 32 van deze MIR.

De rastermethode.

Een alternatieve methode om tekeningen te vergroten is de rastermethode. Deze methode heb ik toegepast om een foto van een bestaand schilderij, dat niet in mijn bezit was, op ware grootte van het origineel als reproductie opnieuw te gaan schilderen. De reproductie van het schilderij is nog niet af, maar het hondje op de foto is reeds in een vergevorderd stadium.

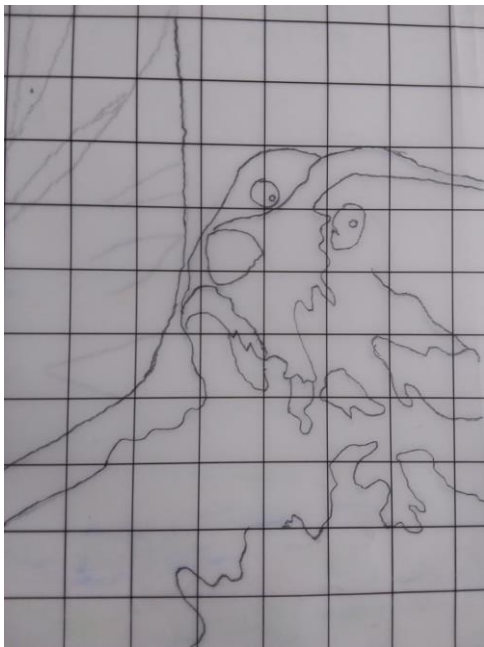


Fig. 6. Dit plaatje is het door mij in concept geschilderde hondje op het formaat van het originele schilderij (dus vergroot vanaf de A4 foto). Het raster met het hondje is ook op formaat van het originele schilderij. Het raster op de A4 foto heb ik niet opgenomen.

Deze methode werkt als volgt. Over de bestaande foto op A4-formaat wordt een raster met een bepaalde rastermaat op een stuk transparant papier gelegd. Vervolgens wordt de belijning (in hoofdlijnen) op de transparant in het raster overgetrokken. Vervolgens teken je op een groter transparant papier een zelfde soort raster, echter met een grotere maaswijdte, namelijk in de verhouding dat de A4-foto vergroot moet worden naar schilderij-afmetingen. In dit geval is de vergrotingsfactor 4x.

Figuur 6 toont de foto van het schilderij op A4- formaat. Figuur 7 toont een deel van het vergrote schilderij, inclusief

het raster met de belijning van het hondje.

Projector

Een voor de hand liggende methode voor het vergroten van figuren op foto's is het gebruik van een diaprojector of fotovergrotingsapparaat. Hiermee wordt de over te tekenen, originele figuur op het

doek of papier geprojecteerd, waardoor de omtrek van de beeldfiguur, met een continu instelbare vergroting, op het doek of papier kan worden weergegeven. De omtrekbelijning kan dan op het papier of het doek worden overgenomen.



Fig. 7. Detail van het hondje uit het origineel.

De barograaf.

De barograaf, ofwel schrijvende barometer en thermometer is in feite ook een (teken)apparaat, waarmee een in de tijd variabele waarde op papier wordt vastgelegd. De pennetjes kunnen alleen variaties in verticale richting schrijven. Het schrijfpapier is rondom een trommel bevestigd. Deze kan (instelbaar) gedurende een hele dag, of gedurende een hele week, of andere periode die wordt gewenst, een volledige ronde draaien. Hierdoor wordt het verloop van de tijd op de horizontale as vastgelegd.

De barograaf is in feite ook een apparaat waarmee je bepaalde signalen door middel van vergrotingen van de uitslagen, die door de thermometer, respectievelijk de haarhygrometer, worden gegenereerd, worden weergegeven op papier.

De vergrotingsfactoren van de uitslagen van de bimetalen thermometer en de haarhygrometer zijn achtereenvolgens 10 en 15, en zijn gebaseerd op de verhouding van de hefboomen van de bronoverdracht en de hefboomen van de twee schrijfstiften. Zie in figuur 8 de foto's van de barograaf en de mechanische overdracht van de meetsignalen naar de twee schrijfstiften.

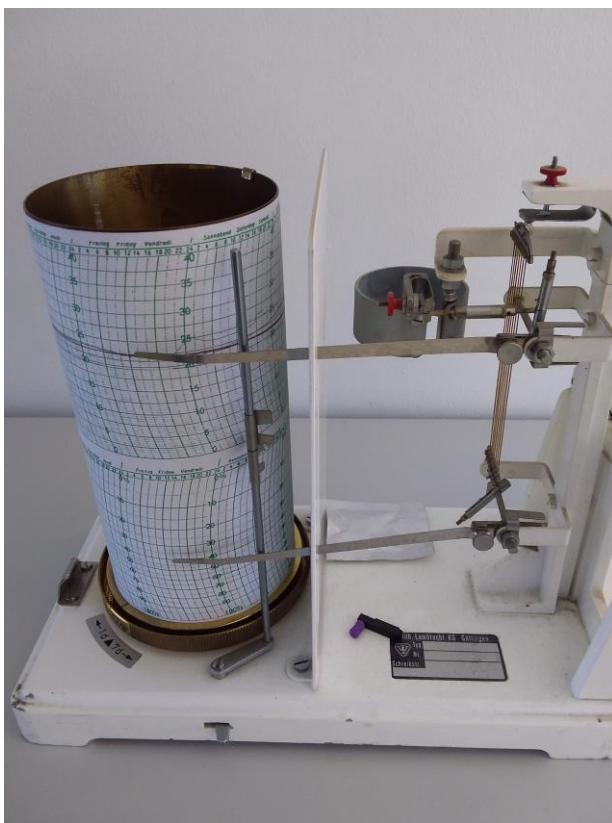


Fig. 8. Links de trommel van de barograaf met het schrijfpapier. Rechts het vergrotende overbrengingsmechanisme.