

### Steekpassers voor gebruik met Gunter linialen

Voor het rekenen op de Gunterliniaal werd al in de 17<sup>e</sup> eeuw een steekpasser gebruikt om logaritmi-sche maten op de schalen op te tellen of af te trekken.

**Figuur 1** laat zien hoe in driehoek ABC een onbekende zijde BC wordt berekend met de sinusregel als evenredigheids-relatie  $\sin(A) : \sin(C) = BC : AB$ , door één enkele passerinstelling en verschuiving van 30 tot 70 op de Sin.schaal naar de (onbekende) BC tot 150 op de Num.schaal, zie [13].

De logaritmische getallenschaal (*Num.*) en sinusschaal (*Sin.*) worden in de figuur weergegeven zoals Edmund Gunter dit al in 1624 tekende, zie [1]. Dit voorbeeld

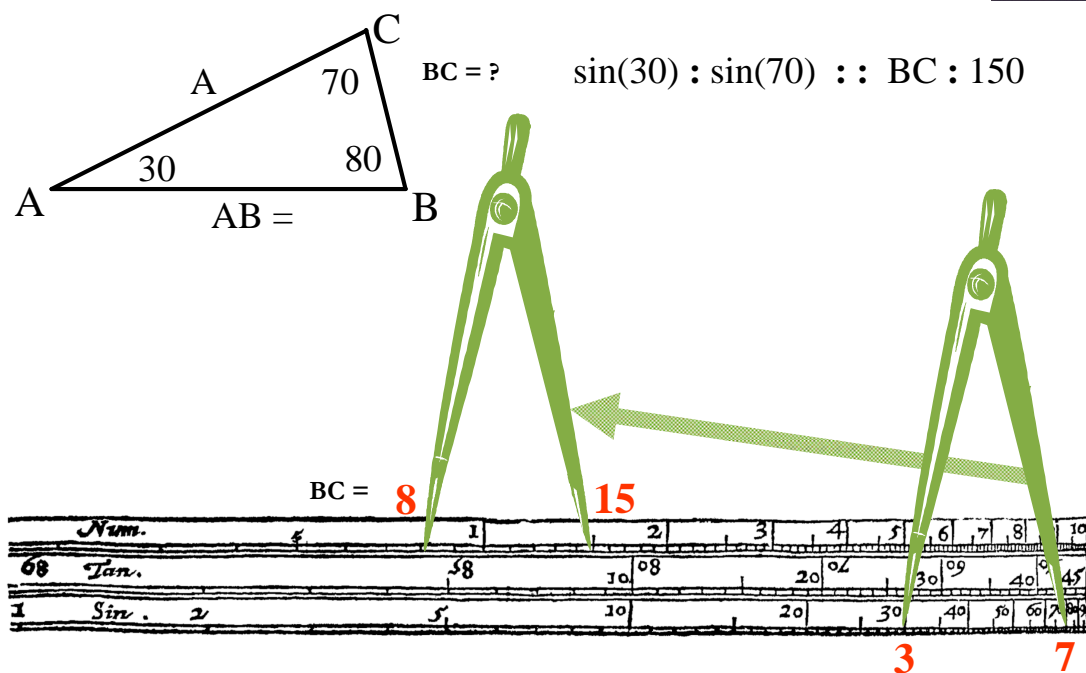


Fig. 1

laat de kracht zien van de combinatie Gunter + Steekpasser in berekeningen met “proporties”. gebruikt voor optellen en, zoals in dit voorbeeld, aftrekken van afstanden op de schalen. Voor de gebruiker van een normale rekenschuif is het een openbaring hoe flexibel de steekpasser werkt op de Gunter liniaal; bijvoorbeeld de willekeurige verplaatsing van waarden tussen verschillende schalen, of de symmetrie tussen een vermenigvuldiging (punt naar rechts) en een deling (punt naar links).

### Meetpassers versus tekenpassers

De steekpasser is een meetinstrument, of nauwkeuriger gezegd een instrument voor “passen en meten”. De afstand tussen twee scherpe punten wordt gemeten en afgestemd op tekening of liniaal. Bij de typische steekpasser zijn de punten bevestigd aan twee solide benen die met een scharnierpunt aan elkaar verbonden zijn om de afstand te kunnen instellen via de hoek tussen de benen (deze hoek heeft overigens geen enkele functie in het vlak waarin gemeten wordt). De twee scherpe punten van een stokpasser kunnen evenzo voor passen en meten gebruikt worden, maar door te schuiven in plaats van scharnieren. Zelfs een moderne schuifmaat heeft op de bek voor inwendige maten twee scherpe punten, die als steekpasser gebruikt kunnen worden. Dat de steekpasser -in tegenstelling tot de schuifmaat- geen maatstrepen heeft, hoeft geen nadeel te zijn omdat elke maat op een tekening gemakkelijk op een maatschaal kan worden overgebracht voor absolute maatbepaling. Op een zeekaart van willekeurige schaal is de steekpasser zo bruikbaar voor afstandsbepalingen, zonder schaalomrekeningen.

Deze meetfunctie van de steekpasser is een fundamenteel andere dan die van de tekenpasser, waarmee cirkels worden getrokken in potlood of inkt. De steekpasser wordt wel eens gebruikt om cirkelboogdelen te krassen in constructies, maar omgekeerd kan de tekenpasser beter niet voor passen en meten worden gebruikt door de onnauwkeurigheid van potloodpunt of inktpen, in vergelijking met de scherpe punt van de steekpasser.

De naamgeving van deze instrumenten in andere moderne talen is als volgt:

Nederlands	Engels	Frans	Duits
steekpasser	divider	compas a "pointes seches"	Hand- oder Stechzirkel
tekenpasser	compasses	compas	Zirkel

De "droge punten" in de Franse naam duiden aan dat ze geen tekeninkt of grafiet bevatten.

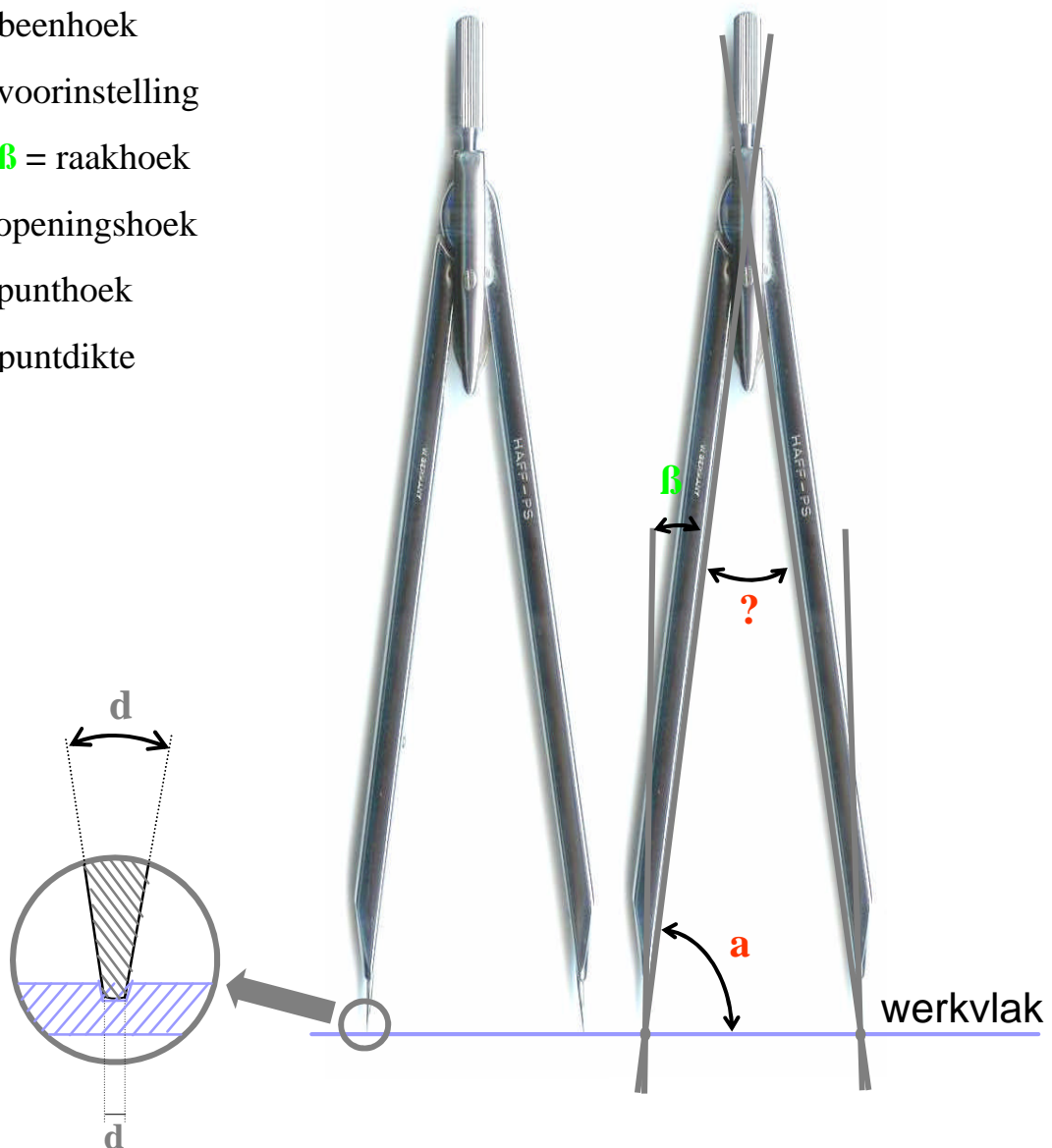
### Geometrie van de steekpasser

Bij het ontwerp van een steekpasser zijn enkele aspecten van belang, die in **figuur 2** duidelijk worden gemaakt: de scherpte van een punt en de hoek die een punt met het werkvlak maakt.

#### Legenda

- a** = beenhoek
- β** = voorinstelling
- a + β** = raakhoek
- ?** = openingshoek
- d** = punthoek
- d** = punt dikte

Figuur 2



In de metrologie is het een bekend feit, dat elke meting in principe het resultaat verstoort.

Bij afstandsmetingen door contact, druk, torsie etc. Bij steekpassers is het contact van de punt met het werkvlak zelfs een destructieve storing: als men onder een stereomicroscop de passerpunt op een schaalwaarde van een liniaal of transversaalschaal neerzet, ziet men met verbijstering de blijvende destructie die de punt veroorzaakt in de inktmassa en in het profiel van de groef. Dit is afhankelijk van de scherpheid van de punt, de puntdikte  $d$  en de punthoek  $\alpha$  in figuur 2. De relatief stompe punt van een kaartpasser ( $d = 0,5$  mm en  $\alpha = 30^\circ$ ) blijkt minder destructief voor een liniaal te zijn dan de scherpe passerpunt van een technisch tekenaar ( $d = 0,2$  mm en  $\alpha = 15^\circ$ ), die dieper door kan dringen in de groef van een schaal

Soms loopt de punt met hoek  $\alpha$  ver door, bijna tot het scharnier, vooral bij oudere passers. Bij moderne passers is de punt verwisselbaar (tot een halve centimeter uit het been stekend), zodat bij instellen van de passer de punt nog goed te zien is. Als de punt erg kort is (minder dan een millimeter) om beschadiging van het werkvlak te minimaliseren, kan nauwkeurige instelling op een gevraagde schaalwaarde visueel bemoeilijkt worden als het dikkere deel de minieme punt afschermt.

De passerpunt raakt het werkvlak onder een hoek, die bepaald wordt door de beenhoek  $\beta$  tussen werkvlak en been van de passer (rode lijn van punt tot scharnier as), en de hoek  $\alpha$  die een punt (groene lijn) met zijn been maakt, hier verder de "voorstelling" genoemd.

Als deze raakhoek  $\beta + \alpha$  ongeveer  $90^\circ$  bedraagt, is de destructie door de punt het minst en de nauwkeurigheid van de meting het grootst. Als de raakhoek echter  $45^\circ$  of kleiner wordt, zal het doordringen van de schuine punt in het werkvlak een grotere fout in de meting veroorzaken (tenminste gelijk aan de diepte van de doordringing). Bovendien wordt dan bij druk op de steekpasser de horizontale component misschien zo groot dat een niet al te scherpe punt kan gaan schuiven en zelfs het scharnier kan laten slippen. Daarom is het aan te bevelen een steekpasser niet onder een kleinere raakhoek dan  $45^\circ$  te gebruiken: als er geen voorinstelling is, moet in dat geval de openingshoek  $\beta = 180 - 2\alpha$  niet groter dan  $90^\circ$  worden. Dit betekent dat de steekpasser een maximale lengte kan afpassen van  $2$  maal een beenlengte (afstand punt – scharnier as).

Voor een standaard Gunter liniaal van 2 voet is de schaallengte van de volle "Num" schaal  $22\frac{1}{2}$  inch. De steekpasser hoeft slechts één decade te kunnen overbruggen, ofwel  $11\frac{1}{4}$  inch. Dus de minimale lengte van een steekpasser voor gebruik op een Gunter is  $11\frac{1}{4} : 2 = 8$  inch.

Als de punt met een voorinstelling  $\beta$  ten opzichte van het been is gemonteerd, kan de passer verder geopend worden voor de raakhoek van  $45^\circ$  bereikt wordt. Bij een heel kleine openingshoek zal de raakhoek in dat geval iets negatief worden, maar niet meer dan de waarde  $\beta$ . Heel kleine openingshoeken werken echter niet prettig omdat de steekpasser dan niet stabiel op zijn twee punten rust. Voor gebruik op een Gunter liniaal is het daarom beter een zeer kleine afstand als de som van die afstand en een volle decade te nemen.

De schade aan het werkvlak door de punten van een steekpasser wordt bij de Gunter liniaal tegengegaan door messing centerbusjes op de meest gebruikte waarden van de schalen te monteren. Bijvoorbeeld op begin- en eindpunten van schalen (Num = 1, Sin = 90 etc.), maar ook bij Num = 12 voor omrekening tussen eenheden in 12-tallige Angelsaksische stelsels. Andere punten die frequent gebruikt zouden kunnen worden, zoals Sin(5,74) = 0.1 pal onder Num = 1, of Num = 60 voor Time-Speed-Distance berekeningen in minuten en afstand per uur, zouden ook kandidaat kunnen zijn voor centerbusjes, maar deze zijn nooit waargenomen op Gunter linialen. Bij technische tekeningen worden wel "centrumpunten" (soort punaise met daarop een metalen centergat) geplaatst op frequent gebruikte punten van een tekening, om schade aan het papier te vermijden.

In de praktijk is een kracht tussen 1 en 2 N (vergelijk met 100 tot 200 gram) het meest geschikt. Meestal is deze kracht instelbaar met een schroef in de scharnieras.

In het verleden bestonden vaak de elkaar rakende frictievlakken van het scharnier uit verschillende metalen, bijvoorbeeld ijzer tegen messing, om corrosie tussen gelijksoortige zachte metalen (fretting) te voorkomen. Het scharnier was ook vaak voorzien van (bijen)was voor bescherming en een meer vloeiende beweging van de benen.

Bij kwaliteitspassers was het gebruikelijk de frictiekrachten over meer frictievlakken te verdelen (gelaagde scharnieren).



## Uitvoeringen van steekpassers



**Figuur 3**

1. Standaard zeekaartpasser van messing en staal, nog steeds te koop in de handel voor maritieme navigatiehulpmiddelen. Frictie is instelbaar op het scharnier met een normale schroevendraaier. Verder geen (mogelijk verzwakkende) instelmogelijkheden. Door de asymmetrische afschuining van de punten is een voorinstelling van bijna 20 graden bereikt. Deze eenvoudige en stijve kaartpasser bestaat in verschillende lengtes, tot wel 30 cm.

Er bestaan ook ééhandige uitvoeringen, die minder stevig aanvoelen en niet zo handig zijn bij het meervoudig afpassen van een afstand ("stappen"). Bij dit stappen wordt de afstand tussen de punten meermalen achter elkaar uitgezet door de passer in één hand van punt tot punt telkens 180° te laten draaien: de benen bewegen zich als die van een dronkeman.



**Bij het meten en afpassen van afstanden op een kaart kan zo ook een niet-rechte koers gevolgd worden, zonder een aparte curvimeter of opisometer.**

2. Klassieke steekpasser met de door Stanley in [5] genoemde "Long Joint", welke in tegenstelling tot de short "Sector" versie door het variërende raakvlak een minder constante frictie heeft bij verschillende openingshoeken.

De "long" versie komt al voor in de boeken van Leupold [2] en Bion/Stone [3] uit de 18<sup>e</sup> eeuw, en nog eerder, maar dan vaak met meer versieringen dan de louter functionele duimuitsparing voor



Long Joint.



Sector Joint

het éénhandig openen van het afgebeelde exemplaar ("schelp" profiel).

3. Kleinere uitvoering van passer 2 met een lengte van 9 cm.
4. Deze kleine steekpasser met schroefinstelling wordt een veerpasser genoemd omdat het scharnierpunt vervangen is door een veer. De voordelen zijn een nauwkeuriger instelling met de schroef dan met de hand mogelijk is, en bescherming door de schroef tegen verspringen van de instelling bij het overbrengen van een maat.
5. Goedkope tubus-uitvoering van een kleine steekpasser, aangeboden als nr. 147a in een naoorlogse catalogus van Dargue voor een prijs van 6 shilling.
6. Deze solide en zware steekpasser wordt gebruikt in de metaalbewerking, ook wel kraspasser genoemd. Grote lengtes, tot een meter of meer, komen voor. De frictie is meestal niet instelbaar. Bij alle materiaalbewerkingen - zowel metaal, hout als steen - worden kraspassers gebruikt, maar ook vele soorten en maten van kalipers voor in- en uitwendige passingen; deze zijn meer geschikt voor vergelijkende metingen dan voor absolute lengtemetingen. Dit soort passers wordt in drie dimensies gebruikt, terwijl de steekpasser zich richt op het platte vlak.
7. Deze schoolpasser (aangeboden door Ahrend in 1938 voor 22 cent) is zo goedkoop door toepassing van louter gestansd en gebogen plaatmateriaal. Toch heeft deze -door verzamelaars vaak verguisde- passer een goede voorinstelling van 15 graden. De boog aan het linkerbeen is verdeeld in cm (dus geen gradenboog, die bij een passer in feite zinloos is). In deze potloodversie is de cm-schaal niet zo nauwkeurig omdat de potloodpunt geen vaste stand heeft. (Uiteraard moet in dit exemplaar nog het potlood door een stalen punt worden vervangen). Een dergelijke boog wordt ook gebruikt bij passers om een instelling te kunnen fixeren met een klemschroef; zelfs wordt wel eens een schroef- of micrometerinstelling aangetroffen voor een meer nauwkeurige instelling.
8. Een definitieve oplossing van de voorinstellingsproblemen werd door Lotter gevonden in de "micro-parallel" passer, die bijna twee maal zo duur was als een normale passer (volgens een Ahrend catalogus uit 1954). Door de parallelgeleiding van de armen stonden de punten altijd loodrecht op het werkvlak. Ondanks de vele draaipunten is deze passer goed op een Gunter liniaal te gebruiken, maar helaas is de maximale overspanning van nog geen 14 cm zelfs voor een 1-voets Gunter te klein.  
Rond 1930 heeft J. Halden & Co in zijn catalogus een soortgelijke parallelpasser beschreven, die met een bereik van 10 inch wel bruikbaar is voor de 1-voets Gunter.
9. De Haff steekpasser type 223 is nog steeds in 2008 te koop. De lengte van ruim 12 cm zou een overspanning van zo'n 18 cm mogelijk maken, maar de aanwijzing van Haff geeft optimistisch 22 cm aan.
10. Een uitvoering van een Richter steekpasser met open "rechtgeleiding", zie ook [11]. Soms geeft de rechtgeleiding een hysteresis in de frictie zodat instelling in de andere richting even heel licht gaat (dode gang). Dit is wel eens waargenomen bij een Wild steekpasser. Rechtgeleiding werd nodig na invoering van de cilindervormige greep op een beugel, om de stand van de greep te centreren tijdens het verplaatsen van de benen. De cilindergreep is op zich meer geschikt voor het trekken van volle cirkels (draaien van de greep tussen twee vingers) dan voor het afpassen van afstanden (gericht plaatsen van de punten).
11. Reeds in de 18<sup>e</sup> eeuw bestond de haarpasser, waarbij via een schroef een van de twee punten tot op een "haar"-breedte kon worden bijgesteld. Deze Thornton had de originele veer vervangen door een zaagsnede in een van de benen.
12. Bij deze haarpasser met "sector head" van M. Guy is het beweegbare deel via een platte veer aan het bovenbeen bevestigd, de oorspronkelijke constructie.
13. Om de punten loodrecht op het werkvlak te kunnen stellen, waren sommige passers voorzien van dubbele gewrichten. Hiermee konden de benen zelf nagenoeg horizontaal worden geplaatst, hetgeen nodig was bij gebruik van verlengstukken. De getoonde constructie en vorm waren in de eerste helft van de vorige eeuw populair in Europa, vooral Engeland en ook in Amerika: daar hadden vele leveranciers van tekeninstrumenten dit type in de catalogus, maar meestal ongemerkt zodat de oorsprong niet duidelijk was.
14. Deze eenvoudige steekpasser heeft de "Hollandse" kop, die veel door Nederlandse passermakers werd toegepast, zie ook [12]. Een goed compromis tussen cilindergreep en sectorkop, omdat zowel draaien als richten mogelijk is. Deze kop wordt hexagonaal genoemd, hoewel er bij het afgebeelde exemplaar eigenlijk acht vlakken zijn als de zijkant van de scharnierende schijf binnen in de kop wordt meegeteld.



Improved Hair Spring.

## Referenties

- [1] Gunter, E., *The Description and Use of the Sector ...*, 1624
- [2] Leupold, J., *Theatrum Arithmetico-Geometricum*, 1727
- [3] Bion/Stone, *The Construction and Principal Uses of Mathematical Instruments*, 1758
- [4] Adams, G., *Geometrical and Graphical Essays*, London, 1789 - 1813
- [5] Stanley, W.F., *A Descriptive Treatise on Mathematical Drawing Instruments*, E. & F.N. Spon, New York, London, 1866 - 1878
- [6] Diverse Product Catalogues, 20<sup>th</sup> century  
(Keuffel & Esser, Dietzgen, Wichmann, Troughton & Simms, Dargue Brothers, Ahrend)
- [7] Hambly, M., *Drawing Instruments, Their History, Purpose and Use for Architecture Drawings*, Northgate Publishing Co., London, 1982
- [8] Scott-Scott, M., *Drawing Instruments*, Shire Publications Ltd, nr. 140, 1986
- [9] Poelje, O.E. van, *Gunter Rules in Navigation*, Proceedings IM2003, p. 15 - 25
- [10] Poelje, O.E. van, *Diagonals and Transversals: Magnifying the Scale*, Journal of the Oughtred Society 13:2, Fall 2004, p. 22 - 28
- [11] Craenen, G., *De Gouden Eeuw van Tekeninstrumenten*,  
Hoofdstuk 1 – 4, MIR 43, dec. 2007, p. 16 – 25  
Hoofdstuk 5, MIR 44, april 2007, p. 18 – 21
- [12] Dooren, H. van, *Dutch Instrument Makers*, MIR 42, sept. 2007, p. 10 – 13
- [13] Poelje, O.E. van, *Gunter Rules in Operation*, 12. Internationales Treffen der Rechenschiebersammler IM2006, Greifswald, 28.9.- 1.10.2006, p. 75 – 84