

## Vervaardigen en meten van linealen op de THE

***Citation for published version (APA):***

Struik, K. G., & Koning, J. (1971). *Vervaardigen en meten van linealen op de THE*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek : WT rapporten; Vol. WT0257). Technische Hogeschool Eindhoven.

***Document status and date:***

Gepubliceerd: 01/01/1971

***Document Version:***

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

***Please check the document version of this publication:***

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

***General rights***

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

***Take down policy***

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.



**technische hogeschool eindhoven**

**laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek**

rapport van de sectie: Lengtemeting

titel:

Vervaardigen en meten van linealen op de THE

auteur(s):

K.G. Struik

J. Koning

sectieleider:

hoogleraar:

samenvatting

Een korte beschrijving van de instrumenten die in het laboratorium voor lengtemeting zijn ontwikkeld voor het fabriceren en meten van linealen (= streepstandaarden).

De beschrijving is gemaakt ten behoeve van een bezoek aan het laboratorium van de "Gespreks-groep Meettechnici" op 17 december 1970.

prognose

blz. 1 van 8 blz.

rapport nr. 0257

codering:

M.8.e.

trefwoord:

Lengte-  
meting.

datum:

januari 1971

aantal blz. 8

geschikt voor  
publicatie in:

---

### Linealen verdeelmachine

Een linealen verdeelmachine in zijn eenvoudigste vorm bestaat uit een bed (wagen) welke aangedreven wordt door een schroefspil. De verplaatsing van de wagen is afhankelijk van de spoed van de schroefspil en van de fouten hierin. Tijdens het maken van een verdeling kunnen we deze fouten corrigeren door gebruik te maken van een draaibare moer.

Door nu na iedere verplaatsing een streep in de lineaal te krassen, met behulp van een krasinrichting, krijgen we een lineaal met de gewenste verdeling.

De invloed van de spoedfout verdwijnt geheel uit het proces door gebruik te maken van een referentie lineaal. Hiertoe plaatsen we een tweede lineaal op de wagen met een microscoop er boven zodat de strepen die zich hier op bevinden goed zijn waar te nemen.

Als we nu de wagen met een intervalverplaatser verplaatsen zodat er een nieuwe streep zichtbaar wordt in het microscoop, kunnen we nu met de fijnregeling de streep invangen en een streep trekken in de te verdelen lineaal. Op deze manier krijgen we een tweede lineaal welke gelijk is aan de eerste. Is nu van de eerste lineaal van iedere streep de afwijking van de nominale maat bekend, dan kunnen we hiervoor corrigeren door b.v. de kruisdraad te verschuiven. We kunnen op deze manier in principe een lineaal van  $\pm 1$  m. lengte maken met een mm. verdeling.

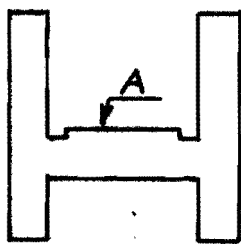
Dit is zeer arbeidsintensief want we moeten nu achtereenvolgens 1000 x een interval verplaatsen, corrigeren, fijnregelen en een kras-trekken. Hierdoor zal de persoon die het apparaat bedient zeer snel vermoeid worden waardoor de nauwkeurigheid voor een deel verloren gaat. Om dit te ondervangen hebben we voor de grofverplaatsing een stappenmotor genomen welke voor de intervalverplaatsing zorg draagt.

In plaats van visueel de streep door de microscoop waar te nemen hebben we de microscoop uitgerust met een trillende spleet en een fotocel, deze laatste geeft een signaal dat afhankelijk is van de plaats van de microscoop boven de streep op de moeder lineaal. Het signaal dat nu uit de fotocel komt wordt toegevoerd aan een fijnregeling (servo mechanisme) en aan een scope welke ons iets verteld over de plaats van de microscoop boven de streep. Met de fijnregeling verplaatst de wagen tot de streep samenvalt met de as van de microscoop waarna automatisch een streep getrokken wordt op de te verdelen lineaal. Als de

streep getrokken is geeft het kraswerk een signaal waardoor de intervalverplaatser inwerking treedt en het proces zich herhaalt.

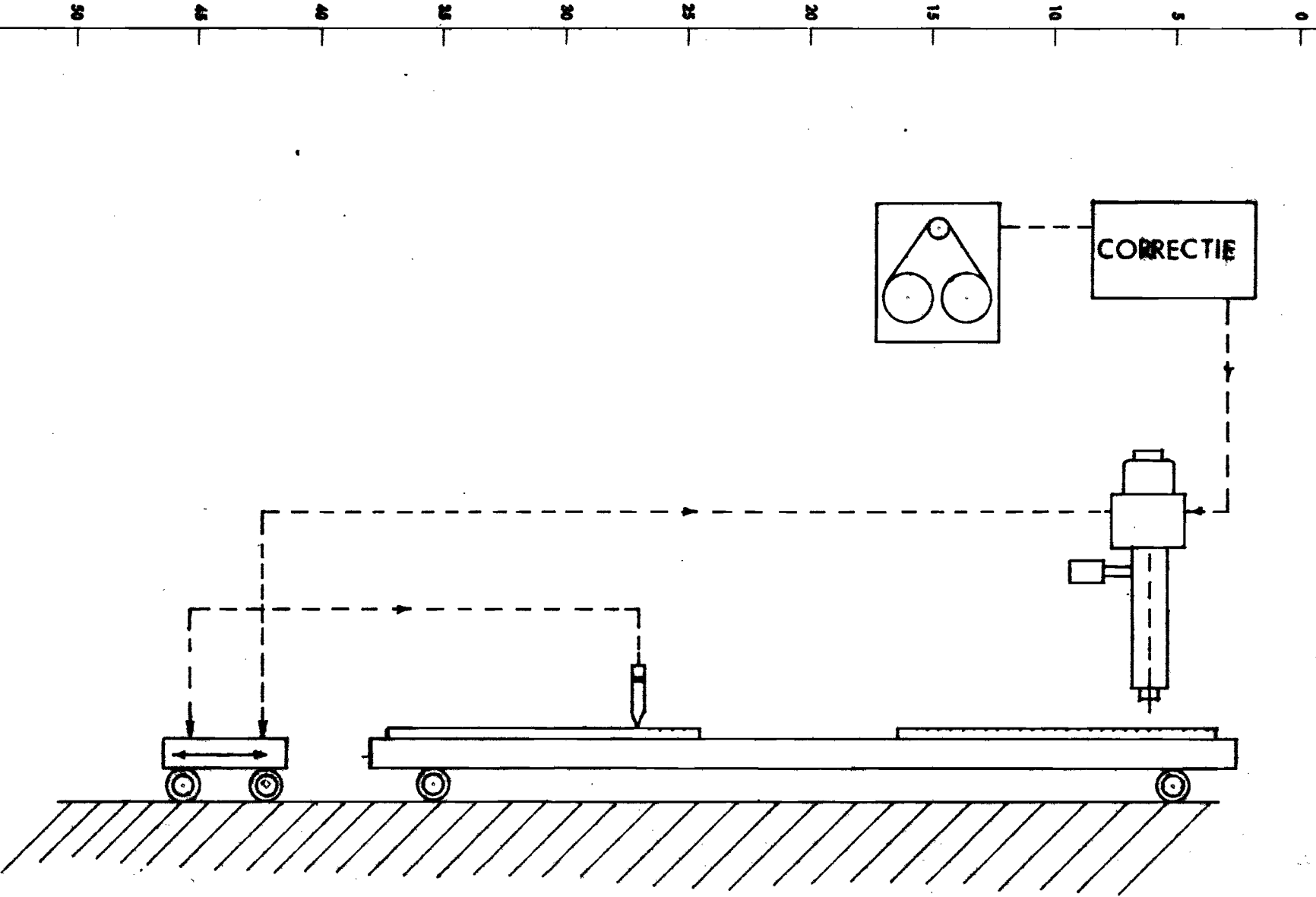
Om nu een betere lineaal te krijgen dan de moeder lineaal is deze eerst gemeten op de interferometer waardoor van iedere streep de afwijking van de nominale maat bekend is. Dit gegeven wordt voor ieder streepnummer in een ponsband gezet en via een ponsbandlezer en vertaler omgezet in een gelijkspanningssignaal. Dit signaal voeren we toe aan de excitator die de spleet laat trillen waardoor de evenwichtstoestand van de spleet wordt veranderd. Hierdoor ontstaat een ongelijkvormig signaal op de fotocel waardoor de fijnregeling weer in werking treedt en dus de fout in de moeder lineaal opgeheven wordt, op deze manier hopen we een lineaal te verkrijgen welke beter is als de oorspronkelijke. De reproduceerbaarheid van het kraswerk, de stabiliteit van de verdeelmachine, de oppervlakte kwaliteit van de lineaal en andere factoren bepalen de uiteindelijke fout die in de te verdelen lineaal blijft zitten. De taak van de man aan de verdeelmachine is nu een controlerende in plaats van een bedienende.

De linealen waarin gekrast wordt hebben een H-vormig profiel en zijn vernikkeld (zie tek.). Na het vernikkelen wordt vlak A waarin de strepen worden getrokken gelept.



De eerste lineaal is verdeeld op een schaaftank en heeft een lengte van + 250 mm. Door op- ←  
opschuiven en copieren m.b.v. fouten correctie hebben we uiteindelijk een lineaal verkregen van 1 meter lengte met een mm.verdeling waarvan de streepfouten t.o.v. de nominale maat enkele  $\mu\text{m}$ . bedragen.

De streepjes worden getrokken met een diamantbeitel, omdat dit een zeer slijtvast en hard materiaal is, waardoor de streepvorm en afmetingen zoveel mogelijk hetzelfde blijft. Ook op deze manier van verdelen blijft het een langdurige zaak, omdat we na het instellen van de machine moeten wachten totdat de moeder lineaal en de te verdelen lineaal beide dezelfde temperatuur hebben, waarna we kunnen gaan verdelen. De cyclus duur bedraagt ongeveer 7 sec., waardoor het altijd nog + 7000 sec. duurt om een lineaal van 1 m. lengte een mm.verdeling te geven.



### Toepassing van lasers in de lengtemeting

Lasers bestaan in verschillende soorten. Voor onze doeleinden zijn alleen de z.g. Helium Neon gasl<sup>5</sup>asers geschikt. Dit zijn onschuldige voorwerpen, die, zolang men niet recht in de bundel kijkt, ongevaarlijk zijn. Er zijn andere lasers die een zeer intense straling uitzenden, waarmede men b.v. kwarts kan smelten. Dat deze zeer gevaarlijk zijn is wel duidelijk.

Een laser is een lichtbron die zich in twee opzichten onderscheidt van de gebruikelijke lichtbronnen.: het licht is zeer evenwijdig en het heeft een grote cohaerentielengte.

Het eerste effect, de goede evenwijdigheid, maakt lasers geschikt voor het uitrichten. De bundel kan zonder moeilijkheden en in vol daglicht over honderden meters afstand opgev<sup>5</sup>agen worden. Met een speciale fotocel kan men de plaats van de lichtvlek op enkele honderste mm. bepalen. Voor uitrichtwerk zijn speciale lasers (b.v. de tooling laser van Perkin Elmers) in de handel. De prijs is vrij hoog wat mede veroorzaakt wordt door de nauwkeurige afwerking van de montering en de exacte centrering van de laser daarin. De montage is een geslepen buis die dezelfde maat heeft als de bekende richtkijker van Taylor-Hobson, hij past in dezelfde montering. De TH-Twente bezit een tooling laser, die op 17 December gedemonstreerd is. (informatie ir. de Bruin)

Het tweede effect, de cohaerentielengte, heeft betrekking op de optische trillingen. Licht is een golfverschijnsel, maar in een normale lichtbron trillen zeer veel "deeltjes" onafhankelijk van elkaar, en dat nog gedurende zeer korte tijd. Er worden dus a.h.w. zeer veel onafhankelijke "golftreintjes" uitgezonden. Omdat deze zeer kort duren en er zo veel zijn merkt het oog, en ook een normale fotocel, daar niets van. Bij interferentie wordt zo'n golftreintje in tweeen gesplitst in twee gelijke golftreintjes van ieder de halve trillingsintensiteit, die verschillende wegen afleggen. Zijn die wegen sterk verschillend in lengte, dan komen die twee "halve" treintjes elkaar nooit meer tegen: de staart van het ene halve treintje is al voorbij als de kop van het andere aankomt. Als er wel overlapping

optreedt; dan krijgt men veel of weinig licht naarmate de golven in dezelfde fase of in tegengestelde fase aankomen, dus afhankelijk van de grootte van het wegverschil.

De coherentielenkte is de lengte van het golftreintje. Er kan dus alleen interferentie optreden als het wegverschil in een interferometer, (dat gelijk of groter is dan de te meten lengte), kleiner is dan deze coherentielenkte. De coherentielenkte is voor verschillende lichtbronnen verschillend, b.v. Na lamp: ca. 0,5 mm, Thallium id. Helium 20 mm. Cadmium 10 cm enz. (afhankelijk van lamptype, stroomsterkte etc.).

Bij lasers is de coherentielenkte praktisch onbegrensd, tenminste voor de zg. "single mode" lasers. De mogelijkheid van interferentie wordt daarbij door de meetopstelling bepaald, kan echter tientallen meters bedragen.

Voor interferentiële lengtemeting moet dan nog de golflengte nauwkeurig bekend zijn. Dat is alleen het geval bij zg. frequentie-gestabiliseerde lasers (de golflengte is dan 1 op  $10^7$  of beter bekend). Deze "frequency-stabilised-single-mode lasers" zijn echter duur. (10 x de prijs van een eenvoudige laser).

#### Laser interferometers:

Men kan met laserinterferometers linealen en eindmaten meten in standaardmeetkamers. Voor gebruik in de werkplaats, b.v. voor het kalibreren van grote (veelal numeriek bestuurd) gereedschapsmachines bestaan laserinterferometers die uit drie onderdelen bestaan:

I de laser + interferometer, II een speciale spiegel in montering, III de complete electronica + voeding. Op III kan men de verplaatsing van II t.o.v. III direct in tiende  $\mu$ m of  $\mu$ inch aflezen. Soms wordt automatisch voor temperatuur en luchtdruk gecorrigeerd. Deze instrumenten zijn zeer kostbaar. (fabrikaten A.I.L.; Taylor Hobson, Perkin Elmers; Hewlett Packard). De TH Delft bezit een dergelijke laserinterferometer van Perkin Elmers. (informatie ir. van Beek)

### Het meten van linealen op een interferometer

Een linealeninterferometer bestaat uit een beweegbare wagen die de te meten lineaal draagt, een microscoop dat de strepen van de lineaal waarneemt en een interferometer die de verplaatsing van de wagen ~~kan~~ meten. Deze opstelling is geschetst in bijgaande afbeelding (THE-580). Men brengt de lijnen van de lineaal een voor een onder het microscoop en bepaalt dan de afstanden van deze strepen met de interferometer.

Om de meting voldoende snel te kunnen uitvoeren kan het geheel geautomatiseerd worden. Het microscoop bevat een trillende spleet en een fotocel en kan daarmee de plaats van een streepbeeld elektrisch meten. Het elektrische signaal kan met behulp van een geschikte motor en een passende overbrenging de streep in het midden van het gezichtsveld brengen. De maxima en minima die uit de interferometer komen worden met fotocellen waargenomen en elektrisch geteld.

Een meetcyclus verloopt als volgt: met een grofverstelling van ongeveer 1 mm wordt een streep in het gezichtsveld gebracht, door de fijnverstelling automatisch gecentreerd, en de interferometertelling wordt in ponsband geponsd. Zo'n cyclus duurt ongeveer 2 seconden.

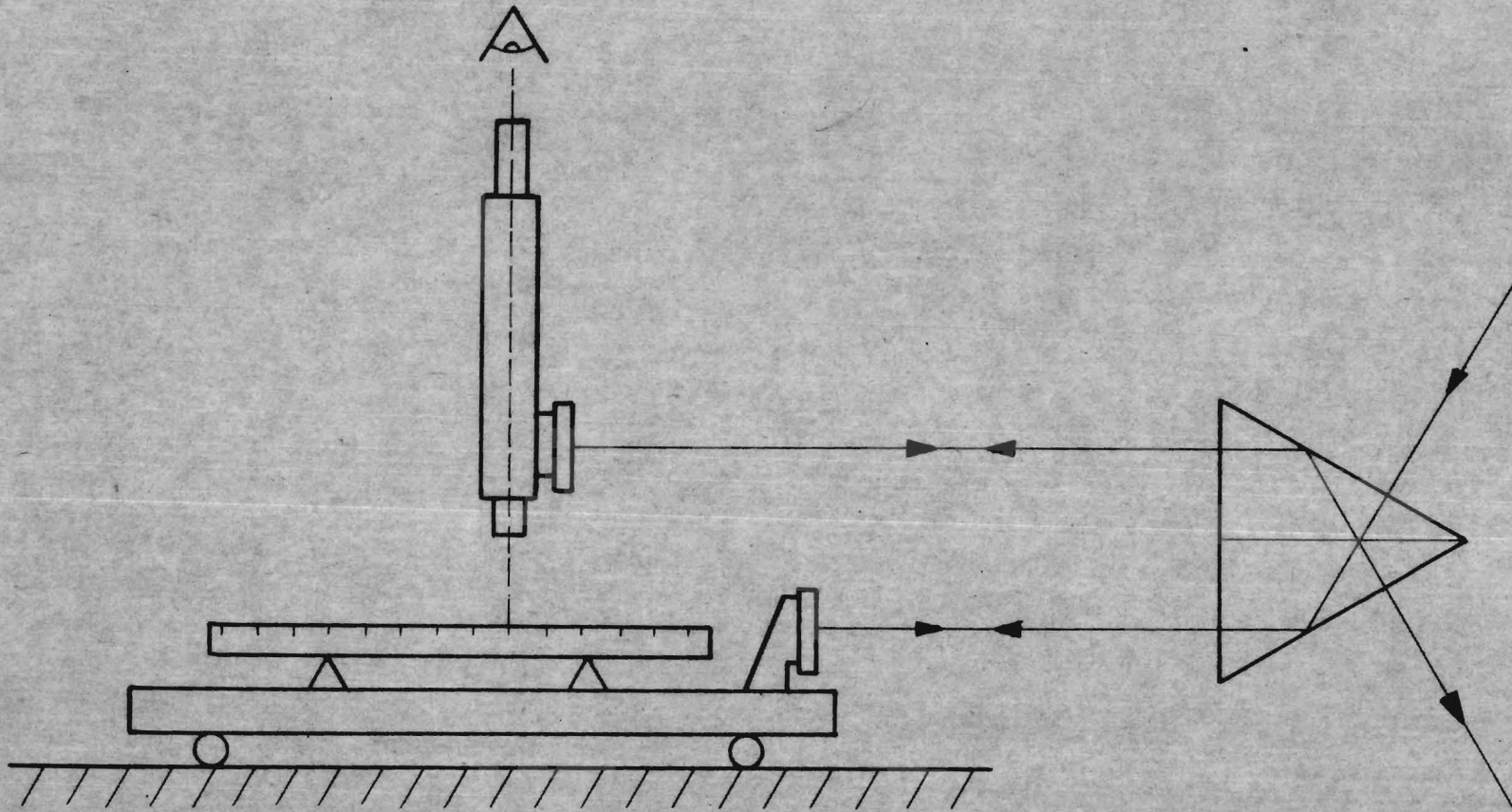
Een complete meting bevat 2000 meetcycli omdat de lineaal gewoonlijk heen en terug gemeten wordt. Tijdsduur ca. 4000 sec. is ruim 1 uur.

Voor een nauwkeurige meting moet de temperatuur van de lucht, van de lineaal en de luchtdruk nauwkeurig bekend zijn. Ook deze worden regelmatig in de ponsband geponsd.

Voor de verdere uitwerking zorgt de rekenmachine van de T.H. (rekencentrum). Deze geeft de meetresultaten in tabelvorm en desgewenst in grafiek. Ook gemiddelden etc. kunnen gemakkelijk worden berekend.

(de interferometer werkt - in verband met de vrij grote meetlengte - met een "frequency-stabilised laser", model 119, Spectra Physics).





W.T.

INTERFEROMETER VOOR LIJNSTANDAARDEN

580

S 1130-2