

De striptrekproef

Citation for published version (APA):

Amelsfort, van, J. J. P. B. (1992). *De striptrekproef*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Vakgroep Produktietechnologie : WPB; Vol. WPA1326). Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1992

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

Take down policy

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

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

DE STRIPTREKPROEF

stageverslag TLE

J.J.P.B. van Amelsfort

Juni 1992
IOPM-D

WPA 1326

INHOUDSOPGAVE

Inleiding.....	1
1. Het doel van de striptrekproef.....	2
2. Werking striptrekunit.....	3
2.1 De buigrol.....	3
2.2 Het remmechanisme.....	3
2.3 De krachtmeting.....	4
2.4 Instellen signaalversterkers t.a.v. Kistler-cellen.....	4
3. De meetopstelling.....	6
3.1 Het proefverloop.....	6
4. Maken van preparaten.....	7
5. Hardheidsmetingen.....	8
5.1 Hardheidsmeting volgens Vickers m.b.v. "Microvickers"...	8
6. Conclusies.....	10
7. Bronvermelding.....	11
Verklarende woorden- en symbolenlijst.....	12
Bijlage 1 Houndsfield Tensometer trekmaschine.....	14
Bijlage 2 Aansluitschema Kistler-cellen.....	15
Bijlage 3 Afmetingen strip voor striptrekken.....	16
Bijlage 4 Striptrekunit doorsnedetekening.....	17

INLEIDING

Dit is het laatste verslag van mijn stageperiode op de TUE. Het verslag gaat over de striptrekproef. Mijn werkzaamheden tijdens de afgelopen periode bestonden uit het doen van striptrekproeven op een trekbank, het maken van preparaten en hardheidsmetingen volgens Vickers.

Verder zijn in dit verslag een verklarende woorden- en symbolenlijst opgenomen. De bijlagen bevatten tekeningen van de striptrekunit, stripafmetingen en een aansluitschema voor de Kistler-cellen, de ladingsversterkers en de afleesunit.

Van deze gelegenheid wil ik gebruik maken om iedereen te bedanken met wie ik heb samengewerkt. Ook wil ik hierbij mijn stageleraar, de heer D. Broersma, bedanken.

1. HET DOEL VAN DE STRIPTREKPROEF

Het plastisch omvormen is een techniek die in de industrie grote populariteit geniet. Dit is vooral te danken aan de bruikbaarheid van het proces voor de massaproductie. Met hoge produktiesnelheden kunnen allerlei vormen uit staf- en plaatmateriaal worden verkregen. Enige voordelen zijn: gering materiaalverlies, grote stijfheid van het produkt, hoge nauwkeurigheid en goede reproduceerbaarheid.

Bij het plastisch omvormen van plaatmateriaal wordt meestal een vlakke plaat door een stempel in de matrijs geduwd. Daarbij wordt het plaatmateriaal over een afronding getrokken.

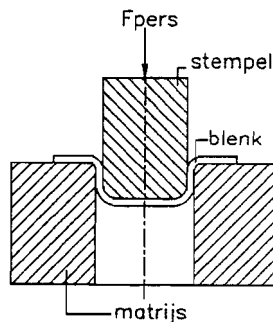
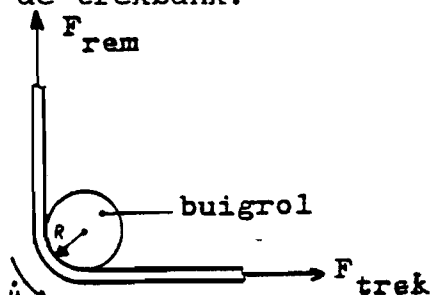


Fig 1. Plastisch omvormproces van plaatmateriaal.

Voor het simuleren van het dieptrekken is er op de TUE een striptrekunit ontworpen. Op deze manier kan men dan eenvoudig testen doen, die de werkelijkheid zeer dicht benaderen.

2. WERKING STRIPTREKUNIT

De striptrekunit werkt volgens het volgende principe (zie fig. 2). Een strip wordt om een buigrol getrokken. F_{trek} en F_{rem} worden gemeten. De unit wordt tussen de inspanpunten van de trekbank opgesteld. In de unit zitten de buigrol en een remmechanisme, dat zorgt voor de remkracht. De benodigde remkracht wordt geleverd door de trekbank.



Figuur 2 Principe striptrekproef

2.1 DE BUIGROL

Er zijn twee soorten buigrollen, namelijk een vaste en een meedraaiende buigrol (Zie figuur 3). Bij de meedraaiende buigrol treedt geen wrijving op tussen strip en buigrol. Bij deze buigrol is een hoek van 120° verwijderd. De buigrol draait op een meskant en is gehard. Verder zijn er, om de invloed van de straal van de buigrol te onderzoeken, buigrollen met verschillende stralen.

Op de vaste buigrol is een plaat gesoldeerd. De strip oefent door middel van de wrijvingskracht een wrijvingskoppel uit op een Kistler-cel, via de plaat. De cel is in het midden van het blok onder voorspanning gemonteerd.



Figuur 3 Meedraaiende en vaste buigrol

2.2 HET REMMECHANISME

Het remmechanisme bestaat uit een blok, waarin vijf ronde pennen zitten. De strip wordt tussen de pennen doorgelegd. Tijdens het doortrekken van de strip, wordt de strip verschillende malen gebogen en gestrekt, waarbij ook wrijving optreedt. Dit levert de benodigde remkracht. Twee pennen zijn instelbaar gemaakt, zodat men de remkracht kan

instellen.

Om de remkracht in te stellen moet men twee imbusbouten aandraaien. Hierdoor worden koperen drukklokjes tegen de twee verstelbare pennen aangedrukt. Dit is zo geconstrueerd om te voorkomen dat de pennen schuin kunnen gaan liggen.

2.3 DE KRACHTMETING

Er zijn zoals gezegd twee krachten die gemeten moeten worden, namelijk de trekkracht en de remkracht. Deze metingen worden gedaan met behulp van twee piëzo-elementen (Kistler-cellen), die elk via een ladingsversterker gekoppeld zijn aan een digitale Voltmeter. De Kistler-cel voor de meting van de trekkracht zit in de trekbank ingebouwd, die voor de remkracht zit in de ophanging van het remmechanisme. De Kistler-cellen moeten centrisch worden belast. Dit is verwezenlijkt door de toepassing van een kogelgewricht (zie fig. 5).

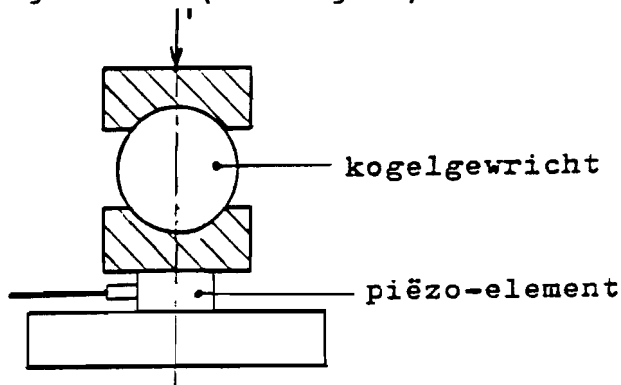


Fig 5. Kogelgewricht

2.4 INSTELLEN SIGNAALVERSTERKERS T.A.V. DE KISTLER-CELLEN

Tussen de Kistler-cellen en de afleesunit zijn signaalversterkers geschakeld. Met deze signaalversterkers kan men de afleesschaal voor de afleesunit instellen. De Kistler-cellen zijn genummerd, omdat het nummer op de cellen overeen moeten komen met het nummer bovenop de signaalversterker. Het LCD-scherm toont de schaal van versterking, en de kalibratiewaarde. Men kan deze schaal bijvoorbeeld zo instellen, zodat 1 Volt op de afleesunit overeenkomt met een kracht van 1000 N. Het LCD-scherm kan er als volgt uitzien:

T4.13E+00
S1.00E+02

Bij deze Kistler-cel komt 1V overeen met 100 N (S1.00E+02). De kalibratiewaarde van deze cel is 4.13 (T4.13E+00). Het nummer

van deze cel is SN 454827.

Het instellen van de schaal gaat als volgt:

- Schakelaar van "Lock" op "Menu" zetten. Men kan de cursor nu bewegen met de ">" toets.
- De cursor moet men nu naar "02" bewegen.
- Met de toetsen "Δ" en "▽" kan men nu deze waarde resp. verhogen en verlagen.
- Als alle waarden correct zijn dan moet men de schakelaar van "Menu" op "Lock" zetten.
- Nu moet men de signaalversterker "resetten", omdat hij tijdens de proef verloopt en men heeft de waarden in het LCD-scherm heeft veranderd.

Om de signaalversterker te resetten moet men tweemaal op de "Operate" toets drukken. Dit kan men zien door het naastgelegen LED dat moet branden tijdens de beproeving. Drukt men deze eenmaal in, dan brandt deze LED niet. (De signaalversterker staat "off-line", d.w.z. tijdens de proef versterkt deze geen signalen.)

Als men de "Operate" toets nog eenmaal indrukt, dan brandt het LED weer, wat wil zeggen dat de signaalversterker "on-line" staat. (De signaalversterker versterkt tijdens de proef de ingekomen signalen gewoon.)

3. DE MEETOPSTELLING

De experimenten zijn uitgevoerd op een standaard trekbank. (merk: Universal Houndsfield Tensometer.)

De **trekkracht** die nodig is om de strip met een constante snelheid u onder een hoek van 90° over de buigrol te trekken wordt geleverd door de trekbank. Na een kort inloopverschijnsel ontstaat er dus een stationair proces waarbij de trekkracht en de remkracht een constante waarde aannemen.

De trekkracht is dus eigenlijk een reactiekracht die afhankelijk is van de remkracht en de kracht die nodig is om de strip langs de buigrol te bewegen.

De **remkracht**, die gelijk is aan de kracht die nodig is om de strip door de rem te trekken, is afhankelijk van de positie van de instelbare pennen. De remkracht is maximaal als allebei de verstelbare pennen in een lijn liggen met de andere pennen. De strip wordt dan maximaal vervormd.

3.1 HET PROEFVERLOOP

Onderstaande handelingen worden voor elke proef opnieuw uitgevoerd.

1. b_0 van de strip meten m.b.v. een schuifmaat
2. Strip insmeren met smeermiddel en in het remmechanisme schuiven
3. Remkracht instellen
4. Trekbank laten lopen
5. Wrijvings-, rem- en trekkracht noteren
6. Strip uit de unit halen en nummeren zodat de hardheid gemeten kan worden.

Men heeft nu een aantal waarden voor de rem-, trek- en wrijvingskracht.

De waarden voor de diverse krachten worden in Volt aangegeven. Door op de signaalversterker een schaal in te stellen van bijvoorbeeld $1V = 1000 \text{ N}$, kan men de krachten omrekenen. Geeft de signaalversterker een spanningsverschil van $\frac{1}{2} \text{ V}$, dan is de kracht $\frac{1}{2} \times 1000 = 500 \text{ N}$.

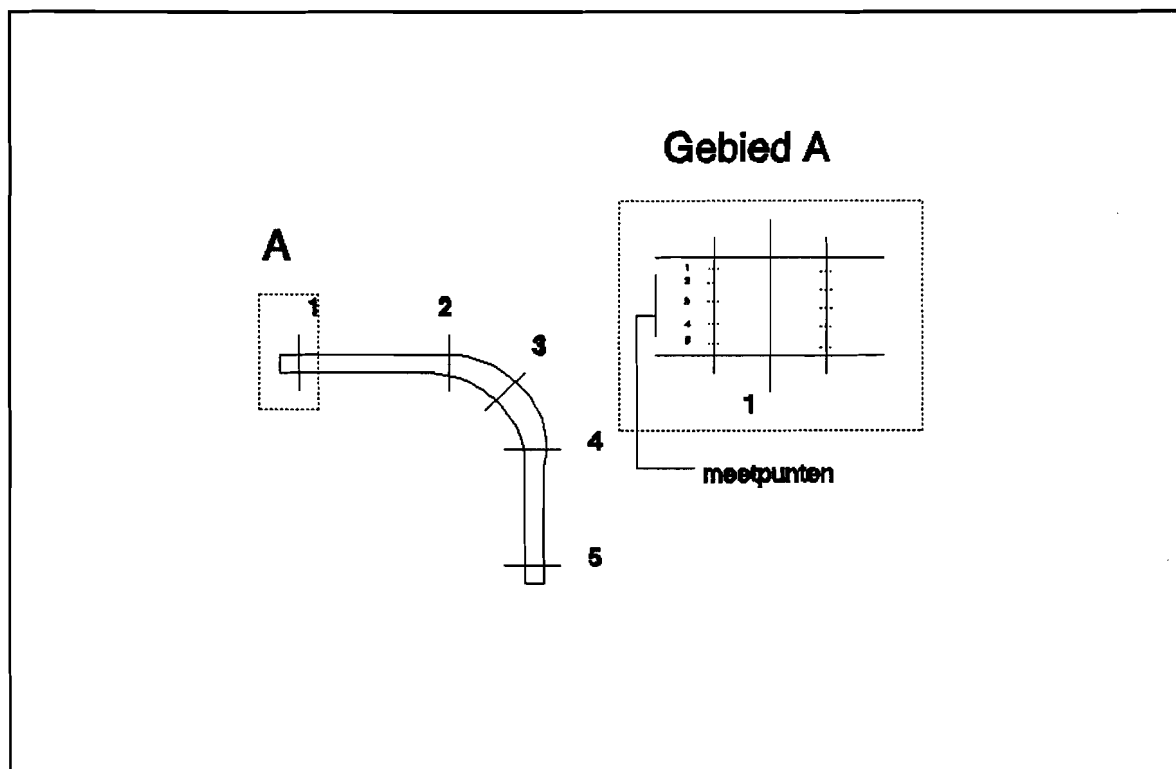
4. MAKEN VAN PREPARATEN

Als men klaar is met de striptrekproeven, dan moet men voor men kan beginnen met de hardheidsmetingen preparaten maken. Men moet een stukje bij de buigradius van de strip afzagen. Dit gebeurt met een juniorzaagje, en moet met enige voorzichtigheid gebeuren vanwege de mogelijkheid tot beschadiging van het proefstukje. Ook moet men erop letten dat men tijdens het zagen de zone rond de buigradius zo min mogelijk vervormt omdat dat de hardheid van het proefstukje kan beïnvloeden. Het is verder wenselijk dat men tijdens het zagen zo weinig mogelijk last heeft van braamvorming. Dit kan men voorkomen door met een nieuw zaagje te zagen.

Als de te meten proefstukjes zijn uitgezaagd, dan moet men deze ingieten in kunststof. De hardheidsmetingen worden namelijk in de dikterichting van het proefstukje uitgevoerd. Wanneer de stukjes zijn ingegoten, dan kunnen deze niet meer kantelen wat de hardheidsmeting ten goede komt. Na het ingieten van de proefstukjes moet men deze gaan schuren en polijsten, waarna men met de hardheidsmetingen kan beginnen. Men moet de proefstukjes polijsten, omdat men anders tijdens de hardheidsmeting niet voldoende zicht heeft. Hierdoor kunnen gemakkelijk meetfouten ontstaan.

5. HARDHEIDSMETINGEN

Als laatste moet men de hardheid van de strip meten. Dit is nodig om te onderzoeken wat er in de deformatiezône met het materiaal gebeurt. Zoals eerder vermeldt wordt de hardheid in de dikterichting van de strip gemeten. De hardheid wordt gemeten volgende de methode Vickers. Per strip worden 50 metingen gedaan. Er zijn 5 meetzônes, nl. 1 meetzône bij het begin van de strip, 1 bij het begin van de radius, 1 ongeveer in het midden van de radius, 1 op het einde van de radius en 1 bij het eind van de strip. Per meetzône worden 10 metingen gedaan. Zie figuur 6.



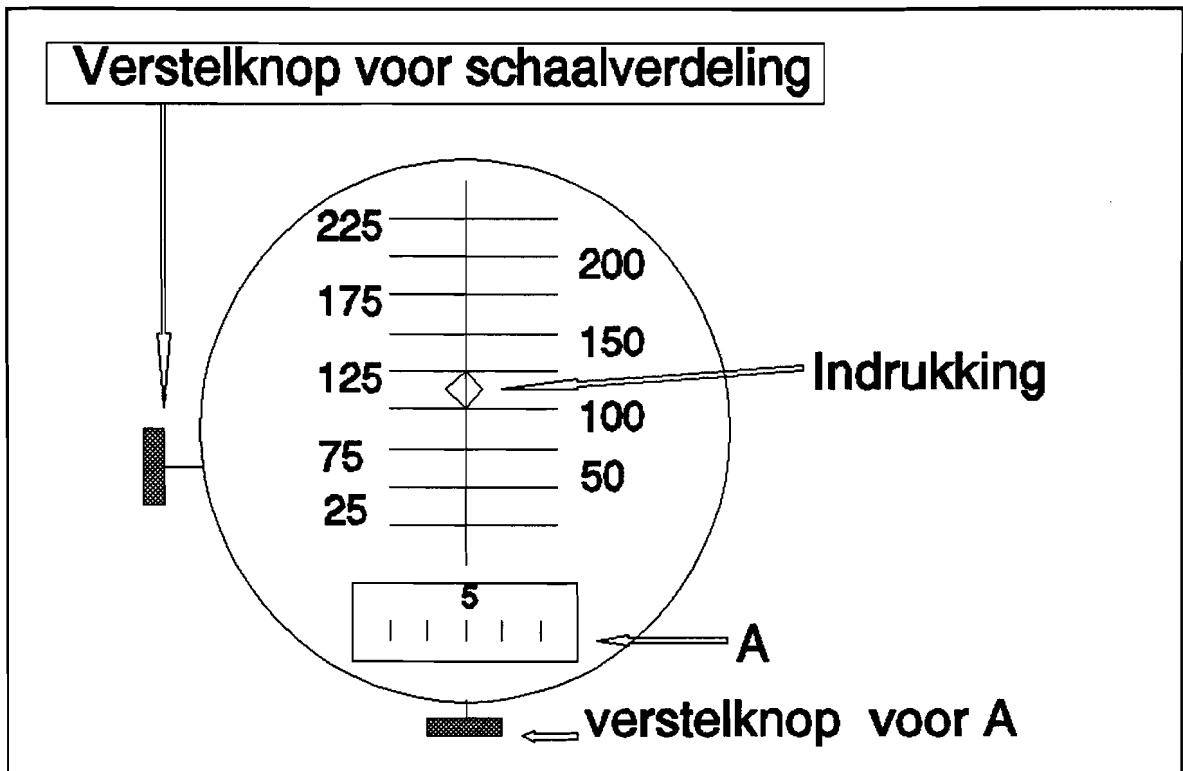
Figuur 6 Hardheidsmetingen en meetpunten van de strip

5.1 HARDHEIDSMETING VOLGENS VICKERS M.B.V. "MICROVICKERS"

De hardheidsmetingen op de strip geschieden met behulp van de zogenaamde "Micro-Vickers". Om deze metingen uit te kunnen voeren moet men een microscoop hebben waar het indruklichaam en het gewicht op zijn gemonteerd.

Om een goede meting te krijgen moet men eerst de strip ongeveer recht leggen. Eventueel moet men de strip 20x vergroten. De b_0 van de strip is al eerder gemeten. Hierna rekent men uit hoeveel de indrukkingen onderling van elkaar af moeten liggen. Als een strip 1 mm breed is, dan komen de indrukkingen $1:5 = 0,2$ mm uit elkaar te liggen.

Nu gaat men de tafel positioneren voor de eerste indrukking. De indrukkingstijd bedraagt ± 15 à 20 seconden. Als deze tijd voorbij is, dan moet men de indrukking opmeten. Hiervoor gaan we de strip 40x uitvergroten. Men ziet een schaalverdeling waar de indrukking tussen moet vallen. Men laat een lijn van de schaalverdeling samenvallen met de onderkant van de indrukking. Daarna moet men de onderste schaalverdeling verdraaien om een lijn te samenvallen met de boven punt van de indrukking (Zie figuur 7).



Figuur 7 Zicht door de microscoop tijdens het meten

De indrukking ligt tussen twee lijnen van de schaalverdeling. In dit geval is de grootte van de indrukking 30.

Nu de indrukking bekend is, kan men uit tabellen de hardheid volgens Vickers worden afgelezen. Alle hardheden van een strip worden nu verwerkt in een grafiek en is de striptrekproef ten einde.

6. CONCLUSIES

Om het gedrag van plaatmateriaal tijdens een plastisch omvormproces na te bootsen, maakt men gebruik van de striptrekproef. De striptrekproef is op een "normale" trekmaschine te realiseren. Het uitzagen van de preparaten moet zeer nauwkeurig gebeuren, daar men anders afwijkingen in de hardheid kan krijgen.

Tijdens het ingieten van het proefstukje in kunststof wordt het meetoppervlak verwarmd en afgeschrokken. Mogelijk is dit van invloed op de hardheid van het proefstukje. Ook moet men ervoor zorgen dat men tijdens de hardheidsmetingen de microscoop altijd goed heeft scherpgesteld. Er worden anders andere waarden gemeten, wat het verloop van de grafiek niet ten goede komt. Het meten van de hardheid op zich is vrij tijdrovend, omdat men per strip ongeveer 50 metingen moet verrichten.

7. BRONVERMELDING

Bij het schrijven van dit verslag is gebruik gemaakt van de volgende boeken:

- Wrijvingsinvloed en dikte-afname bij het striptrekken
Geschreven door E.H.T.H. Tenbult
stagiair H.S. Eindhoven
Geschreven in januari 1989
Vakgroepnummer: WPA 0672
- Striptrekapparaat, ontwerp en konstruktie
Geschreven door M.J.H. Smeets
Geschreven op 17 december 1991
Vakgroepnummer : WPA 1212
- Een verwerkingssysteem voor de meetgegevens van de striptrekunit, analyse en technisch manual
Geschreven door E.H.T.H. Tenbult
stagiair H.S. Eindhoven
Geschreven in mei 1990
Vakgroepnummer WPA 0901
- De striptrekunit, meetapparaat om de radiuswrijving en de buig-strekkkracht te bepalen
Geschreven door E. Iedema
stagiair H.T.S. 's Hertogenbosch
Geschreven in mei 1991
- Modellering van het vierkant dieptrekken
Geschreven door D.F.J.M. Heuvelmans
Afstudeerder H.S. Eindhoven
Geschreven in mei 1991
Vakgroepnummer WPA 1075
- Eigen ervaring

Namens de TUE:

De stagiair:

M. Th. de Groot

J.J.P.B. van Amelsfort

VERKLARENDE WOORDEN- EN SYMBOLENLIJST

Hoofdstuk 1:

Dieptrekken: Plaatvormproces waarbij uit vlakke platen holle produkten worden gefabriceerd.

Hoofdstuk 2:

Kistler-cel: Electrisch opneemelement, die zeer nauwkeurig spanningsverschillen waarneemt. De Kistler-cel moet aangesloten worden op een ladingsversterker.

Signaalversterker: Elektrische schakeling die de registratie van de spanningsverschillen (waargenomen door de Kistler-cellen) versterkt weergeeft naar de afleesunit.

Afleesunit: Met behulp van dit "apparaat" kunnen de waargenomen spanningsverschillen worden afgelezen.

LCD: Dit is een afkorting van Liquified Crystal Display. Het betekent dat de tekens op het scherm zijn opgebouwd uit vloeibare kristallen.

LED: Dit is een afkorting van Light Emmiting Diode. Een LED kan bijvoorbeeld een klein contrôlelampje zijn.

Piëzo-element Zie bij Kistler-cel

Hoofdstuk 5:

Dikterichting: Hiermee wordt in dit hoofdstuk het volgende bedoeld:
De hardheidsmetingen worden op de zijkant van de strip uitgevoerd.

Meetpunten: Een strip heeft 5 meetzônes. Een meetzône

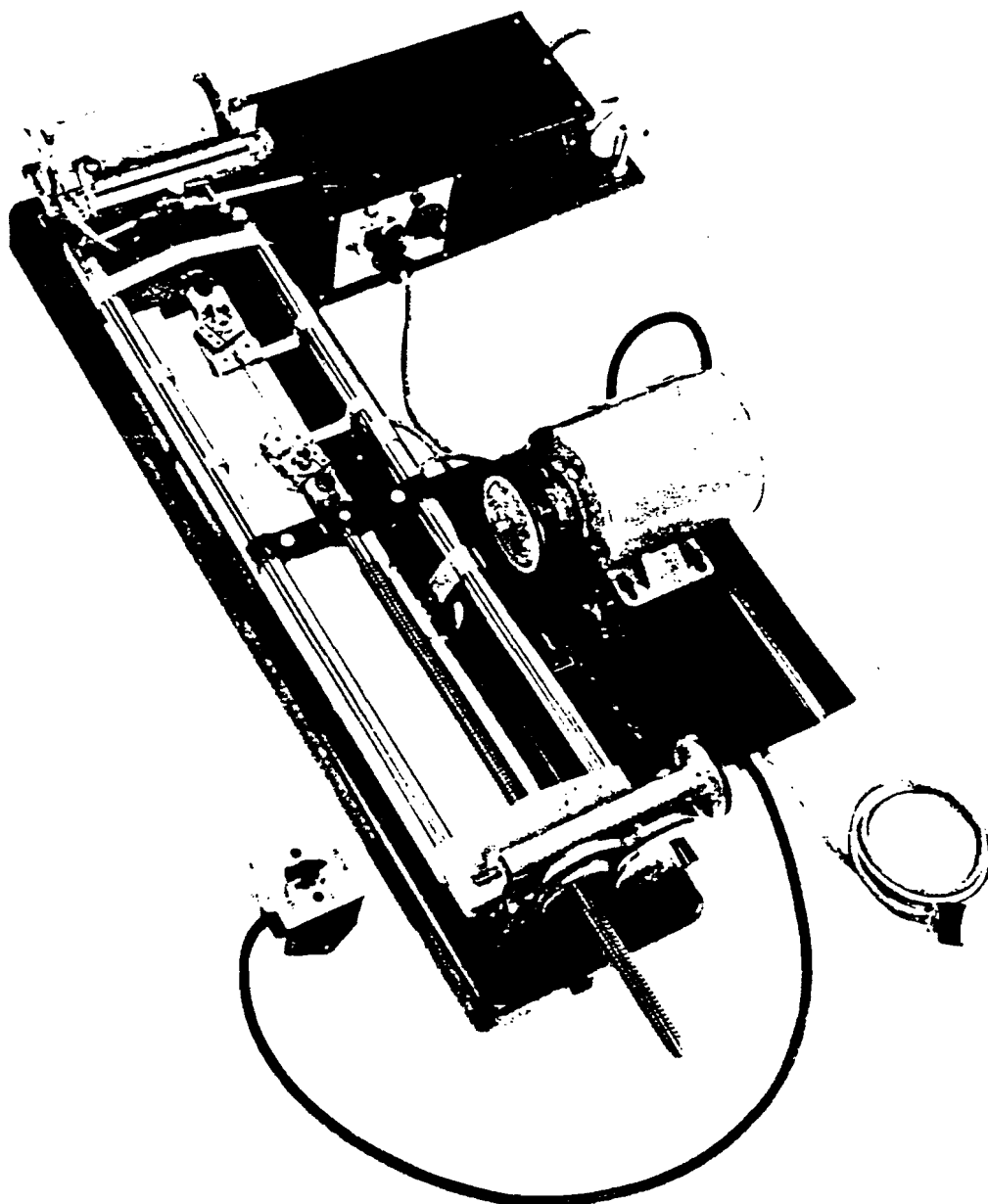
(nadere uitleg)

is een denkbeeldige lijn. Links en rechts van deze lijn worden 10 metingen verricht. In totaal worden er dus $2 \times 5 \times 5 = 50$ metingen verricht. Met andere woorden: een strip heeft dus in totaal 50 meetpunten. Zie ook figuur 6.

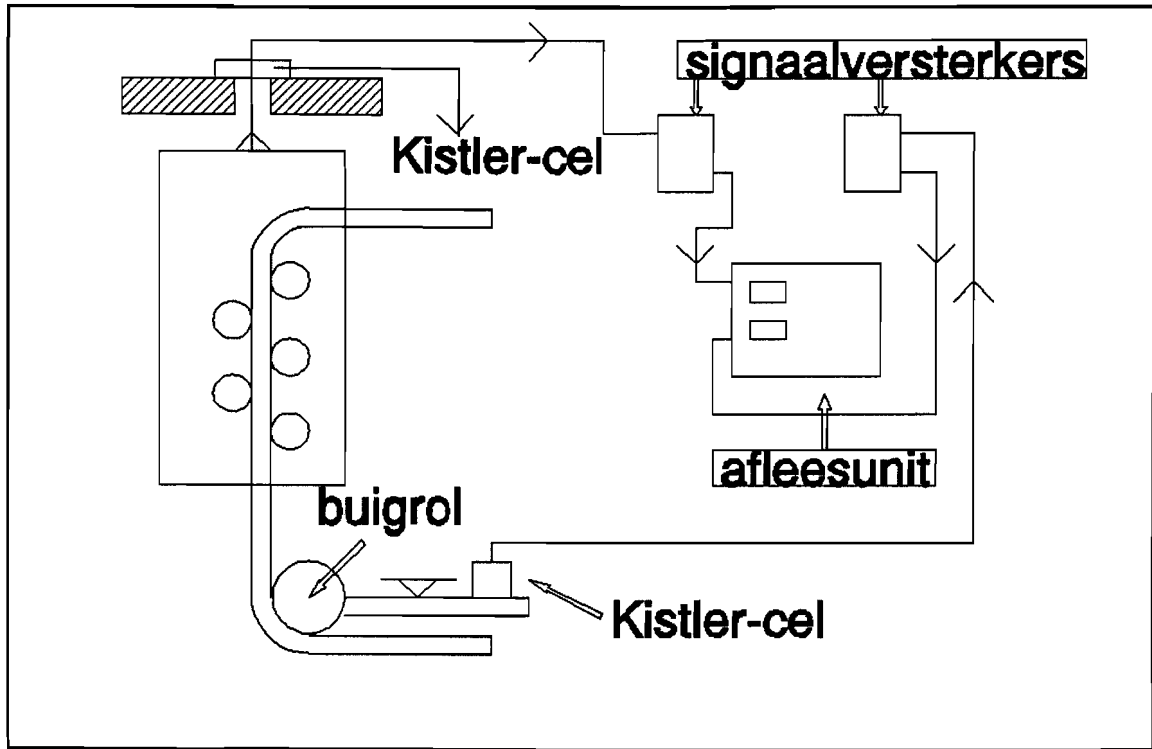
Micro-Vickers:

Hardheidsmeter volgens de Vickers methode. Deze is echter, om de kleine indrukkingen te meten, op een microscoop gemonteerd. Hierbij wordt dus de hardheid Vickers op een microscoop uitgevoerd, en gemeten.

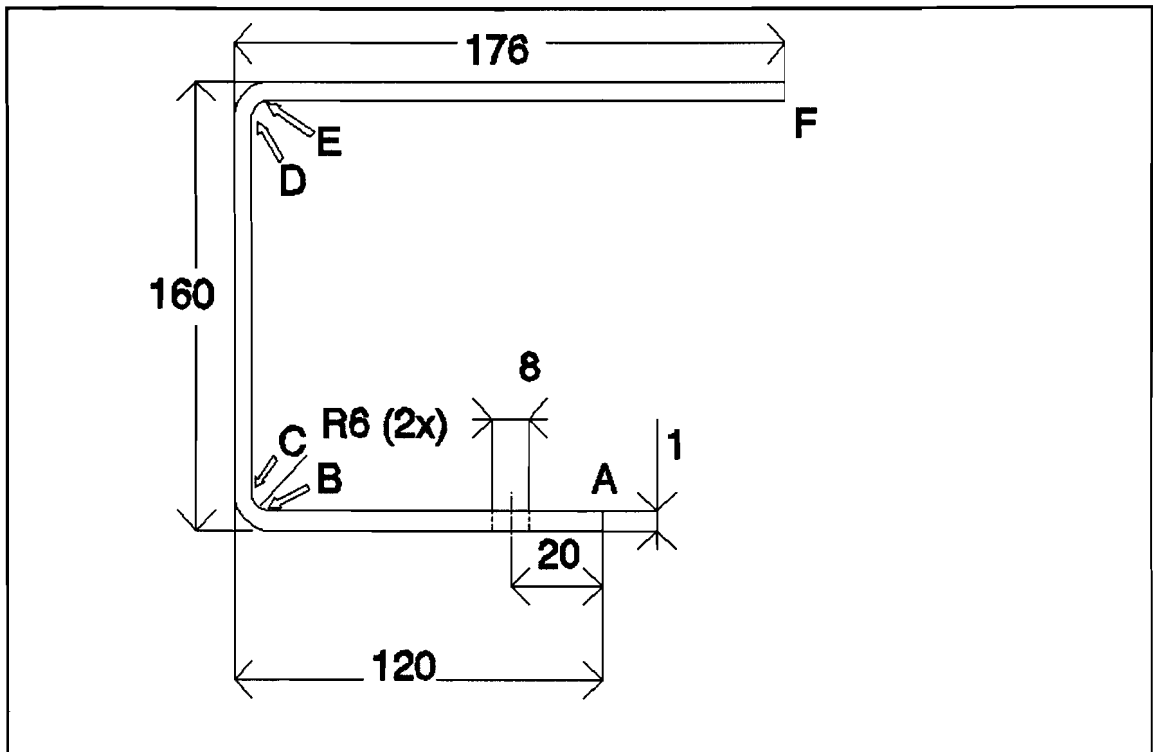
BIJLAGE 1 HOUNDSFIELD TENSOMETER TREKMACHINE



BIJLAGE 2 AANSLUTSCHEMA KISTLER-CELLEN



BIJLAGE 3 AFMETINGEN STRIP VOOR STRIPTREKKEN



BEREKENEN UITGESLAGEN LENGTE VAN DE STRIP

Van A naar B	$120 - 6$	$=$	114	mm
Van B naar C	$(2 * \pi * 6) : 4$	$=$	9,4	mm
Van C naar D	$160 - (2 * 6)$	$=$	148	mm
Van D naar E	$(2 * \pi * 6) : 4$	$=$	9,4	mm
Van E naar F	$176 - 6$	$=$	170	mm
			<hr/>	
			450,8	mm ⁺

BIJLAGE 4 STRIPTREKUNIT DOORSNEDE

