

# Grondslagen van het onderzoek naar de thermische slijtage van snijdend gereedschap

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

Veenstra, P. C. (1968). *Grondslagen van het onderzoek naar de thermische slijtage van snijdend gereedschap*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek : WT rapporten; Vol. WT0190). Technische Hogeschool Eindhoven.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1968

**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.

BB 435434



technische hogeschool eindhoven

laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek

rapport van de sectie: Verspaning

titel: Grondslagen van het onderzoek naar de thermische slijtage van snijdend gereedschap

auteur(s): P.C. Veenstra.

sectieleider: Chr. Bus ing.

hoogleraar: Veenstra

samenvatting

het rapport bedoelt een leidraad te geven voor het slijtage onderzoek en een basis te geven voor het maken van een proefopzet.

prognose hoopvol

blz ① van 13 blz.

rapport nr. 0190

codering:

F.7.a.

trefwoord:

verspaning

datum:

15-2-68

aantal blz,

19

geschikt voor publicatie in:

intern

# -1 Algemeen

Wit het werk op het gebied van de slötage is een min of meer empirische relatie bekend :

$$I = Z \cdot \frac{N \cdot l}{\delta H} \quad \text{--- --- --- --- } l$$

Waarin :

$I$  = weggesloten volume  $[mm^3]$

$N$  = normaal belasting  $[N]$

$H$  = hardheid van het slötend materiaal

$l$  = slötage diepte  $[mm]$   $[N/mm^2]$

$Z$  = slötage coëff.  $[-]$

De formule is afgeleid voor het geval dat een harde slötter over een zachter materiaal wordt bewogen.

Zoals uit 1, duidelijk is, is de groothed  $Z$  een dimensioneel getal. Deze coëff. is specifiek voor gegeven parities van materiaal onder gegeven en bepaalde condities.

Bekend is dat de temperatuur nergens een belangrijke rol speelt en aanvullend wordt dat deze coëff. berekend wordt door een exponentiële relatie met betrekking tot de diepte :

$$Z = Z_0 \cdot e^{-\frac{l}{kH}}$$

Waarin :

$\bar{U}$  = specifieke energie [J/g], resp [J/mol]

$\Theta$  = absolute temperatuur in het contact vlak [°K]

$R$  = gasconstante [J/g·°K] resp [J/mol·°K]

$Z_0$  = absolute slijtage index. [-]

- 2. Kalkslijtage

- Deze vorm van slijtage treedt globaal gezien op in een gebied bepaald door:

$d$  = snekediëpte [mm]

$l_c$  = spancontact lengte [mm]

$h_d$  = locale kalkdiepte. [mm]

Het wil de kalk aangesloten volume is te formuleren

als:

$$\bar{I} = \int_0^l d l_c h \quad \text{--- (3)}$$

waarin

$\int_0^l$  = verspreiding van de kalk

$h$  = gemiddelde kalkdiepte in een vlak in

de richting van  $d$  naar het diepste punt

Om in te stellen:

$$\bar{I} = \int_0^l d h \quad \text{--- (4)}$$

waarin  $\int_0^l$  = verspreiding van verspreiding in de

gemiddelde kalkdiepte.

- Het blijkt dat in het geval van een lage omke-  
 kstik geldt :

$$\bar{I} \approx \frac{c}{\omega} \Delta L_c \quad \text{--- (6)}$$

- Het is een zaak wat naar meer zeker gericht op het  
 vaststellen van de structuren  $f$  en  $f'$  en de mate van  
 overdracht daarvan.

- Uit de relaties 1), 2) en 4) volgt :

$$f \cdot \Delta L_c h = Z_0 \frac{N_c}{8H} e^{-\frac{U}{R\theta_k}} \quad \text{--- (6)}$$

Hierin is  $\frac{N}{\Delta L_c} = \frac{P_T}{\Delta L_c}$  , waarbij  $P_T$  de norma-  
 draat  $\times$  het spanvlak is.

Verder is  $L = \frac{V}{\lambda}$  , de uitbreiding van de span laag  
 het op een vlak tegevoerd de  
 de spanvlak  $\lambda$ , de  
 de snelheid  $v$  is de tijd  $t$

- Uit de vooropzettingen in eigen :

$$\frac{P_T}{\Delta L_c} = \bar{I}_s \frac{a}{L_c} \frac{c}{\omega} \frac{1}{f}$$

terwijl  $\lambda = \frac{c \cdot 1000}{8 \cdot f \cdot \rho}$

- Hierin is  $v$  is de ...

$$v_t = \frac{3H}{Z_0} \cdot \frac{1}{\tau_s} \cdot f_h \frac{l_c}{a} \frac{\cos(\phi + \beta - \delta) \cos(\beta - \delta)}{\cos \beta} e^{\frac{U}{R\theta_k}} \quad \dots \quad (7)$$

- hierin wordt gevend

$$\Gamma_k = \frac{\cos(\phi + \beta - \delta) \cos(\beta - \delta)}{\cos \beta}$$

deze graadheid is een dynamische weg en toepassing van de nulafwijking

$$2 \tan(\phi + \beta - \delta) = \tan(\beta - \delta) + \tan \phi$$

te bepalen in afhankelijkheid van de verspanningscondities, welke we vinden van  $\tau_s$

Het uitsluitende negatieve  $\delta$  is een puntje van v lage experimentele gegevens met het werk van  $\tau_s$  en met de uitkomsten van de dynamische analyse bij het temperatuurverschillen.

Tenslotte is  $\Theta_k$  met de verspanningscondities te berekenen, welke we vinden in het specifiek onderzoek betreffende methode.

Wordt verg. 7) geschreven als:

$$\Gamma_k = \frac{3H}{Z_0} \cdot f \cdot \eta \cdot \frac{1}{\tau_s} \cdot \frac{l_c}{a} \cdot \Gamma_k \cdot e^{\frac{U}{R\theta_k}} \quad \dots \quad (8)$$

waarin  $\Gamma_k$  de stroom is kenmerk van het criterium  $\tau_s$ , dus de gebruiksdur, om is het  $\tau_s$  met  $\tau_s$  van de Taylor relatie

- De relatie is kwalitatief in overeenstemming met de realiteit.

- toenemende  $\bar{L}_S$  doet  $T_K$  progressief afnemen, door combinatie van de factor  $\frac{1}{T_S}$  met de lineaire invloed van  $\bar{L}_S$  op  $\Theta_K$ .

- toenemende snijwijdte heeft om deze zelfde redenen eenzelfde effect, zĳ het is iets minder sterke mate omdat  $\Theta_K$  minder met lineair wordt beïnvloed en wantast  $\bar{L}_S$  is  $\frac{r}{\lambda}$  v. - deze functie kan v. zĳ.

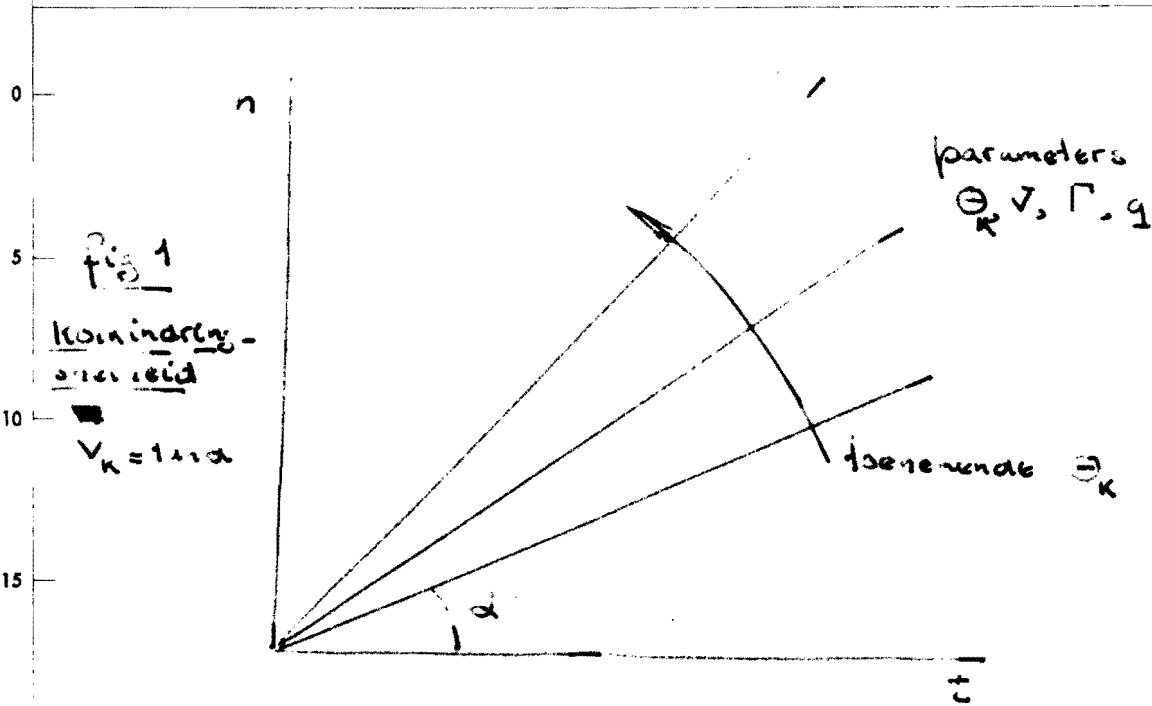
- toenemende  $\frac{L_c}{a}$  verhoogt de gemiddelde waarde, in de eerste plaats door de directe invloed van deze factor en daarnaast door de toenemende waarde van  $\Theta_K$ .

- Het eerste deel van het onderzoek is inhoudelijke verificatie van verg. 3.

- Dit kan bevestigend getuigen van een correctie zĳ er is de verg. 2 alle problemen inhoudelijk - inhoudelijk om de verg. 2 uit te werken met de oriëntatie van de problemen - de waarde  $\bar{L}_S$  en  $\bar{L}_c$ .

De formule suggereert ook dat de waarde van  $\bar{L}_S$  is in verband met de  $T_S$  waarde, zĳ het nu de relatieve waarde of de absolute waarde, v. zĳ.

Dit suggereert ook dat de waarde van  $\bar{L}_S$  is in verband met de waarde van  $\bar{L}_c$  en  $\bar{L}_S$ .



— Een en ander is afhankelijk van krimpingsgrenswaarde

$$V_k = \frac{n}{t} = \tan \alpha \quad \text{--- (9)}$$

te definiëren, en daarmee het dimensionloze nomen

$$w = \frac{V_k}{v} \quad \text{--- (10)}$$

— waarmee uit (7) volgt:

$$w = \frac{Z_0}{3H} \cdot \sqrt{\frac{1}{f}} \cdot T_s \cdot \frac{a}{t_c} \cdot \frac{1}{\Gamma_k} e^{-\frac{J}{R\Theta_k}} \quad \text{--- (11)}$$

— wordt verondersteld dat  $H$  en  $f$  in een ruim gebied van condities constant zijn, dan volgt in principe uit twee metingen van het type van fig. 1 voor verschillende waarden van een parameter of een specifieke waarde:



$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{\left( \frac{1}{L_0} \frac{a}{L_2} \frac{1}{\Gamma} \right) \bigg|_1}{\left( \frac{1}{L_0} \frac{a}{L_2} \frac{1}{\Gamma} \right) \bigg|_2} \cdot \frac{U}{R} \left( \frac{1}{\Theta_2} - \frac{1}{\Theta_1} \right) K$$

En dus :

$$U = \frac{R}{\frac{1}{\Theta_2} - \frac{1}{\Theta_1} K} \left( \frac{W_1}{W_2} \frac{\left( \frac{1}{L_0} \frac{a}{L_2} \frac{1}{\Gamma} \right) \bigg|_2}{\left( \frac{1}{L_0} \frac{a}{L_2} \frac{1}{\Gamma} \right) \bigg|_1} \right)$$

Met geen gescreten wordt nu :

$$\bar{U} = \frac{R}{\frac{1}{\Theta_2} - \frac{1}{\Theta_1} K} \ln \frac{\Gamma_{12}}{\Gamma_{21}} \quad \text{--- --- --- } \frac{1}{L_2}$$

- Op deze wijze kan langs experimentele weg de grootte van de specifieke energie  $\bar{U}$  worden bepaald voor verschillende meetonderdelen.

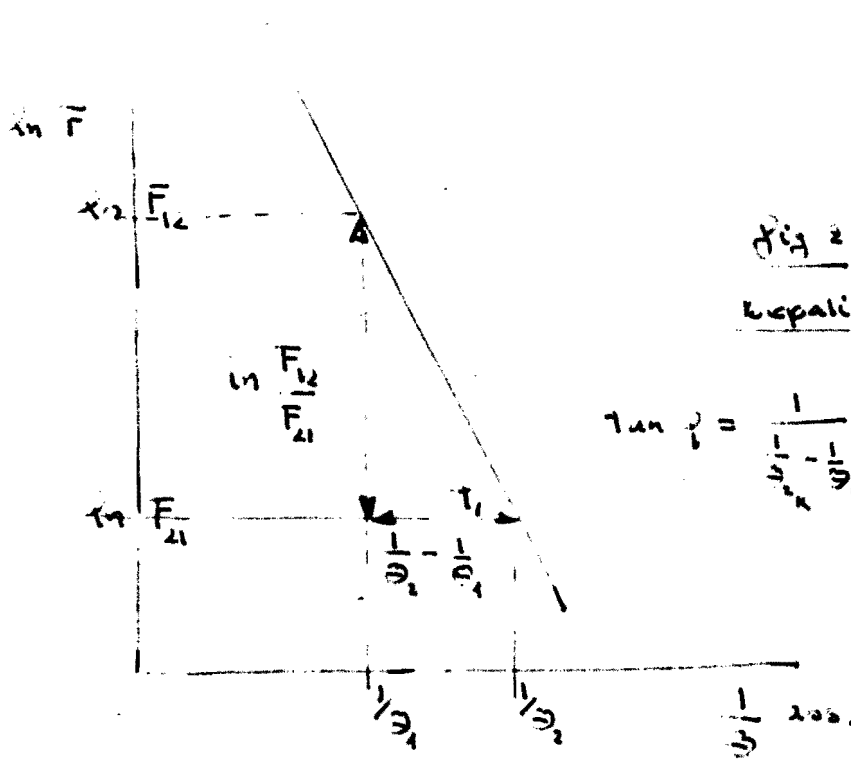
- De samenhang met de thermodynamische parameters kan worden worden ingezien.

- Hierna volgt op zijn beurt uit de verg. (1) met de reeds bekend gescreten waarde van  $w$  de waarde voor  $\frac{Z_2}{Z_1}$  als een vrijwel kenmerk voor de kwaliteit van een meetonderdeel.

- Zoals in § 4 zal blijken kan dit door ook bereikt worden met behulp van integrale meting van het massa verlies als gevolg van de afstroom.

— Uit de verg. 12) blijkt dat isolien in  $F$  wordt uitgezet tegen  $\frac{1}{\sigma_k}$  (assintot), zoals  $f_{12}$  &  $f_{21}$  en de waarde van de specifieke energie der vandaal gescheiden te bepalen is als

$$\bar{J} = r_i \tan \varphi$$



$$\tan \varphi = \frac{1}{\frac{1}{\sigma_2} - \frac{1}{\sigma_1}} \times r_i \frac{F_{12}}{F_{21}} = \frac{r_i C}{\sigma_1 \sigma_2}$$

— Met de verkregen karakteristieke gestroomde  $J$  en  $\frac{\sigma H}{Z_0}$  is functie  $\delta_j$  numeriek te berekenen voor een gegeven keuze van het criterium  $n^*$ . Inzelfopbouw is  $T_k$  evenredig met de waarde  $r_i^*$ .

Via de dynamometrische en thermometrische relaties is uiteindelijk  $T_k$  te formuleren voor een gegeven materiaal als functie van slijtoverheid en oppervlakte (spareequivalent)

Het onderzoek is gericht op verificatie van de aldus verkregen wettelijke uitkomsten, van formule 3.

Opin: deze onderzoek discipline berust niet op een sirkelredenering waarin  $\bar{J}$  en  $\frac{\partial H}{\partial t_0}$  bepaald worden uit gebruikduur grootten, waarin de uitkomsten gebruikt worden voor het vaststellen van de gebruikduur.

Om deze beide eenheden te streken worden bepaald de technisch extreme condities en de vraag is op welke wijze van de aldus verkregen waarde de formule 3 met de gebruikduur onder welke condities kan worden toegepast. De feite is hier was een technische gebruikduur met een waarde van 1000.

3 Vrijloopvlaksligting

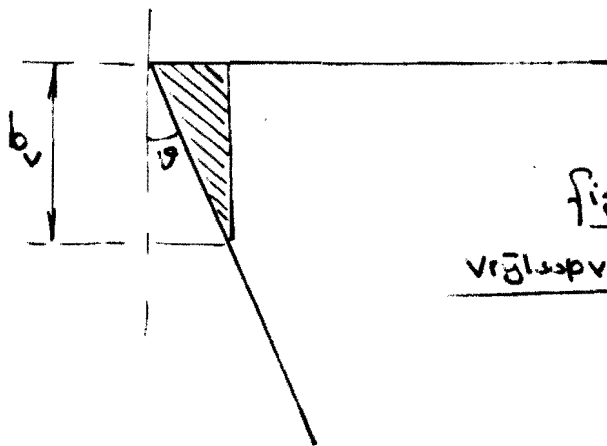


fig. 3  
Vrijloopvlaksligting

- Naar fig. 3 wordt het sligtige volume aan het vglingsvlak gegeven door:

$$I_v = \frac{1}{2} b_v^2 d \tan \alpha \quad \text{--- (13)}$$

waarin:  $d$  = sneediepte

$b_v$  = sligtbreedte

$\alpha$  = vglingshoek. (niet de vglingshoek)

- De normaalkracht op het gesloten vlak wordt gegeven door

$$F_v = \bar{c}_0 \cdot a \cdot d \cdot \frac{\sin(\beta - \alpha)}{\sin \phi \cos(\phi + \beta - \alpha)}$$

$$\text{of } F_v = \bar{c}_0 \cdot a \cdot d \cdot \frac{1}{\Gamma_v} \quad \text{--- (14)}$$

$$\text{waarin } \Gamma_v = \frac{\cos(\phi + \beta - \alpha) \sin \phi}{\sin(\beta - \alpha)}$$

- uit de verg. 13, 14 en 15 volgt:

$$\frac{1}{2} b_v^2 d \tan \alpha = \frac{3H}{2Z_0} \cdot \bar{c}_0 \cdot a \cdot d \cdot \frac{1}{\Gamma_v} \cdot v \cdot t \cdot e^{-\frac{u}{R\theta_v}} \quad \text{--- (15)}$$

en dus:

$$v \cdot t = \frac{3H}{2Z_0} \cdot \frac{1}{\bar{c}_0} \cdot \frac{b_v^2 \tan \alpha}{a} \cdot \Gamma_v \cdot e^{\frac{u}{R\theta_v}} \quad \text{--- (16)}$$

en vervolgens voor de gebruikskoor:

$$\Gamma_v = \frac{3H}{2Z_0} \cdot \frac{1}{\bar{c}_0} \cdot \frac{b_v^2 \tan \alpha}{a} \cdot \Gamma_v \cdot e^{\frac{u}{R\theta_v}} \quad \text{--- (17)}$$

— Ook deze relatie is in kwalitatieve overeenstemming met de observatie:

— de slagbreedte verloopt ongeveer met de wortel uit de slagbol

— toenemende waarde van  $T_0$  doet de standtijd progressief afnemen, juist als bij de rijkslag.

— de invloed van de aanzet is niet onmiddellijk duidelijk, daar  $T_0$  een afnemende functie van  $a$  is.

Energies geeft uit zijn wet dat de standtijd met toenemende  $a$ , ongeveer is er de progressieve invloed van  $a$  naar de factor  $\frac{1}{a}$  en de invloed van  $\frac{1}{a}$ . De laatste conclusie overeenkomstig, en de geschiedenis neemt af met toenemende aanzet.

— de progressieve invloed van  $1$  is zeer zwaar.

— Het probleem wat nu rijt is om de waarde  $\Theta_v$  niet bekend is, indien althans sprake is van versnellingen met de theoretische waarde. Het valt een resultaat, zegt het resultaat is dat de gemiddelde temperatuur is het oploskosten van.

— Evenwel zegt uit het verloop de van het beitelmechanisme is de gepresenteerde relatie met het verloop de ~~van~~ karakteristieke zwaartekracht  $\frac{1}{2} \frac{M}{L}$  bekend gevonden.

- Substitutie hiervan in verg. 16 en een relatie die het verloop van  $\epsilon_v$  vastlegt als functie van  $t$  van gegeven verspaningscondities laat toe  $\epsilon_v$  te berekenen.
- Aldus kan een uitspraak worden gedaan over de verhouding  $\frac{\partial \epsilon_v}{\partial t}$  bij gegeven condities van verspaning.

#### - 4 Volumetrische (massa) slijtage

- Uit verg. 7) volgt :

$$vt = \frac{3H}{Z_0} \cdot \frac{1}{L_s} \frac{I_k}{ad} \Gamma_k e^{\frac{U}{R\theta_k}}$$

met :  $I = vadt$  het verspannd materiaal volume in de slijgtijd  $t$

volgt de dimensionele relatie :

$$\frac{I_k}{I} = \frac{Z_0}{3H} \frac{1}{L_s} \frac{1}{\Gamma_k e^{\frac{U}{R\theta_k}}} \quad \text{--- (18)}$$

- Op dezelfde wijze volgt uit verg. 16)

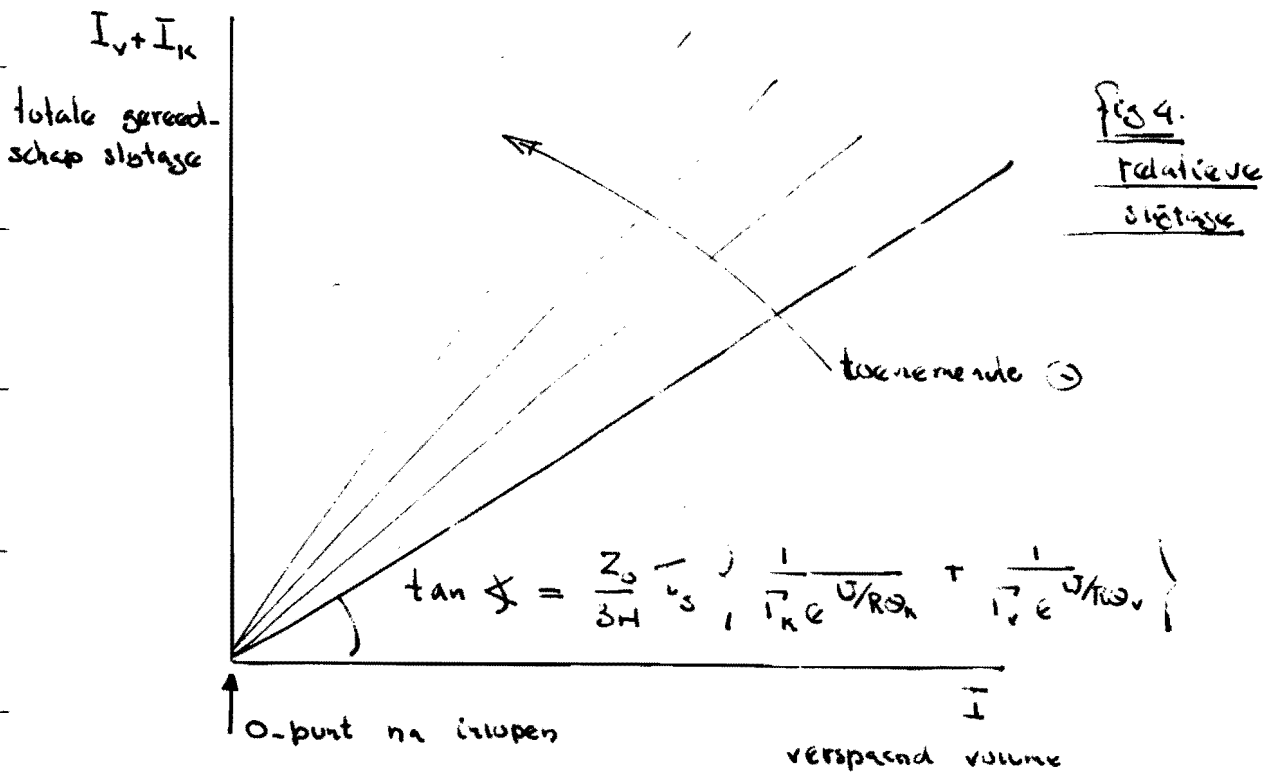
$$\frac{I_v}{I} = \frac{Z_0}{3H} \frac{1}{L_s} \frac{1}{\Gamma_v e^{\frac{U}{R\theta_v}}} \quad \text{--- (19)}$$

- Hieruit volgt een betrekking tussen het volumetrisch materiaalverlies ~~van~~ uit de kolk en van het vrijloop vlak voor een gegeven volume verspannd materiaal :

$$\frac{I_v}{I_k} = \frac{\Gamma_k e^{\frac{U}{R\theta_k}}}{\Gamma_v e^{\frac{U}{R\theta_v}}} = \frac{1}{2} \frac{\sin 2(\beta - \alpha)}{\sin \phi \cos \beta} e^{\frac{U}{R} \left( \frac{1}{\theta_k} - \frac{1}{\theta_v} \right)} \quad \text{--- (20)}$$

- Hiervoor is uit te lezen  $\frac{M_v}{M_h}$  of  $\frac{G_v}{G_k}$ ,  
waarin  $M$  en  $G$  resp. de massa en het gewicht weergeven.
- De formule drukt uit dat de volumetrische krukstijging en de vryloop vlakstijging voor een lijgelopen beitel in konstante versnuidig staan, nadat een door waarneming wordt bereald.
- De totale relatieve volumetrische stijging wordt gegeven door:

$$\frac{I_v + I_k}{I} = \frac{Z_0}{3H} \Gamma_s \left\{ \frac{1}{\Gamma_k e^{U/R\theta_k}} + \frac{1}{\Gamma_v e^{U/R\theta_v}} \right\} \quad \text{--- (21)}$$



- Als hypothese wordt gesteld

$$\Theta_v = n \Theta_k^m \quad \text{---} \quad \text{---} \quad (22)$$

waarmee verg. 21) overgaat in:

$$\frac{I_v + I_k}{I} = \frac{Z_0 \cdot T_s}{3H} \left[ \frac{e^{-U/R\Theta_k}}{T_k} + \frac{e^{-U/nR\Theta_k^m}}{T_v} \right] \quad \text{---} \quad (23)$$

- Deze vergelijking bevat 4 onbekenden  $\left\{ \frac{Z_0}{3H}, U, n, m \right\}$ .  
De grootte  $\Theta_k$  is door thermometrie te bepalen of te berekenen uit procescondities en dynamometrische gegevens.

Evenzo zijn  $\{ T_s, T_k, T_v \}$  door dynamometrie te bepalen

De grootheden  $\{ I_v + I_k \}$  zijn door weeging te meten, en tenslotte is  $I$  door tgd meting en procescondities vast te stellen.

- In principe zijn de 4 onbekenden door vier onafhankelijke metingen naar het schema van fig. 4 te bepalen.

Een veelheid van metingen kan enerzijds de nauwkeurigheid van vastlegging vergroten en anderzijds een widsprek doen over het al dan niet konstant zijn van  $H$  en is het bijzonder van  $m$  en  $n$ .

- Verdere verificatie van de uitkomsten kan worden verkregen door substitutie hiervan in de relaties 20j, en in het bijzonder in 17j en 2j.

- Nochtan blijft het eivul de bepaling van  $\left\{ \frac{Z_0}{3H}, U \right\}$



Ook uit te voeren volgens de in § 2 beschreven weg, omdat daarbij de hypothese verg. 22. niet wordt gebruikt. Overeenstemming van uitkomsten is evenwel een aanwijzing voor de juistheid van het gestelde.

### ε Programma van onderzoek.

- Zoals uit het vorige duidelijk is zijn zowel thermometrische als pyrometrische gegevens vereist. Inzake soorten staan uit voorgaand werk ter beschikg., zodat het volgende onderzoek in principe met een normale draaibeitel zou kunnen uitgevoerd. Evenwel is er geen zekerheid dat de thermische eigenschappen van deze beitel dezelfde zijn als die van de proefbeitel. Door betere warmtegeleiding blijft de temperatuur in de standaard beitel sneller waarschijnlijk lager. Daarom is het juist de experimenten uit te voeren met de temperatuur-beitelhouder, zo niet met de thermo-dynamometer, waarbij alle relevante gegevens ondermeer middels de datalogger ter beschikg. komen.

### 1 Integrale stitagemetig.

- Volgens de methode Siebers wordt door weging het integrale massaverlies van het gereedschap - en daarmee het integrale volume verlies - bepaald. (verg. 23  $I_v + I_m$ ).

De onafhankelijke variabelen hierbij zijn  $\bar{I}$  en  $\Theta_K$ , zo zien

uit de proces condities.

- Een grafiek dient te worden verkregen naar fig 4. van  $I_v + I_k$  als functie van  $I$  met  $\Theta_k$  als parameter binnen het gebied van technologisch aanvaardbare condities.

- Met behulp van een mathematische numerieke discretisatie volgen hieruit waarden voor  $\left\{ \frac{Z_0}{\Delta t}, \bar{w}, \eta, n \right\}$ , en een uitspraak van waarden geldend voor de mate van invariantie.

- Het vereist voldoende tijd om de nodigen, naar een rekenvoet te stellen systeem, welke de maximale rekenwijde  $n$  - bij welke een serie van eigenschappen - als de grensvaak slötige breedte  $b_p$  en functie van  $I$  bij var  $Z$  nauw te bepalen met het op de bepaling van  $I$  volgens  $Z$  en de verijndies van de functie  $Z$  en  $b_p$ .

- In eerste instantie dient met meer een van vieldereid waarden te worden, waarbij de proces condities redelijk uitdruk kunnen zijn.

- Grote aandacht dient te worden gegeven aan het <sup>inlopen</sup> "inlopen" van het gereedschap - dus om de definitie van het nulpunt van het waardenstelsel, en de verrijndies daarvan in de mathematische formulering. Waarschijnlijk gaat dit in het bijzonder voor de eerste rekenwijde, waarbij de initiële wijziging verastawaat en welke samen als een constante term  $b_p$  uitdrukkelijka van de proces condities is het verdere uitgangseroep :

$$\bar{I}_v = \bar{I}_0(v) + \bar{I}_v(t) \quad \text{--- (24)}$$

2 Meting van kolkstijging

- Door meting dient het al dan niet reël 267 van fig. 1 te worden vastgesteld en daarmee de definitie van  $v_h$  volgens formule 9) als een konstante.
- Daarna dient uit de waarnemingen volgens de beschreven procedure (§ 2) de grafiek fig 2 te worden opgesteld, waaruit de specifieke energie  $\bar{J}$  wordt gevonden.
- Tevens kan de grootte  $\frac{Z_0}{\partial H}$  worden bepaald en een uitspraak worden gedaan over de mate van invariantie.
- Vastgesteld kan worden of de aldus verkregen waarden overeenkomen met die gevonden door integrale stijging meting. Is dit het geval, dan kunnen de zo te met verslag beperken tot deze laatste methode.

3 Gebruiksduur

- Indien verg. 22) van toepassing blijkt kan uit verg. 23) een relatie voor de gebruiksduur worden afgeleid met

$$I^* = (\bar{I}_v + \bar{I}_h)^* \quad \text{als criterium :}$$

$$T = \frac{\partial H}{Z_0} \cdot \frac{1}{I_s} \cdot \frac{I^*}{\text{d.d.}} \cdot \frac{1}{v} \left[ \frac{1}{\frac{e^{-J/R\theta}}{I_h} + \frac{e^{-J/nR\theta}}{I_v}} \right] \quad \text{--- (25)}$$

— Experimenteel dient te worden nagegaan of het is mogelijk met de procedure onder normale condities te extrapoleren.

— Er dient een technische interpretatie te worden gegeven aan het criterium  $\bar{I}^*$ .

— uit var. 25 is te leiden onder welke condities de kritische  $\bar{I}^*$  en juist welke de verloopverhouding is. Dit heeft waarschijnlijk invloed op de keuze van  $\bar{I}^*$  in de kritische criterium.

4. De specifieke energie  $\bar{E}$   
 en de afstand  $\bar{L}$

— Het is een teken van het veranderen in conditie met de tijd  $\bar{E} = \frac{1}{n}$  vultalen de karakteristieke structuren.

— Het is ook mogelijk te vinden in de literatuur in het bijzonder  $\bar{E}$  en  $\bar{L}$  is het de theoretische waarde van de specifieke energie  $\bar{E}$ ,  $\bar{L}$ .