

Bepalen van de maximale stempelkracht door middel van dieptrekproeven op de Erichsen testbank

Citation for published version (APA):

Groot, de, M. T., & Net, van der, A. J. (1992). *Bepalen van de maximale stempelkracht door middel van dieptrekproeven op de Erichsen testbank*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Vakgroep Produktietechnologie : WPB; Vol. WPA1277). 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.

✓

Bepalen van de maximale
stempelkracht door middel
van dieptrekproeven op de
Erichsen testbank.

M.Th de Groot
A.J. van der Net

Maart 1992 WPA 1277

1. INLEIDING:

1.1 Beschrijving van de proeven:

Voor verschillende materialen zijn dieptrekproeven op de Erichsen testbank uitgevoerd. De maximale (stempel)kracht is bepaald.

Het doel van de experimenten is het onderzoeken van oppervlaktebeschadigingen die bij het dieptrekken kunnen optreden. Verder zijn de kracht-weg krommen geregistreerd, waarbij ook de maximale kracht een maat is voor de kwaliteit van de smering.

Bij de verschillende materialen is ook het gedrag van eventuele oppervlaktelagen van belang.

Hiervoor zijn twee series proeven verricht:

- * Bij de eerste serie wordt elk materiaal volledig diepgetrokken. De gehele wand van het zo ontstane proefstuk bestaat uit gedeformeerd materiaal, de bodem bestaat uit niet gedeformeerd materiaal.
- * Een tweede serie wordt diepgetrokken totdat de daarvoor benodigde kracht een maximale waarde bereikt. Het proefstuk dat dan ontstaat bestaat gedeeltelijk uit onvervormd materiaal (bodem), gedeeltelijk uit geheel vervormd materiaal (wand) en gedeeltelijk uit materiaal dat dubbele buiging of alleen stuik heeft ondergaan.

Om de invloed van de kwaliteit van de matrijs zo veel mogelijk te verkleinen wordt deze steeds gecontroleerd en indien nodig is de matrijs gepolijst.

Om te voorkomen dat resten van een van de twee smeermiddelen op de matrijs de meting met het andere smeermiddel beïnvloeden, wordt de matrijs bij het verwisselen van een materiaal of smeermiddel grondig gereinigd.

De proeven zijn uitgevoerd op een Erichsen testbank. Er wordt een strook materiaal aangevoerd, voorzien van het juiste smeermiddel. De machine snijdt uit deze strook een blank en deze blank wordt volledig diepgetrokken of diepgetrokken tot de maximale kracht. De machine meet de benodigde kracht en slaat bij de maximale kracht automatisch af.

De machine geeft twee signalen af; een signaal voor de benodigde kracht en een signaal voor de door de stempel afgelegde weg. Na het iken van deze twee signalen kunnen deze met behulp van een XY-schrijver worden geregistreerd. Van de gevonden kracht-weg krommen is in dit verslag van elke materiaal-smeermiddel combinatie een voorbeeld opgenomen. Van alle proeven is de maximale kracht uit de kromme bepaald. Alle bepaalde maximale stempelkrachten zijn opgenomen in de tabel.

1.2 Materialen:

De proeven zijn uitgevoerd met zes verschillende materialen en met twee smeermiddelen; talk en finarol. Voor elke combinatie zijn vijf proeven gedaan. De gebruikte materialen zijn:

- * Cockerill; St bekleed; $s_0=0.71$ mm.; Voor dit materiaal is de TUE code materiaal 1.
- * Sidmar-Ocas; St bekleed; $s_0=0.90$ mm.; Voor dit materiaal is de TUE code materiaal 2.
- * Hoogovens; St 15 onbekleed; $s_0=0.8$ mm.; Code Hoogovens: 8921; Voor dit materiaal is de TUE code materiaal 11.
- * Hoogovens; St 15 bekleed; Thermische zinklaag 10μ (hotdip); $s_0=0.7$ mm.; Code Hoogovens: 9121; Voor dit materiaal is de TUE code materiaal 12.
- * Hoogovens; St 15 bekleed; Elektrolytische zinklaag 10μ ; $s_0=0.7$ mm.; Code Hoogovens: 9122; Voor dit materiaal is de TUE code materiaal 13.
- * Hoogovens; St 15 bekleed; Duplex systeem: Elektrolytisch zinklaag 10μ , Primer 5μ , Topcoat polyurethaan; $s_0=0.76$ mm.; Code Hoogovens: 9120; Voor dit materiaal is de TUE code materiaal 14.

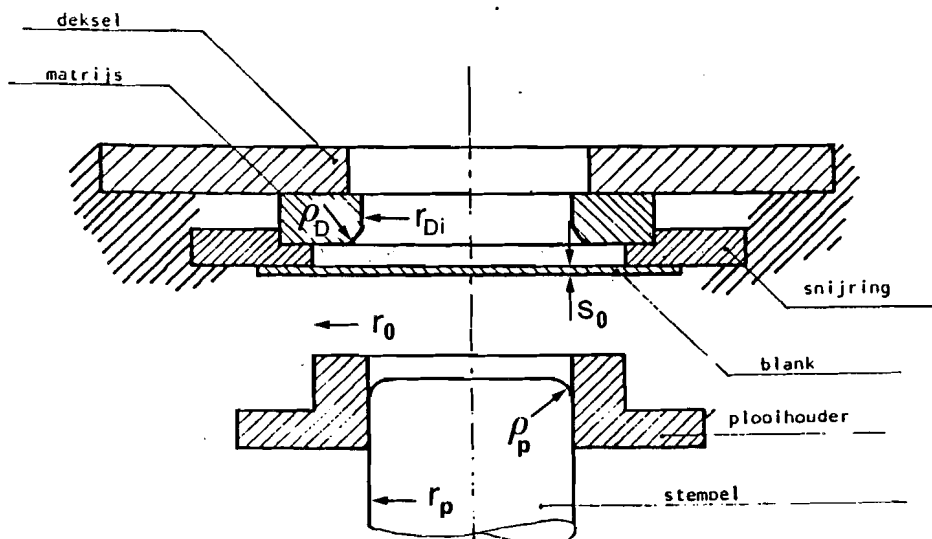
De materiaalparameters van deze materialen zijn bij de meetgegevens vermeld in de tabel, evenals de dikte s_0 . Voor meer uitvoerige data van de beproefde materialen wordt verwezen naar WPA rapport 1231.

1.3 Maten en instellingen:

1.3.1 Afmetingen van de gereedschappen

De afmetingen van de gebruikte gereedschappen zijn als volgt (zie ook tekening):

* r_{Di}	binnenstraal matrijs:	27.2 mm.
* ρ_D	matrijsafroning:	3.3 mm.
* r_0	straal blank:	49.0 mm.
* r_p	stempelstraal:	25.0 mm.
* ρ_p	stempelafronding:P	7.0 mm.



1.3.2 Instellingen van de schrijver

De schrijver is zodanig geijkt dat bij de kracht-weg krommen op het papier de volgende schalen gelden:

- * horizontaal: 1 cm. komt overeen met 5 mm. stempelverplaatsing.
- * verticaal: 1 cm. komt overeen met 5 kN (stempel)kracht.

Met behulp van deze waarden zijn de maximale krachten uit de tabel bepaald.

1.3.3 Andere grootheden

- * Uit de blankdiameter en de stempeldiameter is de trekverhouding β te bepalen:

$$\beta = 98/50 = 1.96$$

- * De plooihouderkracht is ingesteld op 11 kN en is voor alle proeven constant.
- * De stempelsnelheid is ingesteld op 1 mm/s en is voor alle proeven constant.

2. MEETRESULTATEN:

2.1 Tabellen van de maximale (stempel)kracht

MATE- RIAAAL	SMERING		MAXIMALE KRACHT BIJ VOLLEDIG DIEPTREKKEN; F_m in kN						MATERIAALPARAMETERS (C, n en ϵ_0 voor 45° t.o.v. walsrichting)			
	TALK	FINA- ROL	1	2	3	4	5	gem.	C	n	ϵ_0	S_0
1	*		30.75	30.75	31.25	31.25	31.75	31.15	496	0.214	0.006	0.71
1		*	38.00	38.50	38.50	39.50	39.50	38.80	496	0.214	0.006	0.71
2	*		42.50	42.50	42.50	42.50	43.25	42.65	510	0.245	0.000	0.90
2		*	48.50	48.50	48.25	48.25	48.25	48.35	510	0.245	0.000	0.90
11	*		36.00	36.00	36.00	35.00	35.00	35.60	531	0.291	0.000	0.80
11		*	40.00	41.50	42.00	42.00	41.50	41.40	531	0.291	0.000	0.80
12	*		32.00	32.00	32.50	32.25	32.50	32.30	522	0.246	0.007	0.70
12		*	37.75	37.75	38.00	37.75	37.75	37.80	522	0.246	0.007	0.70
13	*		30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	495	0.259	0.003	0.70
13		*	41.00	40.75	40.75	42.25	42.50	41.45	495	0.259	0.003	0.70
14	*		28.50	28.50	28.50	28.25	28.25	28.40	459	0.262	0.003	0.76
14		*	30.50	30.50	30.25	30.50	30.25	30.40	459	0.262	0.003	0.76
14	geen smering		29.50	29.25	29.50	29.25	29.50	29.40	459	0.262	0.003	0.76

MATE- RIAAL	SMERING		MAXIMALE KRACHT BIJ DIEPTREKKEN TOT DE MAXIMALE KRACHT; F_m in kN						MATERIAALPARAMETERS (C, n en ϵ_0 voor 45° t.o.v. walsrichting)			
	TALK	FINA- ROL	1	2	3	4	5	gem.	C	n	ϵ_0	S_0
1	*		33.00	31.75	31.75	32.00	32.00	32.00	496	0.214	0.006	0.71
1		*	39.50	39.50	39.75	40.00	40.00	39.80	496	0.214	0.006	0.71
2	*		41.00	40.75	41.00	42.00	42.50	41.45	510	0.245	0.000	0.90
2		*	47.25	48.00	48.00	47.75	47.50	47.70	510	0.245	0.000	0.90
11	*		39.50	38.00	38.00	37.50	37.50	38.10	531	0.291	0.000	0.80
11		*	41.50	41.50	40.50	39.50	41.00	40.80	531	0.291	0.000	0.80
12	*		31.25	31.25	31.25	32.25	32.25	31.65	522	0.246	0.007	0.70
12		*	38.00	37.50	36.50	36.50	37.00	37.10	522	0.246	0.007	0.70
13	*		30.25	29.00	29.00	29.00	29.00	29.25	495	0.259	0.003	0.70
13		*	39.00	41.25	40.50	40.50	41.00	40.25	495	0.259	0.003	0.70
14	*		27.50	28.00	28.75	28.00	28.50	27.95	459	0.262	0.003	0.76
14		*	30.00	30.50	30.50	30.50	30.50	30.40	459	0.262	0.003	0.76
14	geen smering		29.50	29.50	29.50	29.50	29.75	29.55	459	0.262	0.003	0.76

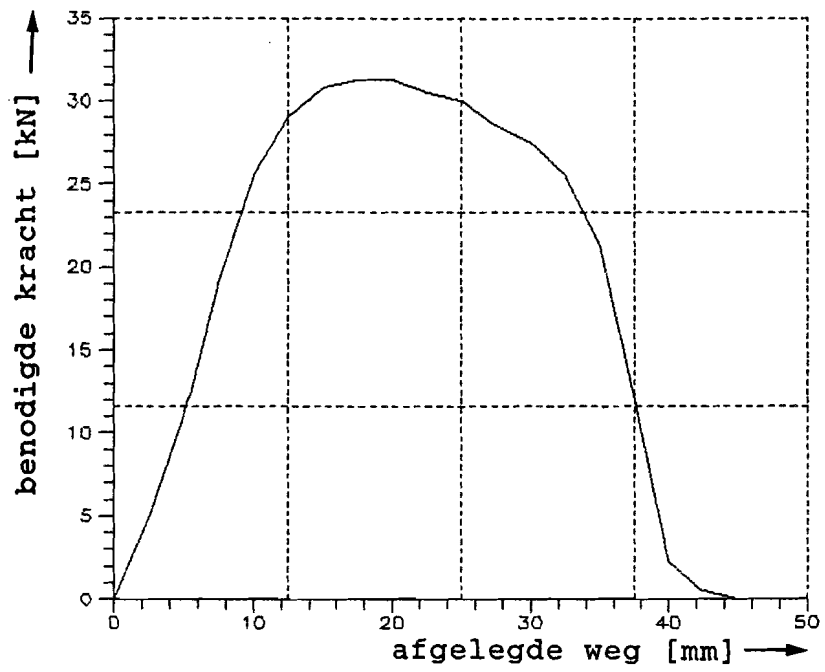
2.2 Kracht-weg krommen

De hierna volgende kracht-weg krommen zijn representatief voor een bepaalde combinatie van materiaal en smeermiddel. De vorm van de krommen is voor alle vijf de proeven van een bepaalde combinatie gelijk. De (kleine) variaties in maximale kracht zijn in de tabel af te lezen.

De grafieken zijn gemaakt door meetpunten op de grafiek af te lezen. Deze meetpunten zijn vervolgens ingegeven in de computer en hiermee is opnieuw een grafiek getekend. De door de schrijver getekende en de op deze manier gemaakte grafieken komen exact overeen.

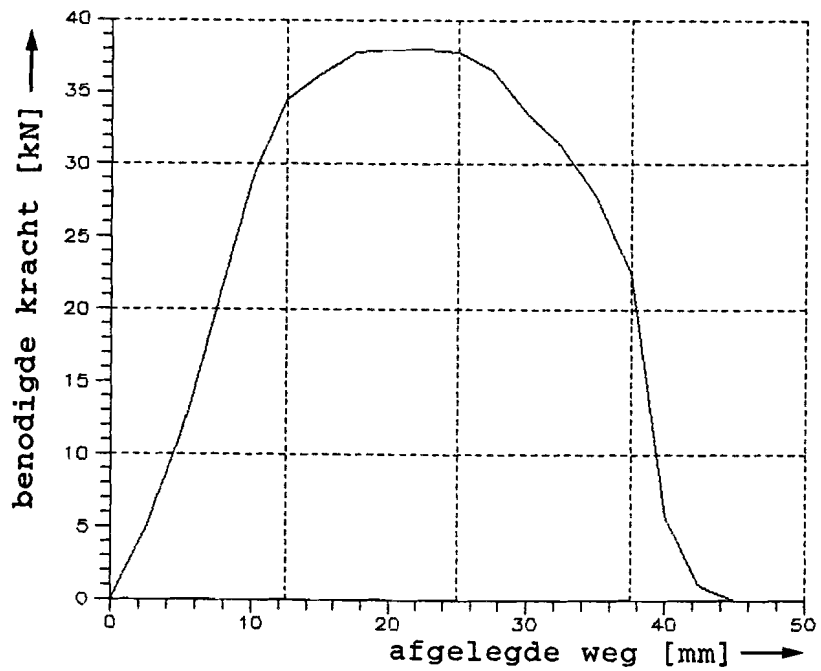
De waarde van de maximale kracht die in de grafieken is af te lezen mag als een gemiddelde van de gemeten waarden voor de vijf proeven worden beschouwd. De door de stempel afgelegde weg is in alle gevallen gelijk bij de volledig diepgetrokken proefstukken, nl. 50 mm.

Bij de proefstukken die zijn diepgetrokken tot de maximale kracht is de waarde van de afgelegde weg afhankelijk van de materiaal-smeermiddel combinatie. Ook hier is de waarde uit de grafiek als een gemiddelde te beschouwen.



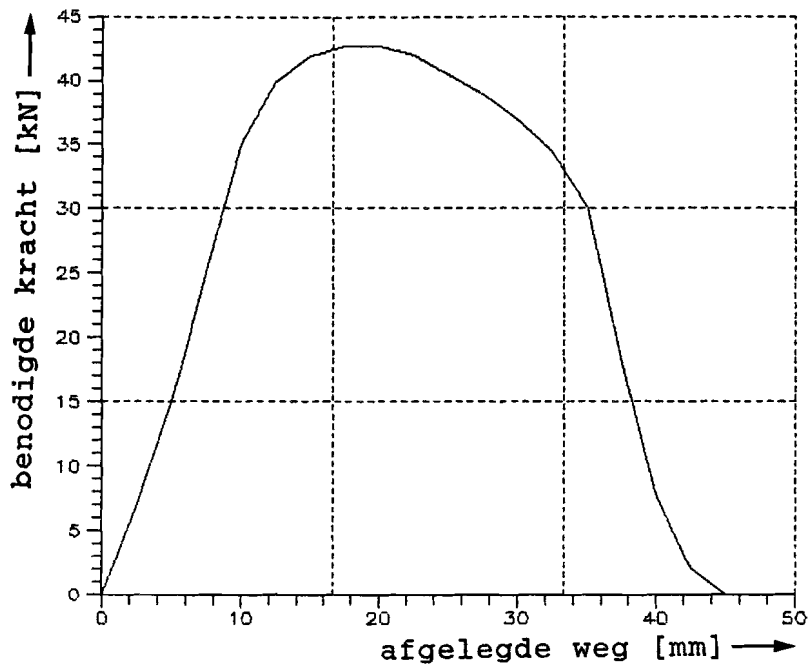
Figuur: 1

Volledig diepgetrokken
 Materiaal: 1
 Smering: talk



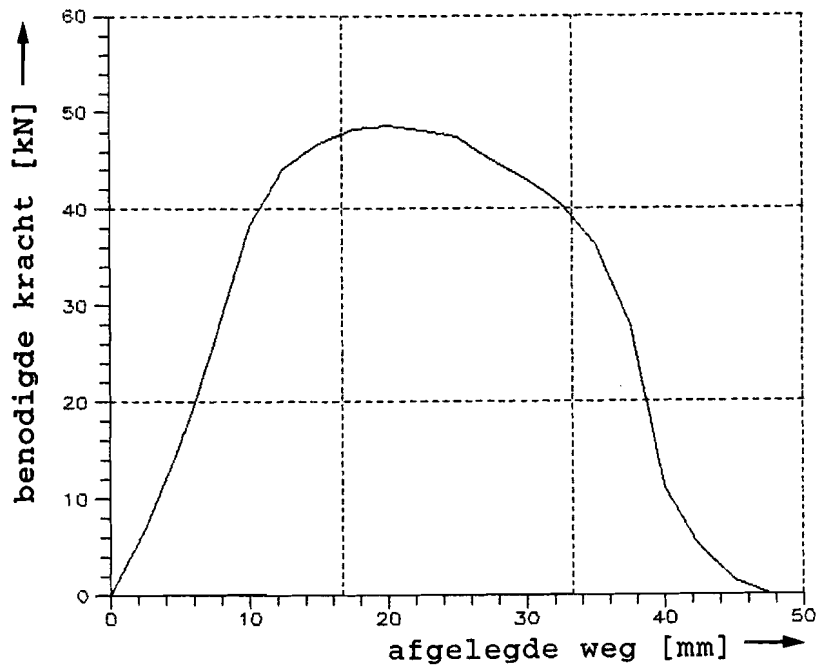
Figuur: 2

Volledig diepgetrokken
 Materiaal: 1
 Smering: finarol



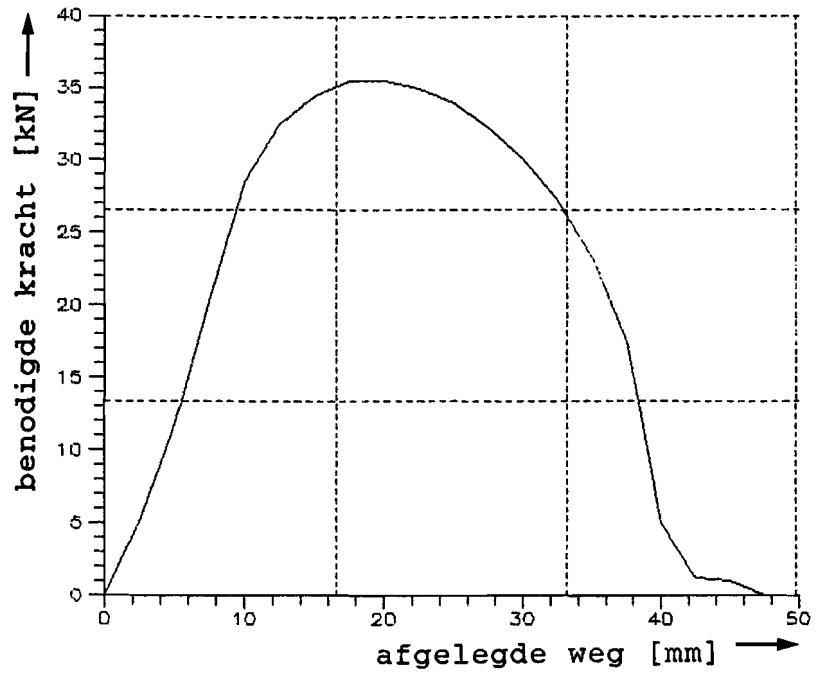
Figuur: 3

Volledig diepgetrokken
 Materiaal: 2
 Smering: talk



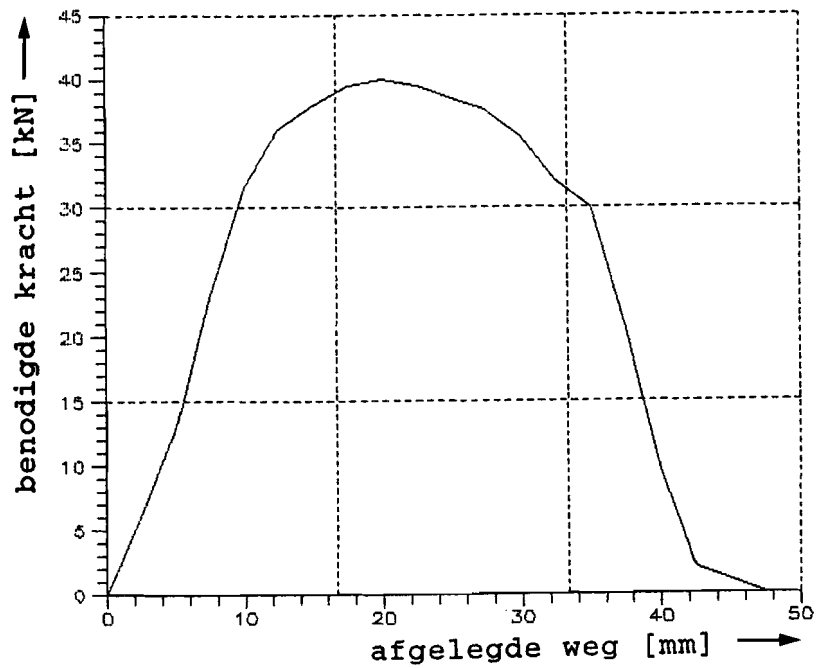
Figuur: 4

Volledig diepgetrokken
 Materiaal: 2
 Smering: finarol



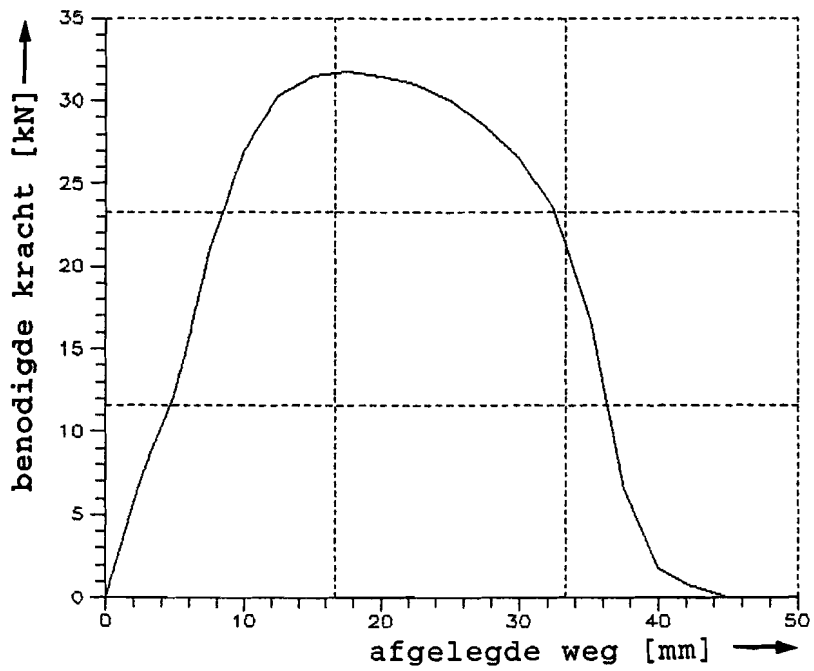
Figuur: 5

Volledig diepgetrokken
 Materiaal: 11
 Smering: talk



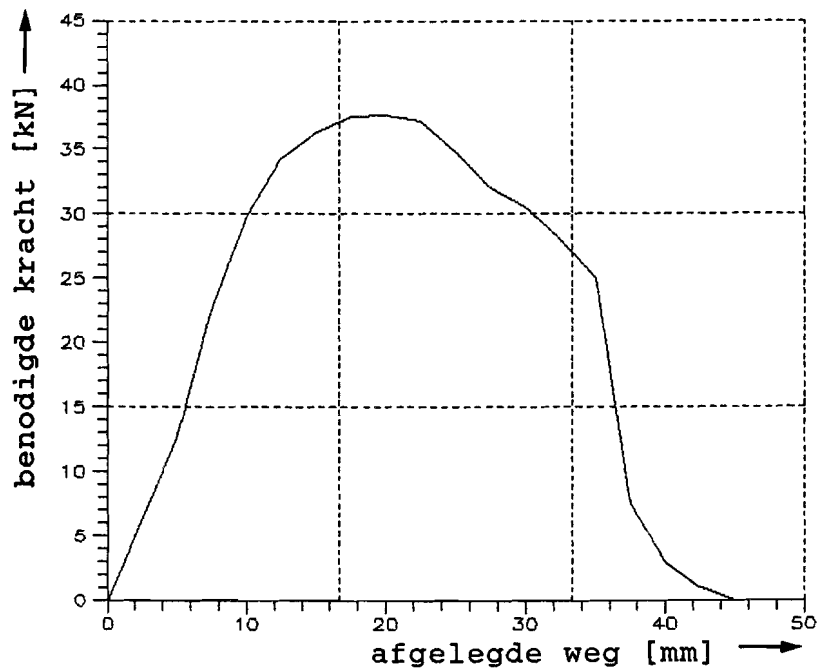
Figuur: 6

Volledig diepgetrokken
 Materiaal: 11
 Smering: finarol



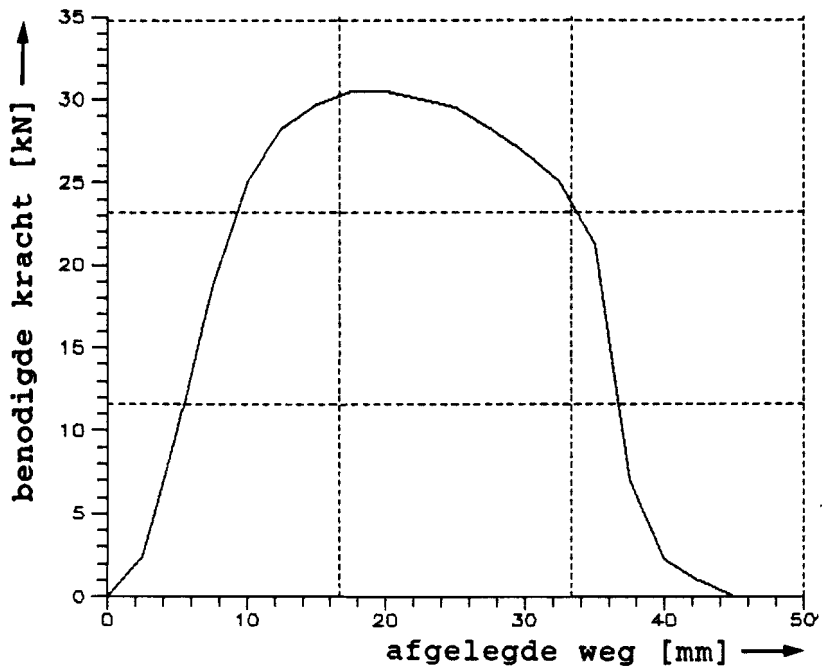
Figuur: 7

Volledig diepgetrokken
 Materiaal: 12
 Smering: talk



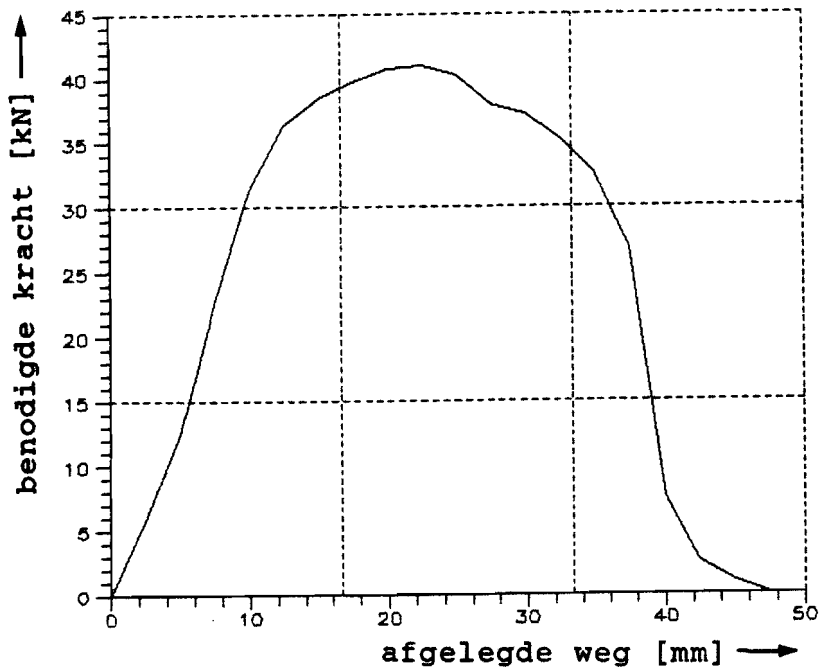
Figuur: 8

Volledig diepgetrokken
 Materiaal: 12
 Smering: finarol



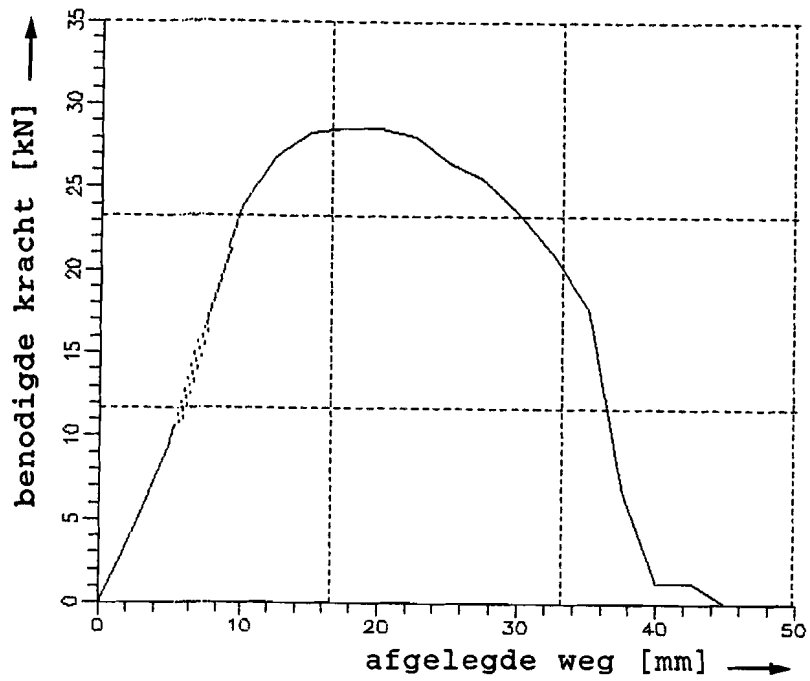
Figuur: 9

Volledig diepgetrokken
 Materiaal: 13
 Smering: talk



Figuur: 10

Volledig diepgetrokken
 Materiaal: 13
 Smering: finarol

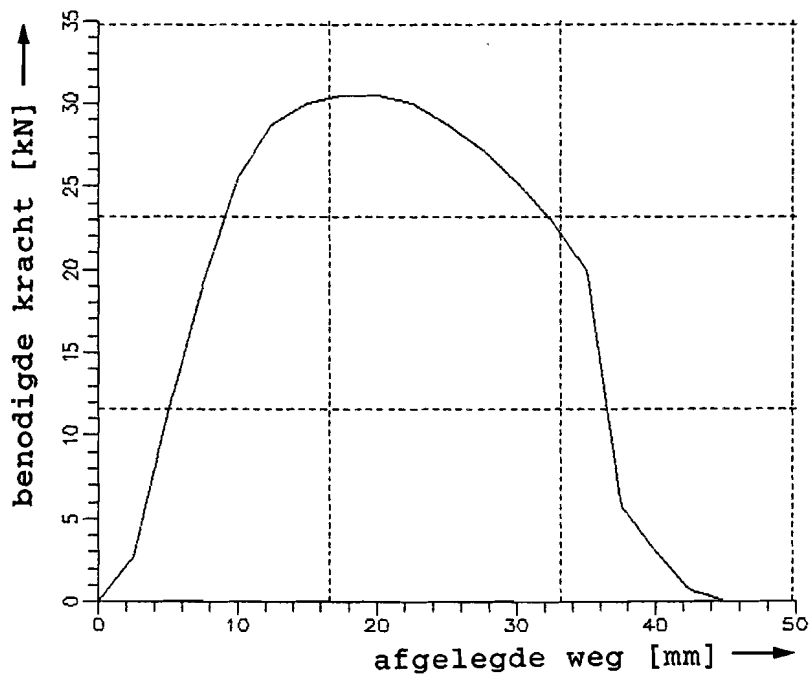


Figuur: 11

Volledig diepgetrokken

Materiaal: 14

Smering: talk

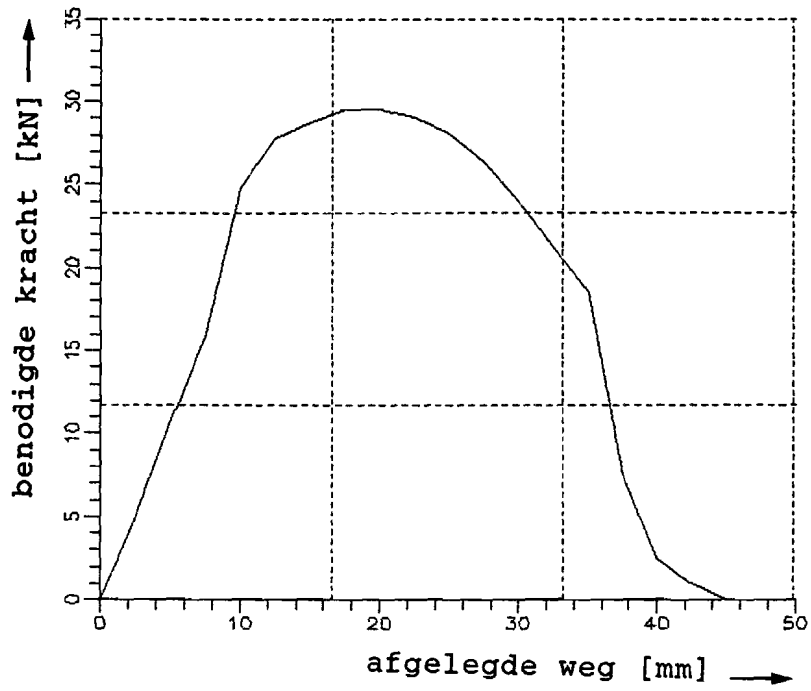


Figuur: 12

Volledig diepgetrokken

Materiaal: 14

Smering: finarol

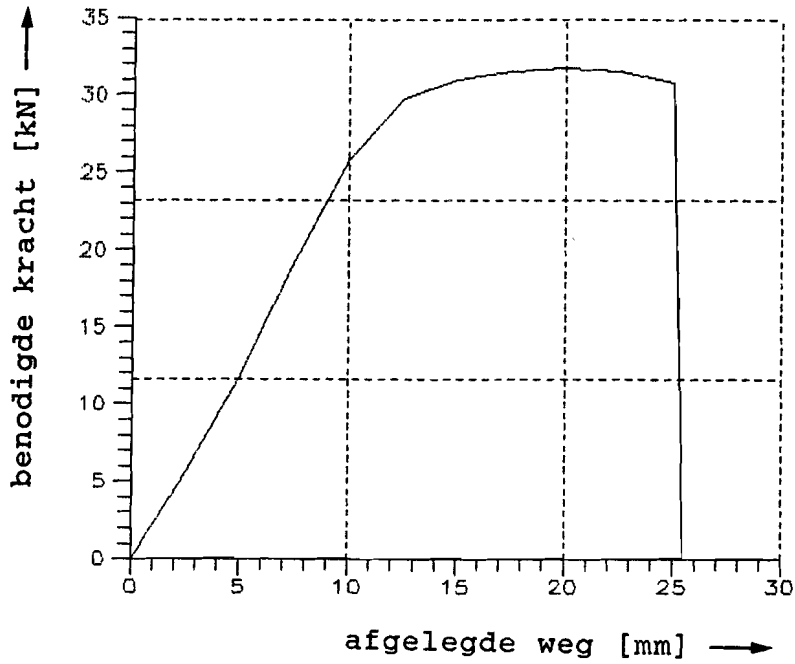


Figuur: 13

Volledig diepgetrokken

Materiaal: 14

Smering: geen

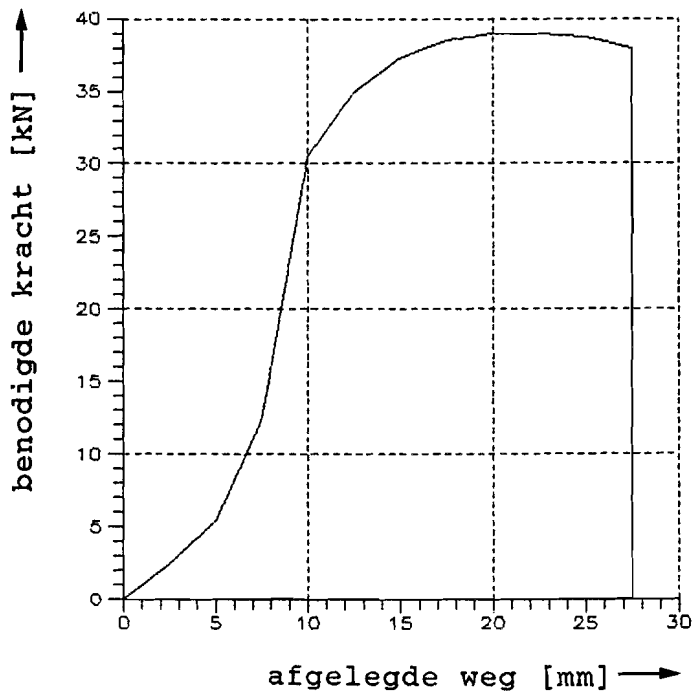


Figuur: 14

Diepgetrokken tot maximale kracht

Materiaal: 1

Smering: talk

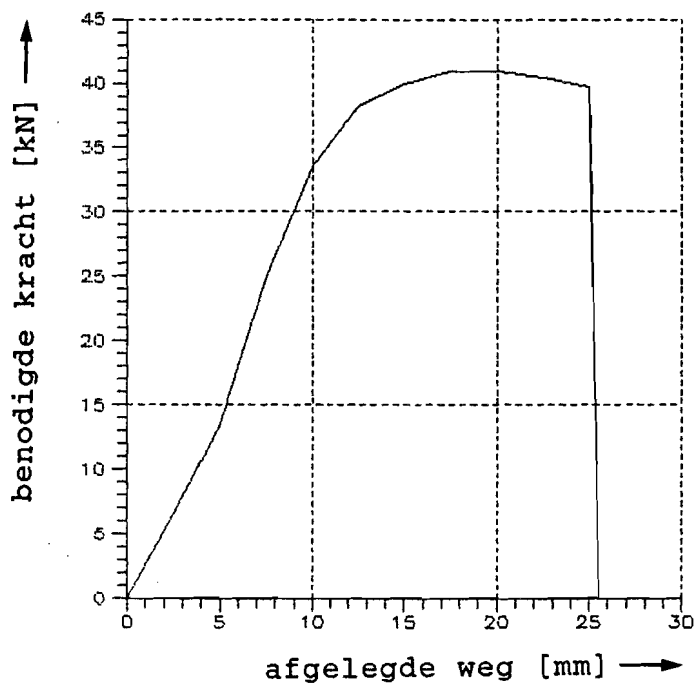


Figuur: 15

Diepgetrokken tot maximale kracht

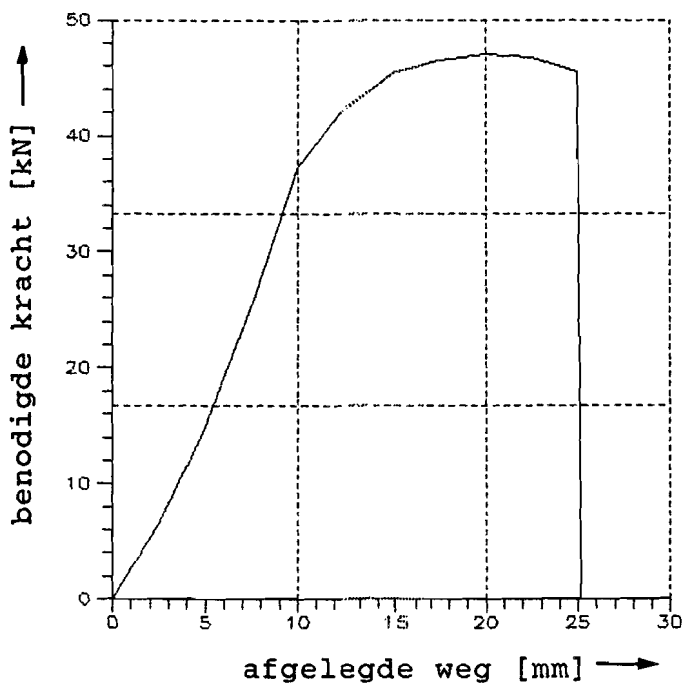
Materiaal: 1

Smering: finarol



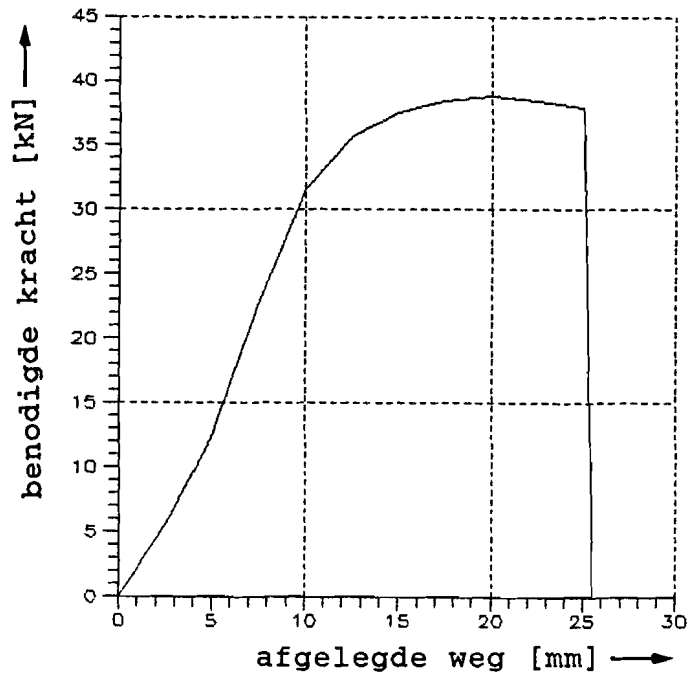
Figuur: 16

Diepgetrokken tot maximale kracht
 Materiaal: 2
 Smering: talk



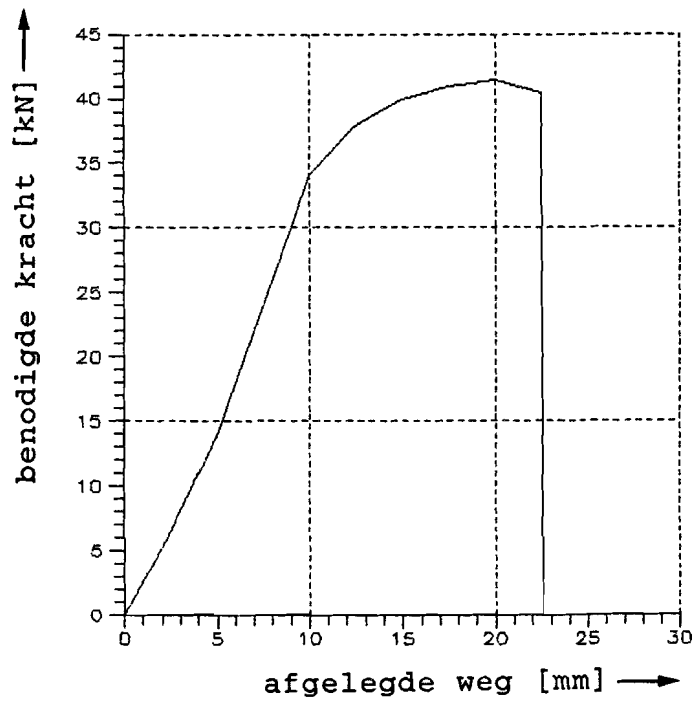
Figuur: 17

Diepgetrokken tot maximale kracht
 Materiaal: 2
 Smering: finarol



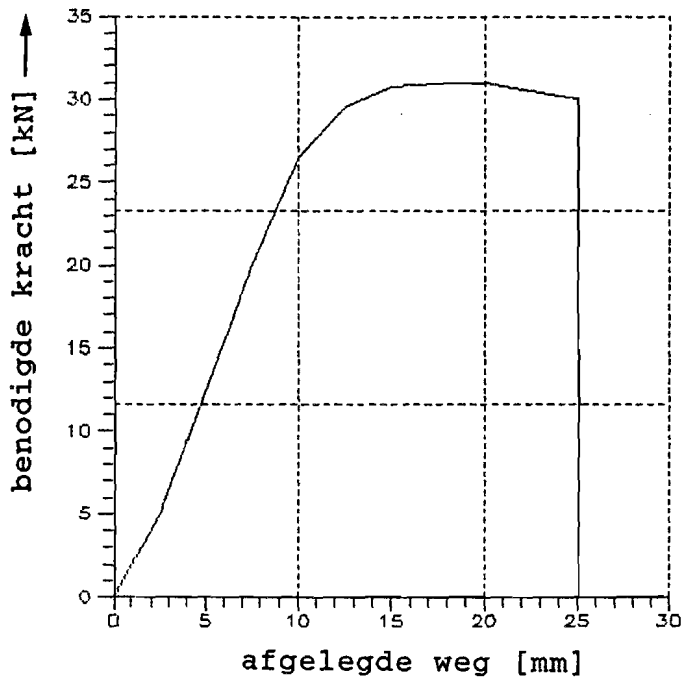
Figuur: 18

Diepgetrokken tot maximale kracht
 Materiaal: 11
 Smering: talk



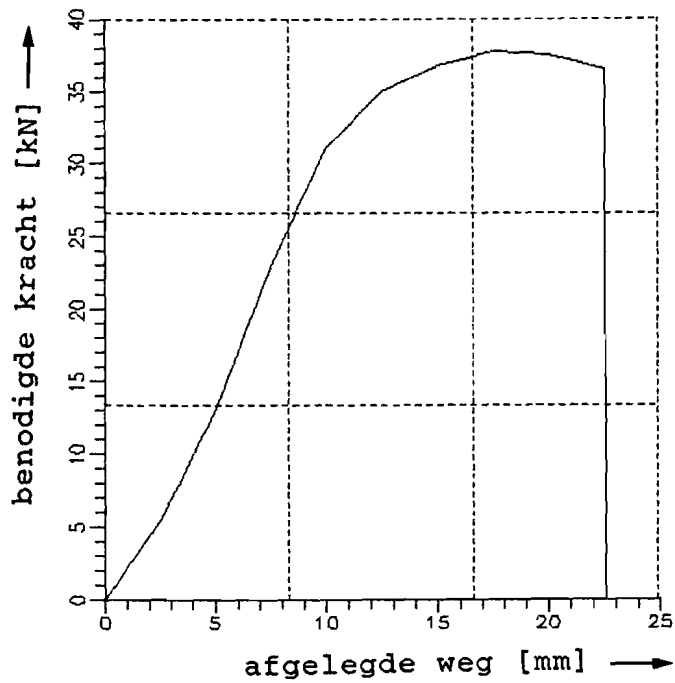
Figuur: 19

Diepgetrokken tot maximale kracht
 Materiaal: 11
 Smering: finarol



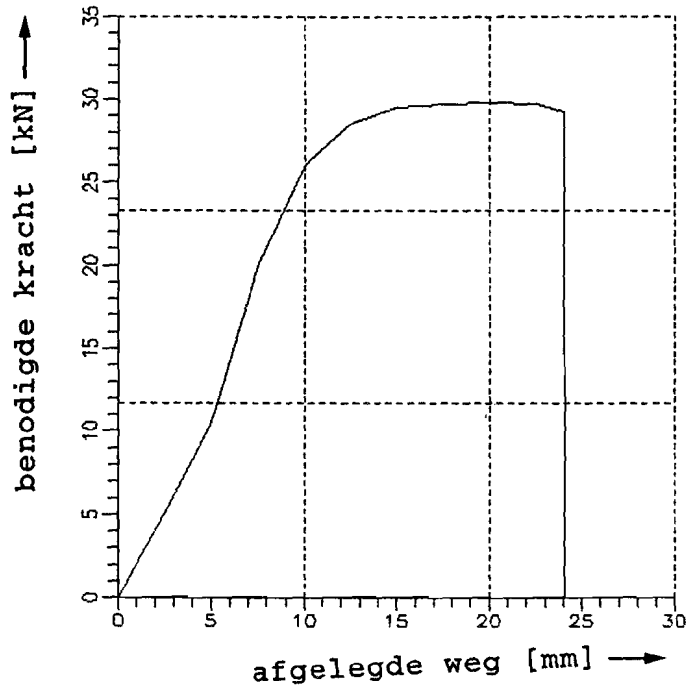
Figuur: 20

Diepgetrokken tot maximale kracht
 Materiaal: 12
 Smering: talk



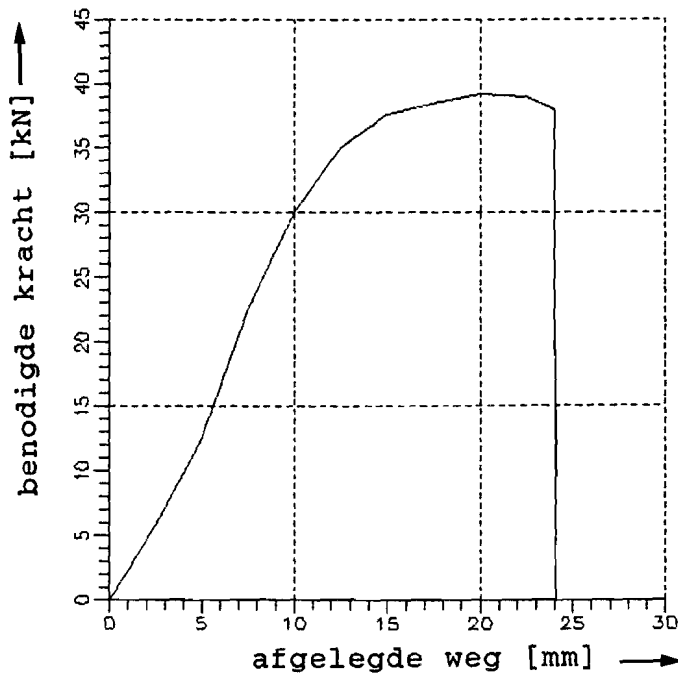
Figuur: 21

Diepgetrokken tot maximale kracht
 Materiaal: 12
 Smering: finarol



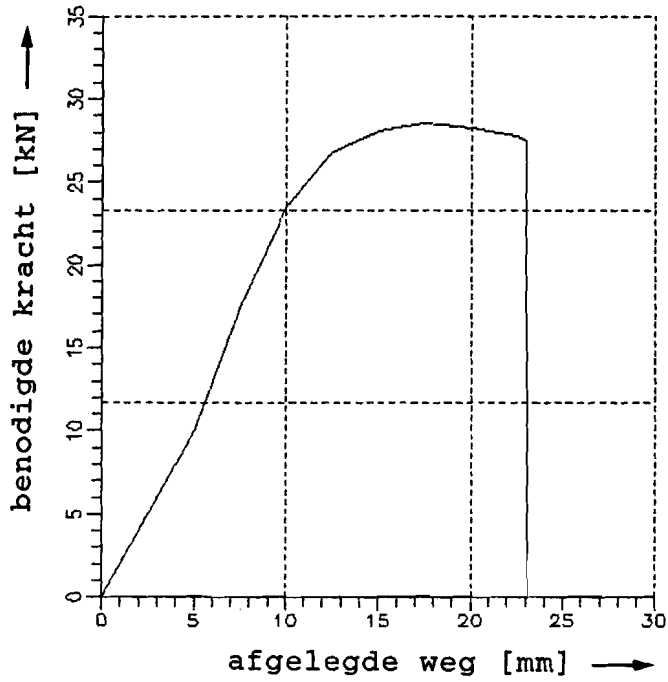
Figuur: 22

Diepgetrokken tot maximale kracht
 Materiaal: 13
 Smering: talk



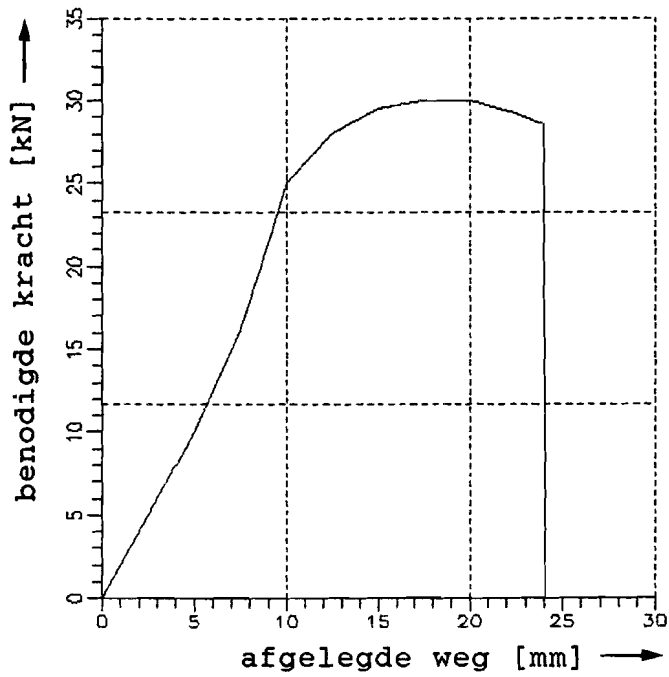
Figuur: 23

Diepgetrokken tot maximale kracht
 Materiaal: 13
 Smering: finarol



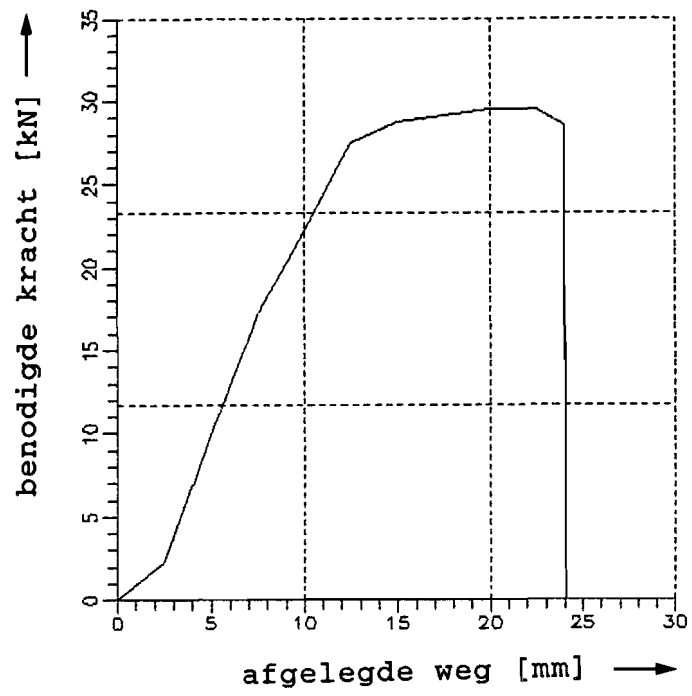
Figuur: 24

Diepgetrokken tot maximale kracht
 Materiaal: 14
 Smering: talk



Figuur: 25

Diepgetrokken tot maximale kracht
 Materiaal: 14
 Smering: finarol



Figuur: 26

Diepgetrokken tot maximale kracht

Materiaal: 14

Smering: geen

3. CONCLUSIES EN OPMERKINGEN:

De maximale kracht is bij smeren met finarol in alle gevallen duidelijk hoger dan bij smeren met talk. De maximale kracht ligt bij smeren met finarol ongeveer 10 a 20 procent hoger. Opvallend zijn de verschillen bij materiaal 13 (35%) en materiaal 14 (7%).

De spreiding in maximale waarde voor een bepaalde materiaal-smeermiddel combinatie is niet erg groot. De spreiding wordt veroorzaakt door afleesonauwkeurigheden, onnauwkeurigheid van de elektrische meetapparatuur en het niet precies constant zijn van de oppervlaktelaag van de verschillende blanks. (Dit laatste wordt overigens niet gesteund door het feit van een kleinere afwijking bij materiaal 11, een onbekleed materiaal.)

Er blijkt geen verschil op te treden tussen de maximale waarden van de kracht bij wel of niet volledig dieptrekken.

Materiaal 14 blijkt vanwege de polyurethaan topcoating zonder smeren toch zeer goed te verwerken te zijn, de maximale kracht is zelfs lager zonder smering dan wanneer finarol wordt gebruikt.

Als de matrijs steeds goed gepolijst wordt blijven de oppervlakken onbeschadigd (voor zover met het blote oog te zien).

Er is geen verschil te bemerken tussen bekleed - of onbekleed materiaal.

De kracht blijkt langzaam op te lopen in de tijd, d.w.z. van proef 1 naar proef 5. Dit verschijnsel treedt alleen op bij smeren met finarol. De verklaring moet waarschijnlijk gezocht worden in het feit dat er toch resten van het smeermiddel talk achterblijven, ondanks het reinigen van de matrijs. Deze laatste resten verdwijnen naarmate er meer proeven met finarol worden gedaan en de kracht loopt op omdat finarol slechter smeert dan talk.

Het is in sommige gevallen ook zo dat de eerste meting van een materiaal gesmeerd met talk een iets hogere maximale kracht oplevert dan de andere metingen. Hier doet zich het verschijnsel dus in omgekeerde vorm voor.