

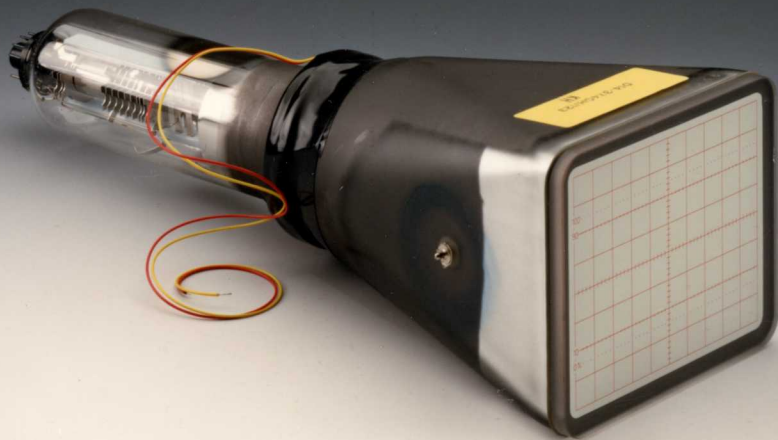
RELEASE FOR PRODUCTION

TYPE

D 14 - 374 GH / 123



QUALITY LABORATORY PROFESSIONAL TUBES





Philips Components

Kopie	:	H.H. Aerssens	Philips
		Bogaard	Schlösser
		Cobben	Schröder
		Jongen	Schols
		Joosten	Speetjens
		Modderman	Warnier
		Offermans	Zeppenfeld

Betreft : Vrijgaveverslag D14-374../.. (RfP)

d.d. 1989-02-24

Aktie H.H.

1. Opbrengst/kalkulatie

Opbrengst tot vrijgave 85,7 %. Na onderling beraad (fabriek, ontw., CA) werd opbrengst '89 overeengekomen op 88 %. Kalkulatie hierop aanpassen.

Speetjens

Grootste uitvalpost "vuil kanon" (5 %) met medewerking van ontwikkeling terugbrengen naar nivo D14-372..

M.b.v. applicatiemogelijkheid de stroom te verhogen wordt vuil reparatie mogelijk beter. Pompuitval hoger t.g.v. lage batchgrootte. Opbrengst '90 wordt t.z.t. met opgedane ervaring opnieuw bekeken.

2. Flexibele aflasmallen

2e En 3e malombouw is besteld op bon van Ontw.



Philips Components

Aktie H.H.

3. Rastervorming

R.V. max bij instelling $V=2,2/2,2+14,3$ kV gem. 0,1 mm hoger.

Historische redenen voor overschakeling naar lage instelling was beoordeling "vuil" en "opladingsverschijnselen". Voorstel Spooky-programma tijdens magn. cyclus en meten R.V. en gevoeligheid wijzigen naar $2/2 + 14$ kV. Tevens meetbladen aanpassen. Spec. en meet-eisen handhaven.

R.V. max. voor D14-372/374.. medio '89 evalueren.

Aerssens
Thiessen

Joosten/
Thiessen

4. Spoelweerstand

Publ. aanpassen (max. 265Ω bij $80 \text{ }^\circ\text{C}$).

Modderman

5. Distributie dokumentatie

Fabrikage dokumentatie via MISD-centrale naar MEC.

6. Meeteiswijzigingen (zie ook rapport KHR43-047 WT/kr)

- Resthelderheid: Voorstel "verschil-eis" aanhouden tot onderzoek naar nauwkeuriger invriezen is afgerond.

- V-focus: nom. (520 V) en range (490-550 V) aanpassen in meetblad en publikatie (inkl. kromme V-focus = f (Vd)).

Thiessen
Modderman

- Assym. lineariteit: stand boldrukstempel onderzoeken.

Joosten

- Δ Vast: eis max. 10 V op meetblad opvoeren. Deze eis lag reeds vast in toelichting op meting.

Thiessen

- Lijnbreedte (S.R.) en Defl. Defoc.: Eisen als voorstel.

Thiessen



Philips Components

Aktie H.H.

- Spotkwaliteit: Opmerking in verslag t.a.v. "storingen" via pulse-aansturing geldt niet voor vrijgaveseries.
- Spoelaansluitdraden: 2x te kort notitiefout gekorrigeerd.

7. G4-plaat

Wijziging plaatdikte $0,5 \pm 0,02$ mm naar $0,5 \pm 0,01$ (afpraak met Saxonia). In Sittard mogelijkheden voor braamdikte eis nagaan.

Bogaard

8. g2- halve afsch. bus

Geen voorraad. Levertijd natrekken.
(Levering Sittard 1/3).

Aerssens

9. Marktsituatie

Gould-monster gunstig ontvangen!

Met dank aan ieders geleverde bijdrage om deze vrijgave binnen de gestelde termijn te realiseren.

P. Aerssens

W. Thiessen

Bijlage: Vrijgavedokument

THE UNDERSIGNED AGREE TO

RELEASE FOR PRODUCTION

OF

TYPE

D14-374GH/123

NAME

DEPARTMENT

SIGNATURE

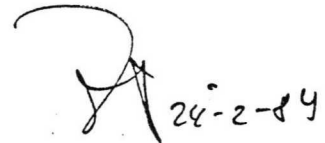
Modderman

COMMERCIAL DEPT



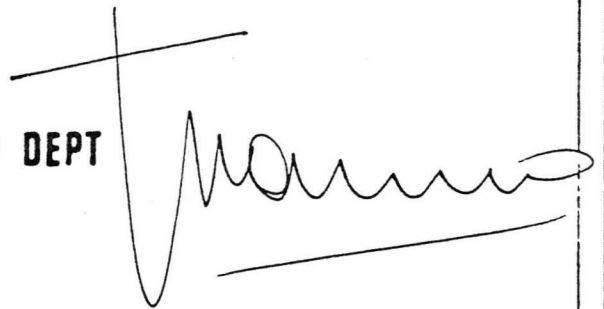
Leppenfeld

DEVELOPMENT DEPT



Warnier

MANUFACTURING DEPT



Bogaard.

QUALITY LABORATORY



DATE

24/2/89

THE UNDERSIGNED AGREE TO

RELEASE FOR PRODUCTION

OF

TYPE D14-374GH/123

NAME

DEPARTMENT

SIGNATURE

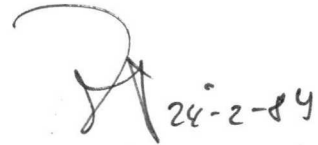
Modderman

COMMERCIAL DEPT



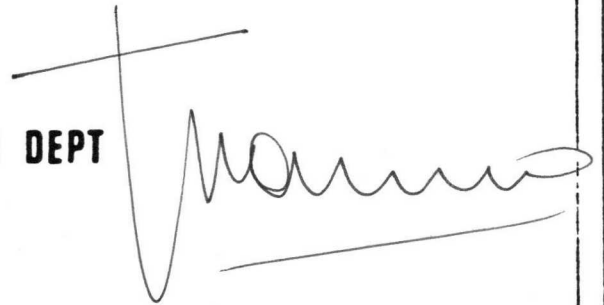
Leppenfeld

DEVELOPMENT DEPT



Warnier

MANUFACTURING DEPT



Bogaard.

QUALITY LABORATORY



DATE 24/2/89

THE UNDERSIGNED AGREE TO

RELEASE FOR PRODUCTION

OF

TYPE

D14-374 GH/123

NAME

DEPARTMENT

SIGNATURE

Modderman

COMMERCIAL DEPT

Zeppenfeld

DEVELOPMENT DEPT

Warnier

MANUFACTURING DEPT

Bogaard

QUALITY LABORATORY

W

DATE



Philips Components

Van : W. Thiessen

Kopie : H.H. Aerssens Philips
Bogaard Schols
Cobben Schlösser
v. Gulp Schröder
Joosten Speetjens
Kroon Warnier
Modderman Zeppenfeld
Offermans

Betreft : Voortgang D14-374 d.d. 1989-02-10

Vlgd. Bijeenkomst : RfP vrijdag 24 februari om 09.00 uur
konf.kr. A

Aktie H.H.

1. Flow : Nog kanon/buisfoto's verzorgen (17 febr.) **Aerssens**
2. G4-bandje : Offerte aanwezig. Bestelling wordt binnen levertijd met nieuwe kodenr. geleverd. **Schröder**
3. Kalkulatie : Gelijk aan D14-372 -> indien serie ≥ 10000 st. Opbrengst voor huidige aantallen moeilijk te realiseren.
Opbrengst en montagekalk. in kleinere commissie opnieuw bekijken. **Warnier
Speetjens
Aerssens**
4. Opbrengst : 85,5 % - Lage opbrengst te verwachten t.g.v. lage aantallen.
Grootste uitvalposten:
- pompuitval
- vuil kanon (x-plaat)



Philips Components

Aktie H.H.

- 5. Flexibele aflasmal : 1 Ex. is klaar. Schroefjes (gefixeerd) van vaste blokjes laten na verloop van tijd los (situatie bekijken). Nog 1 mal op kosten ontw. ombouwen; 3e mal op kosten fabriek. **Bogaard**
- 6. Kruiskapaciteit : Bestaande situatie handhaven. (Zie rapport KHR43-027 PA/yc.)
- 7. R.V. : Gem. 0,2 mm/S=0,1 mm. Check op verschil bij lage/hoge inst. bij D14-372/374. Eventueel meetinstelling wijzigen naar hoge nav. verhouding. Routine van meters is nu redelijk. Meettijd opnieuw opnemen. (Nauwkeuriger afregelen.) **Thiessen**
Speetjens

Checklist: Zie bijlage 1.

- Foto's; klaar in wk. 907.
- Ontw. overzicht; concept is klaar.
- Publ.; drukproef is klaar. In orde.
- Meetresultaten; draaiboek op schema.
- FD's/RV's - Indrukken/aflassen nog aanpassen. **Cobben/Joosten**
- Konkurrentie; vergelijking met Tek. toevoegen aan dokumentatie. **Aerssens**

W. Thiessen

Bijlage : 1. Checklist

Onderwerp	A.f.D. + AfPP		Vrijgave (R.f.P.)		Onderwerp	A.f.D. + AfPP		Vrijgave (R.f.P.)	
	Min.:	Wie ? Wanneer klaar ?	Min.:	Wie ? Wanneer klaar ?		Min.:	Wie ? Wanneer klaar ?	Min.:	Wie ? Wanneer klaar ?
1. Foto		Sam. buis + kanon	X	Aerssens - 907	12. Onderdelen/ Inc. Insp.				G2 bus + extra bandjes. Zie verslag
2. Targetspec (get. ontw.)	] X	Dec. '88. klaar	X	Evenvueel aanpassen Aerssens - 908	- Zeefbespr. en of def. Inc.Insp. sys] X				
3. Overzicht Ontw./P.F.	X		X	Zeppenfeld - 908	- Meetinfo spec. ond] X			X	
4. Budgetoverzicht	PM		X	Zeppenfeld - 908	- Spec. materialen] X			X	
5. Publikatie	] V= DSD	Modderman klaar	D	Modderman	- Spec. keuringsdoc.] X			D	Q.D.S.bl. Joosten
6. Accessoires		Mu.met.koker klaar	X		- Onderdelen tek. *] V				
7. Applikatie info.	PM		PM	Zeppenfeld/Aerssens	13. Fabr. voorschr.				
8. Meeteisen	] V	Thiessen klaar	D	Thiessen 908	- Sub.sam. tekening*] V			D	
8a. Klantenspec.	V		D		- Sam. tekening] V			D	} Aanpassen
9. Meetresultaten					- Kanon indrukschets] V			D	} Joosten/Cobben
- Afmetingen	] 5st		3x5st	Volgens draaiboek	- Kanon foto's] V			D	} Aerssens 907
- Elktr. F/L par.	] 5st		3x5st		- Flow diagram] V			D	} F.D.'s en RV's
- Druktest			2 st.	M.C. Schols/Philips	- Stuklijst uit LDB*] V			D	} aanpassen
- Tropentest 6 etm.			2 st.	907	- Pompvoorschrift] V		F.D.'s + RV's	D	} indr./lassen
- Koude-test ..°C			2 st.		- Branden/swepen] V		aanpassen	D	
- Warmte-test ..°C			2 st.		14. Konkurrentie onderzoek	PM		PM	
- Triltest: 50Hz	PM		2 st.		15. Octrooi/patent	] D			
- IEC ...g			2 st.		16. Milieuballans			X	
- Schoktest	PM		5st.	Schols/Philips 907	16a. Veiligheidsaspek] X			X	
- Ligtest ≥ 1mnd.	PM				17. F-opbrengst:				Registreren in KWSOSC.
- LD 160 hrs 2 uA	PM				- Sub. sam.			PM	Cobben/Joosten
- Levensduur ≥ 1000 hr	{ - 1 N 3 { + 2		- 2 N 5 + 3		- Eindprod.			X	Jongen
10. Stempelen/verpak.		16 V + 21 V	2 st.	Enkelst. verpakking	18. Comm. planning			PM	
- Valpr. verz. verp] 2st		geen problemen		test door VOB	19. Kostprijs/TVC		Speetjens klaar	D	
- Valpr. meerv. verp.] PM				Schols 907	20. Garantie situatie			D	Modderman
- Vrijgave verp. +] D					21. Distributie/ abonn. m.b.t.		Normale procedure	X	MEC ?
- Verp. voorschr.]					dokumentatie.				Modderman
11. Specifieke prod. middelen.				Zie verslag.	Termijn afspraken: R.f.P. 24 Febr. 9 uur				
- Lijst gereedsch.			X		Legenda:				
- Lijst prod. app.			X						
- Lijst meetapp.			X						
- Kalibratie			PM						
					* = Niet in het vrijgave dossier				
					X = Van toepassing				
					V = Voorlopig dokumentatie				
					D = Definitief dokumentatie				
					] = Indien alleen A.f.D.				

HISTORY

t.b.v. RfP-dossier

22 feb.1989

K.Zeppenfeld

Inleiding en konklusies

Op verzoek van I&E werd vanaf maart 1987 gewerkt aan verbetering van de spotkwaliteit voor karakterweergave. De target was de Tek 2245 scope te evenaren. Dit is gelukt door de applicatie aan te passen en de steilheid van de buiskarakteristiek te reduceren.

De invloed van een aantal ontwerp-parameters op de spotgrootte zonder afbuiging werd onderzocht. De verkregen resultaten en inzichten zullen hier worden vastgehouden - voor de historie en als uitgangspunt voor verdere verbeteringen.

De nu aangebrachte veranderingen komen neer op minder bundelstroom bij dezelfde grid drive, dus een vlakkere karakteristiek. Voor dezelfde stroom is dan de kathodebelasting hoger en daarom de spot kleiner. De vergroting van de g3-lens is verlaagd. Dit heeft als zodanig geen effect op de spot maar was nodig om de bundelstroom terug te brengen.

Met de dubbele g4 zijn er theoretisch minder aberraties vanuit de g3-lens. In ieder geval heeft slechte g4-gat kwaliteit hiermee minder invloed op de spotkwaliteit.

De grafieken voor de k-g1 afstand laten zien dat met de 0.5 mm g1-g2 afstand meer veiligheid is verkregen tegen k-g1 sluitingen. Zonodig kan later nog een iets kleiner g1-gat worden gebruikt. Dit kan met invoering van de plaatdrager weer aan de orde komen, afhankelijk van de beoogde grid drive met of zonder een geïmpregneerde kathode.

Wat bepaalt de spot?

De spot is een beeld van de crossover, vergroot afgebeeld door de g3-lens op het eerste fokusvlak (virtueel beeld 16 mm achter de top van het gaas) en dan nog eens vergroot door de naversnellingslens op het scherm. Zie fig. 1.

De spot-diameter in het midden van het scherm is gelijk aan de diameter van de crossover vermenigvuldigd met de vergrotingen $m(g3)$ en $m(pda)$. Voor een oscillograafbuis met vaste bundel-diameter is dit 'optisch model' echter verwarrend omdat de crossovergrootte niet vast ligt. Hierover later.

De spot wordt mogelijk verder vergroot door lensfouten, verstrooiing aan het gaas en, bij grote bundelstroom, door ruimtelading. Deze verstoringen zullen niet rechtsstreeks optellen; voor Gauss-verdelingen bijv. telt de wortel uit de somma van de kwadraten.

pda-lens vergroting

Het gaas- en ballongedeelte zal niet worden gewijzigd. De vergroting $m(pda) = 4.5$ voor de naversnellingsverhouding $(2+14)/2 = 8$ ligt dus vast. Er is over nagedacht of een kortere konus, zoals bij Tek en anderen, niet voordeliger zou zijn; immers wordt dan de verhouding tussen spot- en scan-vergroting gunstiger. Maar het helpt niet: de spotvergroting $m(pda)$ bepaalt de performance en moet gelijk blijven. Alleen het gaas zou boller moeten om dezelfde vergroting op kortere afstand te realiseren. (Men kan ook zeggen: met een korter konus is meer afbuigversterking nodig voor gelijke gevoeligheid en dan wordt de spotvergroting weer dezelfde).

De ruimtelading in het gedeelte achter het gaas heeft weinig invloed op de spot, mede door de hoge spanning. Ook hier valt niets te verdienen met een korter konus.

We kunnen ervan uitgaan dat aberraties van de pda-lens geen invloed hebben op de spot omdat anders ook de lineariteit niet

goed zou zijn. Exakt genomen is dit niet automatisch gewaarborgd omdat de snijpunten met de as niet dezelfde zijn voor de scan (afbuigcentra) en de spot (1. focusvlak). De hoek naar de spot toe is echter klein en de lens verwerkt zeer grote hoeken zelfs vanuit verscheidene afbuigcentra zonder probleem.

g3-lens vergroting

De vergroting $m(g3)$ kan makkelijk worden verlaagd door een groter voorwerpsafstand $g2-g3$. Dit heeft tenminste geen invloed op de gevoeligheid - maar de bundelstroom neemt af. Door een verlenging van 8 mm gaat de vergroting $m(g3)$ van 4.2 naar 3.4 terug en de (halve) ingangshoek van 25 naar 20 mrad. (Zie de onderbroken krommes voor enkel $g4$ in fig. 2).

Voor deze 8 mm verlenging werd gekozen. Met de dubbele $g4$ wordt de lens weer iets in richting triode verplaatst waardoor we van de 8 mm weer ca. 2 mm verliezen: $m(g3)$ wordt dan 3.5 en de hoek weer 21 mrad. De door $g4$ gaande I_{bx} neemt kwadratisch met de ingangshoek af zolang we nog in de top van het Gauss-profiel van de I_k zitten, dus naar max. 70% vergeleken met de D14-372 situatie. De I_{bx} is nog verder, naar ca 60%, teruggebracht door de $g1-g2$ afstand van 0.75 naar 0.5 mm te brengen, omdat dan de bundel uit de triode divergenter wordt.

Een lage vergroting van de hoofd lens wordt vaak genoemd als recept voor hoge resolutie. Omdat de bundeldiameter door het $g4$ -gat begrensd wordt, gaat met grotere $g2-g3$ afstand vooral de bundelstroom terug. Om de oude stroom te bereiken zal nu meer grid drive nodig zijn, dus hoger kathodebelasting. Dat is de enige truc.

De situatie is heel anders bij TV-buizen: hier wordt met minder vergroting de bundel in de lens breder en de bundelstroom blijft konstant, altijd gelijk aan de I_k ; met de prefokus wordt de bundeldiameter weer bijgesteld t.b.v. lage lensaberraties maar het gebruikte kathodeoppervlak verandert niet. Voor oscillograafbuizen is de bundeldiameter vast; een prefocus verhoogt de stroom door het $g4$ -gat en het benutte

kathodeoppervlak, maar verandert praktisch niets aan de aberraties. In de praktijk is de bundeldiameter bij oscillograafbuizen t.b.v. gevoeligheid en deflektiedefokussing zeer klein, en de halsdiameter voldoende groot, zodat lensaberraties geen bijdrage aan de spotdiameter zouden moeten leveren.

In ieder geval staat de $m(g_3)$ niet los van de gebruikte triode. De crossover-diameter waar de gehele afbeelding om draait is geen absoluut gegeven, veel meer een tussenresultaat dat we met de triode (g_1 - g_2 afstand) kunnen beïnvloeden en zelfs nog met het g_4 -gat. Uiteindelijk is alleen de bundelstroom met zijn uitgangshoek achter het g_4 -gat van belang, en de kathoderadius waaruit deze stroom vandaan komt.

Kathodebelasting

Spotgrootte zonder de bijbehorende stroom zegt niet veel. De klant wil in feite meer stroomdichtheid met een kleiner spot. De stroomdichtheid in de spot, j_s [A/cm²], wordt bij kleine stroom primair bepaald door de stroomdichtheid op de kathode (j_c) en de openingshoek ($2*a$) waaronder de elektronen op het eerste fokusvlak terecht komen:

$$j_s = j_c * (eV/kT) * a^2 \quad (\text{zie bijv. het boek van Moss}).$$

eV/kT ligt vast door de kathodetemperatuur $T=1080$ K, (kT is de startenergie, eV de landingsenergie) en a ligt vast door de radius van het g_4 -gat (0.75 mm) en de afstand van g_4 naar het eerste fokusvlak (126.5 mm). Crossover diameter en vergroting komen niet voor!

Bovenstaande vergelijking is de wet van konstante helderheid waar altijd de openingshoek bijhoort: het produkt van de (gefokuseerde) bundeldoorsnede, de openingshoek en de wortel uit het plaatselijke potentiaal (de brekingsindex voor elektronen) is konstant.

Volgens deze wet wordt de crossover diameter groter als de

bundel uit de triode minder divergent gemaakt wordt. Dit kan door een groter k-g1 afstand of door een prefokuslens erachter. De maximale helderheid wordt al op de kathode bepaald door de stroomdichtheid op het uiteindelijk voor de bundelstroom benutte kathodeoppervlak.

De crossover zelf is geen beeld van het kathode-oppervlak. De bundeldoorsnede toont hier het Gauss-profiel van de verdeling van de thermische beginsnelheden, mogelijk nog wat verbreed door aberraties van de triode. De triodeaberraties zijn vooral afkomstig van de rand van het voor de Ik gebruikte kathode-oppervlak. Deze randstralen snijden we later weg met het g4-diafragma. Er is namelijk een redelijk goed kathodebeeld na de crossover, ook nog bij g4, zodat we met het g4-gat enigzins kunnen selekteren wat we van de kathode willen zien.

De stroomdichtheid op de kathode is het grootst in het centrum en neemt naar de rand toe af. Volgens metingen van Moss is de peak-waarde ongeveer

$$j_c(\text{peak}) = 14.5 * V_d^{1.5} / \text{diam}(g1)^2 \quad [\mu\text{A}/\text{cm}^2]$$

met de grid drive V_d in Volt en de g1-diameter in cm.

Met $V_d=20$ V, en 0.035 cm g1-gat, komen we op 1 A/cm². De gemiddelde waarde, $\langle j_c \rangle$, zal lager zijn omdat de verhouding I_{bx}/I_k nog ca. 30% is; het criterium van Moss voor $\langle j_c \rangle = j_c(\text{peak})$ is een verhouding $< 10\%$. De D14-374 maakt met $V_d=20$ V ca 6 μA schermstroom. De I_{bx} , voor interceptie door gaas en afbuigplaten is dan 12 μA . De theoretisch minimale (thermische) spotdiameter op 5% intensiteitsnivo is dan ca. 0.35 mm:

$$j_s(\text{peak}) = j_c(\text{peak}) * 10.8 * 2000 * (.75/126.5)^2 = 0.76 \text{ A}/\text{cm}^2$$

$$r(1/e) = \text{SQRT}(I_{bx}/\text{PI}/j_s(\text{peak})) = .00224 \text{ cm} \quad (\text{op 1.fokus})$$

$$D(5\%) = 2 * 1.73 * r(1/e) * 4.5 = 0.035 \text{ cm} \quad (\text{op scherm}).$$

Mogelijk is de $j_c(20 \text{ V})$ maar 0.8 A/cm². $D(5\%)$ wordt dan 0.4 mm.

Triode- en Lens-ontwerp

Voor een kleinere verhouding I_{bx}/I_k kunnen we i.p.v langer g2-g3 afstand ook de bundel meer divergent uit de triode laten komen. De vergroting wordt dan wel hoger maar de crossover even veel kleiner. Dit bespaart buislengte - en er kan onderweg minder gebeuren door ruimtelading, magneetvelden en excentrische gaten.

Daarom maken we de g1-g2 afstand kleiner, vergroten hiermee de k-g1 afstand (omdat we capaciteef weer op dezelfde afknijpspanning instellen), en verkrijgen hierdoor uiteindelijk een meer divergente bundel. Dit doen we zo ver totdat de aberraties uit de triode nog net niet zichtbaar zijn. Als dan nog te veel stroom door g4 komt, d.w.z. de kathodebelasting nog te laag is, moet de g2-g3 afstand langer. Andersom, t.b.v. meer bundelstroom, moet eerst de g2-g3 afstand worden verkort en pas dan de g1-g2 verlengt - mits de k-g1 afstand dan niet te klein wordt zoals toen met de 2 mm versie van de D14-300.

Diameter g4

Kleiner maken van het g4-gat zou ook het kathode-oppervlak terugbrengen maar even veel de hoek α van de uitgaande bundel na de lens, en er zou dan nog meer j_c nodig zijn voor dezelfde stroomdichtheid in de spot. En op j_c , d.i. kathodebelasting, moeten we zuinig zijn, tenminste iets voor terug krijgen.

k-g1 afstand

De k-g1 afstand, na ontleden en in hete toestand, kunnen we niet meten. Beter kunnen we d.m.v. potentiaalberekeningen voor vaste k-g1 afstanden de afknijpspanningen berekenen en dan een grafiek uitzetten. (Fig. 3a en 3b).

Door de g1-g2 afstand te verkleinen van 0.75 naar 0.5 mm wordt de k-g1 afstand ca 25 μ m groter; voor de maximaal gepubliceerde afknijpspanning van -100 V (bij 2 kV) zitten we nog op een

veilige afstand van 60 μm . Een gat van 0.3 mm lijkt nog mogelijk. Voor een nog kleiner g1-gat zou de g1-g2 afstand nog kleiner moeten met bij voorkeur ook een kleinere g2-diameter.

In de berekeningen werd een coindikte van 75 μm aangehouden. Een dikkere coin gaat volledig ten kosten van de k-g1 afstand. De materiaaldikte buiten de coin is niet zo belangrijk en gaat voor rekening van de g1-g2 afstand.

Kombinatie van kathodebelasting en ruimtelading

Het nut van hoge kathodebelasting ook bij grote stroom in combinatie met ruimtelading tonen de grafieken uit de begintijd van de D14-370. (Zie de bijlage van het ontwikkelverslag van de D14-370 in het RfPP dossier).

Met vaste jc als parameter werd toen $I_s/D(5\%)$ als functie van I_s berekend; met toenemende grid drive, en de bijbehorende I_s uit de karakteristiek, moeten we de jc berekenen en de passende krommes met oplopende jc gebruiken. De krommes gelden onverandert voor de D14-374 omdat in de gebruikte benadering de bundel pas vanaf g4 berekend wordt. Berekeningen voor 2 kV i.p.v. 2.2 kV zullen nog eens volgen; in het ruimteladingsgebied zullen de krommes dan, evenredig met $V_g^2^{1.5}$, ca 15% lager uitkomen en bij kleine stroom 5% lager.

Terwille van maximale $I_s/D(5\%)$, ofwel maximale schrijfsnelheid, mag de hoogste kathodebelasting pas bij vrij grote bundelstroom bereikt worden. Nu, kijkend naar maximale spothelderheid, kunnen we beter $I_s/D(5\%)^2$ uitzetten en mogelijk een maximum bij lagere stroom resp. grotere kathodebelasting vinden. In de D14-374 wordt echter geen maximum bereikt. Vermoedelijk is hiervoor nog hogere kathodebelasting nodig.

Lensaberraties

De Tek buizen hebben een grote g3-bus diameter. Het is bekend dat dit lage aberraties geeft. Berekeningen tonen echter aan