

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

De Bilt

Verslagen

V - 271

F. Cannemeijer en M.P.D. Jansse

IJking en modernisering van 160m
basis transmissometers

De Bilt, 1976

Publikationsnummer: K.N.M.I. V- 271 (M.O./INSA.)

U.D.C.: 551.508.92

Inhoud

	pag.
1. Inleiding	1
2. Golflengte afhankelijkheid van filter, detektor en lamp	2
3. IJking door middel van periodieke onderbreking van het licht.	5
3.1. Methode van ijken	5
3.2. Resultaten van metingen aan het transmissometernet	6
4. 160 m basis transmissometer	6
4.1. Principe van werking	6
4.2. De oude foto-elektrische detektor	7
5. Nieuwe, in te voeren foto-elektrische detektor	8
5.1. Principe van werking	8
5.2. Meetnauwkeurigheid	9
5.3. Metingen aan de nieuwe detektor in het optisch laboratorium	10
6. Nabeschuwing	11

1. Inleiding.

Ten behoeve van de zichtmetingen op de luchthaven Schiphol staan, verspreid over het terrein, 9 z.g. 160 m basis transmissometers opgesteld. Een transmissometer is opgebouwd uit een lichtbron (projektor) en een lichtgevoelig element (detektor). De projektor werpt een smalle, nagevoeg evenwijdige lichtbundel op de detektor. Deze laatste staat in het beschouwde geval op 160 m afstand (de z.g. basis) van de projektor. Het verband tussen de transmissie (= verhouding van de verlichtingssterkte ter plaatse van de detektor en de verlichtingssterkte ter plaatse van de detektor bij een volkomen transparante atmosfeer) en de extinctie-coëfficiënt σ is als volgt te schrijven:

$$T = e^{-\sigma L} = \frac{E}{E_0} \quad (1)$$

waarin T = transmissie

σ = extinctie-coëfficiënt in m^{-1}

L = lengte van de transmissometer basis in m

E_0 = verlichtingssterkte ter plaatse van de detektor bij een volkomen transparante atmosfeer ($\sigma = 0$)

E = verlichtingssterkte ter plaatse van de detektor bij een zicht van V meter ($\sigma > 0$)

De relatie met het contrast zicht wordt gegeven door:

$$\sigma = \frac{\ln(1/\epsilon)}{V} \quad (2)$$

waarin ϵ = contrast drempel van het oog ($\cong 0.05$)

V = contrast zicht in m

Indien bij onbeperkt zicht (verlichtingssterkte ter plaatse van de detektor = E_0) de recorderuitslag op 100 wordt afgeregeld en er een lineair verband bestaat tussen de verlichtingssterkte E en de recorderuitslag S dan kan men schrijven:

$$S/100 = T = e^{-\sigma L} \quad (3)$$

Vgl. (2) en (3) leveren;

$$V = - \frac{480}{\ln(S/100)} \quad (4)$$

Volgens de fabrieksspecificaties bezit de 160 m basis transmissometer een lineair verband tussen de verlichtingssterkte en de resulterende recorderuitslag. Met behulp van vgl. (4) kan men dus het zicht berekenen uit de afgelezen recorderuitslagen. De in gebruik zijnde tabellen voor de omzetting van recorderuitslag naar RVR (Runway Visual Range) zijn gebaseerd op bovengenoemde lineaire karakteristiek.

In het kader van het invoeren op Schiphol van transmissometers met een 16 m basis werden vergelijkende metingen uitgevoerd tussen deze nieuwe transmissometer en de reeds aanwezige en op dezelfde plaats staande 160 m basis transmissometer. Deze vergelijking leidde tot een vermoeden dat bij de 160 m basis transmissometer geen evenredigheid bestaat tussen de verlichtingssterkte en de recorderuitslag. Dit gaf aanleiding tot het doormeten van alle transmissometers van het zichtmeternet van Schiphol. Deze metingen werden uitgevoerd met behulp van een tweetal grijsfilters. De resultaten van deze metingen zijn beschreven in een verslag [1]. Globaal zagen deze er als volgt uit:

De aanwijzingen van de transmissometers bij het in de bundel houden van het 52% filter bleek te variëren van 41% tot 52% voor de verschillende transmissometers. Het 38% filter leverde waarden van 30% tot 38% op. Een transmissie van 20% kon worden verkregen door beide filters tegelijkertijd in de lichtbundel te houden. De registraties van de verschillende transmissometers liepen hierbij uiteen van 11% tot 17%. Daarenboven was het berekende produkt van de uitslagen die verkregen zijn met behulp van het 52% en het 38% filter voor alle transmissometers systematisch hoger (van 1 tot 2,5%) dan de gemeten waarden bij het tegelijkertijd in de bundel houden van beide filters. Deze grote afwijkingen waren aanleiding om het hele meetsysteem en bovenstaande filter-ijk procedure aan een nader onderzoek te onderwerpen. Dit verslag beschrijft de resultaten van dit onderzoek. Tevens is opgenomen een beschrijving van de nieuwe, in te voeren foto-elektrische detektor (par. 5).

2. Golflengte afhankelijkheid van filters, detektor en lamp.

De metingen aan de transmissometers werden verricht met behulp van twee grijsfilters, n.l. een 52% en een 38% transmissie filter. Het voorvoegsel grijs houdt in dat de transmissie onafhankelijk van de golflengte dient te zijn.

Het bleek dat de transmissie-percentages van 52% en 38% slechts gelden voor het zichtbare gedeelte van het spectrum (golflengte gebied van 0.4 tot 0.7 μm). Indien de transmissometeropstelling de verzwakking van hoofdzakelijk het zichtbare deel van het spectrum zou meten dan zou men de opgegeven percentages (52%, 38% en 20%) kunnen hanteren. Het bleek echter dat de foto-buis (vacuum-type), welke in de foto-elektrische detector zorgt voor de omzetting van lichtkwanta in een kleine elektrische stroom, een maximale gevoeligheid heeft voor licht met een golflengte van 0.8 μm , het nabije infrarood dus (de spectral response range loopt van 4000 tot 12.000 \AA , zie figuur 1). Deze voorkeur voor de infrarood straling wordt nog versterkt doordat de lamp (6 V, 120 $^{\circ}$ W, wolfram gloeidraad) bovendien hoofdzakelijk infrarood straling uitzendt (figuur 1). Bij een temperatuur van 3000 $^{\circ}$ K ligt het maximum van het emissie spectrum van wolfram bij 0.9 μm . Het gevolg is dat ongeveer 80% van het door de transmissometer aangegeven signaal in het infrarood gegenereerd wordt (zie figuur 1). Tenzij de transmissie van de filters in het infrarood gelijk is aan die in het zichtbare deel van het spectrum is het niet geoorloofd om de filter transmissie-percentages zoals opgegeven door de fabrikant (52% en 38%) te gebruiken. De filters zijn daarom doorgemeten voor golflengtes van 0.4 μm tot 1.2 μm . Deze metingen werden in samenwerking met dr. J.P. de Jongh (K.N.M.I.) op het Fysisch Laboratorium van de R.U. te Utrecht uitgevoerd. Bij deze metingen bleek dat het transmissie-percentage bij golflengtes groter dan 0.8 μm sterk afnam met toenemende golflengte (zie figuur 2). Bij een golflengte afhankelijkheid van zowel foto-buis als filter moet men het lampspectrum kennen om te kunnen bepalen wat het transmissie-percentage van het filter voor de betreffende opstelling is. Voor een lamp, van het type zoals gebruikt in de 160 m basis transmissometer, is de spectrale verdeling van het uitgestraalde licht bepaald voor golflengtes van 0.3 μm tot 0.6 μm . Dit is gedaan voor voedingsvoltages van 4.8 V, 5.4 V en 6.0 V (dit zijn de voedingsvoltages die operationeel kunnen worden gebruikt). Uit deze spectra kon worden bepaald dat de temperatuur, afhankelijk van de lampspanning, tussen 2700 en 3000 $^{\circ}$ K bedroeg. Vervolgens is voor een temperatuur van 2700 $^{\circ}$ K en 3000 $^{\circ}$ K (de spectrale emissie van wolfram voor golflengtes van 0.4 μm tot 1.2 μm voor 2700 $^{\circ}$ K en 3000 $^{\circ}$ K is verkregen uit de tabellen van Vos [2]) met behulp van de bekende filterkarakteristieken en de spectrale responsie van de detector de effectieve transmissie-percentages bepaald.

En wel op de volgende wijze:

$$T_{\text{eff}} = \frac{\int_{0.4 \mu\text{m}}^{1.2 \mu\text{m}} I(\lambda) \times S(\lambda) \times T(\lambda) \times d\lambda}{\int_{0.4 \mu\text{m}}^{1.2 \mu\text{m}} I(\lambda) \times S(\lambda) \times d(\lambda)} \times 100\%$$

- Hierin is $I(\lambda)$ = intensiteit van het lamplicht bij golflengte λ
 $S(\lambda)$ = relatieve gevoeligheid van de foto-diode bij golflengte λ
 $T(\lambda)$ = filter transmissie bij golflengte λ
 T_{eff} = effectieve transmissie

Het resultaat van deze berekening was:

Filter \ Temperatur	"52%"	"38%"	Combinatie = "20%"
3000°K	49.9%	34.1%	17.3%
2700°K	49.8%	34.1%	17.0%

Deze effectieve transmissie-percentages zijn lager dan de waarden geldend voor het zichtbare licht.

Het verschil tussen de resultaten bij 3000°K en die bij 2700°K is klein en kan verwaarloosd worden. De lampspanning heeft dus nagenoeg geen invloed op de effectieve transmissie van het filter. De gekonstateerde afwijkingen zoals beschreven in paragraaf 2.1., waarbij de gemeten transmissie waarden vergeleken werden met 52%, 38% resp. 20%, zijn dus kleiner, omdat moet worden vergeleken met 50%, 34% resp. 17% transmissie:

Filter	Effectieve transmissie	Aangegeven door transmissometers
"52%"	50%	41% - 51%
"38%"	34%	30% - 38%
"20%"	17%	11% - 17%

In figuur 3 is één en ander in beeld gebracht. Behalve transmissometer 09 geven alle transmissometers te lage waarden aan. In de figuur is tevens getekend (horizontale streeplijnen) de produkten van de transmissies die gemeten zijn met behulp van het "52%" en het "38%" filter.

Bij een lineair systeem behoort dit produkt gelijk te zijn aan de transmissie die men verkrijgt indien beide filters tegelijkertijd in de lichtbundel worden geplaatst. Men kan konstateren dat dit niet het geval is: de gemeten waarden zijn systematisch lager dan de berekende produkten. De transmissometers zijn kennelijk niet-lineair.

De onderlinge verschillen tussen de aanwijzingen van de verschillende transmissometers hebben waarschijnlijk hun oorzaak in verschillende spectrale responsies van de detektors. Uit een onderzoek [3] aan 15 fotokathodes van het type S-10 bleek dat een grote variatie in spectrale gevoeligheid voorkwam. Tevens bleek dat de spectrale gevoeligheid in de loop van de tijd veranderde. Er zijn geen redenen om te veronderstellen dat de foto-buizen van de 160 m basis transmissometers (type S-1) veel beter zouden zijn.

In verband met het feit dat de ijkingen via filtermetingen zo afhankelijk zijn van de spectrale respons van het gehele systeem (lampspectrum, detector) is gezocht naar een andere methode om de werking en de lineariteit van de transmissometers te kunnen controleren. Deze is gevonden in het periodiek onderbreken van de lichtbundel door middel van een roterende schijf met openingen. De volgende paragraaf is aan deze methode gewijd.

3. Ijking door middel van periodieke onderbreking van het licht.

3.1. Methode van ijken.

Ten behoeve van deze ijkmethode werd een 4-tal aluminium schijven (\emptyset 32 cm, dik 1 mm), met open en dichte sectoren vervaardigd met behulp waarvan resp. 50%, 25%, 10% en 5% van het opvallende licht bij draaiende schijf wordt doorgelaten. De schijven kunnen bevestigd worden op de as van een kleine motor (een naaimachine motor waarvan het toerental gevarieerd kan worden door wijzigen van de voedingsspanning). Deze motor is bevestigd op een pvc-koker welke over de detectorpijp geschoven kon worden. Het geheel is zo geconstrueerd dat de open en dichte sectoren van de schijf voor de opening van de detector loodrecht door de lichtbundel draaien. Metingen met behulp van dit systeem onder laboratorium omstandigheden gaven aan dat de schijven in draaiende toestand 50.2, 25.0, 9.9 en 5.2% van het opvallende licht doorlaten (metingen: 50.2 ± 0.2 , 25.0 ± 0.2 , 9.9 ± 0.1 , 5.2 ± 0.1).

Met behulp van metingen aan een transmissometer in het optisch laboratorium is nagegaan of de onderbrekingsfrequentie van het licht (bepaald door de draaisnelheid van de schijf) van invloed was op de door de transmissometer aangegeven transmissie waarde. Dit bleek niet het geval te zijn voor het gehele doorgemeten traject van 10 Hz tot 100 Hz (verkregen door het variëren van de voedingsspanning van de motor van 45 V tot 100 V \sim).

3.2. Resultaten van metingen aan het transmissometernet.

Op 25-4-1975 zijn 4 en op 16-6-1975 zijn 3 andere 16 m basis transmissometers te Schiphol met de in par. 3.1. beschreven apparatuur doorgemeten. Figuur 4 toont de resultaten van deze metingen. Behalve transmissometer 09 wijzen alle transmissometers bij de 4 beschouwde transmissies (50%, 25%, 10% en 5%) te laag aan. De orde van grootte is ongeveer hetzelfde als de afwijkingen gevonden met de filter metingen (par. 2, figuur 3). De konklusie dat de transmissometers niet-lineair zijn, zoals reeds vermeld in een vorig verslag [1] op basis van de filter metingen, wordt door ijkingen met behulp van periodieke lichtonderbreking bevestigd. Met behulp van de laatstgenoemde ijkmethode wordt het probleem van golf-lengte afhankelijkheid van detektor en filters vermeden. In de volgende paragraaf zal nader worden ingegaan op de transmissometer zelf.

4. 160 m basis transmissometer.

4.1. Principe van werking.

Het licht dat op de detektor valt wordt door de foto-elektrische omzettingseenheid getransformeerd in een signaal bestaande uit elektrische pulsen. De puls-frekwentie wordt bepaald door de sterkte van het op de detektor vallende licht. Dit pulssignaal wordt versterkt en via een kabel naar de meteo dienst overgebracht. Aldaar wordt de puls-frekwentie omgezet in een gelijkstroom en vervolgens weergegeven op een recorder en een meter. Bij metingen bleek dat het systeem vanaf een punt vlak na de foto-elektrische eenheid tot en met de registratie lineair is.

De bron van de geconstateerde, in par. 2 en 3 beschreven, niet-lineariteit moet in de foto-elektrische detektor liggen. Aangezien bovendien de ervaring heeft geleerd dat juist dit onderdeel de meeste tijd aan onderhoud en reparatie vergt zal wat dieper op deze foto-elektrische detektor worden ingegaan.

4.2. De oude foto detektor.

De lichtkwanten die op de foto-buiskathode komen maken daaruit elektronen los die onder invloed van de positieve spanning op de anode naar deze anode toe bewegen (zie figuur 5). De anode wordt op een konstante potentiaal gehouden. Deze bedraagt voor de transmissometer van het merk Crouse en Hinds 250 V en voor de transmissometer van het merk Meisei Denki regelbaar tussen 130 en 170 V. De elektronenstroom laadt de condensator van 25 pF tot de doorslagspanning van de stuuerelektrode van V_2 . Wordt deze waarde overschreden dan treedt doorslag tussen anode en kathode van V_2 op waarbij zowel aan de anode als aan de stuuerelektrode een lage impedantie wordt aangeboden. De capaciteit $C=25$ pF wordt doordoor ontladen terwijl de capaciteit in de anode $C=4k7$ pF wordt geladen via de transformatorwikkeling. Hierdoor wordt aan de secundaire wikkeling van de transformator een puls gevormd. Is de capaciteit $C=4k7$ pF geladen dan valt de stroom door V_2 terug op de door de weerstand $R=1$ M Ω bepaalde stroomwaarde die te klein is om de buis geleidend te houden. De buis keert in de niet-geleidende toestand terug en de condensator $C=25$ pF kan weer opnieuw geladen worden. Het aantal doorslagen (pulsen) per seconde is dus een maat voor de laadstroom. De grootte van deze stroom wordt bepaald door de intensiteit van het licht dat op de foto-buis valt. De stromen zijn zeer klein: voor 1% transmissie ongeveer 1 nA. Er worden dus hoge eisen gesteld aan de isolatiewaarden van de gebruikte materialen. De potentiometerschakeling in serie met de $C=25$ pF condensator is dan ook bedoeld om eventuele lekstromen door deze condensator te kunnen compenseren. De stuuerelektrode van de triggerbuis V_2 neemt nagenoeg geen stroom (enkele pA) tot het moment van doorslag. Dit behoort een scherp kantelpunt te zijn.

De meetnauwkeurigheid.

De meetnauwkeurigheid is afhankelijk van de stabiliteit van:

1. de omzettingsefficiëncy licht-stroom van V_1 ;
2. de capaciteit van en de lek over de condensator van $C=25$ pF;
3. de nauwkeurigheid van de doorslagspanning van V_2 ;
4. de lek van de stuuerelektrode van V_2 vóór doorslag;
5. de stroom-spannings verhouding op het moment van doorslag van de stuuerelektrode van V_2 ;
6. de voedingsspanning.

Ten behoeve van de punten 1 en 2 wordt de detektoreenheid met behulp van een verwarming en thermostaat op 30°C gehouden. Voor $C=25\text{ pF}$ is een zilver-mica uitvoering met zeer lage lek in gebruik waarbij de konstante temperatuur een additioneel voordeel is. De voedingsspanning wordt met stabilisatorbuizen konstant gehouden. De punten 3, 4 en 5 zijn verder kwaliteitsgrootheden van de gebruikte buis V_2 . In de Crouse en Hinds apparatuur wordt een WL719 gebruikt en in de Meisei Denki een TR4. De WL719 was zeer duur en is onlangs uit de produktie genomen. De TR4 veroudert snel waarbij een sterk verloop van de doorslagspanning te zien is tot het moment waarop de buis onregelmatig gaat werken. Er treedt bij de TR4 nog een tweede effect op. Bij gasontladingsbuizen zal, indien de spanning tussen anode en kathode een bepaalde waarde overschrijdt, spontaan doorslag optreden. Beneden deze maximale spanning ligt een vlak gebied (werkgebied) waarbij de doorslagspanning van de stuur-elektrode nagenoeg konstant is. Beneden een zekere minimum anode-spanning werkt de buis onregelmatig. Tevens bleek dat veel exemplaren voorkwamen met een klein werkgebied van soms slechts enkele volts. Dit werkgebied is sterk onderhevig aan veroudering zodat de buis zeer frekwent moet worden bijgesteld. Met het gevolg dat de buis praktisch niet is te gebruiken. Ook het effect dat bij kleine stromen de buis niet meer werkend was te krijgen na een periode van inaktiviteit (b.v. dichte mist) is bij de kleine werkgebieden sterk aanwezig. Dit duidt op een verhoogde lek van de stuur-elektrode.

5. Nieuwe, in te voeren foto-elektrische detector.

Door de industrie wordt momenteel goede Silicon-halfgeleider foto-elementen (Pin-10DP, United Detector Technology Inc.) met een hoge kwantum-efficiëncy (52% tegen 0.4% voor de oude foto-buis, zie figuur 6), een goede temperatuurstabiliteit en een kleine verouderingsinvloed op de markt gebracht. Tevens worden versterkers met ingangskwaliteiten die nodig zijn om het opgewekte signaal verder te behandelen, aangeboden (LM 308A, National Semiconductor).

5.1. Principe van werking.

De werking is als volgt (zie figuur 7):

Het binnenkomende licht wordt door de lens gebundeld, passeert een infrarood-afsnijfilter (zie figuur 8) en aktiveert de fotodiode.

De fotostroom wordt afgenomen door de versterker waarvan de ingang geen potentiaal ten opzichte van aarde voert en de uitgang ervoor zorgt dat de uitgangsspanning zodanig is dat de ingangsstroom gekompenseerd wordt via de tegenkoppelweerstand van $1 \text{ M } \Omega$. De uitgangsspanning is dan proportioneel met de ingangsstroom. De fotocel, op deze manier aangesloten, geeft binnen een zeer wijd gebied een lineair met de sterkte van het opvallende licht samenhangende stroom af. De versterkeruitgangsspanning wordt vervolgens met behulp van een spanning-frekwentie-omzetter (A846, Intech Inc.) nauwkeurig in een frekwentie omgezet ($0-10 \text{ V} = 0-10.000 \text{ Hz}$, lineariteit: $\pm 50 \text{ ppm}$, temperatuur-koëfficiënt: $0.1^\circ/\text{oo} / ^\circ\text{C}$, drift gemiddeld per dag: $0,1^\circ/\text{oo}$, drift gemiddeld per maand: $0.2^\circ/\text{oo}$). Aangezien de fotodiode een grote gevoeligheid in het infrarood bezit is vóór de fotodiode een infrarood-afsnijfilter geplaatst. Hierdoor wordt bereikt dat het meetgebied naar het zichtbare deel van het spektrum wordt verschoven (zie figuur 8). Omdat informatie is gewenst betreffende de zichttoestand van de atmosfeer dient o.i. ook gemeten te worden in het zichtbare deel van het lichtspektrum. Jit experimenten is nl. gebleken dat significante verschillen kunnen optreden tussen de extinktie door de atmosfeer van het zichtbare licht en die van het infrarood licht (zie b.v. [4] en [5]).

5.2. Meetnauwkeurigheid.

De meetnauwkeurigheid hangt van de volgende factoren af:

1. De omzettingsefficiëntie licht-stroom van de fotodiode.
Dit is een fysisch vastliggende grootte en wordt alleen door de temperatuur een weinig beïnvloed: nl. $0.5^\circ/\text{oo} / ^\circ\text{C}$ van de momentane stroom voor licht met golflengte van $0.4 \mu\text{m}$ tot $0.95 \mu\text{m}$. De detektorbehuizing is dezelfde als bij de buizendetektor en wordt op 30°C gehouden ($\approx \pm 1^\circ\text{C}$).
2. De ingangsfoutstroom van de versterker die uiteindelijk de kleinste te detekteren fotostroom bepaald. Bij de gekozen versterker ligt deze bij $2 \text{ pA} / ^\circ\text{C}$ een faktor 10.000 kleiner dan de kleinste te gebruiken fotostroom, welke overeenkomt met 1% transmissie. Ook bij zeer kleine transmissies dus een ruisarm signaal.
3. De lineariteit van de gebruikte versterker. Deze is afhankelijk van de uitsturing van de versterker en in het bruikbare gebied beter dan $1^\circ/\text{oo}$ van de aktuele uitslag.

4. De lineariteit en de temperatuur-koëfficiënt van de spanning-frekwentie-omzetter. Uitgevoerd met halfgeleiders is de lineariteit $0.05^{\circ}/\text{oo}$, de temperatuur-koëfficiënt $0.1^{\circ}/\text{oo} / ^{\circ}\text{C}$, de drift per dag, per maand resp. $0.1^{\circ}/\text{oo}$ en $0.2^{\circ}/\text{oo}$ gemiddeld.

Totaal genomen is voor deze nieuwe foto-elektrische detektor een meetnauwkeurigheid van $1^{\circ}/\text{oo}$ zeer goed realiseerbaar, ook op wat langere termijn. Dank zij deze grote meetnauwkeurigheid wordt de meetnauwkeurigheid van het gehele transmissie-meetsysteem bepaald door het optische gedeelte van de meetopstelling (uitlijning, lamp-veroudering, openingshoek van de detektor, vervuiling van de lens en lampglas oppervlak).

5.3. Metingen aan de nieuwe detektor in het optisch laboratorium.

5.3.1. Metingen met behulp van periodieke lichtonderbreking.

Een 15-tal Si-detektors is doorgemeten in een opstelling in het optisch laboratorium met behulp van de 4 roterende schijven waarmee 50%, 25%, 9.9% en 5.2% transmissie wordt verkregen. Onder dezelfde omstandigheden (zelfde lampspanning, gelijke afstand lamp-detektor) gaven de Si-detektors enigszins verschillende signaal grootten af. Het verschil tussen de hoogste en de laagste waarde (zonder verzwakking via roterende schijf) bedroeg ongeveer 10%.

De lineariteit was voor alle cellen zeer goed: de detektors gaven de volgende transmissies aan bij toepassing van de 4 schijven: 50.0%, 25.1%, 9.9% en 5.2%. De spreiding in transmissie-waarden voor de verschillende detektors was gering: een standaard-deviatie kleiner dan 0.05%.

5.3.2. Metingen met behulp van grijsfilters.

Deze metingen werden verricht zowel met als zonder afsnijfilter voor de detektor. De resultaten waren:

	52% filter	38% filter	20% filter
met afsnijfilter	$51.1 \pm 0.1\%$	$38.2 \pm 0.2\%$	$19.7 \pm 0.2\%$
zonder afsnijfilter	$47.1 \pm 0.2\%$	$32.6 \pm 0.3\%$	$15.8 \pm 0.25\%$

Het effect van het afsnijfilter is duidelijk te zien. De transmissie-percentages zijn in het geval dat geen afsnijfilter wordt gebruikt kleiner dan indien wel een afsnijfilter wordt geplaatst. Verandering van de lampspanning, hetgeen een verschuiving van het lampspectrum ten gevolge heeft, had geen noemenswaardige invloed op de transmissie-waarden indien met een afsnijfilter wordt gemeten.

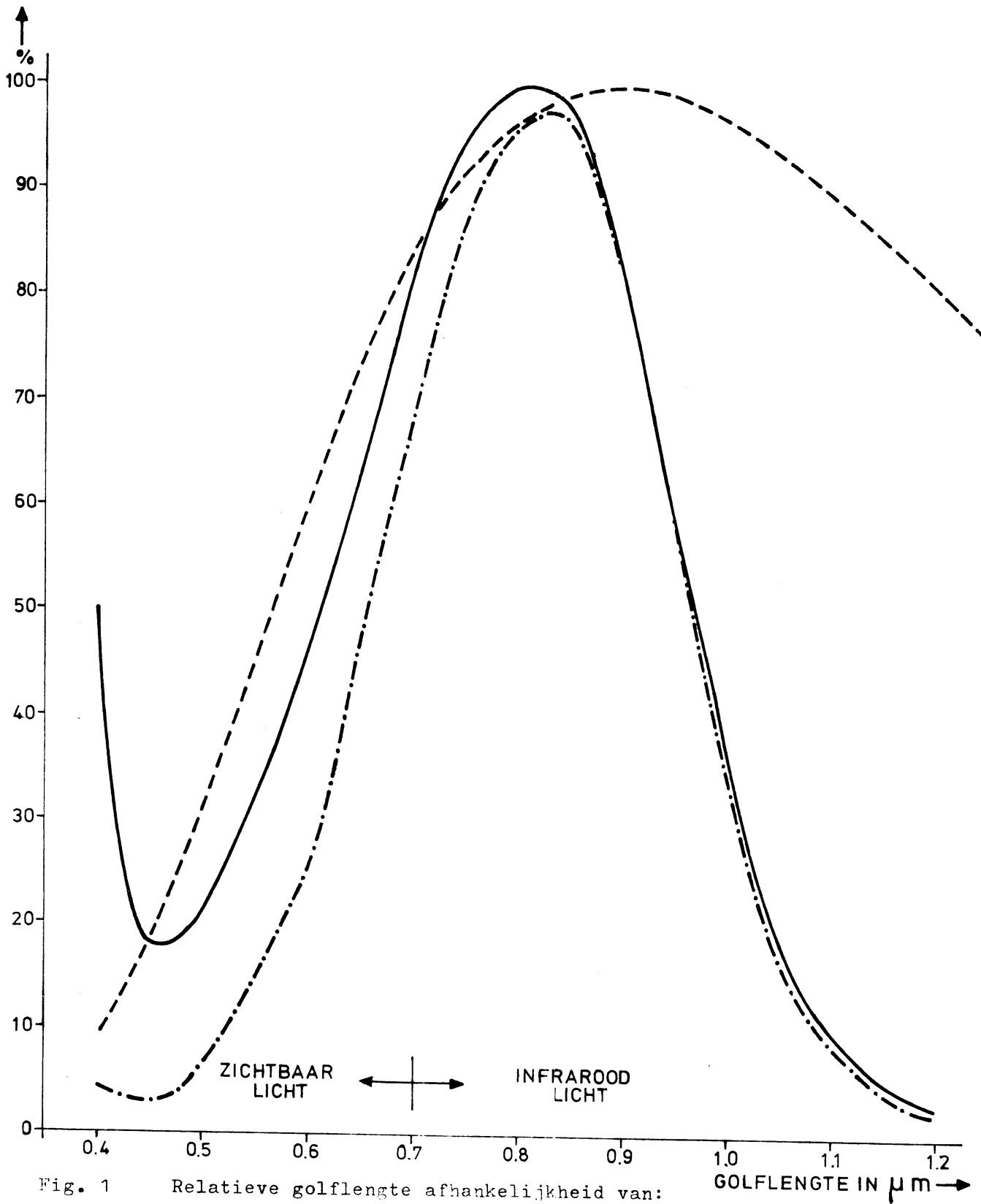
Zonder het afsnijfilter werden de transmissie-percentages kleiner bij afnemende lampspanning.

6. Nabeschouwing.

- Het belangrijkste voordeel boven de oude foto-elektrische detektor is dat de nieuwe detektor een grote mate van lineariteit tussen lichtsterkte en de resulterende frekwentie bezit.
- Daar de nieuwe detektor geheel met halfgeleider elementen is uitgevoerd, die veel minder aan veroudering onderhevig zijn dan buizen, zal het onderhoud van deze eenheid veel minder tijd vergen dan bij zijn buizenvoorganger. Er blijft alleen de lamp-veroudering en de optische vervuiling van lens en lamp oppervlak over. Een reductie van 30% in onderhoud- en reparatietijd mag in alle redelijkheid worden verwacht.
- Door het plaatsen van een afsnijfilter voor de detektor wordt bereikt dat de meting van de transmissie van de atmosfeer in het zichtbare deel van het spectrum geschiedt.
- Bij aanwezigheid van een afsnijfilter kan de periodieke contrôle naar de werking van de transmissometers met behulp van grijsfilters uitgevoerd worden. Dit is een voordeel omdat deze grijsfilter-ijkingen eenvoudiger uit te voeren zijn dan ijkingen met behulp van periodieke onderbreking van de lichtbundel.

Literatuur.

1. Cannemeijer, F., K.N.M.I. verslag V-259, 1974.
2. Vos, J.C., The emissivity of tungsten ribbon, Thesis, Amsterdam, 1953.
3. Budde, W., Appl. Opt. 12 (1973) 2108.
4. Goes, O.W., Beitr. Phys. Atmos. 36 (1963) 127.
5. Arnulf, A., J. Bricard, E. Curé and C. Véret, J. Opt. Soc. Am. 47 (1957) 491.



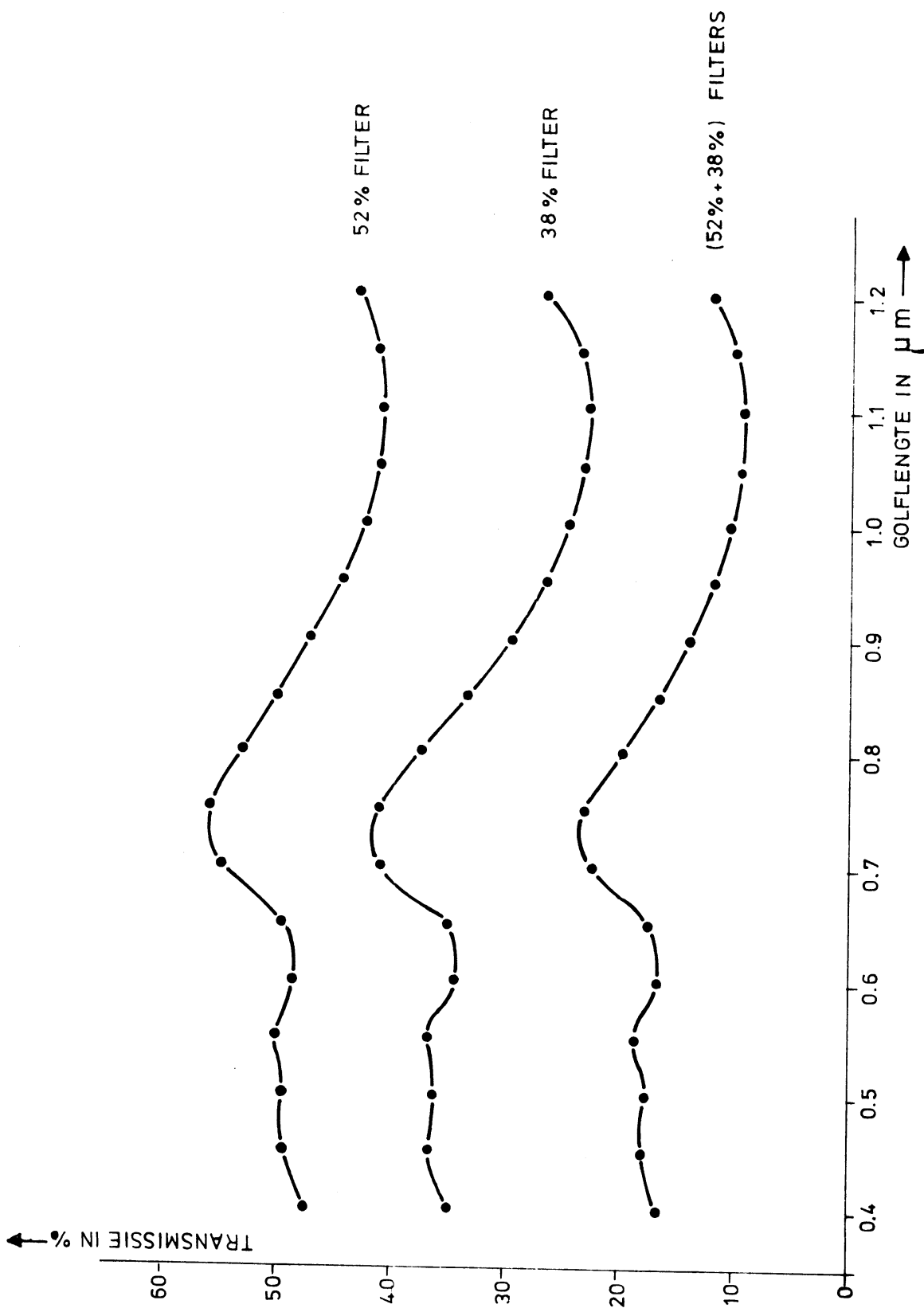


Fig. 2 Transmissie in % van de grijsfilters als functie van de golflengte van het licht.

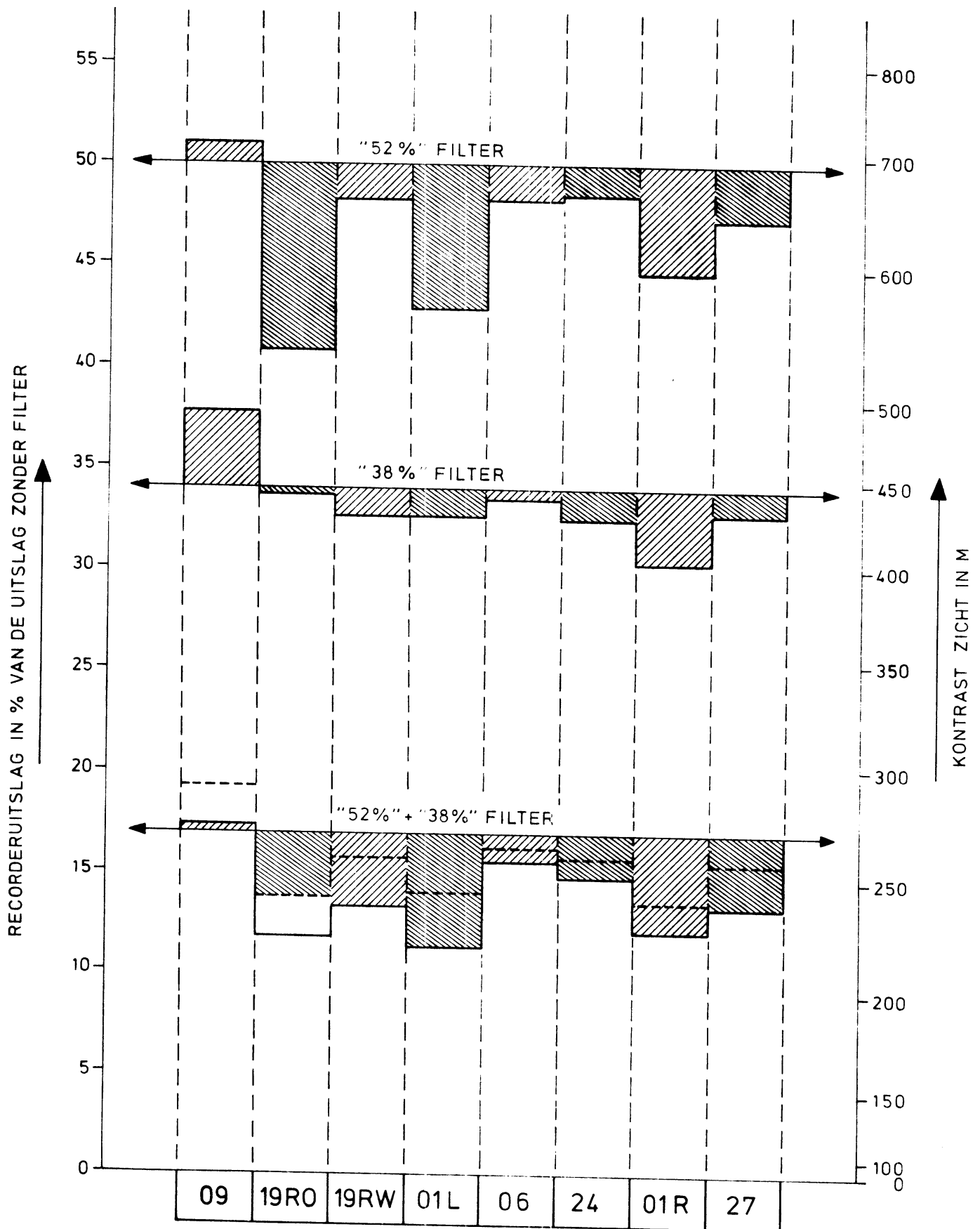


Fig. 3 Recorderuitslag in % van de uitslag zonder filter voor de verschillende transmissometers bij toepassen van 52%, 38% en 20% (= 52% + 38% filter) filters.

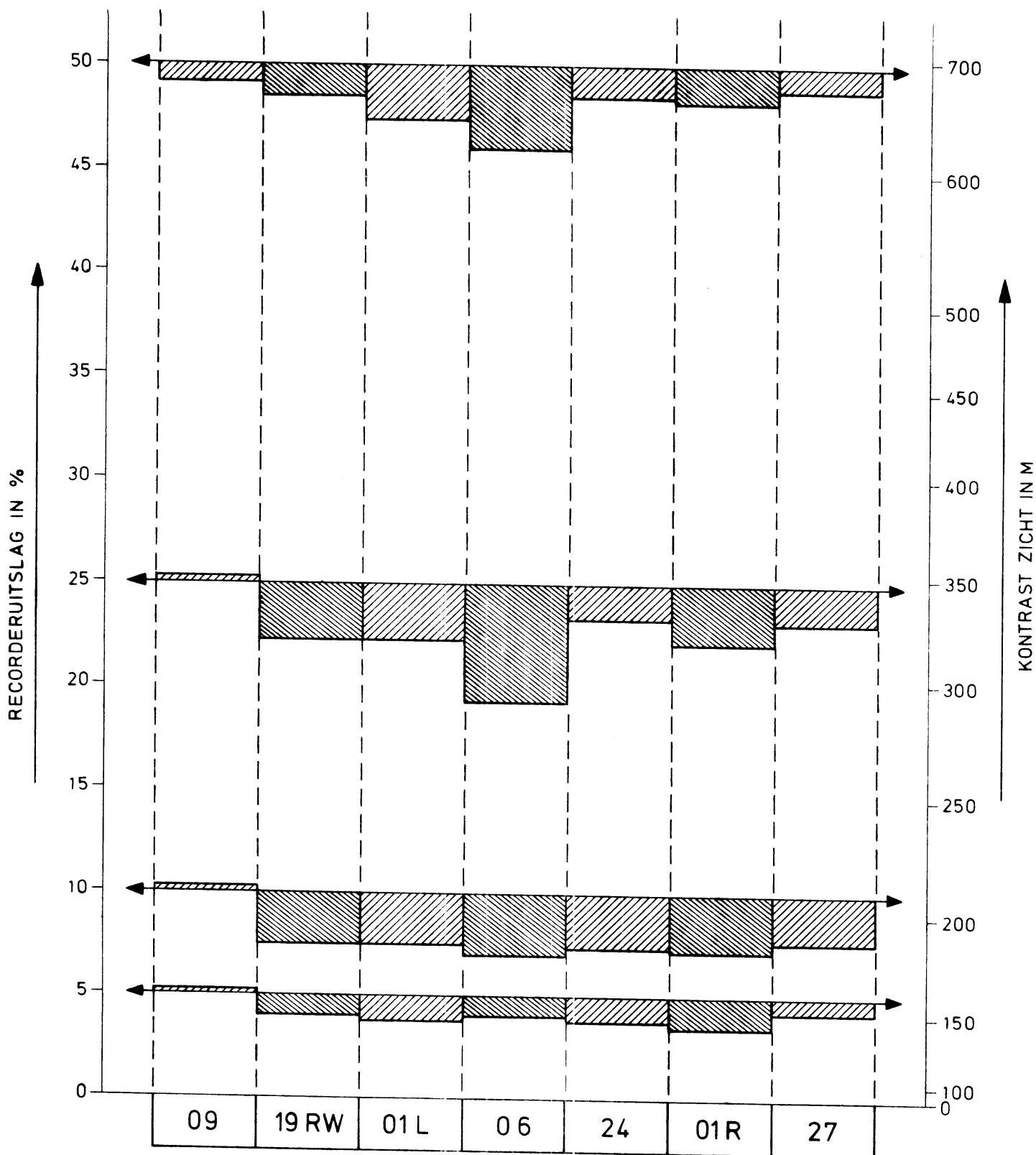


Fig. 4 Recorderuitslag in % voor de verschillende transmissometers bij toepassen van resp. de 50%, 25%, 20% en 5% lichtdoorlatende sektorschijven.

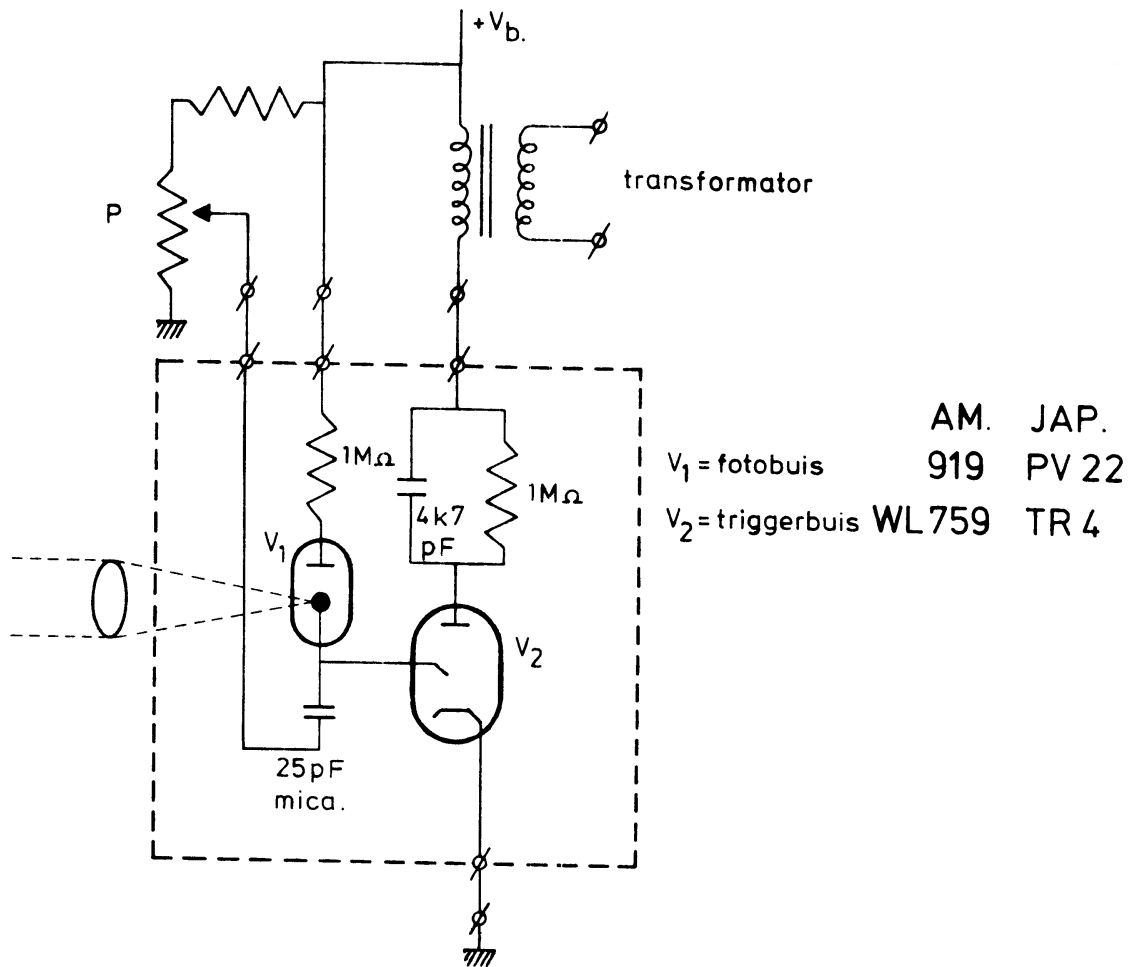


Fig. 5 Schema van de elektronica van de oude foto-elektrische detector.

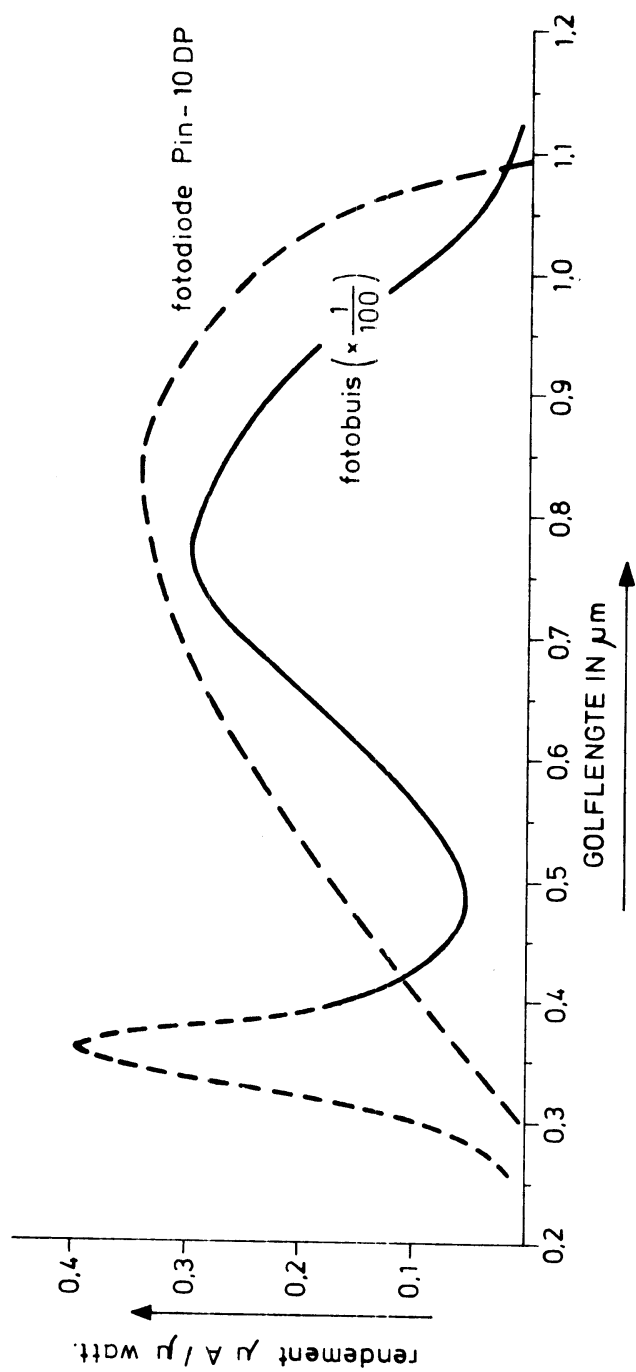


Fig. 6 Responsie van de foto-buis (—) en de foto-diode (----) als functie van de golflengte van het opvallen-
de licht.

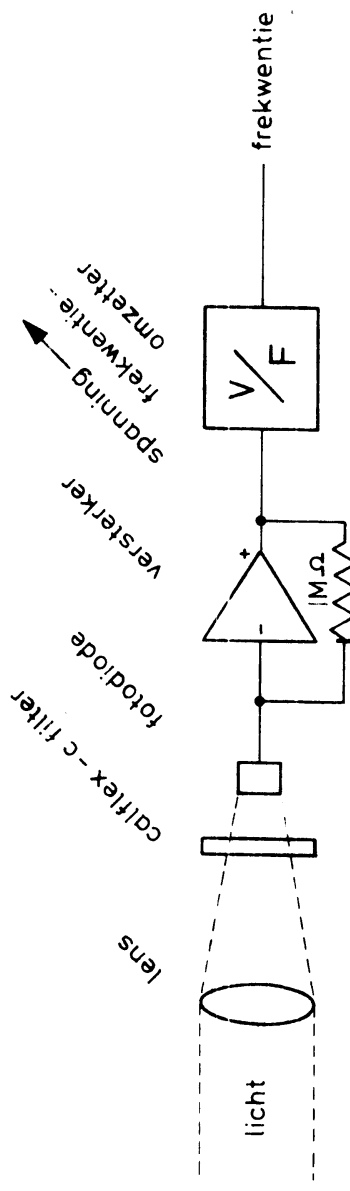


Fig. 7 Schema van de licht-frekwentie-omzetting van de nieuwe foto-elektrische detector.

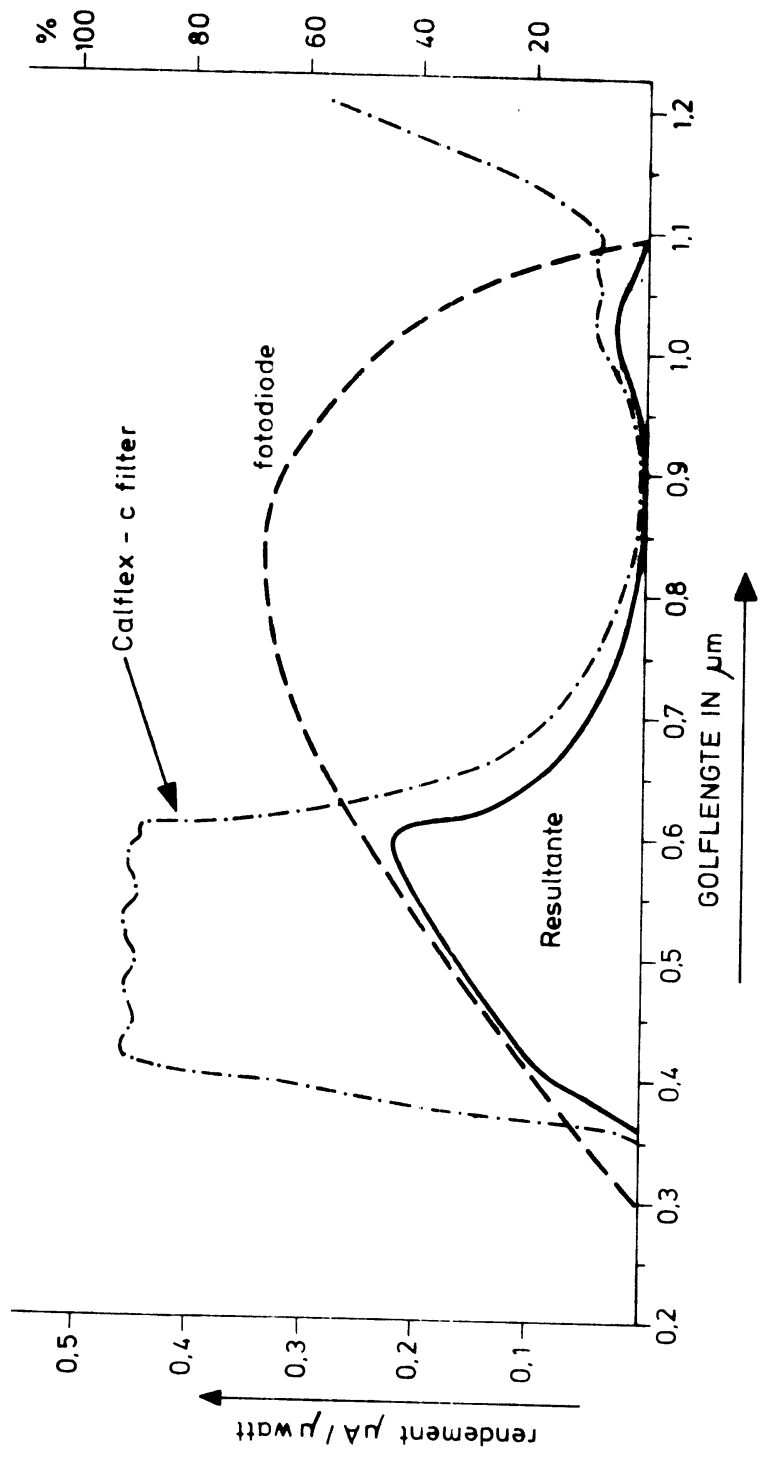


Fig. 8 Invloed van het infrarood afsnijfilter.
 - - - - Karakteristiek van de foto-diode.
 - . - . - Transmissie van het afsnijfilter.
 ——— Golflengte responsie van detector + filter.