

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

De Bilt

WETENSCHAPPELIJK RAPPORT

W.R. 76-3

F. Cannemeijer en J.P. de Jongh

m.m.v.

M.P.D. Jansse en H.B. Minderman

Experimenten met de RVR-converter bij
verschillende achtergrondhelderheden

De Bilt, 1976

Publikationsnummer: K.N.M.I. W.R. 76-3 (M.O.)

U.D.C.: 551.501.7 :
551.591 :
551.508.92

Inhoudsopgave

	blz.
1. Inleiding	1
2. Theorie	3
3. RVR-converter	5
3.1 De achtergrondhelderheidsmeter	6
3.2 De RVR-converter	6
3.3 De digistep	7
4. Experiment	8
4.1 IJking achtergrondhelderheidsmeter	8
4.2 RVR-metingen	9
5. Vergelijking van gemeten RVR met "tabel-RVR"	10
6. Conclusies	11
7. Meting van de achtergrondhelderheid te Schiphol	12
7.1 Problematiek betreffende de meting van de achtergrondhelderheid	13
7.2 Opmerkingen betreffende de constructie van de detectors	13
7.3 Plaatsing van de detectors	14
7.4 IJking van de achtergrondhelderheidsmeter	15

Literatuur

Summary

In this report a description is given of experiments by which, under varying conditions of background luminance, Runway Visual Range (RVR) values are determined by means of the so-called RVR-converter. Object of these measurements was to compare the dependency of the RVR, as measured by the RVR-converter, on both the transmission of light through the atmosphere and the background luminance with the RVR-transmission for night, day and twilight conditions, as specified by the KNMI in 1971.

Section 1 gives an introduction to this study.

Section 2 deals with some theoretical aspects of the RVR-concept. Emphasis is laid on the dependency of the RVR on the background luminance. This dependency follows from the fact that the background luminance affects the sensitivity of the eye.

Section 3 gives a description of the elements and the operating of the RVR-converter.

Section 4, which describes the experiments, consists of two parts: the first part describes the absolute calibration of the background luminance, the second one gives a description of the RVR-measurements at varying background luminances.

In section 5 a comparison is made between the measured RVR-values and the RVR-values as specified by the KNMI in 1971.

The conclusions, which can be drawn from the experiments, are given in section 6. It is concluded that in day and twilight background luminance conditions the RVR-converter gives RVR-values in good agreement (within 50 m) with the KNMI-specifications. At night there is a good agreement for RVR-values between 400 m and 1000 m; above 1000 m RVR the maximum deviation amounts to 150 m.

Experimenten met de RVR-converter
bij verschillende achtergrondhelderheden

1. Inleiding

Een belangrijke grootheid, die de zichtconditie tijdens een landing aangeeft, is de zgn. RVR (Runway Visual Range). Dit is een indicatie voor de afstand waarop een vlieger de lampen, die voor de baanverlichting worden gebruikt, nog kan waarnemen. De RVR is afhankelijk van drie grootheden, nl.:

- (1) de lichtsterkte van de lampen van de baanverlichting.
Indien de intensiteit van de baanverlichting groter wordt, zal de RVR toenemen. Een te grote lichtsterkte kan de vlieger echter verblinden. Om deze reden wordt - afhankelijk van de achtergrondhelderheid en de RVR - 's nachts eventueel met een geringere lichtsterkte gewerkt.
- (2) de helderheid van de achtergrond waartegen de lampen worden waargenomen door de vlieger.
Overdag, als de achtergrondhelderheid groot is, zullen de lampen van de baanverlichting moeilijker te onderscheiden zijn dan 's nachts, wanneer de achtergrondhelderheid veel kleiner is. Indien de transmissie van de atmosfeer en de verlichtingssterkte van de lampen gelijkblijven, zal de RVR 's nachts groter zijn dan overdag.
- (3) de transmissie van de atmosfeer.
Indien de transmissie van de atmosfeer afneemt ten gevolge van mist, neerslag e.d., zal de RVR geringer worden.

Op Schiphol worden RVR-waarden op routinebasis uitgegeven. Voor elke transmissometer wordt de RVR bepaald en indien de RVR < 2000 m is, wordt deze aan de gebruikers bekendgemaakt. Voor de bepaling van de RVR wordt - afhankelijk van het tijdstip - een tabel voor "nacht", "schemer" of "overdag" gebruikt.

Sinds 1972 beschikt het KNMI over apparatuur, die langs elektronische weg uit het signaal van een transmissometer en van een achtergrondhelderheidsmeter bij de maximale lichtsterkte van de lampen de RVR bepaalt in de vorm van een gelijkspanning. Dit apparaat wordt de RVR-converter genoemd. De geleverde gelijkspanning wordt m.b.v. een digistep vertaald in de RVR-waarde en digitaal gepresenteerd.

Het doel van het in dit verslag beschreven onderzoek is:

- (1) na te gaan in hoeverre de elektronische apparatuur correct werkt, d.w.z. in hoeverre deze apparatuur in overeenstemming is met de tabellen, die een waarde voor de RVR geven;
- (2) aanbevelingen te doen betreffende het op te richten netwerk van achtergrondhelderheidsmeters te Schiphol.

In 1972 heeft INSA (H.B. Minderman) al een onderzoek naar de bruikbaarheid van de RVR-converter gedaan. Bij dit onderzoek werd de achtergrondhelderheid niet gemeten met behulp van de bij de RVR-converter behorende achtergrondhelderheidsmeter. In plaats daarvan werden de karakteristieke waarden voor nacht, schemer, dag (normaal) en dag (helder) gesimuleerd d.m.v. bepaalde weerstandswaarden. In hoeverre deze handelwijze correct was, kon niet verder worden nagegaan.

Op het KNMI is sedert medio 1975 een absoluut gecalibreerde helderheidsmeter (merk EG&G, type 550) aanwezig. Deze geeft de mogelijkheid de werking van de converter beter te controleren dan tot dusver het geval was. Deze controle is des te meer nodig, omdat op Schiphol in de praktijk bleek dat de RVR-waarden, die de waarnemer via de tabellen berekende, aanzienlijk afweken van de RVR-waarden, die de converter leverde.

In dit verslag worden de metingen beschreven, die gedaan zijn met behulp van de RVR-converter, waarbij het signaal van de transmissometer is gesimuleerd door middel van een gelijkspanning (0-10 V komt overeen met 0-100% transmissie), waarbij gelijktijdig metingen van de achtergrondhelderheid werden uitgevoerd.

2. Theorie

Door Stalenhoef [1] wordt een overzicht gegeven van formules waarmee de RVR kan worden berekend. De belangrijkste hiervan worden hier genoemd.

De RVR kan worden geschreven als:

$$R = - L \times \frac{\log E_d + 2 \log R - \log I}{\log T} \quad (1)$$

$$\text{indien } R > - L \times \frac{\log 0.05}{\log T} = Z$$

$$\text{anders wordt } R = Z \quad (2)$$

waarin

L = afstand tussen projector en detector van de transmissometer (de zgn. basis van de transmissometer);

T = transmissie van de atmosfeer over de lengte L;

E_d = drempelwaarde voor verlichtingssterkte voor de waarnemer;

I = lichtsterkte van een puntvormige lichtbron, zoals die door de vlieger wordt waargenomen;

Z = dagzicht.

Het komt er dus op neer, dat indien de berekende waarde van R volgens formule (1) kleiner wordt dan het dagzicht Z, het dagzicht wordt gebruikt en niet de waarde berekend volgens formule (1).

Opmerkingen:

- (1) Uit de formules (1) en (2) blijkt dat de RVR wordt berekend met o.a. de transmissie van de atmosfeer over de lengte L. Dit impliceert dat de RVR-converter voor een bepaalde afstand L wordt ontworpen, en bij wijziging van de afstand moet worden aangepast.

- (2) De mogelijkheid een puntvormige lichtbron te zien, wordt bepaald door de verlichtingssterkte (lux), die de bron veroorzaakt op het netvlies van de waarnemer en door de achtergrondhelderheid. Voor iedere achtergrondhelderheid kan een verlichtingsdrempel worden bepaald, waarbeneden de bron niet kan worden waargenomen. Deze drempelwaarde wordt in dit verslag E_d genoemd.

In fig. 1 stelt de continu verlopende curve het verband voor tussen E_d en de achtergrondhelderheid. Deze curve is gebaseerd op waarnemingsmateriaal. De curve is zodanig getrokken, dat bij iedere achtergrondhelderheid 50% van de waarnemers in staat is de bron bij de betreffende drempelwaarde waar te nemen.

- (3) Uit formule (1) blijkt, dat de achtergrondhelderheid zelf niet in de formule voor de RVR voorkomt, maar alleen de drempelwaarde E_d . Het meten van de achtergrondhelderheid dient er dus voor om na te gaan welke E_d moet worden gebruikt. Op Schiphol wordt evenals op vele andere vliegvelden de achtergrondhelderheid niet gemeten. Om toch te kunnen komen tot een RVR-bepaling, is door de ICAO [2] voorgesteld de achtergrondhelderheid in vier klassen in te delen en voor elke klasse een daarvoor geldende drempelwaarde E_d aan te geven. Dit discontinue verband is door middel van een stapfunctie in fig. 1 aangegeven. Onderstaande tabel geeft de numerieke waarden, die bij deze stapfunctie behoren.

	achtergrondhelderheid cd/m^2	drempelwaarde E_d lux
nacht	< 50	$8 \cdot 10^{-7}$
schemer	50 - 999	10^{-5}
dag (normaal)	1000 - 12.000	10^{-4}
dag (helder)	> 12.000	10^{-3}

Op Schiphol zijn tabellen waarmee het mogelijk is bij een bepaalde transmissie de RVR af te lezen. Deze tabellen

berusten op bovengenoemde 4-klassenindeling van achtergrondhelderheden. Aangezien men op Schiphol niet over een aanwijzing beschikt of men met een heldere of normale dag te doen heeft, wordt met één dag-tabel gewerkt. Deze tabel is het gemiddelde van de tabellen voor een normale resp. een heldere dag. De RVR-converter werkt echter met een glad verloop tussen achtergrondhelderheid en E_d . Om nu de RVR-waarden uit de tabellen te kunnen vergelijken met de waarden, die door de RVR-converter worden geleverd, moet bij die achtergrondhelderheid worden gekeken waar de gladde curve uit fig. 1 de horizontale gedeelten van de stapfunctie snijdt. Men zou kunnen zeggen dat deze achtergrondhelderheden representatief zijn voor nacht, schemer, normale dag en heldere dag. De waarden voor deze achtergrondhelderheden zijn respectievelijk 10, 300, 4000 en 40.000 cd/m^2 .

- (4) I is de effectieve lichtsterkte van de landingsbaanverlichting. De baanverlichting bestaat o.a. uit lampen in de hartlijn van de baan en lampen aan de rand van de baan. Aangezien de lichtsterkte en de lichtverdeling van de randlampen niet gelijk zijn aan die van de hartlijnlampen, is de effectieve lichtsterkte afhankelijk van de afstand van de vlieger tot de nog net zichtbare lamp, dus afhankelijk van de RVR. In de nota van Stalenhoef [1] wordt het verband tussen de effectieve lichtsterkte en de RVR gegeven voor een landingsbaanverlichting zoals aangebracht op een landingsbaan voorzien van ILS (Instrument Landing System). De gegevens uit deze tabel zijn gebruikt bij het ontwerpen van de RVR-converter.

3. RVR-converter

De RVR-converter berekent m.b.v. drie parameters, nl. transmissie, lichtintensiteit van de baanverlichting en achtergrondhelderheid de Runway Visual Range. De lichtintensiteit van de landingsbaanlampen, zoals de vlieger die waarneemt, is o.a. afhankelijk van het meteorologisch zicht en van de lichtsterkte van de landingsbaanlampen. Deze waarden zijn voor een 100% lightsetting (maximale intensiteit) ingebouwd in de converter.

De converter bestaat uit drie onderdelen^{*)}, namelijk:

3.1 de achtergrondhelderheidsmeter

Deze bestaat uit een lens ($f = 40$ cm), die het licht van de hemel op een viertal CdS-cellen (type RPY-18) concentreert. In het brandpunt van de lens (vlak voor de vier RPY-18 cellen) zijn een grijsfilter en een matglas aangebracht. Hierdoor wordt het licht gelijkmatig over de cellen verdeeld. Het geheel bezit een openingshoek van 20° . De weerstand van een CdS-cel is afhankelijk van de intensiteit van het op de cel vallende licht. De weerstanden van de vier cellen bepalen tesamen met het transmissometersignaal de RVR.

3.2 de RVR-converter

De spanning, die door de transmissometer wordt geleverd, varieert van 0 tot 10 Volt bij transmissies van 0 tot 100%. Deze spanning wordt met behulp van een servo-mechanisme en een functie-potentiometer omgevormd tot de normzichtspanning: $u_{160} = 0-10$ Volt voor een meteorologisch zicht Z van 0 tot ∞ meter volgens de formule

$$u_{160} = 10 \text{ Volt} \times e^{-\frac{\ln(1/\epsilon)}{Z} L} = 10 \times e^{-\frac{3L}{Z}}$$

waarin

$\epsilon =$ contrastdrempel $\cong 0.05$

$L =$ transmissometerbasis = 160 m

Met een tweede functie-potentiometer, die op dezelfde as is gekoppeld, en een stroombron wordt een tweede spanning gegenereerd:

$$u_{RVR,max} = u_{RVR,nacht} + 0.2 \text{ Volt}$$

(De 0.2 V is nodig om inwendige spanningsverliezen te compenseren).

*) Een uitgebreide dokumentatie is bij de afdeling INSA aanwezig.

Het totaal van deze spanningen ($u_{160} + u_{RVR,max}$) wordt verkregen in de nacht en is een maat voor de maximale RVR, die behoort bij u_{160} . Met behulp van de achtergrondhelderheidsmeter wordt een correctie ingevoerd voor grotere achtergrondhelderheden dan de nachtelijke achtergrondhelderheid. Naarmate de achtergrondhelderheid groter is, zal de somspanning meer afnemen. De somspanning kan niet beneden u_{160} komen. M.a.w., indien de RVR door een grote achtergrondhelderheid kleiner dreigt te worden dan het zgn. norm-zicht, wordt in plaats van de RVR het norm-zicht gegeven.

Verder wordt er nog een kleine correctie voor puntvormige lichtbronnen ingevoerd, omdat bij dichte mist de RVR sterker afneemt ten gevolge van vermindering van het contrast door verstrooiing van het licht van de vele baanlampen. De uiteindelijk verkregen spanning wordt aan de digistep aangeboden.

3.3 De digistep

Dit is een uitleestoestel om de aangeboden spanning met behulp van cijferbuizen in een visuele digitale getalwaarde om te zetten. Om de informatie een rustige aanblik te geven, wordt de RVR-meetwaarde eerst naar een Sample- en Hold-schakeling met twee verschillende Hold-tijden (geheugentijden) gevoerd en dan naar de comparatoren voor de eigenlijke omzetting. De vertraagde meetwaarde wordt eveneens gebruikt om met de lopende ingangsspanning een positief of negatief trendsignaal te genereren en dit aan te geven met controlelampen en/of een mA-meter met middenstand. De trendschakeling stuurt ook de werking van de twee Hold-tijden, nl. bij een zichtverbetering een langere Hold-tijd en bij een zichtverslechtering een kortere Hold-tijd. Overigens is dit in te stellen. Met de voor-ingestelde comparatoren wordt de meetwaarde afgetast. Zodra een comparator een spanning krijgt aangeboden hoger dan zijn instelling, wordt de bijbehorende digitale RVR-waarde ingeschakeld en de vorige meetwaarde geblokkeerd. De digistep geeft tussen 50 en 800 m de RVR in stappen van 50 m aan en tussen 800 en 2000 m in stappen van 100 m. Boven 2000 m

wordt de RVR niet verder aangegeven en gaat er een groene lamp branden met het opschrift "über 2000". Beneden 50 m brandt een tweede lamp met het opschrift "unter 50", die pas weer uitgaat als het zicht de 100 m bereikt.

4. Experiment

4.1 IJking achtergrondhelderheidsmeter

De enige absoluut geijkte helderheidsmeter op het KNMI is de EG&G-meter. Aangezien dit een laboratoriuminstrument is en niet geschikt om buiten opgesteld te worden, is één van de achtergrondhelderheidsmeters, die bij de RVR-converter behoort, geijkt tegen de EG&G-meter. Aangezien deze achtergrondhelderheidsmeters wel weerbestendig zijn, is deze verder gebruikt om de werking van de RVR-converter te bestuderen.

Voor de ijking is de achtergrondhelderheidsdetector zodanig op het waarnemingsterrein opgesteld, dat de openingshoek van de detector in noordelijke richting vrij van obstakels (bomen, gebouwen) op de hemel is gericht. Parallel aan deze detector is de detector van de EG&G-meter geplaatst. Daarbij is er zo goed mogelijk voor gezorgd dat de sector van de hemel, bestreken door de 8° -openingshoek van de EG&G-detector, binnen de 20° -sector van de te ijken achtergrondhelderheidsmeter viel.

Eén van de CdS-cellen uit de detector is aangesloten op een versterker. Hiervoor is een log-versterker gebruikt, omdat de weerstand van de CdS-cel over vier decaden varieert in het helderheidsgebied waarin de ijking moet worden uitgevoerd (van dag tot nacht). De uitgang van de log-versterker is aangesloten op een Brown-recorder. Het signaal van de EG&G-meter werd op een servogor-recorder vastgelegd.

Voor een ijking van de CdS-cel over de range van dag-nacht is het voldoende een meting te doen van ongeveer twee uur vóór tot ongeveer één uur na zonsondergang.

Om een monotoon afnemende helderheid te verkrijgen, werd gemeten op (praktisch) wolkenloze avonden. Door middel van vergelijking

van de Brown- en de servogor-registraties is voor de CdS-cel de weerstand als functie van de achtergrondhelderheid bepaald. Aangezien de detector na de absolute ijking wordt gebruikt om de werking van de RVR-converter na te gaan, werd het verband tussen recorderuitslag en helderheid gebruikt. (Zie fig. 2). In deze grafiek zijn de grenzen nacht, schemer, dag (normaal) en dag (helder) ingetekend. (Zie hoofdstuk 2, opm. 2).

4.2 RVR-metingen

Het blijkt niet op eenvoudige wijze mogelijk de geijkte achtergrondhelderheidsmeter, die via de Brown-recorder de achtergrondhelderheid moet aangeven, tevens aan te sluiten op de RVR-converter. Daarom is voor de RVR-metingen zelf een tweede (niet geijkte) achtergrondhelderheidsmeter, die parallel geplaatst is aan de geijkte helderheidsmeter, verbonden met de RVR-converter. Deze detector is voorzien van vier nieuwe CdS-cellen, die bij gelijke belichting niet meer dan een factor 1.5 in weerstand verschillen (zoals is voorgeschreven in de handleiding van de RVR-converter).

De transmissie van de atmosfeer werd gesimuleerd met behulp van een gelijkspanning, die variabel instelbaar is tussen 0 en 10 V, overeenkomend met een transmissie van 0 tot 100% (lineair verlopend).

Aangezien het verband tussen de RVR-spanning en de waarde van de RVR bekend is (zie par. 3.3), is de uitslag van de Brown-recorder om te rekenen tot een RVR-waarde.

Voor een aantal 160m-transmissiepercentages (van 1.7% t/m 58.4%) werd gedurende minstens een dag en een nacht de RVR geregistreerd tesamen met de achtergrondhelderheid. Deze achtergrondhelderheid werd met behulp van de geijkte detector gemeten. Fig. 3 laat een voorbeeld van een dergelijke meting zien. Het transmissiepercentage was hierbij 24%. Tussen 13.00 en 14.30 GMT vertoont de achtergrondhelderheid enige fluctuaties ten gevolge van aanwezige bewolking. De RVR vertoont dientengevolge kleine tegengestelde variaties (de RVR neemt toe bij afnemende helderheid). Na 14.30 GMT vindt een praktisch ongestoorde afname van de achtergrondhelderheid

plaats. De RVR neemt ten gevolge van deze afname geleidelijk toe, tot een maximale waarde van ongeveer 1000 meter wordt bereikt. In de figuur zijn tevens aangegeven de tijdstippen van overgang tussen dag (normaal) en schemer en tussen schemer en nacht.

Uit de registratie is vervolgens voor verschillende helderheden de daarbijbehorende opgetreden RVR-waarde (behorend dus bij het betreffende 160m-transmissiepercentage) bepaald. Fig. 4 geeft voor een aantal transmissies de RVR als functie van de achtergrondhelderheid weer. De nacht-, schemer- en dag-grenzen zijn als vertikale lijnen in de grafiek ingetekend.

5. Vergelijking van gemeten RVR met "tabel-RVR"

De RVR-converter is gebaseerd op een RVR/160m-transmissie (T_{160}) verband, zoals in april 1971 door het KNMI is gespecificeerd. In tabel I is de RVR als functie van T_{160} gegeven voor de verschillende achtergrondhelderheidsomstandigheden (dag (helder), dag (normaal), schemer en nacht).

Opmerkingen:

- (1) Voor de berekening van de nacht-tabel is over de hele range van een 100% lichtsetting uitgegaan. In de praktijk echter gebruikt men een tabel waarbij voor RVR-waarden tussen 800 m en 1100 m een 30% lightsetting en voor RVR >1100 m een 10% lightsetting is gebruikt.
- (2) Zoals reeds in hoofdstuk 2, opm. (3) is vermeld, wordt op Schiphol in de operationele dienst slechts één dagtabel gebruikt, welke een gemiddelde is tussen dag (helder) en dag (normaal). Ter controle van de werking van de RVR-converter dienen de gemeten RVR-waarden te worden vergeleken met de RVR-waarden, zoals afgelezen uit tabel I en niet uit de operationele tabel.

In fig. 5 zijn de RVR-waarden uit tabel I voor drie categorieën (dag (normaal), schemer en nacht) als functie van het transmissie-

percentage uitgezet. In dezelfde figuur zijn ook de RVR-waarden uitgezet, die uit de metingen zijn verkregen. De schemer- en dag (normaal)-punten zijn verkregen door in fig. 4 de snijpunten van de curven met de 300 cd/m^2 -lijn (karakteristiek voor de schemer) en de 4000 cd/m^2 -lijn (karakteristiek voor normale dag) te bepalen. De experimentele nacht-curve is verkregen uit de maximale RVR-waarden, die 's nachts werden bereikt. De experimentele curven voor dag en schemer vertonen met betrekking tot de "tabel-curven" geen grotere afwijkingen dan 50 m. Voor de nacht vallen de curven tot 1000 m praktisch samen. Voor RVR-waarden groter dan 1000 m wijst de converter echter systematisch lager aan (maximaal 150 m bij RVR = 1200 m) dan volgens de tabel zou moeten.

De knik in de curven tussen 20% en 25% transmissie, het meest duidelijk zichtbaar bij de nacht-curve, is een eigenschap van het apparaat. Deze is het gevolg van de keuze van weerstanden, die over de RVR-potentiometer zijn geplaatst om de RVR-functie te genereren. (Zie par. 3.2).

Aangezien RVR-waarden in de praktijk tot 800 m om de 50 m en boven de 800 m om de 100 m worden aangegeven, zijn in de figuren 6, 7 en 8 de naar beneden afgeronde RVR-waarden, verkregen met behulp van de converter, uitgezet voor nacht, schemer en dag (normaal) tegen de RVR-waarden zoals aangegeven door de tabel. Men kan constateren dat alle gemeten dag- en schemerwaarden - en tot RVR = 1000 m de nachtwaarden - goed overeenkomen met de door het KNMI gestelde eisen (zoals gepresenteerd in tabel I).

6. Conclusies

- Uit fig. 5 blijkt, dat de RVR-converter is gecontroleerd voor transmissiepercentages kleiner dan 60%. Het blijkt dat de curven voor schemer en dag (normaal) volledig aan de specificaties voldoen. Bij de nachtcurve blijkt dat voor transmissiepercentages tussen 25% en 40% (voor RVR-waarden tussen 1000 en 1600 m) de afwijkingen meer dan 100 m RVR, maar minder dan 150 m RVR zijn.

- Bij operationeel gebruik van de RVR-converter dient men, indien men de RVR-converterwaarde vergelijkt met de RVR-tabelwaarde, zich te realiseren dat de RVR-converter werkt op basis van een gemeten achtergrondhelderheid en een continu verband tussen deze grootte en de drempelwaarde voor de verlichtingssterkte E_d (fig. 1).

Dit houdt in, dat in schemer- en dag-situaties de RVR-converter meestal een hogere waarde zal aangeven dan de waarde verkregen uit de tabel.

- De operationele nacht-tabel is voor RVR > 800 m anders dan de tabel waarop de converter is gebaseerd. (Zie hoofdstuk 5, opm. 1). Bij een RVR > 800 m en < 1200 m wordt een 30% light-setting gebruikt, terwijl bij een RVR > 1200 m een lightsetting van 10% wordt gebruikt. Het verband tussen transmissie en RVR wordt gegeven in fig. 5 (--- lijn).

Bij vergelijking van de gemeten RVR-waarden met de operationele RVR-waarden blijkt, dat de RVR-converter van 800 m tot 1200 m RVR systematisch een 100 m hogere RVR-waarde geeft dan volgens de operationele tabel. Indien men deze toch geringe systematische fout toestaat, is de converter 's nachts tot 1200 m te gebruiken.

- Een nadeel van de RVR-converter is, dat indien het RVR-transmissieverband wordt gewijzigd, bijvoorbeeld ten gevolge van
 - (1) andere effectieve lichtsterkte van de baanverlichting;
 - (2) ander verband tussen achtergrondhelderheid en drempelwaarde;
 - (3) andere transmissometerbasis,de electronica van de RVR-converter nogal dient te worden gewijzigd. Dit probleem speelt thans ook een rol, aangezien de eerste, in 1971 aangekochte converter werd ontworpen voor de toenmalig geldende RVR-tabellen, welke inmiddels zijn veranderd.

7. Meting van de achtergrondhelderheid te Schiphol

De in dit verslag beschreven RVR-converters zullen waarschijnlijk op Beek en Eelde worden geplaatst. Het ligt in de bedoeling in de toekomst te Schiphol de RVR voor iedere transmissometer automatisch

met behulp van een computer (PDP-8) te bepalen. Daarvoor is o.a. nodig dat informatie omtrent de achtergrondhelderheid wordt verkregen.

7.1 Problematiek betreffende de meting van de achtergrondhelderheid

De achtergrondhelderheid waartegen de piloot de lichten van de landingsbaan moet waarnemen is uit drie componenten opgebouwd (zie Padmos [3]):

- (1) de helderheid van de hemel vlak boven de horizon en de helderheid veroorzaakt door omringende lichten, welke bijdragen aan de omgevingshelderheid (platform-, gebouw- en stadsverlichting);
- (2) het door de atmosfeer verstrooide licht van de landingsbaanlampen zelf;
- (3) het verstrooide licht van de landingsbaanlampen in het oog van de vlieger.

De achtergrondhelderheid, die in de praktijk kan worden gemeten, is de helderheid van de hemel vlak boven de horizon. De andere twee bijdragen tot de achtergrondhelderheid kunnen slechts worden gemeten ter plaatse van de vlieger zelf.

Berekeningen van Padmos [3] tonen aan dat in de nacht, waarbij de waarde van de onder punt 1 genoemde bijdrage in achtergrondhelderheid op maximaal 1 cd/m^2 wordt gesteld, de achtergrondhelderheid die door de vlieger wordt ondervonden ten gevolge van de bronnen genoemd onder 2 en 3 zal domineren. Deze berekeningen laten zien dat voor een RVR van 1100 m en groter de verstrooiing in het oog van de vlieger de grootste bijdrage aan de achtergrondhelderheid levert. Voor een RVR van 600 m en kleiner overheerst de verstrooiing van het licht van de landingsbaanlampen.

7.2 Opmerkingen betreffende de constructie van de detectors

- (1) De bestaande detectors voor het meten van de achtergrondhelderheid, welke behoren bij de RVR-converter, hebben een openingshoek van 20° . Deze openingshoek bleek goed te voldoen. De

detector van de EG&G-meter heeft een openingshoek van 8° . Een dergelijke kleine openingshoek maakt dat bij enige bewolking het signaal bijzonder sterk fluctueert, terwijl bij een grotere openingshoek de fluctuaties t.g.v. de bewolking wat worden uitgesmeerd.

Een te grote openingshoek is echter niet juist, omdat dan het gevaar bestaat dat de detector een gedeelte van de hemel bestrijkt, dat de vlieger niet ziet indien hij naar de landingsbaan kijkt. Het lijkt ons dan ook verstandig de nieuw te bouwen detectors een openingshoek van ongeveer 20° te geven.

- (2) De detectors, die bij de RVR-converter behoren, zijn uitgerust met CdS-cellen. Hoewel deze cellen in de praktijk goed voldoen, is het uit het oogpunt van standaardisatie verstandig de nieuwe detectors van Si-cellen te voorzien. Binnenkort zullen namelijk alle 160-meter basistransmissometers op Schiphol met dergelijke Si-cellen zijn uitgerust.

De Si-cellen zijn bijzonder goed lineair en hebben een zeer lage temperatuurcoëfficiënt ($< 0.5\%$ per $^{\circ}\text{C}$) voor straling in het zichtbare gebied. In het I.R. wordt deze temperatuurcoëfficiënt groter. De moeilijkheden in het I.R. kunnen worden voorkomen, indien een I.R.-afsnijfilter voor de cel wordt geplaatst. Dergelijke filters zijn op het KNMI reeds aanwezig, omdat ze ook worden gebruikt in de transmissometers.

- (3) Afhankelijk van de grootte van de openingshoek van de achtergrondhelderheidsdetector, kan het nodig blijken een verzwakingsfilter voor de Si-cel te plaatsen om te voorkomen dat bij grote achtergrondhelderheid verzadiging in de cel optreedt. Het is daarom verstandig eerst met een prototype van de te bouwen detector enige experimenten op dit gebied te doen.

7.3 Plaatsing van de detectors

De achtergrondhelderheid van de hemel, die men met een detector meet, is in het algemeen afhankelijk van de richting waarin wordt gemeten. Met name is dit overdag het geval in verband met de afhankelijkheid van de stand van de zon en het al of niet aanwezig zijn van bewolking.

Echter in mistsituaties, waarbij de zon niet door de mistlaag heen schijnt, blijkt uit metingen dat de achtergrondhelderheid nagenoeg niet richting-afhankelijk is. In die gevallen waarbij de zon wel door de mist heen schijnt, zal een extreme hoek-afhankelijkheid van de achtergrondhelderheid in de richting van de zon optreden. Aangezien de detectors een hoek van 15° met de horizontaal maken, is deze hoekafhankelijkheid alleen van belang bij lage zonnestand ($< 30^{\circ}$).

In verband met het feit dat op Schiphol in vier richtingen kan worden geland (de richtingen 010° , 060° , 190° en 270°), moet ons inziens zeker voor deze richtingen apart de helderheid worden gemeten.

Vanwege de grote uitgestrektheid van het terrein en de terreingesteldheid zelf, kunnen grote verschillen in zicht voorkomen. Het is ons inziens onjuist om de KVR voor een bepaalde transmissometer, welke zich in de mist bevindt, te berekenen met behulp van een op een andere plaats, met eventueel minder dichte mist of zelfs geen mist, gemeten achtergrondhelderheid. Hieruit blijkt, dat niet valt te ontkomen aan de noodzaak tenminste vier achtergrond detectors te plaatsen en wel bij de drempels van de vier hoofdlandingsbanen, waarbij de detectors zijn gericht in de landingsrichting.

7.4 IJking van de achtergrondhelderheidsmeter

- De wijze van ijken van de achtergrondhelderheidsdetector zoals beschreven in paragraaf 4.1 blijkt in de praktijk goed te voldoen: ijkingen met behulp van twee verschillende EG&G-meters, die enkele maanden na elkaar zijn uitgevoerd, blijken zeer goed met elkaar in overeenstemming te zijn. (Zie fig. 2).
- Het verdient aanbeveling op de achtergrondhelderheidsdetectors bevestigingsklemmen aan te brengen, zodanig dat indien de detector van de EG&G-meter hierin wordt geplaatst, een goede uitlijning wordt verkregen t.b.v. een eventuele ijking.
- Ijkingen kunnen slechts worden uitgevoerd op wolkenloze avonden, dit in verband met

- (a) de sterk fluctuerende achtergrondhelderheid bij aanwezigheid van bewolking;
- (b) de verschillende openingshoeken van de EG&G-meter (8°) en de achtergrondhelderheidsmeter (20°).

Literatuur

1. Stalenhoef, A.H.G., Nota 4-10-1972. (Unpublished private publication.)
2. PANS-MET Amendement 19, ICAO Doc. 7605-Met/526/5 (1972).
3. Padmos, P. en Vos, J.J., Intensity control of approach and runway lighting at low visibility at night, TNO-report no. IZF, 1974-C2.

Tabel I

april 1971	transmissie in % (gemeten door 160 m basis-transmissometer)			
	RVR in m	dag (helder)	dag (normaal)	schemer
50	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.19	0.01	0.00	0.00
200	1.70	0.26	0.04	0.00
250	5.69	1.30	0.29	0.05
300	11.73	3.43	1.00	0.26
350	14.90	5.50	2.15	0.81
400	18.07	7.56	3.30	1.37
450	21.24	9.62	4.45	1.92
500	24.41	11.68	5.59	2.48
550	29.3	15.0	7.69	3.68
600	34.0	18.4	9.96	5.07
650	38.7	21.9	12.4	6.65
700	42.9	25.3	14.9	8.40
750	47.0	28.7	17.6	10.22
800	50.7	32.0	20.2	12.1
900	57.1	37.9	25.2	16.0
1000	61.9	43.3	30.0	20.0
1100	64.6	48.0	34.4	23.8
1200	67.0	52.5	38.6	27.4
1300	69.1	56.2	42.4	31.0
1400	71.0	59.9	45.9	34.4
1500	72.6	62.8	49.2	37.5
1600	74.1	65.7	52.2	40.4
1700	75.4	68.1	54.9	43.2
1800	76.6	70.4	57.5	45.9
1900	77.7	72.5	59.7	48.2
2000	78.6	74.2	61.8	50.5

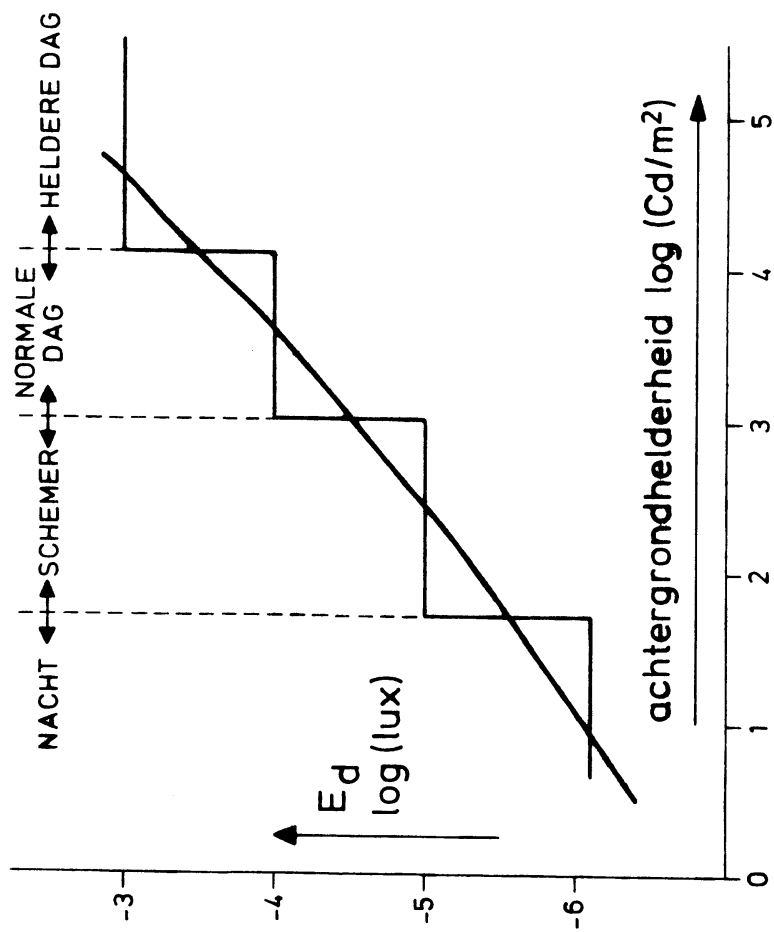


fig. 1 Verband tussen de achtergrondhelderheid en de daarbij benoemde drempelwaarde E_d . De meteorologische dienst Schiphol maakt gebruik van de stapfunctie, terwijl de RVK-converter de glatte curve gebruikt.

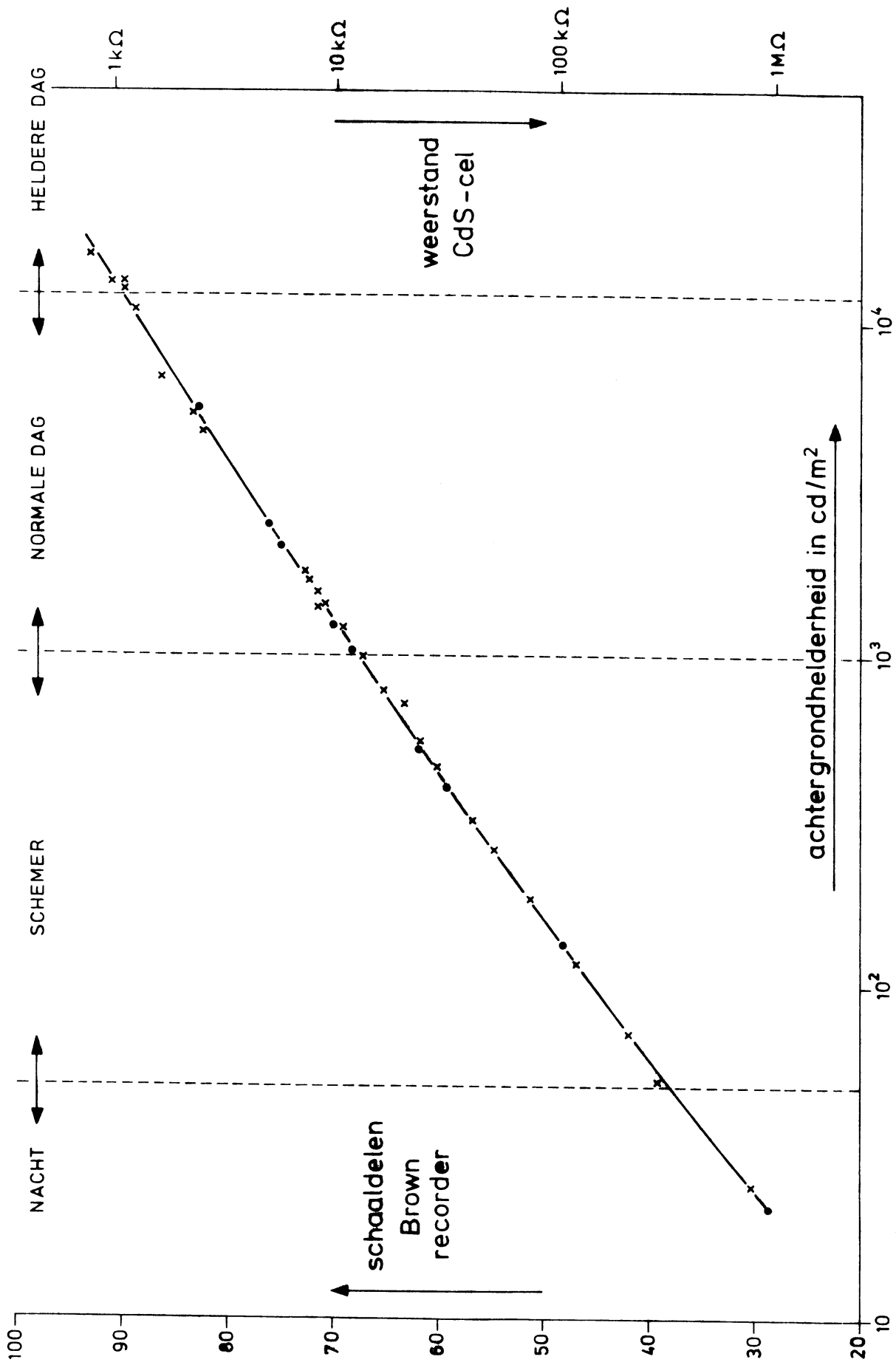


fig. 2 IJking van de achtergrondhelderheidsmeter. Langs de ordinaat rechts in de figuur staat de weerstand van de CdS-cel uitgezet; langs de ordinaat links in de figuur is de bijbehorende uitslag van de Brown-recorder uitgezet. Metingen: 10-4-1975: ● ; 12-8-1975: x.

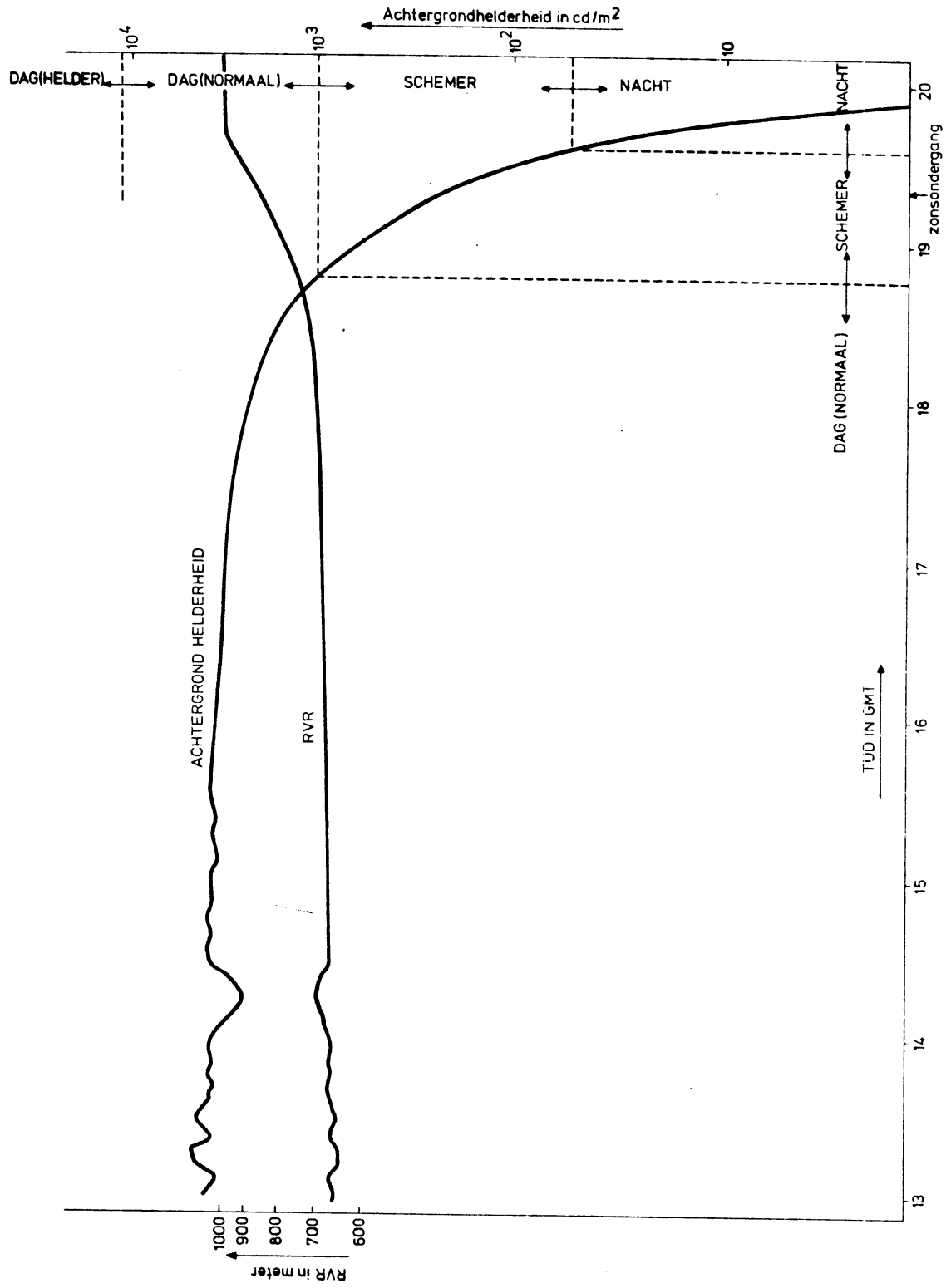


fig. 3 Meting op 5-8-1975 van de kvk en de achtergrondhelderheid.
 Transmissie: 24%.

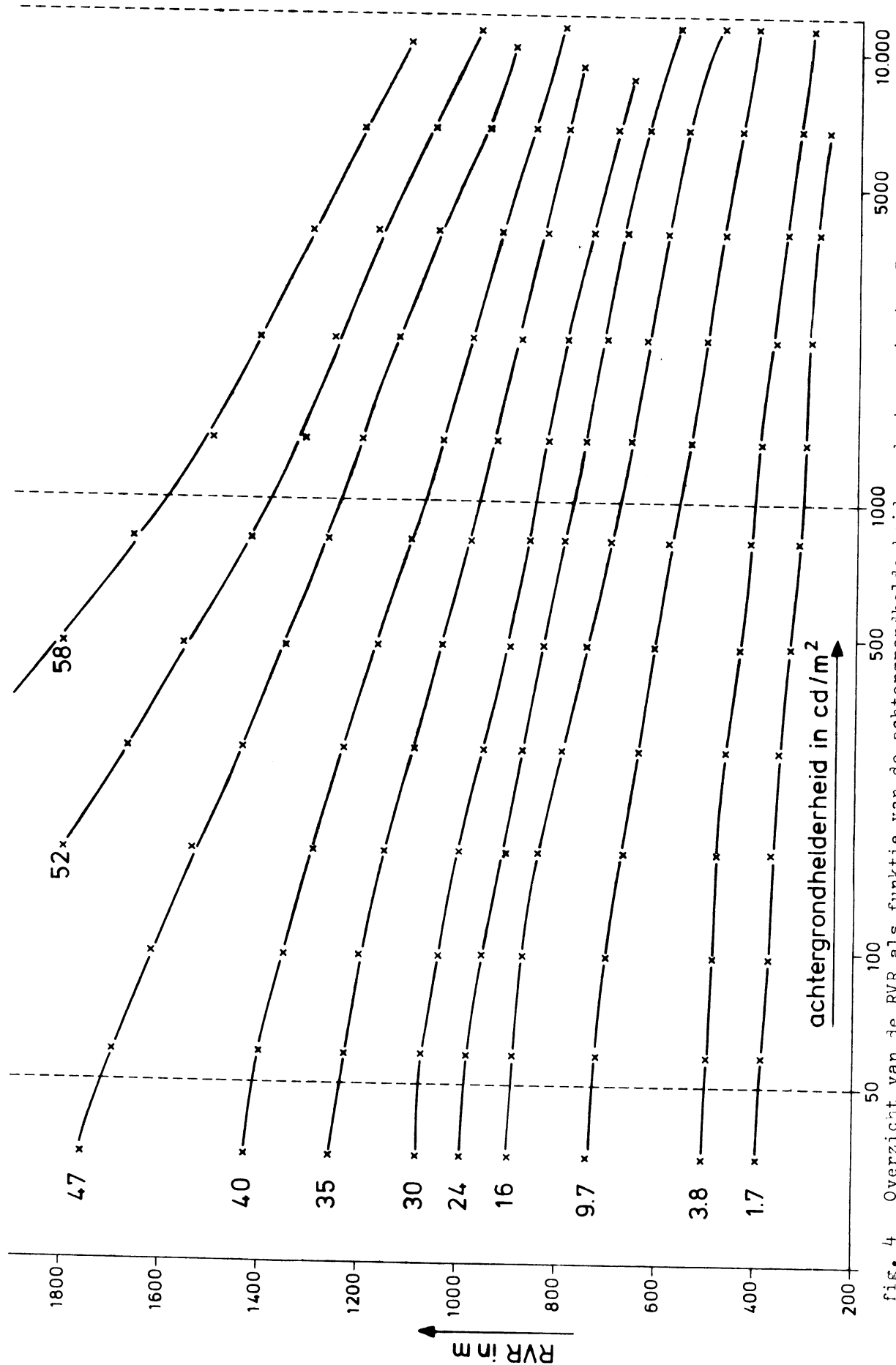


fig. 4 Overzicht van de RVR als functie van de achtergrondhelderheid en de transmissiepercentages staan links in de figuur aangegeven. De x is de gemeten waarde. De stippellijn bij 50 cd/m^2 geeft de scheiding aan tussen nacht en schemer; de stippellijnen bij 1000 en 12000 cd/m^2 geven de scheiding aan tussen schemer en normale dag resp. normale dag en heldere dag.

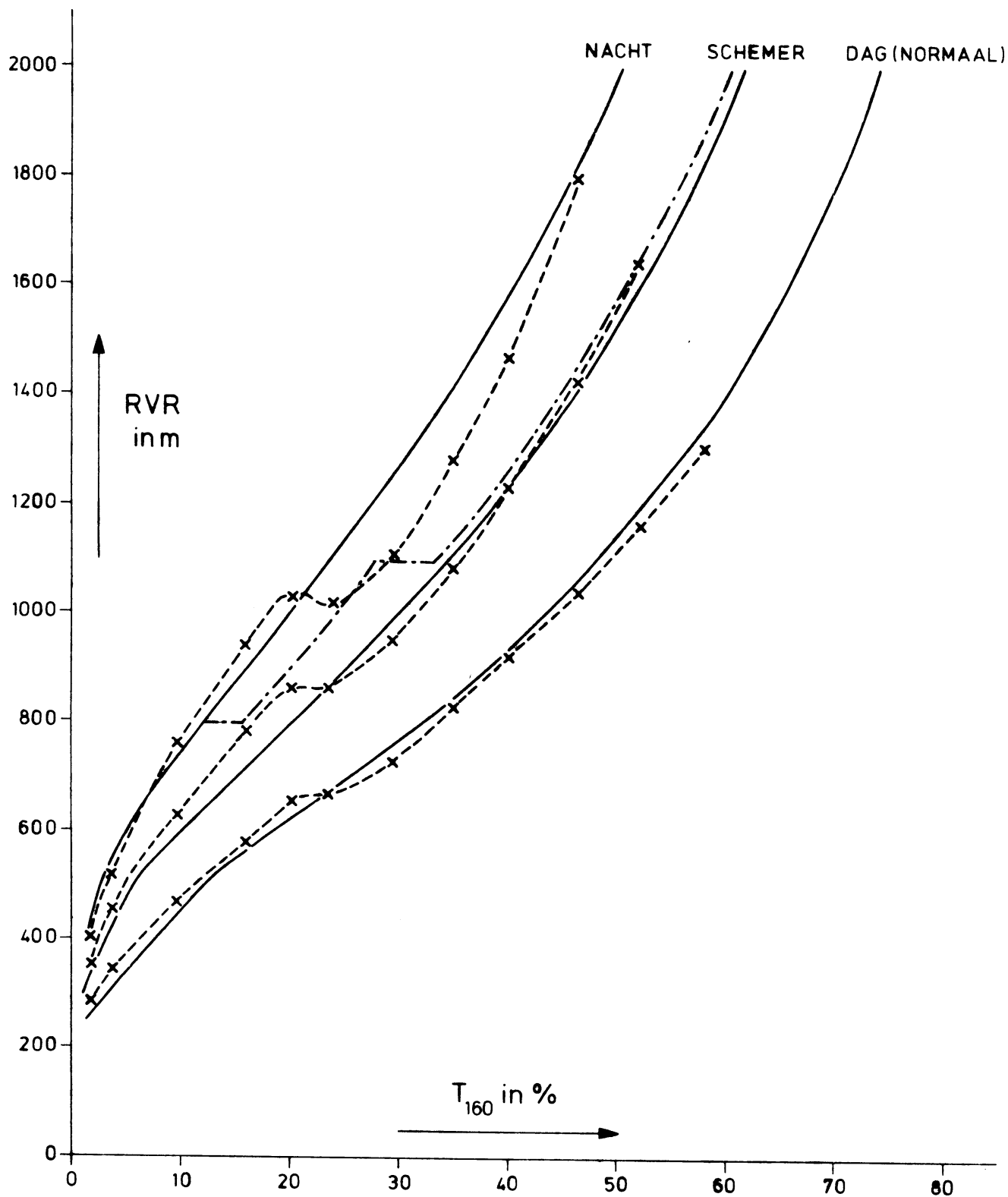


fig. 5 Verband tussen transmissiepercentage en RVR voor nacht, schemer en normale dag. De getrokken lijnen geven het verband weer zoals aangegeven in tabel I; de -- lijn geeft het verband aan zoals door de RVR-converter gemeten; x is de gemeten waarde; -.- het verband zoals operationeel wordt gebruikt in het geval van nacht.

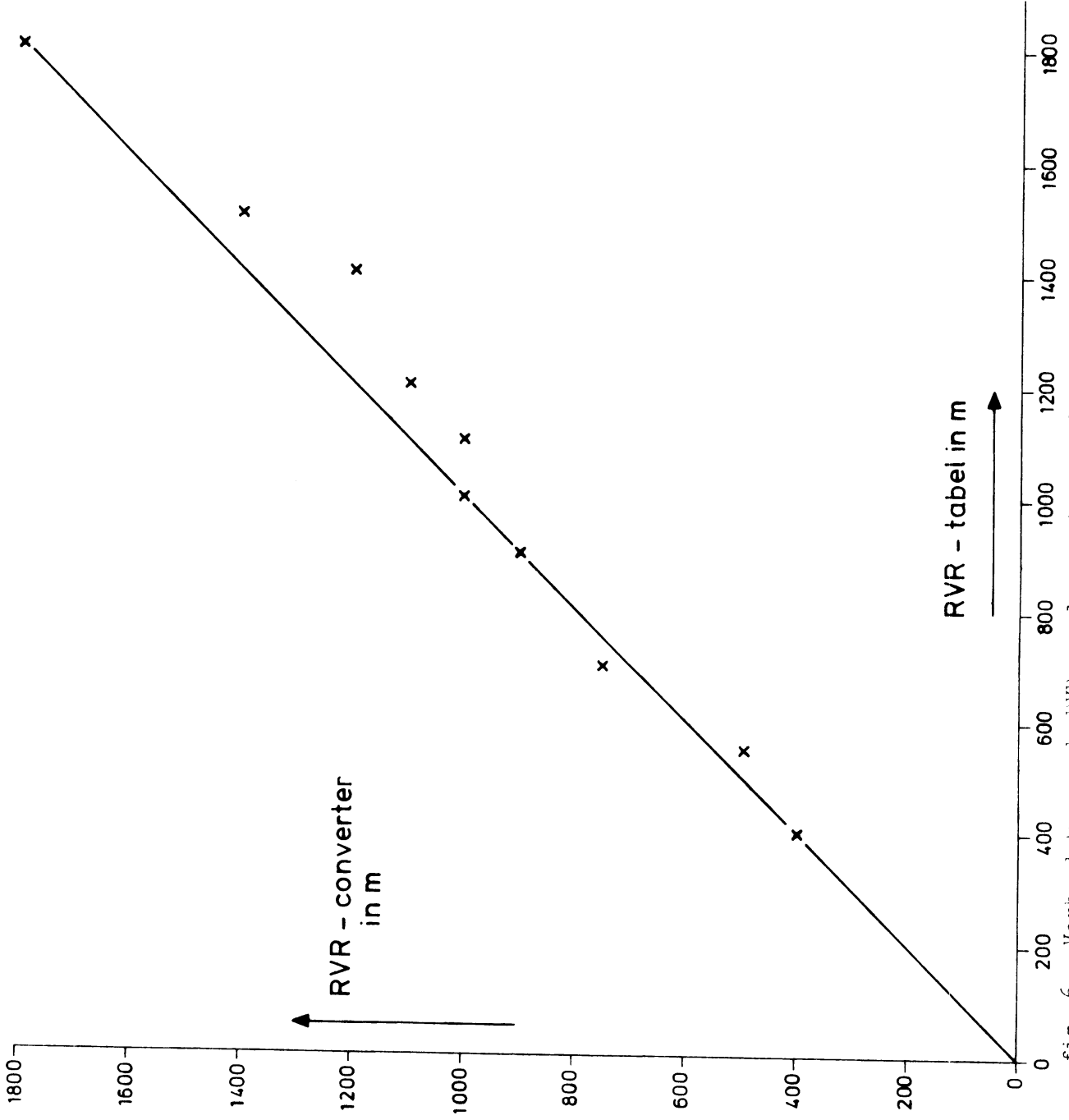


fig. 6 Verband tussen de KVR, zoals gemeten met behulp van de converter en zoals bepaald uit tabel I voor de nacht.

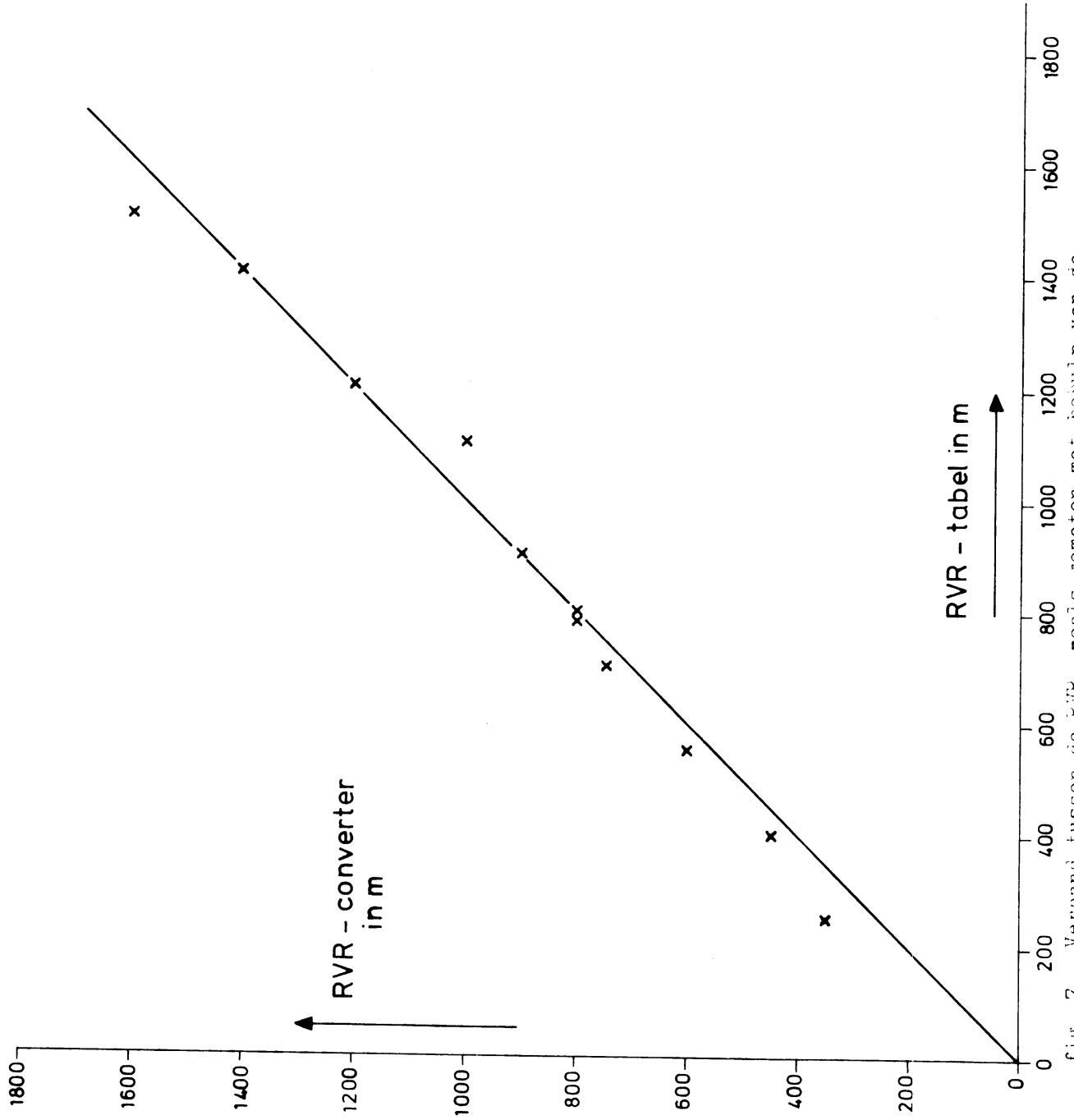


fig. 7 Verband tussen de RVR, zoals gemeten met behulp van de converter en zoals bepaald uit tabel I voor de schemer.

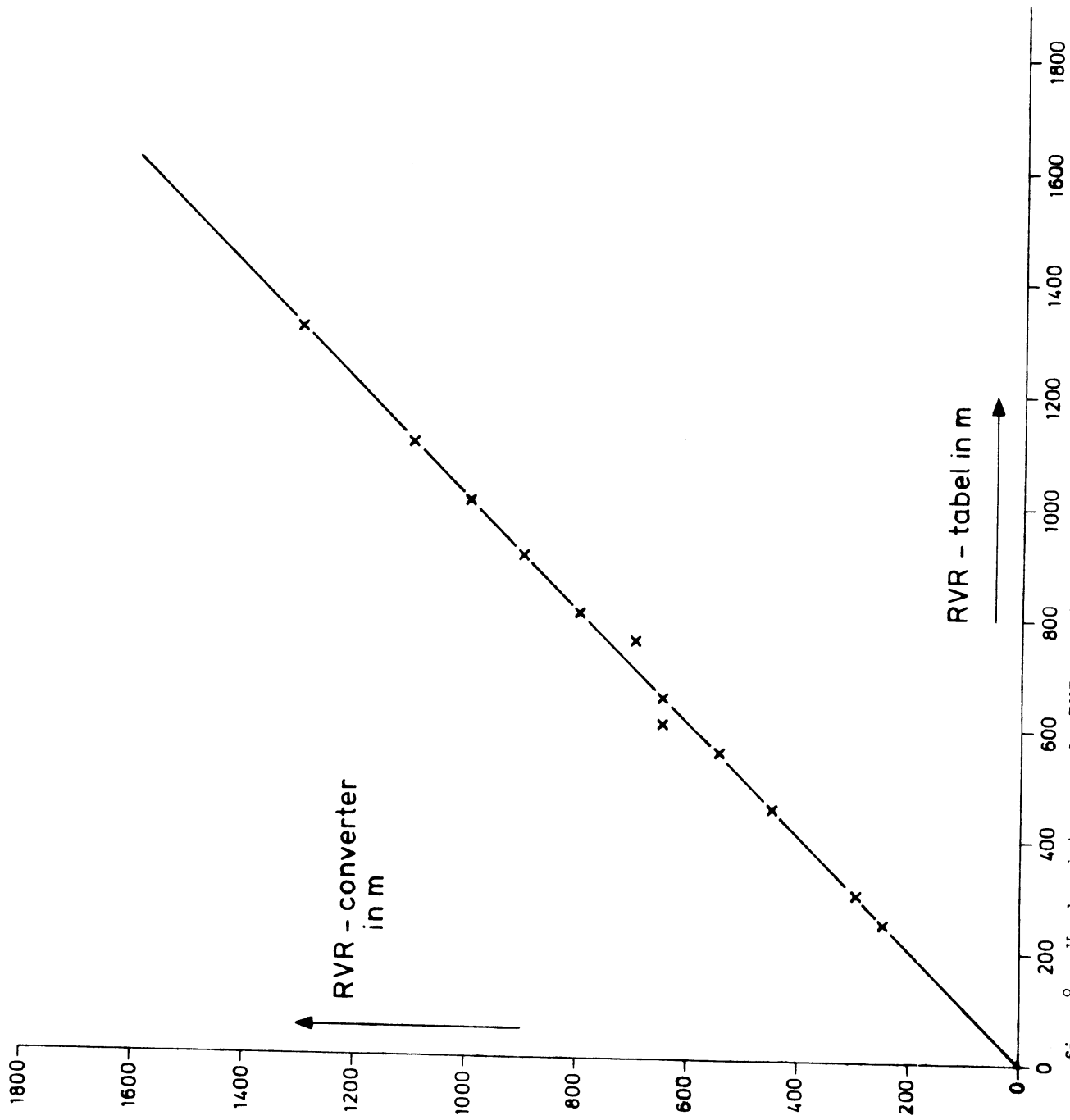


fig. 8 Verband tussen de RVR, zoals gemeten met behulp van de converter en zoals bepaald uit tabel I voor de normale dag.