

**KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT**

**WETENSCHAPPELIJK RAPPORT
SCIENTIFIC REPORT**

W.R. 78-2

C.A. Engeldal

F.T.M. Nieuwstadt

**Toepassing van het Gaussisch pluimmodel
voor de berekening van korte-termijn
gemiddelden in het Rijnmond-gebied**



De Bilt, 1978

Publikationsnummer: K.N.M.I. W.R. 78-2 (M.O.)

U.D.C.: 551.551 :
681.3

SUMMARY

Results are given in this report of a validation of the short-term Gaussian plume model in the Rijnmond area for a period of three months. Time series of hourly and 24-hourly averaged concentrations were calculated. Frequency distributions were also computed.

The measurements of hourly averaged concentrations were available at 31 receptor points, and of 24-hourly averaged concentrations at 96 receptor points. A comparison of the calculated results with these measurements reveals that the time series are poorly simulated (correlation coefficients varying between 0.1 - 0.7). The calculated frequency distributions compare reasonably well with the measured frequency distributions. For instance, differences between the measured and calculated 90-percentiles are generally within a factor of two. For higher percentiles the comparison is getting worse.

A slight dependence of measured concentrations on temperature was noticed. This might be caused by the dependence of the domestic and greenhouse emissions on temperature. However, the influence of the dispersion conditions, which were also shown to be related to temperature, cannot be neglected.

The 90-percentile of the frequency distribution was also calculated by multiplying the long-term average concentration with a constant factor. It was found that the results are comparable to those of the calculation with the short-term model.

INHOUD

Hoofdstuk

Inleiding

- 1 Vergelijking van de resultaten, die zijn berekend met het korte-termijn en met het lange-termijn model.
- 2 Tijdreeksen van gemeten en berekende concentraties.
- 3 Statistische vergelijking van de tijdreeksen van gemeten en berekende concentraties.
- 4 Diagrammen van gemeten en berekende concentraties.
- 5 Frequentieverdelingen van gemeten en berekende concentraties.
- 6 Het effect van de temperatuur op de gemeten en de berekende concentraties.
- 7 Vergelijking van de berekeningen met de resultaten van Verwaart.
- 8 Conclusies

Dankbetuiging

Literatuur

Inleiding

Als een vervolg op de uitgebreide studie van het Gaussisch pluimmodel voor de berekening van concentraties gemiddeld over een lange termijn (e.g. Nieuwstadt et al., 1976) is nagegaan in hoeverre het Gaussisch pluimmodel geschikt was voor de berekening van concentraties gemiddeld over een korte termijn (één uur, één dag). Met name zou moeten worden onderzocht de overeenkomst tussen de met dit model berekende frequentieverdeling en gemeten resultaten.

Nieuwstadt et al. (1977) beschrijven de achtergronden en de formules, die aan het korte-termijn model ten grondslag liggen. De parameters in het model zijn zoveel mogelijk in overeenstemming gekozen met de aanbevelingen voor het lange-termijn model (Staatsuitgeverij, 1976).

In dit rapport wordt een toetsing van dit korte-termijn model uitgevoerd voor het Rijnmondgebied over de periode januari tot en met maart 1973. Een uitgebreide beschrijving van dit gebied is gegeven door Nieuwstadt et al. (1976).

Een overzicht van de emissiegebieden is gegeven in figuur 10. De toetsing wordt uitgevoerd voor SO_2 . In het model wordt gebruik gemaakt van een constante emissie gedurende de toetsingsperiode van drie maanden. Voor meer details van de emissiebepaling wordt verwezen naar Nieuwstadt et al. (1976).

Bij deze toetsing wordt gebruik gemaakt van de meetgegevens van 127 receptorpunten (figuur 1b). Op 31 meetpunten in het centrum van het gebied worden uursgemiddelde concentraties gemeten. Deze meetpunten zijn genummerd S1 t/m S31. In de overige 96 meetpunten worden alleen 24-uursgemiddelde concentraties bepaald. Deze meetpunten zijn genummerd: R1 t/m R28, A₁ t/m A12, H1 t/m H18, D12 t/m D22, W1 t/m W9, V1 t/m V11 en Z1 t/m Z13.

1. Vergelijking van de resultaten, die zijn berekend met het korte-termijn model en met het lange-termijn model

Met het korte-termijn model wordt met behulp van uurlijkse gegevens van windrichting, windsnelheid en bedekkingsgraad de concentratie in de receptorpunten van uur tot uur bepaald. Door deze uurlijkse concentraties over de totale periode van drie maanden te middelen, worden concentraties verkregen, die direct vergelijkbaar zijn met de resultaten van het lange-termijn model (Nieuwstadt et al., 1976). Kleine verschillen tussen de beide resultaten kunnen ontstaan, doordat in het lange-termijn model gebruik wordt gemaakt van representatieve snelheden per windsnelheidsklasse en van windrichtingssectoren. Voor een meer uitgebreide bespreking van deze verschillen wordt verwezen naar Nieuwstadt et al. (1977).

In de aanbevelingen voor het "Nationale model" (Kleine Commissie TNO) wordt geen uitspraak gedaan betreffende de te gebruiken dispersiecoëfficiënten voor zeer hoge bronnen. Daarom zijn voor deze toetsing twee berekeningen uitgevoerd met verschillende sets dispersieparameters voor de zeer hoge bronnen: (a) de dispersiecoëfficiënten van Singer en Smith, en (b) de dispersiecoëfficiënten van Pasquill.

In figuur 2 is een scatter-diagram van berekende en gemeten concentraties gemiddeld over de periode van drie maanden op 124 receptorpunten aangegeven. In de figuur zijn tevens enige statistische grootheden vermeld.

De berekende concentraties zijn onderverdeeld in resultaten verkregen met behulp van het korte-termijn model en met behulp van het lange-termijn model. In het lange-termijn model, dat kan worden beschouwd als een versie van het "Nationale model", zijn bij de vier zeer hoge bronnen de dispersiecoëfficiënten van Singer/Smith toegepast.

Uit figuur 2 blijkt, dat door de resultaten van het lange-termijn model en het korte-termijn model een gelijkwaardige overeenstemming met de metingen wordt verkregen. Tevens volgt dat de keuze van de dispersiecoëfficiënten voor de zeer hoge bronnen weinig invloed

heeft op de totale concentratie gemiddeld over drie maanden. De overeenstemming tussen de gemeten en de berekende concentraties is vergelijkbaar met de door Nieuwstadt et al. (1976) gevonden resultaten.

2. Tijdreeksen van gemeten en berekende concentraties

Voor een aantal meetpunten zijn tijdreeksen geplot van berekende en gemeten concentraties, zowel voor uurlijkse als 24-uurlijkse gemiddelden.

In figuur 2a is een tijdreeks van uurlijkse concentraties van meetpunt S31 gegeven. De berekende concentratie blijkt vaak de gemeten concentratie vele malen te overtreffen. Tevens volgt dat de berekende concentratie voor een aanzienlijk aantal uren gelijk aan nul is. Dit is een gevolg van het feit, dat voor deze uren de windrichting zodanig was, dat het punt niet werd beïnvloed door lokale bronnen. De gemeten concentratie zou dus als een soort achtergrondconcentratie beschouwd kunnen worden.

Opvallend zijn de op bepaalde uren optredende extreem hoge waarden in de berekende concentraties. Deze zijn ten eerste een gevolg van zeer lage windsnelheden gedurende dat uur, waardoor de concentraties berekend met het Gaussisch pluimmodel sterk toenemen. Ten tweede is dit een gevolg van het feit, dat bij de windrichtingen tijdens het betreffende uur het receptorpunt beïnvloed werd door een groot aantal bronnen. Hierbij moet men in de eerste plaats denken aan de vier zeer hoge bronnen, die een grote emissie hebben.

In figuur 2a zijn voor deze vier bronnen de dispersiecoëfficiënten van Singer/Smith gebruikt, terwijl figuur 2b de tijdreeks geeft voor hetzelfde meetpunt, maar met toepassing van de dispersiecoëfficiënten van Pasquill in de berekening van deze vier bronnen. Het aantal extreem hoge waarden bij de berekende concentraties is verminderd. Niettemin volgt nog steeds uit deze figuur dat de berekende concentraties de gemeten concentraties vaak aanzienlijk overtreffen. Voor de nog resterende piekwaarden in de berekende concentraties zijn deels andere belangrijke brongebieden, bijvoorbeeld het Westland, verantwoordelijk.

Figuur 2c geeft de tijdreeks van 24-uursgemiddelde concentraties van meetpunt H10 weer. De gemeten en de berekende concentraties komen hier vrij goed overeen. Ook uit een vergelijking tussen de tijdreeksen van 24-uursgemiddelden van berekende en gemeten concentraties voor andere meetpunten blijkt, dat de verschillen minder extreem zijn dan wat gevonden is in de tijdreeksen van de uursconcentraties. Dit komt doordat de pieken in de berekende uurlijkse concentraties verminderen door de middeling over 24 uur.

3. Statistische vergelijking van de tijdreeksen van gemeten en berekende concentraties

Voor alle meetpunten zijn enige statistische relaties bepaald voor de tijdreeksen van de gemeten en de berekende concentraties (tabel 1 en 2).

In tabel 1 staan voor de 31 S-meetpunten de statistische gegevens vermeld, bepaald met de uurwaarden van de gemeten en de berekende concentraties. Deze meetpunten worden voornamelijk door de industriële bronnen beïnvloed. Er is onderscheid gemaakt naar de dispersiecoëfficiënten van Pasquill en van Singer/Smith voor wat betreft de vier hoge bronnen. De correlaties zijn zeer laag en komen niet boven de 0.30 uit. Bij toepassing van de dispersiecoëfficiënten van Pasquill in plaats van die van Singer/Smith worden de correlatiecoëfficiënten lager. Dit is een gevolg van het feit, dat met de coëfficiënten van Pasquill niet zo extreem hoge concentraties worden berekend.

De hellingen zijn zeer klein, hetgeen erop duidt, dat voor wat betreft hoge concentraties de berekende waarden veel groter zijn dan de gemeten, hetgeen ook duidelijk wordt uit de berekende en gemeten maximale uursconcentraties. Bij toepassing van de coëfficiënten van Pasquill worden de hellingen iets beter (e.g. zie fig. 2a en 2b), maar blijven toch nog aan de lage kant.

De conclusie hieruit is, dat de correlatie tussen de berekende en gemeten uursgemiddelde concentraties zeer laag is en dat vooral voor de hoge concentraties het model de gemeten concentraties sterk overschat.

In tabel 2 zijn de statistische gegevens opgenomen, die zijn verkregen uit de gemeten en berekende 24-uursgemiddelde concentraties. Om dezelfde reden als bij de uursgemiddelde concentraties zijn de correlaties berekend met de coëfficiënten van Singer/Smith hoger. De hellingen worden echter beter berekend als voor de vier zeer hoge bronnen de coëfficiënten van Pasquill worden toegepast.

In tabel 2 staat verder nog vermeld het lange-termijn gemiddelde van de gemeten en de berekende concentraties. De berekende concentraties zijn onderverdeeld in resultaten verkregen uit het lange-termijn model en uit het korte-termijn model. Bij het korte-termijn model is het reeds eerder genoemde onderscheid gemaakt voor wat betreft de dispersiecoëfficiënten.

Van de H-meetpunten zijn de correlaties en de hellingen verreweg het beste. De maxima van de berekende concentraties zijn echter ook voor deze meetpunten groter dan de maxima van de metingen. De invloed van de vier zeer hoge bronnen op deze meetpunten is gering. Het blijkt dat de extreem hoge concentraties in de berekeningen op deze punten worden veroorzaakt door het bronnengebied van het Westland, onder extreme meteorologische omstandigheden zoals lage windsnelheden en stabiliteitsklasse F.

In het Westland zijn zowel de correlaties als de hellingen zeer slecht. De overschatting van de maxima bedraagt meer dan een factor 2. Dit moet geweten worden aan fouten in de emissieschatting.

De correlaties en de hellingen van de A- en Z-meetpunten zijn bijzonder slecht. Omdat deze meetpunten aan de buitenkant van het Rijnmondgebied liggen, worden ze voornamelijk door lokale emissies beïnvloed, die niet in rekening zijn gebracht.

4. Diagrammen van gemeten en berekende concentraties

Voor een aantal meetpunten zijn de scatter-diagrammen getekend van de berekende en gemeten 24-uursgemiddelde concentraties. Deze scatter-diagrammen (fig. 3a t/m 3h) zijn bedoeld als een illustratie van de resultaten, die men bij toepassing van het korte-termijn model van dag tot dag kan verwachten.

Aangezien de S-meetpunten in de invloedssfeer van de vier zeer hoge bronnen liggen, komt op de scatter-diagrammen van deze punten,

in het bijzonder bij hoge waarden van de berekende concentraties, het verschil tussen de twee-sets dispersiecoëfficiënten duidelijk tot uitdrukking. Ook het effect van de slechtere correlatie en de betere helling bij toepassing van de dispersiecoëfficiënten van Pasquill in plaats van Singer/Smith is duidelijk. Bij de meetpunten S19 en S31 is de invloed van de windrichting zichtbaar. De berekende concentratie is vaak gelijk aan nul (bij zuidelijke windrichtingen), terwijl de gemeten concentraties variëren van ca. 10 tot 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

De scatter-diagrammen van de W-meetpunten spreken voor zichzelf. De grote verschillen tussen de berekende en de gemeten concentraties zijn niet zonder meer een gevolg van de tekortkomingen van het model. De reeds eerder genoemde oorzaak, nl. vermeende fouten in de schatting van de emissies, en mogelijk temperatuursinvloeden spelen hierbij een rol. Op de temperatuursinvloed wordt in hoofdstuk 6 teruggekomen.

Uit de in de hoofdstukken 2, 3 en 4 besproken resultaten volgt, dat het korte-termijn Gauss-model niet geschikt is om het concentratieverloop in de tijd te simuleren. Met name de simulatie van uursgemiddelde concentraties is bijzonder slecht.

5. Frequentieverdelingen

In de figuren 4a t/m 4e zijn voor enige S-meetpunten frequentiestatistieken van uurlijkse waarden van de gemeten en de berekende concentraties uitgezet. De figuren zijn uitgezet op grafiekenpapier, waarop een lognormale verdeling tot een rechte lijn aanleiding geeft. De resultaten zijn gegeven van zowel de berekeningen met Singer/Smith voor de vier zeer hoge bronnen als van de berekeningen met Pasquill. Uit de figuren blijkt, dat zowel bij toepassing van de dispersiecoëfficiënten van Pasquill als die van Singer/Smith de berekende frequentieverdelingen een steiler verloop hebben dan de gemeten frequentieverdelingen.

Aangezien de piekwaarden zowel wat aantal als grootte betreft afnemen bij toepassing van de dispersiecoëfficiënten van Pasquill, wordt het verloop minder steil en wordt de lijn van gemeten concentraties beter benaderd.

De lage gemeten concentraties worden door het model onderschat. Dit is met name duidelijk in de frequentieverdeling voor de meetpunten S19 en S21. Gezien de ligging van deze meetpunten is dit het gevolg van de lage bijdrage aan de berekende concentraties bij zuidelijke windrichtingen. Bij deze windrichtingen worden deze receptorpunten niet meer beïnvloed door het bronnengebied van de Rijnmond, maar door andere bronnen, die niet bij de berekening zijn betrokken (achtergrondconcentratie).

In de figuren 5a t/m 5h zijn de frequentiestatistieken gegeven voor 24-uursgemiddelde waarden van de gemeten en de berekende concentraties. De overeenkomst tussen de metingen en de berekeningen is in het algemeen goed.

Bij de S-, H- en D-punten, die aan de buitenzijde van het toetsingsgebied liggen, blijkt duidelijk de invloed van de achtergrondconcentratie.

Bij het meetpunt W5 is de overeenkomst tussen metingen en berekeningen zeer slecht. Enige oorzaken, zoals de emissieschatting in het Westland, zijn reeds besproken.

In figuur 6 zijn de uit de metingen en berekeningen verkregen 50-percentielwaarden van de uursgemiddelde concentraties uitgezet. Hierbij is voor de vier zeer hoge bronnen onderscheid gemaakt tussen de dispersiecoëfficiënten van Singer/Smith en Pasquill. Het verschil tussen de resultaten verkregen met de twee sets dispersiecoëfficiënten is gering. In beide gevallen is de berekende mediaan lager dan de gemeten mediaan hetgeen deels een gevolg is van het niet in rekening brengen van de achtergrondconcentratie.

Bij vergelijking van de 90-percentielen (figuur 7) komt het verschil tussen de dispersiecoëfficiënten van Singer/Smith en Pasquill beter tot uitdrukking. De correlatie tussen de 90-percentielen van de berekende waarden volgens Singer/Smith is hoger wegens de hoge uitschieters in de berekende concentraties. Toepassing van de dispersiecoëfficiënten van Pasquill geeft echter een betere spreiding rond de 45^o-lijn. Hoewel de scatter aanzienlijk is, valt het verschil tussen de berekende en gemeten 90-percentielwaarden binnen een factor 2.

In de figuren 8a en 8b zijn de 50-percentielen uitgezet van 24-uursgemiddelden van berekende en gemeten concentraties. Hieruit

kunnen min of meer dezelfde conclusies worden getrokken als hierboven genoemd bij figuur 6. De uitschieters zijn de meetpunten in het Westland. Het blijkt niettemin dat de overeenkomst tussen de gemeten en berekende 50-percentielwaarden vergelijkbaar is met de overeenkomst tussen de over de drie maanden gemiddelde concentraties (figuur 2).

De figuren 9a en 9b geven het verband tussen de 90-percentielen van de 24-uursgemiddelden van de berekende en gemeten concentraties. De overeenkomst tussen de gemeten en berekende waarden valt vrijwel altijd binnen een factor 2.

De figuren 10 en 11 geven het verband tussen de 95- respectievelijk 98-percentielwaarden bepaald uit 24-uursgemiddelden van gemeten en berekende concentraties. Voor de vier zeer hoge bronnen zijn de dispersiecoëfficiënten van Singer/Smith gebruikt. De overeenstemming tussen de metingen en berekeningen wordt slechter naarmate de percentielwaarde hoger wordt.

Uit de resultaten van dit hoofdstuk mag worden geconcludeerd, dat de berekening van frequentieverdelingen tot redelijke resultaten kan leiden. Dit succes is echter niet gebaseerd op overeenstemming van de berekende en gemeten concentraties van dag tot dag of van uur tot uur, zoals volgt uit de resultaten van hoofdstuk 4. Dit betekent echter alleen, dat de berekende concentraties ongeveer dezelfde variatie vertonen als de gemeten concentraties.

Voor dit geval lijkt de overeenstemming tussen de berekende en de gemeten 90-percentielen nog aanvaardbaar. Voor hogere percentielen wordt deze overeenstemming snel minder.

6. Het effect van de temperatuur op de gemeten en berekende concentraties

Gedurende de toetsingsperiode (januari t/m maart 1973) is de emissie uit de verschillende bronnen als constant beschouwd. Deze veronderstelling zal voor wat betreft de industriële bronnen gedeeltelijk opgaan; voor de huisbrand en het kassengebied is dit zeker niet het geval. Ook de emissie van kleine scheepvaart en tankers in de havens is verre van constant.

Voor de meetpunten in het Westland en de stedelijke gebieden mag een correlatie worden verwacht tussen de gemeten concentraties en de temperatuur, omdat de emissies zullen toenemen met afnemende temperatuur.

Van de 24-uursgemiddelden van de gemeten concentraties in een aantal stadsmmeetpunten zijn correlaties bepaald met de etmaalgemiddelde temperatuur, met als resultaat waarden rond de -0.08 . Ondanks deze slechte correlatie blijkt bij nadere beschouwing van de tijdreeksen der meetpunten, dat lage temperaturen soms samengaan met hoge waarden van de gemeten concentraties. Lage waarden van de gemeten concentraties in de afzonderlijke meetpunten vallen in de beschouwde periode over het algemeen niet samen met perioden van hoge temperaturen.

Ter illustratie zijn in de figuren 12a,b,c voor drie stadsmmeetpunten de tijdreeksen geplott van de 24-uursgemiddelden van de berekende en de gemeten concentraties en van de etmaalgemiddelde temperaturen.

Uit het bovenstaande kan worden geconcludeerd, dat op de individuele meetpunten veranderingen in de windrichting en windsnelheid de gemeten concentraties veel meer zullen beïnvloeden dan variaties in de emissie ten gevolge van temperatuurschommelingen.

Bekijken we echter het effect van de temperatuur op de gemeten concentraties over het gehele gebied door de 24-uursgemiddelde concentraties van alle receptorpunten te middelen, dan blijkt er wel enig verband te bestaan. In figuur 13 zijn deze 24-uursgemiddelden van de gemeten en de berekende concentraties en de etmaalgemiddelde temperatuur uitgezet. De pieken in de gemeten concentraties blijken nu vaker samen te vallen met lage waarden van de temperatuur.

De berekende concentraties vertonen echter een gelijksoortige correlatie tussen hoge concentraties en lage temperaturen. Omdat de berekeningen zijn gebaseerd op constante emissies, volgt dat de emissievariatiën waarschijnlijk niet alleen verantwoordelijk zijn voor de pieken in de concentraties.

De perioden met lage temperaturen vallen meestal samen met een geringe windsnelheid en een lage bedekkingsgraad, zoals volgt uit figuur 14. Dit resulteert 's nachts in een grote stabiliteit en dus slechte verspreidingscondities. Ook overdag zullen, gezien de lage windsnelheden, de verspreidingscondities niet goed zijn. De hoge concentraties tijdens perioden met lage temperatuur kunnen dan ook mede

worden verklaard door de slechte verspreidingscondities tijdens deze perioden.

Een correctie van de emissie voor de temperatuur in de berekening zal waarschijnlijk de resultaten van het model slechts marginaal verbeteren.

De AVA-index, die een maat is voor de gemiddelde verspreiding gedurende een etmaal (Van Dop et al., 1975), is eveneens uitgezet in figuur 13. Deze vertoont ruwweg hetzelfde verloop als de berekende en gemeten concentraties en bevestigt hiermee de bovengestelde redenering.

Tabel 3 geeft de correlaties tussen de diverse grootheden uit figuur 13, met hun gemiddelden en standaarddeviaties.

Tabel 3

	χ_{comp}	χ_{obs}	T	AVA	gemid.	st.dev.
χ_{comp}					93(118)	51(65)
χ_{obs}	.33(.36)				95(112)	35(40)
T	-.12(-.14)	-.18(-.17)			4.4	2.3
AVA	.65(.68)	.53(.53)	-.36(-.36)		32	15

Tussen haakjes staan de resultaten vermeld, verkregen door eliminatie van de randmeetpunten uit de berekeningen. De invloed op de correlaties is gering.

In figuur 13 valt de periode 12 januari t/m 15 februari op, tijdens welke de berekende concentraties lager zijn dan de gemeten concentraties. Daar de windrichting in deze periode varieerde van NO-ZW, is dit - gezien de bronnenconfiguratie - een gevolg van het niet in rekening brengen van de achtergrondconcentratie.

7. Vergelijking van de berekeningen met behulp van het korte-termijn model met de resultaten van Verwaart

Door Verwaart (1976) is voor de middelingstijden van 1 uur en 24 uur de verhouding bepaald tussen het gemiddelde en het 90-percentiel. Deze verhoudingen zijn gebaseerd op meetgegevens, verkregen in het Rijnmondgebied.

Deze verhouding is eveneens bepaald voor de toetsingsperiode met behulp van de gemeten concentraties χ_o en de berekende concentraties χ_c . Een vergelijking wordt gegeven in tabel 4.

Tabel 4. P.90/rekenkundig gemiddelde

	middelingstijd 1 uur		middelingstijd 24 uur	
	KNMI	Verwaart	KNMI	Verwaart
χ_o	2.21	2.29	1.83	1.94
$\chi_{c_{ss}}$	2.45		2.36	
$\chi_{c_{pa}}$	2.42		2.27	

Achter $\chi_{c_{ss}}$ staan de waarden vermeld, verkregen door toepassing van de dispersiecoëfficiënten van Singer/Smith voor de vier zeer hoge bronnen, terwijl de waarden achter $\chi_{c_{pa}}$ zijn verkregen door op deze vier bronnen de dispersiecoëfficiënten van Pasquill toe te passen.

In figuur 15a zijn van de gemeten concentraties de 90-percentielwaarden, bepaald uit de 24-uursgemiddelden, uitgezet tegen het gemeten lange-termijn gemiddelde. De lange-termijn gemiddelde waarden zijn vermenigvuldigd met het gemiddelde van de P.90/lange-termijn gemiddelde (zie tabel 4). Deze verdeling is ook in de grafiek uitgezet.

In de figuren 15b en c staan dezelfde grootheden uitgezet voor de berekende concentraties. De resultaten van figuur 15b zijn berekend met de dispersiecoëfficiënten van Singer/Smith voor de vier zeer hoge bronnen. De resultaten van figuur 15c zijn gebaseerd op de dispersiecoëfficiënten van Pasquill voor deze bronnen.

Uit het bovenstaande kan worden geconcludeerd, dat zowel voor de gemeten als de berekende concentraties de 90-percentielwaarde redelijk kan worden geschat uit de overeenkomstige lange-termijn gemiddelde concentraties.

In figuur 16a zijn de 90-percentielwaarden van de 24-uursgemiddelden van de berekende en de gemeten concentraties tegen elkaar uitgezet. Ter vergelijking zijn in figuur 16b het lange-termijn gemiddelde van de berekende concentraties, vermenigvuldigd met de door Verwaart

gevonden factor, uitgezet tegen de 90-percentielwaarden van de 24-uursgemiddelden van de gemeten concentraties. De overeenkomst tussen de gemeten en berekende waarden is in beide figuren dezelfde. Hieruit volgt dat voor het Rijnmondgebied het 90-percentiel op alle receptorpunten kan worden verkregen door het lange-termijn gemiddelde te vermenigvuldigen met een constante factor. Deze procedure levert minstens even nauwkeurige resultaten als een volledige berekening met het korte-termijn model.

8. Conclusies

- 1) De simulatie van de concentratieverdeling in de vorm van een tijdreeks met behulp van het Gaussische pluimmodel is slecht. De correlatie tussen de gemeten en de berekende uurlijkse concentraties is gering. Hoewel bij 24-uursgemiddelden de correlatie tussen de metingen en berekening beter is, is het model ook niet geschikt om de concentraties van dag tot dag te berekenen.
- 2) De frequentiestatistieken kunnen met behulp van het korte-termijn model redelijk worden gesimuleerd. Bijvoorbeeld, de verschillen tussen de gemeten en berekende waarden van het 90-percentiel vallen binnen een factor twee. Voor hogere percentielwaarden wordt de overeenkomst tussen de gemeten en berekende waarden veel slechter.
- 3) Er is een correlatie van de gemeten concentraties met de temperatuur. Dit is het gevolg van het feit, dat de emissie (voornamelijk de huisbrand- en kassenemissie) van de temperatuur afhangt. Lage temperaturen gaan echter ook over het algemeen gepaard met slechte verspreidingscondities, waardoor ook zonder toename van de emissies een hogere concentratie gemeten wordt. Dat zal de correlatie beïnvloeden.
Correcte van het model voor de temperatuursafhankelijkheid van de emissie zal slechts een geringe verbetering van de resultaten tot gevolg hebben.
- 4) Voor een complexe bron situatie als in het Rijnmondgebied is het mogelijk percentielwaarden te bepalen door de uit het lange-termijn model verkregen resultaten met een factor te vermenigvuldigen.

5) De berekening van de vier zeer hoge bronnen in dit gebied is uitgevoerd zowel met de dispersiecoëfficiënten van Singer/Smith als die van Pasquill. Het blijkt dat voor sommige situaties de concentratie uit deze bronnen met de coëfficiënten van Singer/Smith zeer sterk wordt overschat. Toepassing van de coëfficiënten van Pasquill vermindert deze overschatting aanzienlijk. Niettemin kan met de hier gerapporteerde resultaten geen keuze gemaakt worden voor één van beide coëfficiënten in verband met toepassing in het nationale model.

Dankbetuiging

De heer P. Nieuwendijk heeft bijgedragen aan de resultaten door het vervaardigen van vele computerprogramma's.

De auteurs danken de Stichting "Europaort Botlek-belangen" en de Provinciale Waterstaat Zuid-Holland voor de emissiecijfers. Deze laatste danken zij tevens voor de meetgegevens.

Literatuur

- | | |
|--|---|
| F.T.M. Nieuwstadt
P.A.T. Nieuwendijk
C.A. Engeldal | Het Gaussische pluimmodel voor de berekening van uurgemiddelde concentraties van luchtverontreiniging. KNMI WR 77-3 (1977). |
| Kleine Commissie
Modellen TNO | Modellen voor de berekening van de verspreiding van Luchtverontreiniging. Staatsuitgeverij (1976). |
| F.T.M. Nieuwstadt
C.M. Verheul
J. Addicks | The validation of the Gaussian dispersion model for long-term average ground level concentrations in the Rijnmond area. Proc. 7th International Meeting on Air Pollution Modelling of the NATO-CCMS, Airlie-House (1976). |
| H. van Dop
A.P. van Ulden
W.R. Raaff | Een onderzoek naar periodes waarin meteorologisch gezien ernstige luchtverontreiniging kan optreden. KNMI WR 75-4 (1975). |
| D. Verwaart | Invloed van de middelingstijd op gemeten concentraties van luchtverontreiniging. Verslag van een praktijktijd bij de Provinciale Waterstaat in Zuid-Holland. Wageningen, september 1976. |

Statistieken berekend uit uurlijkse waarden van gemeten en berekende concentraties

NR. DEPTOR STUPT	MEET PLAAT	CORRELATIE COEFF.		HELLING		ASAFSNIJDING		MAXIMUM			MINIMUM			GEMIDDELDEN
		PASQUILL	SENS	PASQUILL	SENS	PASQUILL	SENS	PASQUILL	SENS	GEMETEN	PASQUILL	SENS	GEMETEN	
97	S 1	.26	.28	.07	.08	98	97	6647	6647	704	1	1	1	
98	2	.14	.19	.08	.10	103	99	2823	2823	779	1	1	1	
99	3	.20	.24	.09	.10	91	89	2923	2923	867	3	3	1	
100	4	.18	.28	.15	.18	109	102	2309	2309	1034	2	2	1	
101	5	.23	.31	.17	.17	94	90	2405	2405	1170	4	4	1	
102	6	.18	.28	.11	.14	84	79	2422	2422	734	2	2	1	
103	7	.23	.30	.12	.14	94	90	2604	2604	720	3	3	1	
104	8	-.02	.03	-.005	.006	43	42	5218	5218	632	1	1	1	
105	9	.25	.36	.21	.20	109	103	2111	2311	808	3	3	1	
106	10	.27	.36	.17	.15	90	87	1736	1841	637	3	3	2	
107	11	.28	.39	.19	.18	84	80	2359	2359	608	4	3	1	
108	12	.19	.22	.14	.10	105	107	1983	2281	675	3	3	1	
109	13	.24	.20	.15	.08	104	109	2116	3022	758	2	2	1	
110	14	.28	.20	.15	.05	90	97	1724	3726	585	1	1	5	
111	15	.22	.17	.13	.06	83	86	1316	2358	580	0	0	1	
112	16	.26	.19	.15	.06	62	65	1812	2651	776	0	0	1	
113	17	.32	.29	.16	.10	82	86	1854	1977	588	1	1	1	
114	18	.23	.20	.08	.05	51	52	2135	2467	500	0	0	1	
115	19	.32	.33	.17	.12	75	75	2096	2096	647	0	0	1	
116	20	.29	.31	.11	.09	61	60	2583	2583	392	0	0	1	
117	21	.25	.28	.09	.09	63	61	3492	3492	359	0	0	1	
118	22	.12	.12	.03	.03	52	52	4317	4317	579	0	0	1	
119	23	.29	.32	.09	.07	51	50	4890	4890	385	0	0	1	
120	24	.23	.26	.11	.11	83	82	2673	2673	728	0	0	1	
121	25	.35	.33	.16	.09	40	42	1450	2032	401	0	0	1	
122	26	.25	.26	.06	.05	36	35	2930	2930	422	0	0	1	
123	27	.24	.27	.06	.06	39	38	2808	2808	445	0	0	1	
124	28	.26	.30	.10	.10	68	67	5673	5673	916	1	1	1	
125	29	.30	.36	.12	.15	76	73	5544	5544	756	0	0	1	
126	30	.26	.28	.09	.08	47	46	4677	4677	776	0	0	1	
127	31	.29	.23	.10	.06	40	40	3938	3938	731	0	0	1	

* x = berekend
y = gemeten

statistieken berekend uit 24 uursgemiddelden van gemeten en berekende concentraties

tabel 2

NR METER PUNT	MEET PUNT	CORRELATIE COEFF.		HELLING		ASAFSNIJDING		MAXIMUM			MINIMUM			GEMIDDELDEN			
		r	SaS	b*	SaS	a	SaS	pasquill	SaS	GENETEN	pasquill	SaS	GENETEN	SaS	pasquill	GENETEN	LTM ber. Kc
1	R 1	.04	.10	.04	.08	137	132	375	652	398	6	5	19	100	82	140	108
2	2	.27	.28	.22	.18	100	101	412	567	314	7	6	27	92	81	117	100
3	3	.21	.21	.07	.06	66	66	768	767	231	0	0	16	85	82	71	93
4	4	.06	.12	.10	.16	103	97	260	349	660	12	11	15	87	77	111	100
5	5	.21	.30	.18	.16	125	123	333	691	326	5	5	29	130	101	143	148
6	6	.03	.04	.03	.02	116	115	419	498	274	24	24	15	132	113	119	144
7	7	.07	.08	.08	.07	101	101	333	402	388	1	1	29	72	66	106	89
8	8	-.07	-.03	-.04	-.02	73	72	238	353	181	0	0	13	45	41	71	70
9	9	.30	.30	.13	.13	67	67	763	767	325	0	0	29	87	87	79	87
10	10	.22	.23	.23	.23	63	63	222	229	247	0	0	4	41	40	72	54
11	11	.25	.25	.09	.09	86	86	1361	1362	352	0	0	10	153	152	100	135
12	12	.21	.22	.27	.18	115	119	294	412	305	18	24	48	109	88	138	133
13	13	-.33	-.31	-.40	-.32	132	130	248	329	325	1	1	21	59	52	111	76
14	14	-.05	-.04	-.05	-.04	66	65	192	225	343	0	0	14	34	32	64	48
15	15	.35	.54	.56	.51	72	63	255	440	484	16	16	35	121	95	126	138
16	16	.19	.19	.05	.05	40	40	769	778	202	0	0	5	77	76	44	69
17	17	.22	.22	.06	.06	44	42	742	752	201	0	0	12	73	72	49	60
18	18	.18	.20	.18	.18	94	93	253	290	308	3	3	16	70	64	106	87
19	19	.21	.20	.20	.19	78	78	268	268	294	0	0	10	54	53	88	68
20	20	.15	.15	.05	.04	110	110	1571	1572	344	0	0	26	210	210	121	154
21	21	.04	.05	.03	.03	90	89	220	237	272	0	0	28	41	38	91	57
22	22	-.01	.01	-.01	.007	93	92	247	281	239	1	1	14	46	43	92	63
23	23	.04	.05	.03	.03	98	97	320	348	304	0	0	12	84	75	100	103
24	24	.07	.03	.05	.02	113	115	407	518	357	0	0	19	103	79	117	106
25	25	.19	.20	.10	.10	88	87	954	954	428	14	14	12	122	118	99	147
26	26	.06	.09	.03	.06	114	112	739	739	369	4	4	31	103	98	117	120
27	27	-.14	-.13	-.14	-.13	75	74	208	215	300	0	0	20	26	25	71	41
28	R28	.27	.28	.21	.21	73	73	232	248	258	0	0	24	44	43	83	56
29	A 1	.19	.18	.11	.10	22	22	190	187	115	0	0	1	28	27	25	42
30	2	-.13	-.13	-.16	-.16	57	57	165	165	243	0	0	1	18	17	55	34
31	4	-.08	-.09	-.12	-.12	60	60	129	123	168	0	0	1	17	17	58	26
32	5	.15	.15	.21	.21	48	48	109	109	252	0	0	2	16	16	51	24
33	6	.01	.01	.01	.01	50	50	99	99	222	0	0	1	14	13	50	22
34	7	.16	.16	.20	.21	46	46	125	118	161	0	0	1	16	16	49	23
35	8	.11	.12	.11	.12	56	56	138	127	175	0	0	18	17	17	58	24
36	9	.05	.05	.01	.01	3	3	115	107	21	0	0	1	14	14	3	21
37	10	-.14	-.13	-.06	-.06	19	19	234	229	72	0	0	1	15	15	18	23
38	11	-.07	-.08	-.10	-.10	61	61	147	137	172	0	0	1	20	19	59	27
39	A12	-.04	-.05	-.04	-.05	45	45	197	185	151	0	0	11	12	12	44	21
40	H 1	.59	.58	.53	.53	70	70	351	352	382	5	5	13	79	79	111	92
41	2	.57	.57	.46	.46	69	69	494	495	335	1	1	17	57	57	95	67
42	3	.41	.41	.34	.33	73	73	336	336	305	7	7	8	109	109	109	124
43	4	.56	.56	.51	.51	66	66	451	452	361	5	5	4	88	87	111	89
44	5	.61	.61	.48	.48	82	82	784	785	498	2	2	28	84	84	123	86
45	6	.71	.71	.42	.42	75	75	982	982	429	5	5	25	173	173	148	176
46	7	.39	.40	.44	.45	63	62	235	235	333	2	2	5	69	70	94	80
47	9	.67	.67	.52	.52	68	68	629	630	370	0	0	30	54	54	97	58
48	10	.65	.65	.48	.48	58	58	359	360	292	6	6	19	91	91	102	106
49	11	.66	.66	.31	.31	79	79	1470	1470	592	0	0	25	187	186	137	183
50	13	.64	.64	1.15	1.14	41	41	243	243	501	0	0	18	54	54	103	65

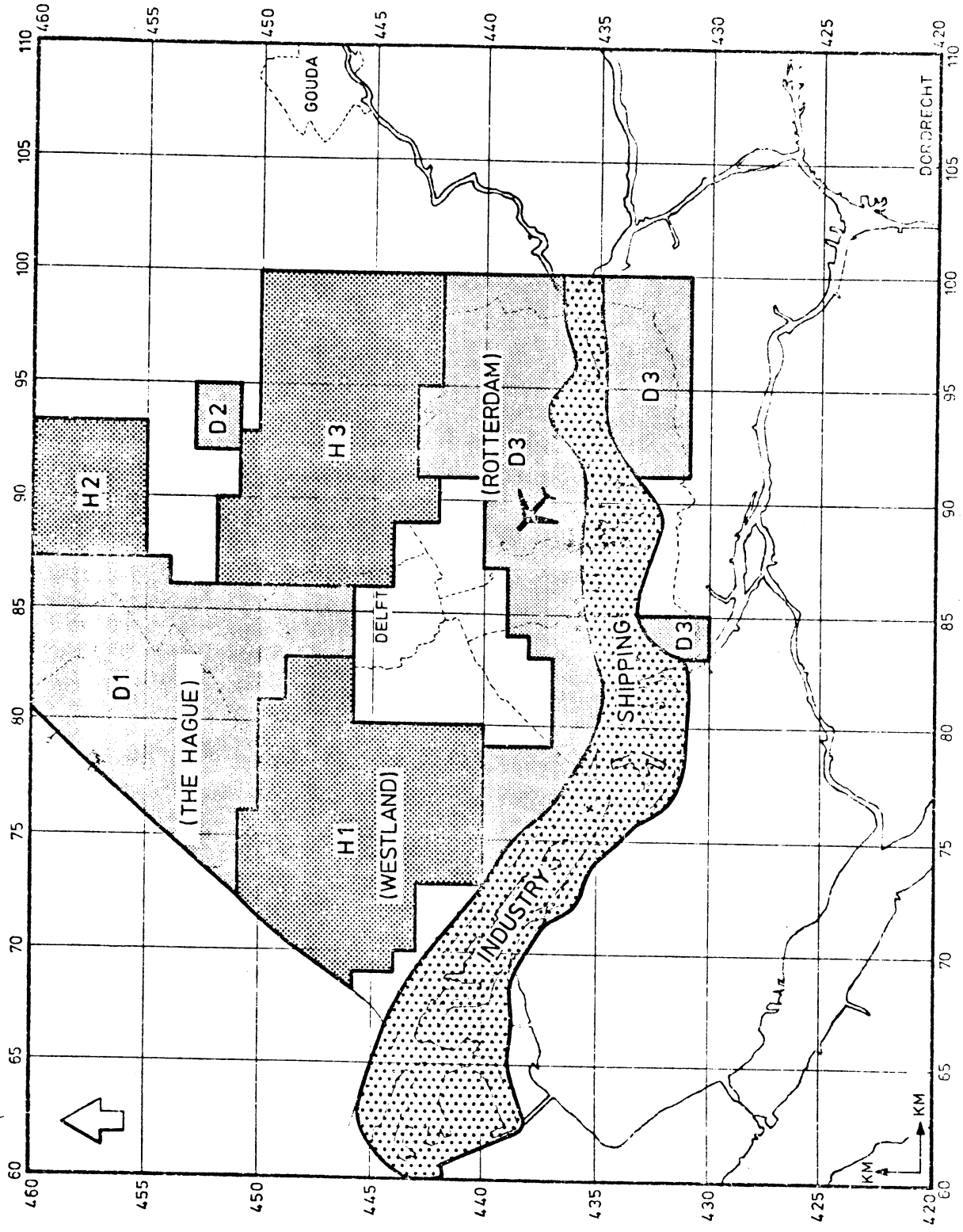
tabel 2 vervolg

NR. RECEPTOR PUNT	MEET- PUNT	CORRELATIE COEFF.		HELLING		ASAFSNYDING		MAXIMUM			MINIMUM			GEMIDDELDEN			LTM ber. Xc
		r		b*		a		PASQUILL	Sen S	GENETEN	PASQUILL	Sen S	GENETEN	Sen S	PASQUILL	GENETEN	
		PASQUILL	Sen S	PASQUILL	Sen S	PASQUILL	Sen S	PASQUILL	Sen S	GENETEN	PASQUILL	Sen S	GENETEN	Sen S	PASQUILL	GENETEN	
51	H14	.62	.61	.66	.66	49	49	295	287	368	3	2	21	74	74	98	78
52	15	.69	.69	.92	.93	46	46	204	202	354	0	0	10	40	40	84	43
53	16	.58	.60	.90	.94	63	61	181	171	355	0	0	17	31	31	91	35
54	17	.74	.74	.93	.93	34	34	241	240	373	0	0	10	35	35	66	39
55	H18	.59	.59	.54	.54	36	35	349	349	356	0	0	9	39	39	57	45
56	D12	.28	.33	.24	.27	97	93	298	303	397	12	12	33	112	108	123	118
57	14	.57	.60	.44	.45	37	35	225	235	245	8	8	17	108	104	83	133
58	16	.37	.41	.31	.33	85	82	328	325	363	5	5	3	99	96	115	118
59	18	.54	.54	.28	.28	55	55	336	336	200	7	7	18	112	111	87	124
60	19	.50	.51	.52	.52	51	51	262	266	318	2	2	11	83	82	94	94
61	20	.37	.39	.37	.38	101	99	376	377	435	10	10	28	109	108	141	118
62	21	.63	.63	.51	.51	79	79	398	399	293	1	1	27	69	69	114	75
63	D22	.22	.26	.17	.19	115	112	387	396	370	9	9	31	120	117	135	142
64	W 1	.45	.45	.21	.21	120	120	1084	1084	540	0	0	49	267	266	177	240
65	2	.39	.40	.14	.14	266	266	1332	1331	608	23	23	166	315	314	310	291
66	3	.45	.45	.23	.23	188	188	1386	1386	560	17	17	50	307	307	259	302
67	4	.38	.39	.12	.12	182	182	1131	1131	447	102	102	105	378	377	226	351
68	5	.37	.37	.12	.12	155	155	1045	1045	390	105	105	58	382	380	201	362
69	6	.28	.28	.09	.09	112	112	765	765	318	16	16	54	223	221	131	237
70	7	.33	.33	.02	.02	37	37	1334	1334	86	19	19	20	262	259	43	272
71	8	.08	.10	.03	.03	87	86	820	820	270	3	3	29	115	110	90	134
72	W 9	.32	.32	.11	.11	151	150	1210	1208	462	57	57	42	353	351	188	324
73	V 1	.35	.59	.41	.46	102	85	254	386	375	14	14	52	128	104	145	147
74	2	.41	.62	.62	.56	82	74	263	442	492	16	16	32	122	96	142	141
75	3	.45	.65	.60	.47	79	76	253	415	434	12	12	44	119	90	133	135
76	6	.43	.65	.54	.45	79	74	273	442	367	14	14	40	134	104	135	148
77	7	.42	.56	.58	.46	82	82	249	485	501	13	13	42	115	90	134	133
78	10	.14	.15	.12	.10	116	116	412	567	313	7	6	38	89	79	125	100
79	V11	.44	.63	.42	.32	59	57	231	432	293	13	13	28	105	77	91	119
80	Z 1	-.10	-.09	-.06	-.05	25	25	243	249	95	0	0	0	20	20	24	30
81	2	-.07	-.06	-.08	-.07	51	51	119	128	229	0	0	14	16	15	50	26
82	3	-.06	-.06	-.04	-.04	53	53	168	189	216	0	0	7	25	23	52	34
83	4	.03	.01	.02	.01	51	51	297	297	2	0	0	0	29	27	51	44
84	5	.04	.05	.03	.03	54	54	203	313	224	0	0	0	39	30	55	53
85	6	-.01	-.01	-.01	0.04	58	58	293	385	219	0	0	4	31	27	58	43
86	7	.16	.17	.05	.05	55	55	607	605	150	0	0	17	53	53	58	49
87	8	.32	.32	.17	.16	38	38	301	301	154	0	0	0	34	33	44	51
88	9	.33	.33	.13	.12	29	29	364	364	129	0	0	0	40	36	34	58
89	10	.44	.40	.30	.21	47	50	309	420	211	0	0	0	68	36	64	55
90	11	.11	.10	.10	.05	75	76	217	567	277	0	0	15	55	40	79	74

Tabel 2 vervolg

NR. RECEPTOR PUNT	MEET PUNT	CORRELATIE COEFF.		HELLING		ASAFSNOEDING		MAXIMUM		MINIMUM		GEMIDDELDEN		LTM DEE. KC			
		r		b*		a		pasquill	Sen S	pasquill	Sen S	pasquill	Sen S				
		pasquill	Sen S	pasquill	Sen S	pasquill	Sen S	pasquill	Sen S	GEMIDTEN	pasquill	Sen S	GEMIDTEN		Sen S		
91	12	.01	.01	.01	.01	44	44	170	172	219	0	0	0	26	25	44	37
92	Z 13	.001	.005	.002	.007	64	64	125	118	254	0	0	20	16	16	64	23
93	V 12	-.07	.11	-.07	.09	105	90	327	337	369	12	12	1	101	87	99	11
94	V 13	.09	.15	.05	.08	115	111	526	524	372	10	10	1	130	124	122	154
95	B 1	.35	.35	.47	.47	42	41	117	115	269	0	0	11	30	30	56	40
96	B 1	.27	.27	.28	.28	67	67	191	172	235	0	0	18	29	30	76	41
97	S 1	.33	.39	.16	.18	87	81	793	793	286	7	7	10	154	144	109	115
98	2	.34	.51	.38	.46	77	66	343	343	291	11	11	10	96	83	109	116
99	3	.46	.57	.43	.42	60	55	344	344	298	13	13	20	105	92	99	129
100	4	.47	.64	.74	.64	58	54	249	406	485	14	14	24	103	83	120	127
101	5	.59	.71	.75	.56	36	42	263	442	401	16	16	11	117	97	108	141
102	6	.42	.64	.49	.49	54	44	277	372	349	12	12	23	99	79	92	120
103	7	.56	.64	.61	.46	52	57	272	449	325	11	11	26	103	86	104	131
104	8	.0004	.15	.0002	.07	46	39	548	548	175	2	2	6				
105	9	.59	.75	.97	.66	43	53	263	466	440	14	14	27	112	87	127	137
106	10	.60	.75	.63	.42	43	51	284	576	311	15	15	24	132	101	106	154
107	11	.67	.80	.83	.50	29	45	227	525	301	18	18	21	111	86	101	124
108	12	.37	.45	.35	.25	82	85	352	503	302	14	14	15	138	107	119	150
109	13	.38	.35	.31	.17	83	96	417	650	329	12	14	27	126	100	118	143
110	14	.39	.26	.27	.10	80	93	360	926	259	5	5	41	126	92	105	138
111	15	.32	.30	.22	.13	73	81	231	512	190	1	1	24	79	61	91	112
112	16	.46	.36	.38	.18	53	59	230	469	225	0	0	6	68	50	72	91
113	17	.50	.46	.72	.19	69	76	282	537	269	1	1	24	117	92	98	135
114	18	.44	.35	.25	.11	45	50	208	476	130	0	0	8	71	50	57	81
115	19	.61	.56	.50	.29	62	66	298	409	223	0	0	4	66	46	85	80
116	20	.64	.63	.34	.25	48	48	407	481	175	0	0	6	87	63	69	99
117	21	.51	.50	.31	.24	56	56	371	405	188	0	0	12	65	49	71	75
118	22	.17	.16	.06	.04	52	52	439	554	200	0	0	14	94	66	56	92
119	23	.56	.53	.31	.15	41	43	335	666	162	0	0	4	93	53	57	95
120	24	.51	.56	.41	.37	64	63	282	357	323	1	1	7	78	68	92	100
121	25	.55	.58	.32	.20	35	36	281	445	153	0	0	4	67	45	49	89
122	26	.66	.72	.19	.18	23	22	441	441	100	0	0	5	94	84	40	83
123	27	.55	.59	.24	.22	29	28	424	424	206	0	0	3	71	62	44	81
124	28	.56	.60	.35	.32	49	48	664	664	304	1	1	7	97	86	79	106
125	29	.54	.63	.39	.41	56	50	674	674	355	1	1	8	99	90	91	106
126	30	.52	.54	.23	.20	37	36	564	564	195	0	0	4	117	99	60	98
127	S31	.69	.48	.34	.17	24	32	462	529	190	0	0	3	113	83	51	81

overzicht brongebieden

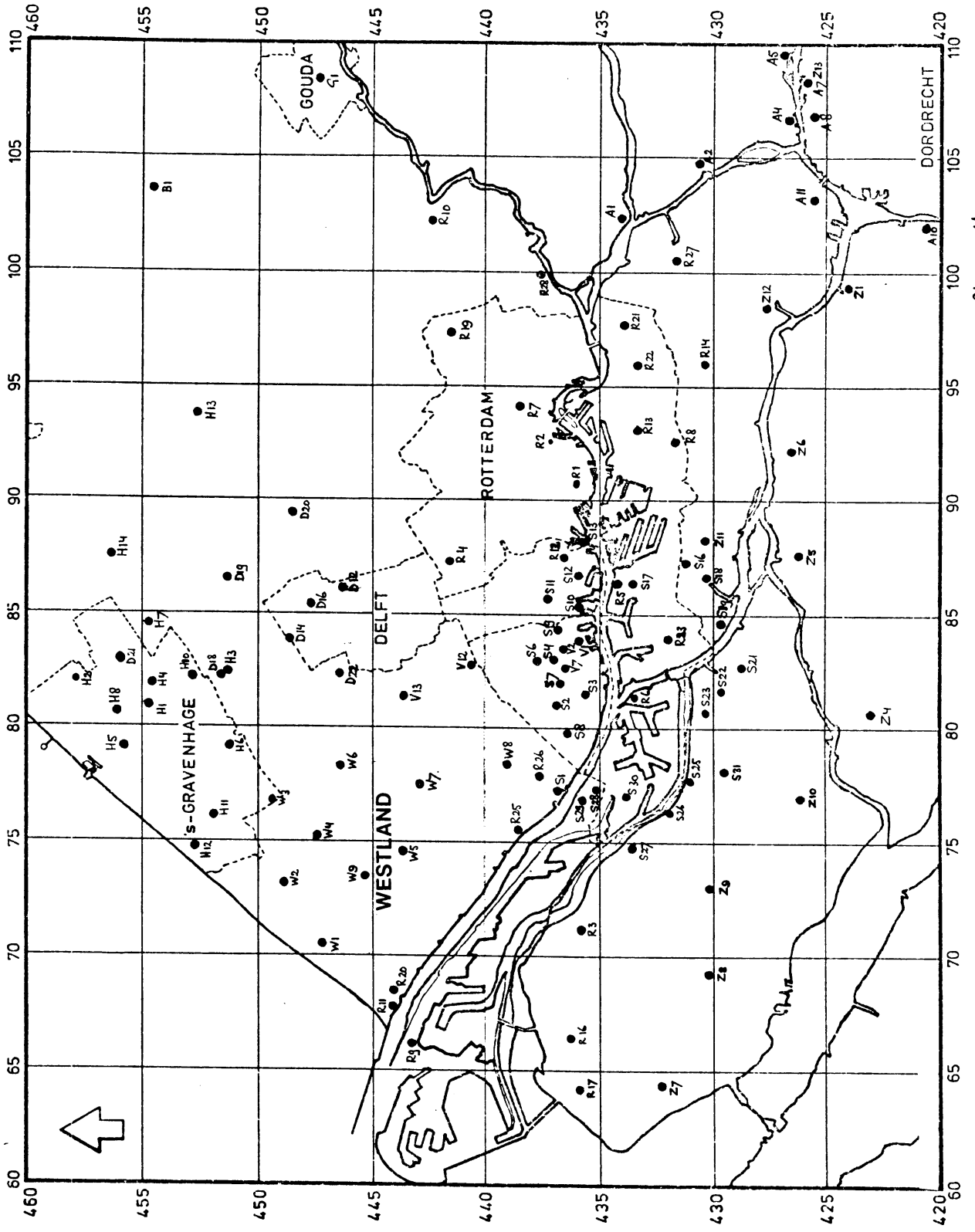


figuur 1a

D: Huisverwarming

H: Kasverwarming

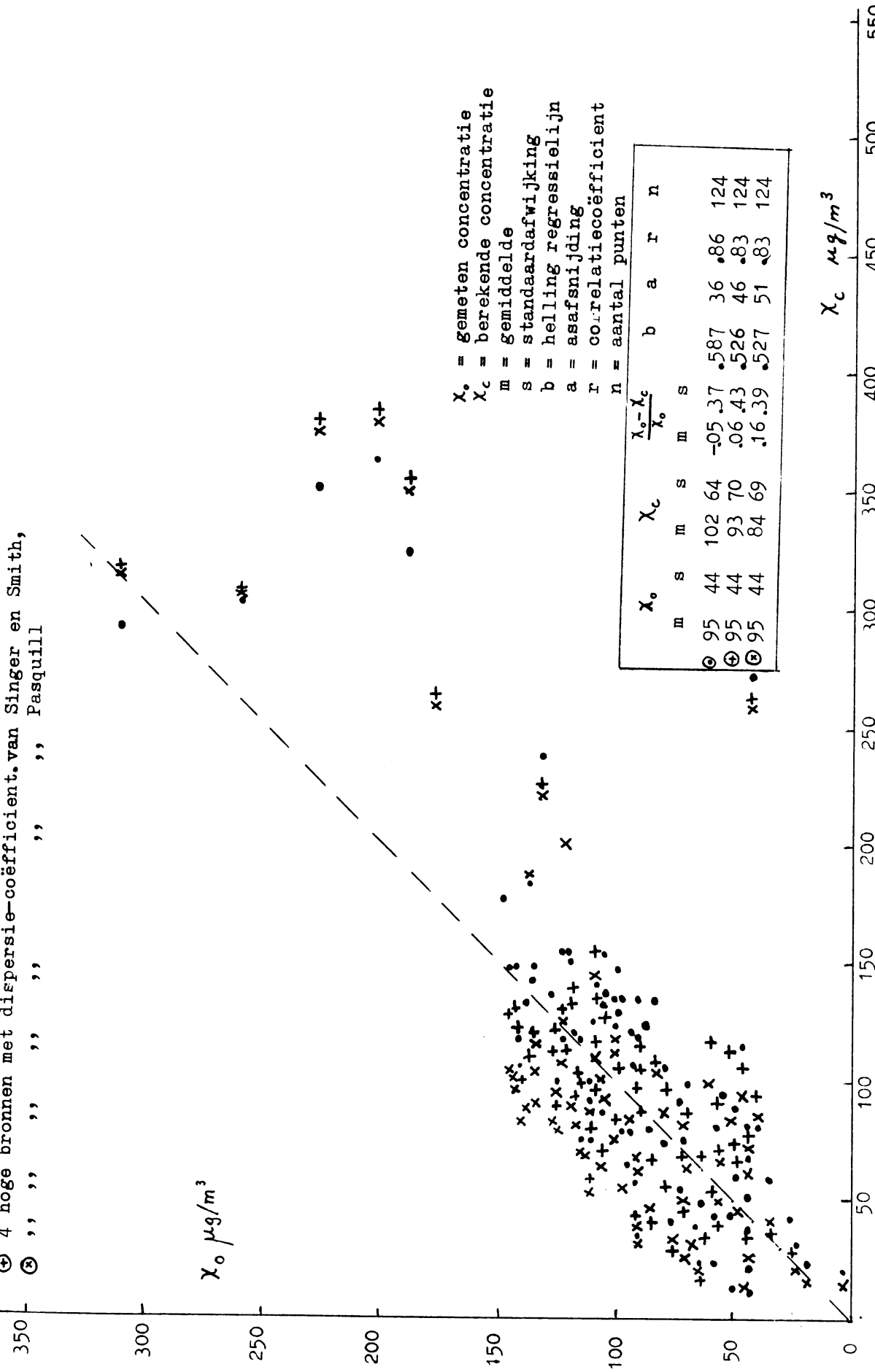
overzicht meetpunten



figuur 1b

Lange-termijngemiddelden in alle receptorpunten en berekend met:

- lange-termijnmodel •
- korte-termijnmodel + x
- ⊕ 4 hoge bronnen met dispersie-coëfficiënt van Singer en Smith,
- ⊙ "
- ⊗ "
- ⊙ "
- ⊙ "

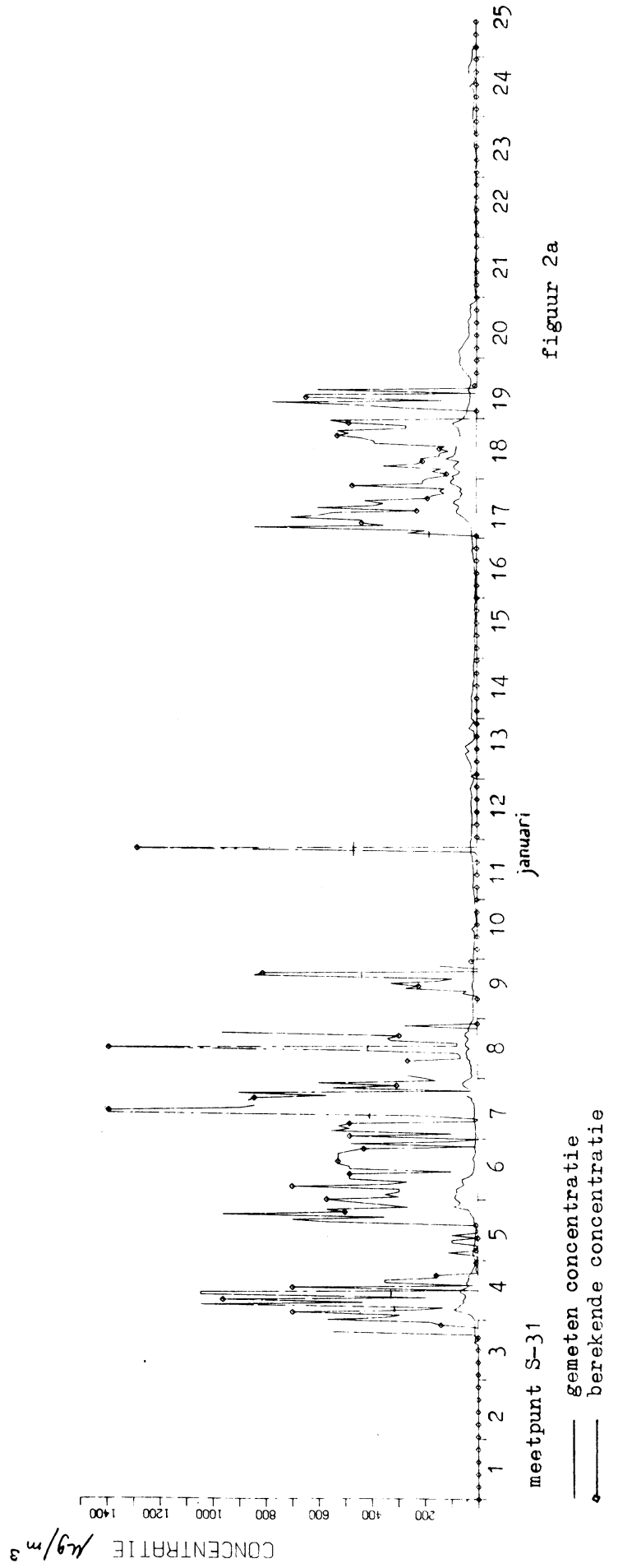


χ_0 = gemeten concentratie
 χ_c = berekende concentratie
 m = gemiddelde
 s = standaardafwijking
 b = helling regressielijn
 a = asafsnijding
 r = correlatiecoëfficiënt
 n = aantal punten

	χ_0	χ_c	$\frac{\chi_0 - \chi_c}{\chi_0}$	b	a	r	n
⊕	44	102	0.587	36	86	0.83	124
⊙	44	93	0.526	46	83	0.83	124
⊗	44	84	0.527	51	83	0.83	124
	m	s	m	s	m	s	

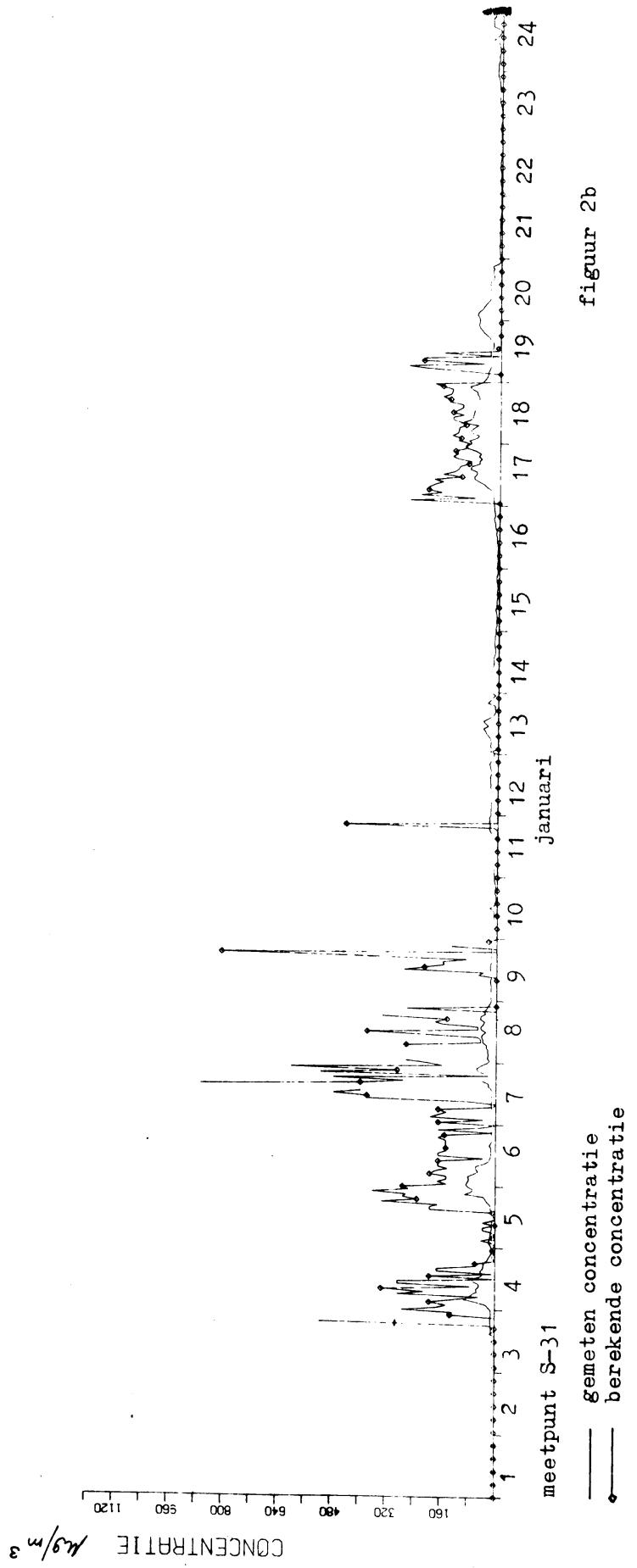
figuur 2

uurgemiddelden van de gemeten en de berekende concentraties
(4 zeer hoge bronnen met dispersie-coëfficiënt, van Singer en Smith)



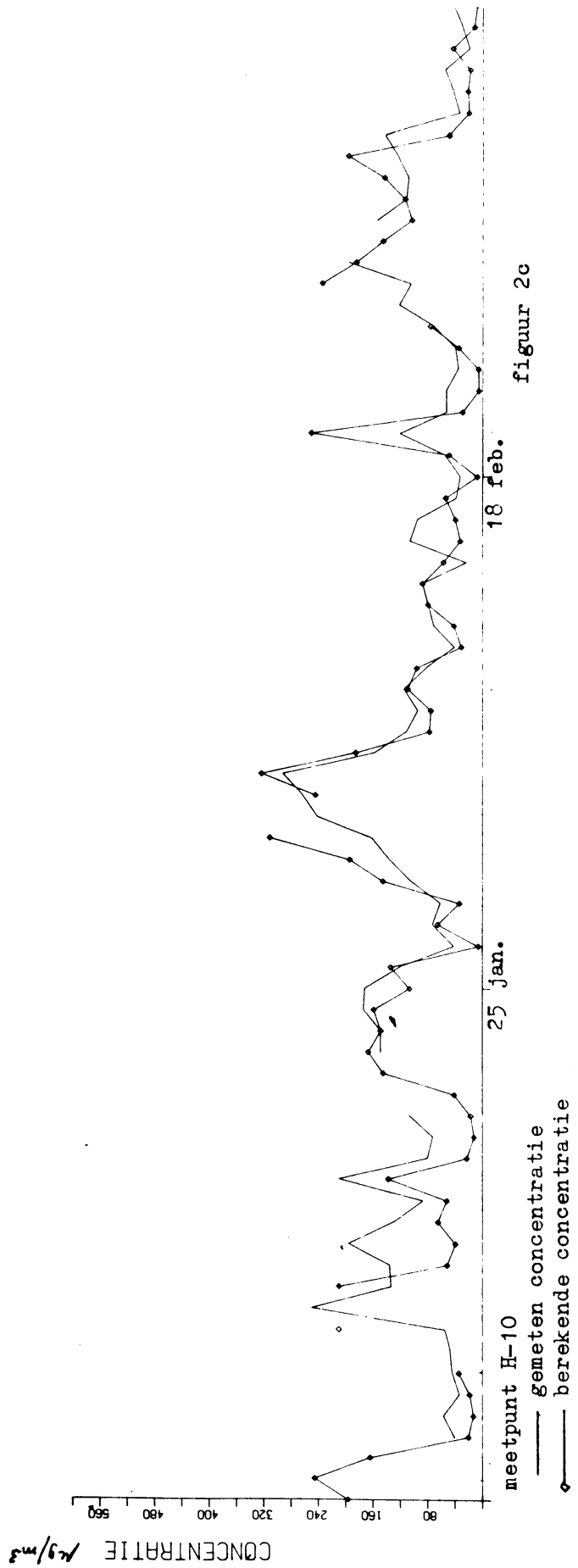
figuur 2a

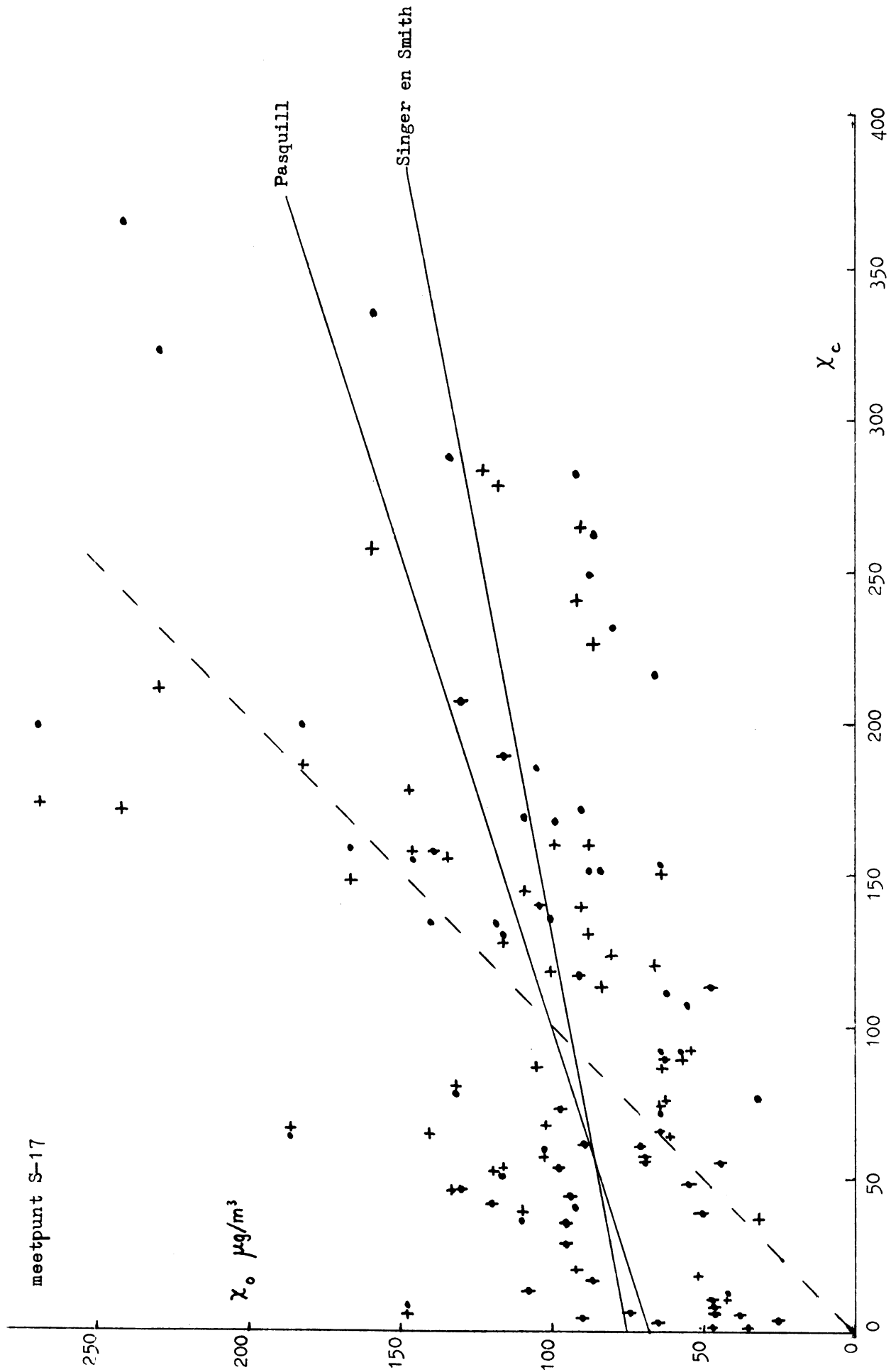
uurgemiddelden van gemeten en berekende concentraties
(4 zeer hoge bronnen met dispersie-coëfficiënt. van Pasquill



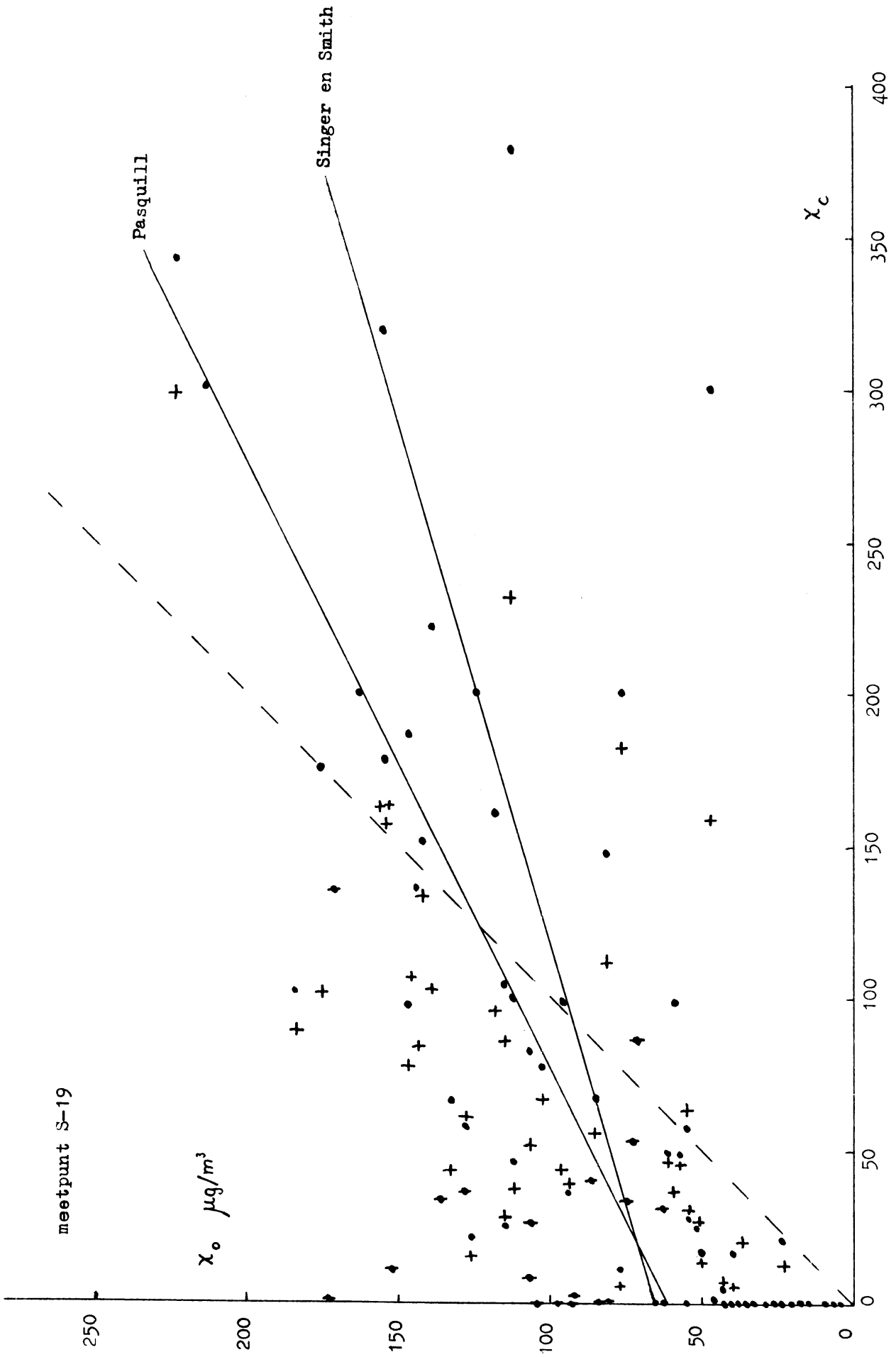
figuur 2b

24 uursgemiddelden van gemeten en berekende concentraties
(4 zeer hoge bronnen met dispersie-coëfficiënt. van Singer/Smith)



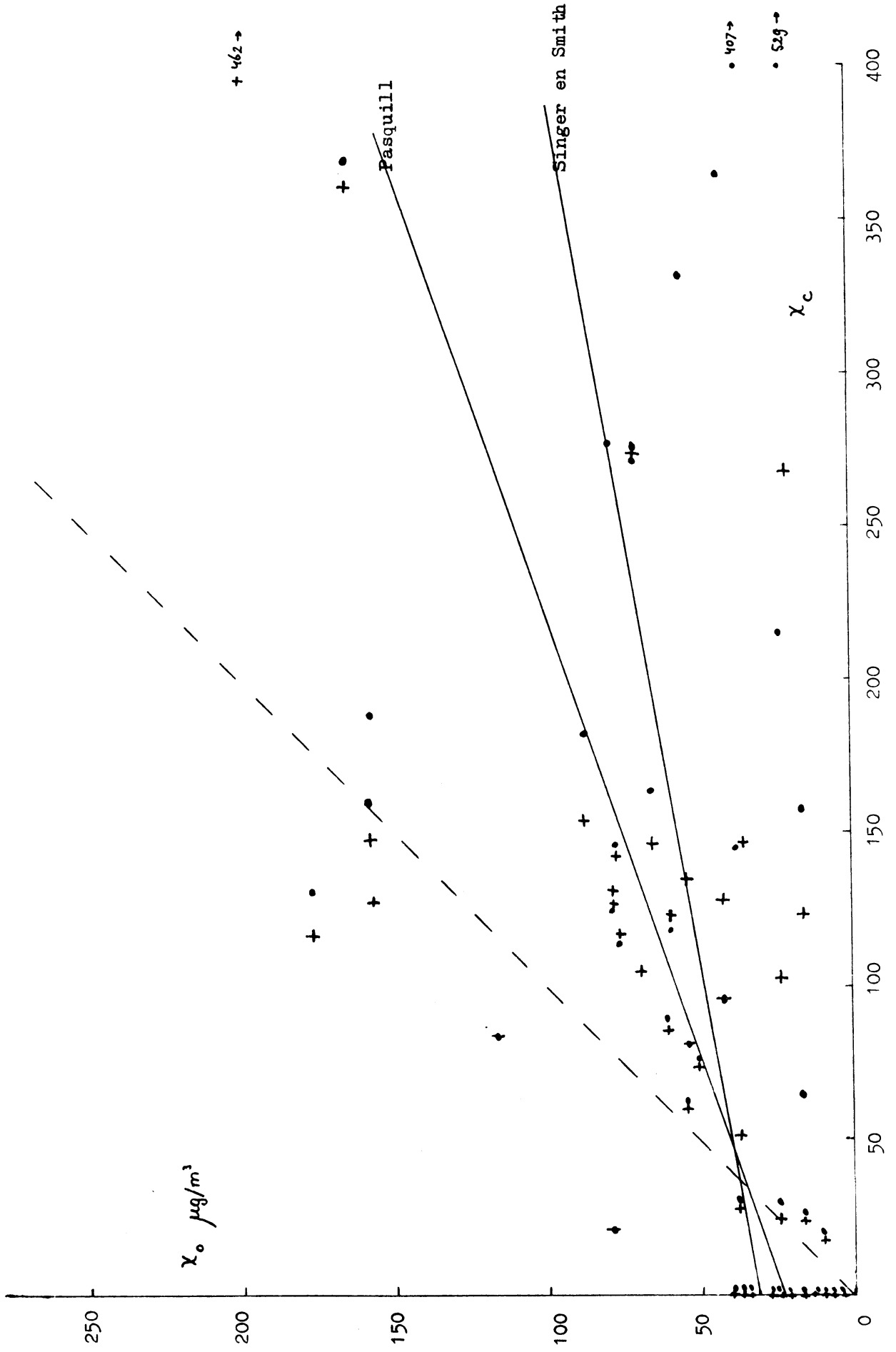


figuur 3b



figuur 3c

Meetpunt S -31



figuur 3d

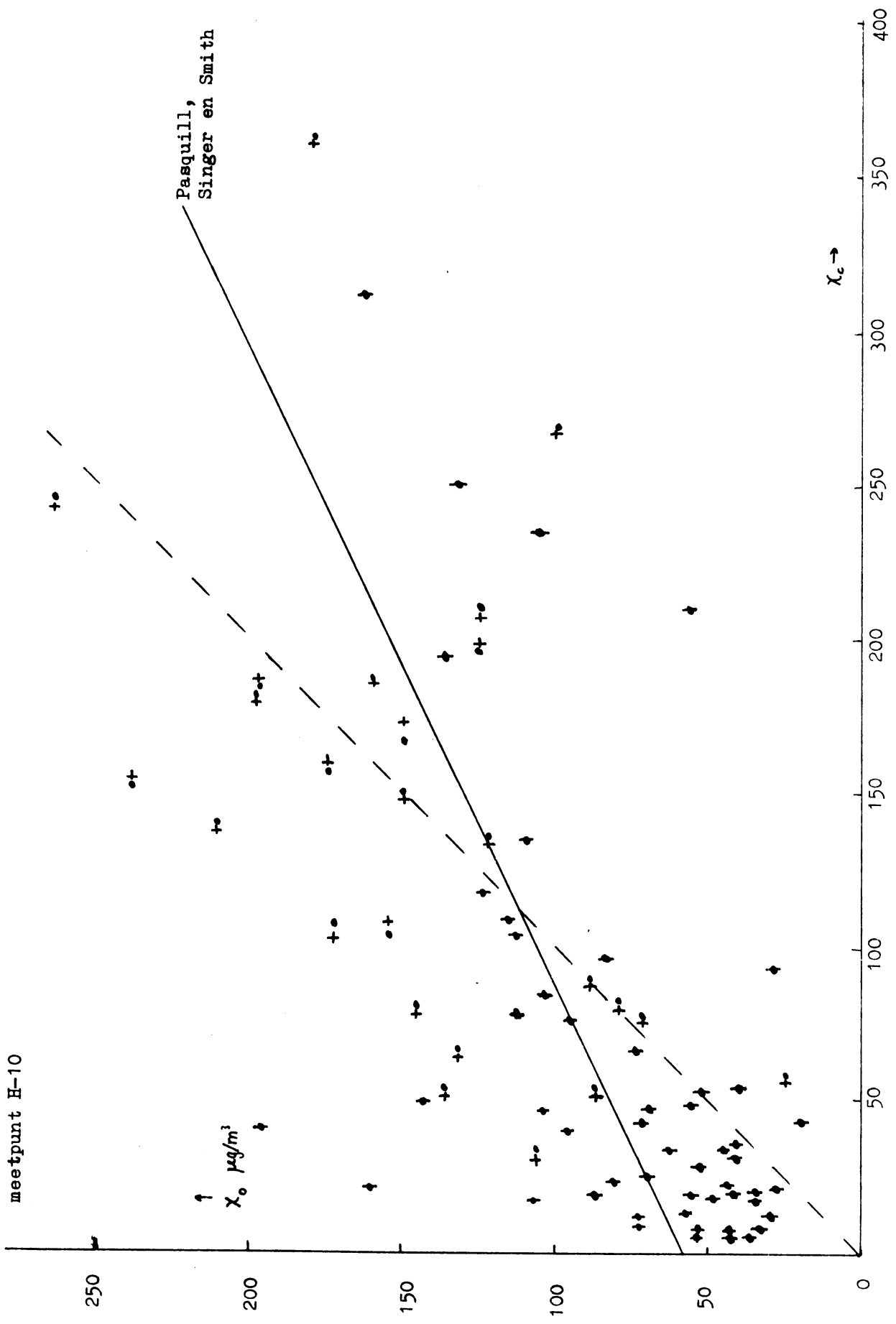
292
↑
+.

↑
288
+.

meetpunt H-10

Pasquill,
Singer en Smith

↑
 X_0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



figuur 3e

meetpunt D-16

↑ χ_a

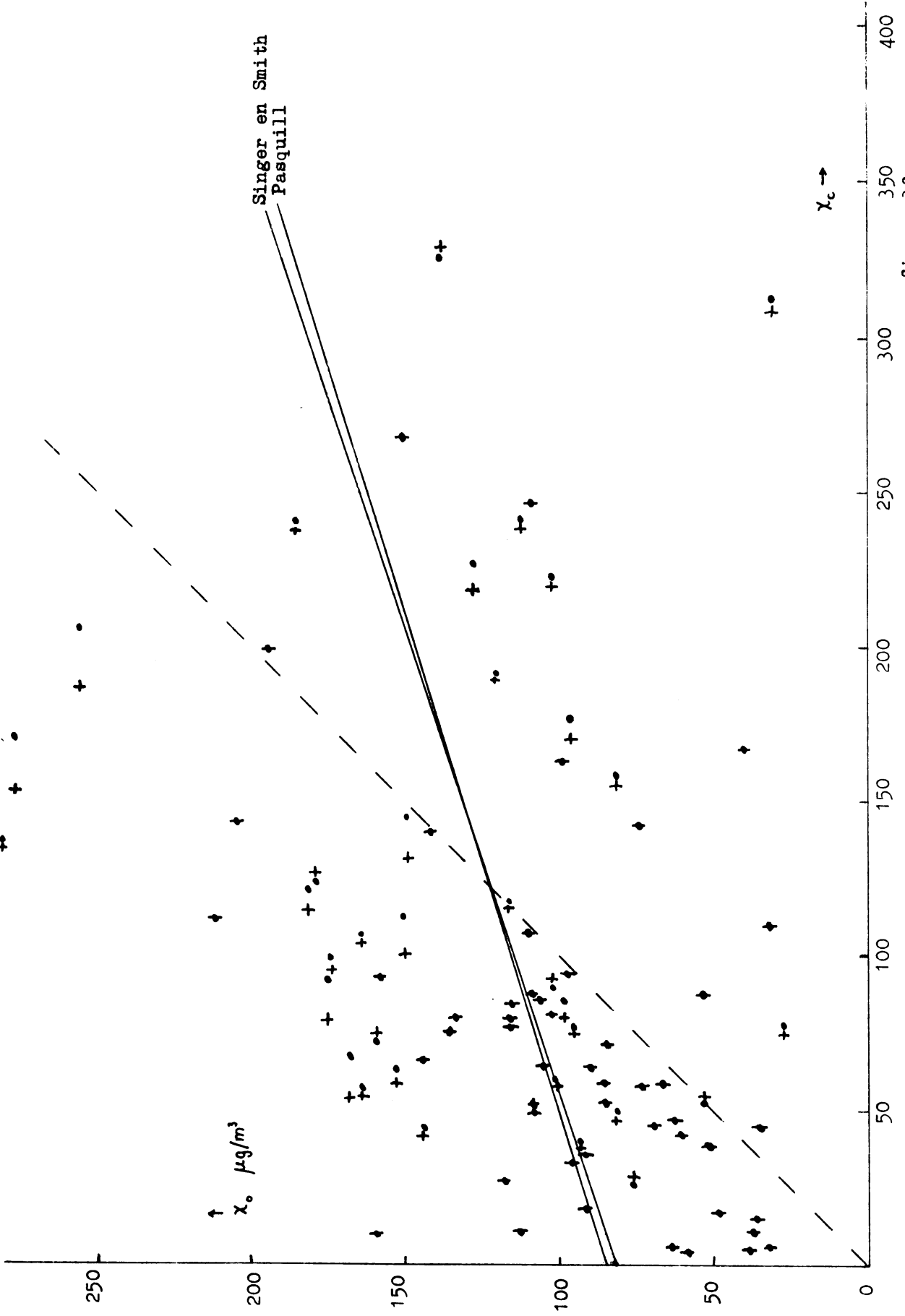
↑ χ_b

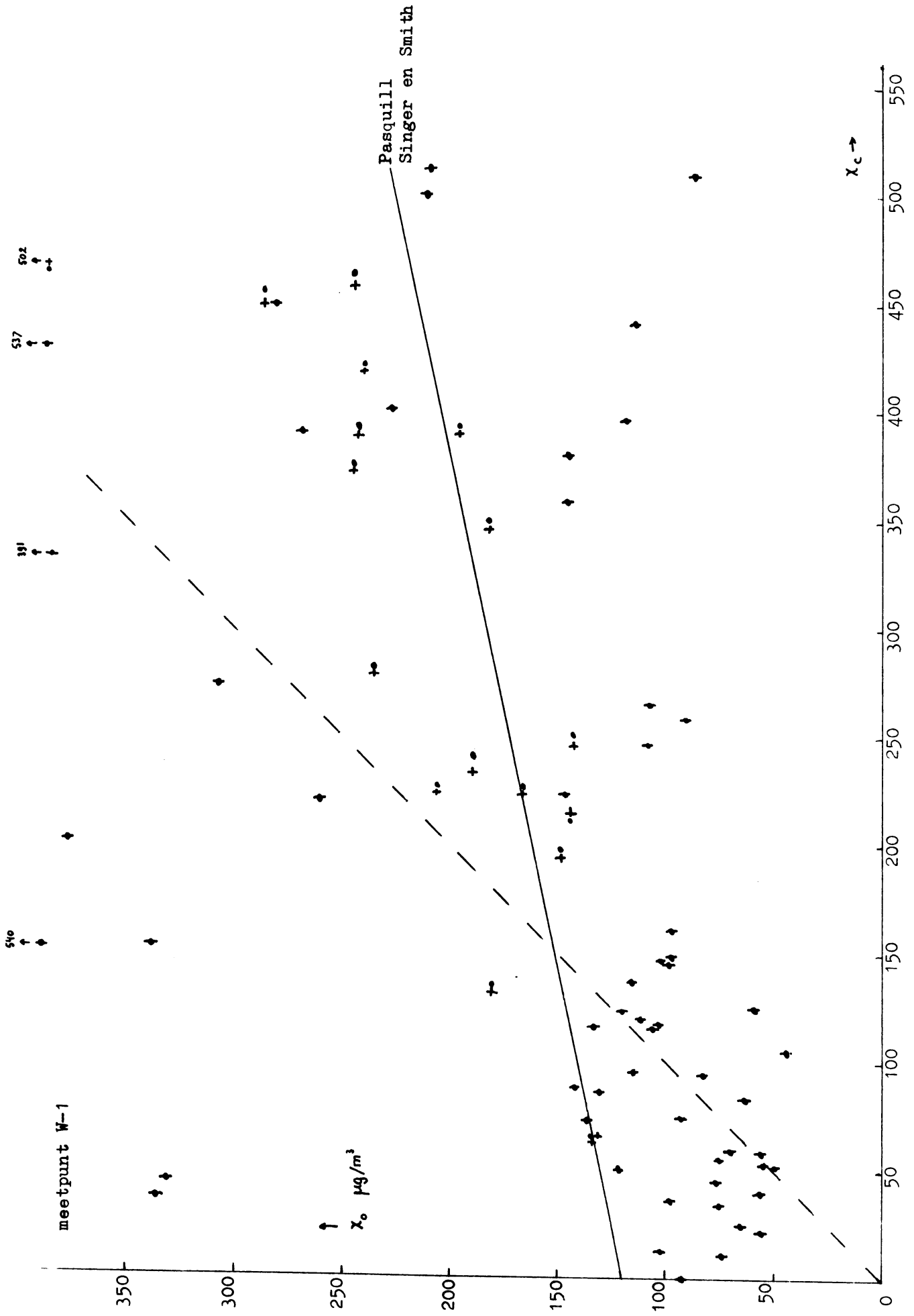
↑ $\chi_o \mu\text{g}/\text{m}^3$

Singer en Smith
Pasquill

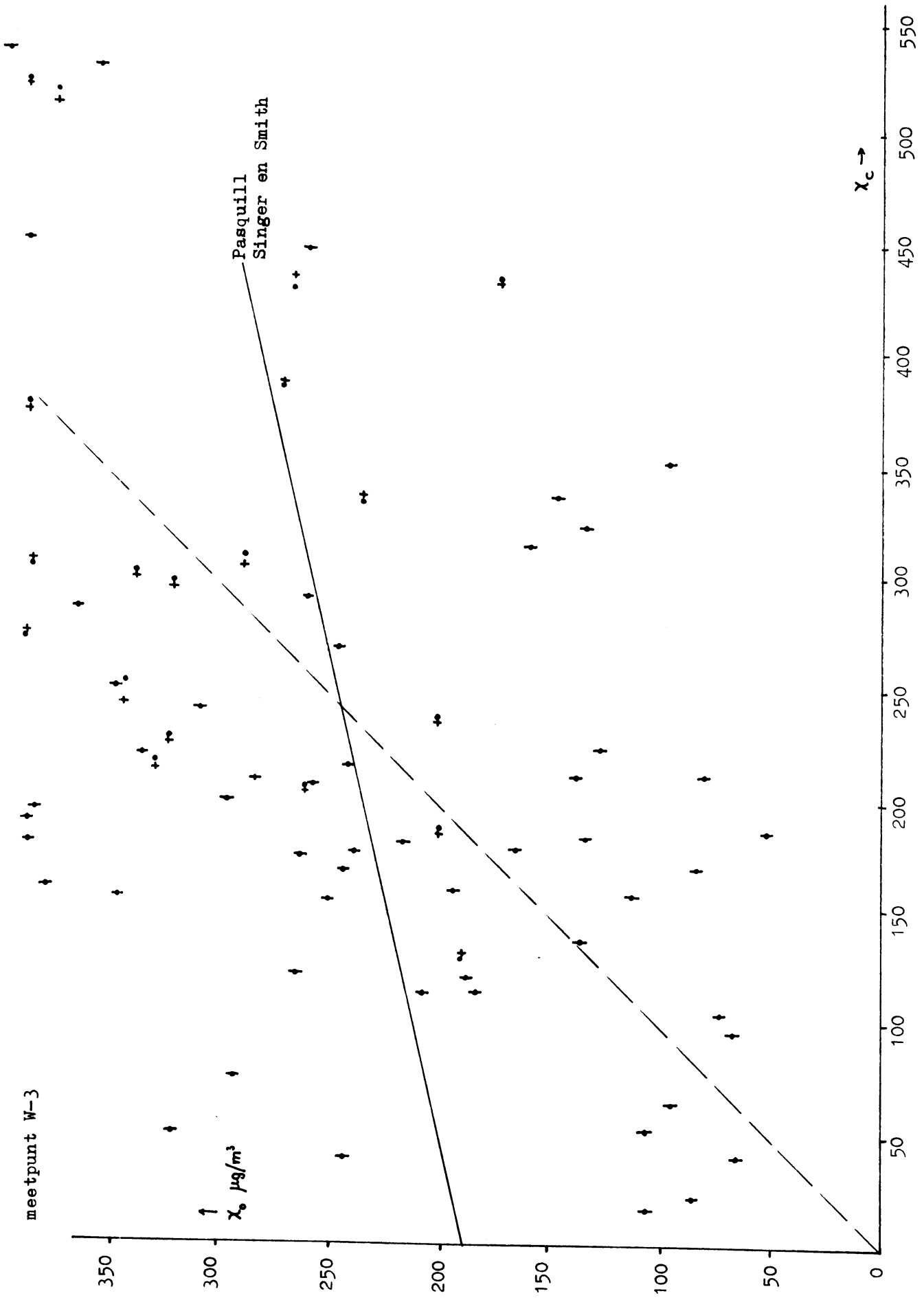
$\chi_c \rightarrow$

figuur 3f



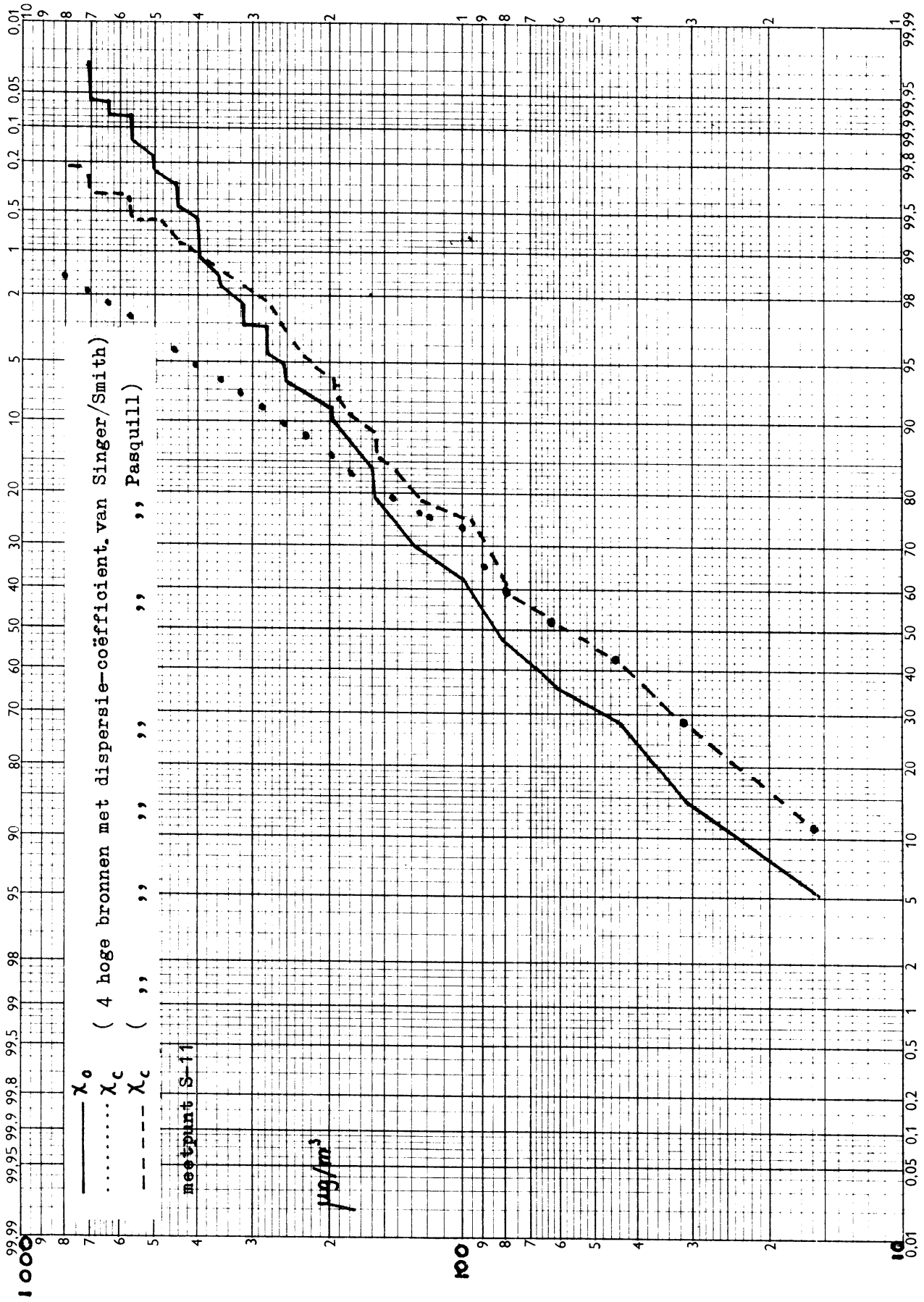


figuur 3g



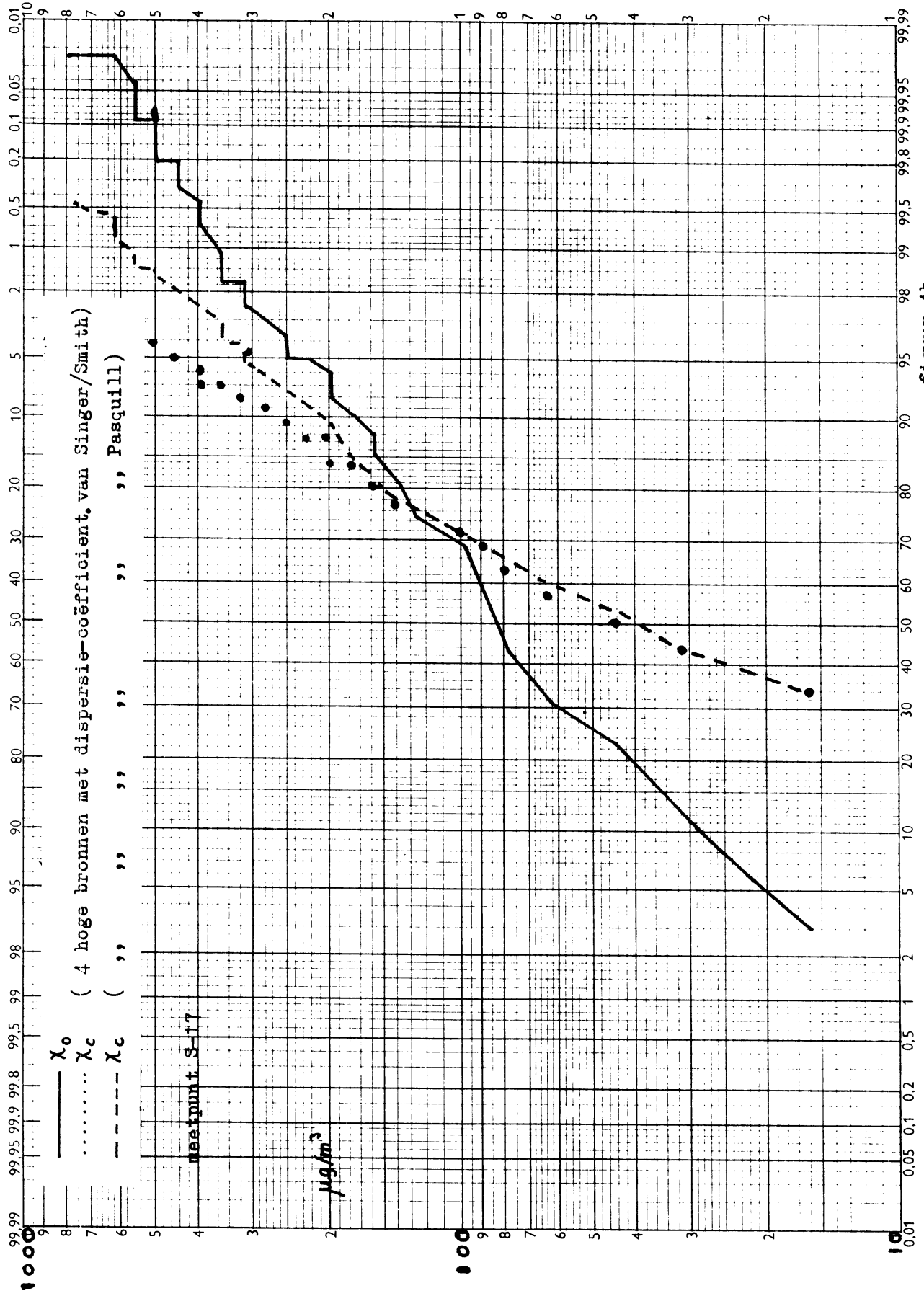
figuur 3h

Cumulative frekwentieverdeling van gemeten en berekende uurgemiddelde concentraties.



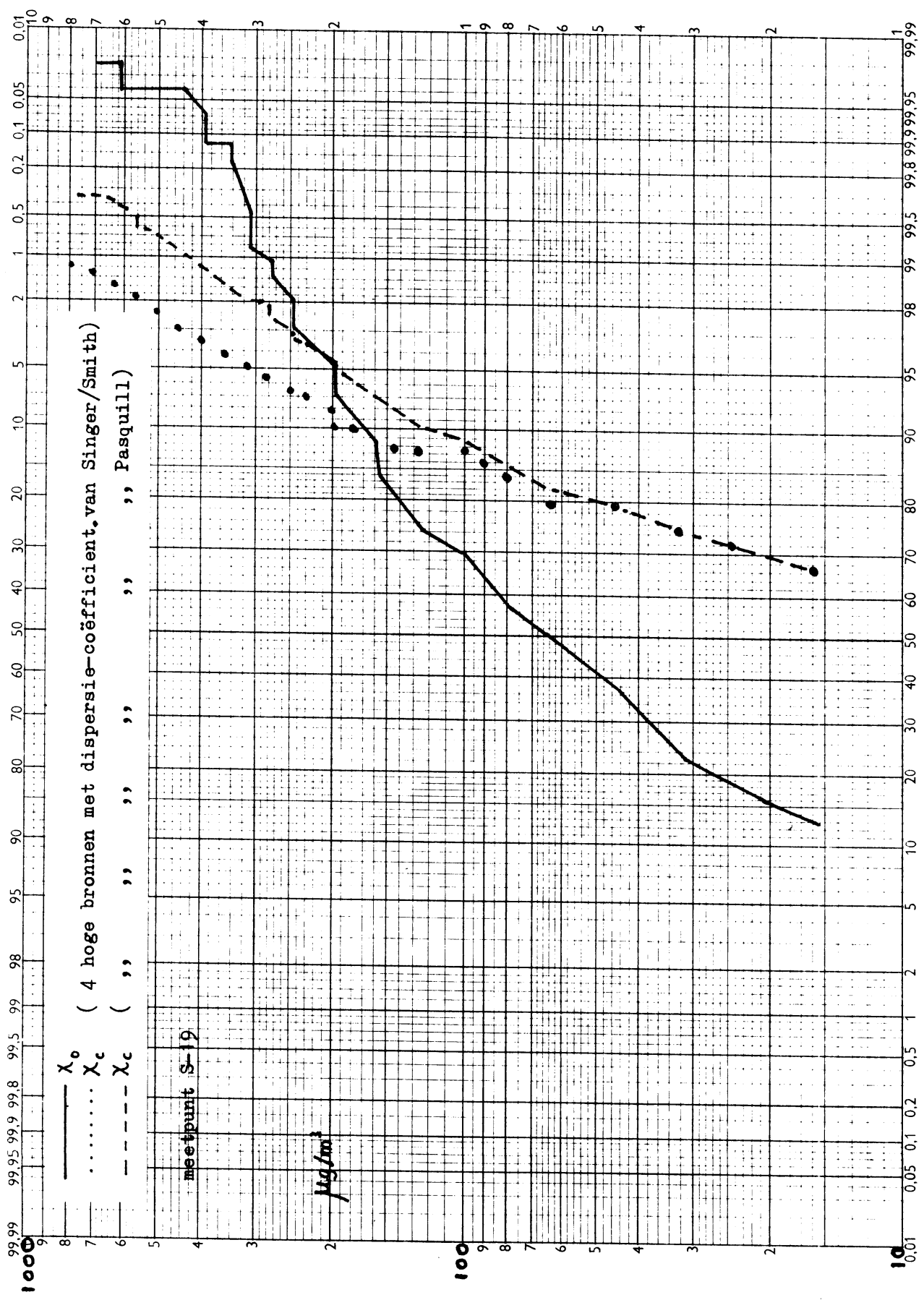
figuur 4a

Cumulative frekwentieverdeling van gemeten en berekende uurgemiddelde concentraties.



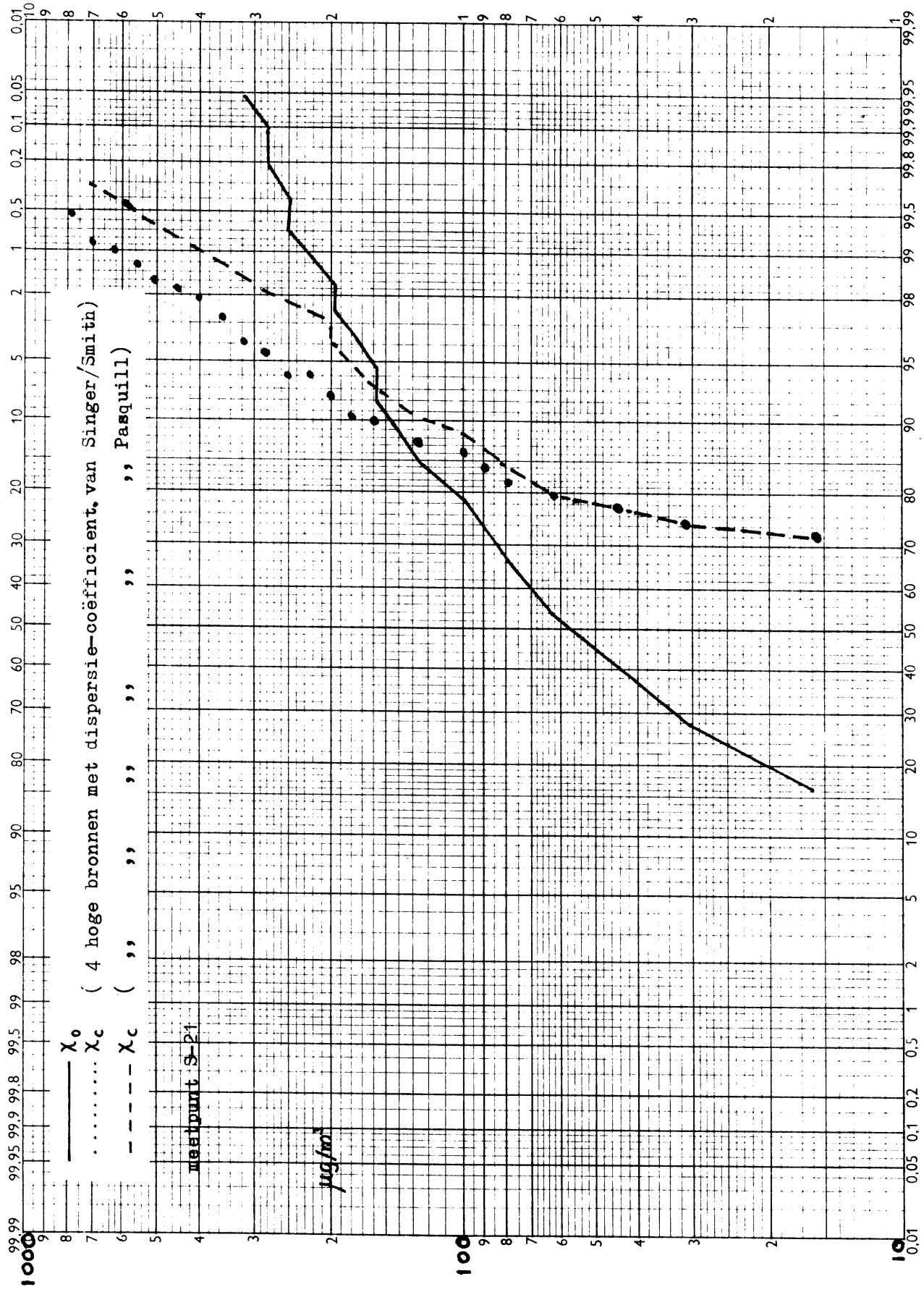
figuur 4b

Cumulatieve frekwentieverdeling van gemeten en berekende uurgemiddelde concentraties.



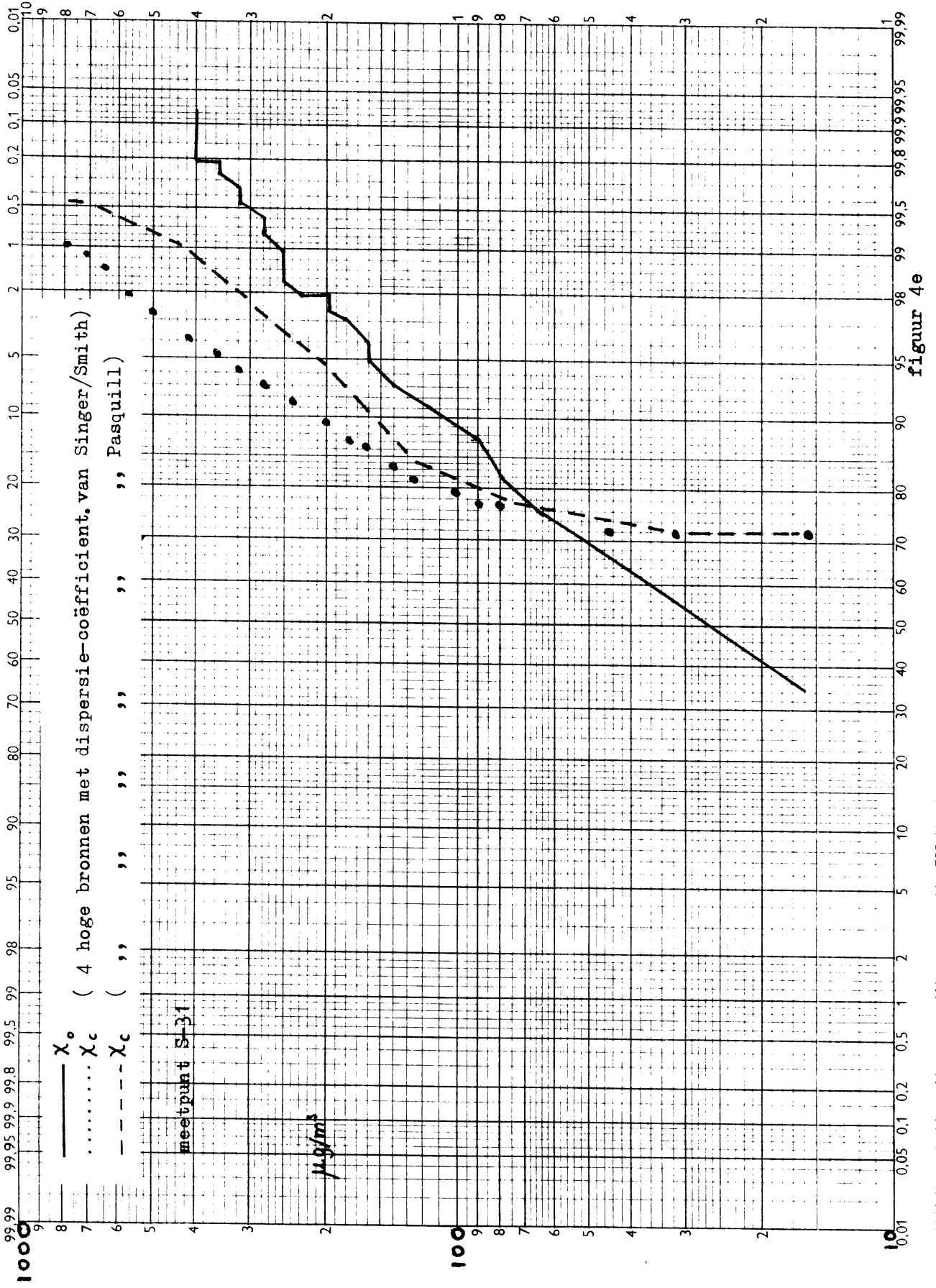
figuur 4c

Cumulatieve frekwentieverdeling van gemeten en berekende uurgemiddelde concentraties.

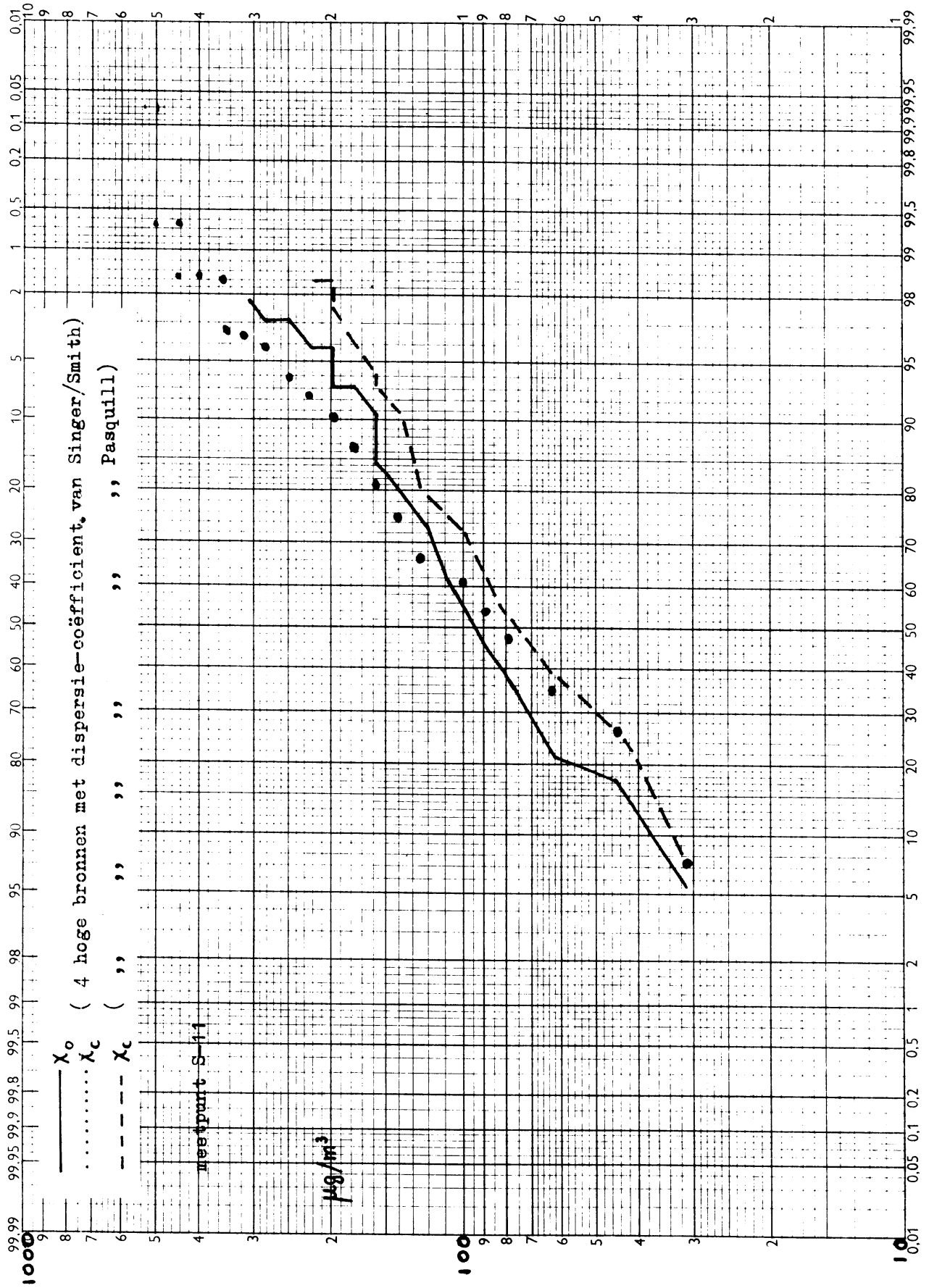


figuur 4d

Cumulative frekwentieverdeling van gemeten en berekende uurgemiddelde concentraties.

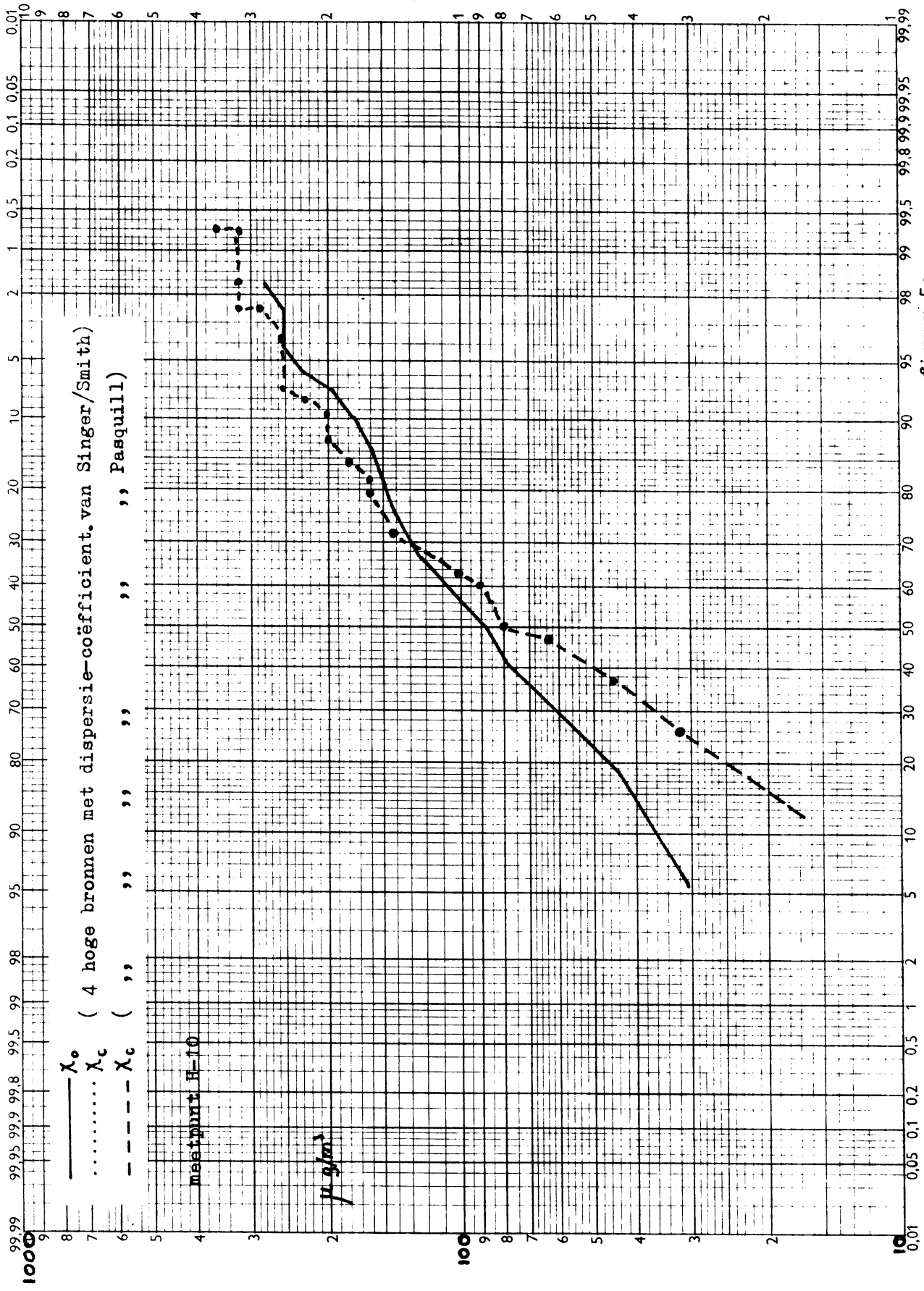


Cumulative frekwentieverdeling van gemeten en berekende 24-uursgemiddelde concentraties.



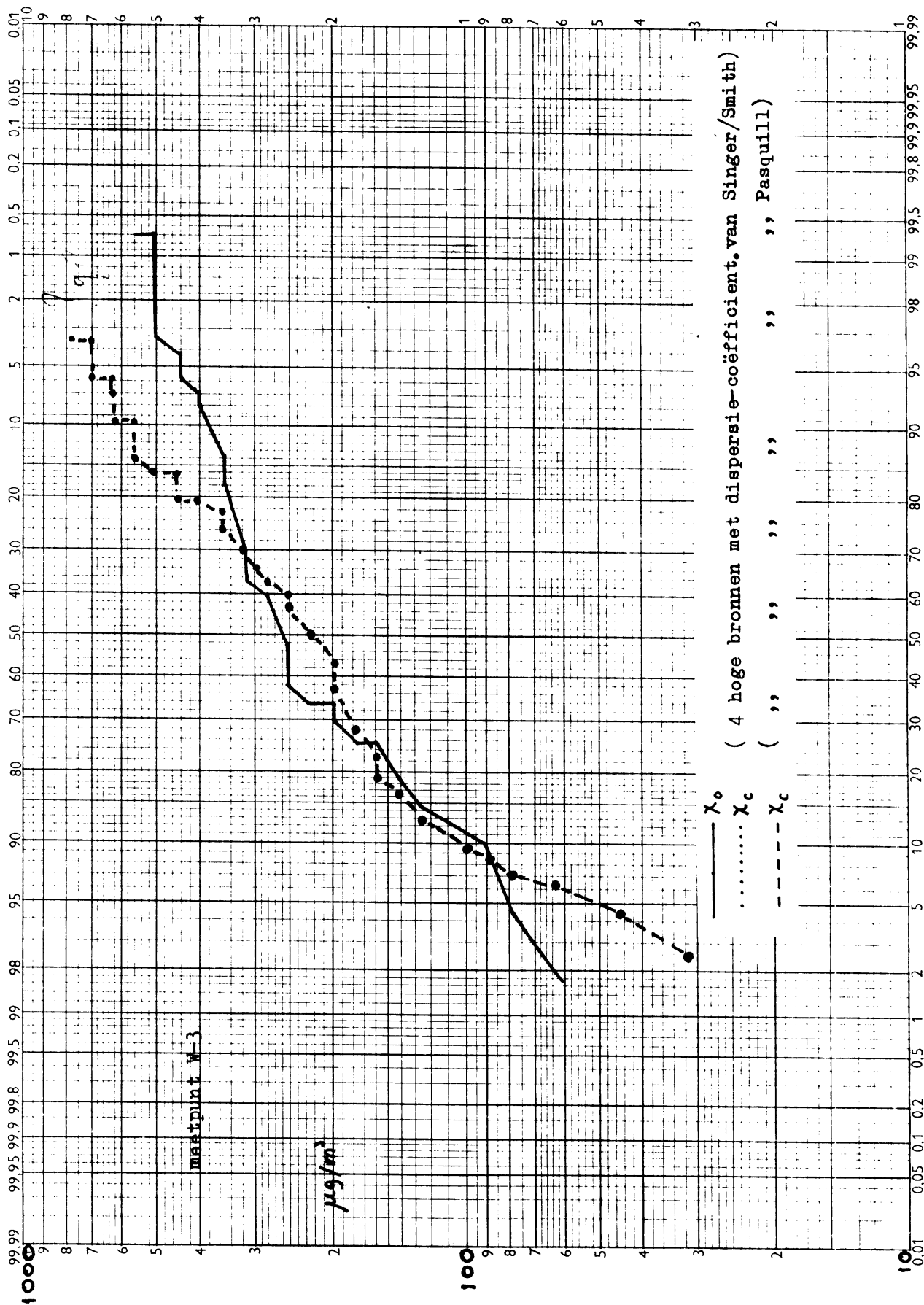
figuur 5a

Cumulative frekwentieverdeling van gemeten en berekende 24-uursgemiddelde concentraties.



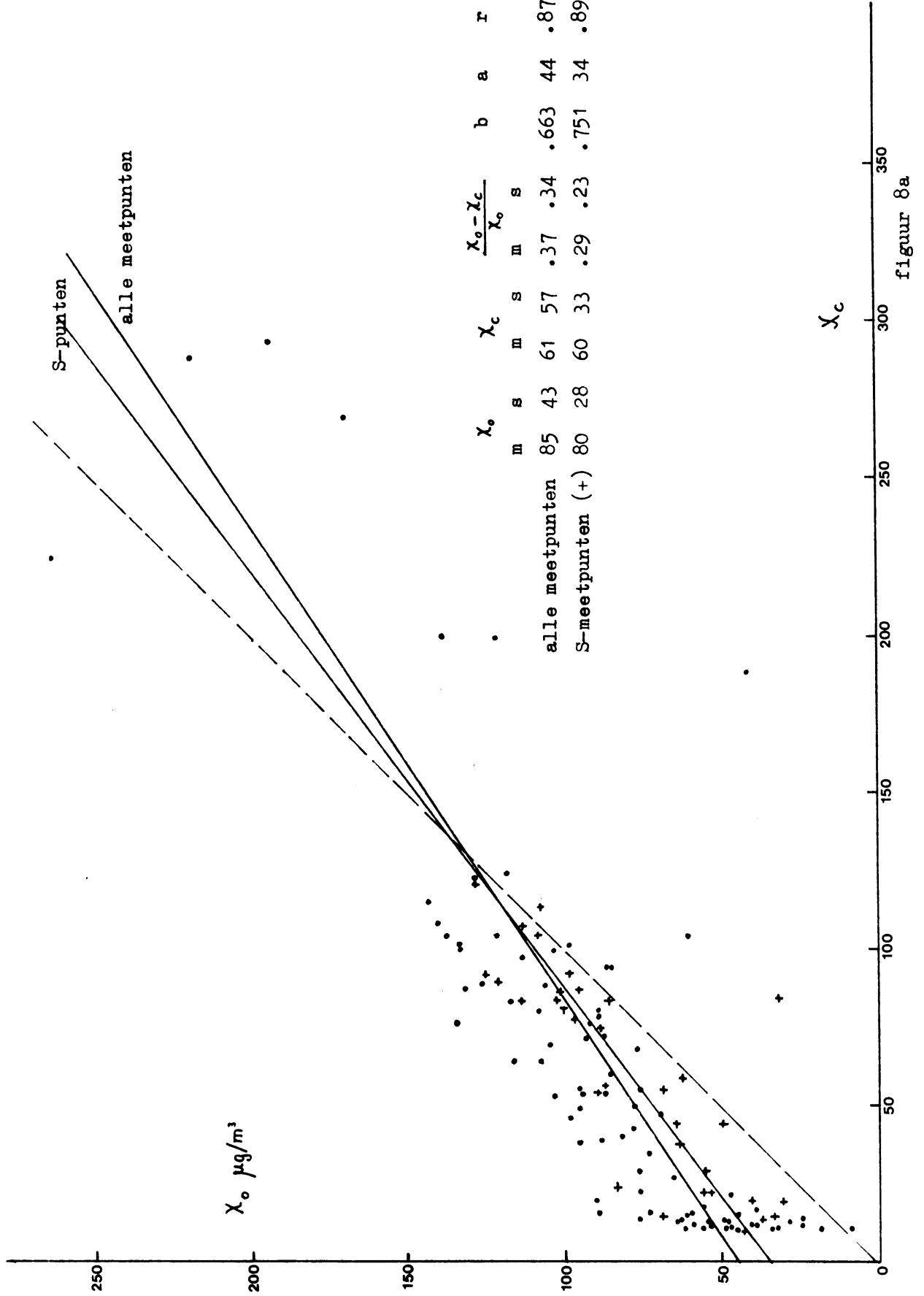
figuur 5e

Cumulative frekwentieverdeling van gemeten en berekende 24-uursgemiddelde concentraties.



figuur 5h

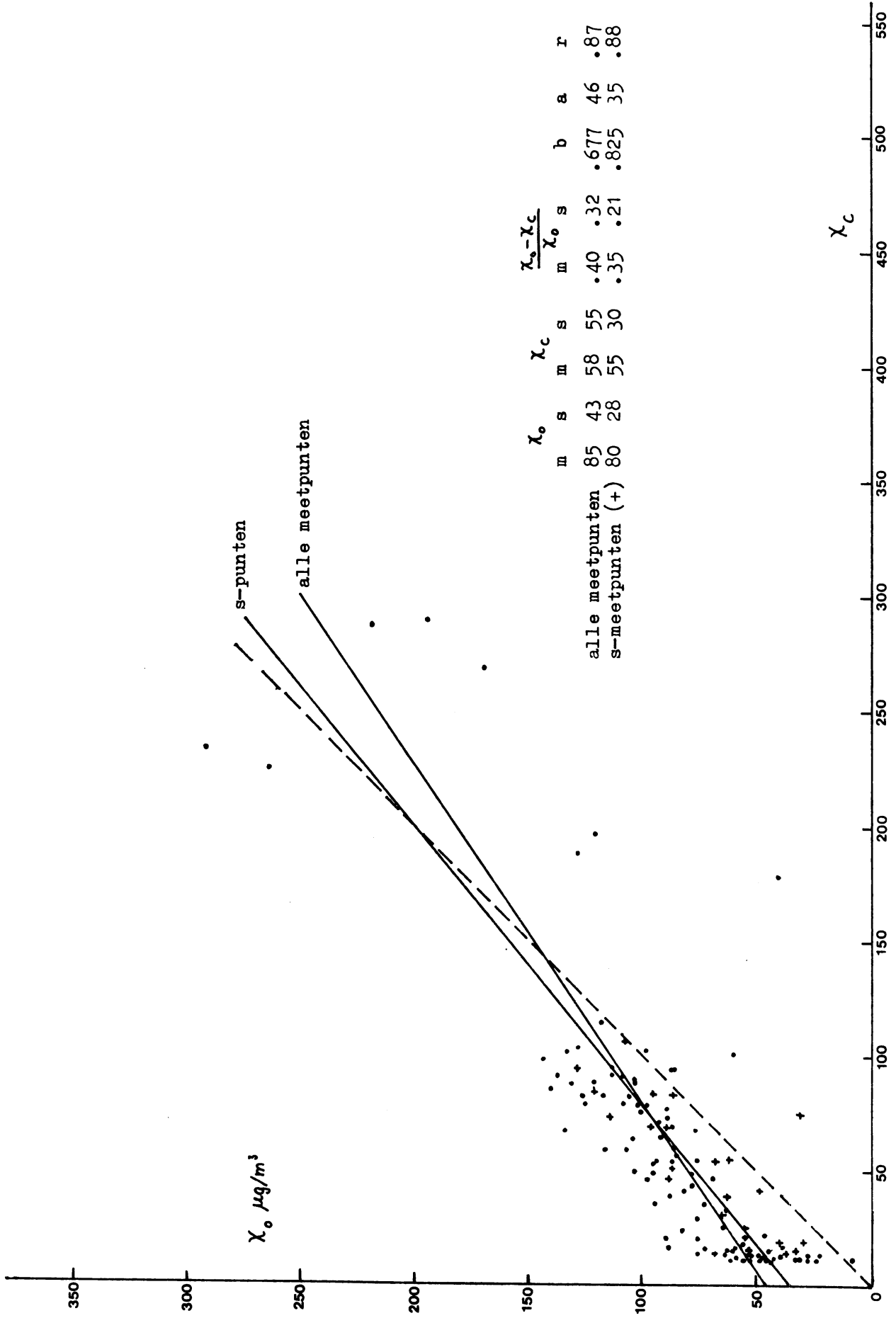
Verband tussen de 50 percentielwaarden van gemeten (χ_0) en berekende (χ_c) 24-uursgemiddelde concentraties.
 4 zeer hoge bronnen met dispersie-coëfficiënt van Singer/Smith



	χ_0	χ_c	$\frac{\chi_0 - \chi_c}{\chi_0}$	b	a	r	n			
	m	s	m	s	m	s				
alle meetpunten	85	43	61	57	.37	.34	.663	44	.874	125
S-meetpunten (+)	80	28	60	33	.29	.23	.751	34	.898	30

figuur 8a

Verband tussen de 50 percentielwaarden van gemeten (χ_o) en berekende (χ_c) 24-uursgemiddelde concentraties.
 4 zeer hoge bronnen met dispersie-coëfficiënten van Pasquill.

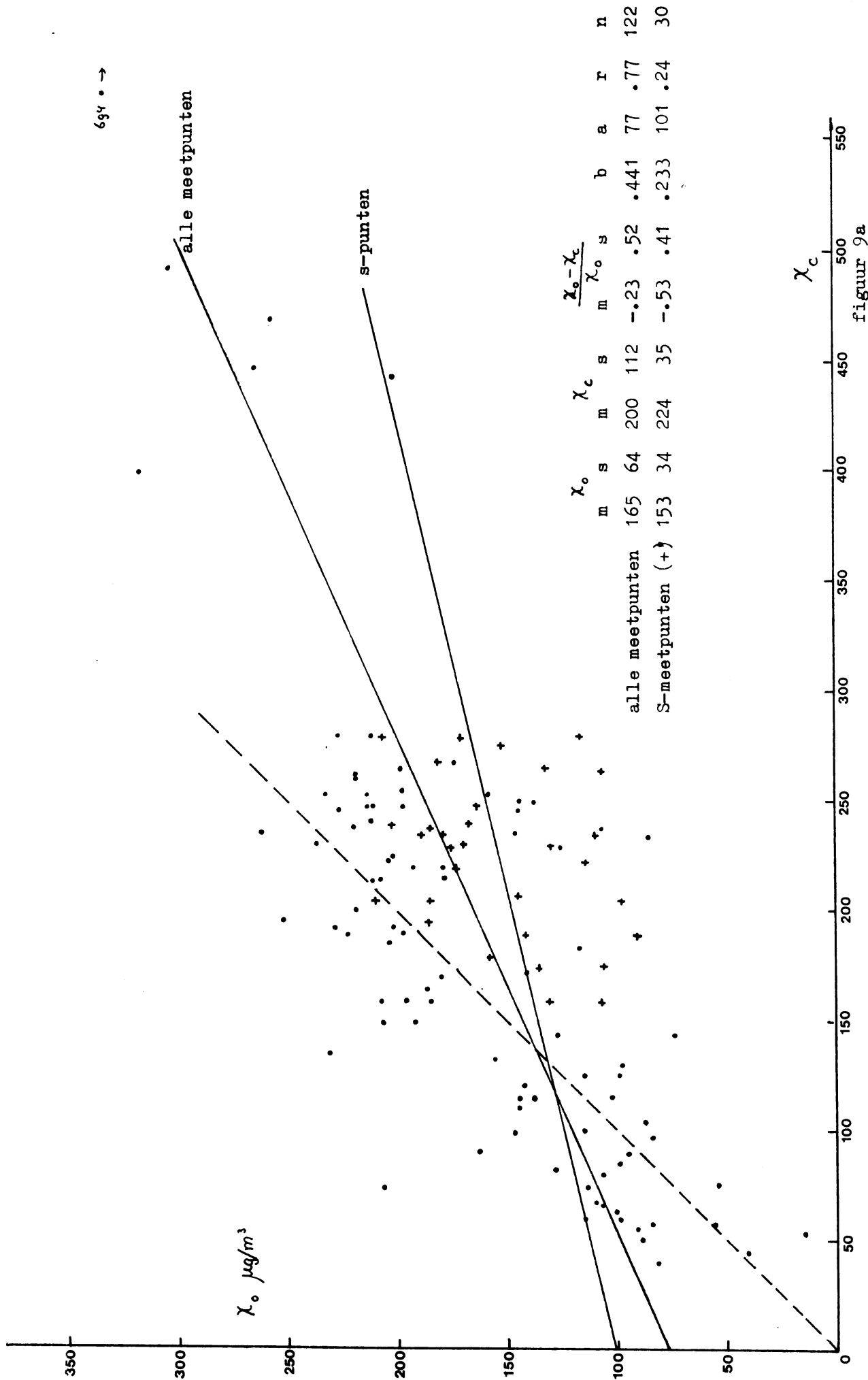


figuur 8b

Verband tussen de 90 percentielwaarden van gemeten (χ_o) en berekende (χ_c) 24-uursgemiddelde concentraties.
 4 zeer hoge bronnen met dispersie-coëfficiënten van Singer/Smith.

693 • →
 694 • →

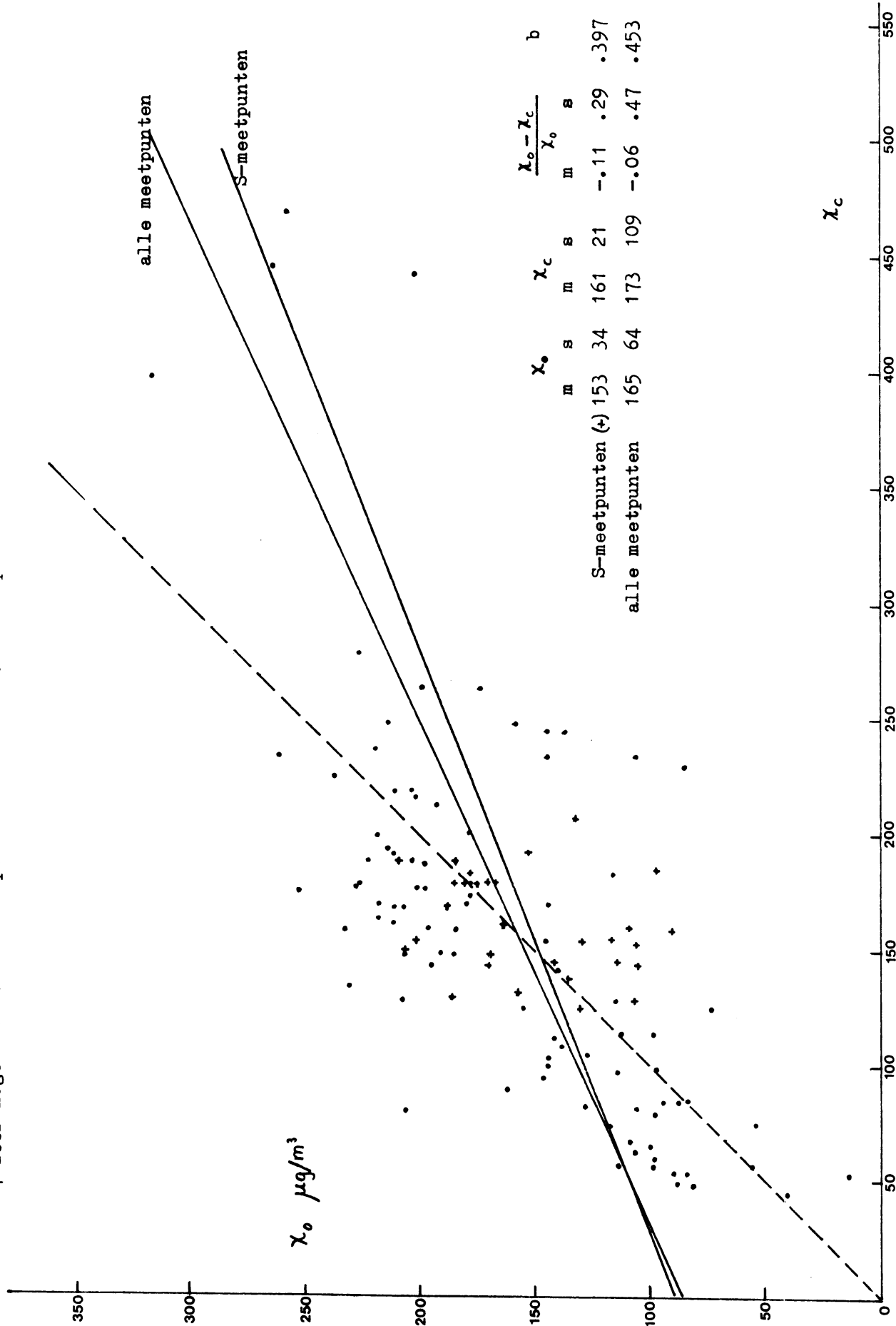
694 • →



figuur 9a

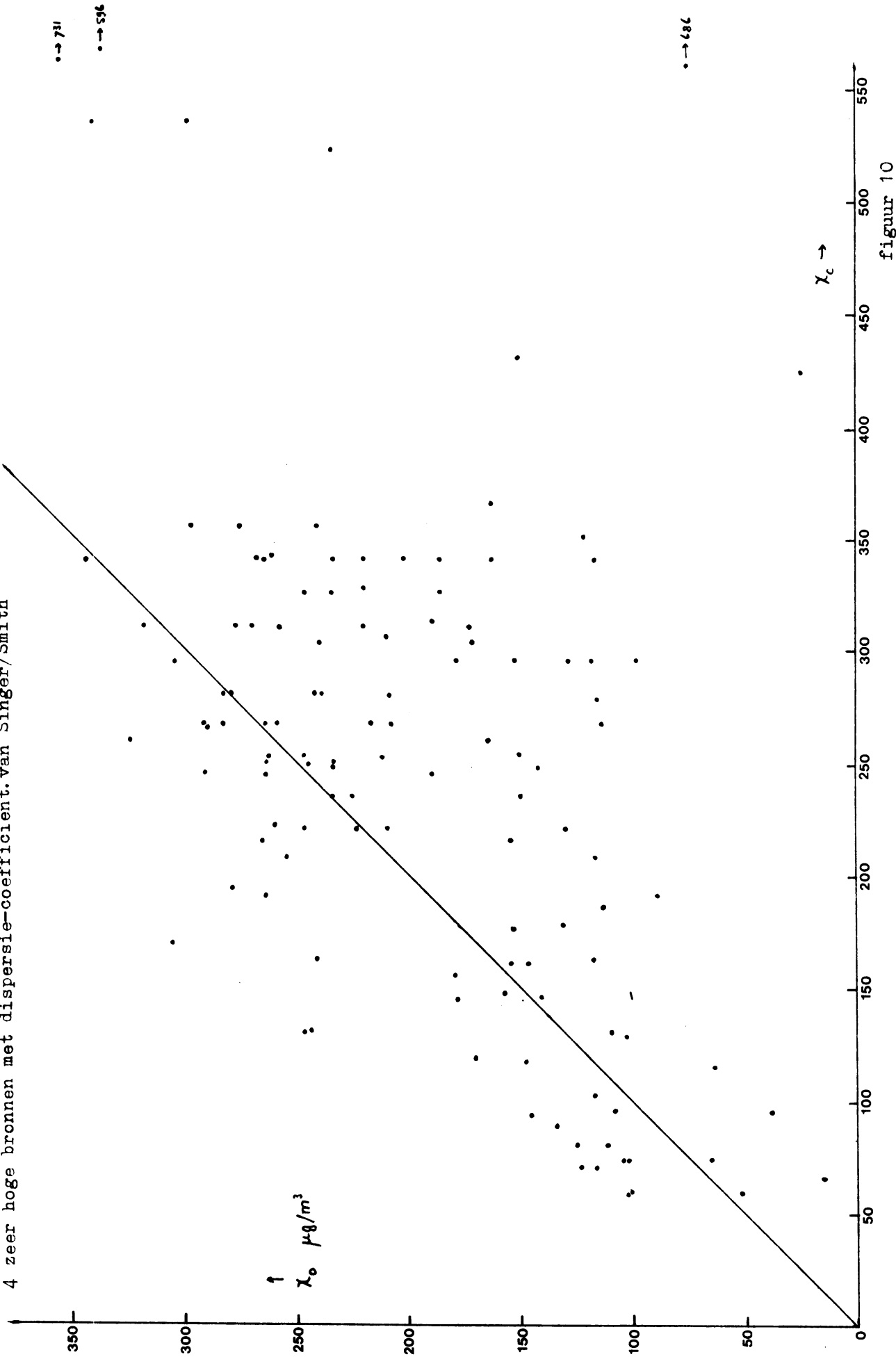
Verband tussen de 90 percentielwaarden van gemeten (χ_c) en berekende (χ_o) 24-uursgemiddelde concentraties.

4 zeer hoge bronnen met dispersie-coëfficiënt van Pasquill



figuur 9b

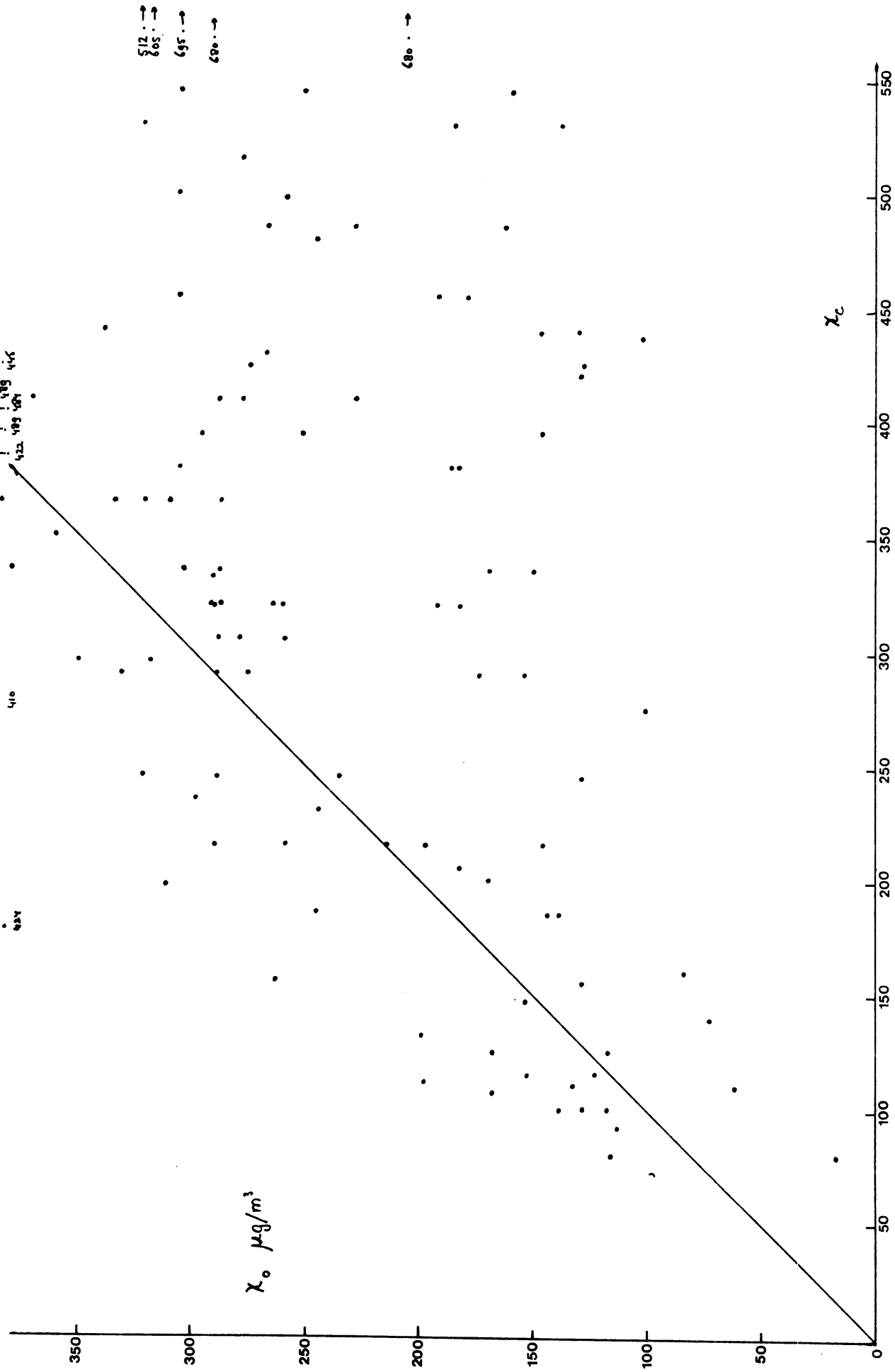
Verband tussen de 95 percentielwaarden van gemeten (χ_0) en berekende (χ_c) 24-uursgemiddelde concentraties.
4 zeer hoge bronnen met dispersie-coëfficiënt van Singer/Smith



figuur 10

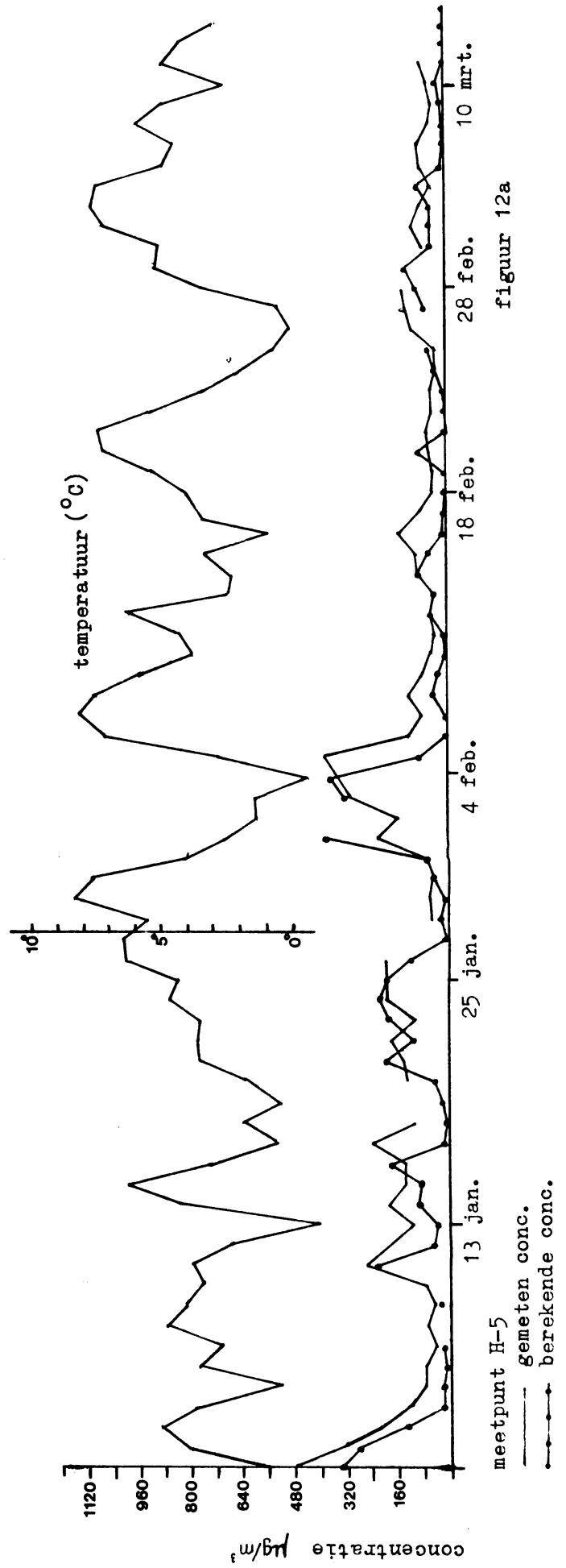
Verband tussen de 98 percentielwaarden van gemeten (χ_o) en berekende (χ_c) 24-uursgemiddelde concentraties.

4 zeer hoge bronnen met dispersie-coëfficiënt van Singer/Smith.

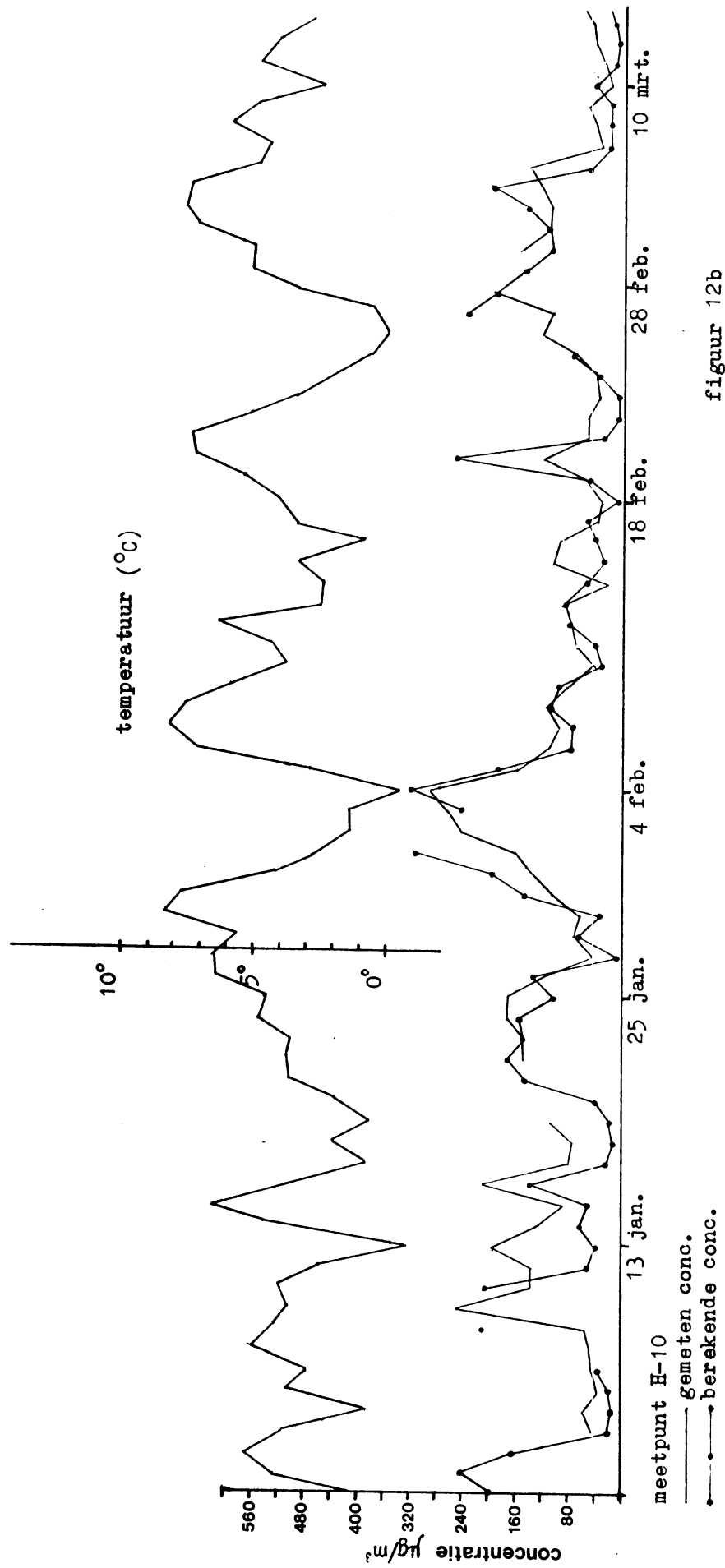


figuur 11

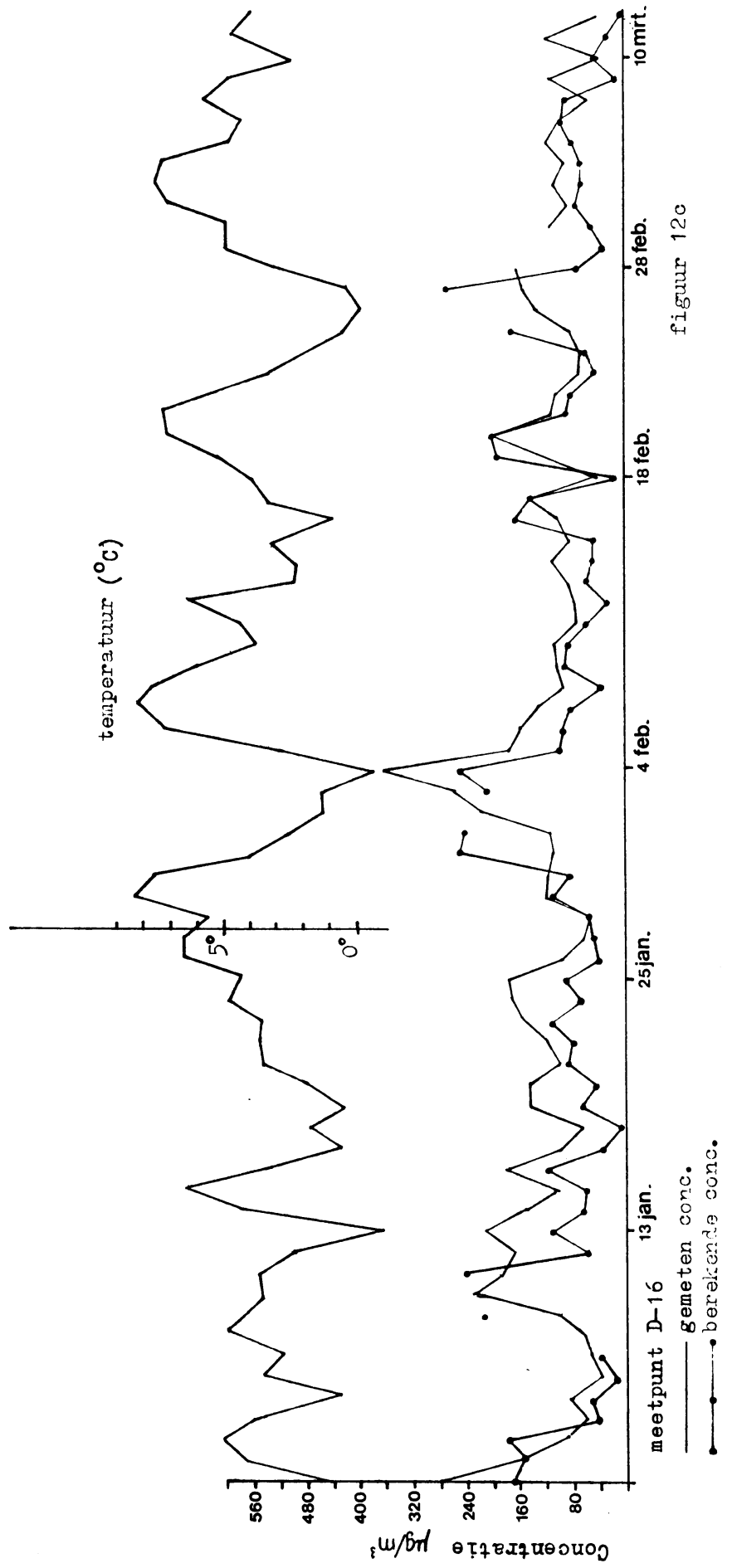
24-uursgemiddelden van gemeten en berekende concentraties en van de temperatuur.



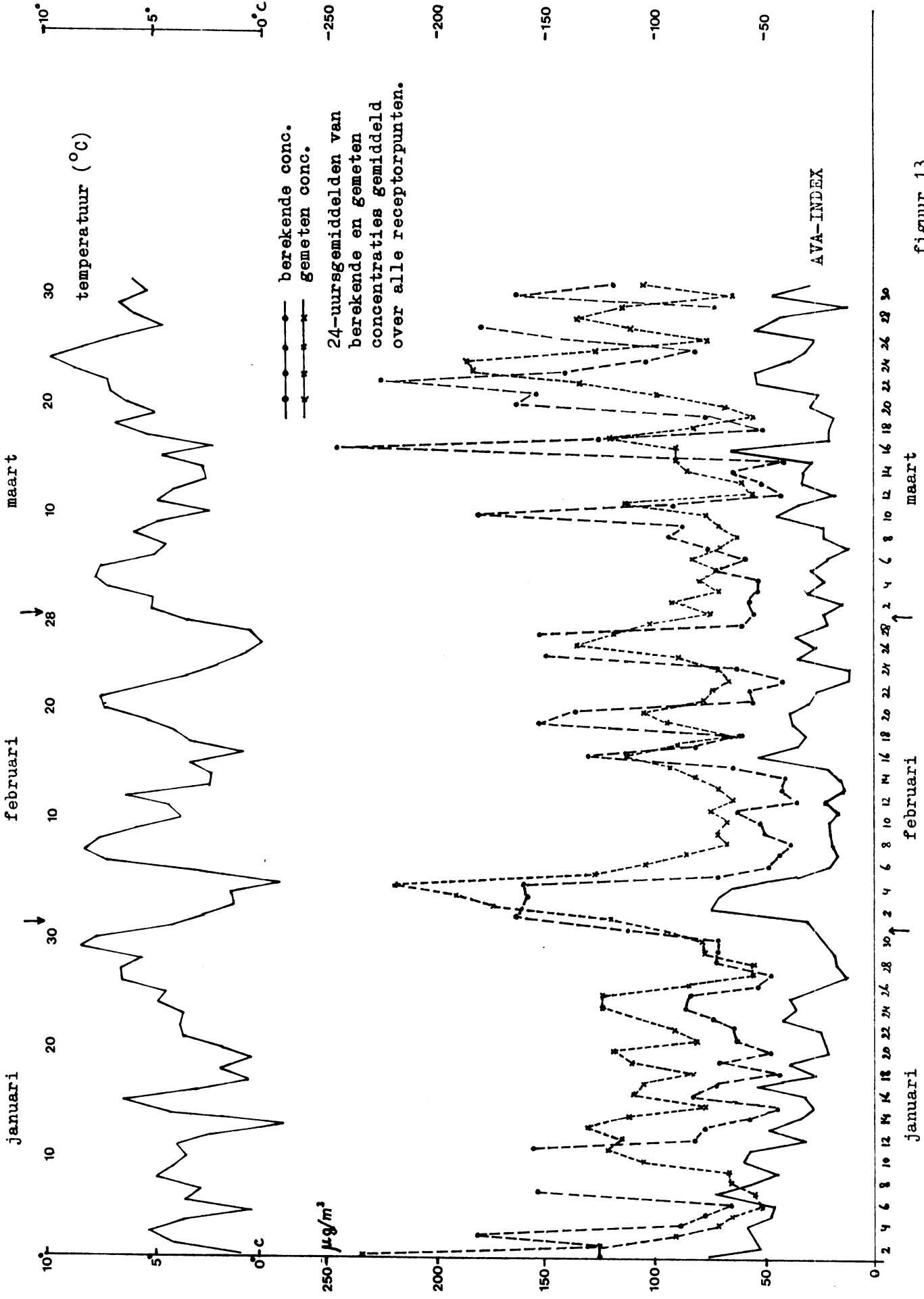
24-uursgemiddelden van gemeten en berekende concentraties en van de temperatuur.



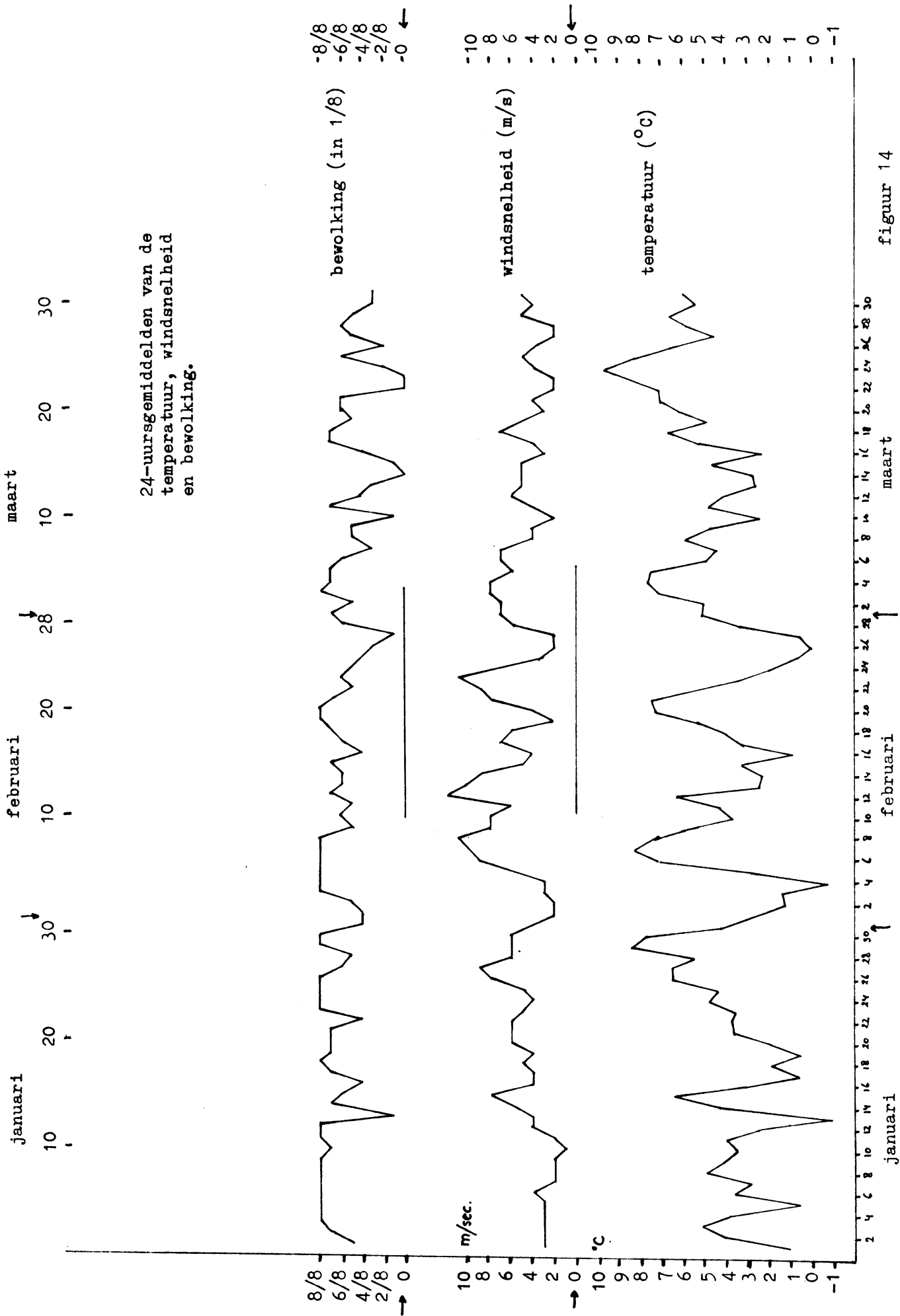
24-uursgemiddelden van gemeten en berekende concentraties en van de temperatuur.



figuur 12c



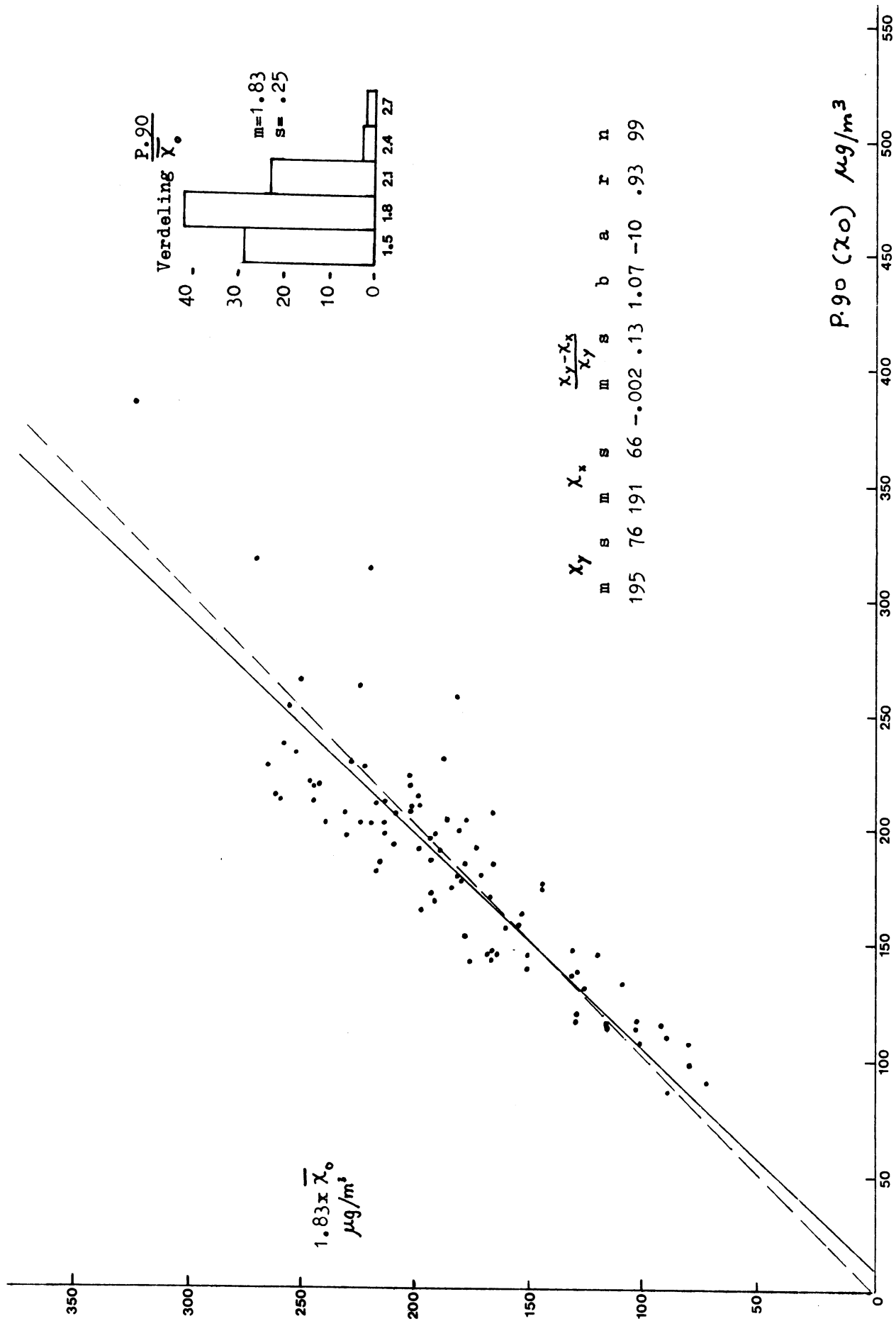
figuur 13



24-uursgemiddelden van de temperatuur, windsnelheid en bewolking.

figuur 14

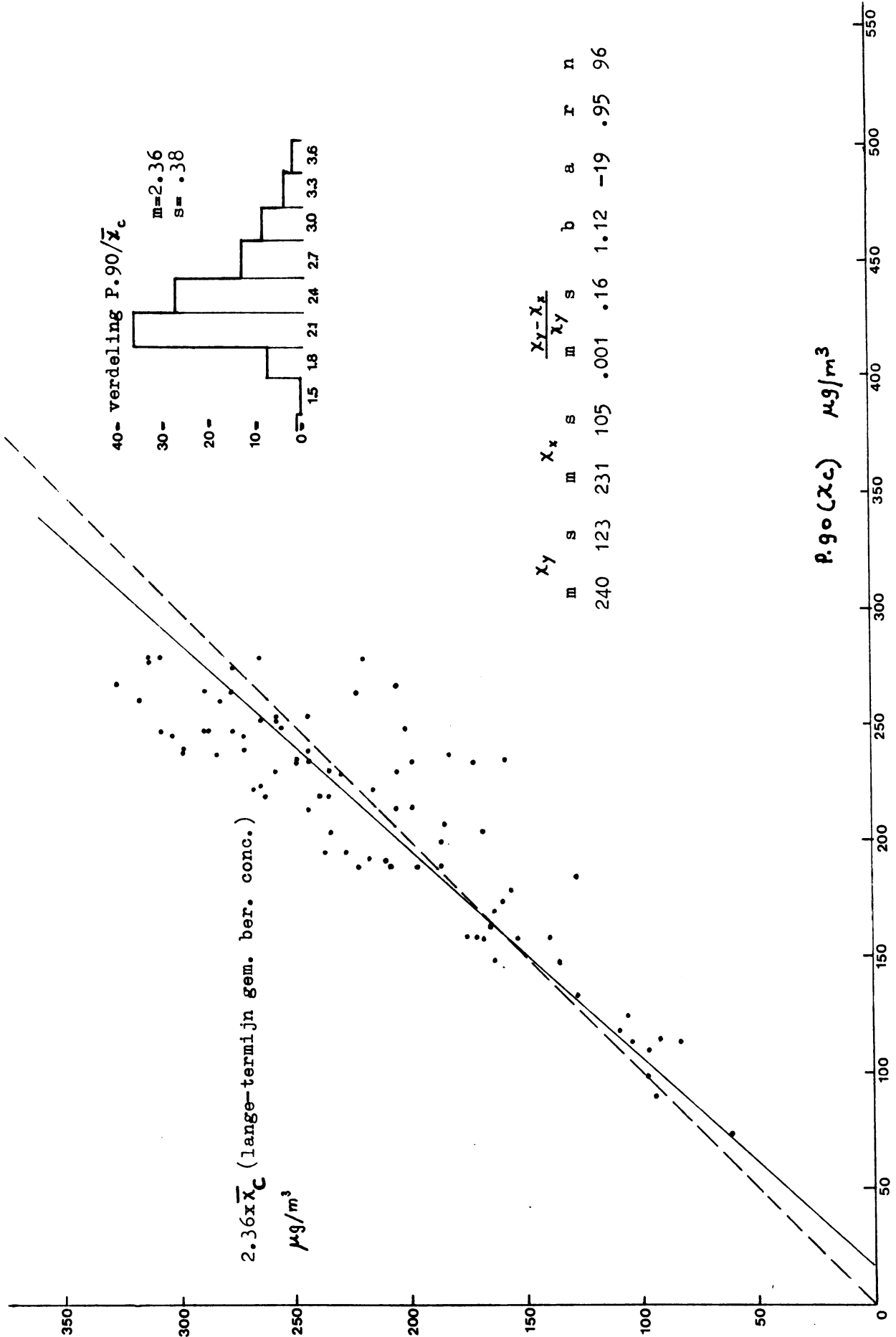
Verband tussen de 90 percentielwaarden bepaald uit 24-uursgemiddelden en $1.83x$ de lange-termijngemiddelden van de gemeten concentraties (\bar{x}_0).



figuur 15a

Verband tussen de 90 percentielwaarden bepaald uit 24-uursgemiddelden en 2,36x de lange-termijngemiddelden van berekende concentraties (\bar{x}_c).

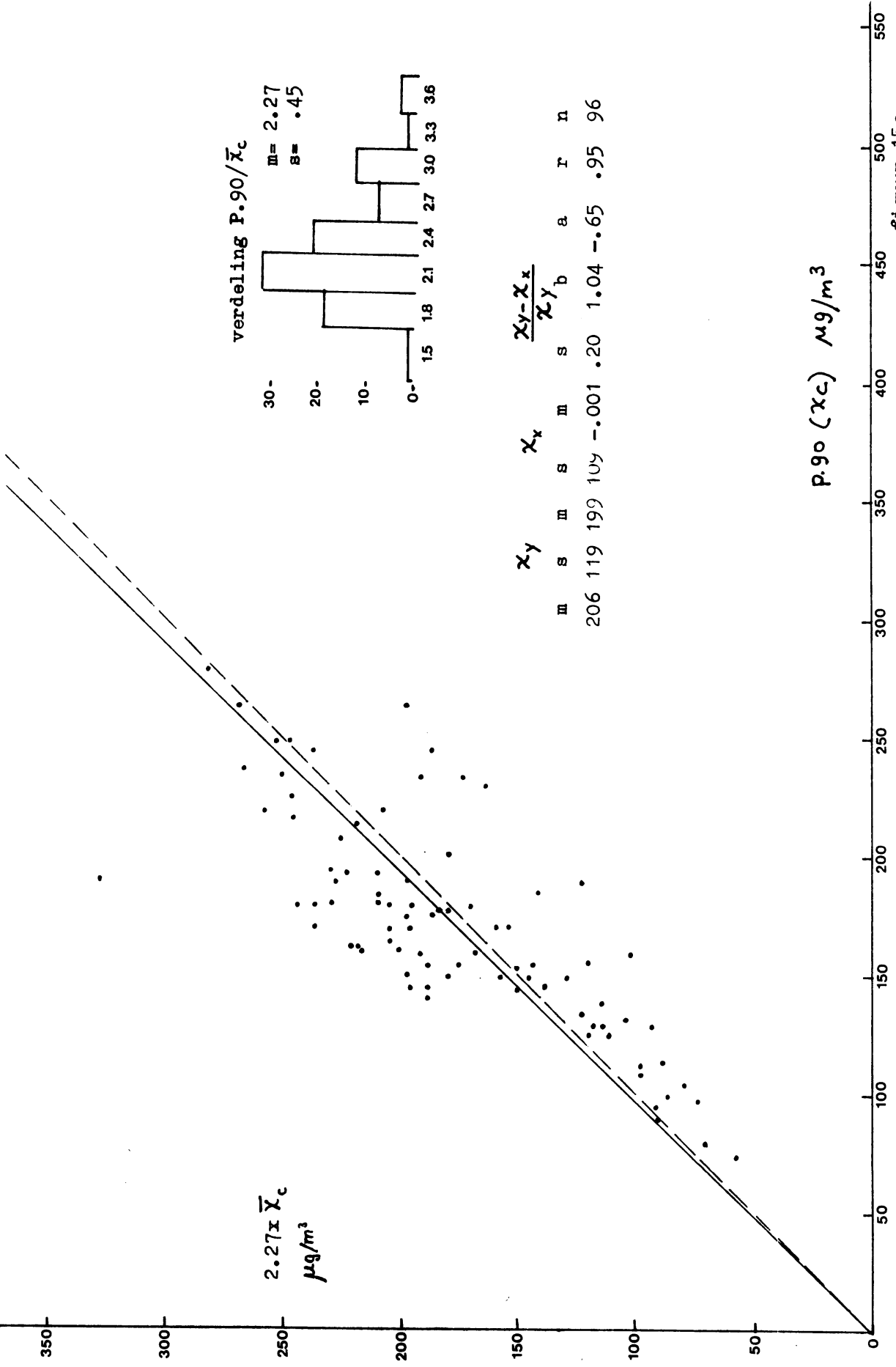
4 zeer hoge bronnen met de dispersie-coëfficiënt van Singer/Smith.



figuur 15b

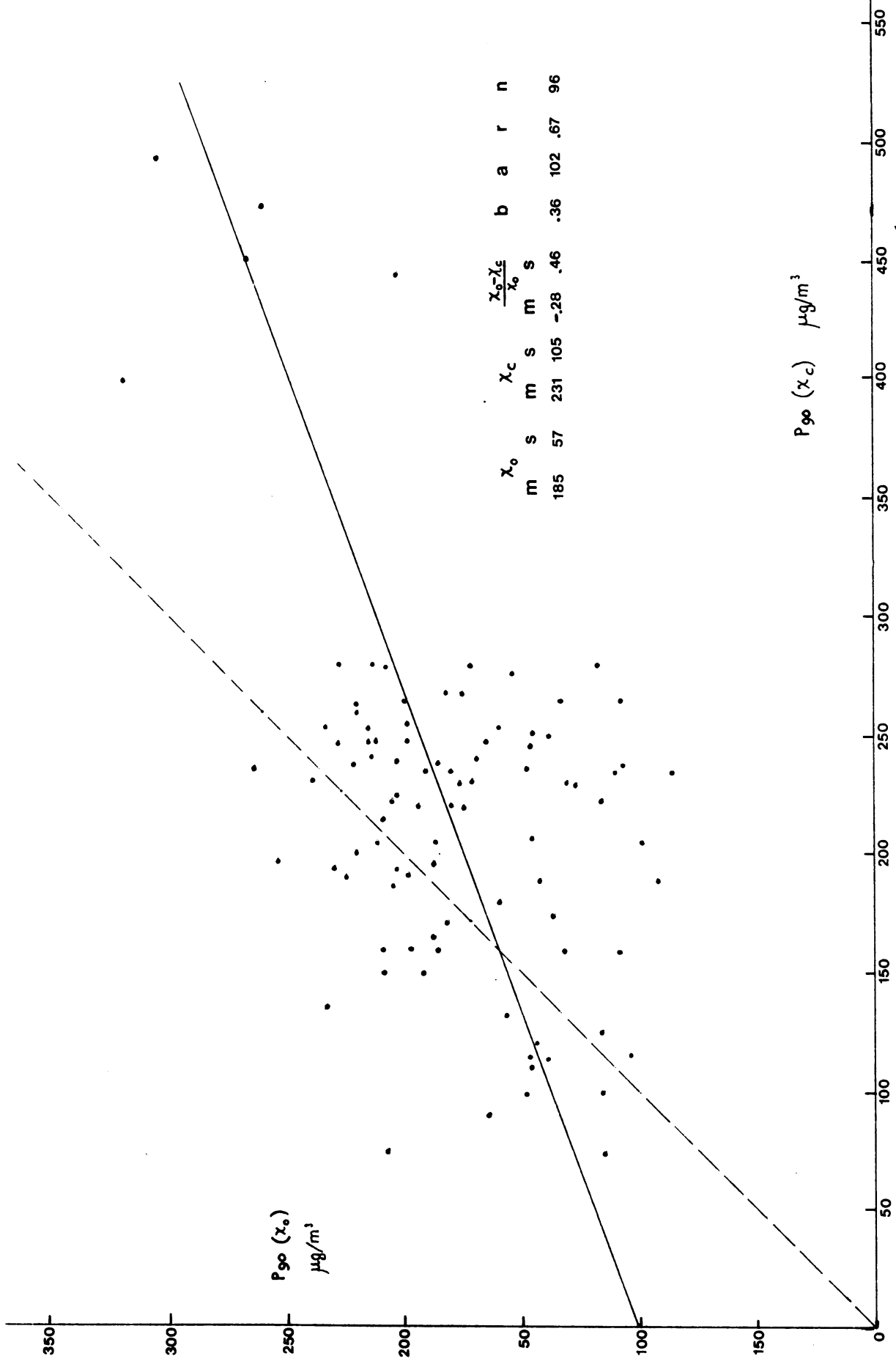
Verband tussen de 90 percentielwaarden bepaald uit 24-uursgemiddelden en $2.27 \times$ de lange-termijngemiddelden (\bar{x}_c) van de berekende concentraties.

4 zeer hoge bronnen met dispersie-coëfficiënt, van Pasquill.



figuur 15c

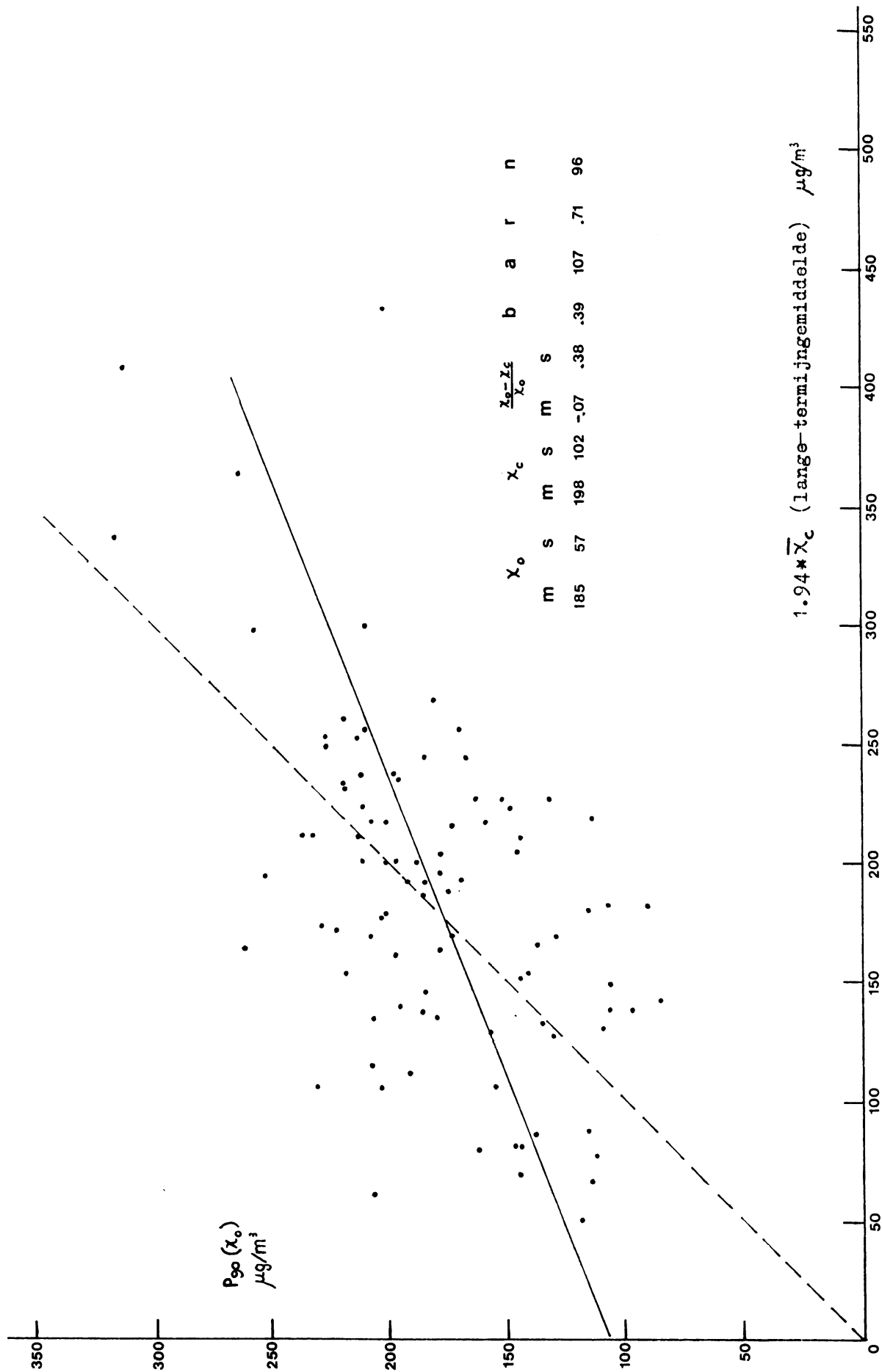
Verband tussen de 90 percentielwaarden van de gemeten (x_0) en de berekende (x_c) 24-uursgemiddelde concentraties.
 4 zeer hoge bronnen met dispersie-coëff. van Singer/Smith.



x_0	x_c	$\frac{x_0 - x_c}{x_0}$	b	a	r	n			
m	s	m	s	m	s				
185	57	231	105	-.28	.46	.36	102	.67	96

figuur 16a

Verband tussen de 90 percentielwaarden bepaald uit 24-uursgemiddelden van de gemeten concentraties en 1,94 x het lange-termijngemiddelde van de berekende concentraties (\bar{x}_c)
 4 zeer hoge bronnen met dispersie-coëff. van Singer/Smith.



figuur 16b