

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

D e B i l t

Verslagen

V - 243

P.J. Rijkoort

Vergelijking van frequentieverdelingen van uurgemiddelden
van de windsnelheid met de overeenkomstige verdelingen ge-
baseerd op 10-minutengemiddelden

De Bilt, 1972

Publikationsnummer: K.N.M.I. V-243 (III)

U.D.C. : 551.501.75 :
551.553.6

Vergelijking van frequentieverdelingen van uurgemiddelden
van de windsnelheid met de overeenkomstige verdelingen ge-
baseerd op 10-minutengemiddelden ')

door

P.J. Rijkoort

Vraagstelling

De huidige praktijk in de klimatologie is dat windsnelheid en windrichting niet over hetzelfde interval worden bepaald, maar snelheid over het uur en richting over een 10-minuten interval waarvan het midden met het begin van het uur samenvalt.

Welke consequenties heeft een overgang van een uurgemiddelde van de windsnelheid op een 10-minutengemiddelde voor de homogeniteit van de klimatologische reeksen windmetingen?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is in de eerste plaats een grafische vergelijking van frequentieverdelingen van overeenkomstige uur- en 10-minutengemiddelden uitgevoerd. Daarna is door enkele steekproeven het verschil tussen het 10-minutengemiddelde en het overeenkomstige uurgemiddelde statistisch bestudeerd.

1. Vergelijking van de frequentieverdeling van uur- en 10-minutengemiddelden van de windsnelheid

We beperken ons tot gegevens van het station Vlissingen en wel die van de jaren 1961 t/m 1964. Frequentieverdelingen per maand zijn beschikbaar zowel voor de uurgemiddelden als voor de 10-minutengemiddelden, waarbij het 10-minuten tijdvak valt van de 10e tot de 20e minuut in het uurvak. Het 10-minutengemiddelde is als synoptisch gegeven in knopen genoteerd; het uurgemiddelde in m/s. Om vergelijking mogelijk te maken zijn de 10-minutengemiddelden omgerekend tot m/s met $1 \text{ kn} = 0,515 \text{ m/s}$.

') Verkorte en gewijzigde versie van een nota aan Directeur III d.d. 1 maart 1968.

De uurgemiddelden zijn ingedeeld in intervallen van 1 m/s ($0 = 0,0 \dots 0,9; 1 = 1,0 \dots 1,9; \text{enz.}$) en voor ieder van deze intervallen zijn de aantallen uurgemiddelden bepaald. De 10-minuten intervallen van de knopenschaal vallen of geheel binnen één uurinterval of over twee opeenvolgende uurintervallen. De frequenties van deze laatste 10-minutenintervallen zijn verdeeld over beide betrokken uurintervallen in evenredigheid met de lengten waarin het 10-minuteninterval door de grens van de uurintervallen is verdeeld.

In de figuren 1.1 ... 1.4 zijn aldus voor de 12 maanden van het jaar de frequentieverdelingen van de uur- en de 10-minutengemiddelden weergegeven waarbij een goede overeenstemming tussen deze beide blijkt te bestaan. Zie ook fig. 2.1 ... 2.8 waar voor de maanden januari en juli voor elk der jaren 1961 ... 1964 de 10-minutenwaarden tegen de uurwaarden zijn uitgezet.

2. Statistische behandeling van het verschil tussen uur- en 10-minutengemiddelde

We gaan nu over tot een iets meer statistische aanpak, waarvoor gebruikt werden de gegevens van de maanden januari en juli 1964 zowel van De Bilt als van Vlissingen.

Voor de maanden werden de 10-minutengemiddelden (in m/s) bepaald en daarna het verschil met de reeds beschikbare uurgemiddelden berekend $V = u_{60} - u_{10}$. De uurgemiddelden werden ingedeeld in klassen van 1 m/s (1,0 ... 1,9; 2,0 ... 2,9; de snelheden beneden 1 m/s werden buiten beschouwing gelaten). Voor iedere klasse is van de verschillen V , het gemiddelde \bar{V} en de standaard deviatie S_V bepaald en daarna de standaard deviatie van het gemiddelde ($S_{\bar{V}}$). De figuren 3.1, 3.2, 4.1 en 4.2 geven in grafiek: \bar{V} en de 95% marges $\bar{V} \pm 2S_{\bar{V}}$. Het resultaat is dat in De Bilt, behoudens voor de snelheidsgroep 1,0 ... 1,9 m/s, \bar{V} niet significant van 0 afwijkt. Het feit dat voor de groep 1,0 ... 1,9 m/s in beide gevallen de gehele 95% marge negatief is, zou misschien verklaard kunnen worden uit het feit dat de snelheid naar beneden begrensd is. De snelheid zelf en ook het 10-minutengemiddelde kan wel veel groter worden dan het uurgemiddelde maar niet veel kleiner; de verdeling rond het uurgemiddelde is scheef. Bij toenemende V gaat de verdeling rond het uurgemiddelde meer en meer naar een symmetrische toe.

In Vlissingen is \bar{V} echter duidelijk afwijkend van 0 naar de positieve kant en bovendien krijgen we de indruk, vooral uit de gegevens van de maand juli, dat \bar{V} toeneemt met toenemende snelheid. Dit kan als volgt worden verklaard. Het is zo dat voor De Bilt zowel de uur- als de 10-minutenwaarden steeds door eenzelfde assistent van de Afdeling K en L zijn bepaald uit de diagrammen. Voor de gegevens van Vlissingen is dit niet het geval. De uurgemiddelden zijn door personeel van het station Vlissingen bepaald; de 10-minuten-

gemiddelden door de hiervoor genoemde assistent van de afdeling K en L. Daarom zijn van Vlissingen alsnog de uurgemiddelden van de maand juli 1964 door deze zelfde assistent bepaald.

De verschillen V^* van de uurgemiddelden en de corresponderende 10-minutengemiddelden zijn op overeenkomstige wijze bewerkt als de andere gegevens. In fig. 4.3 is het resultaat weergegeven. Als we deze figuur vergelijken met fig. 4.2 dan zien we duidelijk dat nu de uur- en de 10-minutenwaarden van de snelheid in het gemiddelde niet van elkaar afwijken.

Blijkbaar is er in de bewerking der gegevens een persoonseffect aanwezig: het personeel in Vlissingen had kennelijk de neiging het uurgemiddelde iets naar de hoge kant te schatten.

Tenslotte geven de figuren 5.1 en 5.2 de standaarddeviaties van de verschillen V (respectievelijk V^*) weer. De uitkomsten voor de beide maanden leveren zowel voor De Bilt als voor Vlissingen geen duidelijk verschil op. Men zou misschien geneigd zijn in De Bilt een toename van de spreiding met toenemende snelheid te zien en in Vlissingen een spreiding die onafhankelijk is van de snelheid. We zullen hieraan echter niet te veel waarde hechten omdat De Bilt slechts snelheidsgegevens tot de groep $u = 6,0 \dots 6,9$ heeft; Vlissingen daarentegen tot de groep $u = 12,0 \dots 12,9$.

In De Bilt lijkt de spreiding over het algemeen kleiner dan die in Vlissingen te zijn. Het is niet duidelijk wat hiervan de oorzaak zou kunnen zijn. Mogelijk is dit een gevolg van een verschil in aanloop- of uitloopsnelheden van de anemometers.

Bepaling van uur- en 10-minutengemiddelden uit de diagrammen door eenzelfde persoon geeft derhalve over het gehele snelheidsgebied een kleinere spreiding te zien dan wanneer deze door verschillende assistenten wordt uitgevoerd.

3. Schatting van de verandering in de frequentieverdeling door de overgang van uur- op 10-minutengemiddelden

Voor de beantwoording van de vraag in hoeverre men in statistisch opzicht zonder bezwaren van uurgemiddelden op 10-minutengemiddelden kan overgaan is figuur 4.3 het meest relevant. Voor de gemiddelde dag- of maandwaarden maakt het n.l. weinig of geen verschil.

Stel nu dat de frequentieverdeling der uurgemiddelden b.v. een gemiddelde van 4,0 m/s en een standaarddeviatie van 2,5 m/s heeft. De overgang van een uurgemiddelde naar een 10-minutengemiddelde kan worden beschouwd als een vermindering van u met een grootte V die een gemiddelde 0 heeft en een spreiding van b.v. 0,5 m/s (royaal genomen gemiddelde uit fig. 5.2).

We kunnen verder stellen dat V statistisch onafhankelijk is van u . Dat dit gerechtvaardigd is blijkt b.v. duidelijk uit de figuren 2.1 ... 2.8. Als we in deze figuren de verticale afstand van de punten tot de getrokken rechte beschouwen, d.i. de grootte V , dan is het duidelijk dat de correlatie tussen deze afstanden en het uurgemiddelde nagenoeg nul moet zijn.

Derhalve zal de frequentieverdeling van de 10-minutenwaarden ook een gemiddelde 4,0 m/s bezitten, maar een standaarddeviatie $\sqrt{2,5^2 + 0,5^2} = 2,55$.

De vraag is nu nog; wat is de grootte van het effect van de overgang van uurgemiddelde naar 10-minutengemiddelde op de frequentie waarmee grotere windsnelheden voorkomen?

Dit kan berekend worden door gebruik te maken van de Weibull-verdelingsfunctie die gebleken is geschikt te zijn om windsnelheidsverdelingen te beschrijven. (Zie W.R. 72-4)

Uitgaande van $\bar{u} = 4,0$ en $S_u = 2,5$ voor de verdeling van de uurgemiddelden, respectievelijk $\bar{x} = 4,0$ en $S_x = 2,55$ voor de verdeling van de 10-minutengemiddelden zijn de parameters van de bijbehorende Weibull-verdelingen bepaald en hiermede zijn met de verdelingsfuncties de overschrijdingskansen voor de snelheden 6,5, 9,0, 11,5 en 15,0 m/s berekend.

In tabel 1 zijn de resultaten samengevat.

Tabel 1

Kansen (P_u en P_{10}) op een windsnelheids-, uur- resp. 10-minutengemiddelde boven een gegeven grens U_0

<u>U_0 (in m/s)</u>	<u>P_u (in %)</u>	<u>P_{10} (in %)</u>	<u>abs. toename</u>	<u>rel. toename</u>
6,5	15,74	16,02	0,28	1,8 %
9,0	4,27	4,55	0,28	6,5 %
11,5	0,89	1,02	0,13	14,5 %
15,0	0,068	0,089	0,021	30,6 %

We zien dus dat de kansen op grote snelheden voor een 10-minutengemiddelde iets groter zijn dan voor een uurgemiddelde. De absolute toename in de percentages is gering maar relatief is de toename in het kanspercentage vrij groot en wordt met toenemende grenssnelheid steeds groter. Met andere woorden als het gaat om extreme windsnelheden moet dus terdege bekend zijn of het om een uurgemiddelde dan wel een 10-minutengemiddelde gaat.

Fig. 1.1

VLISSINGEN 1961 t/m 1964

— UURGEMIDDELDE
 -- 10 MIN. GEMIDDELDE

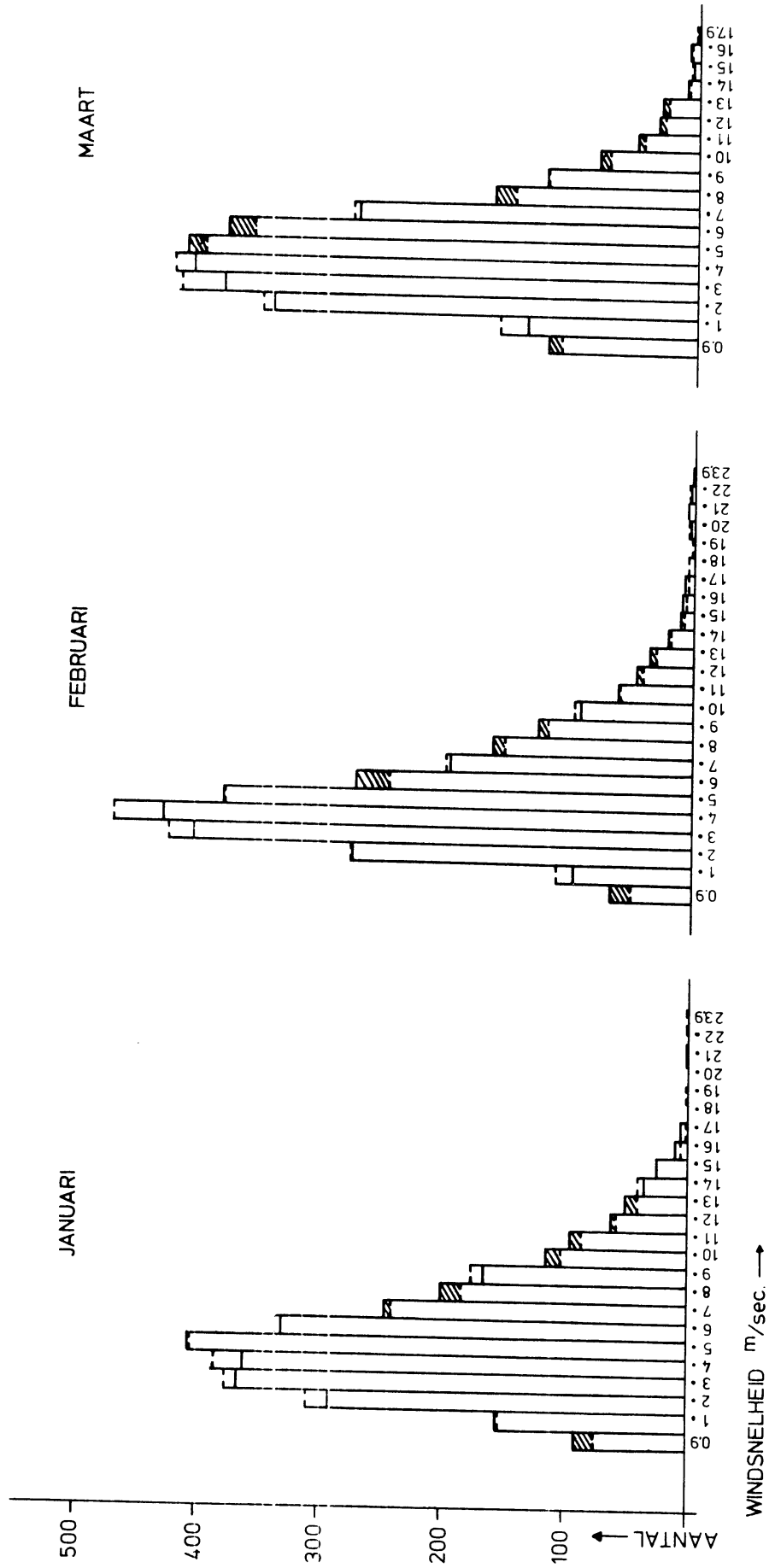


Fig. 1.2

VLISSINGEN 1961 t/m 1964
 — UURGEMIDDELDE
 -- 10 MIN. GEMIDDELDE

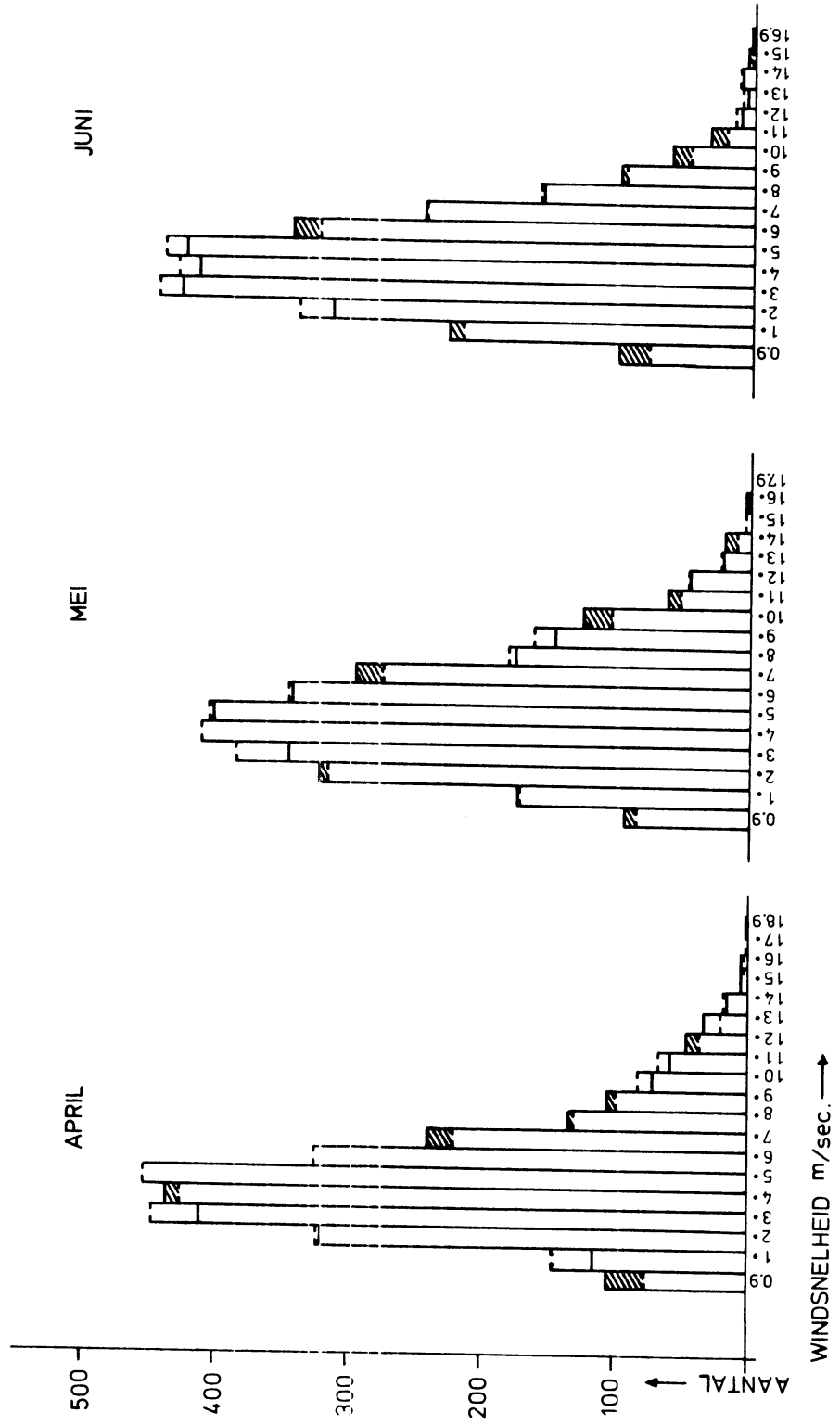


Fig. 1.3

VLISSINGEN 1961 t/m 1964
 — UURGEMIDDELDE
 -- 10 MIN. GEMIDDELDE

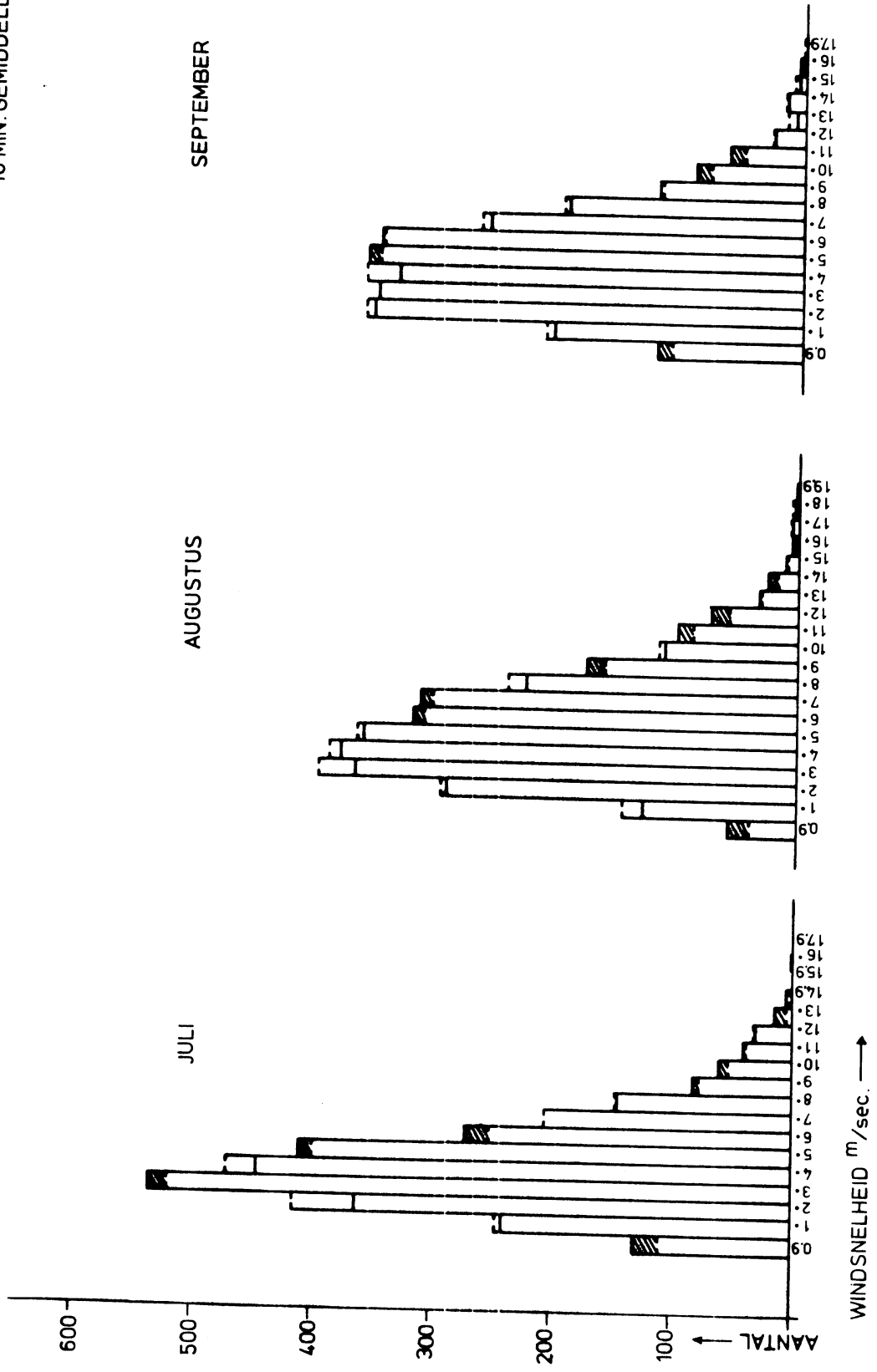


Fig. 1.4

VLISSINGEN 1961 t/m 1964
 UURGEMIDDELDE
 10 MIN. GEMIDDELDE

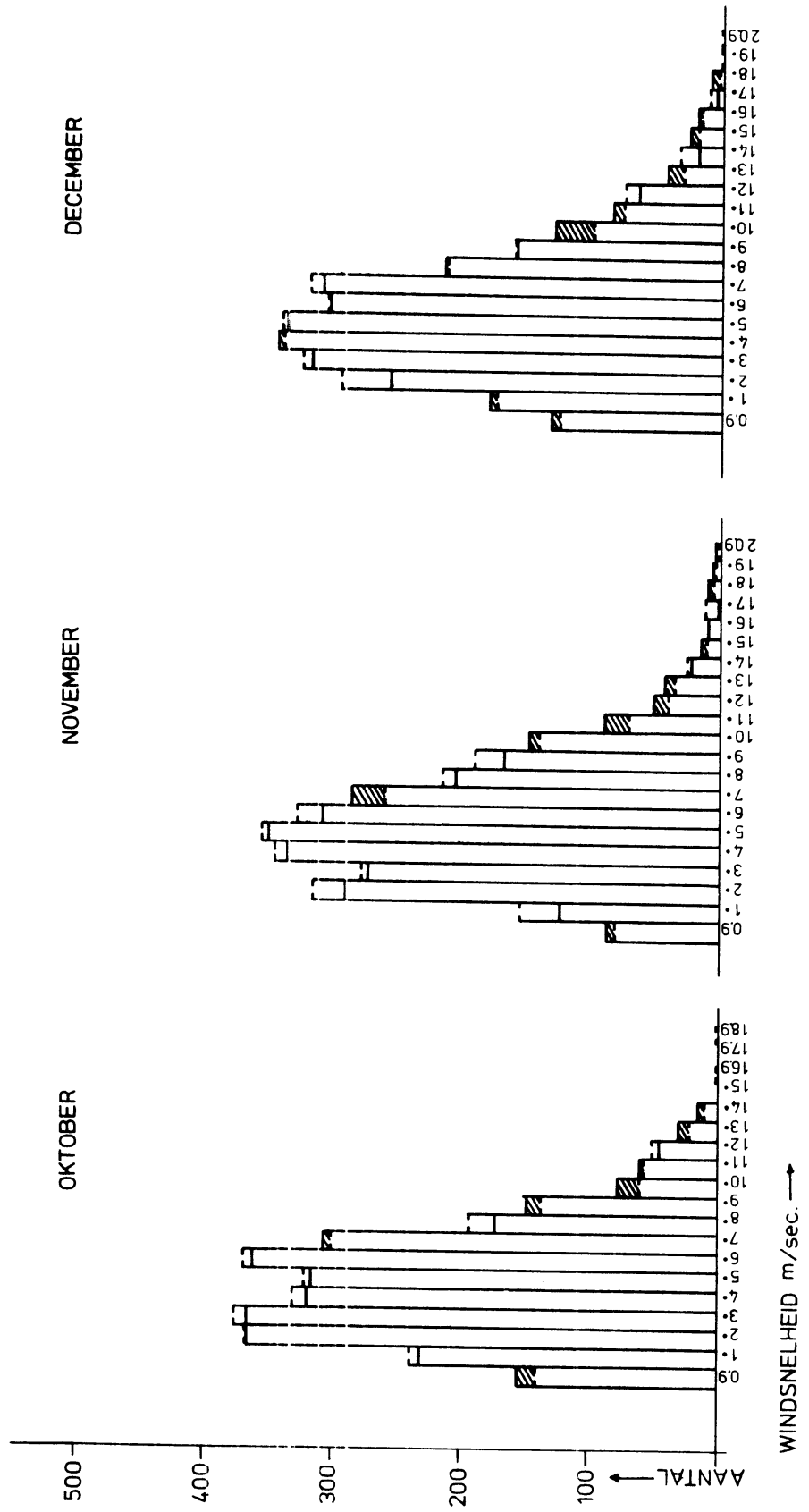
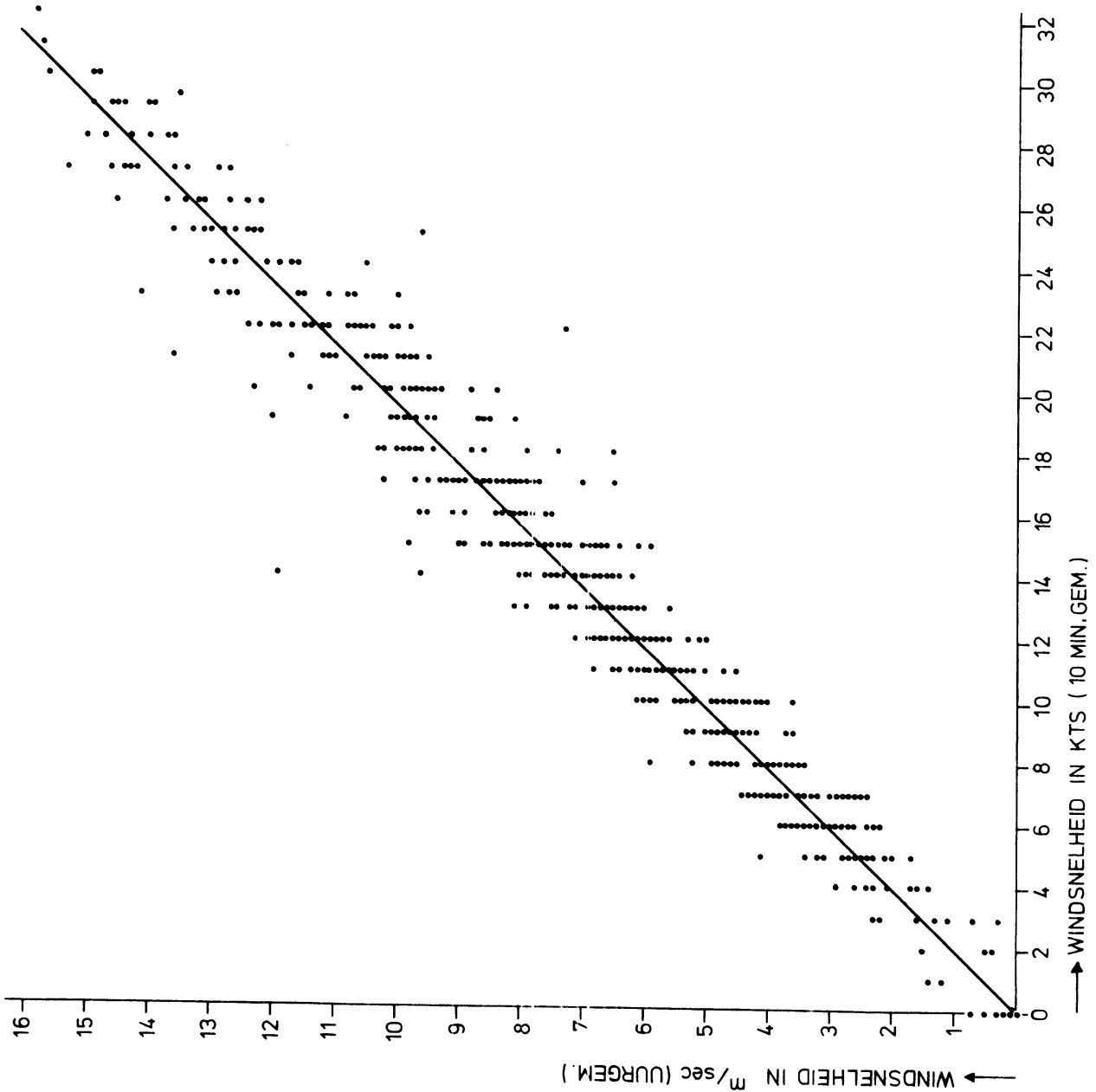


Fig. 2.1

VLISSINGEN

JANUARI 1961



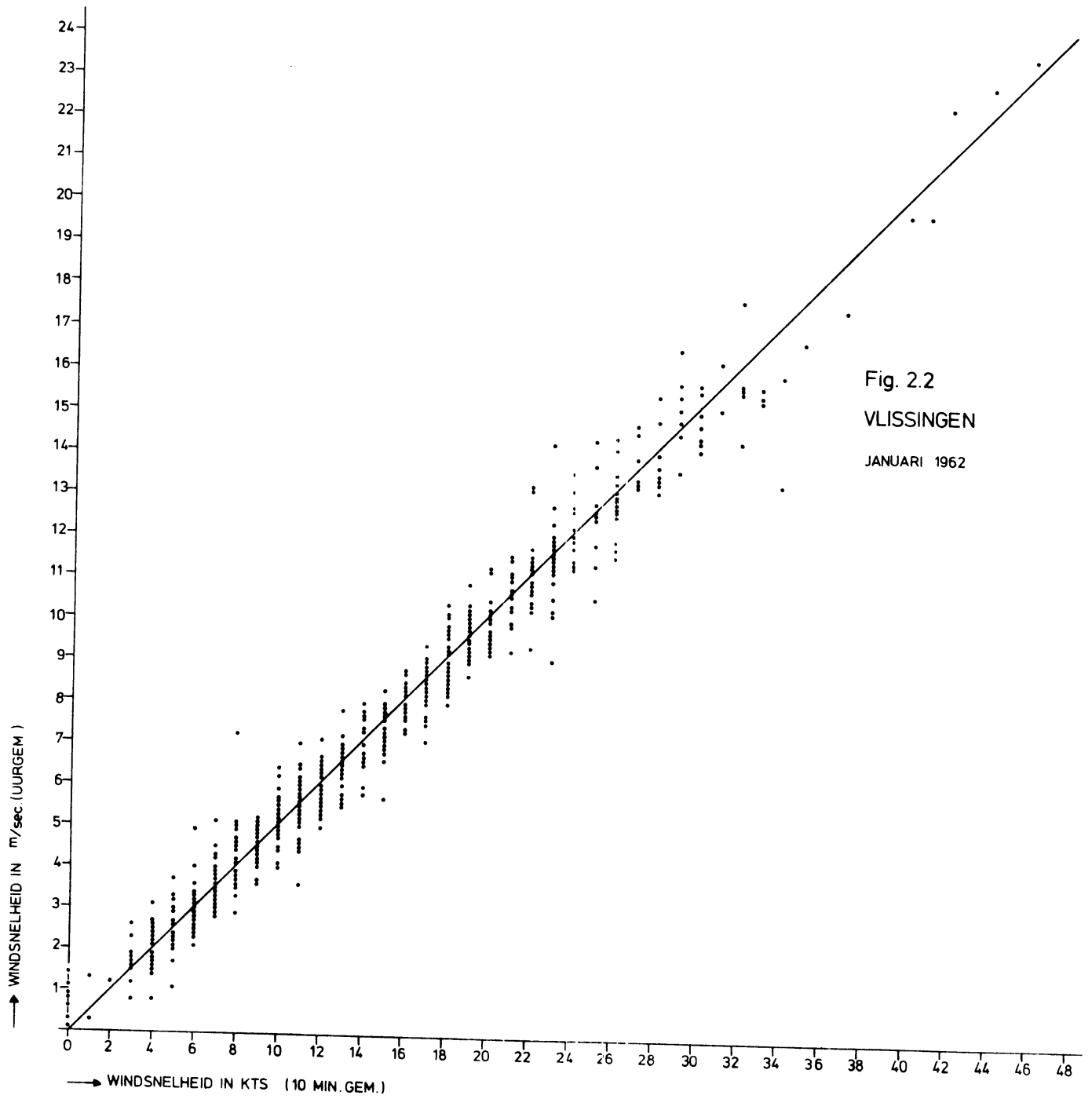


Fig. 2.3
VLISSINGEN
JANUARI 1963

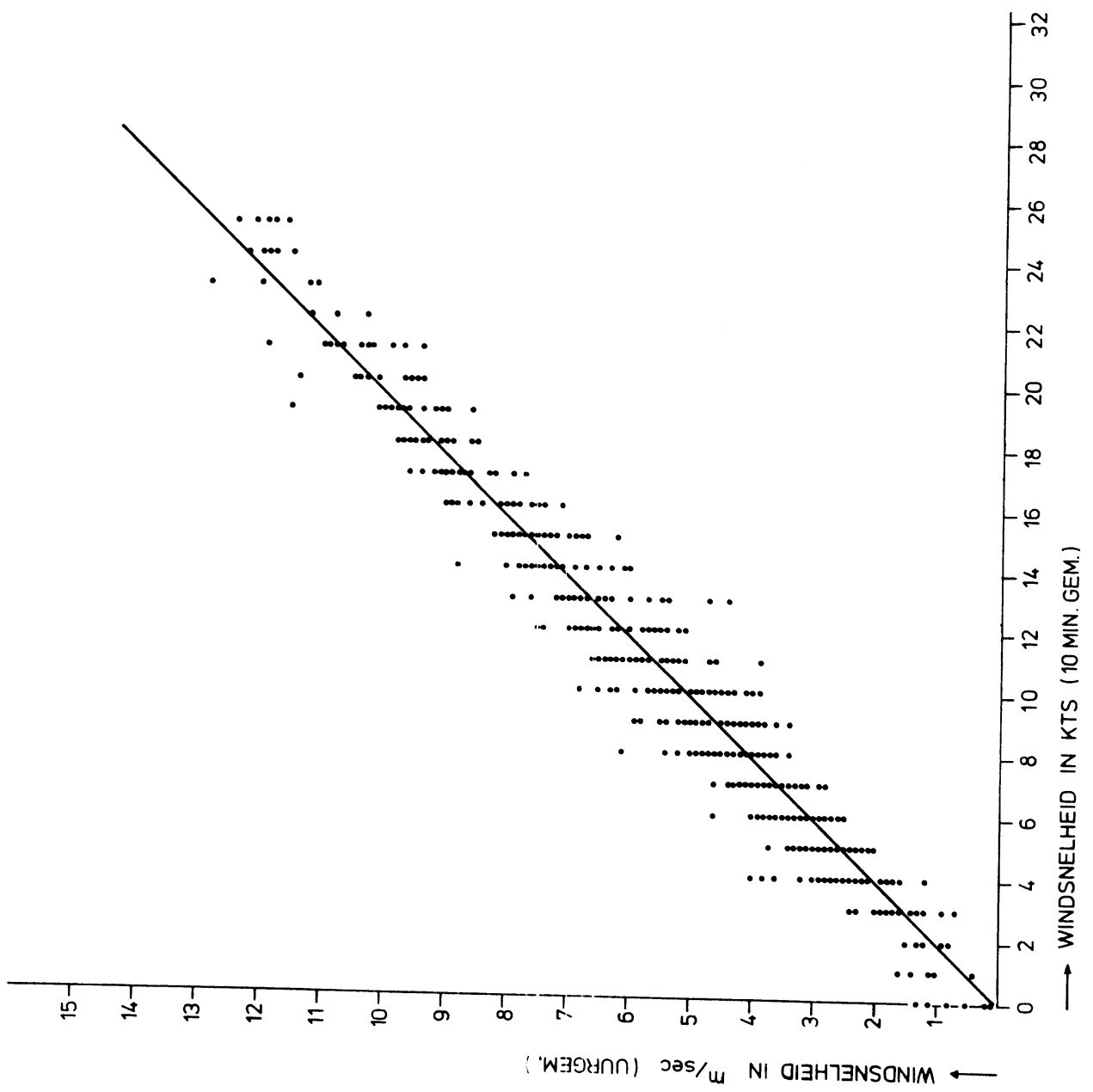


Fig. 2.4
VLISSINGEN
JANUARI 1964

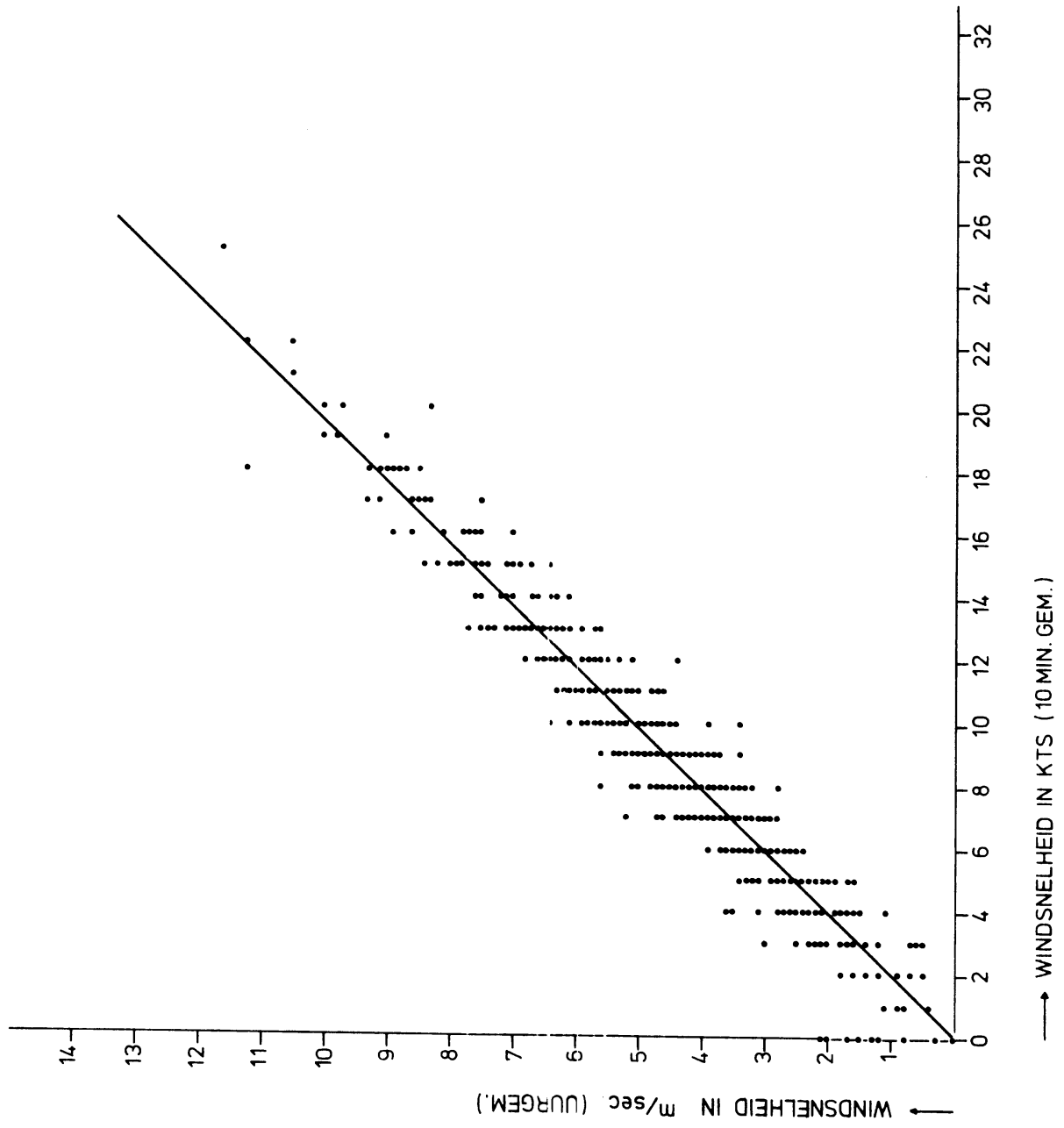


Fig. 2.5
VLISSINGEN
JULI 1961

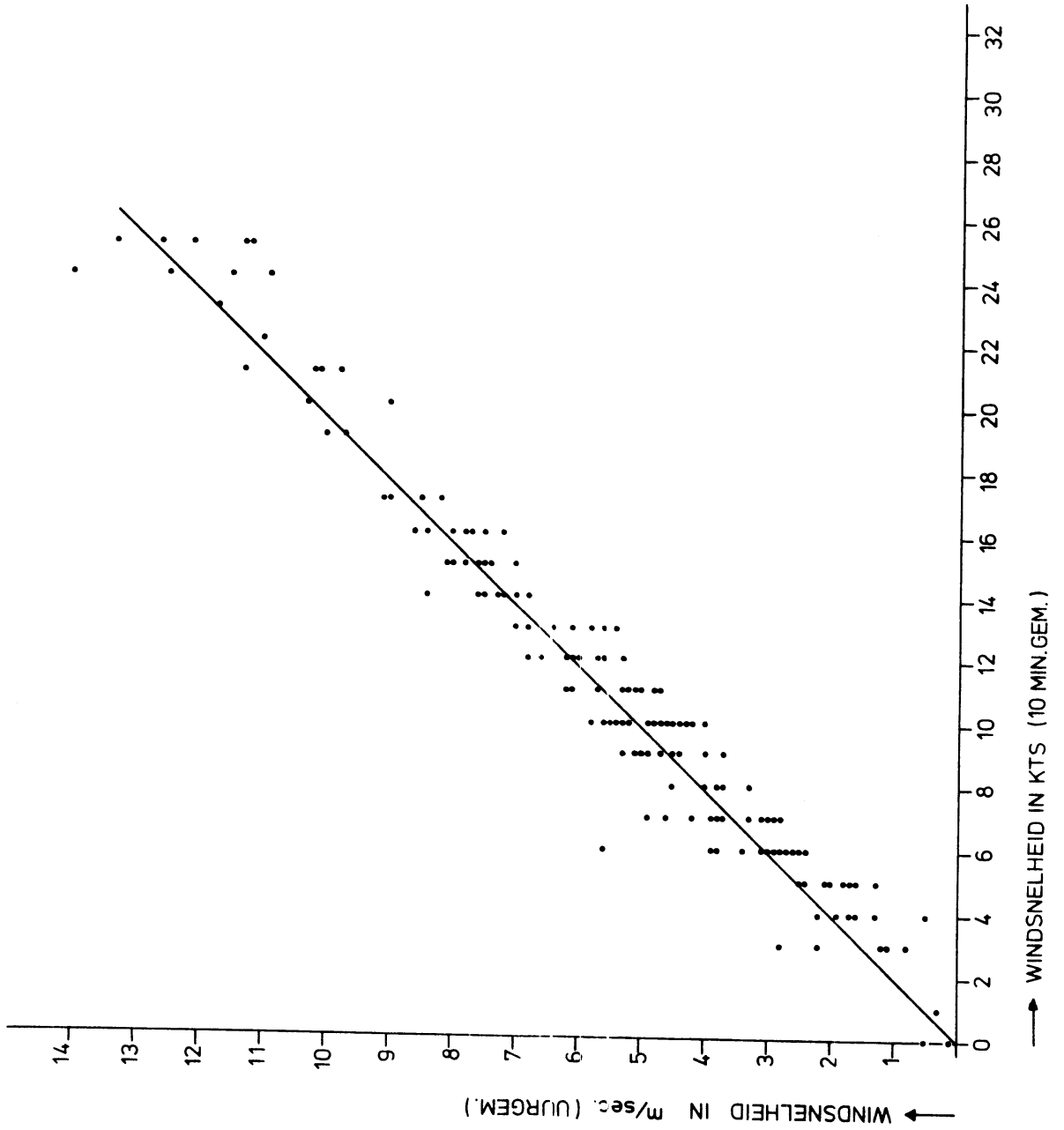


Fig. 2.6
VLISSINGEN
JULI 1962

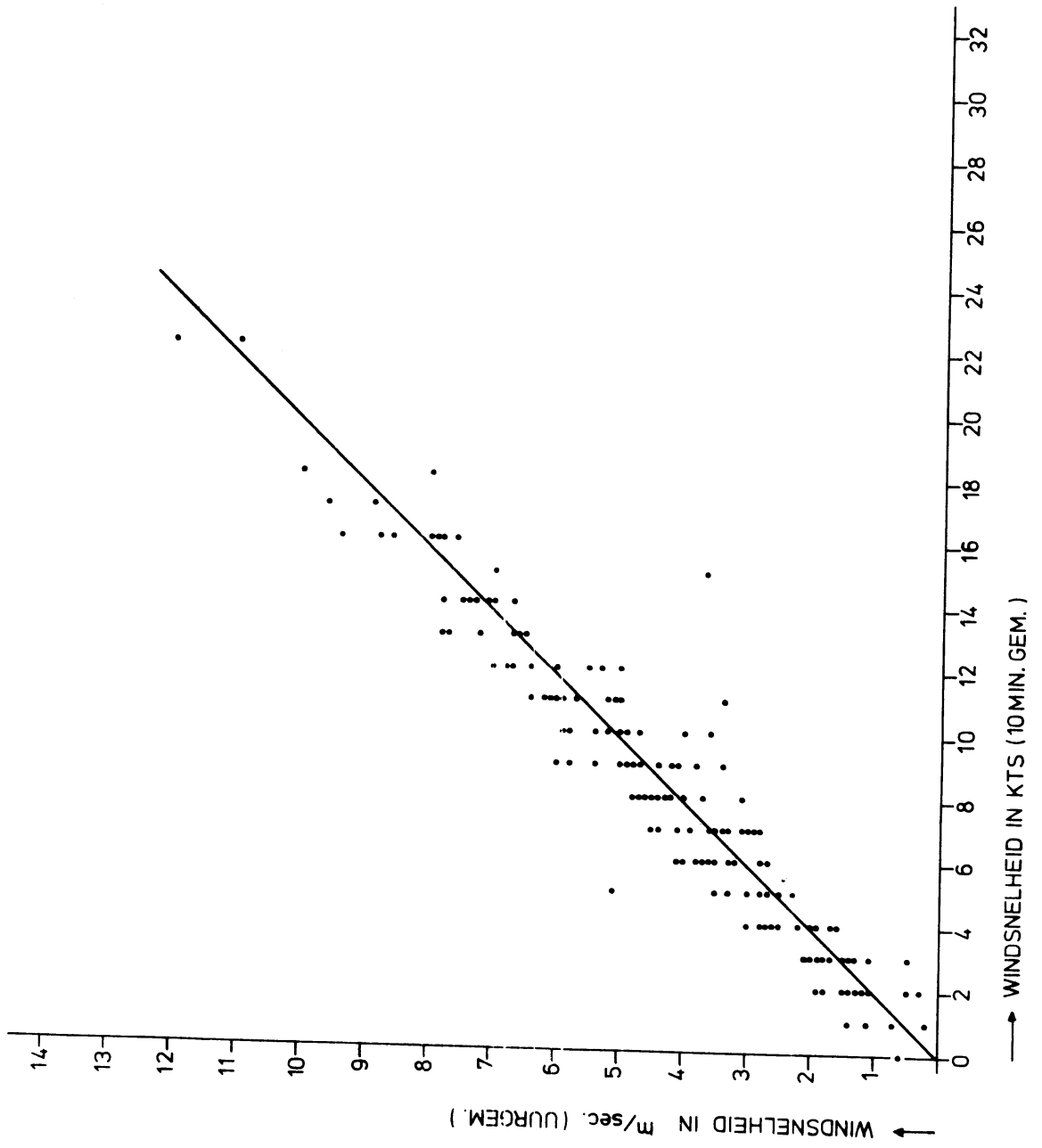


Fig. 2.7
VLISSINGEN
JULI 1963

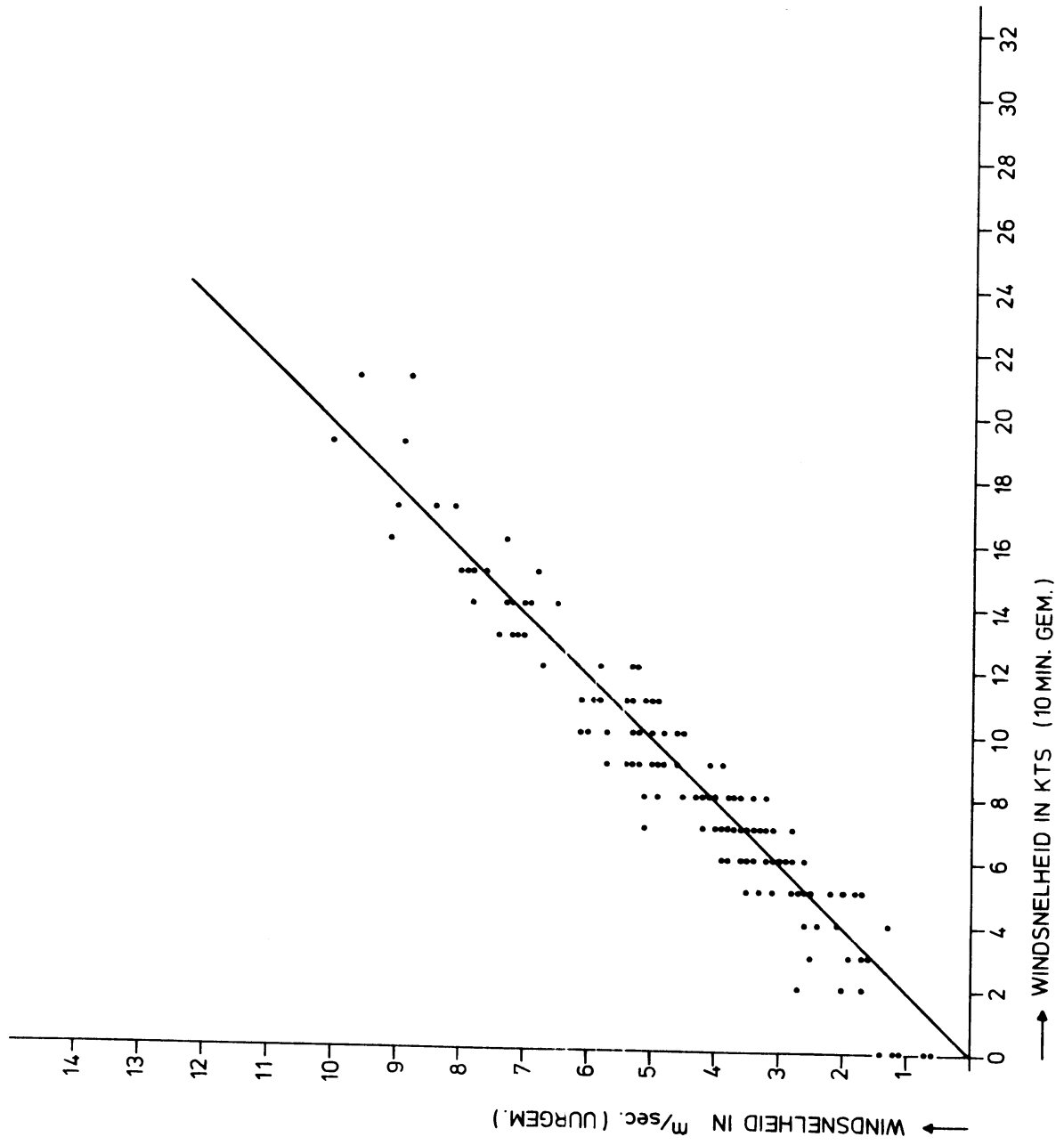


Fig. 2.8
VLISSINGEN
JULI 1964

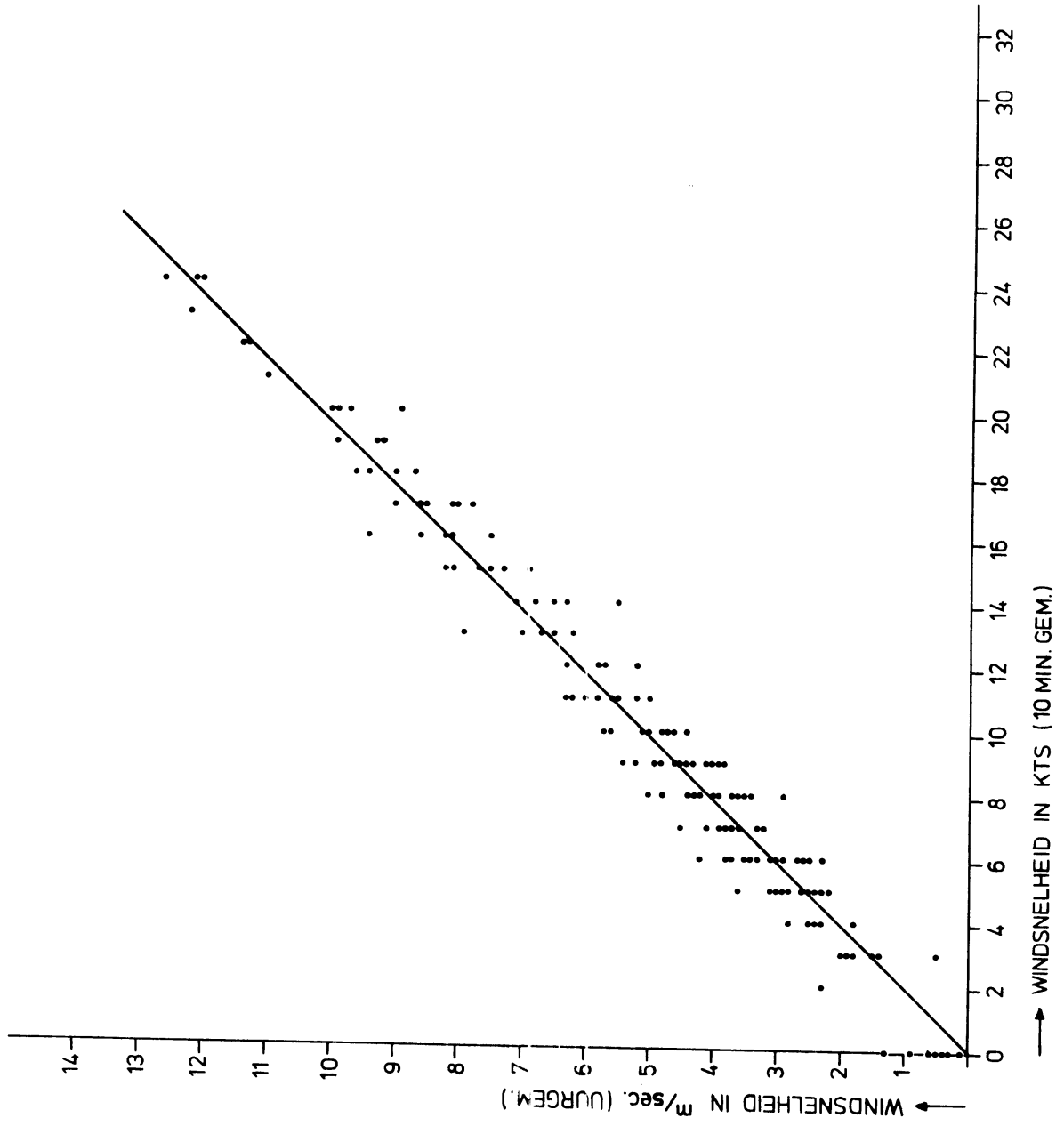


Fig. 3.1

DE BILT

JANUARI 1964

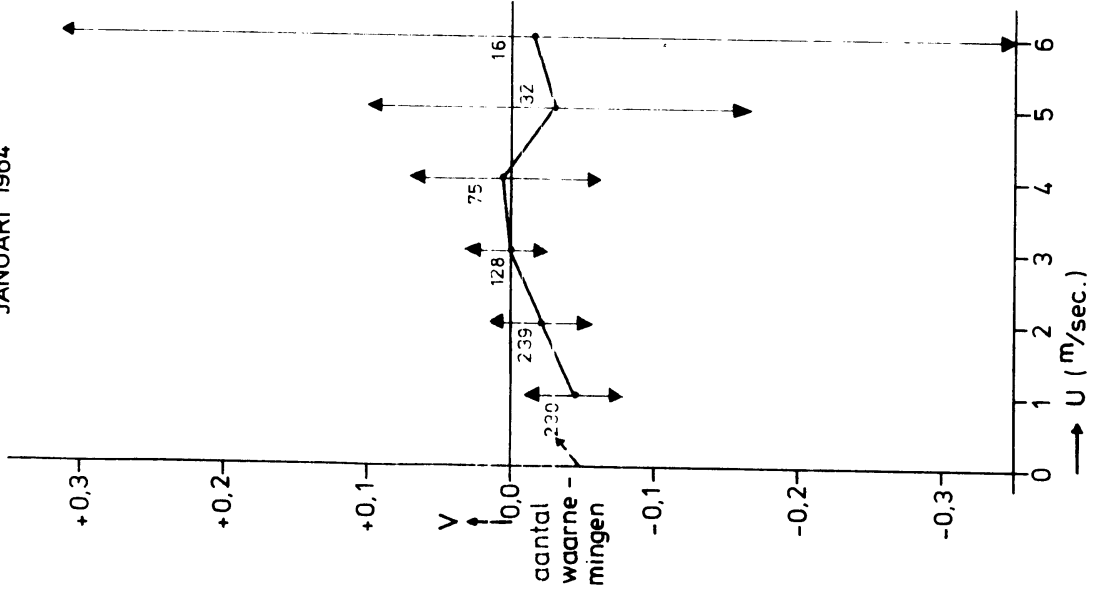


Fig. 3.2

DE BILT

JULI 1964

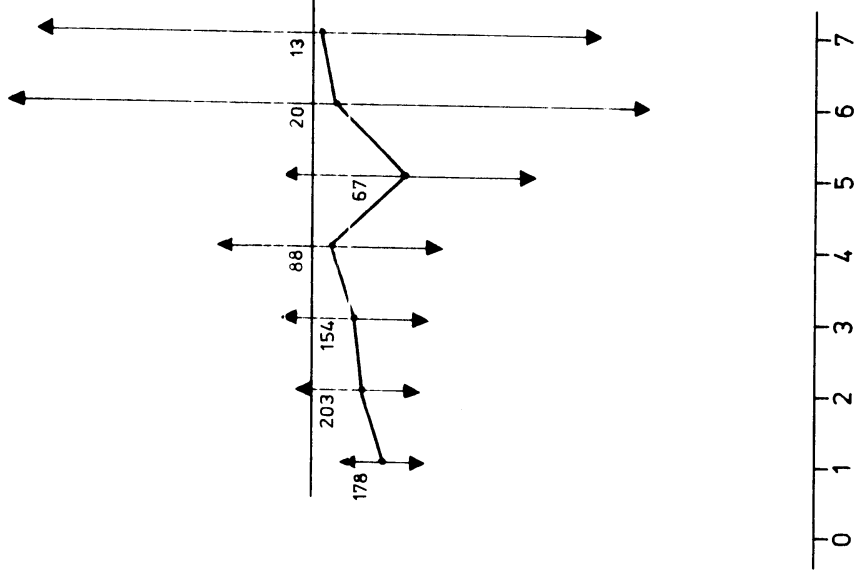


Fig. 4.1

VLISSINGEN

JANUARI 1964

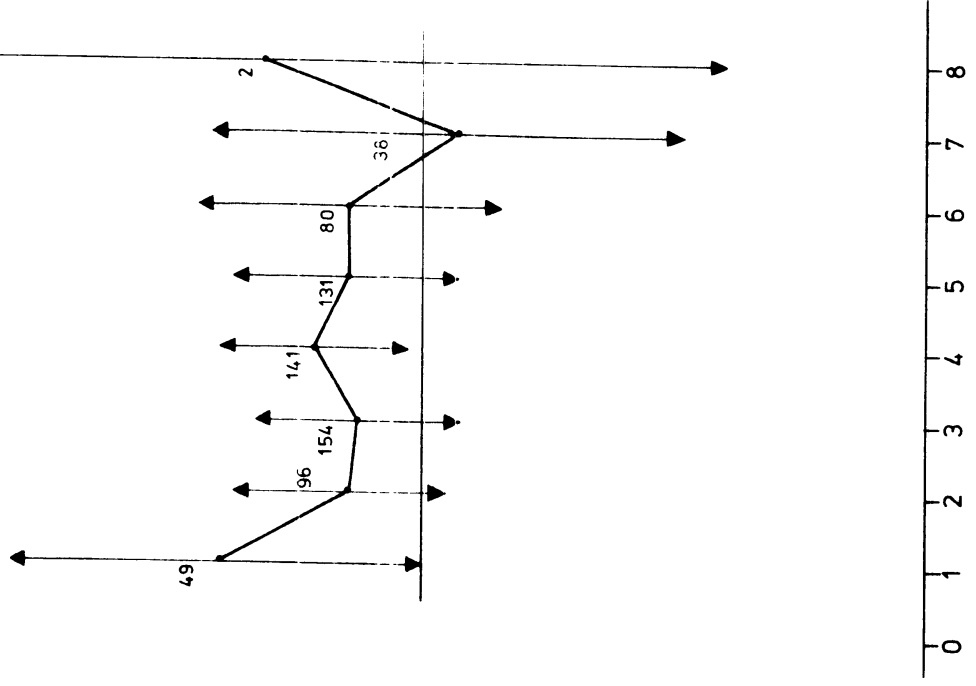


Fig. 4.2

VLISSINGEN

JULI 1964

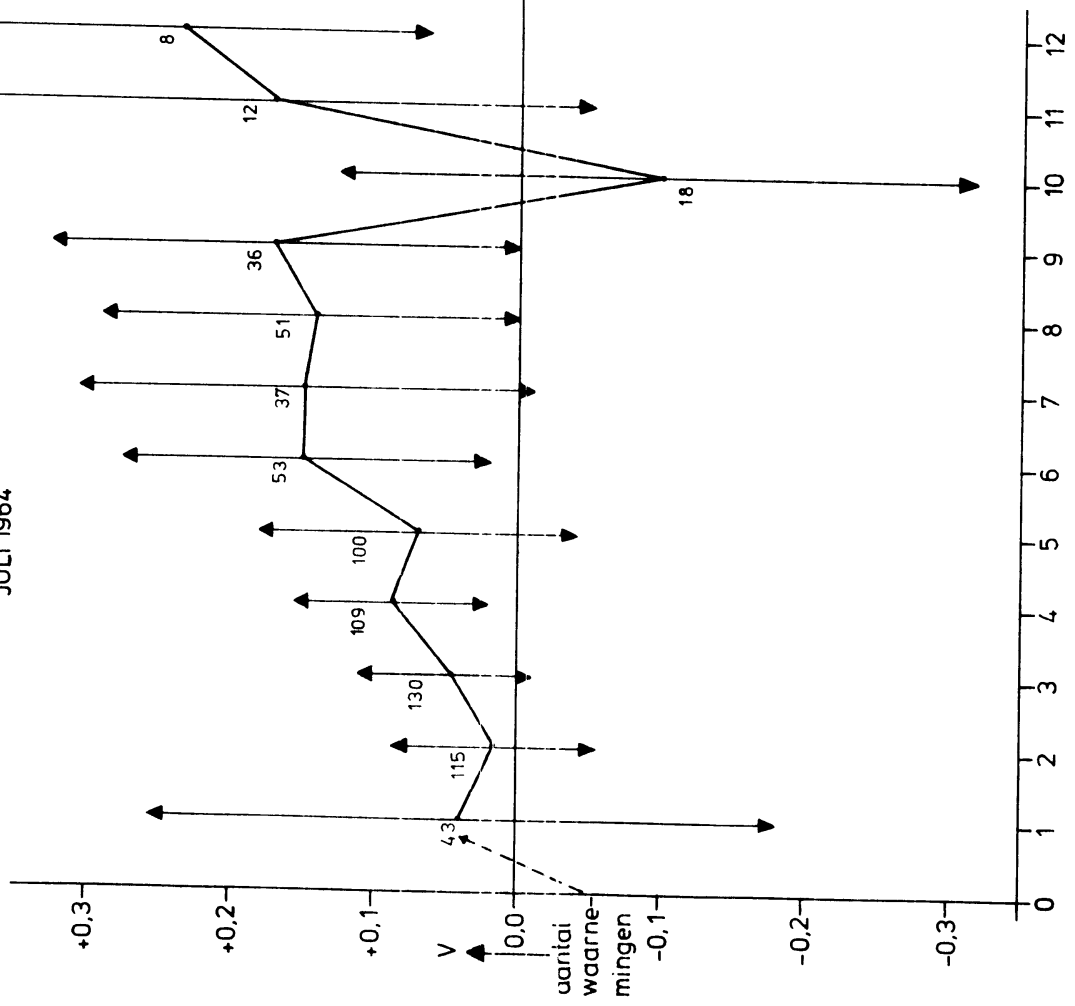


Fig. 4.3

VLISSINGEN

JULI 1964

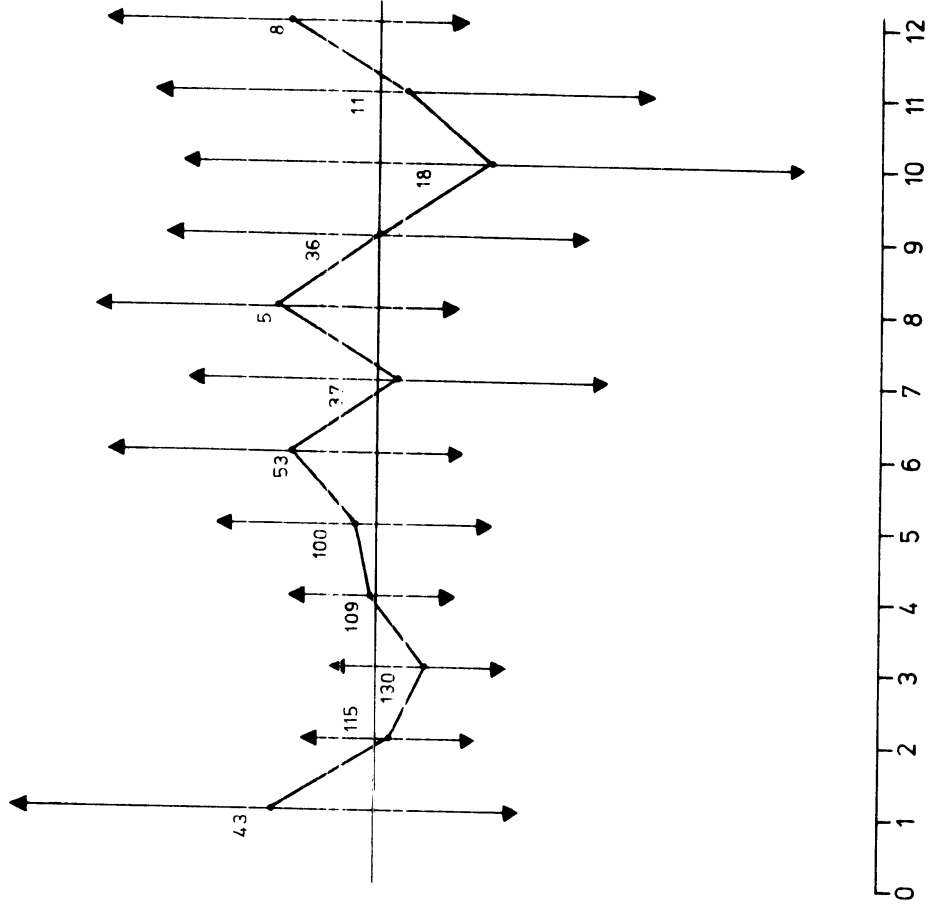


Fig. 5.1
DE BILT

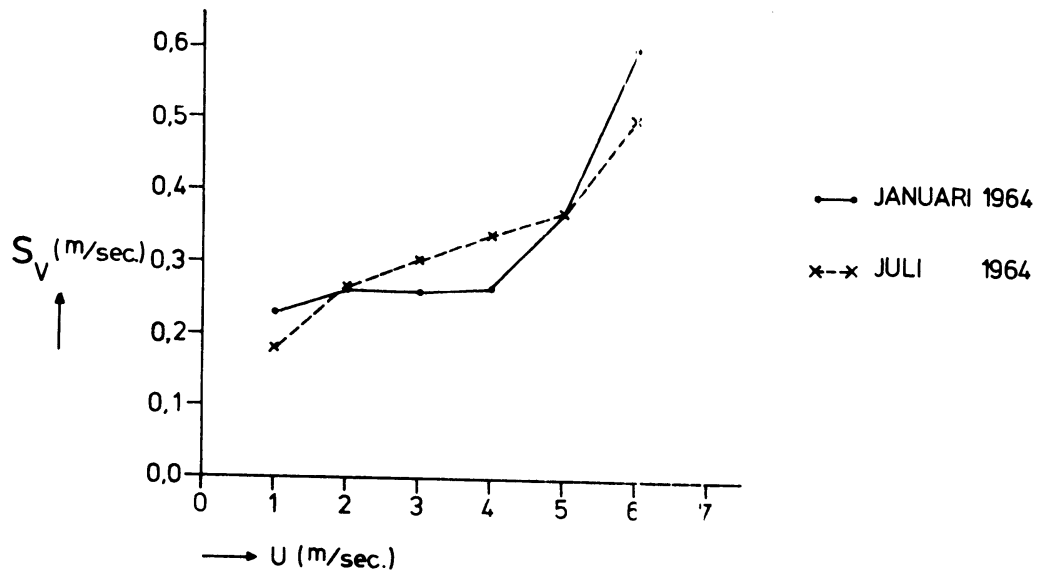


Fig. 5.2
VLISSINGEN

