

Kort verslag over het verband tussen
meteorologische factoren, de veront-
reiniging van de buitenlucht en de
verbreiding van gasschade in de cul-
tures te Beverwijk en Omstreken, 1956.

door

Dr.H.P.Berlage
=====

551.510.42

(0) Het materiaal

Bij deze studie is gebruik gemaakt van

- (1) Registraties van de windrichting en windsnelheid te IJmuiden.
- (2) Waarnemingen van de dagelijkse regenval te IJmuiden.
- (3) Drie-uurlijkse synoptische weerberichten van IJmuiden,
- (4) Werkrapport betreffende de bepaling van het SO_3 - en HF-gehalte van de buitenlucht te Beverwijk; afdeling Gezondheidstechniek T.N.O., werkrapport no. F 455, 28 juli 1954.
- (5) Werkrapport betreffende de bepaling van het H_2SO_4 - en HF-gehalte van de buitenlucht te Beverwijk op 22 en 23 juni 1955; afdeling Gezondheidstechniek T.N.O., werkrapport no. F 512, 7 september 1955.
- (6) Werkrapport betreffende het bepalen van het gehalte aan SO_2 , H_2SO_4 en HF in de buitenlucht te Beverwijk met behulp van een semi-automatisch apparaat; afdeling Gezondheidstechniek T.N.O., werkrapport no. F 531, 23 januari 1956.
- (7) Verslag van de metingen van de verontreiniging van de buitenlucht te Beverwijk en omstreken gedurende de periode september 1955 tot en met september 1956; afdeling Gezondheidstechniek T.N.O., werkrapport no. F 537, 12 november 1956.
- (8) Werkrapport betreffende de bepaling van het H_2SO_4 - en HF-gehalte van de buitenlucht te Beverwijk op 27, 28, 29 en 31 augustus 1956; afdeling Gezondheidstechniek T.N.O., werkrapport no. F 580, 17 december 1956.

- (9) Werkrapport betreffende een onderzoek naar de verontreiniging van de buitenlucht op een ver van industrie- en woongebieden verwijderd meetpunt; afdeling Gezondheidstechniek T.N.O., werkrapport no. F 586, 29 oktober 1956.
- (10) Werkrapport betreffende het bepalen van het gehalte aan H_2SO_4 en HF in de buitenlucht te Beverwijk met behulp van een semi-automatisch apparaat; afdeling Gezondheidstechniek T.N.O., Werkrapport no. F 597, 22 december 1956.
- (11) Werkrapport betreffende een nader onderzoek van de bij onderzoek F 597 gemeten waarden; afdeling Gezondheidstechniek T.N.O., Werkrapport no. F 611, 12 april 1957.
- (12) Voorlopige HF-waarnemingen bij de gladiolenproefvelden 6, 8 en 24 in 1956-1957; Ir.F.Spierings, Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen, februari 1957.
- (13) Bladanalyses van tulpenmateriaal afkomstig van de proefveldjes rondom Beverwijk; Ir.F.Spierings, Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen, februari 1957.
- (14) Bestrijding van de luchtverontreiniging bij Hoogovens en Nevenbedrijven, over het jaar 1956; Ir.W.Visser en C.A. Aronds, Laboratorium K.N.H.S., 10 januari 1957.
- (15) Waarnemingen in 1956, betreffende de rookgasschade aan bol- en knolgewassen in het gebied Beverwijk en omstreken; door M.Stenvert.
- (16) Uurlijkse aflezingen der registraties van de temperatuur van de lucht op 0,1 , 2, 30 en 60 m hoogte, van het dauwpunt op 30 m hoogte, van de windrichting op 8 m hoogte en van de windsnelheid op 8, 17, 30 en 60 m hoogte, verricht langs een mast bij de K.N.H.S., 10 april - 30 september 1956.
- (17) Drie-uurlijkse aflezingen der registraties van de temperatuur van de lucht op 2, 55, 100 en 185 m hoogte, verricht langs de televisiemast van het radiostation te Lopik.
- (18) De rapporten F III-156-1955 en R III-179-1956, K.N.M.I., Afdeling Klimatologie en Landbouwmeteorologie.

Inleiding

1. Dit rapport is een vervolg op de onder (18) genoemde rapporten.

2. Het onderzoek

2.1 De wijze, waarop in 1956 de waarnemingen van de rookgasschade werden uitgevoerd (15), maar nog meer de door de algemeen slechte weersgesteldheid op zichzelf reeds in de bol- en knolgewassen aan-gerichte schade, sluiten een sprekend kartografisch overzicht der gasschade in de kwekerijen uit. Het is daarom van des te meer waarde, dat deze kartografische overzichten in 1954 en 1955 wel met voldoende betrouwbaarheid konden worden uitgevoerd en een redelijke toetsing van de formule van Sutton voor de concentratie van de rook-gassen was mogelijk gebleken.

De frequenties aller gedurende de maanden maart tot en met september op de synoptische uren waargenomen windrichtingen (3) zijn verdeeld geweest zoals Tabel 1 aangeeft.

Tabel 1

Aantal malen, dat op het weerstation te IJmuiden in de maanden maart tot en met september 1956 op één der synoptische uren een gegeven windrichting dd werd waargenomen (09 = E, 18 = S, 27 = W, 36 = N).

<u>dd</u>	<u>n</u>	<u>dd</u>	<u>n</u>	<u>dd</u>	<u>n</u>	<u>dd</u>	<u>n</u>
01	26	10	54	19	17	28	53
02	33	11	37	20	14	29	42
03	30	12	38	21	28	30	47
04	36	13	32	22	62	31	52
05	21	14	20	23	<u>89</u>	32	56
06	26	15	21	24	<u>76</u>	33	46
07	45	16	26	25	<u>87</u>	34	69
08	58	17	16	26	<u>88</u>	35	<u>70</u>
09	<u>92</u>	18	25	27	<u>86</u>	36	52

Onderstreept zijn slechts de waarden van n gelijk en groter dan 70. Tegenover de normale hoge frequentie van zuidwestelijke tot westelijke winden staat in 1956 een minder hoge frequentie van noordelijke winden dan in 1955, maar er traden zeer vaak oostenwinden op. Opvallend was in 1956 het veelvuldig voorkomen van windstilten. Op 37 der synoptische uren werd windstilte (00) gerapporteerd, tegenover slechts 2 maal in 1955. Dat dit grote aantal aan instrumentele ongevoeligheid zou zijn toe te schrijven, kan echter niet geheel worden uitgesloten.

Terwijl het onder (7) vermelde rapport, dat op slechts 29 dagen van de maanden augustus, september en oktober 1955 betrekking heeft, twijfel kon doen rijzen aan de juistheid der hypothese, dat kleinere windsnelheden hogere concentraties der rookgassen opleveren dan grotere windsnelheden, wordt deze twijfel ontzenuwd door het onder (10) vermelde rapport, waaruit we een deel van Tabel 2 lichten en in de vorm van Tabel 2 weergeven.

Tabel 2

ontleend aan (10)

Serie	mg $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{m}^3$	p.p.m.HF
Groep A	0,051	0,0056
Groep B	0,035	0,0022

Tabel 2 heeft op omvangrijker materiaal uit de maanden mei, juni, juli en augustus 1956 betrekking. Groep A omvat gemiddelden der concentraties, die bij windsnelheden < 7 m/sec werden gevonden, groep B zodanige, die bij windsnelheden > 7 m/sec werden gevonden, bij de plaatselijke windrichtingen van ZZW t/m WZW.

De resultaten dezer metingen bevestigen de hypothese, dat zwakke winden ongunstig zijn, wederom duidelijk. Er schijnt daarom geen bezwaar te bestaan tegen tellingen der schadelijke uren in 1956 op eenzelfde wijze als deze voor 1954 en 1955 werden uitgevoerd. Ze zijn in Tabel 3 samengevat.

Tabel 3

IJmuiden 1956

Aantal synoptische uren waarop

- I de windrichting tussen 210 en 250° lag
- II en tevens de windsnelheid geringer was dan 30 knopen
- III geringer dan 20 knopen
- IV geringen dan 10 knopen

mrt	I	II	III	IV	apr	I	II	III	IV	mei	I	II	III	IV
1	3	2	1		2	1	1	1		4	2	2	2	2
<u>2</u>	8	6	3		<u>3</u>	7	7	7		<u>5</u>	5	5	5	5
<u>3</u>	5	5	5	2	7	2	2	2	2	6	3	3	3	3
4	3	3	2	1	<u>8</u>	7	7	6		<u>7</u>	7	7	7	
5	2	2	2	1	<u>9</u>	8	8	8		8	4	4	4	1
<u>6</u>	7	7	5		10	4	4	3		9	5	5	2	
16	1	1	1	1	25	2	2	2	1	10	1	1		
17	1	1	1	1						11	4	4	3	
<u>25</u>	4	4	4	4						13	2	2	2	2
26	1	1	1	1						14	4	4	4	
29	1	1	1	1						15	3	3	3	1
										16	4	4	4	
										17	1	1	1	1
										18	1	1	1	1

mei	I	II	III	IV	jun	I	II	III	IV	jul	I	II	III	IV
20	2	2	2	2	<u>2</u>	6	6	2	1	1	2	2	2	1
24	1	1	1	1	<u>3</u>	5	5	5	3	2	1	1	1	
29	2	2	2	1	4	3	3	1		<u>3</u>	8	8	8	
30	1	1	1	1	<u>5</u>	8	7			<u>4</u>	5	5	5	1
					6	3	3	2	1	5	6	2		
					7	3	3	3		6	3	2	1	
					8	1	1	1		<u>7</u>	7	7	5	2
					<u>11</u>	6	6	6	3	8	1	1	1	1
					13	1	1	1		14	1	1	1	1
					14	2	2	2		15	1	1	1	1
					16	1	1	1	1	22	2	2	2	1
					19	5	5	4		23	1	1	1	
					<u>26</u>	5	5	5	1	24	1	1	1	
					28	1	1	1		25	2	2	2	2
					29	1	1	1	1	26	3	3	3	1
					30	3	3	3	3	28	4	4	1	
										29	3			
										<u>30</u>	6	6		

aug	I	II	III	IV	sep	I	II	III	IV
1	3	3	2		3	2	2	2	2
2	1	1			7	1			
3	1	1	1		8	5	5	2	1
6	1	1	1		11	4	3	2	1
8	4	4	3		13	1	1	1	
11	5	5	2		14	1	1	1	
12	1	1	1		21	1	1	1	1
13	3	3	1		25	3	3	3	3
15	1	1			26	2	2	2	2
16	2	2			27	2	1		
<u>17</u>	7	7	4		28	5	1		
18	5	5	1		<u>29</u>	7	6		
19	3				<u>30</u>	7	6		
20	3	3	3						
21	1	1	1	1					
24	4	4	1						
25	2	2							
<u>26</u>	7	6							
27	2	1	1						
<u>28</u>	8	8							
29	2	2							

Laat ons, evenals in (18), de volgende dagen uit de reeks als bijzonder ongunstig kenmerken:

- a. als op 7 of 8 der synoptische uren de windrichting tussen 210 en 250° lag.
- b. als bij deze windrichting gedurende 6 of meer synoptische uren de windsnelheid kleiner was dan 30 knopen.
- c. als bij deze windrichting gedurende 5 of meer synoptische uren de windsnelheid kleiner was dan 20 knopen.
- d. als bij deze windrichting gedurende 4 of meer synoptische uren de windsnelheid kleiner was dan 10 knopen.

Deze dagen zijn in Tabel 2 onderstreept. Zo blijken dan, voor wat de wind betreft, tussen 15 maart en 15 september de volgende dagen bijzonder ongunstig te zijn geweest.

1956	mrt	25	jun	5	aug	<u>17</u>
	apr	<u>3</u>		<u>11</u>		<u>26</u>
		8		26		<u>28</u>
		9	jul	3		
	mei	5		4		
		7		<u>7</u>		
				<u>30</u>		

Onderstreept zijn hiervan weer de dagen, waarop onder de bovenomschreven schadelijke omstandigheden ook regen gevallen is.

Het is leerzaam hiernaast de gelijksoortige overzichten van 1955 en 1954 te stellen.

1955	mrt	<u>26</u>	jun	22	aug	9
	apr	<u>4</u>		23	sep	2
		<u>10</u>		<u>29</u>		11
		23				
		28				
	mei	<u>2</u>				
		<u>4</u>				
		5				
		8				
		12				

1954	mrt	21	jun	<u>11</u>	aug	<u>2</u>
		27		<u>16</u>		<u>13</u>
	apr	<u>2</u>		<u>17</u>		29
	mei	<u>5</u>		18	sep	2
				21		3
				<u>25</u>		8
			jul	1		<u>11</u>
				<u>4</u>		
				5		
				8		
				<u>17</u>		
				<u>24</u>		
				<u>25</u>		
				<u>27</u>		
				<u>28</u>		

2.3 Uit deze overzichten blijkt duidelijk, hoe sterk verschillend van jaar op jaar de schadelijke dagen gegroepeerd kunnen zijn. Dat 1954 wel moest uitsteken in schadelijkheid blijkt zonder meer uit sommige reeksgewijs optredende dagen met kwalijke omstandigheden. Enkele "gasaanvallen" hebben in 1954 dagen achtereen aangehouden in de voor de gladiolen bijzonder hachelijke maanden juni en juli.

In 1955 was het accent naar april en mei verlegd. Dit zou kunnen verklaren, waarom de schade in 1955 vooral op de tulpen drukte (12). Het jaar 1956 was gelijkmatiger in zijn schadelijkheid en over het geheel - van meteorologisch standpunt - zeker niet onschuldiger dan een der vorige jaren, te meer daar aan het grote aantal uren met zwakke winden een aanzienlijk gewicht moet worden toegekend.

Zo legden de met zwakke winden gepaard gaande nachtelijke temperatuur-inversies nog extra nadruk op de schadelijkheid van 5 mei, 5 juni, 11 juni, 3 juli en 26 augustus. Mist kwam daarentegen slechts betrekkelijk zelden voor. Althans bij windrichtingen binnen de sector van 210 tot 250° treffen we slechts op 3, 4 en 30 mei en 11 juni mist aan; gepaard met windstilten nog op 12 juni en 9 september.

2.4 Een zeer waardevolle bijdrage tot de problemen rondom het optreden van stabiele en instabiele toestanden langs de vertikaal in de onderste luchtlagen, werd in 1956 verkregen uit de ononderbroken reeks van meteorologische waarnemingen, die tussen 10 april en 30 september werden uitgevoerd aan de 60 m hoge mast, die door de K.N.H.S. voor dit doel werd opgericht (16). Laat ons, zonder deze toestanden in hun strenge zin te onderscheiden, het voorkomen van stabiele toestanden gekoppeld zien aan het optreden van temperatuur-inversies, daarin ook betrekken de gevallen van isothermie.

In Tabel 4 is samengevat het aantal uren met temperatuur-inversie of isothermie, in percenten van het mogelijke aantal uren, voor alle uren van het etmaal en van maand tot maand tussen 60 en 30 m en tussen 30 en 2 m hoogte.

Tabel 4

Aantal uren met temperatuur-inversie in
percenten van het mogelijke aantal uren
zomer 1956

IJMUIDEN

beschikbaar aantal dagen	april		mei		juni		juli		augustus		september	
	14	14	31	31	30	30	28	28	30	30	30	30
uur	m 60-30	m 30-2	m 60-30	m 30-2	m 60-30	m 30-2	m 60-30	m 30-2	m 60-30	m 30-2	m 60-30	m 30-2
0-1	72	86	52	71	23	57	29	79	50	74	40	47
1-2	86	86	71	78	37	57	32	75	33	80	50	50
2-3	86	93	61	71	33	47	25	79	43	77	43	47
3-4	79	93	55	78	27	43	29	75	37	74	37	37
4-5	79	93	48	74	23	43	29	64	33	74	37	43
5-6	72	79	48	52	27	20	29	46	33	70	33	47
6-7	72	72	45	16	23	3	21	25	33	40	27	50
7-8	50	14	36	10	17		11	7	30	17	27	37
8-9	29		32	3	20		14		23	10	27	33
9-10	36		23		23		14		17	7	23	30
10-11	21		16		13		7	4	10	3	23	7
11-12	7		23		7		11	4	10		23	3
12-13			6		3		4	4	3	3	20	7
13-14					3		4		3		10	3
14-15					3						7	10
15-16					3	3	7	7	3	7	10	3
16-17	7		10		7	3	11	7	7		7	3
17-18	21	7	16		7	7	18	4	17	7	7	7
18-19	57	7	26		10	3	21	4	20	13	13	10
19-20	57	57	36	10	17	7	14	11	27	37	20	13
20-21	64	72	48	57	20	17	21	43	30	70	20	37
21-22	64	86	57	71	17	47	25	68	30	70	23	40
22-23	79	79	57	74	17	47	32	79	37	60	37	47
23-24	79	93	61	74	20	57	36	64	50	67	40	43

De frequentie van het optreden dezer temperatuur-inversies is, zoals we zien, hoog. Zelfs bleken in juli, augustus en september gevallen voor te komen, die anders meestal tot de wintermaanden beperkt blijven, waarin de inversie niet alleen tussen 60 en 30 m maar ook tussen 30 en 2 m in de loop van de dag niet werd opgeruimd. Al moge dan, zoals uit (17) bleek, in een meer continentaal gelegen post als Lopik, waar gelijksoortige metingen langs de televisiemast van het radiostation worden uitgevoerd, het optreden van grondinversies frequenter zijn, we krijgen uit Tabel 4 toch de stellige indruk, dat temperatuur-inversies boven 60 m hoogte ook aan de kust hardnekkig kunnen voortbestaan. Het is trouwens een bekend feit, dat ook ten gevolge van de wisseling van land- en zeewind inversies kunnen optreden. Land- en zeewind inversies komen in de gematigde gewesten soms tot op geringe hoogten van enkele honderden meters hoogte voor. Om deze verschillende redenen kon slechts de door de K.N.H.S. ondernomen bouw van een schoorsteen van 150 m hoogte een waarschijnlijk voldoende waarborg bieden tegen een te vaak verschijnen van de schadelijke concentraties van rookgassen, die onder temperatuur-inversies - indien deze tot boven schoorsteenhoogte reiken - plegen voor te komen.

Turbulentie in de onderste luchtlagen kan deze schadelijke concentraties "omlaag halen". Daarom is het zo bijzonder gunstig, dat de nieuwe schoorsteen boven het op 80 à 90 m aangetroffen "wervelplafond" van het hoogovenbedrijf uitsteekt (14). Geheel ondervangen is de dreiging van schadelijke concentraties der rookgassen aan de bodem hiermee nog niet. Specifiek ongunstige weersomstandigheden kunnen er altijd nog toe leiden, maar de kansen daarop zijn zonder twijfel in belangrijke mate verminderd, terwijl bovendien de verstrooiing de concentraties nabij de grond op zichzelf reeds omgekeerd evenredig met het kwadraat van de schoorsteenhoogte doet afnemen.

2.5 Het onder (8) genoemde rapport geeft ons aanleiding enkele opmerkingen te maken bij de tabel die de gemiddelde resultaten der op 27, 28, 29 en 31 augustus 1956 telkenmale "onder de rook van de staalfabriek" uitgevoerde metingen weergeeft en deze tabel daartoe uit te breiden tot Tabel 5. Ook de meteorologische waarnemingen hebben in deze gevallen bij de proefnemers berust.

Tabel 5

Overzicht van de meetresultaten van de Sectie Industriële Luchtverontreiniging der Afdeling Gezondheistechniek T.N.O. op 27, 28, 29 en 31 augustus 1956.

Serie	datum aug.	tijd	afstand m	H ₂ SO ₄ mg/m ³	HF p.p.m	wind m/sec	richt.	lucht- temp.	rel. vocht.	neerslag
1	27	12.15-13.00	1500	0,5	0,019	3-5	OZO	17,9	71	droog
2		13.26-14.21		0,2	0,018	2-5	OZO	18,0	71	lichte regen
3		15.08-15.18		-	-	-	OZO	-	-	regenbui
4	28	11.28-12.28	800	0,1	0,010	3-8	ZZW	17,5	69	droog
5		13.25-14.25		0,1	0,011	4-8	ZZW	16,7	71	lichte regen
6		14.55-15.41		0,1	0,024	3-10	ZZW	16,4	70	regen
7	29	11.06-12.08	1600	0,1	0,024	2-6	WZW	16,0	66	droog
8		12.18-13.18		0,1	0,002	3-7	WZW	16,2	66	"
9		13.35-14.35		0,0	0,000	4-10	WZW	16,2	61	"
10	31	10.02-11.00	2200	0,0	0,002	3-6	NNW	13,7	63	droog
11		11.06-12.06		0,0	0,001	2-6	NNW	14,1	62	"
12		12.10-13.10		0,1	0,006	2-7	NNW	14,3	62	"
13		13.14-14.14		0,0	0,008	3-8	NNW	15,2	63	"
14		14.20-15.20		0,0	0,009	2-7	NNW	14,9	66	"

Bij 4 liep de wind met stoten op tot 10 m/sec, bij 5 tot 12 m/sec, bij 11 tot 8 m/sec.

Tabel 5 toont duidelijk aan, dat bij regenachtig weer hogere concentraties worden gevonden dan bij droog weer.

Wordt op het verband tussen de concentraties en de relatieve vochtigheid gelet, dan is het van belang, dat de gemiddelde luchtvochtigheid nabij de grond gedurende proef 6, waarbij regen optrad, waarschijnlijk hoger mag worden geschat dan de 70% die werd opgegeven. Deze laatste opvallend lage waarde berust wellicht op zeer plaatselijke omstandigheden. Op het synoptische station te IJmuiden bij de kust en aan de meteorologische mast der K.N.H.S. op 30 m hoogte werden op dit uur vochtigheidsgraden van 80 respectievelijk 72% waargenomen. Tevens mogen de concentraties, die tijdens de proeven 4 en 5 werden gemeten op een afstand van slechts 800 m van de bron op theoretische gronden worden verhoogd, om ze aan te

passen bij de reeksen, die op 1500, 1600 en 2200 m van de bron werden gemeten, dat is nabij het punt waar de hoogste concentratie verwacht mag worden. Ditzelfde te doen met de topconcentratie van 0,024 p.p.m. HF is misschien wat gewaagd, omdat deze door de neerslag zo hoog kan zijn opgevoerd.

Met deze stellig verantwoorde correcties zien we de gemeten concentraties tamelijk regelmatig met de relatieve vochtigheid toenemen. Daartegenover valt echter de hoge waarde der concentratie, namelijk 0,024 p.p.m. HF, bij droog weer, gedurende een uur in de ochtend volgende op een regenachtige dag en op een andere plaats gemeten, als uitzonderlijk op. Er moet misschien gedacht worden aan een mechanisch omlaag slepen door de regen van alle luchtverontreinigingen, waarbij nog komt dat H_2SO_4 en HF een sterke neiging zullen vertonen zich aan waterdruppeltjes te hechten. Daarom duikt de vraag op, of soms de met regen op de grond neergeslagen HF nog uren later in sterke mate weer van de bodem en de gewassen weg verdamppt en de onderste luchtlagen bezwangert. Dit zou tevens kunnen verklaren, waarom de HF-concentraties in verrassend veel mindere mate dan men zou vermoeden van de windrichting afhangen. Er valt echter meer te zeggen voor de veronderstelling, dat op 29 augustus tijdens meetserie 7, tussen 11.06 en 12.08, nog een effectieve temperatuur-inversie op geringe hoogte boven de schoorsteenmond bestond. Deze inversie was tijdens meetserie 8, tussen 12.18 en 13.18 waarschijnlijk reeds aan het verdwijnen. Merkwaardigerwijze vond de waarnemer tijdens meetserie 9, tussen 13.35 en 14.35 aanleiding te rapporteren "rook uit schoorsteen stijgt op". De inversie was toen blijkbaar, zelfs zichtbaar voor het oog, opgeruimd. De rookpluim werd als het ware van de grond weggetild.

De zeer snelle verandering die de HF-concentratie op 29 augustus van uur tot uur heeft ondergaan, gepaard met een blijkbaar zeer snelle verandering van de turbulentiegraad nabij de grond, beduidt trouwens, dat de atmosferische omstandigheden niet zo stationnair waren als de waarnemingen te IJmuiden en eveneens te Den Helder zouden doen vermoeden. Dit wordt bevestigd door de uurlijkse berichten uit meer landwaarts gelegen posten. Te De Bilt, bijvoorbeeld, traden tijdens de proeven 8 en 9, regenbuien op.

Er zij verder nog op gewezen, dat op 26 augustus, volgens de metingen aan de meteorologische mast, een temperatuur-inversie tussen 30 en 2 m bleef bestaan tot 5 uur en tussen 60 en 30 m tot 8 uur 's morgens

terwijl op deze geringe hoogten geen inversies tot stand kwamen gedurende 27 en 28 augustus. Echter werd op 29 augustus weer een inversie waargenomen tussen 30 en 2 m van 8 uur 's avonds af en tussen 60 en 30 m van 10 uur 's avonds af. Dit betekent een afzakken van 28 op 29 augustus van het niveau ener waarschijnlijk voortbestaande inversie en een opnieuw tot aan de grond reiken gedurende de nacht.

In elk geval wekken deze korte reeks "impinger"-waarnemingen en de langere reeksen metingen, die in augustus, september, oktober 1955 en mei, juni, juli, augustus, september en oktober 1956 met semi-automatische apparatuur werden uitgevoerd (6) (10), zeer sterk de indruk, dat regen en hoge vochtigheidsgraad de rookgassen, althans de HF, naar de grond brengen.

In extreme mate heeft dit gegolden op 6 september en 17 oktober 1955 en op 10 en 11 mei 1956 toen concentraties groter dan 0.030 p.p.m. HF in de lucht werden aangetroffen, zonder dat dit met opvallend hoge H_2SO_4 concentraties gepaard ging. Het gedrag der beide stoffen is dus in dit opzicht bepaald verschillend. Op genoemde data regende het.

Een soortgelijke vertraagde hoge concentratie als op 29 augustus 1956 werd waargenomen, treft ons ook reeds op de regenloze dagen 11, 21 en 25 juli 1956 toen de relatief hoge concentraties 0,016, 0,016 en 0,015 p.p.m. HF werden gemeten, terwijl op 10 juli, op 19 en 20 juli en op 24 juli, veel regen viel, die niet met hoge concentraties HF gepaard ging. Dit is bezwaarlijk als een toevallig verschijnsel te beschouwen. Een interessante aanwijzing verkrijgen we trouwens van 13 en 14 september 1956. Op 13 september motregende en regende het enkele uren in de ochtend achtereen. Daarop volgde een periode van heiligheid en zwakke winden, die ook nog de gehele volgende dag aanhield. De Bilt meldt mist in de nanacht. Op 14 september werd tussen 4.00 en 8.00 een luchtmonster genomen, waarin een gedurende de maanden augustus en september verder niet aangetroffen topconcentratie van 0,012 p.p.m. HF werd gemeten. De wind had tijdens deze monsternamen een zuidelijke richting en woei dus voor dit meetpunt niet uit de ongunstige hoek, wanneer de K.N.H.S. als bron dezer verontreiniging moet worden beschouwd.

Aangetekend zij echter, dat van 6 juni tot en met 30 september 1956 door de K.N.H.S. het nieuwe proces van staalproductie zonder gebruikmaking van vloeispaat werd toegepast.

Dermate hoge concentraties HF als op 10 en 11 mei werden gemeten, zijn dan ook in het genoemde tijdvak niet meer opgetreden. Niettemin wordt ook (10) besloten met de uitspraak, dat er redenen zijn om nog andere bronnen dan de K.N.H.S. van de gemeten verontreiniging te verdenken.

Het is dan ook de bedoeling van schrijver dezes, onafhankelijk van de windrichting een verklaring van abnormaal sterke verdichtingen van rookgassen vooral te zoeken in het bestaan van een zeer stabiele atmosferische gelaagtheid boven de normale schoorsteenhoogten.

Op 21 juli mistte het te IJmuiden in de loop van de ochtend, maar dat deed het ook op 16 en 17 juli, zonder dat op deze beide laatste data sprake was van hoge HF-concentraties, terwijl op geen dezer drie dagen de wind uit de ongunstige hoek woei. Zoals reeds werd opgemerkt, viel dan ook in 1956 uit de mist-situaties weinig te leren. Men mag trouwens de bovengenoemde stelling niet omkeren en menen, dat neerslag consequent een omlaag drukken der rookgassen naar de grond ten gevolge heeft. Veel regen viel bv. op 22, 23, 24, 25 mei en 25, 26 en 27 augustus 1956. Niettemin kwam de HF-concentratie niet boven 0,006 p.p.m. HF uit. Daartegenover gingen de regens van 28 en 29 juli 1956 gepaard met de relatief hoge concentratie van 0,016 en 0,015 p.p.m. HF.

Alles bijeengenomen vestigen de over 1956 uitgevoerde metingen sterk de aandacht op de schadelijkheid van regen en hoge graden van luchtvochtigheid en dit op louter fysisch meteorologische gronden, nog afgescheiden dus van het feit, dat de aantasting der gewassen hoogstwaarschijnlijk door deze factoren bevorderd wordt. De regen kan weliswaar, maar behoeft daarbij niet de oorzaak te zijn van de waargenomen hoge concentraties der rookgassen nabij de bodem. De regen indiceert blijkbaar vaak een bestaande of een zich ontwikkelende structuur van de onderste luchtlagen, waar deze hoge concentraties aan te wijten zijn.

2.6 Kennelijk hadden in de allereerste plaats 10 en 11 mei 1956, die we in Tabel 3 terug vinden, ook niet mogen ontbreken in de onder 2.2 vermelde lijst van bijzonder ongunstige dagen. Welke uitzonderlijk kwalijke karaktertrekken deze dagen gehad hebben naast andere regenachtige dagen, zoals 28 augustus, die wel reeds werden onderscheiden, of naast dagen onmiddellijk volgende op regenachtige dagen, is de moeite waard om te worden nagegaan.

Immers, de zeldzame opmerking, dat op 9 en 11 mei "zware" gaslucht in de kwekerijen werd geroken (10, Tabel 23 en 24) wijst duidelijk op het bestaan van een ongewone verdichtende factor, en er is nauwelijks aan te twijfelen of deze is een stabiele temperatuur-inversie boven het niveau der schoorsteenmonden. We vinden zulk een inversie namelijk reeds tussen 30 en 60 m hoogte althans op 11 mei zelfs nog bestendig tussen 10 en 13 uur. Op 28 augustus is daar, zoals in 2.5 reeds werd aangehaald, geen sprake van.

2.7 Het onder (12) vermelde rapport, met mondelinge gegevens aangevuld, geeft ons aanleiding enkele opmerkingen te maken bij de tabel der meetresultaten. Wanneer we uit (2) aftellen, hoe vaak op de synoptische uren, gedurende de door Ir. Spierings beschouwde tijdvakken, de windrichting viel in de sector 22-23-24 (ZW), waarbinnen de proefvelden 6 en 18 gelegen waren, en in de sector 31-32-33 (NW), waarbinnen het proefveld 24 gelegen heeft, dan komen we tot Tabel 6.

Tabel 6

Aantal malen voorkomende windrichting.

Periode (1956-1957)	22-23-24	31-32-33
13/7 - 6/8	18	21
6/8 - 4/9	36	19
4/9 - 11/10	31	16
11/10 - 2/11	32	10
2/11 - 22/12	50	26
22/12 - 21/1	35	6
21/1 - 26/2	47	6
26/2 - 26/3	43	2

Met behulp dezer frequenties kan men de volgens (12) in de sector 31-32-33 nabij proefveld 24 gevonden daggemiddelden der per eenheid kalkgewicht opgenomen hoeveelheid F-gewicht herleiden op de in de sector 22-23-24 nabij proefveld 6 en proefveld 18 gemeten hoeveelheden en verkrijgt aldus Tabel 7, waarin tevens de groepering volgens afstand van de bron is uitgevoerd.

Tabel 7

Daggemiddelden der per eenheid kalkgewicht opgenomen hoeveelheid F-gewicht.

Periode van	meter 6	meter 24	meter 18
HF-opname	2500 m	5000 m	6000 m
13/7 - 6/8	0,25	0,15	0,12
6/8 - 4/9	0,10	0,32	0,14
4/9 - 11/10	1,35	0,99	0,81
11/10 - 2/11	8,35	4,35	1,68
2/11 - 22/12	9,75	2,85	2,22
22/12 - 21/1	33,63	9,67	3,20
21/1 - 26/2	12,48	9,79	3,58
26/2 - 26/3	23,40	15,27	5,18

Tabel 7 toont reeds aan, dat de meetresultaten, hoewel deze met grote onnauwkeurigheden en wisselvalligheden behept moeten zijn, een goed sluitend beeld geven van de normale afname van de concentratie der rookgassen aan de grond met toenemende afstand van de bron, wanneer, zoals hierbij het geval was, gemeten wordt voorbij het punt waar deze concentratie zijn maximum bezit.

Teneinde de cijfers in elke kolom van Tabel 7 het juiste gewicht ten opzichte van elkaar te geven, is het echter nodig ze bijvoorbeeld alle te herleiden tot de waarden die zouden zijn gemeten, wanneer de wind doorlopend binnen de sector 22-23-24 was blijven waaien. Deze herleiding is in Tabel 8 geschied, door vermenigvuldiging der getallen uit Tabel 7 met de verhouding tussen het totaal aantal synoptische uren in het gegeven tijdvak en het aantal dezer uren met schadelijke windrichting.

Tabel 8

De daggemiddelden in het geval dat de wind doorlopend kwalijk gericht was geweest.

Periode van	meter 6	meter 24	meter 18
HF-opname	2500 m	5000 m	6000 m
13/7 - 6/8	2,6	1,6	1,3
6/8 - 4/9	0,6	2,0	0,9
4/9 - 11/10	12,9	9,4	7,7
11/10 - 2/11	45,9	23,9	9,2
2/11 - 22/12	78,0	22,8	17,8
22/12 - 21/1	230,3	66,1	21,9
21/1 - 26/2	76,6	60,1	22,0
26/2 - 26/3	121,9	79,5	27,0

Van 1 oktober 1956 tot en met 23 maart 1957 werd door de K.N.H.S. weer vloeispaat bij de staalproductie toegepast.

De daggemiddelden der per eenheid kalkgewicht opgenomen hoeveelheden F, die gedurende de eerste twee tijdvakken gemeten werden, bedragen voor de drie afstanden 1,6, 1,8, en 1,1. Er bestond dus blijkbaar ook gedurende de tijd dat bij de K.N.H.S. geen vloeispaat bij de staalproductie werd gebruikt een achtergrond van 1,5 aan opgenomen F-hoeveelheid per dag, die uit het industriegebied Wormerveer-Krommenie afkomstig zou kunnen zijn (11). Trekken we deze waarde van de in totaal opgenomen F-hoeveelheden af, dan verkrijgen we Tabel 9, die nu slechts over de laatste zes tijdvakken loopt.

Tabel 9

De daggemiddelden verminderd met de basiswaarde 1,5.

Periode van	meter 6	meter 24	meter 18
HF-opname	2500 m	5000 m	6000 m
4/9 - 11/10	11,4	7,9	6,2
11/10 - 2/11	44,4	22,4	7,7
2/11 - 22/12	76,5	21,3	16,3
22/12 - 21/1	228,8	64,6	20,4
21/1 - 26/2	75,1	58,6	20,5
26/2 - 26/3	120,4	78,0	25,5

Volgens een mondelinge mededeling, waarmee de K.N.H.S. schrijver dezes zeer verplicht heeft, bedroeg het maandelijks verbruik van vloeispaat in

1956	september	nihil	
	oktober	289	ton
	november	436	ton
	december	419	ton
1957	januari	527	ton
	februari	545	ton
	maart (1-23)	478	ton

Wordt een aan de hand der maandcijfers zo goed mogelijk uitgevoerde evenredige verdeling van het verbruik van vloeispaat over de door Ir.Spierings beschouwde tijdvakken toegepast, dan verkrijgen we voor dit verbruik Tabel 10.

Tabel 10

Gemiddeld dagelijks verbruik aan vloeispaat bij de K.N.H.S. in tonnen.

4/9 - 11/10	2,8
11/10 - 2/11	8,2
2/11 - 22/12	14,4
22/12 - 21/1	16,0
21/1 - 26/2	18,3
26/2 - 26/3	19,1

Herleiden we de gedurende deze laatste zes tijdvakken gemeten hoeveelheden F alle op een verbruik van 1 ton vloeispaat, dat gaat Tabel 9 over in Tabel 11.

Tabel 11

De per eenheid kalkgewicht opgenomen hoeveelheid F per ton vloeispaat.

Periode van	meter 6	meter 24	meter 18
HF-opname	2500 m	5000 m	6000 m
4/9 - 11/10	4,1	2,8	2,2
11/10 - 2/11	5,4	2,7	0,9
2/11 - 22/12	5,3	1,5	1,1
22/12 - 21/1	14,3	4,0	1,3
21/1 - 26/2	4,1	3,2	1,1
26/2 - 26/3	6,3	4,1	1,3

Stellen we naast deze cijfers de gemiddelde windsnelheid ff over de sectoren dd = 22-23-24 en dd = 31-32-33 uit Tabel 12 dan blijkt wel

Tabel 12

Gemiddelde windsnelheid in knopen.

Periode van HF-opname	dd 22-23-24	dd 31-32-33
4/9 - 11/10	15,9	11,0
11/10 - 2/11	16,8	22,3
2/11 - 22/12	17,3	18,6
22/12 - 21/1	22,4	23,8
21/1 - 26/2	17,1	13,7
26/2 - 26/3	18,9	11,0

duidelijk een zekere evenredigheid tussen de gevonden F-hoeveelheden en de windsnelheid te hebben bestaan. Wij moeten deze evenredigheid niet in enig verband met Sutton's formule zien, waarvan men eerder een omgekeerde evenredigheid zou verwachten, maar waarschijnlijk in verband met een zekere beweeglijkheid van de in de luchtstroom geëxponeerde filtreerpapieren stroken, die de opgenomen hoeveelheid HF met de wind doet toenemen. Worden de gemeten cijfers alle recht evenredig op een gemiddelde ff = 10 knopen herleid, dan verkrijgen we uiteindelijk Tabel 13.

Tabel 13

Opgenomen hoeveelheden F, herleid tot een verbruik van 1 ton vloeispaat en een windsnelheid van 10 knopen = 5 m/sec.

Periode van HF-opname	meter 6 2500 m	meter 24 5000 m	meter 18 6000 m
4/9 - 11/10	2,6	2,5	1,4
11/10 - 2/11	3,2	1,2	0,5
2/11 - 22/12	3,1	0,8	0,6
22/12 - 21/1	6,4	1,7	0,6
21/1 - 26/2	2,4	2,3	0,6
26/2 - 26/3	3,3	3,7	0,7
Gem.:	3,50	2,03	0,73

Tabel 13 maakt een zo bevredigend homogene indruk, dat we er een bevestiging van de betrouwbaarheid der gebruikte methode in mogen zien. Uit de aard der zaak komen de grootste variaties op korte afstand van de bron voor.

In (12) werd reeds gewezen op een mogelijke toename van de absorptie van het HF in het in kalk gedrenkte filtreerpapier met de relatieve luchtvochtigheid. Schrijver dezes zou daar een mogelijke afhankelijkheid van de luchttemperatuur aan toe willen voegen. Beide elementen zijn in Tabel 14 voor de genoemde tijdvakken in gemiddelde waarden samengevat, waardoor gemakshalve de beschikbare landgemiddelden werden genomen.

Tabel 14

Periode van HF-opname	Rel.vochtigheid %	Gem.temperatuur °C
13/7 - 6/8	80	15,6
6/8 - 4/9	79	14,2
4/9 - 11/10	84	13,8
11/10 - 2/11	87	10,0
2/11 - 22/12	88	6,3
22/12 - 21/1	89	2,8
21/1 - 26/2	87	2,5
26/2 - 26/3	81	5,0

Het is, zoals men onmiddellijk ziet, niet waarschijnlijk dat de verschillen in opgenomen HF-hoeveelheid van herfst tot voorjaar een gevolg zouden zijn van de verschillen in gemiddelde relatieve vochtigheid, daar deze in het vochtige en sombere jaar 1956 weinig verandering heeft ondergaan. Evenmin blijkt er een duidelijke betrekking tussen de opgenomen HF-hoeveelheden en de heersende temperaturen te bestaan.

Als het juist is, zoals in (12) wordt vermeld, dat de methode van het in kalk gedrenkte filtreerpapier geschikt is ter beoordeling van de beschadigingsintensiteit van gladioleplanten, dan zou uit de op 5000 en 6000 m afstand genomen proeven de gevolgtrekking gemaakt kunnen worden, dat deze beschadigingsintensiteit, wat ook wel waarschijnlijk klinkt, positief met de temperatuur is gecorreleerd. Men doet echter beter om a priori niet aan een rechtstreeks verband met de temperatuur nabij de bodem denken, maar aan een indirect verband.

Het zijn de veelvuldig voorkomende en hardnekkige winterse temperatuur-inversies, die de rookgassen nabij de bodem ophopen. Een aanwijzing, dat men in deze richting moet zoeken, is bijvoorbeeld gelegen in de opvallend hoge concentraties HF die in de periode van 22 december tot 21 januari op 2500 m van de bron werden waargenomen. In deze periode vielen ook de hoogste vochtigheidsgraden.

2.8 Vergelijken we de concentraties, die op twee ongelijke afstanden x_1 en x_2 gemeten worden en noemen deze X_1 en X_2 dan luidt volgens de formule van Sutton hun verhouding

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{x_2}{x_1} \right)^{2-n} \exp \left[- \frac{h^2}{c^2 z} \left(\frac{1}{x_1^{2-n}} - \frac{1}{x_2^{2-n}} \right) \right] \quad (1)$$

Daar de exponentiële functie tussen de hier beschouwde meetpunten slechts zeer langzaam met de afstand daarvan toeneemt, mag vergelijking (1) worden benaderd door

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{x_2}{x_1} \right)^{2-n} \quad (2)$$

Sutton geeft onder normale omstandigheden n de waarde 0,25. Onder deze omstandigheden zou dus volgen

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{x_2}{x_1} \right)^{1,75} \quad (3)$$

Vatten we het gemiddelde cijfer van Tabel 13, op 2500 m afstand van de bron gemeten, 3,50, als betrouwbaar op, dan zou vergelijking (3) geleid hebben tot de volgende waarden bij 5000 m en 6000 m, 1,04 en 0,75. Stellen we daarnaast de gemeten waarden 2,03 en 0,73, dan merken we op, dat hier, althans bij de in noordoostelijke richting gelegen meetpunten op 2500 en 6000 m van de bron van een verrassend goede overeenkomst sprake is. Dit bevestigt de betrouwbaarheid der gemeten waarden in belangrijke mate en dwingt ons de hoge winterwaarden van de concentratie der rookgassen als juist te aanvaarden.

Leiden we uit de tabellen 1 - 5 van (10) de op meetpunt 2, dat is op 2900 m ten noordoosten van de K.N.H.S. gemeten gemiddelde HF-concentraties per maand af, zonder op enige afhankelijkheid van de windrichting te letten en zonder in aanmerking te brengen, dat de meetreeksen belangrijke hiaten vertonen, dan verkrijgen we Tabel 15.

Tabel 15

Maandgemiddelden p.p.m. HF op een gegeven meetpunt in de lucht aangetroffen

mei (5-31)	juni	juli	aug	sep	okt (1-9)
0,0066	0,0017	0,0093	0,0046	0,0016	0,0043

Gedurende de maanden juni tot en met september 1956 bedroeg de gemiddelde HF-concentratie op dit meetpunt 0,0043 p.p.m. Daar gedurende deze maanden bij de K.N.H.S. geen vloeispaat bij de staalproductie werd toegepast, vertegenwoordigt deze waarde dus de "achtergrond", die door het daggemiddelde 1,5 in Tabel 8 in andere maat werd weergegeven. De daggemiddelden, die volgens Tabel 8 tussen 22 december 1956 en 26 maart 1957 daartegenover hebben gestaan, bedroegen

op 2500 m	142,9
5000 m	68,5
6000 m	23,6

per eenheid kalkgewicht opgenomen hoeveelheid F-gewicht. Dit betekent, dat op 2900 m van de bron een waarde van ongeveer 120 zou gevonden zijn. Deze waarde bedraagt 80 maal de waarde van de "achtergrond". Op 2900 m ten noordoosten van de K.N.H.S. zou derhalve in de afgelopen wintermaanden een waarde van $80 \times 0,0043 = 0,34$ p.p.m. HF gemiddeld in de lucht zijn aangetroffen geweest. Men mag de concentratie HF, die op de ongunstigste afstand van de bron - dat is volgens (17), gepaard met de huidige ervaringen, waarschijnlijk op ongeveer 2200 m - zou zijn gemeten, zelfs op gemiddeld 0,4 p.p.m. HF schatten. Dit zijn natuurlijk zeer hoge waarden, die dringend om bevestiging vragen, bijvoorbeeld door absolute metingen van de zijde der Afdeling Gezondheidstechniek T.N.O. op de volgens (10) en (11) toegepaste methode gedurende de komende wintermaanden.

De in de maand mei en de eerste dagen van de maand oktober uitgevoerde metingen wijzen namelijk zelfs niet in incidentele gevallen op de aanwezigheid van HF-concentraties in de lucht van de genoemde orde van grootte, maar dit zou een gevolg kunnen zijn van een toevallige zeldzaamheid in het optreden van ongunstige windrichtingen gedurende de uren van monstername.

De conclusie in (12) getrokken, dat bij NW-wind minder HF geabsorbeerd zou worden dan bij ZW-wind is bepaald onjuist. Zou men de cijfers strikt mogen opvatten, dan komt men veeleer tot de omgekeerde slotsom. Liggen soms bij NW-wind de temperatuur-inversies in de regel lager dan bij ZW-wind? Zonder nadere theoretische beschouwing schijnt zich echter in bepaalde gevallen toch een zekere tegenpraak voor te doen. Immers, wanneer een krachtige temperatuur-inversie optreedt, zodat de rookgassen als het ware tussen een bodem en een plafond opgesloten blijven, is de uitbreiding ervan louter twee dimensionaal. Het blijkt daarom dringend nodig, een steeds wisselende windrichting in de berekening der concentraties te betrekken. De formule van Sutton voor de aan de grond gemeten concentraties in een punt x, y luidt, wanneer k een konstante voorstelt

$$X(x, y) = \frac{k}{x^{2-n}} \exp \left[- \frac{1}{x^{2-n}} \left(\frac{y^2}{c_y^2} + \frac{h^2}{c_z^2} \right) \right] \quad (4)$$

Daarbij is de coördinaat x in de richting van de rookpluim gemeten, de coördinaat y daar loodrecht op. Stel nu, dat de as van de rookpluim harmonische slingerbewegingen over een hoek 2α uitvoert met een periode T , dan is in eerste benadering

$$y = x\alpha \sin \frac{2\pi t}{T}$$

en volgt

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{x_2}{x_1} \right)^{2-n} \exp \left[- \frac{h^2}{c_z^2} \left(\frac{1}{x_1^{2-n}} - \frac{1}{x_2^{2-n}} \right) \right] \frac{1}{T} \int_0^T \exp \left[\frac{\alpha^2}{c_y^2} \sin^2 \frac{2\pi t}{T} (x_2^n - x_1^n) \right] dt \quad (5)$$

Gezien de wisselvalligheden in de windrichting schijnt het wel geoorloofd de middelwaarde $\frac{1}{2}$ in te voeren voor de kwadratische sinusterm, waarmee uit betrekking (5) volgt

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{x_2}{x_1} \right)^{2-n} \exp \left[\frac{\alpha^2}{2 c_y^2} (x_2^n - x_1^n) - \frac{h^2}{c_z^2} \left(\frac{1}{x_1^{2-n}} - \frac{1}{x_2^{2-n}} \right) \right] \quad (6)$$

Het is interessant, naast de tweede term in de exponent, die een negatieve waarde heeft, een eerste term te zien komen van positieve waarde. Het punt van hoogste concentratie nabij de aardbodem verschuift dus buitenwaarts en de afname der concentratie met toenemende afstand van de bron - voorbij dit punt - is minder snel dan bij niet zwaaiende rookpluim. Is $\alpha = 0$ dan vinden we vergelijking (1) terug. Genoeg zij, er in dit rapport op gewezen te hebben, dat hier twee effecten tegenover elkaar staan en er dus geen reden is aan betrouwbare mogelijkheden ter verklaring van het ruimtelijk verloop der gemeten waarden onder wisselende omstandigheden te twijfelen.

3. Conclusie

Het is niet eenvoudig om in de verwarrende hoeveelheid gegevens over 1956 wegwijs te worden, maar er blijken toch enkele van meteorologisch standpunt belangrijke conclusies uit getrokken te kunnen worden. Veel is daarbij, wat vroegere resultaten bevestigt en ook goed verklaarbaar geacht mag worden.

- 3.1 De concentratie der rookgassen aan de grond neemt in het algemeen met afnemende windsnelheid toe.
- 3.2 Weersomstandigheden die hoge relatieve vochtigheid en regen meebrengen voeren vaak de concentratie der rookgassen nabij de grond op.
- 3.3 Ook op een dag volgende op een regenachtige dag, kan de concentratie der rookgassen nabij de grond nog betrekkelijk hoog blijven. Deze nawerking valt waarschijnlijk ten laste van een in de onderste luchtlagen optredende verticale stabiliteit, die nog korte tijd voortbestaat. Ze kan zeer snel verdwijnen.
- 3.4 De gasaanval van 10 en 11 mei op twee regenachtige dagen vestigt de aandacht op het bestaan ener temperatuur-inversie boven het niveau der schoorsteenmonden ook gedurende de daguren.

- 3.5 Nadruk op het omlaag brengen der rookgassen door temperatuur-
inversies op geringe hoogte, wordt eveneens gelegd door een reeks
metingen van HF concentraties, die gedurende de afgelopen winter-
maanden op een drietal punten, namelijk 2500, 5000, en 6000 m van
de bron, met behulp van een indirecte methode werden uitgevoerd.
De steeds redelijk gebleven verhouding der drie waarden bevestigt
de betrouwbaarheid van de methode.
- 3.6 De volgens deze methode gevonden waarden der HF concentratie
zijn gedurende de afgelopen wintermaanden echter zo hoog opge-
lopen, dat metingen gedurende de komende wintermaanden volgens
een absolute methode dringend gewenst zijn.
- 3.7 Zwaaien rookpluimen met wisselende windrichting, dan wordt
het punt aan de grond van maximale concentratie der rookgassen
buitenwaarts verplaatst en neemt de concentratie voorbij dit
punt minder snel met toenemende afstand van de bron af.