

20 JUNI 1958

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Verslagen: V-29
(R III-218-1958)

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, 1957.

door

Dr. H.P. Berlage

551.510.42



C. 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) Drieuurlijkse synoptische weerberichten van IJmuiden
- (4) Verslag van de metingen van de verontreiniging van de buitenlucht te Beverwijk en omstreken gedurende de periode september 1955 tot en met september 1956, Instituut voor Gezondheidstechniek T.N.O., afdeling Industriële Luchtverontreiniging, werkrapport F. 537, 12 november 1956
- (5) Werkrapport betreffende de bepaling van het H_2SO_4 - en HF -gehalte van de buitenlucht te Beverwijk e.o., op 27, 28, 29 en 31 augustus 1956, Instituut voor Gezondheidstechniek T.N.O., afdeling Industriële Luchtverontreiniging, werkrapport F. 580, 17 december 1956
- (6) 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, Instituut voor Gezondheidstechniek T.N.O., sectie Industriële Luchtverontreiniging, werkrapport F 597, 22 december 1956

- (7) Verslag van de metingen van de verontreiniging van de buitenlucht te Beverwijk en omstreken gedurende de periode september 1956 tot en met september 1957, Instituut voor Gezondheidstechniek T.N.O., afdeling Industriële Luchtverontreiniging, werkrapport F 591, 24 december 1957
- (8) De bepaling van het H_2SO_4 - en HF-gehalte van de buitenlucht te Beverwijk op 10 mei; 31 oktober en 1 november 1957, Instituut voor Gezondheidstechniek T.N.O., afdeling Industriële Luchtverontreiniging, werkrapport F 622, 18 februari 1958
- (9) Bestrijding van de luchtverontreiniging bij Hoogovens en Nevenbedrijven over het jaar 1957; C.A. Arons, Laboratorium K.N.H.S., 1 februari 1958
- (10) Verslag van de verrichtingen t.b.v. het rookgasschade-onderzoek te Beverwijk en omstreken. Seizoen 1956-1957, door M. Stenvert, januari 1958
- (11) HF-waarnemingen verricht van 13/7 1956 tot 2/1 1958 op drie meetpunten resp. in de omgeving van Santpoort, Beverwijk en Heemskerk, Ir. F. Spierings, I.P.O., februari 1958
- (12) Bladanalyses op fluorgehalte van de gladiolen Sneeuwprinses en Mansoer, geteeld op de proefvelden in de omgeving van Beverwijk en elders in 1957, Ir. F. Spierings, I.P.O., februari 1958
- (13) Statistische analyse van tulpenproeven betreffende schade door HF in de omgeving van Beverwijk, C.A. van den Anker, I.P.O., Nr. V 81, februari 1958
- (14) De rapporten R III-156-1955, R III-179-1956 en R III-205-1957, K.N.M.I. Afdeling Klimatologie en Landbouwmeteorologie

1. Inleiding

Dit rapport is een vervolg op de onder (14) genoemde rapporten.

2. Het onderzoek

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 1957 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	27	10	46	19	31	28	57
02	59	11	23	20	37	29	45
03	49	12	34	21	42	30	46
04	49	13	35	22	<u>72</u>	31	64
05	22	14	29	23	<u>72</u>	32	42
06	55	15	18	24	<u>76</u>	33	46
07	61	16	25	25	<u>70</u>	34	56
08	33	17	21	26	<u>86</u>	35	52
09	58	18	42	27	61	36	39

Onderstreept zijn slechts de waarden van n gelijk en groter dan 70. Dit jaar lag kennelijk het zwaarste gewicht bij de windrichtingen tussen Zuidwest en West. Op 31 der synoptische uren werd windstilte (00) gerapporteerd.

Waar vorige rapporten de hypothese, dat zwakke winden ongunstig zijn, duidelijk bevestigen, werd het meteorologische materiaal van 1957 ook wederom op dezelfde wijze bewerkt als dat van 1954, 1955 en 1956.

In Tabel 2 zijn de tellingen der schadelijke uren samengevat.

jun	I	II	III	IV	jul	I	II	III	IV	aug	I	II	III	IV
1	3	3	3	3	4	3	3	3	1	6	4	4	4	1
2	2	2	2	1	7	5	5	2		7	3	3	3	
<u>4</u>	6	6	4	2	<u>8</u>	7	7	4	1	10	6	2		
5	1	1			<u>9</u>	7	7	7	2	11	5	1		
6	3	3	1		10	2	2	2	1	<u>12</u>	7	6	2	
7	1	1	1		12	5	5	3		<u>13</u>	5	5	5	
8	1	1	1	1	13	6	5	4		14	2	2	2	
9	3	3	3	1	<u>14</u>	5	5	5		15	4	4		
26	3	3	3	2	16	2	2	2	1	16	5	5	1	
27	5	5	4		17	3	3	3	3	19	2	2		
<u>28</u>	6	6	6		20	4	4	4	3	20	1	1	1	1
29	3	3	3		21	1	1	1		23	1	1	1	
					26	5	5	3		24	2			
					28	1	1	1	1	25	5			

sep	I	II	III	IV
1	3	3	3	
4	2	2	2	1
<u>6</u>	5	5	5	4
7	4	4	3	
8	4	4	4	
9	4	4	4	
10	2	2		
11	1			
15	1	1	1	1
18	3	3	3	
19	1	1	1	
21	1	1	1	1
<u>22</u>	6	6	6	1
23	3	3	3	

Laat ons, evenals in (14), 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 1 maart en 30 september de volgende dagen bijzonder ongunstig geweest te zijn

1957	mrt	<u>8</u>	mei	<u>13</u>	aug	<u>12</u>
		<u>14</u>		14		<u>13</u>
		<u>15</u>		16	sep	6
		<u>17</u>		17		<u>22</u>
		<u>19</u>	jun	<u>4</u>		
		21		28		
	apr	15				
		16	jul	8		
		17		9		
		18		<u>14</u>		

Bij vergelijking van dit staatje met het overeenkomstige in de onder (14) vermelde rapporten, bedenke men, dat in dit geval, voornamelijk in verband met het zeer vroege voorjaar, als groei en bloeiseizoen, het gehele tijdvak van 1 maart tot en met 30 september werd behandeld.

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

2.2 Het jaar 1957 was, sterker dan 1955 en 1956, maar meer in overeenstemming met 1954, gekenmerkt door enige reeksen achtereenvolgende schadelijke dagen, typische "gasaanvallen", zich uitstreckende voornamelijk over 14-21 maart, 15-18 april en 13-17 mei.

Van deze gasaanvallen heeft de eerste, volgens (9) en (10), reeds aanzienlijke schade aan de tulpen berokkend, die bij het vroege voorjaar toen reeds betrekkelijk ver in ontwikkeling waren. De ongunst dezer periode werd bovendien door veel regen vergroot. In de nacht van 16 op 17 maart kwam mist voor, hetgeen een aanwijzing te meer is voor het bestaan van hoge vochtigheidsgraden dicht nabij het aardoppervlak. Trouwens 7 en 8 maart hadden ook reeds mist gebracht, gepaard met schadelijke windrichting en in deze gevallen eveneens zwakke winden.

2.3 Wat de verspreiding der rookgassen betreft zij hierbij aangeknoopt aan het door Ir. Spierings verrichte onderzoek naar de in kalk geabsorbeerde hoeveelheden HF op drie punten, die op een afstand van 2500, 5000 en 6000 m van de bron gelegen zijn bij de gladioleproefvelden 6, 24 en 18, het eerste bij Beverwijk, het tweede bij Santpoort, het derde bij Heemskerk (11). Ten einde de op deze punten gemeten hoeveelheden te kunnen vergelijken, is het nodig ze alle te herleiden tot het geval, dat de wind ten opzichte van elk der punten doorlopend ongunstig gericht geweest zou zijn. In tabel 6 uit het laatste der onder (14) vermelde rapporten werd reeds een overzicht gegeven van de frequenties der betrokken windrichting 22-23-24 en 31-32-33 voor de periode 13 juli 1956 tot en met 26 maart 1957. In tabel 3 volgt een gelijk overzicht voor de periode 26 maart 1957 tot en met 2 januari 1958

Tabel 3

Aantal malen voorkomende windrichting

Periode (1957-1958)	22-23-24	31-32-33
26/3 - 24/4	18	20
24/4 - 24/5	29	24
24/5 - 19/6	12	15
19/6 - 17/7	46	19
17/7 - 8/8	13	23
8/8 - 11/9	49	36
11/9 - 9/10	11	25
9/10 - 6/11	56	7
6/11 - 4/12	3	10
4/12 - 2/1	30	8

Tabel 3 maakt onmiddellijk begrijpelijk, waarom in de periode 6/11-4/12 zulke lage HF-waarden in Beverwijk en Heemskerk werden gemeten. Dat er geen grond is om deze lage waarden een uitzondering te noemen, zie (11), blijkt uit tabel 4, die het resultaat inhoudt van de genoemde herleiding der vastgestelde F-gewichten, uitgebreid over de gehele reeks der tot dusver door Ir. Spierings verrichte metingen.

Tabel 4

Daggemiddelden der per eenheid kalkgewicht opgenomen hoeveelheid F-gewicht bij doorlopend schadelijke windrichting

Periode van HF-opname 1956-1958	meter 2 proefveld 6 2500 m	meter 1 proefveld 24 5000 m	meter 3 proefveld 18 6000 m
1956 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
26/3 - 24/4	23.4	14.4	11.1
24/4 - 24/5	9.1	14.3	8.0
24/5 - 19/6	19.4	13.8	15.8
19/6 - 17/7	11.6	11.8	9.4
17/7 - 8/8	41.0	15.3	22.2
8/8 - 11/9	8.0	7.5	6.5
11/9 - 9/10	28.0	7.1	24.9
9/10 - 6/11	88.2	29.8	31.3
6/11 - 4/12	77.7	19.9	79.9
4/12 - 2/1 1958	74.7	89.8	22.3

Wordt van deze waarden de uit de eerste twee waarnemingsperioden bepaalde "achtergrond 1956" van 1,5 afgetrokken, dan blijft, met ingang van de derde waarnemingsperiode de in tabel 5 verwerkte reeks over :

Tabel 5

Gelijk tabel 4, verminderd met "achtergrond 1956"

1956	4/9 - 11/10	2500 m 11,4	5000 m 7,9	6000 m 6,2	overgang
	11/10 - 2/11	44,4	22,4	7,7	vloeispaat
	2/11 - 22/12	76,5	21,3	16,3	
	22/12 - 21/1	228,8	64,6	20,4	
	21/15 - 26/2	75,1	58,6	20,5	
	26/2 - 26/3	120,4	78,0	25,5	
	26/3 - 24/4	21,9	12,9	9,6	bauxiet
	24/4 - 24/5	7,6	12,8	6,5	
	24/5 - 19/6	17,9	12,3	13,3	
	19/6 - 7/7	10,1	10,3	7,9	
	7/7 - 8/8	39,5	13,8	20,7	
	8/8 - 11/9	6,5	6,0	5,0	
	11/9 - 9/10	26,5	5,6	23,4	overgang
	9/10 - 6/11	86,7	28,3	29,8	vloeispaat
	6/11 - 4/12	76,2	18,4	78,4	
	4/12 - 2/1,1958	73,2	88,3	20,8	

In tabel 5 zijn door horizontale lijnen gescheiden: een eerste periode, waarin, namelijk op 1 oktober 1956, door de K.N.H.S. van het gebruik van bauxiet bij de staalbereiding wederom werd overgegaan op het gebruik van vloeispaat, een tweede periode waarin vloeispaat werd toegepast, een derde periode waarin bauxiet werd toegepast, een vierde periode waarin, namelijk op 1 oktober 1957, op het gebruik van vloeispaat werd overgeschakeld en een vijfde periode, waarin wederom over het geheel vloeispaat werd toegepast.

Uit tabel 5 blijkt nu, dat de fluor-verontreiniging gedurende de voorjaars- en zomermaanden van 1957, toen door de K.N.H.S. geen vloeispaat werd toegepast, een belangrijk hogere waarde bereikte dan in de laatste maanden der zomerperiode 1956, toen metingen van deze aard voor het eerst werden uitgevoerd.

Deze betrekkelijk hoge waarde mag misschien worden toegeschreven aan de sinds december 1956 bij de K.N.H.S. in gebruik genomen sinterinstallatie, die haar afvoer bezit door de schoorsteen van 150 m hoogte.

De daggemiddelden der per eenheid kalkgewicht opgenomen hoeveelheid F-gewicht bedragen gemiddeld over de periode 26 maart tot en met 11 september 1957:

2500 m	5000 m	6000 m
17,3	11,5	10,3

Het is interessant naast deze cijfers de gemiddelden te vermelden, die bereikt werden in de daarop volgende winterperiode van 9 oktober tot en met 2 januari, namelijk

2500 m	5000 m	6000 m
78,4	45,0	43,0

De verhoudingen der overeenkomstige waarden bedragen:

$$\frac{78,4}{17,3} = 4,5$$

$$\frac{45,0}{11,5} = 3,9$$

$$\frac{43,0}{10,3} = 4,2$$

Deze waarden zijn, gezien de grote spreiding der voor elk partieel tijdvak geldende cijfers, opvallend constant. Hun gemiddelde bedraagt 4,2. Dit gemiddelde verhoudingscijfer is te vergelijken met de in tabel 6 van (7) vermelde meetresultaten aan in regenwater opgeloste fluoride. De verhouding winter : zomer bedraagt voor de in genoemd onderzoek toegepaste 8 meetpunten 4,2 3,2 4,4 2,8 2,5 1,0 4,5 of gemiddeld 3,2. Bedenkende, dat bij regen de atmosfeer slechts als het ware steekproefsgewijs wordt bemonsterd, mogen we de overeenstemming in deze verhoudingen als bevredigend beschouwen. Ruwweg gesproken, wordt dus, als door de K.N.H.S. geen vloeispaat bij de staalbereiding wordt toegepast, onder de huidige omstandigheden de fluor-verontreiniging van de lucht tot op een vierde teruggebracht. Worden voor een juiste vergelijking der meetresultaten tijdens het uitsluitend gebruik van vloeispaat en tijdens het uitsluitend gebruik van bauxiet bij de staalbereiding sinds het in gebruik stellen der sinterinstallatie, slechts de met ingang van 22 december gemeten winterwaarden samengevat, maar verminderd met de bovengenoemde zomerwaarden, dan verkrijgen we tabel 6.

Tabel 6

Daggemiddelden der per eenheid kalkgewicht opgenomen hoeveelheid F-gewicht, verminderd met de voor de periode 26 maart tot en met 11 september 1957 geldende waarden:

Periode van HF-opname 1956-1958	meter 2 proefveld 6 2500 m	meter 1 proefveld 24 5000 m	meter 3 proefveld 18 6000 m
1956 22/12 - 21/1	211,5	53,1	10,1
21/1 - 26/2	57,8	47,1	10,2
26/2 - 26/3,1957	103,1	66,5	15,2
1957 9/10 - 6/11	69,4	16,8	19,5
6/11 - 4/12	58,9	6,9	68,1
4/12 - 2/1,1958	56,0	76,8	10,5

Schrijver dezes is de directie der K.N.H.S. dank verschuldigd voor de volgende opgave van het verbruik aan vloeispaat bij de Siemens Martin Staalfabriek,

1957	oktober	489 ton
	november	581 "
	december	545 "
1958	januari	470 "
	februari	566 "

Het dagelijks verbruik aan vloeispaat bij de K.N.H.S. tijdens de in tabel 6 onderscheiden zes perioden bedroeg, volgens de meest voor de hand liggende relatieve verdeling.

1956	22/12 - 21/1	16,0 ton
	21/1 - 26/2	18,3 "
	26/2 - 26/3 1957	19,1 "
1957	9/10 - 6/11	15,4 "
	6/11 - 4/12	19,1 "
	4/12 - 2/1 1958	17,4 "

Worden de in tabel 6 opgegeven waarden herleid tot daggemiddelden F-gewicht per ton vloeispaat dan verkrijgen we tabel 7.

Tabel 7

		2500 m	5000 m	6000 m
1956	22/12 - 21/1	(13,2)	3,3	0,6
	21/1 - 26/2	3,2	2,6	0,6
	26/2 - 26/3 1957	5,4	3,5	0,8
1957	9/10 - 6/11	6,5	1,1	1,3
	6/11 - 4/12	5,2	0,4	3,6
	4/12 - 2/1 1958	3,2	4,4	0,6

Volgens het laatste der onder (14) genoemde rapporten bestond er aanleiding een lineaire herleiding der tot dusver bekende in kalk geabsorbeerde F-gewichten op een windsnelheid van 10 knopen toe te passen, op grond van het feit, dat in het algemeen grotere gewichten met grotere windsnelheden gepaard gingen. In de latere uitkomsten is van een dergelijk verband, dat trouwens onwaarschijnlijk is, geen spoor meer te bekennen. Daarom is van enige herleiding op gelijke windsnelheid van de waarden uit tabel 7 afgezien. Daar de totaal gemiddelde windsnelheid tussen 22 december 1956 en 2 januari 1958 in de richting 22-23-24 15,5 knopen heeft bedragen en in de richting 31-32-33 15,6 knopen is er tevens weinig reden voor enig systematisch verschil in de metingen der F-concentratie in de beide richtingen op grond van systematische verschillen in windsnelheid.

Als gevolg hiervan liggen de waarden uit tabel 7 hoger dan de overeenkomstige uit tabel 13 in het laatste der onder (14) genoemde rapporten.

Tenslotte zij aangetekend, dat in tabel 7 de waarde 13,2 in de eerste der 6 beschouwde tijdvakken op 2500 m afstand gemeten onbetrouwbaar hoog verschijnt en daarom tussen haakjes geplaatst is. Laten we deze waarde bij een berekening der totaal gemiddelden achterwege, dan komen we uit op de volgende per ton vloeispaat bereikte daggemiddelden der per eenheid kalkgewicht opgenomen hoeveelheden F-gewicht in het geval dat de wind doorlopend kwalijk gericht geweest was.

2500 m	5000 m	6000 m
4,70	2,55	1,25

2.4 Sutton's formule voor de verhouding der concentraties X_1 en X_2 op twee punten x_1 , x_2 van de bron bij een schoorsteenhoogte van h m luidt:

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

Passen we deze formule op de drie concentraties X_1 , X_2 en X_3 , gemeten op de afstanden $x_1 = 2500$ m, $x_2 = 5000$ m en $x_3 = 6000$ m, toe, waarbij onder normale omstandigheden volgens Sutton met $n = 0.25$ gerekend mag worden, dan verkrijgen we twee betrekkingen, namelijk

$$\frac{X_1}{X_2} = 2^{1,75} \exp \left[- \frac{h^2}{c_z^2 2500^{1,75}} \left(1 - \frac{1}{2^{1,75}} \right) \right]$$

$$\frac{X_1}{X_3} = 2,4^{1,75} \exp \left[- \frac{h^2}{c_z^2 2500^{1,75}} \left(1 - \frac{1}{2,4^{1,75}} \right) \right]$$

of:

$$-0,434 \frac{2,36}{3,36} \frac{h^2}{c_z^2 2500^{1,75}} = {}^{10} \log \frac{X_1}{X_2} - {}^{10} \log 3,36 \quad (a)$$

$$-0,434 \frac{3,66}{4,66} \frac{h^2}{c_z^2 2500^{1,75}} = {}^{10} \log \frac{X_1}{X_3} - {}^{10} \log 4,46 \quad (b)$$

Passen we de betrekkingen (a) en (b) op de wintercondities toe, waarin door de K.N.H.S. vloeispaat bij de staalbereiding gebruikt werd, dan is

$$X_1 = 4,70 \quad X_2 = 2,55 \quad X_3 = 1,25$$

en volgt

$$0,434 \frac{h^2}{c_z^2 2500^{1,75}} = 0,377 \text{ uit (a)}$$

en

$$0,434 \frac{h^2}{c_z^2 2500^{1,75}} = 0,117 \text{ uit (b)}$$

of gemiddeld

$$0,434 \frac{h^2}{C_z^2 2500^{1,75}} = 0,247$$

Hieruit volgt

$$\frac{h}{C_z} = 940 \sqrt{\frac{0,247}{0,434}} = 710$$

De afstand van de bron tot het punt waar de hoogste concentratie aan de grond verwacht mag worden bedraagt in dit geval, volgens Sutton's formule,

$$d_{\max} = \left(\frac{h}{C_z}\right)^{\frac{2}{1,75}} = 710^{\frac{2}{1,75}} = 1800 \text{ m}$$

Passen we de betrekkingen (a) en (b) op de zomercondities toe, waarin door de K.N.H.S. geen vloeispaat bij de staalbereiding wordt gebruikt, dan is

$$X_1 = 17,3 \quad X_2 = 11,5 \quad X_3 = 10,3$$

en volgt

$$0,434 \frac{h^2}{C_z^2 2500^{1,75}} = 0,494 \text{ uit (a)}$$

en

$$0,434 \frac{h^2}{C_z^2 2500^{1,75}} = 0,540 \text{ uit (b)}$$

of gemiddeld

$$0,434 \frac{h^2}{C_z^2 2500^{1,75}} = 0,517$$

Hieruit volgt

$$\frac{h}{C_z} = 940 \sqrt{\frac{0,517}{0,434}} = 1040$$

en voor de afstand van de bron tot het punt waar de hoogste concentratie aan de grond verwacht mag worden

$$d_{\max} = \left(\frac{h}{C_z}\right)^{\frac{2}{1,75}} = 1040^{\frac{2}{1,75}} = 2800 \text{ m}$$

Gezien de grote variabiliteit der aan deze berekeningen ten grondslag liggende meetresultaten, mag men ook aan de toegepaste gemiddelden geen al te grote waarde hechten.

We mogen ze te minder op de keper beschouwen, omdat de onder 2.5 gegeven nadere overwegingen ons tot numerieke correcties ervan zouden kunnen dwingen. Niettemin blijven er dus positieve aanwijzingen bestaan dat de ernstige fluor-verontreiniging, die gedurende de wintermaanden optreedt als gevolg van het door de K.N.H.S. toegepaste vloespaat, van een lager gelegen bron afkomstig is dan de geringere fluor-verontreiniging, die gedurende de zomermaanden wordt waargenomen. Deze aanwijzingen mogen dan, naar het schijnt, tevens wel worden opgevat als bewijs voor de juistheid der veronderstelling, dat het de sinterinstallatie met haar schoorsteen van 150 m hoogte is, waaraan de gedurende de zomermaanden vastgestelde fluor-verontreiniging van de lucht hoofdzakelijk moet worden geweten. Dit zou tevens kunnen verklaren, waarom het karakter der fluor-verontreiniging gedurende de zomermaanden bepaald verschillend is van dat der fluor-verontreiniging gedurende de wintermaanden. Volgens (7) nam, zoals reeds vermeld, de in regenwater opgeloste hoeveelheid fluoride in nagenoeg even sterke mate af bij het gebruik van bauxiet als de door in kalk gedrenkte stroken opgenomen hoeveelheid. Gedurende de zomermaanden van 1957 nam echter volgens (7) de op Luikse bollen neergeslagen hoeveelheid stofvormig fluoride zelfs toe. Een significant verloop met de tijd van de gemiddeld per dag op Luikse bollen neergeslagen hoeveelheid fluoride over de totale waarnemingsreeks kon echter niet worden vastgesteld, hetgeen wijst op het onafhankelijk van de wisseling in gebruik van bauxiet en vloespaat bestaan dezer stofbron. Wellicht zijn het eenvoudig de vele regens in de zomer van 1957 geweest die ook een meer dan normale stofhoeveelheid op de Luikse bollen hebben doen neerkomen en doen vasthechten, althans voor zover de regens niet zo zwaar geweest zijn dat ze, wat wel eens werd opgemerkt, de Luikse bollen zouden hebben afgespoeld.

2.5 Ten einde nog iets scherpere conclusies te kunnen trekken, nemen we in tabel 8 over de resultaten der F-bepalingen, volgens de bijlagen 4 en 7 van (7), die betrekking hebben op de in regemeters verzamelde in water opgeloste hoeveelheden en de op Luikse bollen als stof neergeslagen hoeveelheden F.

Tabel 8

Fluor-bepalingen uit (7)

Plaats	Meetpunt	afstand van K.N.H.S m	neerslag in regenwater g. per 100 m ² per dag	neerslag op Luikse bollen 10 ⁻⁶ g. per dag
Beverwijk	1	2100	0,15	3,9
	2	2900	0,13	2,2
	3	3500	0,14	1,9
	4	4200	0,12	1,3
Santpoort	7	4900	0,04	0,8
Heemskerk	5	5800	0,07	1,3
Egmond-Binnen	8	15000	0,07	0,5

De meetpunten 1, 2, 3, 4 en 5 liggen noordoostelijk van de bron, het meetpunt 8 ligt noordnoordoostelijk van de bron. De zuidwestelijke winden in de richting der meetpunten 1, 2, 3, 4, 5 en de zuidzuidwestelijke in de richting van het meetpunt 8 zijn volgens tabel 1 ten naastebij even frequent voorgekomen. Dit geldt niet voor de winden in de richting van meetpunt 7 te Santpoort, dat zuidoostelijk van de bron is gelegen. Noordwestenwinden zijn minder frequent dan zuidwestenwinden in een verhouding van ongeveer 2 tegenover 3. Deze verhouding in acht nemende, is er geen enkele gewrongenheid in een relatieve opvoering van de te Santpoort gemeten waarden 0,04 in regenwater en 0,8 op Luikse bollen tot 0,07 en 1,3, waardoor tabel 8 gehomogeniseerd wordt tot tabel 9.

Tabel 9

Fluor-bepalingen uit (7) gehomogeniseerd

Plaats	Meetpunt	afstand van K.N.H.S. m	neerslag in regenwater g. per 100 m ² per dag	neerslag op Luikse bollen 10 ⁻⁶ g. per dag
Beverwijk	1	2100	0,15	3,9
	2	2900	0,13	2,2
	3	3500	0,14	1,9
	4	4200	0,12	1,3
Santpoort	7	4900	0,07	1,3
Heemskerk	5	5800	0,07	1,3
Egmond-Binnen	8	15000	0,07	0,5

Uit tabel 9 blijkt, dat de aldus bepaalde F-gewichten per eenheid van tijd slechts in betrekkelijk zwakke mate met toenemende afstand van de bron afnemen. Dit geldt vooral voor de gewichten van de in regenwater opgeloste fluoride. Beschouwt men de in tabel 15 van (7) volgens "Bepaling 6" voor vier tijdvakken A, B, C, D opgegeven F-waarden in functie van de afstand van de bron,

meetpunt	1	2	3	4	5
A (winter 1955-56)	0,11	0,08	0,10	0,09	0,07
B (zomer 1956)	0,06	0,09	0,07	0,07	0,05
C (winter 1956-57)	0,25	0,20	0,24	0,20	0,11
D (zomer 1957)	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04

dan blijkt eigenlijk noch in de zomerperiode van 1956, noch in die van 1957, perioden waarin door de K.N.H.S. geen vloeispaat werd gebruikt, van een duidelijke afname der F-gewichten met toenemende afstand van de bron sprake te zijn.

Dit cijfermateriaal wekt sterk de indruk dat er een gedurige F-verontreiniging in de dampkring bestaat, die als gevolg van uitregening ongeveer 0,03 gram per 100 m² per dag oplevert. Zonder twijfel is deze "achtergrond" dezelfde als die, welke volgens (6) en (14) gedurende de zomermaanden van 1956, in de vorm van gemiddeld 0,0043 p.p.m. HF

met behulp van impingers in luchtmonsters werd waargenomen. Volgens een mondelinge mededeling, die schrijver dezes van Drs. Hartogensis ontving, vooruitlopende op publicatie, werden ook gedurende de zomermaanden 1957, met grote schommelingen bedragen van eenzelfde orde van grootte gemeten.

Het is de moeite waard hieraan een berekening te knopen van de hoogte waarover regendruppels zouden moeten vallen om een HF-gewicht van 0,03 gram per 100 m² per dag omlaag te brengen, wanneer we van de veronderstelling zouden uitgaan, dat de druppels alle HF opnamen uit de lucht waar ze doorheen vallen. Laat ons aannemen, dat de straal van een normale regendruppel 0,05 cm bedraagt en dat deze over de hoogte h cm valt.

In de door de druppel doorlopen cylinder bevindt zich dan $\pi \times 0,25 \times 1,3 \times 10^{-5} h$ gram lucht. Bestaat het $0,0043 \times 10^{-6}$ -de deel daarvan uit HF dan zou de druppel $\pi \times 1,40 \times 10^{-14} h$ gram HF hebben geabsorbeerd. Het gewicht van de druppel bedraagt $\frac{4}{3}\pi \times 0,125 \times 10^{-3}$ gram. Dus zou zich het HF-gewicht tot het watergewicht verhouden als

$$\frac{8,4 h}{10^{11}}$$

Stellen we de gemiddelde dagelijkse regenval gedurende de zomermaanden op 3 mm dan valt per dag 3×10^5 gram water op 100 m². Daar zou zich 0,03 gram HF in bevinden.

Dus volgt:

$$h = \frac{3 \times 10^{11}}{3 \times 8,4 \times 10^7} = 1200 \text{ cm} = 12 \text{ m}$$

Het is begrijpelijk en ook welbekend, dat vallende druppels maar een klein percentage bij-mengingen, zowel gas als stof uit de lucht absorberen, omdat de lucht voor de vallende druppel uitwijkt en om deze heen spoelt.

Het gasvormige HF is in dit opzicht misschien zelfs bevoorrecht vanwege een zekere hygroscopticiteit, al is deze veel minder sterk dan die van HCL.

Stellen we de valhoogte, waarover het verwachte resultaat bereikt zou moeten zijn op 180 m, ongeveer de dubbele normale effectieve schoorsteenhoogte, dan betekent dit, dat ongeveer $\frac{1}{15}$ van het in de lucht aanwezige HF door de regen wordt opgenomen en in het regenwater opgelost.

Is deze opvatting juist, dan zou daarmee een interessant kwantitatief resultaat bereikt zijn.

Zijn we op de goede weg dan kan tabel 9 nogmaals een verbetering ondergaan, door aftrek van 0,03 van alle waarden uit kolom 3.

We verkrijgen dan tabel 10.

Tabel 10

Fluor-bepalingen herleid

Plaats	Meetpunt	afstand van K.N.H.S. m	neerslag in regenwater g.per 100 m ² per dag	neerslag op Luikse bollen 10 ⁻⁶ g.per dag
Beverwijk	1	2100	0,12	3,9
	2	2900	0,10	2,2
	3	3500	0,11	1,9
	4	4200	0,09	1,3
Santpoort	7	4900	0,04	1,3
Meerskerk	5	5800	0,04	1,3
Egmond-Binnen	8	15000	0,04	0,5

We zien nu overblijven een betrekkelijk constante verhouding tussen de in het regenwater neergeslagen hoeveelheid F en de op de Luikse bollen met stof neergeslagen hoeveelheid F. Beide cijferreeksen verwijzen nu duidelijk naar de K.N.H.S. als bron der F-verontreiniging, voor zover deze niet als "achtergrond 1957" van onbepaalde herkomst aanwezig is. Nemen we de stofmonsters als betrouwbaarste relatieve maatstaf, dan is het merkwaardig op te merken dat het product, afstand van de bron maal stofgewicht F, ongeveer constant is, namelijk als volgt

meetpunt	product
1	8190
2	6380
3	6650
4	5460
7	6370
5	7540
8	7500

We mogen hierin een bevestiging zien van het neerslag-karakter dezer verontreiniging. Een verstrooiing zoals hier beschouwd geschiedt niet volgens Sutton's formule. Worden rookgassen, uit een puntbron afkomstig, door regens neergeslagen of zakt stof langzaam uit zichzelf omlaag, dan is hetgeen op de bodem neerkomt in beide gevallen in grote trekken verdeeld alsof de verspreiding in het horizontale vlak had plaats gevonden, en dit houdt in, dat de gewichtshoeveelheden ervan als ten naastebij omgekeerd evenredig verschijnen aan de afstand van de bron.

2.6 De onafhankelijk van de windrichting in de lucht aangetroffen hoeveelheid HF ten bedrage van ongeveer 0,004 p.p.m. moet wel van industriële oorsprong zijn, want deze hoeveelheid is niet verklaarbaar uit de zeer geringe hoeveelheid die uit het onder de zeezouten aanwezige NaF door verstuiving van zeewater in de dampkring kan geraken. Volgens (4) zou dit 0,0007 delen fluoride op 1 deel chloride kunnen zijn, of in gewichtsdelen 0,0004 gram F op 1 gram Cl, terwijl de in regenwater aangetroffen hoeveelheden zich volgens (7) bijlage 4 en (4) bijlage 5 in de totaal-gemiddelden verhouden als 0.03 respectievelijk 0.04 gewichtsdelen F op 1 gewichtsteel Cl. Het is interessant de HF-bepaling in luchtmonsters die onder de rook der K.N.H.S. zijn uitgevoerd op 27, 28, 29 en 31 augustus 1956 (5) en degene die zijn uitgevoerd op 10 mei, 31 oktober en 1 november 1957 (8) te vergelijken. De gemiddelde resultaten daarvan zijn in tabel 11 naast elkaar gesteld.

Tabel 11

HF-bepalingen in luchtmonsters

	afstand m	windrichting	HF p.p.m.	HF p.p.m.-0,004
1956 27 aug	1500	OZO	0,019	0,015
28 "	800	ZZW	0,015	0,011
29 "	1600	WZW	0,009	0,005
31 "	2200	NNW	0,005	0,001
1957 10 mei	1600	ZO + O-ZO	0,019	0,015
31 okt	800	ZZW	0,021	0,017
1 nov	1500	WZW	0,004	0,000

De overeenkomst tussen beide reeksen is opvallend.

Nu werd door de K.N.H.S. op 31 okt en 1 nov 1957 reeds weer vloeispaat bij de staalbereiding toegepast en er zou reden zijn zich over de niet boven de "achtergrond" uitkomende geringe HF-concentratie op 1 nov 1957 te verwonderen, wanneer niet meteorologische omstandigheden grote invloed op de resultaten der metingen van één gegeven dag konden uitoefenen. De WZW-wind, die op 1 nov 1957 heerste, voerde misschien volkomen reine zeelucht aan. Er is derhalve meer reden gewicht te hechten aan het overeenstemmen van de op 10 mei 1957 waargenomen HF-concentratie bij OZO-wind op 1600 m afstand van de bron met de op 27 augustus 1956 onder dezelfde omstandigheden waargenomen HF-concentratie op 1500 m afstand. In beide gevallen werd door de K.N.H.S. geen vloeispaat toegepast.

We mogen daaruit wel de conclusie trekken dat ook bij gebruik van bauxiet de HF-concentratie in de dampkring onder de rook der K.N.H.S. op afstanden van de orde 2000 m normalerwijze de ongeveer viervoudige waarde van de "achtergrond" kan bereiken, of 0,015 p.p.m. Wordt nu nogmaals het viervoudige van dit bedrag aangenomen voor de HF-concentratie, die gedurende de maanden waarin vloeispaat wordt toegepast op afstanden van de orde 2000 m bij schadelijke windrichting vrij geregeld kan optreden, dan is dit dus 0,06 p.p.m. Dit bedrag is zonder twijfel veel aannemelijker dan dat van 0,4 p.p.m., hetwelk volgens het laatste der onder (14) vermelde rapporten gevreesd werd vrij geregeld te kunnen optreden, wanneer namelijk de zeer geringe in kalk geabsorbeerde HF-hoeveelheden gedurende de zomermaanden van 1956 als maatstaf mochten gelden. Er blijkt dus achteraf enige twijfel gerechtvaardigd aan de betrouwbaarheid van de zeer lage waarden voor de zomermaanden van 1956 volgende uit de eerste twee regels van tabel 4. Hierop weer terug te komen zou echter een te grote overspanning van het cijfermateriaal betekenen.

3 Conclusie

- 3.1 Het is waarschijnlijk geworden, dat er een doorlopende industriële HF-verontreiniging van de buitenlucht bij Beverwijk bestaat die schommelt om een waarde van 0.004 p.p.m. De herkomst dezer verontreiniging is nog niet vastgesteld.
- 3.2 Door regens wordt een deel van dit gasvormige HF opgelost en neergeslagen, waardoor ongeveer 0,03 gram fluoride per 100 m² per dag de aardbodem bereikt.

- 3.3 Regendruppels van normale afmeting ($\varnothing = 1$ mm) zouden ongeveer een vijftiende deel opnemen van de HF uit de lucht waar ze door heen vallen, aangenomen dat de HF-verontreiniging in de onderste 180 m van de dampkring geconcentreerd is.
- 3.4 Behalve door de genoemde onafhankelijk van tijd en plaats bestaande verontreiniging, wordt de atmosfeer met F verontreinigd door de K.N.H.S. in afhankelijkheid van de windrichting en de afstand van de bron.
- 3.5 De methode der F-opname door in kalk gedrenkte stroken levert volgens de formule van Sutton aanwijzingen, dat de bron der verontreiniging in de wintermaanden lager ligt dan in de zomermaanden. Dit mag gezien worden als bevestiging van de veronderstelling, dat de sinterinstallatie F in de dampkring brengt door haar schoorsteen van 150 m hoogte.
- 3.6 De door de K.N.H.S. veroorzaakte F-verontreiniging, zowel in de gasvorm als in de in regenwater opgeloste vorm, valt bij gebruik van bauxiet in plaats van vloeispaat bij de staalbereiding op ongeveer een vierde van zijn bedrag terug. Bij schadelijke windrichting bereikt de HF-concentratie van de lucht nabij de grond waarschijnlijk vrij geregeld bedragen van 0,015 p.p.m. bij gebruik van bauxiet en van 0,06 p.p.m. bij gebruik van vloeispaat.
- 3.7 De verontreiniging van de dampkring door F in stofvorm vertoont geen jaarlijkse gang van betekenis. De in de zomer van 1957 geconstateerde verhoging zou een gevolg kunnen zijn van door vele regens neergeslagen stof.
- 3.8 De producten van de in regenwater opgeloste F-gewichten en de op Luikse bollen neergeslagen F-gewichten, uit de stelling van de K.N.H.S. afkomstige F-verontreiniging, en de afstand van de bron zijn nagenoeg constant over een afstand van 2000 tot 15000 m van de bron. Deze betrekking is begrijpelijk.