

INSTITUUT VOOR PLANTENZIEKTENKUNDIG ONDERZOEK
BINNENHAVEN 4A — TELEFOON 2151, 2152 EN 3641
WAGENINGEN

**INVLOED VAN LUCHTVERONTREINIGING OP LAND- EN
TUINBOUWGEWASSEN IN DE NABIJHEID VAN ENKELE
INDUSTRIECENTRA IN NEDERLAND**

*INFLUENCE OF AIR POLLUTION ON CROP PLANTS IN SOME INDUSTRIAL AREAS
IN THE NETHERLANDS*

DOOR

Ir. F. SPIERINGS



VOORWOORD

Door de sterk toegenomen industrialisatie in Nederland zijn wij na de oorlog geconfronteerd met het probleem van de nadelige invloed, die bepaalde rook- of gasvormige industriële afvalproducten op onze land- en tuinbouwgewassen uitoefenen. Dank zij de medewerking van T.N.O. kon reeds in 1954 worden overgegaan tot het aanstellen van Ir. F. SPIERINGS en een assistent. Aanvankelijk besteedden zij vooral aandacht aan het gebied rond Beverwijk, waar de gladiotelesers veel schade ondervonden. Geleidelijk aan kreeg dit onderzoek een meer landelijk karakter, waarbij naast grote industrie-centra ook verontreinigingen van meer plaatselijke aard in studie werden genomen.

In de hier volgende publicatie, die in samenwerking met de Commissie Luchtverontreiniging T.N.O. (ingesteld door de Centrale Organisatie T.N.O.) wordt uitgegeven, geeft Ir. SPIERINGS een overzicht van de voornaamste resultaten van zijn onderzoek met betrekking tot drie belangrijke industrie-centra.

Wij zijn de heer Ir. L. F. ABEL, lit. drs., van het Centrum voor Landbouwpublicaties en Landbouwdocumentatie zeer erkentelijk voor de zorg, die hij heeft besteed aan de redactie van dit artikel.

Het in brede kring bekend maken van de hier verwerkte gegevens zal er ongetwijfeld toe bijdragen dat men meer begrip krijgt van deze moeilijke materie.

*De Directeur van het Instituut
voor Plantenziektenkundig Onderzoek,*

DR. J. G. TEN HOUTEN

INHOUD

I. INLEIDING	5
II. METHODIEK VAN HET ONDERZOEK EN GEBRUIKTE APPARATUUR	6
1. Waarnemingen in het veld en op proefveldjes	6
2. Chemische analyse van bladmonsters	8
3. Bepaling van de in de lucht aanwezige gassen met meetapparaten	9
4. Onderzoek in fumigatiekasjes	11
III. HET ONDERZOEK IN DE VERSCHILLENDE GASSCHADEGEBIEDEN	14
1. Beverwijk	14
2. Sluiskil	21
3. Pernis	27
IV. FUMIGATIEPROEVEN	37
1. Overzicht van een uitgebreid onderzoek met enkele tuinbouwgewassen	37
2. Overzicht van een oriënterend onderzoek met verschillende gewassen	40
SAMENVATTING	43
SUMMARY	45
LITERATUUR	46
BIJLAGEN	47

I. INLEIDING

De invloed van luchtverontreiniging op land- en tuinbouwgewassen heeft in Nederland vrij plotseling bijzondere aandacht getrokken. Vanaf 1950 werden in het bloembollencentrum Beverwijk de bolgewassen, en in het bijzonder de tulpen, in snel toenemende mate door plotselinge hevige aantastingen bedreigd. Reeds spoedig was het duidelijk dat er sprake was van vergiftiging van de planten door industriegassen.

In 1953 stelde de Landbouworganisatie TNO een commissie ad hoc in ter bestuuring van het probleem der luchtverontreiniging door industriegassen in de streek Beverwijk-Heemskerk. In deze commissie werd een onderzoekprogramma besproken dat aan de hand van de verkregen resultaten van jaar tot jaar opnieuw zou worden vastgesteld. Aan het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen werd het land- en tuinbouwkundig gedeelte van het onderzoek toegewezen.

Reeds spoedig bleek, dat de invloed van luchtverontreiniging op allerlei gewassen niet beperkt bleef tot de omgeving van Beverwijk-Heemskerk. Toen bekend werd, dat een instantie in Nederland zich met onderzoek over de invloed van de luchtverontreiniging op land- en tuinbouwgewassen bezig hield, kwamen herhaaldelijk berichten binnen over gasschade aan gewassen uit andere plaatsen in Nederland. Hierdoor werd het duidelijk dat er naast het omvangrijke schadegebied Beverwijk nog twee andere grote schadegebieden bestonden, namelijk het gebied ten oosten van Sluiskil en de streek rondom Pernis. En dan bleken er ook nog vele, zeer plaatselijke, gasbeschadigingen voor te komen, veroorzaakt door afzonderlijke fabrieken.

Alle schadegevallen werden in onderzoek genomen. De beschadigingen, veroorzaakt door afzonderlijk gelegen fabrieken, werden vooral bestudeerd om, door de betrekkelijke ongecompliceerdheid van het luchtverontreinigingsprobleem daar, ervaringen op te doen die bij de oplossing van meer gecompliceerde vraagstukken te pas konden komen.

Tijdens een reis in Amerika in 1952 ging dr. J. G. TEN HOUTEN, directeur van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, na, hoe men daar het onderzoek naar de aard van specifieke vergiften en naar de inwerking van de vergiften op de plant had aangevat. Het bleek dat men in de Verenigde Staten bij dit onderzoek gebruik maakte van de fumigatiemethode. Bij deze methode vindt, in fumigatiekasjes, kunstmatige begassing van planten plaats met een gas-luchtmengsel, dat snel ververst wordt.

Met behulp van fumigatie kon men de voor de planten zeer giftige gassen, die in uiterst geringe concentraties beschadiging veroorzaken, aantonen. Uit het fumigatieonderzoek kwam naar voren, dat het vooral twee gassen zijn die wegens hun schadelijke uitwerking op de planten opvallen, nl. fluorwaterstof en zwaveldioxyde. Daarnaast vond men nog, dat ook bepaalde gasvormige koolwaterstofverbindingen zeer nadelig kunnen zijn. Deze verbindingen ontstaan grotendeels in de atmosfeer zelf door inwerking van verschillende gasvormige verbindingen op elkaar, al dan niet onder invloed van de katalytische werking van het zonlicht.

Gezien de resultaten, die in Amerika na 1950 met de fumigatiekasjes werden verkregen, gingen wij ook te Wageningen over tot onderzoek met behulp van deze kasjes. Hierbij werd vooral aandacht besteed aan begassing van de planten met fluorwaterstof en zwaveldioxyde, daar men tot nu toe in Nederland geen voor de gewassen schadelijke concentraties van koolwaterstoffen vond.

Het leek gewenst de uitkomsten van het Nederlandse onderzoek naar de invloed van luchtverontreiniging op land- en tuinbouwgewassen samen te vatten. Daarom worden hier de voornaamste gegevens uit de schadegebieden van grotere omvang en de resultaten van de Wageningse fumigatieproeven medegedeeld.

II. METHODIEK VAN HET ONDERZOEK EN GEBRUIKTE APPARATUUR

Wat de methodiek betreft, deze bestond tot nu toe in Nederland uit:

1. waarnemingen in het veld en op proefveldjes;
2. chemische analyse van bladmonsters;
3. bepaling van de in de lucht aanwezige gassen met meetapparaten;
4. onderzoek in fumigatiekasjes.

1. WAARNEMINGEN IN HET VELD EN OP PROEFVELDJES

Door waarnemingen in het veld kan men in bepaalde gevallen te weten komen, of beschadigingen te wijten zijn aan de inwerking van giftige gassen, en zo ja aan welke gassen. Bij een dergelijk onderzoek zijn beschadigingen aan cultuurgewassen het belangrijkste, daar deze ver strekkende economische gevolgen kunnen hebben. Maar ook schade aan andere gewassen kan van belang zijn, immers door zoveel mogelijk gewassen in het onderzoek op te nemen, b.v. ook planten die in siertuinen groeien en onkruidbegroeiing, kan men soms de aard van het schadelijk gas vaststellen.

Verschillende oorzaken maken het moeilijk om uit een bepaalde aantasting een conclusie te trekken ten aanzien van de aard van het gas.

Eén van deze oorzaken is de configuratie van de omgeving waarin de gewassen zich bevinden. Afscherming door bepaalde objecten geeft nl. een zeer effectieve beveiliging tegen gasschade aan de achter deze objecten gelegen strook land. Afschermende objecten kunnen gebouwen, heggen of bomenrijen zijn. De afschermende werking van een voorwerp kan bestaan uit het tegenhouden van het schadelijke gas, indien men nl. veronderstelt dat dit in min of meer gerichte banen door de luchtstromingen wordt meegevoerd. Ook kan een zekere mate van absorptie van het schadelijke gas door het afschermende voorwerp plaats hebben, waardoor de concentratie van het gas direct achter het voorwerp beneden de grensconcentratie voor beschadiging daalt. Door afscherming kunnen voor het gas zeer gevoelige gewassen, die zich direct achter het beschermende object bevinden, slechts in geringe mate worden beïnvloed en geen verschil in beschadiging geven met gewassen, die voor dit gas minder gevoelig zijn en buiten de afgeschermd strook liggen. De specifieke werking van het gas ten opzichte van de gewassen komt dan niet tot uiting.

Verder wordt het toeschrijven van schade door een bepaald gas bemoeilijkt, doordat er verschil in aantastingsintensiteit bestaat tussen de rassen van eenzelfde plantensoort. Van gladiolen en peren b.v. is het bekend dat er een verschil in gevoeligheid tussen de rassen bestaat ten aanzien van fluorwaterstof. Een onderzoek naar verschillende gedragingen van de rassen van andere plantensoorten zal nodig zijn om te kunnen oordelen over de oorzaak van de gasbeschadigingen in het veld.

Ook komen er aantastingen voor die niet door gas veroorzaakt zijn, en die veel overeenkomst vertonen met gasbeschadiging. Hierdoor wordt het lastig, aan de hand van de verschillende aantastingssymptomen met zekerheid vast te stellen, of een beschadiging door gas ontstaan is of niet. Deze laatste moeilijkheid kan worden opgelost door na te gaan op welk moment gassen in een bepaald gebied optreden. Daarbij moet men wel bedenken dat elke zichtbare luchtverontreiniging nog geen beschadiging van de gewassen tot gevolg behoeft te hebben. Een goede zekerheid voor de aanwezigheid van een schadelijke hoeveelheid gas heeft men wanneer er plotseling beschadiging optreedt nadat men korte tijd van te voren gassen heeft geconstateerd.

Op tal van plaatsen ver van fabrieken kan men waarnemen, dat tegen de bloei van

sommige gladiolerassen geleidelijk verkleuringen aan de bladpunten optreden, die geelwit kunnen zijn met een scherpe afgrenzing. Deze verkleuring breidt zich geleidelijk vanaf de bladpunt naar beneden uit en verandert op sommige plaatsen in een meer bruinachtige kleur waardoor de bladtoppen een „gevlamd” uiterlijk krijgen. Ditzelfde symptoom kan optreden bij gasbeschadiging welke enige tijd geleden heeft plaats gehad. Door begassing in de fumigatiekasjes werd aangetoond, dat groene bladstukken tussen de door HF beschadigde gedeelten geleidelijk afsterven en bruin worden, waardoor na verloop van tijd het gehele aangetaste weefsel een gevlamd uiterlijk krijgt.

De moeilijkheid in beoordeling op gasbeschadiging wordt versterkt door het feit, dat juist de voor gas gevoelige gladiolerassen behalve door gasbeschadiging ook door andere oorzaken het bovengenoemde beschadigingsbeeld kunnen opleveren. Zo blijkt bij kunstmatige begassing met HF het ras Sneeuwprinses gevoelig, het ras Mansoer niet, terwijl in het veld buiten een gasschadegebied de bladpunten van Sneeuwprinses wel, en die van Mansoer niet gemakkelijk verkleuren tijdens de ontwikkeling van het gewas. Hetzelfde verschijnsel doet zich voor bij tulpen. Bij kunstmatige begassing met HF blijkt de tulp Blue Parrot gevoelig, het ras Preludium niet; in het veld buiten een gasschadegebied worden tijdens de groei van het gewas de bladtoppen van Blue Parrot gemakkelijk beschadigd op dezelfde wijze als door gas, die van Preludium niet. Voorlopige gegevens over freesia's, die sedert 1956 in het gasbeschadigingsonderzoek zijn betrokken, wijzen er op dat zich ook bij dit gewas dezelfde moeilijkheid voordoet. Dit doet vermoeden dat er een zekere correlatie bestaat tussen de twee verschillende oorzaken, die een gelijk aantastingsbeeld teweegbrengen.

Men kan zich afvragen of er buiten gebieden van uitgesproken gasbeschadiging geen duidelijke aanwijzingen in het veld zijn aan te treffen, die op beschadiging door luchtverontreiniging wijzen. In enkele gevallen is het mogelijk door het observeren van de beschadigingen over een groot areaal, een bepaald gebied af te bakenen en op deze wijze een fabriek als oorsprong van de verspreiding van het schadelijke gas aan te wijzen.

Een duidelijk verschijnsel, dat op gasbeschadiging wijst, ziet men soms aan bomen in de nabijheid van fabrieken. Er treedt dan alleen een duidelijke beschadiging van de bladeren op aan de zijde van de kroon die naar de fabrieken gekeerd is, terwijl de tegenovergestelde zijde weinig of geen beschadiging vertoont. De schade bestaat in ernstige gevallen uit bladval bij het naar de fabriek gekeerde gedeelte van de bladerkroon. Bij minder ernstige gevallen is er verschil in beschadigingsintensiteit van de bladeren tussen beide gedeelten van de kroon. Op enige afstand ziet men dit verschil als een verschil in kleurschakering in de kroon.

Uit het bovenstaande blijkt, dat het waarnemen van de gewassenbeschadiging in het veld alleen in veel gevallen niet voldoende is om vast te stellen dat de aantasting door luchtverontreiniging is veroorzaakt.

Naast waarnemingen aan de te velde staande gewassen, kan men waarnemingen doen op speciale proefvelden. Bij deze methode van onderzoek worden, op verschillende afstanden van schadelijke gassen verspreidende fabrieken, proefveldjes aangelegd. Deze worden beteeld met gewassen die voor gassen, en wel speciaal voor de twee meest schadelijke gassen fluorwaterstof en zwaveldioxyde, gevoelig zijn. Als indicatorplanten voor de aanwezigheid van fluorwaterstof worden gladiolen van het ras Sneeuwprinses gebruikt; voor het aantonen van zwaveldioxyde neemt men luzerne. Uit het verschil in beschadigingsintensiteit tussen deze beide gewassen kan men opmaken welk gas de schade heeft veroorzaakt. Aan de schakering in beschadigings-

intensiteit van de verschillende proefveldjes kan men zien in welke richting en van welk punt uit de beschadiging zich verspreidt.

Bij de aanleg van de proefveldjes wordt erop gelet, dat de omliggende begroeiing geen beletsel vormt voor de toevoer van de gassen naar de gewassen op de proefveldjes. Daar de proefveldjes als indicatorveldjes dienen, kunnen zij klein worden gehouden.

2. CHEMISCHE ANALYSE VAN BLADMONSTERS

Een andere methode van onderzoek vormt de chemische analyse van beschadigde bladeren op fluor en zwavel.

De zwavel-analyse geschiedde volgens de gravimetrische methode (BaSO_4 -bepaling). De fluor-bepaling vond plaats door titratie van fluor met behulp van thorium-nitraat. Hiertoe werd het fluor, na verassing van het bladmonster in basisch milieu, gevolgd door opneming in zwavelzuur, door stoomdestillatie afgezonderd (foto 1).

Door de hoeveelheid opgenomen fluor en zwavel te bepalen in bladeren van de zelfde plantesoort *in* en *buiten* een schadegebied, kan men nagaan hoe groot de overmaat is van het giftige bestanddeel in het beschadigde blad.

Ook kan men het voorkomen van een overmaat van het schadelijke bestanddeel bepalen door de bladeren die beschadigd zijn te scheiden in beschadigde en onbeschadigde bladgedeelten, deze afzonderlijk te analyseren, en de uitkomsten van beide analyses te vergelijken. Hierdoor zal het nodig zijn, met het nemen van de bladmonsters te wachten tot de zichtbare schade is uitgewerkt, wat een tijd kan innemen van acht tot tien dagen na de aanwezigheid van het schadelijk gas om de planten.

Bij het afzonderlijk analyseren van het beschadigde en het onbeschadigde bladgedeelte vindt men dikwijls in het beschadigde deel een hoog percentage aan schadelijke stof. Zo'n hoog percentage vindt men niet als men beide bladgedeelten tezamen

analyseert. Dit komt doordat de beschadigde oppervlakte dikwijls kleiner is dan de onbeschadigde.

Grondsoort, bemesting en bespuitingen kunnen de chemische samenstelling van het blad beïnvloeden. Wanneer men werkt met planten binnen en buiten een schadegebied, moet men daarom rekening houden met de invloed van een verschil in grondsoort, bemesting en bespuitingen.

Voor de chemische analyse worden beschadigde bladeren gebruikt van de economisch meest belangrijke te velde staande gewassen, en bladeren van de planten van de proefvelden.

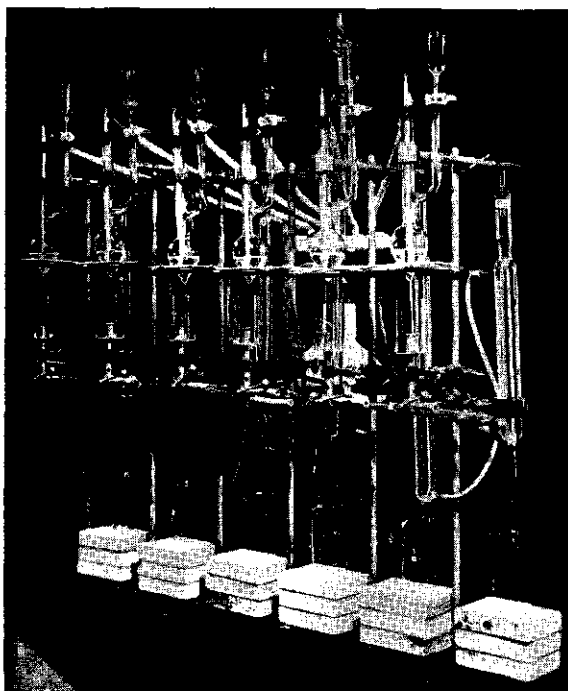


FOTO 1. Stoomdestillatie-apparaat voor de fluor-analyse

PHOTO 1. *Steam distillation apparatus for fluorine analysis*

Het gebruik van proefveldmateriaal heeft verschillende voordelen. De planten op de proefveldjes zijn onder geheel bekende condities op te kweken, terwijl de conditie bij de te velde staande gewassen op verschillende afstand van de fabrieken minder uniform is. Bij deze laatste kunnen rassen en bespuitingen onderling verschillen. Op deze wijze kan bij gebruik van proefveldplanten in een bepaald gebied naar een correlatie worden gezocht tussen de beschadigingsintensiteit en de hoeveelheid opgenomen fluor of zwavel van de indicatorplanten, daar gelijke proefveldjes op verschillende afstand van de fabriek liggen.

Sommige bladeren, zoals die van gladiolen, worden vanuit de bladtop over een bepaalde lengte beschadigd. Hoe groter de afstand tot de industrie wordt, hoe geringer de lengte van de beschadigde bladtoppen zal zijn, daar de concentratie van het schadelijke gas afneemt bij groter worden van de afstand tot de fabriek. Wil men door middel van verschillende gladiolenproefvelden erover worden ingelicht tot hoever de fluorbeschadiging zich in een bepaald gebied uitstrekt, dan kan men voor alle proefvelden een zelfde lengte van bladtop verzamelen waarbij de minimum lengte overeenkomt met de grootste lengte waarover de bladtoppen beschadigd zijn. Wij zijn bij gladiolen sedert 1956 overgegaan tot het verzamelen van bladtoppen van een vaste lengte van 15 cm.

Het op de bovengenoemde wijze werken met bladtoppen is slechts mogelijk bij gewassen welke vanuit de bladtop over een bepaalde lengte beschadigd worden, en waarbij de lengte van bladtopbeschadiging afhankelijk is van de concentratie van de schadelijke stof. Dat is over het algemeen het geval bij eenzaadlobbigen. Deze methode kan daarom behalve bij gladiolen toegepast worden bij narcissen, freesia's, irissen, en tulpen. Tulpen hebben vergeleken met de overige gewassen een breder blad en de lengte van bladtopbeschadiging is mogelijk hierdoor geringer. Men kan bij dit gewas volstaan met een vaste bladtoplengte van 7,5 cm.

3. BEPALING VAN DE IN DE LUCHT AANWEZIGE GASSEN MET MEETAPPARATEN

Om te bewijzen dat hoge cijfers van analyses van beschadigd blad overeenkomen met een hoog gehalte aan HF en SO₂ in de lucht, kan men op enkele plaatsen in de onmiddellijke nabijheid van de proefveldjes meters plaatsen, die deze gassen uit de lucht absorberen. Sedert 1954 worden door ons vele schadegebieden ook met dergelijke meters onderzocht.

Bij de keuze van deze apparaten stond voorop, dat de absorptie van de gassen een zekere overeenkomst moest vertonen met de gasopname door het blad van de proefplanten. Er worden door ons meters gebruikt waarvan het principe van opname van het schadelijke gas berust op absorptie door een oppervlak dat in contact staat met de buitenlucht. Het absorberende oppervlak en het absorptievermogen zijn bij deze instrumenten voldoende groot om in een bepaalde tijd meetbare hoeveelheden gas op te nemen, afhankelijk van de gedurende die tijd in de lucht aanwezige concentratie. Deze gassen kunnen dan later kwantitatief worden bepaald.

Voor de metingen van het fluorgehalte van de lucht is gebruik gemaakt van een Amerikaanse methode, beschreven door MILLER e.a. (1953). Deze methode namen wij in enigszins gewijzigde vorm over. De wijziging had in hoofdzaak betrekking op de vorm en het materiaal van de kast die het absorptiemiddel omsluit. Zo werd bij de kast het houten dak, dat niet bestand bleek tegen een langdurig verblijf in de open lucht, vervangen door een zinken bedekking. Deze verandering had in een fluorgas-schadegebied een wijziging in fluoropname tot gevolg van $\pm 10\%$.

In navolging van MILLER e.a. (1953) gebruiken wij als absorptiemiddel Whatman



FOTO 2. Opstelling van een HF-meter in het veld

PHOTO 2. Arrangement of a HF-meter in the field

no. 1 filtreerpapier. Dit wordt in een kalksuspensie van 28 gram per liter gedompeld en vervolgens bij 50°C. gedroogd. Zes schijven van dit zo behandelde papier worden vrij van elkaar verticaal in de kast opgehangen door ze met behulp van haakjes te bevestigen aan drie draden welke horizontaal zijn gespannen boven en beneden in de kast. De haakjes zijn na herhaalde wijziging zo geconstrueerd, dat de schijven absorptiepapier in korte tijd in verscheidene kasten verwisseld en tegelijk weer stevig kunnen worden bevestigd.

De door ons gebruikte kast bestaat uit twee gedeelten, nl. een (zinken) deksel en een kist. Het deksel, dat afhangende zijkanen heeft, wordt met twee vleugelmoeren op de kist bevestigd. De zijwanden van de kist zijn van hout. Het zinken deksel en de zijwanden zijn bedekt met een groene weerbestendige verflaag. De bodem van de kist is van gaas. In de afhangende zijkanen van het deksel bevinden zich, direct onder de bovenkant van het deksel, een aantal openingen voor ventilatie binnen de kast. De afmetingen van de kist zijn 16 bij 32 cm bij een hoogte van 16 cm. De kast wordt op $\pm 1,5$ m hoogte op een paal bevestigd (foto 2).

De door ons gebruikte meter voor het SO_2 -gehalte van de lucht is bekend onder de naam Leclerc-apparaat (LECLERC, 1953). Dit toestel bestaat uit een zwachtel welke om een flesje is gewonden. Het flesje is met een gedeelte van de zwachtel in een glazen bakje geplaatst, dat een oplossing van natriumbicarbonaat + glycerine bevat. De oplossing stijgt in de zwachtel omhoog en komt daardoor in contact met de buitenlucht, waaruit het zwaveldioxyde wordt opgenomen. Bij de bouw van deze SO_2 -meter is gestreefd naar compactheid, waardoor het apparaat aan de wisselvallige weersomstandigheden is aangepast. Om te verhinderen dat de vloeistof bij stormachtig weer uit het bakje waait, is de inwendige diameter van de bovenrand van het bakje slechts iets wijder gehouden dan de diameter van de fles plus zwachtel. Onder de rand wordt de diameter van het bakje groter, zodat voldoende vloeistof aanwezig is. Om te beletten dat regenwater bij sterke wind in het bakje kan komen, waardoor de vloeistof over zou lopen en verloren zou gaan, is een trechter omgekeerd boven de fles aangebracht, zo dicht mogelijk boven de bovenkant van de zwachtel. De SO_2 -meter wordt evenals de HF-meter op ongeveer 1,5 m boven de grond op een paal geplaatst. (foto 3).

FOTO 3. Opstelling van een SO_2 -meter in het veld

PHOTO 3. Arrangement of a SO_2 -meter in the field

4. ONDERZOEK IN FUMIGATIE-KASJES

Een belangrijk hulpmiddel bij de studie van gasbeschadigingsverschijnselen aan gewassen is, zoals in de inleiding werd gezegd, fumigatie, d.w.z. kunstmatige begassing van planten. Een korte beschrijving van de in Amerika toegepaste fumigatiemethodes geeft TEN HOUTEN (1953). Een uitvoerige publikatie over de techniek van de fumigatie en de hiermede bij het Boyce Thompson Institute in Amerika bereikte resultaten vindt men bij ZIMMERMAN & HITCHCOCK (1956). De proeven geschieden bij het Boyce Thompson Institute in speciaal voor dit doel gebouwde kasjes, die verplaatsbaar zijn. De kasjes worden over in het veld groeiende planten geplaatst, waarna de gasen in de kasjes gebracht worden.

Bij het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen zijn vier kasjes gebouwd, waarin fumigatieproeven kunnen worden uitgevoerd. (foto 4). Deze kasjes hebben, in tegenstelling tot die van het Boyce Thompson Institute, een vaste opstelling. Hierdoor is het mogelijk de bij de kasjes behorende apparatuur een vaste plaats te geven, hetgeen de uitvoering van de installatie vereenvoudigt, terwijl toch vele planten kunnen worden onderzocht. Voor het onderzoek worden proefplanten in het warenhuis of buiten in potten of plantkisten opgekweekt, voor de begassing in de kasjes gebracht, en daarna op de oorspronkelijke plaats teruggezet waar ze verder worden geobserveerd.

De begassing wordt in Wageningen uitsluitend met fluorwaterstof en zwaveldioxyde uitgevoerd. Dit gebeurt niet door eenvoudig geringe concentraties van deze gasen in de begassingsruimte te brengen, daar zulke kleine hoeveelheden gas reeds na betrekkelijk korte tijd voor het grootste gedeelte uit de begassingskas zouden zijn verdwenen. Om gedurende vrij lange tijd een zeer geringe gasconcentratie in de fumigatiekasjes constant te houden, moet men de gashoudende lucht voortdurend verversen. Men leidt daarom, met behulp van een ventilatiesysteem, steeds een vers gasmengsel door de kasjes. Het gasmengsel verkrijgt men door een zeer kleine hoeveelheid HF of SO_2 met lucht te vermengen.

Het HF-gas wordt bereid uit een verdunde H_2SiF_6 -oplossing, welke wordt verneveld en daarna verhit tot 180°C waarbij het ontleedt. Dit hete gas wordt in de sterke luchtverweling gebracht die naar de fumigatiekas leidt. Het SO_2 -gas is afkomstig uit een cilinder, gevuld met vloeibaar SO_2 . Een kleine hoeveelheid gas wordt met behulp van

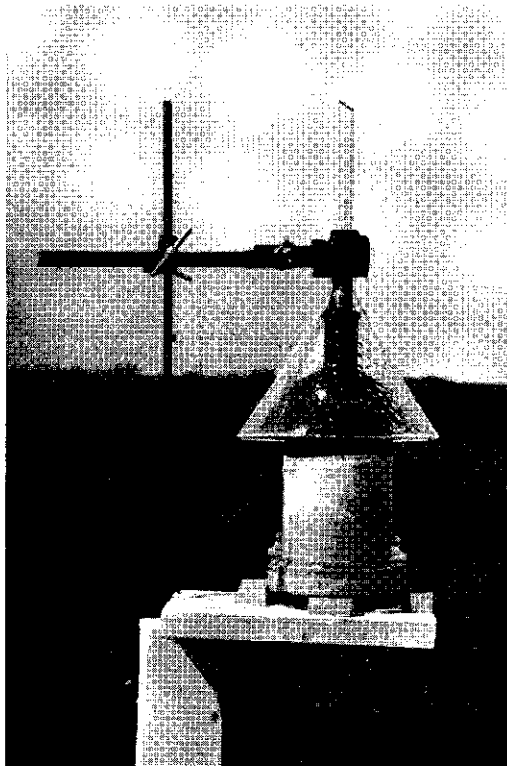




Foto 4. Opstelling van vier fumigatiekasjes met apparatuur voor de luchtverversing
 PHOTO 4. Arrangement of four fumigation chambers with air-replacement equipment

een naaldventiel uit de cilinder vrij gemaakt en vóór elke begassing op constante lage druk ingesteld met behulp van een z.g. „overflow”. Dit gas stroomt door een capillair, waarbij het drukverval in de capillair met behulp van een manometer wordt afgelezen. Dit SO_2 -gas wordt daarna in de invoerbuis naar de fumigatiekas geleid en daar met de lucht, die naar de kas stroomt, voorgemengd.

Het ventilatiesysteem bestaat uit een centrifugaalventilator met een diameter van 7,8 dm, en een toerental van 3000. Deze ventilator is in staat de luchtverplaatsing tegen een gering drukverschil in op voldoende snelheid te handhaven. Door middel van een buizenstelsel is de ventilator aangesloten op de pyramidevormige toppen van de vierkante kasjes. Op deze wijze zuigt de ventilator de lucht uit de kasjes weg. De luchttoevoer heeft plaats door een U-vormige buis van rood plastic die uitmondt in het midden van de bodem van de kas. Deze U-buis is in verticale stand in de grond ingegraven en mondt met het ene eind in de kas uit, en met het andere eind in de buitenlucht op een hoogte van 1,80 m. Hierdoor kan geen stof van de grond naar binnen worden gezogen. Een schuin aflopend dakje beschermt de opening tegen regenwater. De buizen, die van de kasjes naar de ventilator leiden, hebben een klep die de verbinding tussen de kasjes en de ventilator opent of afsluit. De klepstand wordt door middel van kettingen van de grond uit bediend. Het is mogelijk de snelheid van de luchtstroom door de kasjes te variëren. Hiertoe is op de gemeenschappelijke toevoerbuis naar de ventilator een korte zijbuis gemonteerd, die in de buitenlucht uitmondt. In deze zijbuis bevindt zich een regelklep waardoor de ventilator in mindere of meerdere mate buitenlucht kan aanzuigen.

Zoals uit bovenstaande beschrijving blijkt, is hier het principe van lucht aanzuigen

in plaats van lucht doorblazen toegepast. De voornaamste reden hiervoor was de eis, ervoor te zorgen dat de schadelijke gassen zich niet buiten de kasjes verspreiden. Bij het blazen van gashoudende lucht door de kasjes bestaat altijd de mogelijkheid dat door de kieren in de wanden kleine hoeveelheden van dit gasmengsel ontsnappen. Een volkomen luchtdicht zijn van kasjes van enige omvang is zeer moeilijk te verwezenlijken en vereist tevens een zeer degelijke fundering van de kasjes. Door het aanzuigen van de lucht blijkt het mogelijk het gehele lucht-gasmengsel, voordat dit in de buitenlucht ontwijkt, van de schadelijke gassen te zuiveren.

Hiertoe is tussen de centrifugaalventilator en de luchtsnelheidsregelaar een luchtzuiveringsinstallatie aangebracht in de vorm van een z.g. „venturi-scrubber”. Deze veroorzaakt een zeer fijne waternevel die ontstaat door vanuit vier openingen, die op regelmatige afstanden in de dwarse doorsnede van een vernauwde buis van het luchtleidingssysteem zijn aangebracht, met kracht water in de buis te spuiten. Op enige afstand daarvan wordt op het midden van de ontstane waterster een waterstraal gespoten tegengesteld aan de richting van de luchtstroom in de nauwe buis. Door deze vernauwing in het luchtleidingssysteem krijgt de lucht een snelheid van 70-80 meter per seconde. Het water wordt door deze grote luchtsnelheid geheel uit elkaar geslagen waardoor een fijne waternevel ontstaat. Door deze nevel worden alle gassen die gemakkelijk oplosbaar in water zijn, en ook aerosolen, opgenomen en vastgehouden. Tussen de venturi-scrubber en de centrifugaalventilator is een cycloon in de luchtafvoerleiding opgenomen. Door de werveling van de lucht om de middenas van de verticaal opgestelde cilindrische ketel wordt het in de lucht aanwezige water tegen de wand van de ketel geslingerd. Dit water stroomt via de trechtervormige bodem en aansluitende buis in een open ketel met water, waarbij de buis onder water uitmondt aldus een waterslot vormend. Het afvalwater wordt via een hevel in een rioolbuis naar een sloot afgevoerd. De concentratie van schadelijke gassen opgelost in een grote overmaat water levert dan geen gevaar meer op.

III. HET ONDERZOEK IN DE VERSCHILLENDE GASSCHADE- GEBIEDEN

Zoals in de inleiding gezegd werd, kwamen er berichten over schade binnen uit drie gebieden van grote omvang, nl. uit de streek rond Beverwijk, uit de omgeving van Pernis en uit de omgeving van Sluiskil.

In deze schadegebieden deden wij waarnemingen in het veld en op proefveldjes, terwijl de lucht met meetapparaten werd onderzocht. Daarnaast onderwierpen wij beschadigde bladeren, die uit deze gebieden afkomstig waren, aan een chemische analyse.

1. BEVERWIJK

In 1951 werd bekend dat in de omgeving van Beverwijk reeds gedurende enkele jaren bij kwekers beschadiging aan gewassen optrad. Nauwkeurige gegevens uit deze jaren konden echter niet achterhaald worden.

1951. Voor het eerst werd in 1951 door het Rijkstuinbouwconsulentschap te Amstelveen een nauwkeurig onderzoek ingesteld. In dat jaar trad in juni plotseling hevige schade op aan gladiolen. Die schade bestond uit afsterving van het blad. De ernstig aangetaste velden vertoonden bij 75% van de bladeren afgestorven bladtoppen en -randen. De beschadiging werd geconstateerd op 19 juni, terwijl de kwekers mededeelden, dat enkele dagen daarvoor een zware damp, die volgens hen aan kolendamp deed denken, over het land hing. De atmosfeer was toen vochtig, terwijl er een zwakke zuid-westelijke wind woei. Verschillende waarnemingen in het terrein waar de schade voorkwam gaven een aanwijzing, dat de lage schoorstenen van de PEN-centrale, waaruit de rook van zwavelrijke olie (die SO_2 bevatte) ontweek, de schade zouden veroorzaken.

Uit bovenstaande beschrijving zou men kunnen concluderen dat de plantenbeschadiging dus het gevolg was van een combinatie van een ongunstige weersgesteldheid en het voorkomen van in de nabijheid gelegen lage schoorstenen, waaruit schadelijke damp en rook ontweken. Hoewel het er aanvankelijk naar uitzag, dat hiermee de bron van de schade was opgespoord, bleek dit toch niet zo te zijn.

De elektriciteitscentrale ging over tot een aanzienlijke verhoging van de schoorstenen. Dit had weliswaar tot gevolg dat de kwekers, die in juni 1951 de ernstigste schade hadden geleden (en dat waren met name degenen waarvan de velden het dichtst bij de centrale lagen), in de hierop volgende jaren geen schade meer aan hun gewassen constateerden. Maar het algemene beschadigingsbeeld in de omgeving van Beverwijk gaf geen verbetering te zien; veeleer trad een verslechtering van de stand van de gewassen op.

1952-'53. In 1952 en 1953 nam de schade aan de bloembollengewassen steeds meer toe. In 1952 werd vooral bij tulpen en gladiolen een aanzienlijk financieel verlies geleden. De verwachting werd toen uitgesproken, dat de schade in 1953 eveneens hoog zou zijn, aangezien deze reeds in 1952 over een uitgestrekt gebied was voorgekomen. Deze verwachting bleek helaas niet ongegrond, want in juni 1953 trad opnieuw schade op. Op 7 en 8 juni zag men een blauw waas over het gebied in de omgeving van Beverwijk hangen. Deze verontreiniging van de lucht werd aangevoerd door een vrij zwakke zuid-westelijke wind en zij had ernstige gevolgen. Eén tot twee dagen na het voorkomen ervan verkleurden de bladeren van de gladiolen tot grijs-groen; de volgende twee dagen werden aan de planten reeds verdoringsverschijnselen



Foto 5. Gladioleplant afkomstig uit de omgeving van Beverwijk en beschadigd door industrie-
gassen in 1953

PHOTO 5. *Gladiolus* plant from the neighbourhood of Beverwijk and injured by industrial gases in 1953

zichtbaar. Begin juli waren sommige soorten gladiolen op verschillende velden voor meer dan de helft geheel afgestorven. Voor degenen, die enige kennis hebben van de investeringen bij bloembollencultures is het duidelijk, dat deze resultaten van enkele dagen luchtverontreiniging voor de telers zeer bedenkelijke aspecten opleveren.

Het zoeken naar een oplossing van het probleem van de luchtverontreiniging werd met kracht ter hand genomen. Een commissie ad hoc ter bestudering van de lucht-

In dezelfde week was in een park in de nabijheid van deze proefvelden aan de naalden van dennebomen een duidelijke beschadiging te zien aan de naar de industrie gekeerde zijde. Een nauwkeurige determinatie van deze beschadiging werd helaas bemoeilijkt door het feit, dat veel bomen in de streek na een zware storm, die eind juni optrad, bruin verdord waren.

Na juni had de beschadiging op de proefvelden niet meer plotseling plaats, maar meer geleidelijk.

De bovengenoemde waarnemingen op proefvelden en aan dennebomen gaven een aanwijzing dat men met schade door HF rekening moest houden.

In het gebied rond Beverwijk onderzocht men in 1954 op proefvelden ook de invloed van kalkbespuitingen op enkele voor gassen gevoelige gladiolerasen. Dit onderzoek leverde twee resultaten op. Ten eerste vond men, dat bij een matig aangetast gewas een vooraf gegeven kalkbespuiting een vermindering van de aantasting door industriegassen tot gevolg heeft. Ten tweede ontdekte men dat het moeilijk is, een kalksuspensie samen te stellen die zich voldoende sterk aan het gewas hecht om gedurende enige tijd bestand te zijn tegen regen.

1955. In 1955 werd het onderzoek op dezelfde voet voortgezet. Nu waren er 40 proefvelden, die in 4 wijde bogen over de streek Beverwijk-Heemskerk verspreid lagen. De resultaten van het onderzoek in 1955 zijn als volgt samen te vatten: tot 18 juni was geen beschadiging aan de gladiolaplanten te zien. In de week van 27 juni t/m 2 juli kwamen op verschillende proefvelden bladbeschadigingen voor tot een lengte van 7 cm vanaf de bladtop gerekend. De velden op grotere afstanden van de industrie, nl. in de omgeving van Castricum en Uitgeest, gaven weinig of geen bladbeschadiging te zien.

Het onderzoek ter plaatse dat, zoals gezegd, onder leiding van dr. MAAN geschiedde, werd aan het eind van 1955 door deze afgesloten. De N.V. Koninklijke Nederlandse Hoogovens en Staalfabrieken maakte het nu echter mogelijk het plaatselijk onderzoek voort te zetten door één van haar employé's (de heer STENVERT) ervoor beschikbaar te stellen. De heer STENVERT begon in 1956 in opdracht van en in nauwe samenwerking met het I.P.O. aan de veldwerkzaamheden. Van zijn hand verschenen uitgebreide verslagen over de werkzaamheden gedurende de jaren 1956, 1957 en 1958. In zijn onderzoek werden behalve gladiolen- ook tulpenproefvelden betrokken. Hierdoor was het mogelijk de waarnemingsperiode naar het voorkomen van gasschade op de proefvelden aanzienlijk uit te breiden. Het onderzoek naar de gasschade aan gladiolen werd op dezelfde wijze als voorheen voortgezet.

1956. In 1956 troffen de Koninklijke Nederlandse Hoogovens en Staalfabrieken maatregelen om de zwaveldioxyde- en fluorwaterstof-luchtverontreiniging in het gebied van Beverwijk te bestrijden. Om de zwaveldioxyde-luchtverontreiniging te verminderen vervingen de Hoogovens (op 9 april 1956) bij zuid-westelijke winden hun zwavelrijke stookolie door zwavelarme olie. Om de fluorwaterstofluchtverontreiniging op te heffen vervingen de Staalfabrieken (op 6 juni) de toegepaste flux, vloeispaat, door een flux die geen fluor bevat.

In het voorjaar van 1956 trad gasschade aan tulpen op o.a. in mei. In deze maand kon geen SO_2 - maar wel fluorwaterstof-luchtverontreiniging optreden, zodat de schade toen door HF veroorzaakt moet zijn geweest. Van 13 bladmonster-tulpenproefvelden welke in verschillende windrichting en op verschillende afstanden van de K.N.H.S. waren aangelegd, vertoonden de proefvelden in de richting z.w.-n.o. van de fabrieken

de hoogste fluorcijfers in de bladeren; het fluorgehalte nam af bij het groter worden van de afstand tot de fabrieken. De bladmonsters werden verzameld op 6 juni 1956.

De gladiolen ondervonden in 1956 geen gasschade.

Vanaf 26 september 1956 begonnen de Hoogovens weer met zwavelrijke olie te stoken, terwijl de Staalfabrieken op 1 oktober 1956 weer aanvingen met het verwerken van vloeispaat.

Sedert juli 1956 werden metingen verricht met fluorwaterstof-opvangapparaten. Deze metingen geschieden het gehele jaar door zonder onderbreking. In het gebied van Beverwijk werden twee meters ten noord-oosten van de Hoogovens opgesteld, zodat met zuid-westelijke windrichting de fluorwaterstof bevattende rook met de meet-apparatuur in contact kwam. De ene meter bevond zich op een afstand van 2,5 km, de andere op een afstand van 6 km ten noord-oosten van de Staalfabrieken.

In de wintermaanden, wanneer er geen gewassen op het veld stonden en door de Hoogovens geen maatregelen getroffen werden om de fluorverontreiniging te verminderen, kon men uit de metingen een indruk krijgen van de hoeveelheden fluorwaterstof die in de lucht werden verspreid. In tabel 1 vindt men de daggemiddelden van 13/7 '56 tot 21/1 '57, die uit de maandelijks door de meters opgenomen fluorhoeveelheden werden berekend. Uit de tabel is te zien dat deze daggemiddelden, na overschakeling op vloeispaat door de Staalfabrieken op 1 oktober, sterk toenamen. Door waarnemingen omtrent de windrichting in deze winterperioden in verband te brengen met de hoeveelheden door de meters in dezelfde perioden geabsorbeerde fluorverbindingen, waren de grote verschillen tussen de opeenvolgende waarnemingen groten-deels te verklaren. De meteorologische waarnemingen werden door het KNMI, als lid van de commissie, verricht. Opvallend zijn de hoge fluorwaarden van de meter op 2,5 km afstand van de Staalfabrieken gelegen. Bij vergelijking van de fluorcijfers van Beverwijk met die uit een ander gasschadegebied (zie tabel 18 en 23) blijkt, dat in Beverwijk zonder maatregelen van de industrie tijdens het groeiseizoen van de gewassen de fluorluchtverontreiniging zo hoog geweest zou zijn, dat daardoor stellig schade geleden zou zijn.

In 1956 werd besloten niet alleen tulpen in het veld in onderzoek te nemen, maar ook kastulpen. Hiertoe legden wij in enige kassen proefveldjes aan. Zo zou men vroeger in het jaar gasschade in dit gebied kunnen opsporen. De mogelijkheid bestond dan, te onderzoeken of schadelijke gassen in kassen in voldoende mate aanwezig kunnen zijn om plantenbeschadiging te geven. Voor het onderzoek werden enkele tulperassen genomen die, volgens de ervaring van de telers, gasgevoelig resp. minder gasgevoelig waren. Deze rassen zouden vergeleken worden op intensiteit van bladbeschadiging.

1957. In 1957 trad in de kastulpen aanzienlijke gasschade op in de periode 10-20 maart. In vier kassen, waarin de telers tulpen teelden, waren de tulperassen Preludium en Blue Parrot opgekweekt voor onderzoek. Drie van deze kassen lagen in de omgeving van Beverwijk, de vierde lag op een afstand van 12 km van de Hoogovens en werd als controle aangehouden. In de drie eerstgenoemde kassen trad in ernstige mate verbranding op aan de toppen van de tulpebladeren. Een beoordeling van de gasbeschadigingsintensiteit in deze kassen werd o.a. uitgevoerd door van 50 Preludium en Blue Parrot planten alle bladeren die voldoende lang waren tot een lengte van 5 cm af te knippen, en daarvan de lengte van bladtopverbranding te meten. De resultaten van deze metingen zijn aangegeven in tabel 2.

Deze gasschade aan kastulpen kan in verband gebracht worden met de maatregelen die door de K.N.H.S. zijn genomen om de luchtverontreiniging te verminderen. Op 11 maart werd begonnen met het stoken van zwavelarme olie, terwijl op 24 maart werd

geëindigd met het gebruik van vloeispaat. Dit betekent dat de schade aan de kastulpen, opgetreden in de periode van 10-20 maart, niet door SO_2 maar door HF werd veroorzaakt.

Aan de gladiolen werd ook in 1957 geen schade toegebracht. Hieruit blijkt, dat de door de fabrieken genomen maatregelen het gewenste resultaat opleverden.

Gedurende het gehele jaar werden op bepaalde plaatsen, nl. nabij Beverwijk (meter 2), nabij Heemskerk (meter 3) en op een punt ten zuiden van het Noordzeekanaal nabij Santpoort (meter 1), de metingen van de fluorverontreiniging van de lucht voortgezet. Dit leverde de in tabel 3 weergegeven cijfers op. De door de meter opgenomen hoeveelheden fluor zijn uitgedrukt in d.p.m. (delen per miljoen) van het gewicht van het gedroogde filtreerpapier dat de fluor heeft opgenomen.

Uit tabel 3 is te zien dat van april tot oktober de fluorverontreiniging van de lucht in de omgeving van Beverwijk (meter 2) aanzienlijk geringer was dan in de andere maanden. Daar de Staal fabrieken van 24 maart tot 1 oktober geen vloeispaat gebruikten, waren hoge fluorwaarden in de zomermaanden ook niet te verwachten. In de overige maanden waren de uitkomsten van meter 2 nabij Beverwijk sterk wisselend, afhankelijk van de windrichting (van de Staal fabrieken naar de meter toe of niet). Voor de meter, opgesteld in de omgeving van Heemskerk (meter 3), kwamen de fluctuaties van de fluorverontreiniging in grote trekken overeen met die uit de omgeving van Beverwijk; de verschillen waren echter minder uitgesproken. Dit is te begrijpen daar meetpunt 3 verder van de Staal fabrieken is verwijderd.

1958. In 1958 is noch bij tulpen noch bij gladiolen gasschade opgetreden. Dat jaar zijn door de Hoogovens en de Staal fabrieken de maatregelen ter voorkoming van de SO_2 - en HF-luchtverontreiniging op een dusdanig vroeg tijdstip genomen, dat ook tulpen geen schade leden.

Wel werd in de periode half januari-half februari in enkele kassen aan irissen een beschadiging geconstateerd, die veel overeenkomst vertoonde met gasbeschadiging bij gladiolen. Deze schade werd echter niet veroorzaakt door industriële luchtverontreiniging. Bladanalyses op fluor en zwavel van irissen afkomstig uit de omgeving van Beverwijk en van plaatsen waar geen luchtverontreiniging voorkomt, toonden aan, dat de ernstigste bladbeschadigingen gecorreleerd waren met een hoog zwavelgehalte in het blad. De meest ernstige beschadigingen bleken verder gevonden te worden in kassen met een hete-luchtkachel binnen in de kas, of met verwarming door potkachels binnen de kas. De constructie van deze kachels en de verzorging tijdens het branden lieten dan te wensen over. In kassen met centrale verwarming kwam de beschadiging niet voor.

Bijzondere vermelding verdient nog een vergelijkend onderzoek uit 1958 naar de luchtverontreiniging binnen en buiten een kas. Hierbij werden zowel binnen als buiten de kas een SO_2 -meter en een HF-meter geplaatst. Dit onderzoek werd verricht om na te gaan in hoeverre een kas de schadelijke gassen belet binnen te dringen. In tabel 4 vindt men aangegeven hoeveel vluchtige zwavelverbindingen, uitgedrukt in mg SO_2 , gemiddeld per dag gedurende een meetperiode door de SO_2 -meters (binnen en buiten) werden opgenomen. De hoeveelheid fluorverbindingen, uitgedrukt in d.p.m. F, die gemiddeld per dag door de HF-meters (binnen en buiten) gedurende een meetperiode werd opgenomen, geeft tabel 5. Uit beide tabellen komt naar voren, dat een kas een belangrijke afscherming biedt tegen SO_2 - en HF-luchtverontreiniging.

In de loop der jaren bleek de schadeintensiteit in het gebied Beverwijk dus af te nemen ten gevolge van de door de industrie genomen maatregelen. Door het vroeg

in het jaar overschakelen op zwavelarme olie werd de schade gedeeltelijk opgeheven, terwijl de schade, die bleef bestaan, geleidelijk naar een vroeger tijdstip werd verschoven door het van jaar tot jaar vroeger uitschakelen van fluorhoudende verbindingen.

Als gevolg van de activiteiten van de commissie ad hoc en de maatregelen van de Koninklijke Nederlandse Hoogovens en Staalfabrieken kon ten slotte door de bloembollentelers in het schadegebied Beverwijk worden geconstateerd, dat de ernstige schade tot het verleden behoorde. De commissie ad hoc werd in verband hiermee in februari 1959 opgeheven.

2. SLUISKIL

Het gasschadegebied Sluiskil neemt een bijzondere plaats in, daar hier bij uitzondering duidelijk aangetoond kon worden, dat de schade aan landbouwgewassen en vruchtbomen werd veroorzaakt door zwaveldioxyde gas. Ons onderzoek in deze streek begon in 1954. Reeds gedurende verscheidene jaren daarvoor ondervond men er echter schade.

1954. Naar aanleiding van een schrijven van de Rijkslandbouwconsulent voor Zeeuws Vlaanderen te Axel, waarin melding werd gemaakt van jaarlijks voorkomende gasbeschadiging bij Sluiskil, bezochten wij op 20 augustus 1954 dit gebied. Daar stuitte wij op de volgende schadeverschijnselen.

De landbouwgewassen en de fruitbomen ten noord-oosten en oosten van respectievelijk een stikstofbindingsbedrijf en een cokesfabriek waren ernstig beschadigd. De meeste schade kwam voor op 500 tot 700 meter afstand van de fabrieken. Grote schade was toegebracht aan de aardappelen (ras Bintje). Bij een maisveld kwam aan de naar de fabriek gekeerde zijde ernstige bladverbranding voor, en er stonden daar minder en kleinere planten dan aan de van de fabriek afgekeerde zijde van het veld (foto 7). Ook appelbomen waren ernstig beschadigd; een paar kleine Cox-bomen hadden al het blad verloren. Enkele grote appelbomen vertoonden verschil in aantasting tussen de beide helften van de kroon. Het naar de fabrieken gekeerde gedeelte stond bijna



FOTO 7. Maisveld met schade aan de naar de fabrieken gekeerde zijde (Sluiskil)
PHOTO 7. Maize field with damage on the side facing the factories (Sluiskil)



FOTO 8. Pereboom, bladverlies aan de naar de fabrieken gekeerde zijde (Sluiskil)
 ФОТО 8. Pear tree, loss of foliage on the side facing the factories (Sluiskil)

bladerloos, de andere helft was normaal bebladerd. De meer in het midden staande, dus door andere bomen afgeschermden appelbomen gaven dit verschil vrijwel niet te zien. Bij peren en wilgen kwam eveneens asymmetrische aantasting van de kroon voor (foto 8).

In de tuin en de boomgaard van een boerderij in het centrum van het schadegebied stelden wij tijdens ons bezoek, gebruik makend van de daar groeiende planten, een voorlopig onderzoek in naar de oorzaak van de beschadiging. Hierbij deed zich helaas de moeilijkheid voor dat bomen, struiken en heggen in de directe omgeving een afscherming vormden, zodat bepaalde plantensoorten op de ene standplaats wel, en op de andere niet beschadigd waren. In de tuin en de boomgaard zagen wij de volgende schadesymptomen aan de gewassen. Bij perziken, die weinig aangetast waren, was de

beschadiging aan de toppen en randen van de bladeren niet scherp afgegrensd. Bij kruisbessen hadden de bladeren zeer weinig beschadiging. Van rozestruiken, daarentegen, waren de bladeren duidelijk aangetast. Jonge essebomen, die niet afgeschermd waren, hadden zeer veel blad verloren.

Daar perzik en kruisbes voor fluorwaterstof zeer gevoelig zijn, achtten wij het niet waarschijnlijk, dat HF de oorzaak van de beschadiging was. Omdat bij Sluiskil reeds in 1953 ernstige beschadiging aan de SO_2 -gevoelige gewassen gerst en tarwe was geconstateerd, gingen onze gedachten uit naar zwaveldioxyde-beschadiging.

Om nader te kunnen vaststellen of zwaveldioxyde inderdaad de oorzaak van de beschadiging was, werden gedurende ons bezoek (20 augustus) bladmonsters verzameld. Van één van de appelbomen, waarvan het naar de fabriek gekeerde deel van de kroon een groot verschil in bladaantasting vertoonde met het naar de andere zijde gerichte deel, werd het verzamelde blad in drie groepen verdeeld: sterk beschadigde bladeren, lichtbeschadigde bladeren en groene bladeren; de laatste waren alleen te vinden aan de van de fabrieken afgekeerde zijde.

Van maïs, waarbij de beschadiging ongelijk over het veld was verdeeld, werden eveneens bladeren geplukt. Aan de zijde van het veld, die het dichtst bij de fabrieken lag, was de stand van het gewas slecht. Van deze plek werden ernstig beschadigde bladeren geplukt. De beschadiging bestond hier uit een geheel verdord bladgedeelte, dat van de top af een derde tot de helft van de bladoppervlakte innam. Op de rest van het blad vertoonden zich, onregelmatig verspreid, strepen en vlekken. Aan de zijde van het maïsveld, van de fabriek afgekeerd, waren de bladeren niet of zeer licht aan de top beschadigd. Ook van deze bladeren werd een monster genomen. Van beide bladmonsters werden de top- en basisgedeelten afzonderlijk geanalyseerd.

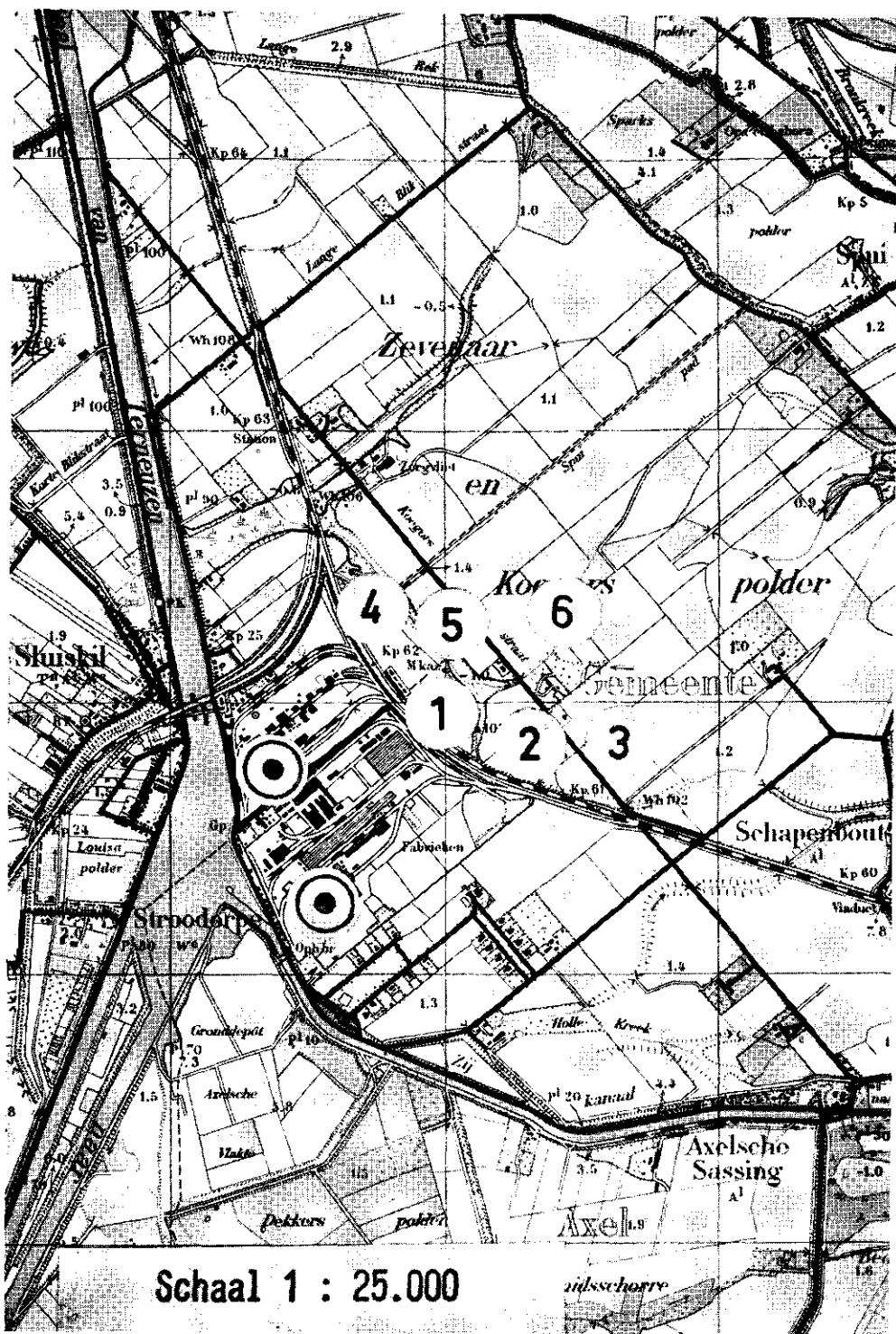
Uit de tabellen 6 en 7 blijkt, dat er een goede correlatie bestaat tussen de mate van beschadiging van de bladeren van de appelboom en de maïs en de zwavelgehalten daarvan.

De bovenbeschreven veldwaarnemingen en bladanalyses toonden aan, dat de gewasbeschadiging door SO_2 werd veroorzaakt.

1955. Het onderzoek in Sluiskil werd in 1955 voortgezet. Op 6 plaatsen (zie kaart 1) werden een gladiolen- en een luzerneproefveldje aangelegd en een SO_2 -meter opgesteld. Deze punten (genummerd 1-6) lagen in twee rijen van drie ten oosten tot noordoosten van de industrie op afstanden van 250 meter tot 1,25 km van de fabrieken. In 1955 trad er in dit gebied tweemaal gasschade op, en wel in de perioden 4-10 mei en 16-19 augustus. De luchtverontreiniging in het tijdvak van 4-10 mei was ernstig; tot op een afstand van 700-1000 meter van de fabrieken was de grond toen bovendien met een dunne laag roet bedekt. Jonge gerstplanten tussen de meetpunten 1 en 2 vertoonden verbranding langs de randen en aan de toppen van de bladeren. Jonge blaadjes van de vruchtbomen tussen meetpunt 2 en 6 hadden verbrande randen. Reeds veel blad van die bomen was afgevallen. In deze periode van 4-10 mei waren de gladiolenplanten en de luzerne nog niet boven de grond, zodat alleen de SO_2 -meters aanwezig waren. Gedurende de periode van 16-19 augustus had de luchtverontreiniging betrekkelijk geringe betekenis.

In tabelvorm zijn de resultaten weergegeven van de SO_2 -meters (tabel 8), van de zwavelanalyses van de luzerne (tabel 9), en van de zwavelanalyses van de gladiolenbladeren (tabel 10).

Wat de luzerne betreft, op 21 juni werd alle luzerne afgesneden; daar het gewas slecht was opgekomen moest al het beschikbare blad voor de bladanalyse worden gebruikt. Op 16 augustus werd van één rij het blad geoogst; vier overblijvende rijen



Schaal 1 : 25.000

KAART I. Overzichtskaart van de 6 proefvelden in 1955 (Sluiskil)
 MAP 1. General map of the 6 experimental fields in 1955 (Sluiskil)

lieten wij staan om materiaal te hebben indien er, voordat het gewas opnieuw uit de stoppel was opgegroeid, weer een schadelijke SO_2 -concentratie zou optreden. Op 19 september werd alle luzerne opnieuw afgesneden; hierbij was dus ook het bladmonster van de op 16/8 niet geoogste luzerne, welk monster dus de invloed van de schadepriode van 16–19 augustus had ondervonden.

Uit de tabellen 8, 9 en 10 blijkt, dat op de plaats waar meter 1 en proefveldje 1 zich bevinden, de invloed van de luchtverontreiniging door zwavel het ernstigst was. In tabel 8 is de gasschadepriode van 4–10 mei terug te vinden uit de zwavelcijfers van de SO_2 -meters op 12/5. Deze waren voor alle meters de hoogste van het gehele meetseizoen. De gasschadepriode van 16–19 augustus wordt in tabel 8 aangegeven door de cijfers van de opvangpriode 8/8–22/8. Alleen meter 1 leverde toen een duidelijk hogere waarde op. Vergeleken met de luchtverontreiniging in de priode van 4–10 mei, die is aangegeven door de cijfers onder 12/5, is die van de priode van 16–19 augustus, aangegeven door kolom 22/8, veel geringer van intensiteit en omvang geweest. Dit laatste is ook duidelijk uit de verschijnselen op de proefvelden op te maken. Alleen de luzerne van proefveldje 1 vertoonde op 22 augustus ernstige gasbeschadigingsymptomen. Op 22 augustus waren van de 6 gladiolenvelden alleen de gladiolbladtoppen van proefveldje 1 duidelijk beschadigd. De zwavelanalyses van de op proefveldje 1 op 19/9, dus na de laatste gasschadepriode, geoogste luzerne en gladiolbladtoppen gaven duidelijk hogere waarden.

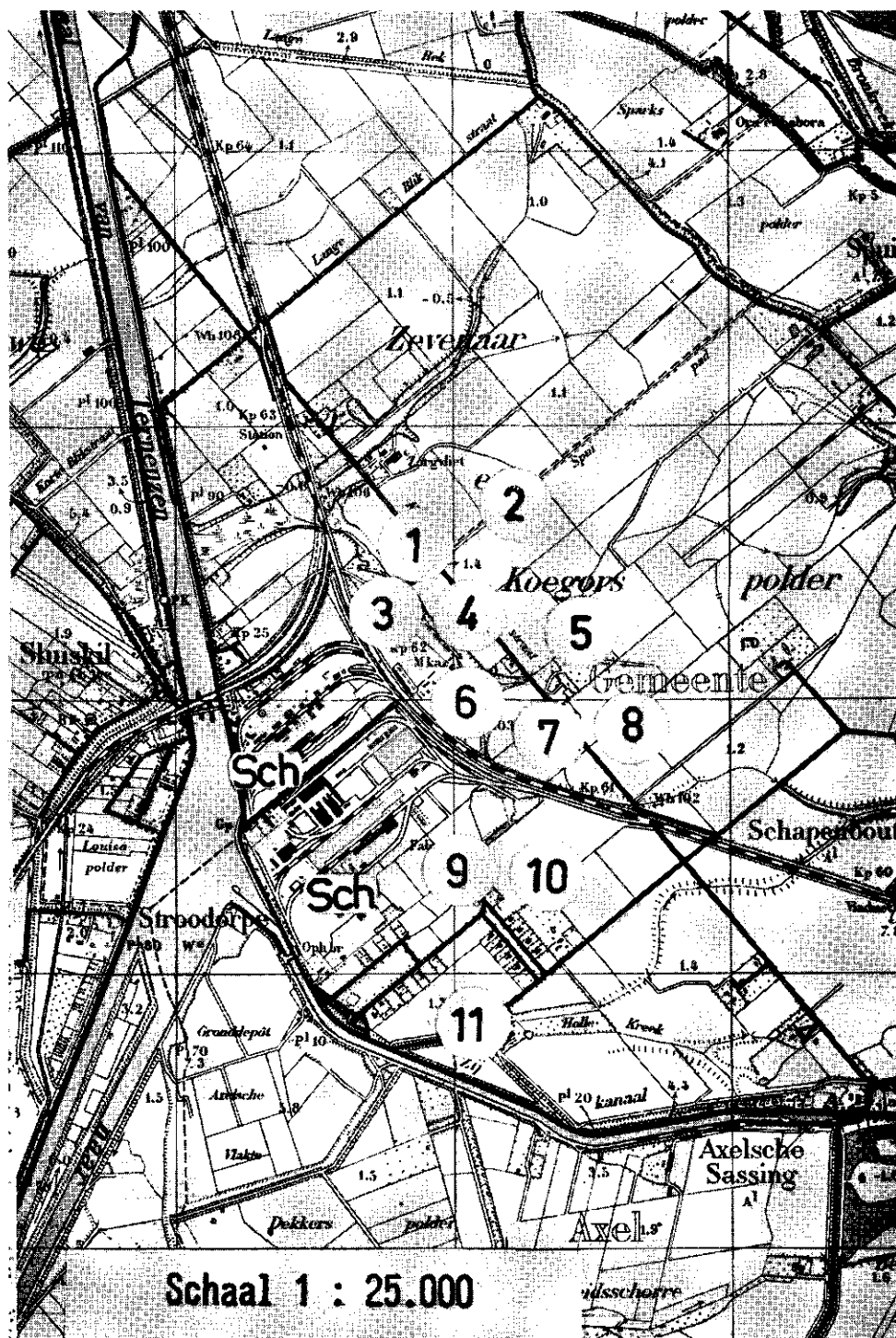
De weinig opvallende resultaten, die in 1955 met de proefvelden zijn bereikt, zullen waarschijnlijk moeten worden toegeschreven aan de gunstige zomer van 1955, welke weinig voor gasschade bevorderlijke klimatologische omstandigheden opleverde. Dit vermoeden wordt bevestigd door het onderzoek in 1956. Was 1955 gekenmerkt door een warme, droge zomer, in 1956 kon men spreken van een natte zomer. Uit vergelijking van de metingen in 1956 en 1955, verricht op plaatsen ten oosten en noord-oosten van de industrie, blijkt de invloed van de klimatologische omstandigheden op het optreden van schade door luchtverontreiniging duidelijk.

1956. In 1956 werd het aantal meetpunten met enkele uitgebreid. Bij de 6 meetpunten van 1955 werden in 1956 luzernevelden aangelegd. Ten noorden hiervan werden twee, en ten zuiden drie nieuwe meetpunten voor SO_2 -meters uitgekozen. De ligging van deze punten is aangegeven op kaart 2. Op de proefvelden bij de meetpunten 5, 6 en 10 werden gladiolknollen (Sneeuwprinses) geplant. Op 20 april plaatsten wij op alle 11 meetpunten SO_2 -meters.

De resultaten van het onderzoek met de meters zijn samengevat in tabel 11. Vergelijken we de resultaten van 1955 en 1956 (tabel 8 en 11) dan blijkt, dat in 1956 hogere SO_2 -gehalten in de lucht voorkwamen dan in 1955. Neemt men het cijfer 4 als minimumwaarde waarbij gasschade optreedt, dan is in 1956 een schadelijke gasconcentratie voorgekomen in de perioden 7/5–18/5, 20/7–8/8, 8/8–20/8 en 20/8–6/9. Roetneerslag werd niet waargenomen.

Op 8/8 oogstten wij de gladiolplanten van de proefvelden 5, 6 en 10. De 15 cm lange bladtoppen werden op zwavelgehalte geanalyseerd. De hoeveelheid in het blad aanwezige zwavel werd uitgedrukt in % SO_4 van het bij 75°C gedurende 2 dagen gedroogde blad. De analyses leverden de volgende zwavelgehalten op, proefveld 5: 1,6% SO_4 , proefveld 6: 2,5% SO_4 , proefveld 10: 1,0% SO_4 . De gladiolplanten van veld 6 vertoonden duidelijk gasbeschadiging. Daar de gladiolen Sneeuwprinses niet gevoelig voor SO_2 zijn en toch door het gas beschadigd werden, moet op veldje 6 (bij het stikstofbindingsbedrijf) de SO_2 -concentratie hoog geweest zijn.

De luzerne van het proefveldje op meetpunt 6 was zeer ernstig beschadigd door



KAART 2. Overzichtskaart van de 11 proefvelden in 1956 (Sluiskil)
 MAP 2. General map of the 11 experimental fields in 1956 (Sluiskil)

bladverbranding. Het zwavelgehalte van deze luzerne (geoogst op 21/8) bedroeg 5,62% SO_4 . Van de andere eveneens op 21/8 geoogste luzerneveldjes waren de zwavelgehalten bij punt 5: 4,03% SO_4 , bij punt 7: 3,29% SO_4 , bij punt 8: 2,51% SO_4 , en bij punt 4: 2,44% SO_4 . Deze hoge zwavelgehalten van het blad zijn in overeenstemming met de gegevens van de SO_2 -meters. In de opvangperiode 8/8–20/8 werden de hoogste waarden van het gehele meetseizoen gevonden.

Op 21/8 werden waarnemingen verricht aan perzikkruid, *Polygonum persicaria*, een onkruid dat evenals luzerne zeer gevoelig is voor SO_2 . Tussen meetpunt 6 en de fabrieken kwam dit onkruid op verschillende plaatsen voor. Van het perzikkruid dat het dichtst bij de fabriek groeide was alle blad verbrand. Bij toenemende afstand van de groeiplaats tot de fabrieken nam de bladbeschadiging af. Bij meetpunt 6 was het bladoppervlak echter nog voor de helft verbrand. De zwavelgehalten van het perzikkruid waren buitengewoon hoog. De analyse van de perzikkruidbladeren, die werd uitgevoerd met geheel verbrand blad dat gemengd werd met grotendeels of half verbrand blad, gaf als uitkomst 7,57% SO_4 berekend op de droge stof. Controle-blad buiten een industriegebied verzameld op 10/9 had een SO_4 -gehalte van 0,85%.

Op 18/5 werd waargenomen dat gerst, die in de omgeving van meters 7, 8 en 9 groeide, witverkleurde bladtoppen vertoonde. In tabel 12 zijn enige waarnemingen en uitkomsten samengebracht die betrekking hebben op deze beschadiging. Ter vergelijking zijn enkele gegevens, betrekking hebbende op tarwe, opgenomen. De mate van aantasting, het zwavelgehalte van het blad op 18/5, en de door SO_2 -meters nabij de gerst- en tarwevelden opgenomen zwavel gedurende de gasschadeperiode 7/5–18/5, zijn in tabel 12 weergegeven.

Daar vooral door het uitgebreide onderzoek van 1956 opnieuw en overtuigend werd aangetoond dat zwaveldioxyde in voor de gewassen te hoge concentratie werd aangetroffen, werd het onderzoek in Sluiskil dat jaar beëindigd.

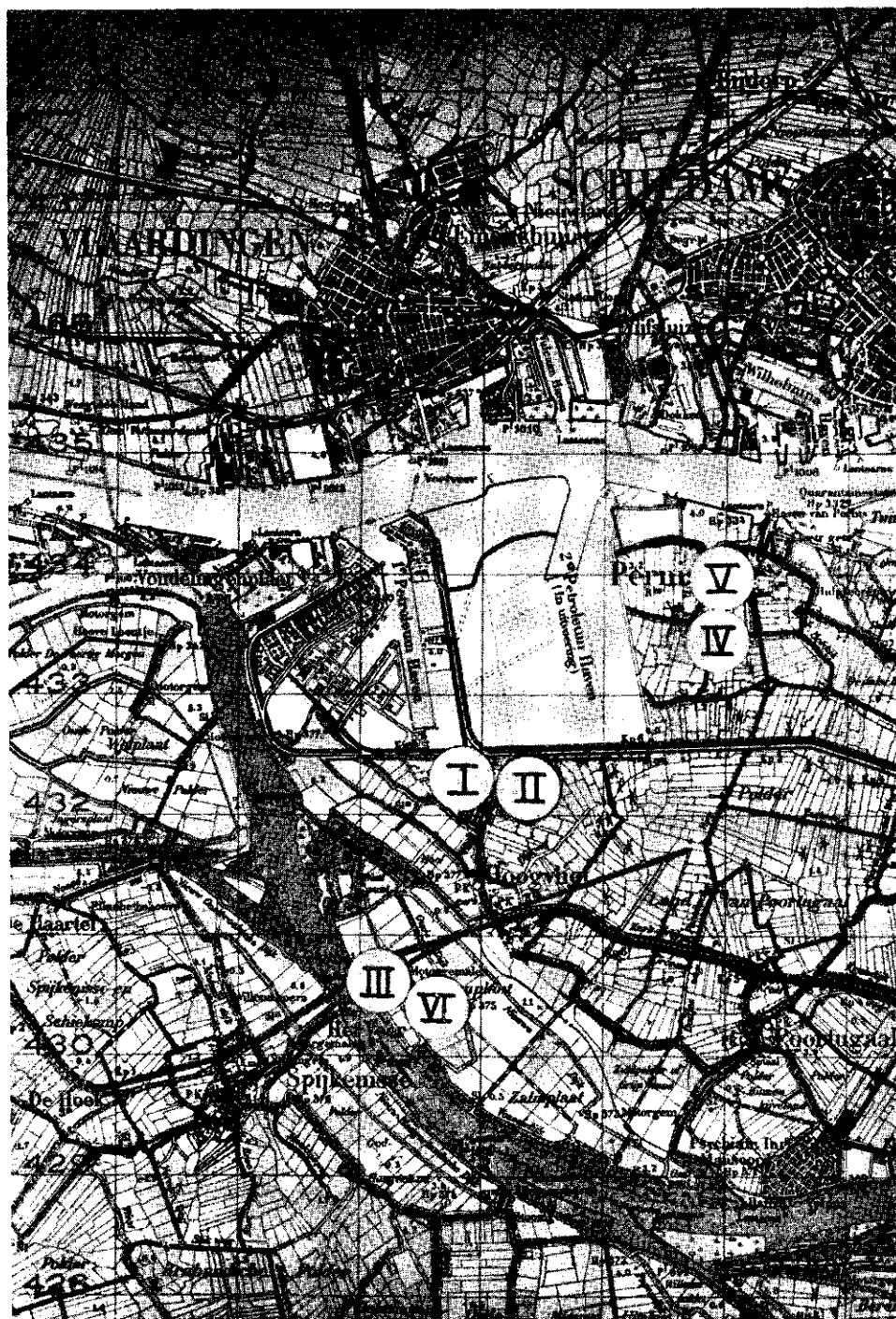
3. PERNIS

In de omgeving van het industriegebied Pernis (Hoogvliet en Pernis) heeft men voornamelijk schade aan vruchtbomen. Wanneer hier voor het eerst gasbeschadiging optrad, is niet met zekerheid na te gaan. Het beginjaar van de schade is of 1950 of 1951 geweest.

De schade was vooral in het jaar 1954 zeer ernstig. In Pernis werd de gasschade na 1954 minder, in Hoogvliet verminderde de gasbeschadiging sterk na 1955. Hoewel in 1956 en 1957 nog bladbeschadiging voorkwam die aan gasschade moest worden toegeschreven, was deze toch veel geringer dan in de voorgaande jaren; bovendien waren er gevallen van beschadiging, waarvan moet worden betwijfeld of zij wel door gassen waren veroorzaakt. In 1958 trad de gasschade echter weer in haar oorspronkelijke hevigheid op. Op kaart 3 is de ligging van boomgaarden aangegeven waar vóór 1958 gasschade voorkwam. In tabel 13 vindt men in welke boomgaard en op welke datum deze schade optrad.

De verschijnselen varieerden sterk. Nu eens bleef de schade beperkt tot de randen van de bladeren en werden slechts enkele rassen aangetast, dan weer breidde de schade zich uit over verscheidene rassen, terwijl de bladeren over de gehele oppervlakte verbrandden. Sommige bladeren vertoonden verbrande plekken, willekeurig verspreid over het bladoppervlak, alsof het blad bespat was geweest met schadelijke stoffen bevattend water.

1954. Door het Rijkstuinbouwconsulentschap te Barendrecht werden in 1954 op negen plaatsen op verschillende afstanden van max. 3–4 km van het industriegebied,



Schaal/Scale 1000 m

KAART 3. Overzichtskaart van de ligging van de boomgaarden die te Pernis, Hoogvliet en Spijkenisse in 1954-1958 door gassen werden aangetast

MAP 3. General map showing the location of the orchards at Pernis, Hoogvliet and Spijkenisse affected by gases in 1954-1958

proefveldjes aangelegd met de gladiolerasen Sneeuwprinses, Picardy en Leeuwenhorst. Dit onderzoek had tot doel de verspreiding van fluorwaterstof in het gebied rond Pernis te leren kennen.

In kaart 4 is de ligging van de proefveldjes aangegeven, terwijl in tabel 14 de waarnemingsdata en de opgemerkte beschadigingen zijn vermeld. Veldje 7 is voor beoordeling uitgevallen vanwege de slechte opkomst. De planten op alle veldjes werden beschadigd. Op de veldjes die het verst van de industrie gelegen waren, was de beschadiging licht. Bij beschouwing van tabel 14 ziet men, de waarnemingsdata volgend, de ontwikkeling van de beschadiging van de gladiolebladeren. Voor het bepalen van het moment waarop de schadelijke gassen opgetreden zijn, zijn vooral die data van belang die een ernstige beschadiging aangeven. Deze wijzen aan, dat er in de voorafgaande periode een schadelijke concentratie van gassen voorkwam.

Er zou een zekere overeenkomst moeten zijn tussen de data van de meldingen over gasschade in de verschillende boomgaarden in 1954 (tabel 13) en de data waarop op de gladiolenveldjes ernstige beschadiging is opgetreden (tabel 14), mits deze veldjes in dezelfde windrichting ten opzichte van de industrie liggen als de boomgaarden. Uit de tabellen 13 en 14 en de kaarten 3 en 4 blijkt dat bij gladiolenvelden en fruitbomen, die door dezelfde windrichting gassen aangevoerd krijgen van de industrie, de beschadiging in dezelfde periode optrad.

De ervaring van de afgelopen jaren deed zien, dat een lichte beschadiging van de gladiolebladeren moeilijk te onderscheiden was van beschadiging van andere oorsprong. Daarom werd alleen aandacht geschonken aan plotseling optredende ernstige beschadiging aan gladiolen die tegelijk met gasschade aan fruitbomen voorkwam.

Het aantal planten per gladioleras op de proefvelden was te gering om bladanalyses uit te voeren, die gegevens zouden kunnen opleveren over de omvang van de gasschade.

1955. In 1955 werd het onderzoek door het I.P.O. overgenomen van het Rijks-tuinbouwconsulentschap. Het onderzoek in dit jaar geschiedde behalve met behulp van proefvelden, ook met enkele meetapparaten voor HF en SO₂. In boomgaard II werd een proefveld aangelegd, en in de onmiddellijke nabijheid daarvan werden twee meetapparaten (één voor HF en één voor SO₂) geplaatst; hetzelfde vond plaats in boomgaard IV (zie kaart 4, meetpunt 6 en 7). In beide boomgaarden was in 1954 ernstige gasschade voorgekomen; ook in 1955 kon hier luchtverontreiniging verwacht worden. Bij de aanleg van de proefvelden werd er voor gezorgd, dat de gassen de velden ongehinderd konden bereiken. Evenals in 1954 gebruikten wij gladiolen van het ras Sneeuwprinses als indicatorplanten voor HF. Om rekening te houden met de mogelijkheid dat SO₂ de oorzaak van de schade aan de vruchtbomen kon zijn, werd ook het SO₂-gevoelige gewas luzerne op de proefvelden uitgezaaid. Er werd van beide gewassen voldoende uitgeplant en gezaaid om bladmonsters te kunnen nemen voor chemische analyse op fluor en zwavel.

In de tabellen 15 en 16 zijn de fluor- respectievelijk zwavelcijfers aangegeven van de geanalyseerde bladmonsters. Bij beoordeling van de fluorgehalten van de gladiolebladeren in tabel 15 dient in aanmerking genomen te worden, dat het normale fluorgehalte van gladiolebladeren, afkomstig uit een gebied zonder luchtverontreiniging, een waarde heeft tot 10 d.p.m. F. Er bleken grote verschillen te bestaan tussen de gehalten van de beschadigde bladtoppen en de gehalten van de groene bladdelen. Deze verschillen waren dermate hoog, dat men alleen hieruit reeds kon concluderen dat er fluorvergiftiging van het blad in het spel was. Bovendien waren de absolute waarden van de fluorgehalten van de beschadigde toppen zeker hoog genoeg om fluorwaterstof



KAART 4. Overzichtskaart van de ligging van de proefveldjes in 1954 in de omgeving van het industriegebied te Pernis

MAP 4. General map showing the location of the experimental fields in 1954 in the neighbourhood of the industrial area of Pernis

als oorzaak van de beschadiging aan te geven. Eind september was de beschadiging zover uitgebreid dat het niet mogelijk was beschadigd en groen bladgedeelte afzonderlijk te analyseren. Voor de analyses werd het blad daarom in zijn geheel genomen. In tabel 15 vindt men dan ook in kolom 30/9 één cijfer voor de beschadigde bladtoppen en de groene bladdelen samen.

Beschadiging van het blad van de fruitbomen in boomgaard II trad op tussen 23/8 en 30/9, terwijl boomgaard IV in dezelfde periode geen schade ondervond. De fluorcijfers van de gladiolen op 30/9 liepen met deze feiten parallel. Het fluorgehalte van het gladioleblad van het proefveld in boomgaard II was 142 d.p.m. en van het proefveld in boomgaard IV 48 d.p.m.

Het fluorgehalte van het blad van de luzerne was reeds op de eerste oogstdatum op 16/6 zowel bij boomgaard IV als bij boomgaard II hoog. Bij de volgende oogsten op 21/7 en 23/8 bleef het fluorgehalte ongeveer gelijk. De luzerne vertoonde als minder HF-gevoelig gewas bij het oogsten op 30/9 geen beschadigingssymptomen.

Vergelikt men de zwavelcijfers van de gladiolen met die van de luzerne, dan blijkt dat deze bij de luzerne hoger lagen dan bij de gladiolen. Daar luzerne zeer eiwitrijk is, waren hogere zwavelcijfers bij dit gewas te verwachten. Wat betreft het zwavelgehalte van de gladiolen en de luzerne bij aanwezigheid van een voor deze gewassen schadelijke hoeveelheid SO_2 in de lucht, zijn cijfers beschikbaar van het SO_2 -schadegebied te Sluiskil. Ook hier waren proefveldjes van luzerne en gladiolen (Sneeuwprinses) aangelegd. Bij beschadiging door SO_2 van de gladiolen in Sluiskil werd een zwavelgehalte in het gladioleblad gevonden van minstens 2,5% SO_4 ; de luzerne gaf in Sluiskil bij bladbeschadiging door SO_2 het cijfer 3,5. De in tabel 16 aangegeven zwavelwaarden uit het industriegebied rond Pernis liggen dus alle veel lager dan die welke bij beschadiging door SO_2 werden gevonden.

Directe bepalingen van het SO_2 - respectievelijk HF-gehalte van de lucht zijn in 1955 verricht in de perioden 21/7–23/8 en 23/8–30/9. De uitkomsten van deze bepalingen zijn weergegeven in de tabellen 17 en 18. Evenals het zwavelgehalte was het fluorgehalte van de lucht in de periode 23/8–30/9 hoger dan in de periode 21/7–23/8. In de meetperiode 23/8–30/9 was de fluorverontreiniging bij meetpunt 6 (boomgaard II) zo hoog geworden dat ernstige gasschade in boomgaard II optrad. Het was niet mogelijk de fluor- en zwavelgehalten van de gladiolen van de oogst van 23/8 te vergelijken met die van 30/9; de conditie van het blad op 30/9 was nl. te slecht. Daardoor konden deze fluor- en zwavelgehalten ook niet vergeleken worden met de uitkomsten voor dezelfde perioden van de meters op de meetpunten 6 en 7 (boomgaard II en IV).

Wel werd met behulp van de proefvelden en de meetapparaten aangetoond, dat een sterk verhoogd fluorgehalte in het gladioleblad in een bepaalde periode samenviel met een aanzienlijk hoger gemiddeld fluorgehalte van de lucht, terwijl in die bepaalde periode ook een ernstige gasbeschadiging aan de fruitbomen optrad. Daar wij een dergelijke correlatie niet vonden voor SO_2 , is de conclusie gerechtvaardigd, dat hier HF-verontreiniging van de lucht tot het optreden van gasbeschadiging aan de fruitbomen heeft geleid.

1956. De proefveldopzet werd in 1956 gewijzigd, teneinde het beeld van HF-beschadiging van gladiolen zo nauwkeurig mogelijk te kunnen bestuderen. Wij namen nu als proefplanten twee zeer HF-gevoelige gladiolerassen, nl. Sneeuwprinses en Leeuwenhorst, en twee minder HF-gevoelige rassen, René Payot en Mansoer. Het verschil in gevoeligheid tussen deze rassen was in de fumigatiekasjes te Wageningen vastgesteld. Daarnaast gebruikten wij weer luzerne om het eventueel voorkomen van schadelijke hoeveelheden SO_2 aan te tonen. Op 1 mei 1956 werden de gladioleknollen

nl. bij meetpunt 1, meetpunt 2 en meetpunt 6 (zie kaart 4). In tabel 22 is het fluorgehalte, dat gedurende de verschillende perioden van HF-opname is gevonden, uitgedrukt in d.p.m. van het gedroogde filtreerpapier, dat de HF heeft geabsorbeerd. Tevens wordt in deze tabel weer de hoeveelheid fluor aangegeven, die gemiddeld per dag door het filtreerpapier is opgenomen. In 1957 is nabij meetpunt 6, gelegen in boomgaard II, gasschade voorgekomen aan Zwijndrechtse wijnperen in de laatste dagen van augustus. Met HF-meter 6 werd in de periode 13/8-13/9 een hoge waarde aan fluor gevonden (zie tabel 22), zodat de HF-luchtverontreiniging in deze periode de oorzaak van de schade was.

1958. In 1958 werd, behalve bij de drie meetpunten van 1957 (no's 1, 2 en 6), nog een HF-meter geplaatst bij meetpunt 7 (bij boomgaard IV, zie kaart 3 en 4). De meters werden dit jaar geplaatst op 1 mei en verwijderd op 1 oktober. In tabel 23 worden de waarden weergegeven welke met deze HF-meters werden verkregen.

Bij de meetpunten 1, 2 en 6 werd een SO_2 -meter opgesteld. De uitkomsten daarvan vindt men in tabel 24. Uit de tabellen 24, 20 en 17, welke resp. aangeven de luchtverontreiniging in 1958, 1956 en 1955, gemeten met de SO_2 -meters op de meetpunten 6 en 7, blijkt dat de op SO_2 omgerekende zwavelhoudende luchtverontreiniging op meetpunt 7 van 1955 naar 1958 toeneemt; op meetpunt 6 bleef deze luchtverontreiniging in dezelfde jaren vrijwel constant.

Verder werden op zes plaatsen verspreid over het gasschadegebied (bij meetpunten 1, 2, 3, 5, 6 en 7, kaart 4) gladiolenproefveldjes aangelegd. De knollen werden gepoot op 1 mei. De planten werden geoogst op 1 juli. De fluorgehalten, die in het blad gevonden werden, vindt men in tabel 25.

In boomgaard II trad eind september gasbeschadiging op aan de Zwijndrechtse wijnpeer en Legipont, en in boomgaard IV, behalve aan de juistgenoemde peresoorten, ook aan Conference. De gasschade opgetreden in boomgaard II kon met behulp van de HF-meter, geplaatst in deze boomgaard (meter 6), gecontroleerd worden. In de periode 3/9-1/10 trad het hoogste daggemiddelde op, nl. 8,2 (zie tabel 23). Dit cijfer dat hoger was dan 6,1 (het cijfer gevonden in deze boomgaard in de periode 13/8/'57-13/9/'57, vgl. tabel 22, meter 6) liet zien dat de gasschade in 1958 ernstiger was dan in 1957. De schade aan de vruchtbomen in boomgaard IV (meter 7) kan toegeschreven worden aan een samenwerking van HF en SO_2 , daar de gemeten waarden van beide gassen in de periode 3/9-1/10 vrij hoog waren. De opgetreden storm in die dagen kan de beschadiging van het blad hebben bevorderd. Gevonden is dat rookgassen, toegevoerd met stormachtige wind, een extra beschadigingseffect op de bladeren veroorzaken.

Samenvattend kan uit het onderzoek in de omgeving van Pernis het volgende geconcludeerd worden: de gasbeschadiging, toegebracht aan de fruitbomen, wisselt van jaar op jaar sterk. Zo is in 1954 en 1958 ernstige gasbeschadiging opgetreden te Hoogvliet en Pernis, terwijl in 1956 in beide plaatsen geen gasbeschadiging optrad. In 1957 is te Pernis en Hoogvliet gasbeschadiging voorgekomen. Uit het onderzoek met behulp van de gladiolenproefveldjes en de HF-meters bleek, dat fluor-luchtverontreiniging de hoofdoorzaak van de gasbeschadiging aan de fruitbomen was. Uit het onderzoek met behulp van SO_2 -meters valt waar te nemen dat in Pernis de luchtverontreiniging met vluchtige zure zwavelverbindingen in 1956 hoger was dan in 1955, en in 1958 hoger dan in 1956. In 1957 werden geen metingen met SO_2 -meters verricht. Te Hoogvliet bleef de luchtverontreiniging met vluchtige zure zwavelverbindingen in deze zelfde jaren gelijk en laag.

IV. FUMIGATIEPROEVEN

1. OVERZICHT VAN EEN UITGEBREID ONDERZOEK MET ENKELE TUINBOUWGEWASSEN

Uitgebreide proeven werden genomen met gladiolen, tulpen en freesia's. Verder werd onderzoek op kleinere schaal verricht met enkele andere land- en tuinbouwgewassen.

Gladiolen. Uit waarnemingen van de bloembollentelers in de omgeving van Beverwijk meende men te mogen opmaken, dat sommige gladiolerassen zeer gevoelig en andere minder tot vrijwel ongevoelig voor bepaalde gassen zijn. Om hier iets naders over te weten te komen, deden wij met twee „gevoelige” en met twee „minder tot vrijwel ongevoelige” rassen begassingsproeven. De rassen werden blootgesteld aan verschillende concentraties HF en SO₂. Het laatste gas werd in het onderzoek betrokken, daar in het schadegebied rond Beverwijk het gevaar bestaat voor schade door SO₂.

Uit proeven, uitgevoerd in september 1955, bleek, dat de vier gebruikte gladiolerassen (Sneeuwprinses, Leeuwenhorst, René Payot, Mansoer), niet erg SO₂-gevoelig zijn. In tegenstelling tot b.v. luzerne, welk gewas reeds bij een verblijf gedurende 5 uur in 0,5 d.p.m. SO₂ ernstig werd beschadigd, vertoonde geen van de gladiolerassen bij deze concentratie ook maar iets van gasbeschadiging. Bij 1,2 d.p.m. gedurende 5 uur toegediend, werden alle vier gladiolerassen licht beschadigd, waarbij echter geen verschil in beschadigingsintensiteit tussen de rassen optrad.

Het effect van de HF-begassing kwam geheel overeen met de bevindingen uit de praktijk. Zo werden de twee in de praktijk gevoelige rassen (Sneeuwprinses, Leeuwenhorst) sterk aangetast door een verblijf gedurende 5 uur in 0,07 d.p.m. HF, en de twee minder gasgevoelige rassen (René Payot, Mansoer) niet of zeer weinig.

De rangorde in gevoeligheid voor HF onderzochten wij in 1957 bij verschillende gladiolerassen. De knollen van deze rassen waren op 1 en 5 augustus opgepot. Alle HF-begassing werd in de tweede helft van september uitgevoerd met eenzelfde concentratie (0,05 d.p.m. HF) en gedurende een even lange periode (6 uur). De proef werd met alle rassen gelijktijdig uitgevoerd en enige malen herhaald. De rangschikking van de rassen naar afnemende gevoeligheid was als volgt: Sneeuwprinses, Nieuw Europa, Leeuwenhorst, Dr. Fleming, Mansoer, René Payot.

Bij de begassing waren de Leeuwenhorstplanten het grootst en hadden het breedste blad, het ras René Payot had stug en wat kort blad, en het ras Mansoer had tamelijk buigzaam en vrij smal blad. Ten tijde van de begassing was de rangschikking der rassen in volgorde van afnemende bladbreedte: Leeuwenhorst, Dr. Fleming, René Payot, Nieuw Europa, Sneeuwprinses en Mansoer.

Op 15 juli 1958 potten wij knollen op van de volgende gladiolerassen: Atlantic, Dr. Dentz, Harry Grant, Leeuwenhorst, Mansoer, Nieuw Europa, René Payot en Sneeuwprinses. In de laatste week van september werden de hieruit ontstane planten begast met een concentratie van 0,013 d.p.m. HF gedurende 8 uur; de temperatuur was 15°C, de relatieve luchtvochtigheid 85%. De rassen René Payot en Mansoer werden niet beschadigd. Harry Grant was licht beschadigd. Sneeuwprinses, Atlantic, Dr. Dentz, Leeuwenhorst en Nieuw Europa werden matig beschadigd; de bladtoppen van de laatste rassen waren over een lengte van 1 tot 4 cm wit verkleurd.

In dit verband kan opgemerkt worden dat in de Amerikaanse literatuur over HF-beschadiging aan gladiolen door verschillende onderzoekers (JOHNSON, ALLMENDINGER, MILLER en GOULD, 1950) de mate van bladbeschadiging wordt uitgedrukt in een „injury index”. Hiermede wordt bedoeld de totale lengte van de beschadigde bladoppervlakte, vermenigvuldigd met 100, gedeeld door de totale lengte van het blad.

Tulpen. Ook bepaalde tulperassen staan in de omgeving van Beverwijk bekend als meer of minder gasgevoelig. Bij de tulpen werd daarom eenzelfde onderzoek naar de gasgevoeligheid ingesteld als bij de gladiolen. Voor de begassingsproeven gebruikten wij de rassen Blue Parrot („gasgevoelig”) en Preludium („niet gasgevoelig”). De bollen werden in series uitgepoot in de periode 4/1–21/1 1957 in een verwarmd warenhuis (temperatuur 18–22°C). De planten werden in de periode eind februari-midden april begast.

Bij een begassing met 1 d.p.m. SO₂ gedurende 6 uur was er geen duidelijk verschil in gasgevoeligheid tussen Blue Parrot en Preludium zichtbaar. Er deden zich bij beide rassen wel verschillen in het beschadigingsbeeld voor. Bij deze concentratie, waarbij de planten slechts zeer licht aangetast werden, uitte de beschadiging zich soms op het midden van de bladlengte in brokkelige, witgekleurde veldjes tussen de nerven; soms kwam een uiterst smalle witte verkleuring langs de rand van het blad voor.

Een ernstiger gasbeschadiging gaf een witte verkleuring aan de bladtoppen, die zich vandaar langs de bladrand naar beneden verspreidde. Bij een hoge concentratie SO₂, nl. 2,5 d.p.m., gedurende drie uur, begon het blad tijdens de begassing reeds te verwelken. Dit was bij een temperatuur van 18°C en een relatieve luchtvochtigheid van 32%, en bij zonneschijn. Bij dezelfde concentratie SO₂ en eveneens drie uur begassing, maar bij een temperatuur van 9,5°C, een relatieve luchtvochtigheid van 66% en bedekte lucht was de beschadiging pas de volgende ochtend zichtbaar in de vorm van verwelkte bladgedeelten (slaphangende bladtoppen van dofgroene kleur). Na 2 à 3 dagen waren alle beschadigde bladgedeelten wit gekleurd.

Uit de begassingsproeven met fluorwaterstof bleek, dat het ras Blue Parrot gevoeliger is dan Preludium. De beschadiging van Blue Parrot was bij een HF-begassing met 0,07 d.p.m. gedurende 6 uur ernstig, en bestond uit een witverkleuring van de bladtoppen over een lengte van 1 tot 5 cm; Preludium gaf bij deze behandeling geen beschadiging te zien. Bij een begassing met 0,013 d.p.m. HF gedurende 7 uur vertoonde Blue Parrot nog gasbeschadiging (1 cm lange witverkleurde bladtoppen); Preludium gaf ook nu geen beschadigingssymptomen te zien. De begassing met 0,013 d.p.m. vond midden april plaats.

Het was opvallend, dat de beschadigingssymptomen na een HF-begassing zich zeer geleidelijk ontwikkelden. Pas twee dagen na de begassing werden de eerste symptomen zichtbaar. Deze bestonden uit een rimpeling en een dofgroene verkleuring van de bladtop. Na verloop van nog twee dagen was de beschadigde top wit gekleurd. De beschadiging breidde zich naar beneden uit. Men kreeg zo een witverkleuring van de bladtoppen uit naar de basis, van het gezonde bladweefsel gescheiden door een zone dofgroen, beschadigd weefsel.

De ontwikkeling van deze beschadiging had niet bij alle planten even snel plaats. Soms waren bij een bepaalde begassing twee dagen na de behandeling reeds de eerste aantastingssymptomen te zien. Soms vertoonden de eerste symptomen zich echter pas acht dagen na de begassing. Bij deze langzame ontwikkeling bleek de intensiteit van de beschadiging uiteindelijk zeer gering te zijn (witverkleuring van een zeer geringe oppervlakte).

Een langzame ontwikkeling van de beschadiging is niet alleen bij tulpen doch ook bij gladiolen opgemerkt. Vond men een langzaam van de top uit naar beneden door-dringende witverkleuring bij tulpen na een HF-begassing in maart, bij gladiolen kon men een geleidelijke verkleuring van de bladtoppen waarnemen in de tweede helft van september. De witte verkleuring ontwikkelde zich in het laatste geval niet geleidelijk van de bladtop af naar beneden, doch de beschadigde oppervlakte werd op een bepaalde dag in haar geheel zichtbaar en verkleurde daarna geleidelijk van dofgroen over grijs-achtig naar wit. Deze verkleuring ging gepaard met een samenrimpeling van de nerven.



FOTO 12. Beschadigingsbeeld van twee gladiole- en drie freesiaplantjes, begast met 0,07 d.p.m. HF gedurende 6 uur

PHOTO 12. *Pattern of injury to two gladiolus and three freesia plants gassed with 0.07 ppm HF for 6 hours*

Fresia's. Vanwege de gasschade, die in verschillende warenhuizen in het Westland (o.a. te Kwintsheul en Wateringen) in oktober 1956 bij freesia's optrad, werd ook dit gewas in de fumigatiekasjes onderzocht. Hiervoor namen wij planten van de rassen: Zaaigeel, Snowqueen en Prinses Marijke, die in juli ten tijde van de proef 4 of 5 bladeren hadden. Het gladioleras Sneeuwprinses werd ook bij de proef betrokken, daar dit een HF-indicatorras is. De begassing werd uitgevoerd met 0,07 d.p.m. HF gedurende 6 uur. Het resultaat van deze proeven was, dat zowel de freesia's als de

gladiolen ernstig werden beschadigd. De symptomen bij beide gewassen waren geheel identiek: een kwart tot de helft van de bladoppervlakte vanaf de top was wit verkleurd (foto 12).

Begin augustus werd een tweede serie freesia's van dezelfde rassen als in de vorige proef opgepot. Deze planten werden begast in de tweede helft van september, toen de rassen Snowqueen en Zaaigeel vier goed ontwikkelde bladeren hadden, en Prinses Marijke vijf. De witte verkleuring had bij de freesia's in het najaar langzamer plaats dan in de zomermaanden: kwam de witte verkleuring in juli in twee dagen tot stand, midden september waren er reeds acht dagen voor nodig. Een HF-begassing uitgevoerd op 19/11 gaf op 28/11 nog slechts gedeeltelijke ontwikkeling van het beschadigingsbeeld; de witte verkleuring was op 28/11 nog niet opgetreden. De opeenvolgende veranderingen in het verkleuringsproces waren weer: dofgroen, grijsachtig, wit. In 1956 hadden wij ook bij gladiolen opgemerkt, dat de verkleuring zich in het najaar langzamer ontwikkelde dan in de zomer.

Bij een begassingsproef met 0,035 d.p.m. HF trad geen verschil in beschadigingsintensiteit op tussen de drie fresiarassen, terwijl van de gladiolerassen Sneeuwprinses, Leeuwenhorst, René Payot en Mansoer de eerste twee meer beschadigd werden dan de beide andere.

Voor een beoordeling van de gasbeschadiging door SO_2 werden de freesia's en de gladiolen van het ras Sneeuwprinses tezamen met de SO_2 -indicator luzerne in juli begast met 0,5 d.p.m. SO_2 gedurende 6 uur. Van deze drie gewassen werd alleen luzerne beschadigd, en wel in ernstige mate.

Een begassing van de freesia's met 1 à 2 d.p.m. SO_2 gedurende 6 uur, eind september uitgevoerd, gaf wel beschadiging. De meeste beschadiging trad op bij $\pm 16^\circ\text{C}$ en bij 100% relatieve luchtvochtigheid. De hoge luchtvochtigheid was ontstaan door aanzuiging van buitenlucht door de fumigatiekas bij zware mist.

De verschillen tussen de beschadigingssymptomen van een HF-begassing en een SO_2 -begassing waren bij freesia's duidelijk. Bij beschadiging door HF waren de bladtoppen wit verkleurd. De beschadiging door SO_2 bestond uit witte strookjes en brokjes die soms samenvloeiden tot overlangse strepen of witte velden tussen de nerven; wanneer deze verkleuringen tot de bladpunt doorliepen, ontstonden ook nu witverkleurde bladtoppen.

2. OVERZICHT VAN EEN ORIËTEREND ONDERZOEK MET VERSCHILLENDE GEWASSEN

Naast het zojuist besproken uitgebreide en gedetailleerde onderzoek, waarbij enkele gewassen uitvoerig onderzocht werden en enige rassen onderling werden vergeleken, deden wij in 1956 enkele proeven zonder de rassen van een gewas onderling te vergelijken. Bij deze laatste proeven werden in de begassingsruimte gelijktijdig van verschillende soorten enige planten gezet om de gevoeligheid van deze soorten voor fluorwaterstof en zwaveldioxyde onder dezelfde omstandigheden na te kunnen gaan.

Als gewassen, waarvoor dit onderzoek gewenst was, waren o.a. tomaat, komkommer en sla opgegeven. Deze werden voor de proeven gebruikt, evenals enige landbouwgewassen en gladiolen. Ook enkele indicatorgewassen, waarvan bekend was dat ze in het gebied van Pernis sterk op schadelijke gassen reageren (o.a. bepaalde onkruiden), werden in de proeven opgenomen. In totaal gebruikten wij de volgende gewassen als proefplanten: gladiool (Sneeuwprinses), gerst (Balder zomergerst), haver (Adelaar), tuinboon, bruine boon (Beka), luzerne, maïs (Goudster), sla (Attractie), boekweit, suikerbiet (Kühn-P), tomaat (Aurora), veenwortel en perzikkruid.

Wat de gevoeligheid voor SO_2 betreft, vonden wij, dat gerst gemakkelijker werd be-

schadigd dan haver (Adelaar); sla bleek vrij gevoelig en stond tussen gerst en haver in. Boekweit was zeer gevoelig, maïs (Goudster) ook, hoewel minder dan boekweit; bij maïs werden de bladtoppen beschadigd. Luzerne werd eveneens gemakkelijk beschadigd. Tomaat en suikerbiet waren minder gevoelig dan gerst en boekweit. Tuinbonen bleken resistenter dan bruine bonen, hoewel de beoordeling moeilijk was daar de symptomen verschilden; bij tuinbonen had de beschadiging langs de bladranden plaats, bij bruine boon meer verspreid over het blad. Het viel ons op, dat het hier gebruikte gladioleras (Sneeuwprinses) nog vrij gevoelig was voor SO_2 (beschadiging bij 1 d.p.m. gedurende 7 uur).

Voor sommige gewassen (boekweit, sla, luzerne) bleek de gevoeligheid bij eenzelfde concentratie SO_2 sterk afhankelijk te zijn van de luchtvochtigheid; bij andere (gladiol, veenwortel, tuinboon) was dit in mindere mate het geval. Waarschijnlijk staat dit in verband met de gevoeligheid voor droogte (snel verwelkende bladeren bij de drie eerstgenoemde plantesoorten). Het was moeilijk voor de gebruikte planten de rangorde in gevoeligheid voor SO_2 vast te stellen, daar de bovengenoemde uitwendige omstandigheid de rangorde verstoortte.

Bij de HF-gevoeligheid speelde de luchtvochtigheid een geringe rol. Voor een lage concentratie HF (0,07 d.p.m. HF gedurende 7 uur) was de rangschikking naar afnemende beschadigingsintensiteit voor een deel van de onderzochte gewassen: gladiol, veenwortel, boekweit, perzikkruid, boon, gerst, haver. Veel minder gevoelig dan de gewassen uit deze reeks waren tomaat, maïs en luzerne.

Van de in de omgeving van Pernis voorkomende onkruiden veenwortel en perzikkruid kan het volgende worden gezegd: de veenwortel bleek gevoeliger voor HF dan perzikkruid, terwijl perzikkruid het gevoeligst was voor SO_2 . Niettemin werd ook de veenwortel nog beschadigd bij een concentratie van 0,5 d.p.m. SO_2 gedurende 7 uur.

Bij gladiol, tuinboon, luzerne, suikerbiet, tomaat en veenwortel bleek, dat in het stadium van volle ontwikkeling de SO_2 -gevoeligheid van oudere bladeren groter was dan van jongere. Bij planten, die voor een gedeelte reeds enige tijd uitgerijpt blad hadden, was de SO_2 -gevoeligheid van dit blad minder dan van het jonge volgroeide blad.

Ook bij sla was er een verschil in gevoeligheid voor SO_2 tussen het jonge en volwassen blad: het laatste werd veel gemakkelijker aangetast. Behalve aan een verschil in ontwikkelingsstadium zou het verschil in gasgevoeligheid bij slabladeren kunnen liggen aan de betere bescherming van het jongere blad tegen schadelijke inwerking van buitenaf.

Bij gladiolen trof men een soortgelijke variatie in gevoeligheid aan ten opzichte van HF. Gladiolen (Sneeuwprinses) met drie bladeren vertoonden de ernstigste beschadiging aan het oudste blad, minder aan het tweede, en de geringste beschadiging aan het jongste blad. Een juiste dosering van het gas in de luchtstroom was noodzakelijk om dit verschijnsel duidelijk te kunnen demonstreren. Een te geringe concentratie gaf alleen aan het derde, oudste blad beschadiging. Bij een te hoge concentratie was de nuancering in beschadiging bij de drie bladeren niet meer duidelijk te zien. Wanneer de gladiolplanten vijf bladeren hadden, waren de middelste bladeren het gevoeligst.

Na deze algemene opmerkingen over de verschillen tussen de diverse soorten, volgen hier nog speciale waarnemingen, enkele van de onderzochte gewassen betreffende.

Tomaat. Kleine verspeende tomatplantjes werden in potten van 10 cm doorsnede in het warenhuis gezet op 28 juni. Begassing met 1 d.p.m. SO_2 gedurende 6 uur werden uitgevoerd tussen 28 juli en 7 augustus. De planten waren toen 37 à 40 cm hoog en hadden 6 goed ontwikkelde bladeren. Een dag na de begassing vertoonden zich donkerbruin tot zwart gekleurde plekken. Twee dagen na de begassing was de

kleur minder donker, nl. vaalbruin. Nog 6 dagen later waren de beschadigde plekken wit verkleurd. De intensiteit van de beschadiging nam van beneden naar boven langs de stengel af. Bij de ernstig aangetaste bladeren liep de beschadiging langs de bladrand en van daaruit naar binnen tussen de nerven. Bij de minder aangetaste bladeren waren de beschadigde plekken over het blad verdeeld. De ernstig aangetaste bladeren verkleurden geleidelijk geel. Na acht dagen waren de onderste ernstig aangetaste bladeren volkomen geel gekleurd. Bij minder ernstig aangetaste bladeren bevond zich de beschadiging aan het eindblaadje en aan de twee hierop volgende blaadjes van het samengestelde blad. Tien dagen na de begassing begonnen de onderste gele bladeren af te vallen. De controleplanten, die niet begast werden en tijdens de proef in het warenhuis bleven, behielden hun normale groene kleur. Elke begassing duurde van 11 uur in de ochtend tot 17 uur in de middag. De temperatuur varieerde van 22°C tot 26°C, de luchtvochtigheid van 50% tot 60%.

Luzerne. Op 4 juli in potten uitgezaaide luzerne groeide in de loop van de zomer op tot forse planten. Half september werd de luzerne laag boven de pot afgesneden. Op 21 oktober werden de uit de stoppel opgegroeide planten begast met een concentratie van 0,5 d.p.m. SO₂ gedurende 6 uur. Op 25 oktober had de beoordeling plaats van de zeven bij deze proef gebruikte potten met luzerneplanten. In alle potten bleek de luzerne beschadigd. Bij oppervlakkige waarnemingen leken enige blaadjes ernstig en vele blaadjes in het geheel niet beschadigd. De stengels van de luzerneplanten die in dezelfde pot stonden waren dooreengegroeid. Ogenscheinlijk was er daardoor geen regelmaat in de verdeling van de beschadiging. Werden de stengeltjes echter zo dicht mogelijk boven de grond afgeknipt en nader beschouwd, dan bleek de regelmaat per stengeltje duidelijk. De onderste, oudste en kleine blaadjes waren weer het meest beschadigd, de middelste grotere bladeren vertoonden minder schade, terwijl de jongste bovenste bladeren die dezelfde grootte hadden als de middelste bladeren, niet beschadigd waren. Er kwamen evenwel ook stengeltjes voor waarvan alleen de middelste bladeren waren beschadigd. Afhankelijk van de mate van aantasting waren de beschadigingssymptomen verschillend. Bij lichte beschadiging hadden de blaadjes enkele witte plekken over het blad verdeeld; bij blaadjes met matige beschadiging bevonden zich lange smalle witte plekken tussen de fijne zijnerfjes; de ernstig beschadigde blaadjes hadden brede witverkleurde bladranden met daarbinnen slechts weinig groen bladoppervlak.

Komkommer. Deze planten gaven bij begassing van 0,5 d.p.m. SO₂ gedurende 6 uur in de meeste gevallen een pleksgewijze beschadiging van het bladoppervlak te zien. Soms trad de beschadiging echter op langs de bladrand en niet als geïsoleerde plekken tussen de nerven. De oorzaak van dit verschil in symptoom werd niet nagegaan.

Bieten. Bij gelijktijdige begassing met een concentratie van 1 d.p.m. SO₂ gedurende 6 uur van bieten (Kühn-P), tomaten (gele tros) en komkommer (Else Gray), werden de nog jonge, voor de groei in potten aangepaste bietplanten beschadigd. De beschadiging bestond hier uit witte plekken met een scherp begrensde onregelmatige omtrek tussen de nerven. Wordt een concentratie van 0,5 d.p.m. SO₂ gebruikt gedurende dezelfde tijd (6 uur), dan trad tot nu toe onder geen enkele omstandigheid beschadiging aan de bietplanten op; bij de tomaten had hierbij onder bepaalde omstandigheden wel beschadiging plaats en bij de komkommers meestal ook. Voorwaarde voor het welslagen van de proeven was, dat de planten niet te lang in de pot bleven vóór de begassing werd toegepast en dat de potgrond voor de aanvang van de proef van voldoende vocht was voorzien. Een hoge luchtvochtigheid en een matige temperatuur hadden dan een gunstige invloed op het ontstaan van aantastingen.

SAMENVATTING

Naar aanleiding van ernstige gasbeschadiging aan bloembollen in de streek Beverwijk-Heemskerk besloot men een onderzoek in te stellen naar de invloed van luchtverontreiniging op land- en tuinbouwgewassen in Nederland. Aan het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen (I.P.O.) werd het tuinbouwkundig-plantenziektenkundig gedeelte van het onderzoek opgedragen.

Dit instituut nam drie schadegebieden van betrekkelijk grote omvang in onderzoek, nl. de streek Beverwijk-Heemskerk (ten noord-westen van Amsterdam), de omgeving van Pernis (ten westen van Rotterdam), en een streek ten oosten van Sluiskil (in Zeeuws-Vlaanderen). Het onderzoek in deze streken, dat ter plaatse geschiedde, vindt men in dit verslag beschreven. Behalve in deze drie grotere gebieden, verrichtte het I.P.O. ook onderzoek in vele schadegebieden van beperkte omvang; hierover wordt in dit rapport echter niets gezegd. Wel worden enige gegevens vermeld, die men op het I.P.O. verkreeg met behulp van fumigatieproeven. Voor planten bijzonder giftige gassen zijn fluorwaterstof en zwaveldioxyde. Het onderzoek in het veld in de drie hierboven genoemde schadegebieden had daarom, evenals het fumigatieonderzoek, betrekking op die beide gassen.

Het onderzoek in het veld had allereerst plaats aan de hand van de beschadigings-symptomen. Hieraan was vaak te zien of men te maken had met gasbeschadiging of niet. Verder werden in het te onderzoeken gebied op verschillende afstanden van de fabrieken proefveldjes aangelegd met voor de gassen gevoelige gewassen. Wij namen als indicatorplanten voor het aantonen van fluorwaterstof gladiolen (Sneeuwprinses), en voor het aantonen van zwaveldioxyde luzerne. Wanneer gasschade was opgetreden, werden de proefveldjes bemonsterd op intensiteit van beschadiging. Men kon dan vaak aan de hand van de beschadiging, opgetreden aan gladiool of luzerne, besluiten tot de aard van het gas dat de schade teweegbracht. Verder kon men aan de verdeling van schade-intensiteit over de verschillende proefveldjes zien, uit welke richting de schadelijke gassen afkomstig waren, hoe ze zich over het gebied hadden uitgebreid, en tot hoever de schade zich uitstrekte.

Deze waarnemingen, die inlichtingen verschafte over de aard en de intensiteit van de schade, werden vervolgens door chemische analyses van het beschadigde blad gecontroleerd. Door de hoeveelheid fluor of zwavel in het blad te bepalen, kregen wij een indruk van de overmaat aan deze stoffen. Wij onderzochten zo beschadigde bladeren van economisch belangrijke te velde staande gewassen. Om een maatstaf voor de beoordeling te hebben, werd als vergelijkingsmateriaal in een gebied zonder luchtverontreiniging blad van dezelfde gewassen verzameld en chemisch geanalyseerd. Naast blad van te velde staande gewassen onderwierpen wij ook bladeren van proefveldplanten aan een chemische analyse op fluor en zwavel. Proefveldplanten kan men in tegenstelling tot te velde staande gewassen onder geheel bekende condities opkweken. Men kent dan de verschillende factoren die op de chemische analyse van invloed kunnen zijn (zoals ouderdom en bespuitingen). Bij het gebruik van proefveldplanten kan men verder zoeken naar een correlatie tussen de beschadigingsintensiteit en de hoeveelheid opgenomen fluor of zwavel van een bepaald gewas, daar men de proefveldjes meestal op voor het onderzoek gewenste afstanden van de fabrieken kan aanleggen.

Om verschillende redenen bleek het gewenst, ook met meetapparaten de luchtverontreiniging in de schadegebieden te meten. Wij gebruikten hiervoor meetapparaten waarvan de werking berust op een groot absorberend vermogen voor de schadeverwekkende gassen.

Door middel van kunstmatige begassing in speciale kasjes van het I.P.O. te Wage-

ningen leerden wij de gevoeligheid van verschillende gewassen voor fluorwaterstof en zwaveldioxyde kennen, evenals de beschadigingssymptomen door deze gassen teweeggebracht. Het fumigatieonderzoek volgde vooral de problemen die zich in de praktijk voordeden. Met verschillende concentraties fluorwaterstof en zwaveldioxyde werd onderzoek aan gladiolen en tulpen verricht. Wij onderzochten van beide gewassen verschillende rassen, die in de omgeving van Beverwijk in de praktijk bekend stonden als wel en als niet gevoelig voor industriegassen. De praktijkopvattingen bleken juist wanneer wij begasten met fluorwaterstof, maar niet juist als wij een zwaveldioxyde begassing toepasten. Ook werd bij het begassingsonderzoek bijzondere aandacht besteed aan fresia's. Dit gewas bleek in het najaar 1956 plotseling in vele en verspreid staande kassen in het Westland aangetast te zijn. Ten slotte onderzochten wij nog enige land- en tuinbouwgewassen op gevoeligheid voor fluorwaterstof en zwaveldioxyde. Hierbij werden verschillende gewassen gelijktijdig in de fumigatiekassen begast, waarbij de uitwerking van een wisseling van de proefomstandigheden voor verschillende gewassen gelijktijdig nagegaan kon worden.

Met behulp van onderzoek in het veld in gebieden waar gewassenbeschadiging door luchtverontreiniging voorkwam, en met behulp van fumigatieproeven met voor planten giftige stoffen, konden elkaar aanvullende gegevens verkregen worden. Hierdoor was het mogelijk een beter inzicht te verkrijgen in de schadelijke inwerking van luchtverontreiniging op land- en tuinbouwgewassen.

SUMMARY

Owing to serious gas damage caused to bulbs in the Beverwijk-Heemskerk district it was decided to carry out an investigation into the effect of air pollution on agricultural and horticultural crops in the Netherlands. The horticultural-phytopathological part of the investigation was entrusted to the Institute of Phytopathological Research (I.P.O.), Wageningen.

This Institute dealt with three fairly large affected areas, viz. the Beverwijk-Heemskerk district north-west of Amsterdam, the Pernis neighbourhood west of Rotterdam, and a district east of Sluiskil in Zeeuws-Vlaanderen. The on-the-spot investigation carried out in these districts is described in the present report. In addition to these three larger areas the I.P.O. investigated some affected areas of small extent, but no reference is made to this in the present report. Some data are, however, given which were obtained at the I.P.O. by means of fumigation tests. Hydrogen fluoride and sulphur dioxide are gases in particular poisonous to plants, so that the field investigation in the three affected areas referred to, as also the fumigation investigation, related to these two gases.

The field investigation was first of all undertaken with reference to symptoms of damage. This often showed whether or not gas damage was involved. Experimental plots of crops sensitive to the gases were also laid out in the areas under investigation at varying distances from the factories. The control plants used for the identification of hydrogen fluoride were gladioli (Snow Princess) and for the identification of sulphur dioxide lucerne. When gas damage had occurred the experimental plots were sampled for the intensity of damage. From the damage caused to gladiolus or lucerne it was then often possible to decide in the first place which type of gas had been responsible for the damage. The distribution of the intensity of damage over the various experimental plots also indicated the direction of the injurious gases, how they had spread over the area, and the extent of the damage.

These observations, which supplied information on the nature and intensity of the damage, were then checked by chemical analysis of the damaged leaf. Some idea of the excess of these materials was afforded by determining the amount of fluorine or sulphur in the leaf. In this way an investigation was made into the injured foliage of important economic crops growing in the open. In order to provide a criterion for the evaluation of damage, foliage from the same crops grown in an area free from air pollution was assembled as control material and chemically analysed. Both foliage of crops growing in the open and foliage from plants grown on experimental plots was chemically analysed for fluorine and sulphur. This is because plants grown on experimental plots, unlike crops growing in the field, can be cultivated under entirely known conditions, thus affording an insight into the various factors such as age and spray treatments which may affect the chemical analysis. Moreover with the use of plants grown on experimental plots it is possible to discover a correlation between the intensity of damage and the amount of fluorine or sulphur absorbed by a given crop, since the experimental plots can generally be laid out at the distances from the factory which are required by the investigation.

For various reasons it was found desirable not to confine the on-the-spot investigation to plants, but also to measure the air pollution in the affected areas by means of meters. For this purpose use was made of meters of which the operation is based on a large absorbing surface for the injurious gases.

By means of fumigation in chambers at the I.P.O., Wageningen, a knowledge was gained of the sensitivity of various crops to hydrogen fluoride and sulphur dioxide

and the symptoms of damage caused by these gases. The fumigation investigation particularly simulated the problems occurring in practice. Gladioli and tulips were examined with varying concentrations of hydrogen fluoride and sulphur dioxide. Of both plants different varieties were examined which are known in the neighbourhood of Beverwijk to be either sensitive or insensitive to industrial gases. It was possible to demonstrate that after having been fumigated with HF, the gladiolus and tulip varieties which are either sensitive or insensitive to industrial gases exhibited the same variation in intensity of damage as in practice. This was not the case after they had been gassed with sulphur dioxide. In the gassing tests particular attention was also given to the freesia, a plant which in the autumn of 1956 was suddenly found to be affected in a large number of greenhouses scattered over the Westland area. In conclusion, a number of agricultural and horticultural crops were examined for their sensitivity to hydrogen fluoride and sulphur dioxide. Various plants were simultaneously fumigated in the fumigation chambers, and it was possible to follow at the same time the effect which a variation in the test conditions exerted on different plants. By means of a field investigation in areas in which gas damage had occurred as a result of air pollution, and by means of an investigation into fumigation with gases noxious to plants, complementary data were obtained which afforded a better insight into the harmful effect of air pollution on agricultural and horticultural crops.

LITERATUUR

1. MCCABE, L. C.: Air Pollution. Proc. of the United States Techn. Conf. on Air Poll. 847 p. McGraw Hill Book Cy. New York. 1952.
2. MILLER, V. L. et al.: Lime papers and indicator plants in fluorine air pollution investigation; J. Agric. and Food Chem., Washington, **1**:526-529, 1953.
3. LECLERC, E.: Extrait de la Revue Universelle des Mines, 1953.
4. TEN HOUTEN, J. G.: Luchtverontreiniging door industriegassen; Mededelingen Directeur van de Tuinbouw, **16**:675-688, 1953.
5. ZIMMERMAN, P. W. and A. E. HITCHCOCK: Susceptibility of plants to hydrofluoric acid and sulfur dioxide gases; Contributions from Boyce Thompson Institute, **18**, 6:263-279, 1956.
6. WENT, F. W.: Distribution of plant injury due to organic air pollutants. T. Plantenziekten, **58**:253-254, 1952.
7. HAAGEN-SMIT, A. J.: Chemistry and Physiology of Los Angeles Smog. Ind. eng. Chem., **44**:1342-1346, 1952.
8. JOHNSON, F., D. F. ALLMENDINGER, V. L. MILLER and C. J. GOULD: Leaf scorch of gladiolus caused by atmospheric fluorine effluents; Phytopathology, **40**, 1950.

BIJLAGEN

TABEL 1. Hoeveelheden fluor in d.p.m. F van het gewicht van het gedroogde filtreerpapier in de meters nabij Santpoort, Beverwijk en Heemskerk (13/7/56-21/1/57)

TABLE 1. Amounts of fluorine in ppm. F of the weight of the dried filter paper in the meters near Santpoort, Beverwijk and Heemskerk (13/7/56-21/1/57)

Einddata opvangperiodes* Final dates of collecting periods		6/8	4/9	11/10	2/11	22/12	21/1
Meter 1	totaal	4	5	19	30	74	49
Meter 1	daggemiddelde	0.17	0.17	0.51	1.36	1.48	1.63
Meter 2	totaal	6	3	50	184	488	1009
Meter 2	daggemiddelde	0.25	0.10	1.35	8.35	9.75	33.63
Meter 3	totaal	3	4	30	37	111	96
Meter 3	daggemiddelde	0.12	0.14	0.81	1.68	2.22	3.20

* De metingen vingen aan op 13/7/56.

The measurements commenced on 13/7/56.

TABEL 2. Het aantal beschadigde bladtoppen van kastulpen (Preludium en Blue Parrot) in de omgeving van Beverwijk (1957)

TABLE 2. Number of injured leaf tops of greenhouse tulips (Preludium and Blue Parrot) in the neighbourhood of Beverwijk (1957)

Kas Greenhouse	Ras Variety	Aantal bladeren per 50 planten Number of leaves per 50 plants	Beschadiging (aantal cm bladtopverkleuring) Injury (number of cm leaf-top discoloration)										
			0	0.75	0.75	1.25	1.75	2.25	2.75	3.25	3.75	4.25	
			0	0.75 (0.37)	1.25 (1.0)	1.75 (1.5)	2.25 (2.0)	2.75 (2.5)	3.25 (3.0)	3.75 (3.5)	4.25 (4.0)	4.75 (4.5)	(5)
A	Prel.	99	66	18	14	1							
	B.P.	181	15	23	37	33	23	33	13	4			
B	Prel.	158	154	4									
	B.P.	192	66	83	39	4							
C	Prel.	103	5	9	18	27	29	9	4		1		1
	B.P.	154	8	7	20	16	12	3	14	13	29	18	14
D*	Prel.	116	116										
	B.P.	159	79	57	20	3							

* Kas D diende ter controle.

Greenhouse D was used as a control.

TABEL 3. Hoeveelheden fluor in d.p.m. F van het gewicht van het gedroogde filtreerpapier in de meters nabij Santpoort, Beverwijk en Heemskerk (22/12/'56-2/1/'58)
 TABLE 3. Amounts of fluorine in ppm. F of the weight of the dried filter paper in the meters near Santpoort, Beverwijk and Heemskerk (22/12/'56-2/1/'58)

Einddata* opvangperiodes Final dates of collecting periods	21/1	26/2	26/3	24/4	24/5	19/6	17/7	8/8	11/9	9/10	6/11	4/12	2/1
Meter 1 totaal	49	45	20	36	43	26	28	44	22	22	26	25	90
Meter 1 daggemiddelde	1.63	1.25	0.71	1.24	1.43	1.00	1.00	2.00	0.65	0.79	0.93	0.89	3.1
Meter 1 daily average													
Meter 2 totaal	1009	449	655	53	33	29	67	67	49	35	620	29	280
Meter 2 daggemiddelde	33.63	12.48	23.40	1.82	1.10	1.12	2.39	3.04	1.44	1.25	22.1	1.04	9.66
Meter 2 daily average													
Meter 3 totaal	96	129	145	25	29	24	54	36	40	31	220	30	84
Meter 3 daggemiddelde	3.20	3.58	5.18	0.86	0.97	0.92	1.93	1.64	1.18	1.11	7.87	1.07	2.89
Meter 3 daily average													

* De metingen vingen aan op 22/12/'56.
 The measurements commenced on 22/12/'56.

TABEL 4. Hoeveelheden zwavel in mg SO₂ gemiddeld per dag opgenomen gedurende 14-daagse of maandelijkse perioden door een meter binnen en een meter buiten een kas in de omgeving van Beverwijk (1958)

TABLE 4. Average daily amounts of sulphur in mg SO₂ absorbed during fortnightly or monthly periods by a meter outside and a meter inside a greenhouse in the neighbourhood of Beverwijk (1958)

Einddata* opvang- perioden Final dates of collecting periods	16/1	30/1	27/2	28/3	24/4	22/5	2/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/11	15/11	1/12	15/12
Meter binnen Meter inside	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	—	—	0.2	0.3	—	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2
Meter buiten Meter outside	1.2	2.4	1.6	1.3	1.0	1.0	—	0.5	0.8	—	0.7	0.5	0.7	1.1	0.8

* De metingen vingen aan op 2/1/'58.
The measurements commenced on 2/1/58.

TABEL 5. Hoeveelheden fluor in d.p.m. F van het gewicht van het gedroogde filtreerpapier gemiddeld per dag opgenomen gedurende een maandelijkse meetperiode door een meter binnen en een meter buiten dezelfde kas in de omgeving van Beverwijk (1958)

TABLE 5. Average daily amounts of fluorine in ppm. F of the weight of the dried filter paper absorbed during a measuring period of one month by a meter inside and a meter outside the same greenhouse in the neighbourhood of Beverwijk (1958)

Einddata opvangperioden Final dates of the collecting periods	30/1	27/2	28/3	24/4	22/5	2/6*	1/7	1/8	1/9	1/10	1/11	1/12
Meter binnen	0.1	0.4	0.2	0.3	0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2
Meter inside												
Meter buiten	3.7	10.5	1.7	1.3	1.3	0.9	0.9	1.2	0.9	0.5	0.5	0.4
Meter outside												

* Deze periode bedroeg 11 dagen.
The duration of this period was 11 days.

TABEL 6. Zwavelgehalten (% SO₄ van de droge stof) van de bladeren van een appelboom nabij een fabriek in de omgeving van Sluiskil (1954); duplobepaling
TABLE 6. Sulphur contents (% SO₄ of the dry matter) of the foliage of an apple tree near a factory in the neighbourhood of Sluiskil (1954); in duplicate

Sterk beschadigd/Severe damage	2.31
	2.35
Licht beschadigd/Slight damage	1.89
	1.89
Groen/Green	1.25
	1.27

TABEL 7. Zwavelgehalten (% SO_4 van de droge stof) van maisbladeren van een veld nabij een fabriek in de omgeving van Sluiskil (1954); duplobepaling

TABLE 7. Sulphur contents (% SO_4 of the dry matter) of maize foliage in a field near a factory in the neighbourhood of Sluiskil (1954); in duplicate

Bladeren van de naar de fabriek toegekeerde zijde van het veld <i>Foliage on the side of the field turned towards the factory</i>		Bladeren van de tegenovergestelde zijde van het veld <i>Foliage on the opposite side of the field</i>	
Toppen: geheel beschadigd <i>Tops: totally damaged</i>	1.62 1.65	1.08 1.13	Toppen: weinig beschadigd <i>Tops: slightly damaged</i>
Basisdelen: weinig beschadigd <i>Basal parts: slightly damaged</i>	1.10 1.12	0.66 0.65	Basisdelen: niet beschadigd <i>Basal parts: undamaged</i>

TABEL 8. Hoeveelheden zwavel in mg SO_2 gemiddeld per dag opgenomen gedurende 14-daagse perioden door de meters nabij Sluiskil (1955)

TABLE 8. Average daily amounts of sulphur in mg SO_2 absorbed during fortnightly periods by the meters near Sluiskil (1955)

Einddata opvangperiodes <i>Final dates of the collecting periods</i>		12/5	31/5	13/6	27/6	11/7	25/7	8/8	22/8	5/9
Meter no.	1	5.27	2.53	2.14	2.18	1.37	0.55	0.16	2.75	1.08
Meter no.	2	4.37	2.64	1.99	1.73	1.18	0.43	0.20	0.88	1.33
	3	2.46	1.45	1.63	1.97	0.82	0.39	0.44	0.71	1.51
	4	4.32	2.44	1.67	2.04	0.90	0.10	0.12	0.53	0.39
	5	3.76	2.60	1.40	1.57	0.86	0.18	0.16	1.37	1.12
	6	3.47	2.34	1.59	1.64	1.08	0.37	0.40	1.41	0.88

TABEL 9. Zwavelgehalten (% SO_4 van de droge stof) van luzerneblad van proefvelden in de omgeving van Sluiskil (1955)

TABLE 9. Sulphur contents (% SO_4 of the dry matter) of lucerne foliage in experimental plots in the vicinity of Sluiskil (1955)

Oogstdata <i>Harvest dates</i>		21/6	16/8	19/9
Proefveld no.	1	2.5	2.2	3.5
Experimental plot no.	2	1.9	1.8	2.4
	3	1.7	—	1.7
	4	2.0	2.0	2.6
	5	1.9	1.7	2.6
	6	2.1	1.8	2.3

TABEL 10. Zwavelgehalten (% SO_4 van de droge stof) van 15 cm bladtoppen van gladiolen (Sneeuw-prinses) van proefvelden in de omgeving van Sluiskil (1955)

TABLE 10. Sulphur contents (% SO_4 of the dry matter) of 15 cm leaf tops of gladioli (Snow Princess) in experimental plots in the neighbourhood of Sluiskil (1955)

Oogstdata Harvest dates	15 juli 15th July	19 sept. 19th Sept.
Proefveld no. 1	0.7	2.9
Experimental plot no. 2	1.0	0.9
3	0.7	0.8
4	0.6	1.0
5	0.6	1.0
6	0.6	1.0

TABEL 11. Hoeveelheden zwavel in mg SO_2 gemiddeld per dag opgenomen gedurende 14-daagse perioden door de meters nabij Sluiskil (1956)

TABLE 11. Average daily amounts of sulphur in mg SO_2 absorbed during fortnightly periods by the meters near Sluiskil (1956)

Einddata opvangperioden Final dates of collecting periods	7/5	18/5	4/6	19/6	9/7	20/7	8/8	20/8	6/9	20/9
Meter no. 1	0.70	0.95	1.68	1.85	1.33	0.77	1.24	3.91	—	1.14
Meter no. 2	0.78	1.08	1.33	2.02	1.33	0.90	1.48	1.72	4.42	1.43
3	0.78	1.62	1.56	2.36	1.55	0.88	2.65	4.40	3.95	2.51
4	1.02	2.43	2.23	2.62	1.92	0.85	2.22	5.60	—	1.80
5	1.34	3.65	1.59	2.12	2.36	0.93	3.50	6.17	2.77	2.92
6	0.92	4.40	1.89	3.53	3.02	1.25	5.18	10.1	5.09	3.39
7	1.28	3.55	1.62	1.76	1.66	0.88	3.22	6.28	1.60	2.16
8	1.30	4.40	1.10	1.57	1.41	0.88	1.74	4.23	1.42	1.80
9	2.19	6.22	2.62	3.24	3.26	1.18	4.30	2.85	1.42	3.31
10	1.44	4.70	1.86	2.67	2.43	0.85	2.76	1.75	0.76	2.67
11	1.15	2.25	1.60	0.64	0.77	0.63	1.00	0.46	0.53	0.90

TABEL 12. Zwavelgehalten (% SO_4 van de droge stof) van 15 cm bladtoppen van gerst en tarwe en zwavelgehalten van de lucht (mg SO_2 per dag) in de omgeving van Sluiskil (1956)

TABLE 12. Sulphur contents (% SO_4 of the dry matter) of 15 cm leaf tops of barley and wheat, and sulphur contents of the atmosphere (mg SO_2 per diem) in the neighbourhood of Sluiskil (1956)

Gewas Crop	Mate van beschadiging op 18/5 Extent of damage on 18/5	Zwavelgehalte van 15 cm bladtoppen op 18/5 Sulphur content of 15 cm leaf tops on 18/5	Meter- nummer Meter no.	Zwavelgehalte van de lucht gedurende 7/5-18/5 Sulphur content of the atmosphere from 7/5 to 18/5
Tarwe/Wheat	geen/none	1.5	1	0.95
id./do.	geen/none	2.1	10	4.70
Gerst/Barley	geen/none	2.2	3	1.62
id./do.	aan bladtoppen on leaf tops	2.7	7	3.55
id./do.	aan bladtoppen on leaf tops	2.2	8	4.40
id./do.	aan bladtoppen on leaf tops	2.9	9	6.22
id./do.	geen/none	1.4	11	2.25

TABEL 13. Overzicht van de gasschade in de omgeving van Pernis in de jaren 1954–1957
TABLE 13. Survey of gas damage in the neighbourhood of Pernis from 1954 to 1957

Jaar van optreden van gasschade <i>Year in which gas damage occurred</i>	Boomgaard waarin gasschade is waargenomen <i>Orchard in which gas damage was observed</i>	Datum van optreden van gasschade <i>Date on which gas damage occurred</i>	Nadere gegevens <i>Further details</i>
1954	III	begin juni <i>beginning of June</i> eind juli <i>end of July</i>	
1954	II	14 juli <i>14th July</i> 14 t/m 21 juli <i>July 14th to 21st</i> 25 en 26 september <i>September 25th and 26th</i>	
1954	I	25 en 26 september <i>September 25th and 26th</i>	
1954	IV	begin september <i>beginning of September</i> 21 en 22 september <i>September 21st and 22nd</i>	
1954	V	begin september <i>beginning of September</i> 21 en 22 september <i>September 21st and 22nd</i>	
1955	III		geen verdere gegevens vermeld <i>no further details supplied</i>
1955	II	14 en 15 september <i>September 14th and 15th</i>	
1955	I		boomgaard vervangen door nieuwbouw <i>orchard built over</i>
1955	IV		geen opvallende schade <i>no noticeable damage</i>
1956	II		geen gasschade <i>no gas damage</i>
1956	IV		geen opvallende gasschade <i>no conspicuous gas damage</i>
1956	VI	10 juli <i>10th July</i> ± 12 oktober <i>about 12th October</i>	
1957	II	30 augustus <i>30th August</i>	
1957	IV	begin september <i>beginning of September</i>	gasschade <i>gas damage</i>

TABEL 14. Overzicht van de gasbeschadiging aan gladiolen op proefvelden in de omgeving van Pernis (1954)
TABLE 14. Survey of gas damage to gladioli in experimental plots in the neighbourhood of Pernis (1954)

Datum van waarneming <i>Date of observation</i>	Veldje 1 <i>Plot 1</i>	Veldje 2 <i>Plot 2</i>	Veldje 3 <i>Plot 3</i>	Veldje 4 <i>Plot 4</i>	Veldje 5 <i>Plot 5</i>	Veldje 6 <i>Plot 6</i>	Veldje 8 <i>Plot 8</i>	Veldje 9 <i>Plot 9</i>
31/5/54	lichte besch. <i>slight damage</i>	geen besch. <i>no damage</i>	geen besch. <i>no damage</i>	geen besch. <i>no damage</i>	geen besch. <i>no damage</i>	geen besch. <i>no damage</i>	geen besch. <i>no damage</i>	geen besch. <i>no damage</i>
10/6/54	niet waargen. <i>not observed</i>	niet waargen. <i>not observed</i>	geen besch. <i>no damage</i>	niet waargen. <i>not observed</i>	niet waargen. <i>not observed</i>	geen besch. <i>no damage</i>	lichte besch. <i>slight damage</i>	geen besch. <i>no damage</i>
17/6/54	ernstige besch. <i>serious damage</i>	geen besch. <i>no damage</i>	geen besch. <i>no damage</i>	geen besch. <i>no damage</i>	niet waargen. <i>not observed</i>	geen besch. <i>no damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	geen besch. <i>no damage</i>
28/6/54	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	lichte besch. <i>slight damage</i>	zeer lichte besch. <i>very slight damage</i>	zeer lichte besch. <i>very slight damage</i>	zeer lichte besch. <i>very slight damage</i>	zeer lichte besch. <i>very slight damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	matige besch. <i>moderate damage</i>
9/7/54	lichte besch. <i>slight damage</i>	matige besch. <i>moderate damage</i>	lichte besch. <i>slight damage</i>	lichte besch. <i>slight damage</i>	zeer lichte besch. <i>very slight damage</i>	lichte besch. <i>slight damage</i>	lichte besch. <i>slight damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>
23/7/54	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	ernstige besch. <i>serious damage</i>	lichte besch. <i>slight damage</i>	matige besch. <i>moderate damage</i>	zeer lichte besch. <i>very slight damage</i>	ernstige besch. <i>serious damage</i>	lichte besch. <i>slight damage</i>	matige besch. <i>moderate damage</i>
11/8/54	ernstige besch. <i>serious damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>
13/9/54	ernstige besch. <i>serious damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>	geen nieuwe besch. <i>no fresh damage</i>

ernstige beschadiging = meer dan de helft van het totale aantal bladeren beschadigd.

matige " = 1/4 tot de helft

lichte " = minder dan 1/4

serious damage = more than half the total number of leaves damaged.

moderate " = 1/4 to half the

slight " = less than 1/4 the

TABEL 15. Fluorgehalten (d.p.m. F van de droge stof) van gladiole- en luzerneblad van proefvelden in de omgeving van Pernis (1955)

TABLE 15. Fluorine contents (ppm. F of the dry matter) of gladiolus and lucerne foliage in experimental plots in the neighbourhood of Pernis (1955)

Oogstdata Harvest dates		16/6	21/7	23/8	30/9
Meetpunt 7/Measuring point 7 (boomgaard IV): gladiool (orchard IV): gladiolus	beschadigde toppen damaged tops groene bladdelen green parts of leaf	54 4	54 10	70 17	48*
Meetpunt 6/Measuring point 6 (boomgaard II): gladiool (orchard II): gladiolus	beschadigde toppen damaged tops groene bladdelen green parts of leaf	68 5	72 8	88 19	142*
Meetpunt 7/Measuring point 7 (boomgaard IV): luzerne (orchard IV): lucerne		43	33	53	68
Meetpunt 6/Measuring point 6 (boomgaard II): luzerne (orchard II): lucerne		50	47	51	62

* Beschadigd en groen bladgedeelte niet afzonderlijk geanalyseerd.
Damaged and green part of leaf not separately analysed.

TABEL 16. Zwavelgehalten (% SO₄ van de droge stof) van gladiole- en luzerneblad van proefvelden in de omgeving van Pernis (1955)

TABLE 16. Sulphur contents (% SO₄ of the dry matter) of gladiolus and lucerne foliage in experimental plots in the neighbourhood of Pernis (1955)

Oogstdata Harvest dates		16/6	21/7	23/8	30/9
Meetpunt 7/Measuring point 7 (boomgaard IV): gladiool (orchard IV): gladiolus	beschadigde toppen damaged tops groene bladdelen green parts of leaf	0.84 0.66	0.89 0.71	0.87 1.02	0.81*
Meetpunt 6/Measuring point 6 (boomgaard II): gladiool (orchard II): gladiolus	beschadigde toppen damaged tops groene bladdelen green parts of leaf	0.85 0.69	0.96 0.79	1.04 0.90	0.65*
Meetpunt 7/Measuring point 7 (boomgaard IV): luzerne (orchard IV): lucerne		1.55	1.69	1.69	1.57
Meetpunt 6/Measuring point 6 (boomgaard II): luzerne (orchard II): lucerne		1.63	1.44	1.56	1.76

* Beschadigd en groen bladgedeelte niet afzonderlijk geanalyseerd.
Damaged and green part of leaf not separately analysed.

TABEL 17. Hoeveelheden zwavel in mg SO₂ gemiddeld per dag opgenomen gedurende twee meetperioden door twee meters in de omgeving van Pernis (1955)

TABLE 17. Average daily amounts of sulphur in mg SO₂ absorbed during two measuring periods by two meters in the neighbourhood of Pernis (1955)

Meetperioden Measuring periods	21/7-23/8	23/8-30/9
Meetpunt 6/Measuring point 6 (boomgaard II)/(orchard II)	1.07	1.24
Meetpunt 7/Measuring point 7 (boomgaard IV)/(orchard IV)	1.01	1.36

TABEL 18. Hoeveelheden fluor in d.p.m. F van het gedroogde filtreerpapier gemiddeld per dag opgenomen gedurende twee meetperioden door twee meters in de omgeving van Pernis (1955)

TABLE 18. Average daily amounts of fluorine in ppm. F of the dried filter paper absorbed during two measuring periods by two meters in the neighbourhood of Pernis (1955)

Meetperioden Measuring periods	21/7-23/8	23/8-30/9
Meetpunt 6/Measuring point 6 (boomgaard II)/(orchard II)	4.9	8.0
Meetpunt 7/Measuring point 7 (boomgaard IV)/(orchard IV)	1.4	4.6

TABEL 19. Fluorgehalten (d.p.m. F van de droge stof) en zwavelgehalten (% SO₄ van de droge stof) van 15 cm bladtoppen van gladiolen (Sneeuwprinses) op proefvelden in de omgeving van Pernis (1956)

TABLE 19. Fluorine contents (ppm. F of the dry matter) and sulphur contents (% SO₄ of the dry matter) of 15 cm leaf tops of gladioli (Snow Princess) in experimental plots in the neighbourhood of Pernis (1956)

Veld bij meetpunt Plot at measuring point	Gepoot op 23/5 en geoogst op 6/8 Planted 23/5 and harvested 6/8		Gepoot op 3/7 en geoogst op 26/9 Planted 3/7 and harvested 26/9	
	Fluorgehalte Fluorine content	Zwavelgehalte Sulphur content	Fluorgehalte Fluorine content	Zwavelgehalte Sulphur content
1	68	1.33	75	2.17
2	75	1.17	60	2.14
3	45	1.10	40	1.50
4	40	0.93	30	1.47
5	30	0.97	20	1.33

TABEL 20. Hoeveelheden zwavel in mg SO₂ gemiddeld per dag opgenomen gedurende drie meetperioden door twee meters in de omgeving van Pernis (1956)

TABLE 20. Average daily amounts of sulphur in mg SO₂ absorbed during three measuring periods by two meters in the neighbourhood of Pernis (1956)

Meetperioden Measuring periods	5/6-3/7	3/7-3/8	3/8-3/9
Meetpunt 6/Measuring point 6 (boomgaard II)/(orchard II)	0.98	1.28	0.66
Meetpunt 7/Measuring point 7 (boomgaard IV)/(orchard IV)	1.65	2.02	2.31

TABEL 21. Hoeveelheden fluor in d.p.m. F van het gedroogde filtreerpapier gemiddeld per dag opgenomen gedurende drie meetperioden door twee meters in de omgeving van Pernis (1956)

TABLE 21. Average daily amounts of fluorine in ppm. F of the dried filter paper absorbed during three measuring periods by two meters in the neighbourhood of Pernis (1956)

Meetperioden Measuring periods	5/6-3/7	3/7-3/8	3/8-3/9
Meetpunt 6/Measuring point 6 (boomgaard II)/(orchard II)	2.4	3.0	1.9
Meetpunt 7/Measuring point 7 (boomgaard IV)/(orchard IV)	2.8	3.8	3.6

TABEL 22. Hoeveelheden fluor in d.p.m. F van het gewicht van het gedroogde filtreerpapier in de meters in de omgeving van Pernis (1957)

TABLE 22. Amounts of fluorine in ppm. F of the weight of the dried filter paper in the meters in the neighbourhood of Pernis (1957)

Einddata opvangperioden* Final dates of collecting periods		14/6	15/7	13/8	13/9	15/10
Meter 1 Meter 1	totaal	331	964	145	114	433
	daggemiddelde daily average	10.4	31.1	5.0	3.7	13.5
Meter 2 Meter 2	totaal	—	98	200	310	300
	daggemiddelde daily average	—	3.2	6.9	10.0	9.4
Meter 6 Meter 6	totaal	83	94	107	190	82
	daggemiddelde daily average	2.6	3.0	3.7	6.1	2.6

* De metingen vingen aan op 13/5/57.
The measurements commenced on 13/5/57.

TABEL 23. Hoeveelheden fluor in d.p.m. F van het gewicht van het gedroogde filtreerpapier in de meters in de omgeving van Pernis (1958)

TABLE 23. Amounts of fluorine in ppm. F of the weight of the dried filter paper in the meters in the neighbourhood of Pernis (1958)

Einddata opvangperiodes*		3/6	1/7	1/8	3/9	1/10
<i>Final dates of collecting periods</i>						
Meter 1	totaal	365	540	175	119	365
	<i>total</i>					
Meter 1	daggemiddelde	11.0	19.3	5.0	4.1	13.0
	<i>daily average</i>					
Meter 2	totaal	147	177	230	125	143
	<i>total</i>					
Meter 2	daggemiddelde	4.5	6.3	6.6	4.3	5.1
	<i>daily average</i>					
Meter 6	totaal	76	50	94	95	229
	<i>total</i>					
Meter 6	daggemiddelde	2.3	1.8	2.7	3.3	8.2
	<i>daily average</i>					
Meter 7	totaal	119	136	188	103	143
	<i>total</i>					
Meter 7	daggemiddelde	3.6	4.8	5.4	3.5	5.1
	<i>daily average</i>					

* De metingen vingen aan op 1/5/58.

The measurements commenced on 1/5/58.

TABEL 24. Hoeveelheden zwavel in mg SO₂ gemiddeld per dag opgenomen gedurende vijf meetperiodes door drie meters in de omgeving van Pernis (1958)

TABLE 24. Average daily amounts of sulphur in mg SO₂ recorded during five measuring periods by three meters in the neighbourhood of Pernis (1958)

Einddata*		3/6	1/7	1/8	3/9	1/10
<i>opvangperiodes</i>						
<i>Final dates</i>						
<i>collecting periods</i>						
Meter no. 2	—	—	—	3.85	3.08	3.36
Meter no. 6	0.80	0.79	1.14	0.66	1.70	
7	2.95	1.68	2.95	2.77	2.61	

* De metingen vingen aan op 1/5/58.

Measurements commenced on 1/5/58.

TABEL 25. Fluorgehalten (d.p.m. F van de droge stof) van 15 cm bladtopen van gladiolen (Sneeuwprinses) op proefvelden in de omgeving van Pernis (1958)

TABLE 25. *Fluorine contents (ppm. F of the dry matter) of 15 cm leaf tops of gladioli (Snow Princess) in experimental plots in the neighbourhood of Pernis (1958)*

Oogstdatum <i>Harvest date</i>	F in d.p.m. <i>F in ppm.</i> 1/7
Veld bij meter 1	104
<i>Plot at meter</i> 2	66
3	27
5	16
6	20
7	48