

PROEFSTATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS EN
CONSULENTSCHAP VOOR DE TUINBOUW TE NAALDWIJK

TOEDIENING VAN KOOLZUURGAS IN KOMKOMMERS

J.A.M. van Uffelen Ing

Januari 1973

no. 21

Informatiereeks

Prijs f 3,50

Ten geleide

Koolzuurgasdosering vindt in de vroege komkommerteelt op veel minder bedrijven plaats dan bij de teelt van vroege tomaten of bij de teelt van sla. Deze achterstand is veroorzaakt door twee factoren. De belangrijkste daarvan is, dat in de praktijk talrijke gevallen van schade in komkommerras zijn opgetreden, die aan het doseren met drukverstuivers zijn toegeschreven. Daarnaast leverde het organisch materiaal een grote hoeveelheid koolzuurgas, vooral gedurende de eerste 4 tot 8 weken van de teelt.

In deze publikatie worden de resultaten beschreven van twee jaar onderzoek met zuiver koolzuurgas. Een produktieverhoging tot 20% lijkt ook in de praktijk haalbaar te zijn, als koolzuurgas wordt gedoseerd. Daarnaast zijn er aanwijzingen, dat door doseren de vruchtkwaliteit wordt verbeterd. Het onderzoek is vooral nu actueel, omdat de nieuwe methode van centraal doseren de toepassing van koolzuurgas, ook bij de vroege teelt van komkommers, veel beter mogelijk maakt. De publikatie biedt, behalve informatie over het effect van het doseren van koolzuurgas, ook informatie over de periode, waarin doseren van belang is.

A.J. Vijverberg,

hoofd afd. teelt en kasklimaat

INHOUD

	<u>Pag.</u>
1. Inleiding	4
2. Koolzuurgas en de toepassing in de glastuinbouw	4
3. Het gebruik van organisch materiaal	6
4. Toepassing van koolzuurgas bij de komkommerteelt tot 1970	7
5. Onderzoek	9
6. Discussie	17
7. Conclusies	20
8. Samenvatting	21
9. Literatuur	22

1. INLEIDING

Het doseren van koolzuurgas heeft sinds de introductie in de vijftiger jaren een grote vlucht genomen. Het is bij verschillende teelten onder glas een normale maatregel geworden. Gedurende deze periode is op diverse onderzoekinstellingen getracht de effecten van koolzuurgas op de groei en de produktie van onder glas geteelde gewassen vast te stellen.

Resultaten van dit onderzoek zijn, voor zover deze de behandelde stof konden verduidelijken, in deze brochure verwerkt.

In een apart hoofdstuk is de situatie ten aanzien van het doseren van koolzuurgas bij komkommers in de praktijk weergegeven. Hierin blijkt dat deze maatregel tot nu toe bij komkommers veel minder wordt toegepast dan bij verschillende andere gewassen. Hiervoor zijn diverse oorzaken op te noemen. Om meer inzicht te krijgen in de effecten van extra koolzuurgas bij de stookkomkommerteelt is in 1969 op het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk het onderzoek bij deze teelt opnieuw ter hand genomen. De gegevens van dit onderzoek vormen de basis van deze brochure.

Tenslotte zijn enkele wensen voor toekomstig onderzoek, mede gebaseerd op verwachte technische ontwikkelingen, aangegeven.

2. KOOLZUURGAS EN DE TOEPASSING IN DE GLASTUINBOUW

2.1 Koolzuurgas als produktiefactor bij de glasgroenteteelt

Koolzuurgas is een belangrijke en bij de teelten in afgesloten ruimten een te beïnvloeden produktiefactor. De groei van gewassen is voor een groot gedeelte afhankelijk van de assimilatie. De assimilatie-snelheid wordt o.a. bepaald door de koolzuurgaskoncentratie van de lucht die de planten omgeeft.

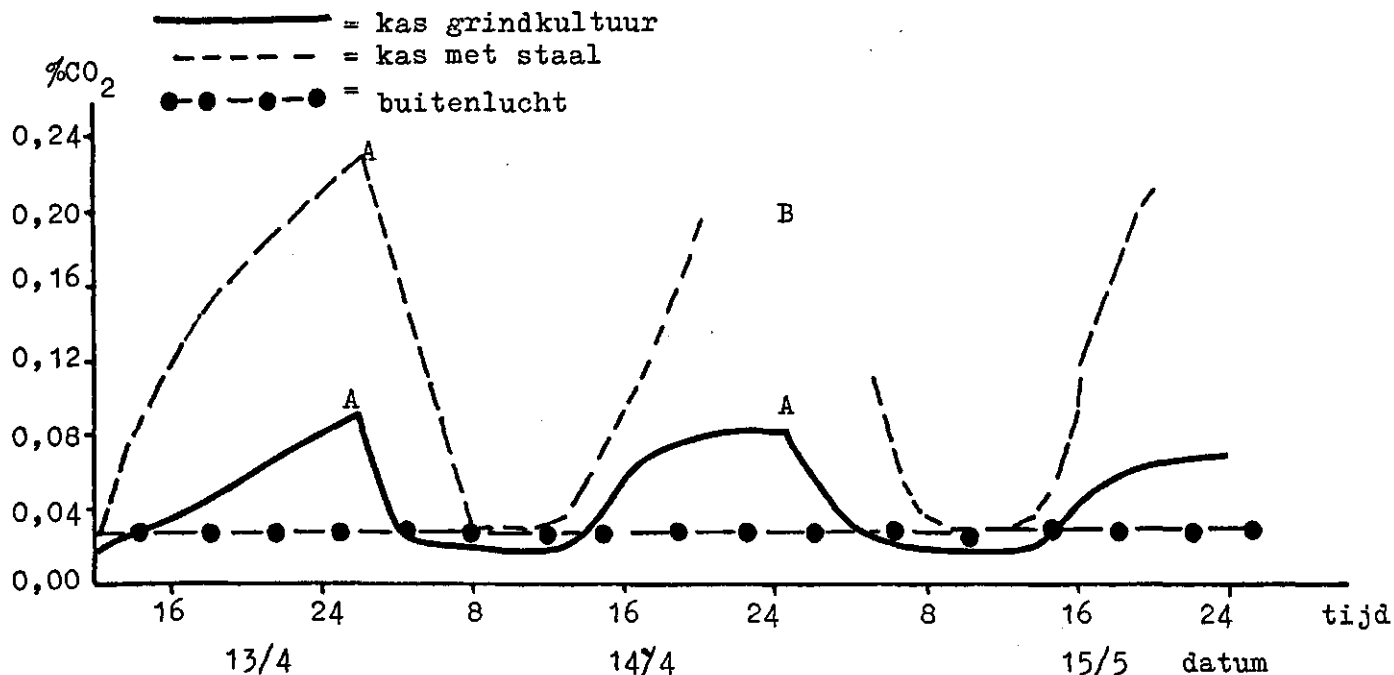
Bij vollegrondsteelten (teelten zonder afdekking van glas of plastic) is koolzuurgas voor de produktie eveneens belangrijk. Het grote verschil met teelten onder glas is, dat bij vollegrondsteelten het koolzuurgasgehalte van de lucht die de planten omgeeft, nauwelijks te beïnvloeden is en steeds rond 0,03% schommelt.

Onder glas is het koolzuurgasgehalte van de lucht veel meer aan schommelingen onderhevig dan buiten. Doordat het ademhalingsproces van de planten ook gedurende de nacht doorgaat en vanuit de grond koolzuurgas aan de kaslucht wordt afgegeven, zal bij gesloten luchtramen het koolzuurgasgehalte van de kaslucht tijdens de nacht oplopen. Op de dag vindt het omgekeerde plaats. Als de luchtramen gesloten zijn en er betrekkelijk weinig luchtverversing plaatsvindt, kan het koolzuurgasgehalte van de lucht snel dalen. Vooral bij zonnig weer is het koolzuurgasgebruik door de planten groot. Zodoende kunnen onder bepaalde omstandigheden koolzuurgasgehalten van circa 0,01% worden gemeten (16,19). Bij dit gehalte zal geen groei meer kunnen plaatsvinden (27,13). Zodra de luchtramen worden geopend loopt het koolzuurgasgehalte weer op tot bijna 0,03%.

Een fraai voorbeeld van het verloop van het koolzuurgasgehalte onder verschillende omstandigheden vindt U in onderstaande grafiek die is vervaardigd door Steiner (24), naar aanleiding van door hem in 1959 gedaan onderzoek.

A = Top varieert mogelijk 0,75 uur

B = Waarneming op dit punt niet betrouwbaar



Onder glas zal - zelfs wanneer het gehalte 0,03% is - koolzuurgas eerder de minimumfactor voor groei en produktie zijn dan bij natuurteelten. Dit wordt veroorzaakt doordat de overige groeifactoren veelal gunstiger en ook beter geregeld en aangepast zijn. Men behoeft hierbij maar te denken aan factor als luchttemperatuur, vochtvoorziening, voedings-koncentratie van de grond en luchtvochtigheid.

Het doseren van koolzuurgas zal bij gewassen in kassen vaak tot produktieverhoging leiden (20,27).

2.2 Inpassing van koolzuurgas in het geheel van groeifactoren

Om tot een maximaal rendement van koolzuurgasdosering te komen moeten de andere groeifactoren optimaal zijn (14).

Gedurende de eerste jaren dat koolzuurgas aan onder glas geteelde gewassen werd toegediend, is hieraan in veel gevallen niet voldaan. We denken dan speciaal aan de toediening bij tomaten. Er van uitgaande, dat het koolzuurgas niet door de luchtramen mag verdwijnen werd er in de meeste gevallen belangrijk minder geventileerd dan wanneer géén koolzuurgas werd gedoseerd (10). Vooral het tijdstip waarop men de luchtramen opende lag veelal later op de dag. Hierdoor werd enerzijds de temperatuur, maar vooral ook de luchtvochtigheid, belangrijk hoger. Er ontstond daardoor een gewas dat gevoelig was voor groeistoornissen. Het oplopen van de temperatuur werd nog versterkt, doordat bijna uitsluitend werd gedoseerd middels verbranding van koolwaterstoffen, waarvan niet alleen het koolzuurgas maar ook de warmte in de kas werd gehouden. Groeistoornissen werden gemakkelijk opgewekt, doordat men later op de dag tóch moest ventileren, waardoor de temperatuur en vooral de relatieve luchtvochtigheid scherp daalden. Zo'n snelle overgang had soms zelfs verwelking van het gewas tot gevolg, zodat de eer-

der bereikte winst (grotere assimilatie door het doseren) verloren ging. Dit is, naar aangenomen wordt, de hoofdoorzaak geweest van de zeer wisselende resultaten die, met name in de jaren 1960 tot 1965, werden bereikt.

Nadien is men, ook al werd koolzuurgas gedoseerd, in beperkte mate gaan ventileren zodra de omstandigheden dat wenselijk maakten; dus als temperatuur en/of luchtvochtigheid te hoog werden. Hierdoor wordt het koolzuurgasgehalte van de kaslucht wel verlaagd, maar onder praktijkomstandigheden kunnen de luchtramen 5 tot 10 cm geopend worden voordat het koolzuurgasgehalte van de kaslucht, onder overigens gelijkblijvende omstandigheden, terugzakt tot minder dan de helft van de concentratie bij gesloten luchtramen. Wanneer dat wenselijk is wordt de buistemperatuur op een bepaald minimum, bijv. 45 °C, gehouden om daardoor de luchtbeweging in de kas op peil te houden. Dit laatste is vooral van belang bij windstil weer en hoge luchtvochtigheid. Door deze maatregelen zijn de resultaten die met doseren van koolzuurgas worden bereikt, veel verbeterd.

2.3 Toepassing van koolzuurgas bij andere kasgewassen

Doordat de resultaten veel beter werden heeft het doseren van koolzuurgas bij verschillende gewassen een grote vlucht genomen. We denken hierbij op de eerste plaats aan voorjaarssla. Deze teelt was de eerste waarbij het doseren op grote schaal werd toegepast. Ook bij de stooktomaat is het doseren van koolzuurgas vrijwel algemeen. Op vrij veel bedrijven wordt met doseren gestopt als de planten ongeveer 2 m lang zijn (half maart - begin april). Zowel uit onderzoek (18) als in de praktijk is gebleken dat dit te vroeg is om tot maximale resultaten te komen. Men beëindigt de toediening echter, omdat temperatuursverhoging niet wenselijk is en omdat plaatselijk zelfs verbranding (vooral van de koppen) kan optreden. Ook bij gewassen als paprika, andijvie, spinazie, radijs, koolrabi, roos, etc. wordt met goed resultaat koolzuurgas gedoseerd.

3. HET GEBRUIK VAN ORGANISCH MATERIAAL

3.1 De broeiveur

Bij de vroege komkommerteelt wordt al vele jaren gebruik gemaakt van een broeiveur. Hiertoe worden veuren van 40 tot 60 cm breed en 20 tot 30 cm diep in de grond gegraven. Deze veuren vult men met grote hoeveelheden organische mest. Vroeger was dit bijna uitsluitend verse, storrige paardemest. Nadien gebruikte men veelal stro met dunne koe-mest en de laatste jaren voor een groot gedeelte stobalen met kunstmest (kalkammonsalpeter). Het geheel wordt afgedekt met een laagje grond van circa 15 cm, waarin de komkommerplanten worden gepoot. Doordat dit materiaal gaat broeien wordt de grondtemperatuur verhoogd tot 20° à 30°C. De temperatuur in het midden van een strobaal kan wel oplopen tot boven 50°C. In de tijd dat veel komkommers onder platglas werden geteeld kon zodoende reeds in maart worden geplant, zónder dat een andere warmtebron aanwezig was.

Het leveren van warmte was aanvankelijk het enige motief waarom men broeiveuren aanlegde. Pas toen bij andere gewassen koolzuurgas werd gedoseerd is men er zich in de praktijk algemeen van bewust geworden, dat het bij het verteren gevormde koolzuurgas een belangrijke bijdrage leverde aan de produktie.

Wanneer in een kas een goed-broeiende broeiveur aanwezig is, kan men als de luchtramen zijn gesloten, koolzuurgaskoncentraties meten van 0,30 tot 0,40% (5). Dit is alleen het geval gedurende de eerste 14 dagen ná de aanvang van de broei. Daarna blijft het gehalte, als een flinke broeiveur is aangelegd (circa 10 kg stro per m² kasoppervlakte), nog 6 tot 8 weken schommelen tussen 0,05 en 0,10%, mits de luchtramen zijn gesloten. Gemeten is daarbij in de ochtenduren bij een niet al te sterke wind.

3.2 Staalgrond en gemengde mest

In de komkommerkasjes is veelal zogenaamde staalgrond gebruikt, vooral te Loosduinen. Deze grond, die in hoofdzaak uit een mengsel van verteerde klei-graszoden en paardemest bestaat, werd in de kas op ruggen gezet. Op deze ruggen of bedden werden de komkommers geplant. Later is men op veel bedrijven gemengde mest gaan gebruiken. Dit is een mengsel van stalmeest en veen en het wordt verwerkt als staalgrond.

Tijdens de teelt in de kasjes werd het bed gedurende de teelt nog enkele malen wat bijgevuld met verse gemengde mest. Het gewas reageert hierop gunstig. Het gunstige effect van staalgrond en gemengde mest moet voor een groot gedeelte worden toegeschreven aan het vrijkomen van koolzuurgas bij de verdere vertering.

De koolzuurgasproduktie van het vele organische materiaal dat bij de komkommerteelt werd en nog wordt gebruikt, is bijna zeker een van de oorzaken van het - in verhouding met andere gewassen - moeilijk van de grond komen van het koolzuurgas doseren bij deze teelt (wet van remmende voorsprong). Toch komt men steeds meer tot de overtuiging dat ook bij de vroege komkommerteelt het doseren van koolzuurgas voordelen moet kunnen opleveren.

4. TOEPASSING VAN KOOLZUURGAS BIJ DE KOMKOMMERTEELT TOT 1970

4.1 Het gebruik van spiritus- en houtskoolbranders

Uit het jaarverslag van de Proeftuin voor het Zuidhollands Glas-district te Naaldwijk van het jaar 1932 (2) blijkt, dat er reeds in die jaren, zowel op deze Proeftuin als in de praktijk, belangstelling was voor het doseren van koolzuurgas bij komkommers. Er zijn toen al verschillende proeven genomen waarbij hoofdzakelijk spiritus als verbrandingsbron werd gebruikt.

Er wordt in dit jaarverslag ook melding gemaakt van een centrale doserings-installatie te Loosduinen die in een aantal kasjes het koolzuurgasgehalte verhoogde. De bron bij deze installatie was het verbrandingsgas van houtskool.

Steeds werd gedurende betrekkelijk korte perioden koolzuurgas gedoseerd; bijvoorbeeld één of twee maal per dag een uur. De in die perioden gevonden koolzuurgasgehalten waren beduidend hoger - vaak het twee- à drievoudige - dan in de onbehandelde afdelingen.

Uit de gepubliceerde proefresultaten blijkt, dat de meeropbrengsten die door koolzuurgasdosering werden verkregen niet onbelangrijk waren (11 tot 17%). Ondanks deze meeropbrengsten heeft het doseren van koolzuurgas toen geen ingang gevonden. De reden hiervoor is niet duidelijk. Volgens een gegeven kostenberekening werd verwacht dat het zeker rendabel zou zijn.

4.2 Het gebruik van petroleum en aardgasbranders

4.2.1 In de herfstteelt. De teelt van herfstkomkommers (planttijd half juli tot eind augustus) vindt grotendeels plaats op bedrijven waar in het voorjaar vroege stooktomaten worden geteeld. Op deze bedrijven is apparatuur om koolzuurgas te doseren algemeen aanwezig. Het is daardoor eenvoudig en weinig kostbaar om tijdens de herfstteelt van komkommers koolzuurgas te doseren. Dit heeft, naast het gebruik op veel kleinere schaal van organisch materiaal, het doseren bij deze teelt bevorderd.

In de herfst van 1963 is in De Lier een proef genomen met koolzuurgas bij herfstkomkommers (23). Hierbij werd een meeropbrengst verkregen van ruim 40%. Ook deze proef heeft stimulerend gewerkt. In de praktijk is men op grote schaal koolzuurgas bij herfstkomkommers gaan doseren. Het effect is vaak reeds enkele dagen na het begin van het doseren zichtbaar aan het sneller uitgroeien van de vruchten. Het al dan niet rendabel zijn van het doseren bij deze teelt is, ook in de praktijk, geen discussiepunt meer (11,12).

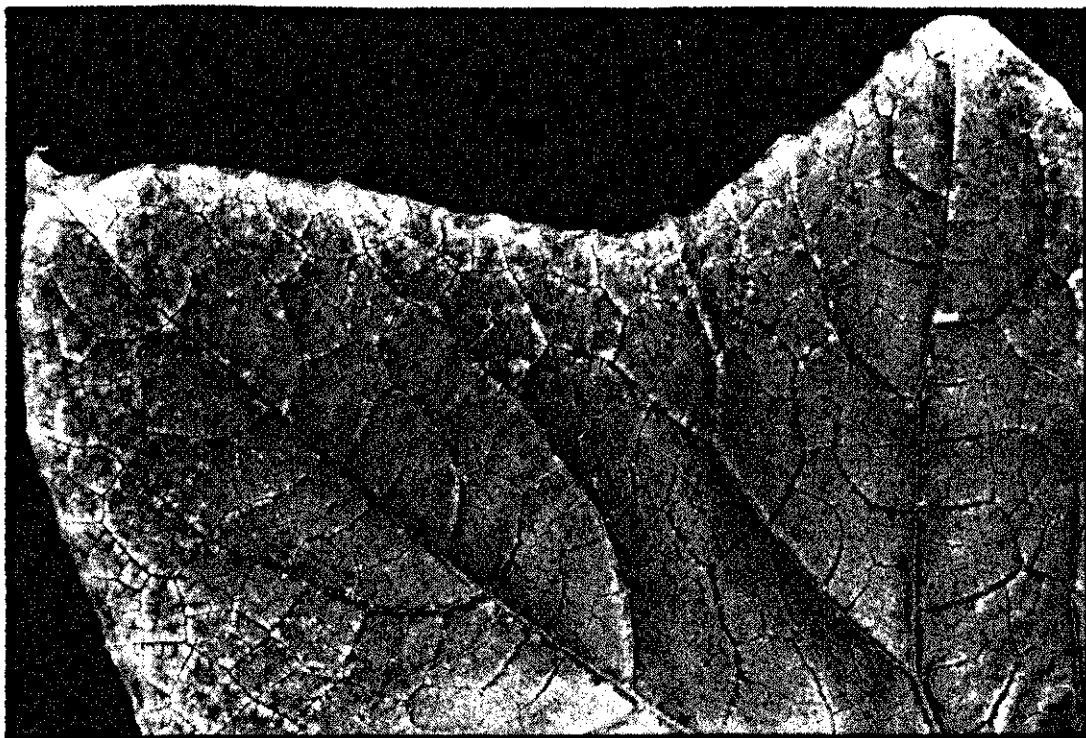
4.2.2 In de vroege stookteelt. Tot 1971 is het doseren van koolzuurgas bij de teelt van vroege stookkomkommers, slechts incidenteel toegepast. In de praktijk is, in het vroege voorjaar van 1962 en 1963, proefsgewijs wel eens koolzuurgas toegediend door verbranding van petroleum of propaan. De resultaten waren evenwel teleurstellend. Het heeft daardoor tot 1969 geduurd voordat enkele tuinders het opnieuw probeerden. De redenen hiervoor waren de goede resultaten bij zowel de herfstteelt van komkommers, als bij de teelt van vroege stooktomaten. Daarnaast waren de inzichten bij de tuinders omtrent de functie van koolzuurgas en het verloop van het natuurlijke CO₂-gehalte in de kas bij gebruik van een broeiveur, veel verbeterd. Voor zover bekend is in 1969 bij 2½ à 3 ha vroege stookkomkommers, verdeeld over 6 of 7 bedrijven, koolzuurgas gedoseerd. De resultaten waren zeer wisselend. Op enkele bedrijven was men enthousiast. Men sprak van een flinke meeropbrengst, hetgeen echter niet te controleren was omdat er geen goede vergelijkingsmogelijkheden aanwezig waren.

Op de overige bedrijven waren de resultaten teleurstellend. Er trad, betrekkelijk kort nadat men met doseren was begonnen (5 à 6 weken na het uitplanten), bladafsterving op.

Beginnend vanaf de bladranden van de oudste bladeren (stambladeren) verkleurde het bladmoes vlak langs de nerven wit (zie foto). Het blad kreeg een vaalgrijze kleur. Na enkele dagen stierven dergelijke bladeren geheel af. Bij sommige planten bleven de onderste vier of vijf bladeren gezond.

Het proces breidde zich daarna vaak uit tot de hoger aan de plant zittende bladeren; in de ernstigste gevallen zelfs aan verschillende bladeren van de zijranken. De planten die het dichtst bij de verwarmingsbuizen stonden en de bladeren die naar de zon waren gekeerd, waren het ernstigst aangetast.

Door het verlies aan assimilerend bladoppervlak ging de produktie sterk achteruit en het duurde, na beëindiging van het doseren, circa een maand voordat groei en produktie weer een normaal niveau hadden bereikt.



Bladverbranding zoals dat bij koolzuurgas-doseren is opgetreden.

Hetzelfde schadebeeld kwam evenwel ook voor op enkele bedrijven waar géén koolzuurgas werd gedoseerd; voor zover bekend slechts op één bedrijf ernstig. Toch is de veronderstelling gewettigd dat er een verband moet zijn met koolzuurgas-doseren. Het grote percentage bedrijven waar werd gedoseerd én waar schade optrad wijst duidelijk in die richting. Deze schade is dan ook van grote invloed geweest op het gebruik van koolzuurgas bij deze teelt in de jaren 1970 en 1971. Men achtte het risico te groot, temeer daar het effect van doseren op de opbrengst van - op broeiveuren geteelde - komkommers nog onvoldoende was aangetoond.

5. ONDERZOEK

Uit hetgeen eerder is gesteld blijkt, dat er behoefte was aan tweeledig onderzoek. Op de eerste plaats moest worden nagegaan of door het doseren van koolzuurgas bij vroege stookkommers een voor de praktijk interessante produktieverhoging verkregen kon worden. Niet minder belangrijk was evenwel de vraag waardoor de opgetreden bladverbranding werd veroorzaakt.

5.1 "Doseerschade"

De eerder genoemde bladverbranding is opgetreden zowel op bedrijven waar werd gedoseerd middels verbranding van petroleum als op bedrijven waar werd gedoseerd middels verbranding van aardgas. Door waarnemingen in de praktijk leefde de veronderstelling dat een lage pH en een hoge voedingsconcentratie de kwaal verergerden.

5.1.1 Opzet van de proeven. Uitgaande van de hierboven genoemde veronderstelling zijn pH en voedingsconcentratie bij dit onderzoek betrokken en zijn drie kalktrappen (1,5 - 6 en 20 kg Emkal/m³) en drie voedingstrappen (1,25 - 2,5 en 5 kg 16+10+20/m³) aangelegd.

Bij een tweede proef is, naast de kalktrappen, verschil gemaakt in de concentratie spoorelementen. Hierbij werden verschillende hoeveelheden Sporumix PG (0 - 500 g en 1000 g) en IJzerchelaat (0 - 25 g en 100 g) toegediend. Alles per m³ potgrond.

In de praktijk was ook waargenomen dat de schade optrad op dagen dat de temperatuur in de kas, vooral ten gevolge van veel instraling, hoog opliep. Daarom is ook de faktor temperatuur in een proef opgenomen.

Als basismateriaal voor het substraat waarin de planten zijn geplant is steeds bolsterveen met een organisch stofgehalte van circa 80% gebruikt. Met de verkregen substraten zijn emmers, met enkele gaten in de bodem en een inhoud van 10 liter, gevuld. Hierin zijn, steeds in de tweede helft van december, normaal pootbare, in handelspotgrond opgekweekte komkommerplanten uitgepoot.

Voor de vergelijking +CO₂ en -CO₂ is éénmaal gebruik gemaakt van zuiver CO₂ en éénmaal van CO₂ uit petroleum.

5.1.2 Resultaten. Tijdens de teelten werden de planten regelmatig gecontroleerd op eventueel optredende afstervingsverschijnselen. Tot het einde van de proeven is bij geen enkele behandeling bladverbranding, zoals die in de praktijk was gesignaleerd, opgetreden. Wél werden er grote verschillen in gewasontwikkeling gekonstateerd tussen de planten in de diverse substraten. Deze traden op onafhankelijk van het koolzuurgas doseren.

Het gewas in de afdelingen waarin koolzuurgas werd gedoseerd was gemiddeld belangrijk beter ontwikkeld dan in de kas waarin niet werd gedoseerd.

5.2 Invloed op produktie.

De rapporten van proeven die in de jaren rond 1963 op verschillende Nederlandse zowel als buitenlandse instituten zijn genomen, geven wisselende resultaten te zien (20 - 16 - 1 - 6 - 15 - 3 - 17).

Soms was de meeropbrengst door koolzuurgas doseren groot, soms waren er geen verschillen. De situatie was onoverzichtelijk. Mogelijk is dit voor een belangrijk gedeelte veroorzaakt doordat ook de hoeveelheden organisch materiaal, waaruit in de periode van doseren ook koolzuurgas vrijkwam, sterk wisselden.

Dat onder praktijkomstandigheden bij komkommers de produktie door het doseren van koolzuurgas kon worden verhoogd, bleek bij de teelt van herfstkomkommers (23). Zowel dit laatste, alsook de resultaten bij andere gewassen waren aanleiding het onderzoek naar de invloed van koolzuurgas op de produktie van vroege stookkomkommers, weer ter hand te nemen.

5.2.1 Opzet van de proeven. Er waren voor dit onderzoek vier komkommerkasjes beschikbaar.

In het seizoen 1969-1970 is in twee van de 4 kasjes broeimateriaal, strobalen verrijkt met kalkammonsalpeter, gebruikt. Dit om zoveel mogelijk bij de praktijk aan te sluiten. De strobalen waren ongeveer voor de helft in de grond ingegraven. Op de strobalen is wat gemengde mest (60% stalment en 40% veen) aangebracht, waarin de komkommerplanten zijn gepoot.

In de andere 2 kasjes is gebruik gemaakt van grondverwarming met daarop een "bed" gemengde mest (circa 40 dm³ per m bedlengte). Uit dit materiaal komt bij vertering koolzuurgas vrij. De hoeveelheden zijn kleiner dan bij strobalen.

Op 31 december 1969 zijn komkommers, ras Sporu, geplant.

Vanaf 7 weken na het planten is in één van de kasjes met strobalen en één van de kasjes met "bedden", volgens onderstaand schema, CO₂ gedoseerd, tot een concentratie van 0,2 % bij gesloten luchtramen.

Kas No.	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
	Buiten proef	"bedden"	"bedden"	strobalen	strobalen	buiten proef
		-CO ₂	+CO ₂	+CO ₂	-CO ₂	

Bij het doseren is gebruik gemaakt van zuiver koolzuurgas. Dit enerzijds om de kans op schade door eventuele bijproducten zoveel mogelijk uit te sluiten en anderzijds om temperatuursverhoging, bij verbranding van koolwaterstoffen, in de afdelingen waar werd gedoseerd, te voorkomen.

Na dit eerste onderzoek was het om economische zowel als teelttechnische redenen interessant te weten, wat de invloed is van de koolzuurgas-koncentratie.

Voor dit onderzoek, in het seizoen 1970-1971, is gebruik gemaakt van dezelfde kasjes als voor het onderzoek in 1969-1970. Gekozen is voor de concentraties 0,21% - 0,14% - 0,07% en een controle waarin géén extra koolzuurgas werd gedoseerd.

Zie onderstaand schema.

Kas no.:	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
	Buiten proef	0,21%	0,14%	0,07%	-CO ₂	Buiten proef

Er is ook bij deze proef gebruik gemaakt van zuiver koolzuurgas. Op 23 december 1970 zijn de komkommers geplant op grondverwarming met daarop een "bed" gemengde mest. Op 1 maart is met doseren begonnen.

5.2.2 Resultaten. Bij deze proeven is het aantal geoogste, goede vruchten geteld en gewogen. Daarnaast zijn aantal en gewicht van de geoogste stekvruchten bepaald.

In de navolgende tabel 1 en grafiek 2 zijn de resultaten van de in 1969-1970 genomen proef weergegeven.

Tabel 1. Aantal goede vruchten per plant en totaalgewicht aan vruchten, inclusief stek, in kg per plant, op verschillende peildata.

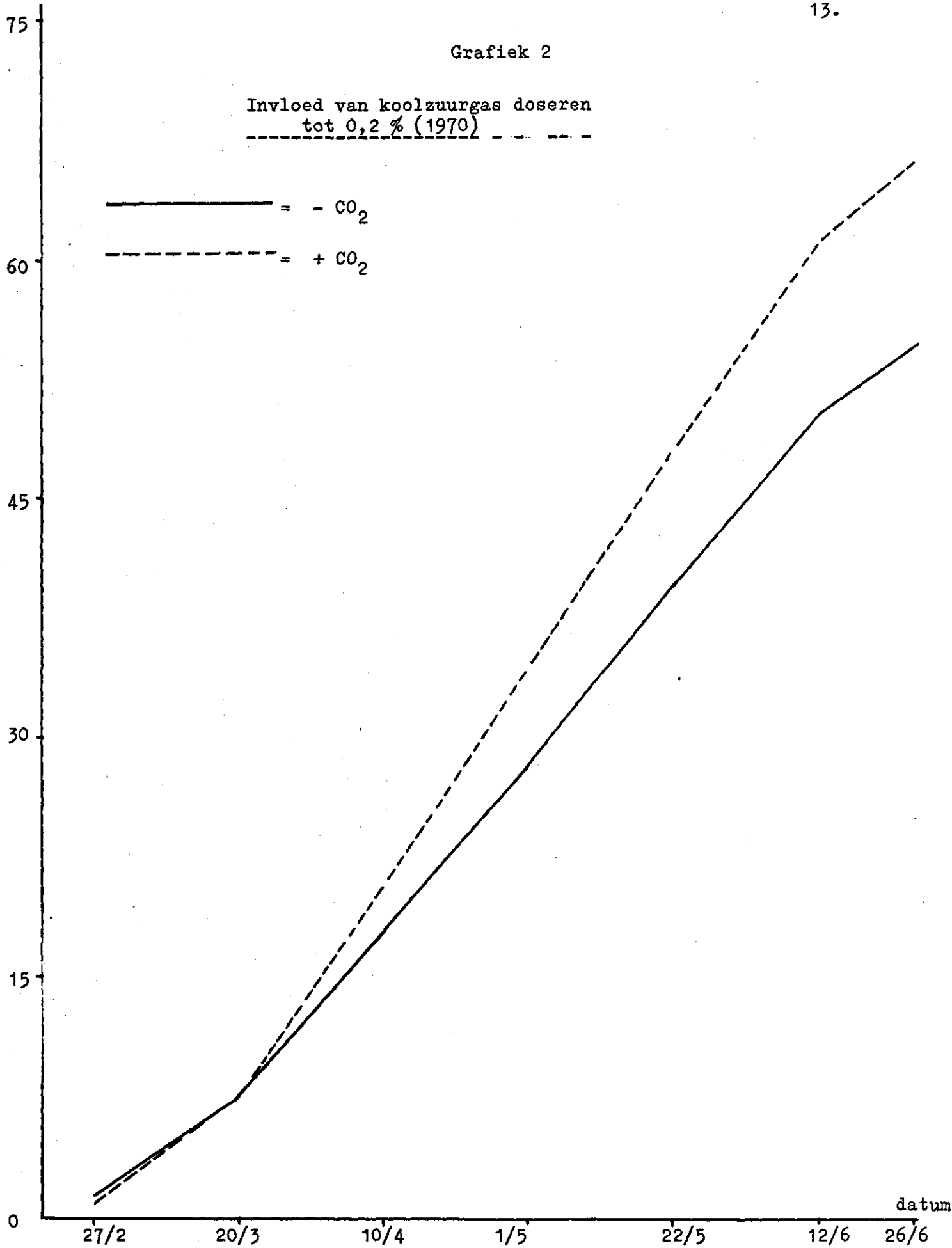
Oogst t/m	Kas 2		Kas 3		Kas 4		Kas 5	
	Bedden -CO ₂		Bedden +CO ₂		Strobalen +CO ₂		Strobalen -CO ₂	
	stuks/ plant	kg/ plant	stuks/ plant	kg/ plant	stuks/ plant	kg/ plant	stuks/ plant	kg/ plant
27 febr.	0,8	0,23	0,6	0,15	1,3	0,37	1,5	0,47
20 maart	8,1	3,11	6,7	2,35	7,9	2,99	7,2	2,85
10 april	18,1	7,78	20,2	8,62	21,3	9,18	18,0	7,99
1 mei	28,1	12,80	34,5	15,90	34,3	15,80	28,3	13,10
22 mei	39,3	18,50	47,9	22,80	47,8	23,00	40,0	19,20
12 juni	50,7	24,30	61,3	29,70	60,8	29,60	50,0	24,20
26 juni	55,0	26,40	66,4	32,40	66,1	32,40	54,4	26,70

De hoeveelheden stekvruchten waren onbetekenend. Zij varieerden tussen 0,55 en 0,75 kg p.plant. De gemiddelde vruchtgewichten van de goede vruchten, die bij de diverse behandelingen werden bereikt, verschilden nauwelijks. Aan het einde van de oogst lagen zij tussen 470 en 480 gram. Bij het einde van de oogst zijn geen noemenswaardige verschillen tussen de wat betreft koolzuurgasdoseringen gelijke behandelingen, waar te nemen. Zowel bij de teelt op strobalen als bij de teelt op "bedden" is de produktie in de kasjes waar koolzuurgas is gedoseerd ruim 20% hoger dan in de kasjes waarin niet is gedoseerd.

Grafiek 2

Invloed van koolzuurgas doseren
tot 0,2 % (1970)

— = - CO₂
- - - = + CO₂



Ook bij de proef met verschillende concentraties (1970-1971) zijn het aantal en het gewicht van de goede komkommers bepaald. Daarnaast ook het aantal en het gewicht van de stekvruchten. De resultaten zijn weergegeven in een tabel en in grafiek 3.
Tabel 2. Aantal goede vruchten per m² en totaalgewicht aan vruchten, inclusief stek, in kg per m², bij verschillende koolzuurgaskoncentraties, op verschillende peildata.

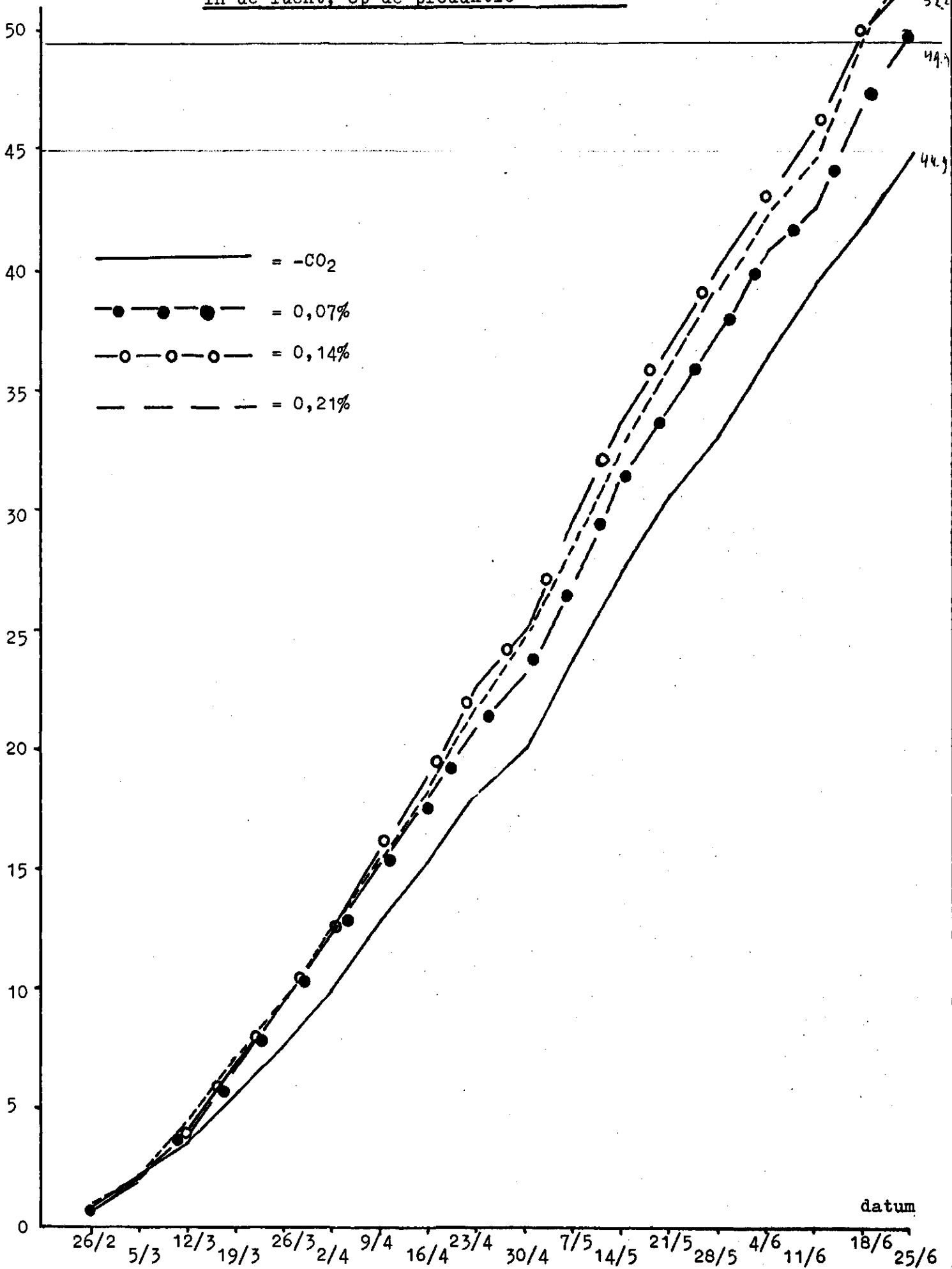
Oogst t/m	Kas 2		Kas 3		Kas 4		Kas 5	
	0,21 %		0,14 %		0,07 %		-CO ₂	
	stuks/ m ²	kg/ m ²	stuks/ m ²	kg/ m ²	stuks/ m ²	kg/ m ²	stuks/ m ²	kg/ m ²
26 febr.	0,9	0,3	0,6	0,2	0,7	0,2	0,8	0,2
12 maart	4,4	1,5	4,0	1,4	4,0	1,4	3,7	1,2
26 maart	9,6	3,9	9,5	3,7	9,3	3,7	7,5	2,9
9 april	15,4	6,5	15,7	6,5	15,3	6,3	12,8	5,6
23 april	21,8	9,8	22,7	9,8	21,0	9,3	18,2	7,9
7 mei	28,4	13,2	29,6	13,4	27,1	12,3	23,8	10,7
21 mei	35,9	17,2	37,0	17,3	34,1	16,0	30,6	14,3
11 juni	44,7	22,0	45,9	22,2	42,6	20,7	38,8	18,9
25 juni	52,9	26,3	52,2	25,6	49,9	24,5	44,9	22,1

De hoeveelheden stekvruchten waren onbetekenend. Zij varieerden tussen 0,50 en 0,60 kg /m².

De gemiddelde vruchtgewichten van de goede vruchten die bij de diverse behandelingen werden bereikt, verschilden nauwelijks. Aan het eind van de oogst lagen zij tussen 480 en 490 gram.

Aantal vruchten/m²

Invloed van de koolzuurgaskoncentratie in de lucht, op de produktie



In de kas waarin het koolzuurgasgehalte werd verhoogd tot 0,21% is de opbrengstverhoging ten opzichte van de controle, waar geen extra koolzuurgas werd gegeven, bijna 20% geweest (vergelijkbaar met de proef in 1969-1970). De opbrengstverhoging in de afdeling waar het koolzuurgasgehalte werd verhoogd tot 0,14 % is nagenoeg even groot geweest. Alleen gedurende de laatste twee weken is de opbrengst uit deze afdeling relatief laag. Het verhogen van het koolzuurgasgehalte tot 0,07 % heeft een beduidende meeropbrengst ten gevolge gehad, maar deze produktieverhoging blijft duidelijk achter bij de hogere koncentraties.

5.3 Invloed op de kwaliteit

Over de kwaliteit van de geoogste komkommers in de praktijk waren de laatste jaren veel klachten. Met name de bewaarkwaliteit was vaak onvoldoende. Er is daarom de afgelopen jaren veel onderzoek gedaan naar de factoren die de kwaliteit beïnvloeden. Hierbij zijn onder andere de omstandigheden waaronder de vruchten zijn gegroeid, belangrijke onderzoeksobjecten geweest. Om na te gaan of komkommers die bij een verhoogd koolzuurgasgehalte zijn gegroeid beter bewaarbaar zijn, zijn van de in 1970-1971 genomen proeven enkele malen een aantal vruchten geoogst en bewaard.

5.3.1 Proefopzet. In mei en juni is met tussenpozen van 14 dagen 4 x een monster van 20 vruchten uit elk kasje bewaard. De vruchten zijn direkt na de oogst genummerd en op kwaliteit beoordeeld. Daarna vonden beoordelingen plaats op de vierde en zevende dag ná het inzetten. Beoordeeld werd op kleur en eventueel voorkomen van rot. Bij de beoordeling op kleur werden cijfers gegeven van 0 tot 10; 0 = volkomen geel, 10 = donkergroen.

5.3.2 Resultaten. Ten aanzien van het optreden van rot kan - door het nagenoeg niet optreden - niets worden gezegd.

De voor kleur gegeven cijfers zijn per monster en per beoordeling gemiddeld. Door van het gemiddelde cijfer dat bij het inzetten van de proef is gegeven, het gemiddelde cijfer dat na 4 dagen bewaren werd gegeven, af te trekken, kan een indruk van het kleurverlies na 4 dagen worden verkregen.

Hetzelfde kan worden gedaan met het gemiddelde kleurcijfer na 7 dagen bewaren. De verkregen cijfers voor kleurverlies geven een duidelijk beeld van de achteruitgang van de kleur.

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de vier oogstdata gemiddeld.

Tabel 3. Gemiddeld kleurcijfer bij de oogst en achteruitgang van kleur na 4 en 7 dagen bewaren van, bij verschillende koolzuurgasgehalten gegroeide, komkommers.

Koolzuurgas- koncentratie	Kleurcijfer bij inzetten	Kleurverlies na 4 dagen	Kleurverlies na 7 dagen
0,21 %	7,67	0,31	1,52
0,14 %	8,09	0,37	1,42
0,07 %	8,10	0,30	1,44
-CO ₂	7,94	0,30	1,87

De verschillen in kleurverlies na 4 dagen bewaren zijn klein. Na 7 dagen bewaren zijn de verschillen tussen de vruchten uit de drie afdelingen waarin koolzuurgas werd gedoseerd ook klein, maar het is duidelijk dat de controle-behandeling (-CO₂) meer in kwaliteit is achteruitgegaan. Het verhogen van het CO₂ gehalte lijkt dus een gunstig effect te hebben.

6. DISCUSSIE

6.1 Doseerschade

Voor de toepassing van koolzuurgas bij komkommers in de praktijk is het op de eerste plaats belangrijk dat in geen enkele proef schade is opgetreden. Bij - in 1969 en 1970 - speciaal voor dit doel opgezette proeven is het niet gelukt het schadebeeld, zoals dat in de praktijk was opgetreden, te reproduceren. Deze proefresultaten plus het optreden van hetzelfde schadebeeld op bedrijven waar geen koolzuurgas werd gedoseerd, zouden kunnen betekenen dat de bladverbranding niet is veroorzaakt door koolzuurgas. Voor deze verbranding moet dan een andere oorzaak zijn. Een oorzaak die mogelijk door het koolzuurgas-doseren wordt versterkt. Hierbij kan gedacht worden aan hoge temperaturen, gepaard gaande met hoge instralings-intensiteiten, die bij onvoldoende verdamping een te hoge bladtemperatuur ten gevolge zou kunnen hebben (18). Een dergelijke situatie kan zich ook voordoen als er geen koolzuurgas wordt gedoseerd. De geschetste situatie zal vaker optreden als koolzuurgas wordt gedoseerd door verbranding van koolwaterstoffen, omdat daarbij ook de temperatuur extra zal kunnen oplopen. Uitgaande van de veronderstelling, dat temperatuursverhoging een belangrijke oorzaak zou kunnen zijn, zal men zonder risico zuiver koolzuurgas kunnen doseren, omdat daarbij geen temperatuursverhoging optreedt.

Wanneer men doseert middels verbranding van koolwaterstoffen (aardgas, petroleum) zal men bij een goed-groeiend gewas belangrijk minder risico lopen dan bij een minder goed groeiend gewas. Als de vochtopname, om welke reden dan ook, wat minder goed is (droge, zoute of koude grond, zware vruchtdracht etc.) (7-21) zal men voorzichtig moeten zijn en het doseren moeten aanpassen. De apparatuur zal dan eerder moeten worden afgezet om het oplopen van de temperatuur tegen te gaan.

6.2 Opbrengst

Ten aanzien van de produktie heeft het doseren van koolzuurgas een positief effect gehad.

De eerste proef was er op gericht het effect van koolzuurgas na te gaan bij zowel een teelt op strobalen als bij een teelt op "bedden". Bij beide systemen is een hogere gewichtsopbrengst van 22% behaald. Het effect is bij de teelt op strobalen even groot geweest als bij de teelt op "bedden".

Opvallend is de betrekkelijk geringe meeropbrengst die bij de proef in 1969-1970 gedurende de eerste 4 weken van het doseren is behaald. Wellicht is er in verhouding tot het in die periode beschikbare licht, nog voldoende koolzuurgas uit het organische materiaal vrijgekomen.

De resultaten van de proef van 1970-1971 geven wat meer inzicht bij de vraag naar de meest economische mate van doseren. De opbrengsten van de gewassen die groeiden bij de concentraties 0,21 en 0,14% zijn bijna het gehele seizoen nagenoeg gelijk geweest. Alleen gedurende de laatste 2 weken is bij de concentratie van 0,14% de produktie, in verhouding tot de overige behandelingen, wat achtergebleven. Bij de concentratie van 0,07% is - t.o.v. de afdeling waarin het koolzuurgasgehalte niet werd verhoogd - ook een aanzienlijke meeropbrengst behaald, vooral gedurende de eerste periode. Deze opbrengst blijft later evenwel duidelijk achter bij de twee hogere concentraties. Mogelijk zakt het gehalte door het ruime ventileren aan tot een té laag niveau. Het uiteindelijke resultaat is een 12% hogere opbrengst dan in de kas zónder koolzuurgas-dosering.

In grafiek 4 (blz. 19) is de relatie tussen het koolzuurgasgehalte van de kaslucht met de opbrengst weergegeven, zoals die in deze proeven is gevonden. Aan de hand daarvan kan bepaald worden welk koolzuurgasgehalte, onder omstandigheden als bij deze proef - economisch gezien - het meest verantwoord is. Dit zal, wanneer gebruik wordt gemaakt van zuiver koolzuurgas (duur) uiteraard op een ander niveau liggen dan wanneer aardgas (goedkoop) wordt verbrand en de vrijkomende warmte als nuttig kan worden beschouwd.

Bij verbranding van aardgas zal men tot concentraties van 0,20 à 0,25% kunnen gaan. Hoger heeft voor de produktie waarschijnlijk geen zin. Wél kan veel doseren een voordeel zijn als ruim geventileerd wordt, omdat dan nog een redelijke concentratie in de kas gehandhaafd blijft.

6.3 Kwaliteit

Bij deze proeven is waargenomen dat de kwaliteit van de vruchten die waren geoogst in de afdelingen waarin het koolzuurgasgehalte van de lucht werd verhoogd, minder snel achteruit ging dan van vruchten, die waren geoogst in de afdeling waarin niet werd gedoseerd.

Dit verband is niet onwaarschijnlijk. Wanneer koolzuurgas wordt gedoseerd groeien de vruchten sneller uit, hetgeen de bewaarkwaliteit gunstig beïnvloedt. Het is mogelijk dat door de grotere assimilatie, die bij het verhoogde koolzuurgasgehalte mogelijk is, het droge-stofpercentage van de vruchten hoger wordt. Mogelijk is het een combinatie van beide factoren. Omdat het slechts een eerste oriëntatie was kunnen we deze waarnemingen moeilijk interpreteren. Uitbreider onderzoek op dit gebied zou wenselijk zijn.

6.4 Behoeftte aan verder onderzoek

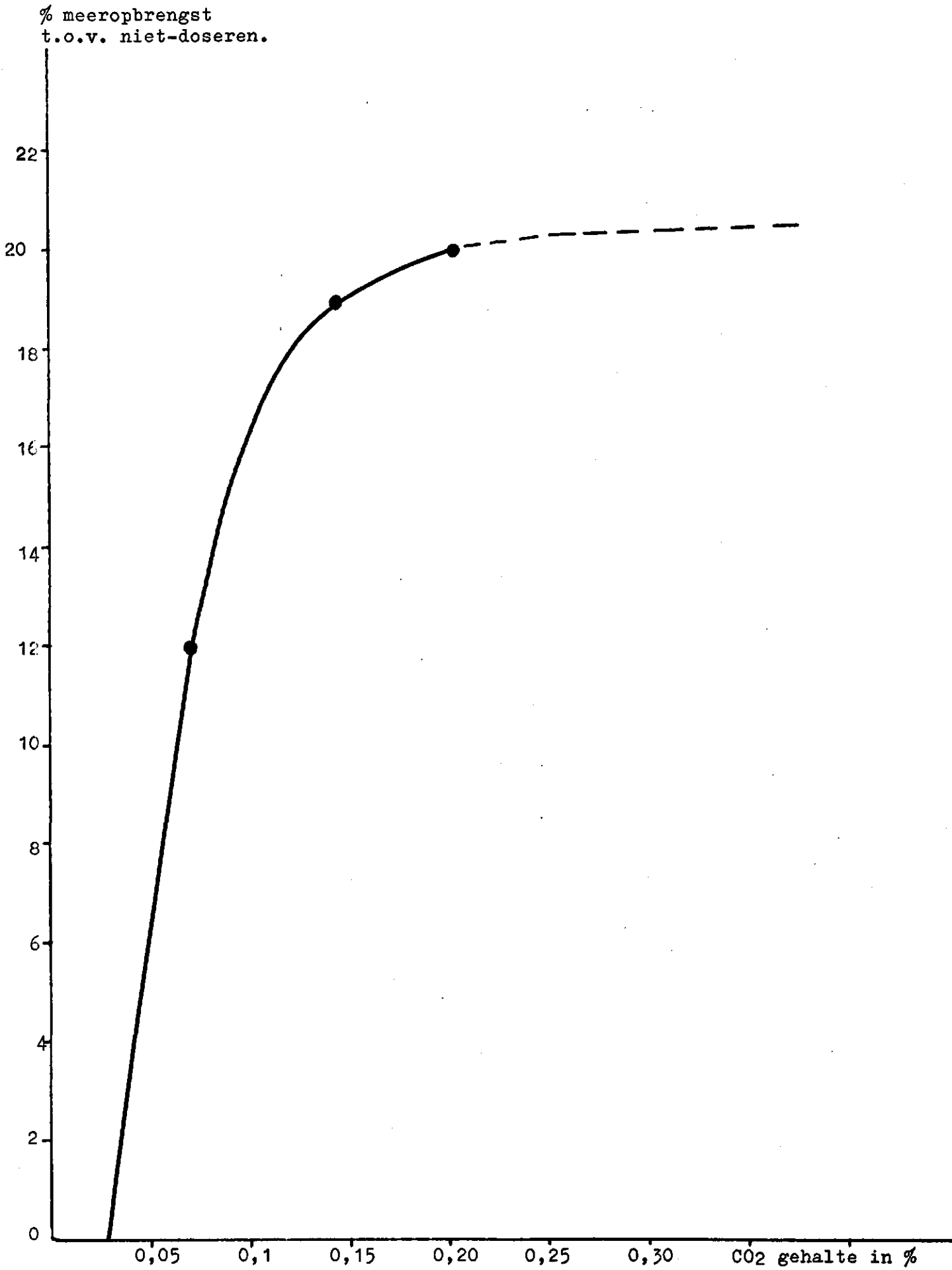
Voor een verdere verfijning van de doseringsmethodiek is nog veel onderzoek noodzakelijk. We denken hierbij op de eerste plaats aan voortzetting van het onderzoek naar de optimale concentratie.

Om te komen tot een zo gunstig rendement van de CO₂ is dat noodzakelijk.

Daarnaast is het belangrijk te weten tijdens welke periode van de dag doseren het meeste effect heeft. Dit is vooral van belang in de eerste voorjaarsmaanden als er nog niet, of slechts bij hoge uitzondering, geventileerd wordt en men in principe de gehele dag beschikbaar heeft om te doseren. Uit recent Engels onderzoek zou blijken dat het moment van doseren niet belangrijk is (25).

Later in het seizoen - als gedurende grote delen van de dag geventileerd moet worden - is de keuze niet groot, en zal men waarschijnlijk wel gedwongen zijn om te doseren als dat qua temperatuur mogelijk is, ofwel zolang de ventilatie niet te sterk is.

Grafiek 4



Als derde punt van onderzoek kan genoemd worden licht- en temperatuurafhankelijk doseren. Het is voor te stellen dat de optimum ofwel meest economische concentratie bij hoge lichtintensiteit (en daarbij vaak hoge temperaturen) hoger ligt dan bij lage lichtintensiteit. Bij de huidige doseringsmethodiek zal vaak het omgekeerde het geval zijn. Doordat per tijdseenheid evenveel koolzuurgas in een bepaalde ruimte wordt gebracht, zal middels de grotere opname door de plant, bij hoge lichtintensiteit en hoge temperatuur de concentratie veelal lager zijn dan bij donker weer. Het is vooral van belang dit te weten als van zuiver (duur) koolzuurgas gebruik wordt gemaakt. Algemeen kan worden gesteld dat verder onderzoek gewenst is naar het verband tussen koolzuurgas en de overige groeifactoren.

6.5 Toepassingsmogelijkheden in het licht van toekomstige technische ontwikkelingen.

Door nieuwe technische ontwikkelingen zal het in de toekomst mogelijk zijn met minder kosten tot betere resultaten te komen. Op de eerste plaats komen er - in plaats van de vele betrekkelijk kleine verplaatsbare branders - op steeds meer bedrijven centrale verbrandingsinstallaties, waarbij het koolzuurgas via een buizenstelsel over het gehele bedrijf wordt verdeeld en de geproduceerde warmte wordt afgevoerd in het bestaande verwarmingscircuit. Momenteel is reeds een aantal van deze installaties in gebruik, die in principe veel voordelen hebben boven het nu nog veel toegepaste systeem van vele kleine branders. De geproduceerde warmte wordt beter verdeeld over de kasruimte.

Daardoor is deze warmte minder nadelig en zolang men de buizen toch warm (bijv. 45 °C) wil houden om voldoende luchtbeweging in de kas te houden, is de warmte zelfs nuttig. Daarnaast is t.o.v. branders in de kas een voordeel dat het koolzuurgas met een lagere temperatuur in de kas komt en onder het gewas wordt gebracht. Hierdoor zal het minder snel, via kieren of geopende luchtramen, uit de kas verdwijnen. We zien hier zowel teelttechnische- als financiële voordelen. Belangrijk voor het werkklimaat in de kas is dat het lawaai, dat bij gebruik van branders in de kas wordt geproduceerd, achterwege blijft. Reeds eerder is gesteld dat lichtafhankelijk doseren waarschijnlijk wenselijk is. Om dit in de praktijk te kunnen uitvoeren zal automatisch werkende apparatuur ontwikkeld moeten worden. Pas dan zal men van het gedoseerde koolzuurgas zo volledig mogelijk profijt kunnen trekken. Hetzelfde geldt voor automatisch af- en aanslaan van de doseringsapparatuur als de luchtramen een bepaalde opening bereiken en omgekeerd.

7. CONCLUSIES

- Door verhoging van het koolzuurgasgehalte van de kaslucht kan, zowel bij gebruik van staalgrond als bij gebruik van strobalen, de produktie van vroege stookkommers worden verhoogd.
- Deze produktieverhoging wordt nagenoeg geheel verkregen doordat het aantal vruchten toeneemt. Het vruchtgewicht wordt nauwelijks beïnvloed.

- De kans dat bladverbranding optreedt ten gevolge van het doseren van zuiver koolzuurgas lijkt uitgesloten. Wanneer wordt gedoseerd middels verbranding van koolwaterstoffen lijkt de kans op bladverbranding wat groter, maar beslist minder groot dan vaak wordt verondersteld en - mits met overleg wordt gedoseerd - geen reden om het achterwege te laten.
- Koncentraties bóven 0,1 % lijken de produktie relatief weinig te verhogen (wet van de afnemende meeropbrengsten).
- Bij gebruik van zuiver koolzuurgas ligt de meest economische kon-
centratie, bij de huidige prijsverhoudingen, waarschijnlijk op
circa 0,1%. Als het gedoseerde koolzuurgas goedkoop is (verbran-
ding van aardgas) en de geproduceerde warmte nuttig kan worden
gebruikt, zullen hogere concentraties rendabel zijn.
- In de bewaarproef is aangetoond dat nader onderzoek naar de re-
laties tussen het doseren van koolzuurgas en de bewaarkwaliteit
wenselijk is.
- Gezien de resultaten van dit onderzoek kan de teler worden gead-
viseerd, ook bij vroege stookkomkommers koolzuurgas te doseren.
Op welke manier dat het beste gedaan kan worden en met welke kon-
centratie de beste resultaten zullen worden verkregen, hangt af
van de verdere bedrijfsomstandigheden. Hiervoor is geen algemeen
geldend advies te geven.
- Om van het gedoseerde koolzuurgas het hoogste rendement te ver-
krijgen is een verfijnde, op de overige groeiomstandigheden af-
gestemde, doseringstechniek vereist. Hiervoor is nader onderzoek
vereist.

8. SAMENVATTING

Bij de vroege stookkommerteelt wordt - in verhouding tot andere gewassen - weinig koolzuurgas gedoseerd. Oorzaken hiervoor zijn enerzijds het gebruik van grote hoeveelheden organisch materiaal en anderzijds het optreden van schade aan het gewas bij doseren van koolzuurgas middels verbranding van petroleum en aardgas. Daarnaast zijn de resultaten van in het verleden genomen proeven erg wisselvallig en niet erg overtuigend t.a.v. de mogelijke produktieverhogingen. Dit heeft geleid tot twee typen van onderzoek.

Op de eerste plaats is getracht de in de praktijk opgetreden bladverbranding te reproduceren en de oorzaken vast te stellen. Dit is gedaan bij vroege komkommers die geplant waren in verschillende substraten.

In het seizoen 1969-1970 is daarbij in één afdeling zuiver koolzuurgas gedoseerd, in een andere afdeling werd niet gedoseerd.

In het seizoen 1970-1971 is in drie afdelingen koolzuurgas gedoseerd middels verbranding van petroleum. In geen van deze proeven is de zogenaamde doseerschade ontstaan.

Het tweede type onderzoek was gericht op de mogelijkheden van produktieverhoging door het doseren van koolzuurgas. In het seizoen 1969-1970 is een proef opgezet waarbij in twee kassen komkommers werden geteeld op stobalen (grote hoeveelheid organisch materiaal) en in twee andere afdelingen op een "bed" gemengde mest (belangrijk minder organisch-materiaal). Zowel in één van de kasjes waarin werd geteeld op stobalen, als in één van de kasjes waar geteeld werd op "bedden" is vanaf half februari zuiver koolzuurgas gedoseerd tot een concentratie van 0,2% bij gesloten luchtramen. De meeropbrengst die met het doseren werd bereikt was in beide gevallen circa 22 %.

In het seizoen 1970-1971 zijn proeven genomen waarbij nagegaan werd wat de invloed van concentraties van 0,21 - 0,14 en 0,07 % op de produktie was in vergelijking met een controle waar géén koolzuurgas werd gedoseerd. Het resultaat was een meeropbrengst van circa 20% bij de concentraties van 0,21 en 0,14% en een meeropbrengst van bijna 12% bij de concentratie van 0,07%. Uitgaande van de resultaten van deze proeven is het doseren van koolzuurgas bij vroege stookkomkommers rendabel. De economische optimale concentratie zal, onder omstandigheden als bij deze proeven, veelal tussen 0,07 en 0,15% liggen. Men kan bijna zeker zonder risico zuiver koolzuurgas doseren, terwijl wanneer bepaalde voorzorgsmaatregelen worden genomen, verbranding van koolwaterstoffen waarschijnlijk minder risico geeft dan veelal wordt verondersteld.

Bij gehouden bewaarproeven lijkt koolzuurgas, gedoseerd tijdens de teelt, een gunstige invloed op de bewaarkwaliteit van de vruchten te hebben.

9. LITERATUUR

1. Anderson, A. og A. Klougart
Kuldioxyd tilførsel of varieret vaeksthusklimatil agurk. Horticultura 18, (1964), 79.
2. Anonymus,
Koolzuurgas in de tuinbouw. Jaarverslag Proeftuin Z.H.Glasdistrict 1932, 57.
3. Anonymus,
Belichting en koolzuurgas bij komkommers. Jaarverslag Proefst.Gr.en Fruitt.glas, Naaldwijk, 1963, 105.
4. Anonymus,
Toepassing van koolzuurgas. Jaarversl.Proefst. Gr. en Fruitt.glas, Naaldwijk 1963, 111.
5. Anonymus,
Koolzuurgas-metingen in de praktijk. Jaarversl.Proefst. Gr.en Fruitt.glas, Naaldwijk, 1963, 120.
6. Anonymus,
Belichting en koolzuurgas bij voorjaarskommers. Jaarversl.Proefst.Gr. en Fruitt.glas, Naaldwijk 1964, 94.
7. Anonymus,
Wortelonderzoek bij tomaat, paprika en komkommer gedurende een gehele teelt. Jaarversl.Proefst. Gr.en Fruitt.glas, Naaldwijk 1965, 105.
8. Anonymus,
Invloed van beperkende factoren bij koolzuurgasbesteding van tomaten. Jaarversl.Proefst.Gr. en Fruitt.glas, Naaldwijk 1966, 128.
9. Anonymus,
Het effect van koolzuurgasvoorziening op stofproductie van het gewas bij kasgewassen. Intern Jaarversl. Proefst.Gr. en Fruitt.glas, Naaldwijk 1969, 80.
10. Berkel, N. van en J.H. Groenewegen
CO₂-bemesting bij de tomatenteelt. Jaarversl.Proefst. Gr.en Fruitt.glas, Naaldwijk 1963, 89.
11. Berkel, N. van
CO₂-doseren bij herfstkommers. Tuinderij 9 (1969), 1115.
12. Berkel, N. van
Extra CO₂ bij herfstkommers. Groenten en Fruit 26 (1970).
13. Booth, E.
We must understand the function of carbondioxide. Grower 19-9-1964, 486.
14. Cadron, E.
Fysiologische basis van de koolzuur-bemesting. Tuinbouwberichten 27 (1963), 442.

15. Calvert, A. & Slack, G. Effect of carbondioxide concentration on glasshouse tomatoes. Annual Report Glasshouse Crops Research Institute Littlehampton 1970, 66.
16. Enoch, H., I. Rijlski & Y. Samish CO₂ enrichment to cucumber, lettuce and sweet pepper plants grown in low plastic tunnels in a subtropical climate. Israel Journal of Agricultural research, april 1970, 63.
17. Gaastra, G. Some Physiological aspects of CO₂ application in glasshouse culture. Acta Horticulturae 4 (1966) 111.
18. Groenewegen, J.H. Laat Uw komkommers niet op de brandbladeren zitten. Groenten en Fruit 26 (1971), 1719.
19. Heissner, A. Zur anwendung der CO₂ begassung in Gewächshäusern. Deutsche Gartenbau 15 (1968), 102.
20. Liekens, H. Ook CO₂ voor tomaten en komkommers. Tuinbouwberichten 27 (1963), 440.
21. Meys, M.Q. van der Wortelontwikkeling bij komkommers, tomaat en paprika. Jaarversl.Proefst.Gr.en Fruitt.glas, Naaldwijk 1966, 101.
22. Slack, G. & A. Calvert Control of carbondioxide concentration in glasshouse. Annual Report Glasshouse Crops Research Institute Littlehampton, 1969, 60.
23. Slobbe, A. Proef herfstkommers 1964. Verslag Tuinbouwstudieclub "Westerlee".
24. Steiner, A.A. Onderzoek naar het gehalte aan koolzuurgas in komkommerkassen. Jaarverslag Proefst.Gr.en Fruitt.glas, Naaldwijk 1959, 51.
25. Sweep, A.A.M. Verslag van een studiereis naar Engeland in het kader van het marktonderzoek voor paprika's van 6 tot 9 september 1971. Gestencild verslag Proefst.Gr.en Fruitt.glas, Naaldwijk.
26. Uffelen, J. van Cultuurmaatregelen bij komkommers. Intern Jaarversl.Proefst.Gr.en Fruitt.glas, Naaldwijk 1970 , 37.
27. Wittwer, S.H. & W. Robb CO₂ does increase yield and quality. Vegetable Grower, november 1963, 9.

In de INFORMATIEREEKS van het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder 'Glas en het Consulentenschap voor de Tuinbouw te Naaldwijk zijn tot heden verschenen:

1. Plantenfysiologie in de tuinbouw, D. Klapwijk, Ing.		Uitverkocht
2. De mogelijkheden van éénmalig oogsten van augurken, Ir. A.A.M. Sweep en P.H.G. Boonen	f	1,--
3. Literatuuronderzoek over rand bij sla, M ^a .H.H. v.d. Hoeven en Ir. A.J. Vijverberg		Uitverkocht
4. Problemen bij de teelt van meloenen, Ir. A.J. Vijverberg		Uitverkocht
5. Paprikateelt onder glas, 2de uitgave		Uitverkocht
6. Het zoutgehalte van het oppervlaktewater in de Noordplaspolder, C. Sonneveld en J. van Beusekom	f	2,50
7. Samenvattingen van meet- en beoordelingsrapporten van gasgestookte ketelinstallaties, J. Meijndert	f	2,50
8. Teelt van herfsttomaten		Uitverkocht
9. Teelt van herfstchrysanthen		Uitverkocht
10. Teelt van herfstkomkommers		Uitverkocht
11. Opkweek van tomaten 2e druk	f	3,50
12. De groenteteelt onder plastic op Sicilië	f	3,50
13. De opneming door planten van fluor uit de grond	f	3,50
14. Teelt van lichtverwarmde- en koude tomaten	f	3,50
15. Bedrijfseconomische facetten van verlenging van de opkweekperiode en de teelt in plastic potten van stooktomaten, Ir. A.J. de Visser	f	3,50
16. Schaduwbeplating, T. Dijkhuizen Ing.	f	25,--
17. Watervoorziening bij teelten onder glas, J.J. van Schie Ing. en R. de Graaf	f	5,--
18. Cultuurtechnische aspecten van de inrichting van glas-tuinbouwbedrijven	f	5,--
19. Druiventeeelt, P.A. Kruyk Ing.	f	2,50
20. Lichtafhankelijke klimaatregeling voor kassen, Ir. D. Bokhorst, A. van Drenth en G.P.A. van Holsteyn	f	5,--
21. Toediening van koolzuurgas aan komkommers, J.A.M. van Uffelen Ing.	f	3,50

In de reeks BLOEMENINFORMATIE van het Proefstation voor de Bloemisterij te Aalsmeer, het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk en de Consulentenschappen voor de Tuinbouw te Aalsmeer en Naaldwijk zijn verschenen:

1. De teelt van snijgroen (<i>Asparagus plumosus</i> "Nanus"), C. Mol	f	3,50
2. Teelt van Anthurium (<i>andreaenum</i>), J. van der Steen	f	3,50

Bestellingen door overschrijving van het te betalen bedrag met vermelding van het gewenste op girorekening 29.31.10 ten name van het Proefstation, Zuidweg 38, Naaldwijk.

Gehele of gedeeltelijke overname van het in deze uitgave gepubliceerde uitsluitend met toestemming van het Proefstation (afdeling Publiciteit).