



.w
/K
13

369121 H

452 + 40

Landbouwk. 5577

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

TOEPASSING VAN AARDGAS VOOR VERWARMING EN CO₂-TOEDIENING

No. 23
Informatiereeks
Maart 1973



Prijs f 3,50

INHOUD

	pagina
Ten geleide	3
De Schotse ketel op de schroothoop ?	4
Welke gasbrander is voor u de beste ?	7
CO ₂ centraal doseren	10
Centrale CO ₂ -dosering	13
Centrale CO ₂ -levering	16
Meer lijn in centraal CO ₂ doseren	18
CO ₂ -doseren vanuit de ketel	21
CO ₂ -concentraties in de teeltruimte	25
Gasbranders	30

TEN GELEIDE

Gedurende de laatste drie jaar is er op het gebied van de gassificatie in de tuinbouw veel gebeurd. Er kwamen talrijke vragen naar voren, waarop een antwoord moest worden gegeven en dat vaak eerst na ervaring en studie tot stand kon komen. Voorbeelden van deze vragen zijn:

- Welke problemen heeft het omschakelen van oliestoken naar gasstoken?
- Welke type brander moet er worden gekozen?
- Wat moet er worden gedaan met de bestaande ketel?
- Kunnen de rookgassen van aardgasgestookte installaties gebruikt worden voor CO_2 -dosering in de teeltruimte?
- Wat is voor CO_2 -toediening de meest veilige en juiste installatie?
- Wat moeten de capaciteiten en drukken zijn van de ventilatoren voor CO_2 -doseren?
- Wat zijn de schadelijke bestanddelen voor het gewas in de rookgassen?
- Hoe groot is de kans dat deze bestanddelen in de rookgassen voorkomen?
- Op welke wijze is daarop controle en bewaking mogelijk?
- Welke factoren kunnen de CO_2 -concentraties in de teeltruimte beïnvloeden?

En elk van deze, veelal uit de praktijk voorkomende vragen, geeft zo z'n eigen zorgen en problemen. In de loop van de periode dat deze problemen naar voren kwamen, heeft de technische dienst van het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas en het Consulentschap voor de Tuinbouw te Naaldwijk getracht deze zo goed mogelijk op te lossen en de ontwikkeling te begeleiden.

Er zijn rendementsmetingen verricht aan gasgestookte ketelinstallaties. Hierdoor zijn de inzichten verruimd, ervaringen zijn opgedaan en in samenspraak met de fabrikanten c.q. leveranciers van branders zijn verbeteringen aangebracht. De mogelijkheden om met bestaande ketels gas te stoken zijn ook beter bekend geworden.

Het CO_2 -doseren in de teeltruimte, door middel van de rookgassen van aardgasgestookte ketels, heeft zich zeer snel ontwikkeld. De samenstellingen van deze rookgassen zijn onderzocht op schadelijke bestanddelen. Voor de doseringsinstallaties zijn inmiddels voorschriften ontworpen door de Gasinspectie in Zuid-holland. Daaraan heeft ook de technische dienst een aandeel gehad.

Gedurende deze snelle, maar ook boeiende ontwikkelingsperiode hebben wij middels diverse artikelen in de tuinbouwvakbladen gepoogd de verkregen kennis op een ruimere wijze dan bij individueel contact mogelijk is, onder de aandacht van kwekers en leveranciers te brengen. Het is onvermijdelijk dat er nu geïnteresseerden zijn die destijds het gepubliceerde niet hebben gelezen of niet meer beschikken over de betreffende bladen.

Het is daarom dat we menen er goed aan te doen, de verschenen artikelen in de brochure te bundelen. Hetgeen bekend is kan dan als naslag worden benut.

Aan de samenstelling van deze artikelen, die verschenen zijn in de vakbladen "Groenten en Fruit" en "De Tuinderij" hebben de volgende personen medewerking verleend:

J. Meijndert, Technicus

J.B. Verveer, Technicus

Ir. A.J. Vijverberg, Hoofd van het teeltonderzoek

Ir. N. van Berkel, Onderzoeker voor koolzuurgasbemesting.

BIJ OMSCHAKELLEN OP GAS :

DE SCHOTSE KETEL OP DE SCHROOTHOOP?

Hoewel ze de laatste jaren niet meer zijn geplaatst, treffen we op veel bedrijven in de tuinbouw nog een Schotse ketel aan. Nu het omschakelen van olie op gas op een aantal bedrijven aan de orde is, rijst direct de vraag: hoe moet dat met de aanwezige Schotse ketels?

KRASSE OUDJES

Mensen uit de handel hebben op deze vraag een duidelijk antwoord: die ketel moet men tot oud ijzer versnijden. Bedoeld wordt dan waarschijnlijk om er schroot van te maken, want oud is het staal van deze ketels reeds lang. Verschillende van deze ketels zijn gemaakt in het begin van deze eeuw als stoomketel met een toegestane druk, variërend van 10 - 15 ato.

Deze ketels hebben de leeftijd der sterken bereikt. Nu is bij zo'n hoge leeftijd net als bij mensen, niet alles meer zoals het vroeger was. Met een aantal van deze ketels is men in de loop der jaren, eerst aan boord van schepen en daarna in de tuinbouw, "omgesprongen" alsof ze niet kapot te krijgen waren.

Is door vervuiling en ketelsteen aan de waterzijde of soms wel door zogenaamd droogstoken het materiaal sterk verhit, dan kan op den duur een zodanige kristalstructuur-verandering van het staal ontstaan, dat spanningen slecht verdragen kunnen worden. Uitdrukkingen als: "de fut is er uit" of "het materiaal is dood" geven dan aan hoe het met zo'n ketel is gesteld.

De meest voorkomende klachten zijn dan dat scheuren ontstaan in vuurgang of vlamkast, klinknagels gaan lekken en soms zelfs ontstaan er scheuren in de pijpenplaten. Dichtlassen van deze scheuren lost het euvel meestal voor slechts korte tijd op. Door het lassen ontstaan ook weer spanningen en dikwijls komt er in de directe nabijheid van zo'n las weer een andere scheur.

Is de aanwezige ketel met deze kwalen behept, dan is het zeker af te raden hierop nog een gasbranderinstallatie te plaatsen. Dit vraagt immers een vrij hoge investering en het risico dat na korte tijd tóch een andere ketel moet worden aangekocht, is vrij groot.

Bij het omschakelen naar gasstoken is het kopen van een andere ketel in deze gevallen dan ook zeker aan te raden.

Naast deze kneusjes zijn er echter ook Schotse ketels, die in prima conditie verkeren. Deze ketels vervangen, zou niet verstandig zijn. Het is namelijk zeer goed mogelijk met dit soort ketels aardgas te gaan stoken: mits goed uitgevoerd is het behalen van een grotere capaciteit dan met oliestoken, zeer wel mogelijk. We zullen dit duidelijk maken.

De warmte-overdracht in ketels wordt in vuurgang en vlamkast hoofdzakelijk door straling en in de vlampijpen hoofdzakelijk door convectie (stroming) tot stand gebracht.

Bij straling is naast een aantal andere factoren de kleur van de vlam van belang voor een goede warmte-overdracht. De vlam van zware olie zal, mits goede verbranding tot stand wordt gebracht, meer stralingsoverdracht geven dan de vlam van aardgas.

Bij convectie zal de overdracht groter zijn naarmate, naast grote temperatuurverschillen, de rookgassnelheid groter is. Verkrijgen we bij oliestoken in een Schotse ketel in het algemeen een goede warmte-overdracht door straling, de overdracht door convectie daarentegen is zeer matig. Door het stoken met natuurlijke trek

met ruime en korte vlampijpen gaan de rookgassen met een zeer lage snelheid door deze pijpen, waardoor ook een snelle vervuiling optreedt. Rookgassen met lage snelheid geven dus een slechte warmte-overdracht en roet is een sterk isolerende stof, zodat in de Schotse ketel de vlampijpen, die toch het grootste deel van het verwarmend oppervlak van de gehele ketel uitmaken, slechts een geringe capaciteit bezitten. Deze capaciteit bij oliestoken opvoeren was zeker mogelijk. Het stuitte echter op wat praktische bezwaren en op voorzieningen, die nogal kosten met zich mee brachten. Omdat de prijs van deze ketels werd bepaald per m^2 verwarmend oppervlak en deze prijs relatief vrij laag was, is in het verleden altijd gesteld: maak geen kosten om de capaciteit op te voeren, maar koop voordeliger, om een bepaalde capaciteit te behalen, wat méér m^2 VO. Meestal zijn we uitgegaan van een lage belasting van ± 11.000 à 12.000 kcal per m^2 VO per uur om toch met deze ketels een goed rendement te verkrijgen, mits de vlampijpen vaak werden gereinigd.

STOKEN MET AARDGAS

Welke resultaten mogen we nu verwachten bij het stoken van aardgas? De straling in vuurgang en vlamkast zal minder zijn dan bij zware olie. Het aardgas bevat lichtere koolwaterstoffen dan zware olie en mede hierdoor zal een gele tot blauwe vlam ontstaan, die meer ultra-violette stralen bevat, maar minder infra-rode stralen dan de vlam van zware olie. En deze laatste zijn nu juist de warmtestralers, die de overdracht bevorderen.

We moeten trachten de vlam zo geel mogelijk te maken en deze zo intensieër mogelijk tegen de vuurgangwand laten wervelen, waardoor de mindere stralingsoverdracht voor een deel wordt gecompenseerd door een betere overdracht door convectie in de vuurgang. In totaal zal echter met gasstoken de warmte-overdracht in vuurgang en vlamkast zeker niet toenemen.

In de vlampijpen zijn echter betere mogelijkheden. De pijpen zullen niet meer vervuilen en dat is zeer belangrijk.

Om nu de overdracht door convectie nog meer te doen toenemen, moeten we de rookgas-snelheid opvoeren. We kunnen dit doen door retarders in de vlampijpen aan te brengen. Dit zijn stalen stripjes, die in spiraalvorm zijn gewalst. De rookgassen moeten nu hun weg door de pijpen al schroevend afleggen. De weg wordt langer, zodat de snelheid opgevoerd moet worden en door het steeds weer van richting veranderen, maken de rookgassen een zeer intensief contact met de pijp wand, hetgeen de overdracht bevordert.

Hoewel nog geen concrete gegevens bekend zijn (binnen korte tijd zullen we hier meer over te weten komen), kan veilig worden gesteld dat op deze wijze een belasting van 16.000 à 17.000 kcal per m^2 VO per uur zeer goed haalbaar moet zijn. Dit opvoeren van de ketelcapaciteit kan soms een prettige bijkomstigheid zijn op die bedrijven, waar de capaciteit wat onvoldoende was of waar men nog aan enige uitbreiding of verzwaring van verwarming denkt.

Op die bedrijven waar geen grotere capaciteit wordt gewenst, zouden we ook niet aanraden de ketelcapaciteit te vergroten, maar bij dezelfde belasting als bij oliestoken door middel van de retarders een lagere rookgastemperatuur te verkrijgen achter de ketel. Dit komt ten goede aan het rendement.

Het plaatsen van retarders heeft vanzelfsprekend tot gevolg dat de rookgaszijdige ketelweerstand, en eventueel door de hogere belasting, groter wordt. Omdat we in alle gevallen een ventilatorgasbrander zullen plaatsen, behoeft dit geen enkel probleem te zijn.

Door het stoken met een ventilator zal er enige overdruk in de ketel ontstaan. Rookkasten en rookkastdeuren, die lekken zullen gasdicht moeten worden gemaakt. Omdat de kasten zeer weinig geopend moeten worden (ragen mag worden vergeten) kan men hier met wat pakkingsmateriaal wat extra vergrendeling en eventueel wat kit veel bereiken, zonder al te hoge kosten te maken.

WELKE GASBRANDER OP SCHOTSE KETEL?

De meeste ketels bezitten twee vuurgangen. Het is mogelijk op elke vuurgang een gasbrander te plaatsen met een eigen gasstraat en regeling. De rookgasstromen van bei-

de branders moeten dan geheel gescheiden blijven. Hoewel hierover door een aantal Gasdistributiebedrijven geen direkte uitspraken worden gedaan, kan het zelfs zo komen dat beide branders een afzonderlijke schoorsteen bezitten.

Het is duidelijk dat dit dan een vrij hoge totaalinvestering noodzakelijk maakt. Indien in een 2-vuurs-ketel de vuurgangen in een gezamenlijke vlamkast uitmonden dan is het plaatsen van twee branders met eigen ventilator, gasstraat en regeling volgens de Visa-voorschriften zelfs verboden.

Deze voorschriften komen in het kort hierop neer, dat de beide branders één gezamenlijke ventilator en één gezamenlijke gasstraat moeten bezitten, dat beide gelijktijdig in- en uit bedrijf moeten zijn en bij storing van de ene brander ook de andere niet in bedrijf kan zijn.

Ook de regeling van gas- en luchttoevoer dient gemeenschappelijk te geschieden met gekoppelde gas- en luchtkleppen, terwijl de regeling bij voorkeur modulerend moet gebeuren.

Nu is bij Schotse ketels met twee vuren een gezamenlijke vlamkast een hoge uitzondering. Toch zouden we in alle gevallen met twee vuurketels willen pleiten voor de toepassing van twee branders met één gezamenlijke ventilator en één gasstraat. We voorkomen daarmee, dat afscheidingen in de rookkast en rookkanaal gemaakt moeten worden en dat eventueel een tweede schoorsteen geplaatst zou moeten worden.

Ook is reeds gebleken dat de investering van dit geheel beduidend lager is dan met twee afzonderlijk geregelde branders. Het type branders, dat met separate ventilator is uitgevoerd, leent zich het best voor deze toepassing.

Bij een totale ketelcapaciteit van bijvoorbeeld 3.000.000 kcal per uur worden twee branderkoppen geplaatst met een capaciteit van elk 1.500.000 kcal per uur, terwijl de ventilator en gasstraat voor 3.000.000 kcal per uur worden berekend.

Deze branders uitvoeren als gecombineerde gas-oliebranders is eveneens zeer wel mogelijk.

Samenvattend kunnen we stellen:

1. De ketel moet in goede staat verkeren
2. Het plaatsen van retarders is noodzakelijk
3. Behalen van 16.000 à 17.000 kcal per m²VO per uur is met een goed rendement zeker mogelijk
4. Bij lagere ketelbelasting toch retarders plaatsen, het rendement wordt dan zeer gunstig
5. Rookgaslekken moeten worden voorkomen
6. De brander(s) moeten een zo geel mogelijke vlam geven en de vlam moet intensief wervelend tegen de vuurgangwand worden gebracht
7. Plaatsen van twee branders met één ventilator en één gasstraat geeft lagere investering
8. Een goed funktionerende modulerende regeling geeft minder starts, minder kans op storing, minder verlies door luchtspoelen, betere regeling van de warmtevraag en brandstofbesparing
9. Vlampijpen moeten in de vlamkast zo weinig mogelijk buiten de pijpenplaat uitkomen (randen zullen verbranden)
10. Ketelsteen vrijhouden van vlampijpen, vuurgang en pijpenplaten geeft optimale warmte-overdracht. Bij hogere belasting is een goede ketelwaterbehandeling meer dan ooit noodzakelijk
11. Bij goed inwalsen van de vlampijpen en ketelsteen vrijhouden is vastlassen van de pijpen absoluut onnodig en zelfs onverstandig
12. Om een gelijkmatige watertemperatuur in de ketel te behouden, is een watercirculatiepomp, met ruimte capaciteit, noodzakelijk.

J. Meijndert
 Consulentschap voor de
 Tuinbouw te Naaldwijk

WELKE GASBRANDER IS VOOR U DE BESTE ?

Na het besluit van de teler om over te schakelen van olie naar aardgas-stoken rijst de vraag: **Welke brander is de beste?**

Dat achter deze simpele vraag veel problemen schuil gaan, blijkt uit de overstelpende hoeveelheid aanvragen om advies aan de voorlichtingsdienst ten aanzien van deze keuze.

De technici in de voorlichtingsdienst oriënteren zich reeds geruime tijd op de gasbranders die in de handel zijn. Zij hebben gedurende de laatste maanden een aantal branderinstallaties nauwkeurig doorgelicht. Desondanks is het ook voor deze technici niet eenvoudig en niet verantwoord om bij het noemen van enkele merken te zeggen welk merk het beste is; dit te meer, omdat van de meeste merken meerdere typen te koop zijn.

In verband hiermee rijst dan weer de vraag om welke uitvoering het dan wel gaat.

Zelfs de „geleerden”, of wie hier dan ook voor doorgaan, zijn het omtrent een type-aanduiding lang niet altijd eens. Een aanduiding als: „blaas-pijpbrander” ligt de laatste tijd veel minder in het gehoor dan het begrip „kastenbrander”. Vele aanbieders bejiveren zich dan ook om, kast of geen kast, hun brander onder het gilte van de „kasten” onder te brengen.

De aanduiding „kastenbrander” is geen enkele garantie dat de brander een gunstig vlambeeld vertoont, een goed regelberek en regeling bezit, een laag motorvermogen heeft, weinig lawaai produceert en tevens nog met een hoog CO₂-gehalte het gas tot verbranding brengt.

Er zijn branders in de handel met bovengenoemde goede eigenschappen die helemaal geen kastenuitvoering hebben.

Het wordt nog moeilijker als men bedenkt dat er branders zijn, voorzien van levensgrote, fraaie kasten, die al deze gunstige eigenschappen in het geheel niet bezitten en als „blaaspijnbrander” werken.

Door alleen over deze zaken te praten, zal er geen duidelijk onderscheid in de brandermerken komen.

De tuinder komt door al deze tegenstrijdigheden voor een vrijwel hopeloze keuze te staan. Hooft hij van alle aanbieders dat hun brander de kortste, de breedste en stabielste vlam geeft, het regelberek het grootst en de regeling de fijnste is, het lawaai het minste, het CO₂ het gunstigste en het motorvermogen weliswaar het hoogste, maar het stroomverbruik het geringste is, dan raakt hij zo onder de indruk van de overtreffende trap, dat hij zelf naar de goedkoopste begint te neigen.

GOEDKOOP - DUURKOOP ?

Er is niets verwarrender zonder meer dan het vergelijken van prijzen. Later zou men tot de conclusie kunnen komen dat die allergeedkoopste brander toch net niet de allerbeste was.

Bij een aanbidding van een gasbranderinstallatie behoren heel wat meer gegevens dan het toverwoord „kastenbrander”. Een aantal bijkomende zaken kunnen op verschillende manieren — eenvoudig of meer perfect — worden uitgevoerd. Het verschil in uitvoering kan bij het zelfde merk brander prijsverschillen van enkele duizenden guldens tot gevolg hebben. Bepaalde uitvoeringen kunnen voor de ene installatie niet gewenst en voor de andere zelfs noodzakelijk zijn.

Om tot een beoordeling van de branderinstallatie te komen die voor een bepaald bedrijf de juiste keuze is, moeten zoveel mogelijk gegevens bekend zijn omtrent de gehele gasbranderinstallatie. Verder moet rekening worden gehouden met de ketel, schoorsteen, rookkanaal en dergelijke.

Zijn al deze gegevens voldoende omschreven, dan eerst zal blijken of de laagst geprijsde installatie nog wel zo aantrekkelijk is als bij een eerste gesprek werd gedacht.

DUIDELIJKE OFFERTES

Om tot een juiste beoordeling te komen van hetgeen wordt aangeboden, zullen in een offerte voor een gasbranderinstallatie de volgende punten, duidelijk omschreven, moeten worden vermeld:

1. Opgave van de te behalen maximum capaciteit zowel bij gas- als bij oliestoken.
2. Duidelijke omschrijving van het type brander.
3. Vermelden hoe de menging van gaslucht tot stand komt. (Voormengen of mengen in vuurhaard).
4. Opgave van het geluidsniveau.
5. Vermelden de vlamkleur waarmee de brander wordt gestookt en de vlamvorm welke aangepast moet worden aan de vuurgang.
6. Uitvoering van de oliestookinstallatie.
7. Omschrijving hoe omschakelen van gas naar oliestoken en omgekeerd tot stand gebracht kan worden.
8. Wijze van vlambeveiliging, zowel bij gas als bij oliestoken.
9. Regeling.
Vermelden welke capaciteitsregeling wordt toegepast: a. Lage start - hoog - laag - uit. b. Lage start - modulerend - uit. Bij a. opgave hoe het traject van hoog naar laag en omgekeerd verloopt. Opgave van het regelbereik van de brander. Omschrijving van de methode welke wordt toegepast om de regeling tot stand te brengen.
10. Omschrijving toegepaste regeling en regelbereik bij oliestoken.
11. Opgave van het gegarandeerde CO₂-gehalte in de rookgassen achter de ketel bij het stoken van gas in de diverse capaciteitsstanden.
12. Opgave van maximum capaciteit en maximum druk van de ventilator met bijvoeging van een duidelijke karakteristieklijn.
13. Vermelden met welke rookgaszijdige ketelweerstand is rekening gehouden.
Bij bestaande ketels gegevens over het betreffende type opvragen bij de ketelleverancier.
14. Opgave van het motorvermogen en het opgenomen motorvermogen bij volle capaciteit. Vermelden toerental en uitvoering van de ventilator.
15. Gasstraat. Vermelden met welke voordruk de kleppen berekend zijn. Omschrijving van de opstelling onder bijvoeging van een schema. Omschrijving fabrikaat, type en afmetingen van de kleppen. Omschrijving welke gas-lekcontrole wordt toegepast.
16. Vermelden over welke afstand, van meter tot gasstraat en van gasstraat tot brander, de leiding wordt geleverd en gemonteerd. Bij langere afstanden boven de vermelde uitvoering: de prijs per meter extra opgeven met vermelden van materiaal en diameter leiding.
17. Omschrijving van de elektrische regel- en schakelapparatuur met vermelding fabrikaat en type. Beschrijving of — en in hoeverre — gebruik wordt gemaakt van aanwezige regel- en schakelapparatuur.

18. Omschrijving van het schakelpaneel.
 - a. Wijze van bedrading.
 - b. Opstelling (wand of sokkel).
 - c. Afmetingen van het paneel.
 - d. Plaatsing van schakelaars en controlelampen.
 - e. Aanduidingen voor bediening en controle.
 Mede te leveren een duidelijk schema en de bedieningsvoorschriften.
19. Omschrijving van elektrische aansluitingen o.a. werkzaamheden, te gebruiken materiaal en bevestigen van kabels e.d.
20. Omschrijving van het alarmsysteem.
21. Vermelden welke werkzaamheden, zoals bemetseling, aansluiting rookkanaal en dergelijke in de prijs zijn inbegrepen en/of welke werkzaamheden door derden moeten worden verricht.
22. Bij bestaande schoorsteen en rookkanalen bepalen of deze aan gestelde eisen voldoen (eventueel in overleg met plaatselijk GEB) en bij akkoord een goede funktionering garanderen.
23. Vermelden welke garanties en service worden gegeven.
24. Vermelden levertijd brander en opleveringstermijn na de datum van opdracht.
25. Bij aanwezigheid van een oude installatie vermelden of al of niet akkoord wordt gegaan met terugname.
26. Bij akkoord terugname duidelijk vermelden welk bedrag op de nieuwe installatie in mindering wordt gebracht.

VERANTWOORDE KEUS

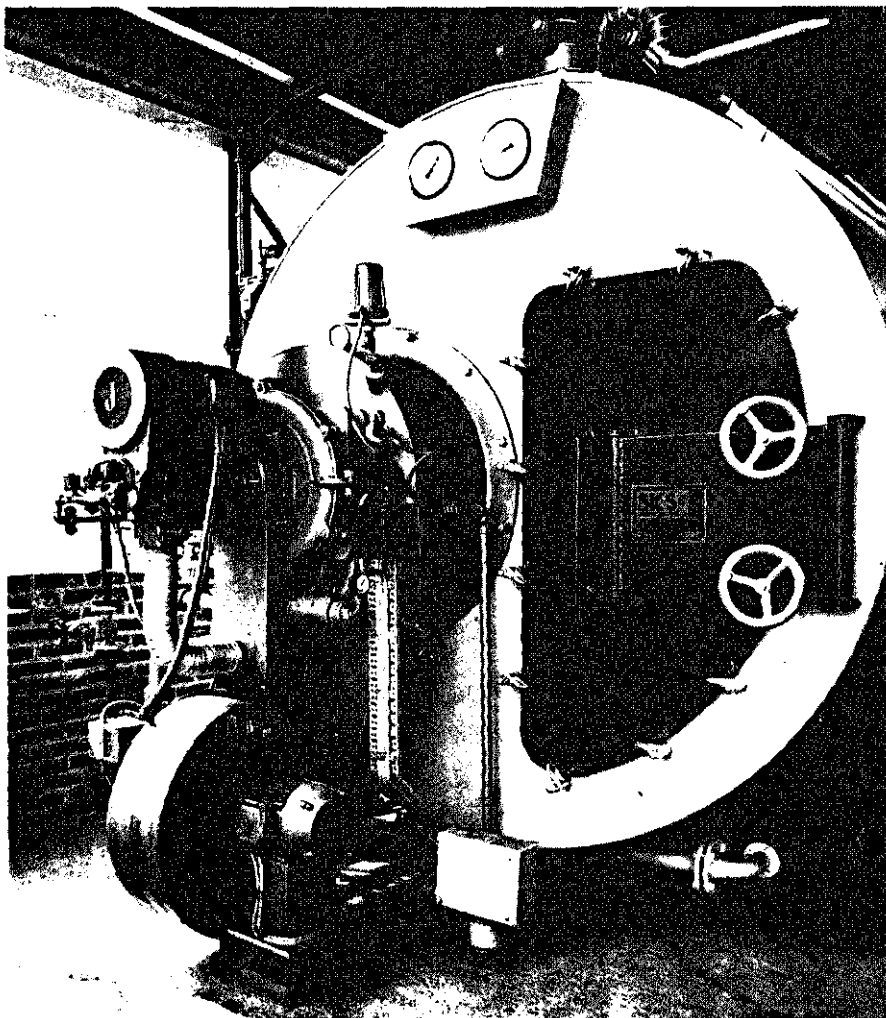
Het is voor de tuinder van het grootste belang, dat de aanbieder in zijn aanbieding al deze punten duidelijk volgens de werkelijkheid omschrijft. Hij moet geen genoegen nemen met vage omschrijvingen op papier en een met verve gebrachte mondelinge toelichting.

Het nabije verleden heeft geleerd dat de aanbieders op een aantal punten de duidelijkheid zeker nog kunnen opvoeren en dat de tuinder in het algemeen te snel genoegen neemt met onvolledige offerten. Bij een volledige offerte zal voor de kweker een aantal zaken veel duidelijker worden.

Zou de teler toch nog op een aantal punten advies nodig hebben, dan is het ook voor diegene die dit advies geeft, van belang dat de gegevens volledig en duidelijk worden verstrekt.

De tuinder behoeft dan geen veronderstellingen te opperen, maar kan de zaak op zijn juiste waarde beoordelen. Hij kan een duidelijke uiteenzetting geven van hetgeen door de aanbieder(s) wordt geboden en wat voor het betreffende bedrijf het meest wenselijk is.

Wat het rookgasonderzoek betreft, zijn gedurende de laatste maanden al vele dingen duidelijker geworden.



De keuze van de gasbrander is geen zaak van „tussen neus en lippen” beslissen

Voor de teler, die voor de moeilijke keuze van een gasbranderinstallatie wordt gesteld, kunnen de bovenstaande punten net voldoende houvast betekenen om in zijn keuze niet op drift te geraken.

Zet hij dan toch, na rijp beraad, een handtekening onder een koopcontract en de keuze is dan toch nog gevallen op de goedkoopste, dan weet hij tenminste welke waar hij voor zijn geld krijgt.

De aanbieder zal waar moeten maken wat in de aanbieding is geboden. Controle op de uitvoering is ten alle tijde mogelijk.

J. MEIJNDERT
Proefstation Naaldwijk

CO₂ CENTRAAL DOSEREN

Er is een grote belangstelling voor gegevens over de mogelijkheid van het CO₂-dosereren met een grote verwarmingsketel. Dit idee is ontstaan met de komst van het aardgas. Men heeft nu immers "schone" brandstof, waarin zich geen verontreinigingen bevinden, zoals in zware olie. Om de proef op de som te nemen is onderzoek verricht op het bedrijf van J. Boon in 's-Gravenzande.

Op initiatief van de eigenaar is op dit bedrijf al enige tijd centraal CO₂ gedoseerd met een centrale verwarmingsketel met een capaciteit van 500.000 Kcal/h. Enkele bedrijven doen dit met petroleum, andere met aardgas als brandstof. In beide gevallen tot volle tevredenheid.

De uitvoering van deze installaties is vrij simpel. Men stelt in een afgeschermd ruimte een ketel op met brander met een aangepaste capaciteit. Achter de ketel wordt een ventilator opgesteld, die rookgassen en lucht afzuigt. Hierdoor wordt de temperatuur van de gassen 60°C. Deze gassen worden via PVC-leidingen en methylbromide-darmen in de kas gepompt.

De warmte van de CO₂-ketel wordt door het normale verwarmingssysteem opgenomen. De capaciteit is 4 tot 6 liter petroleum per 1.000 m² kasoppervlakte. Dit komt overeen met 3,1 tot 4,7 kg petroleum per 1.000 m² kasoppervlakte. Deze ketels worden naast de grote verwarmingsketel opgesteld. Men doseert dan CO₂ met deze ketel en de capaciteit van de verwarmingsinstallatie wordt groter.

's-Nachts kan de ketel de rookgassen via een schoorsteen naar buiten afvoeren.

In het gesteelde geval moet men investeren:

- Verwarmingsketel

- Brander voor petroleum of aardgas.

Verder Poly-aethyleen-leidingen langs de gevel(s) en methylbromide-darmen tussen het gewas.

Voordelen

Wat zijn nu de voordelen van centraal CO₂ doseren, in vergelijking tot bijvoorbeeld CO₂-kanonnen (decentraal CO₂-dosereren)?

	Centraal	Decentraal
Verspreiding van warmte	zeer goed	matig - slecht
Verspreiding van CO ₂	zeer goed	goed; afhankelijk van de opstelling van de apparatuur
Luchtbeweging	gering	dikwijls storend
Lawaai	zeer gering	storend
Doseringstijd	lang	afhankelijk van het gewas en luchten
Plaatselijk doseren	goed mogelijk	goed mogelijk
Storingskansen	gering	groter
Schadekansen	groter	kleiner
Leidingen in de kas	Hoofdleidingen + darmen	elektriciteits- +olie- of gas-leidingen
Aanschaf	gelijk	gelijk
Service	goedkoper	duur
Stroomkosten	laag	hoger
Rendement CO ₂	hoger	laag
Lekkage brandstof in de kas	geen	mogelijk
Temperaturen CO ₂	laag	hoog
Arbeid	laag	hoger

Uit bovenstaande vergelijking blijkt dat het de moeite loont om centraal CO₂ te doseren. Om de capaciteit van de ketel te kunnen bepalen, volgt hieronder een overzicht van de hoeveelheden brandstof bij gelijke CO₂-produktie:

2,5 kg petroleum = 3,2 l petroleum = 4,25 m³ aardgas; 3,9 kg petroleum = 5 l petroleum = 6,63 m³ aardgas; 5 kg petroleum = 6,4 l petroleum = 8,50 m³ aardgas.

Bij het CO₂-dosereren met aardgas wordt meer warmte ontwikkeld dan met petroleum, omdat op basis van kg CO₂ omgerekend moet worden en niet op basis van warmtecapaciteit. Onderstaande lijst geeft een overzicht van de te gebruiken hoeveelheden in geval van een bepaald voorbeeld:

Bedrijf: 7.500 m²

Dosering: 5 l petroleum per uur per 1.000 m³

Aantal CO ₂ kanonnen	Olie per uur	Gas	CO ₂ kg/uur	Warmte in Kcal/uur	Luchtverplaatsing m ³ /uur	Vermogen
10 stuks	38 l		85	345.000	27.000	ca 4,5 pk
8 à 10stuks		50 m ³	85	418.000	32.200	ca 4,5 pk

Centraal doseren	Olie per uur	Gas	CO ₂ kg/uur	Direct - indirect	Rookgassen + lucht = m ³ /uur/60°C	Vermogen
	37,5		85	51.800 + 293.200	450 + 1600 = 2050 m ³	+ 3 pk
		49,8 m ³	85	63.000 + 355.000	530 + 1620 = 2150 m ³	+ 3 pk

Bij degenen die centraal doseren is de ketel belast op 100 %.

Problemen

Wat zijn de problemen nu bij de CO₂-produktie van de grote verwarmingsketel?

Ten eerste is het niet mogelijk om bij olie-gestookte ketels de rookgassen af te zuigen, omdat zware olie te veel verontreinigingen bevat.

Indien aardgas in de ketel gestookt wordt, duiken de volgende problemen op:

- Men moet een constante hoeveelheid rookgassen afzuigen in verband met een goede CO₂-dosering en de temperatuur van de CO₂. Maar de ketel heeft echter een wisselende belasting (hoog-laag-regeling of modulerend).
- Er mag absoluut geen CO in de rookgassen aanwezig zijn. Bij de meeste branders is dit vooral in de kleine vlam geen haalbare kaart. Omdat men bij licht CO₂ doseert zal de brander juist dan in veel gevallen een kleine vlam hebben.
- Indien het mogelijk is de brander CO-vrij te laten branden, moet het tevens mogelijk zijn de brander ver genoeg terug te kunnen regelen. Stel een bedrijf van 7.500 m² heeft een ketel van 2.000.000 Kcal/uur. Het verbruik op de grote vlam is dan circa 300 m³/gas. Het aantal m³ benodigd voor CO₂-dosering is 60 m³. De regeling moet dan zijn: 1 : 5. Voor vele branders is dit een te hoge opgave, vooral als daar nog bijkomt dat er absoluut geen CO in de rookgassen mag voorkomen.

Op het bedrijf van de heer Boon te 's-Gravenzande is desondanks een installatie gemaakt die de rookgassen uit de centrale verwarmingsketel zuigt en na bijmenging van lucht in de kas brengt. Voordat deze installatie gerealiseerd werd, is eerst een rookgasmeting aan de ketel gedaan.

Deze meting was zeer positief. De ketel is van het merk SMD met een capaciteit van 1.000.000 Kcal/uur. De brander is van het merk Saache. Deze brander heeft een regelbereik van 1 : 4 en is in alle standen vrij van CO, terwijl het CO₂-gehalte schommelt tussen de 8 en 10,8 % (respectievelijk kleine en grote vlam). Uit het rookkanaal worden de rookgassen afgezogen door middel van een primaire ventilator. Deze ventilator zuigt ongeveer 400 m³ rookgassen per uur af. Deze rookgassen worden naar de secundaire ventilator gepompt. Deze secundaire ventilator zuigt de rookgassen en lucht aan, waardoor de temperatuur van de rookgassen daalt tot circa 60°C.

Er worden zoveel rookgassen aangezogen dat de CO₂-concentratie in de kas 0 % kan worden. De manier om de rookgassen in de kas te brengen is dezelfde als bij de CO₂-toediening met een centrale ketel.

De bovenomschreven wijze van CO₂-toedienen is waarschijnlijk de goedkoopste manier. Men moet wel goed beseffen, dat dit niet mogelijk is met iedere ketel-brander-combinatie.

Schakel dus niet op dit systeem over zonder eerst met deskundigen over de mogelijkheid gesproken te hebben.

Er zijn veel branders juist in de capaciteiten tussen 500.000 en 2.000.000 milj. Kcal/uur, die uitgevoerd zijn met goedkope gas- en luchtkleppen. Hierbij ontstaat het gevaar dat vooral in de kleinere vlam CO ontstaat. Eerst bij modulerende regelingen worden betere gas- en luchtkleppen gebruikt, die een fijnere afstelling mogelijk maken.

WAAROM NU ?

De toepassing van koolzuurgas in de tuinbouw is al een vijftiental jaren bekend. Toch is het leiden van rookgassen uit de ketel van de centrale verwarming naar de teeltruimten van vrij recente datum. Enkele jaren geleden is dit idee door een inventieve tuinder voor het eerst toegepast.

De mogelijkheid om de afgassen uit een ketel een teeltruimte in te leiden, hangt samen met het type brandstof dat de ketel gebruikt. Bij verbranding van zware olie worden behalve warmte, waterdamp en koolzuurgas ook nog talrijke andere, meer of minder schadelijke stoffen gevormd. Die min of meer schadelijke nevenprodukten worden óók gevormd bij een goede afstelling van de brander. Zware olie is geen „schone” brandstof. De rookgassen zijn dan ook alles behalve „schoon”.

Bij een volledige verbranding van aardgas ontstaat, geen of weinig bijprodukten. De rookgassen bevatten koolzuurgas en waterdamp en weinig of geen zwaveldioxide (SO_2) of aethyleen (C_2H_4); twee in de glastuinbouw gevreesde gassen. Bij een goede verbranding van aardgas ontstaat „schone” of „praktisch schone” rookgassen.

WAT IS CENTRAAL DOSEREN ?

Bij het centraal doseren van koolzuurgas worden rookgassen uit het rookkanaal gezogen, afgekoeld — meestal door menging met buitenlucht — en in de teeltruimte geleid. De methode is simpel en goedkoop, zowel uitgaande van de aanschaffingsprijs van hetgeen daarvoor moet worden geïnstalleerd als in de jaarkosten daarvan.

EEN VEILIGE METHODE

Het centraal doseren van koolzuurgas vanuit een ketel waar aardgas wordt gestookt, is een veilige methode. Op theoretische gronden kan worden gesteld, dat deze wijze van doseren veiliger is dan doseren met branders die in de teeltruimte zijn opgesteld. Een teeltruimte is geen ideale ruimte om verbrandingsketels op te stellen.

Eveneens op theoretische gronden kan worden gesteld, dat bij verbranding van aardgas de kans op vorming van aethyloleum, mits de ketel in alle standen van de brander goed is afgesteld. Dit zijn twee punten, die het centraal doseren tot een veiliger methode maken dan de tot nu toe algemeen toegepaste methode van gedecentraliseerde verbranding van petroleum.

NIET ZONDER GEVAREN

Het onderzoek heeft duidelijk aangetoond dat onvolledige verbranding kan optreden bij verbranding van aardgas. In de praktijk blijkt het ook talloze malen op te treden. Deze onvolledige verbranding leidt — behalve tot een lager ketelrendement — ook tot vorming van het gevreesde aethyleen.

De afzuiging van rookgassen uit het rookkanaal is precisiewerk. Die afzuiging mag de verbranding, de vlam, niet beïnvloeden. Beïnvloeding van de vlam houdt in het algemeen aethyleenvorming in.

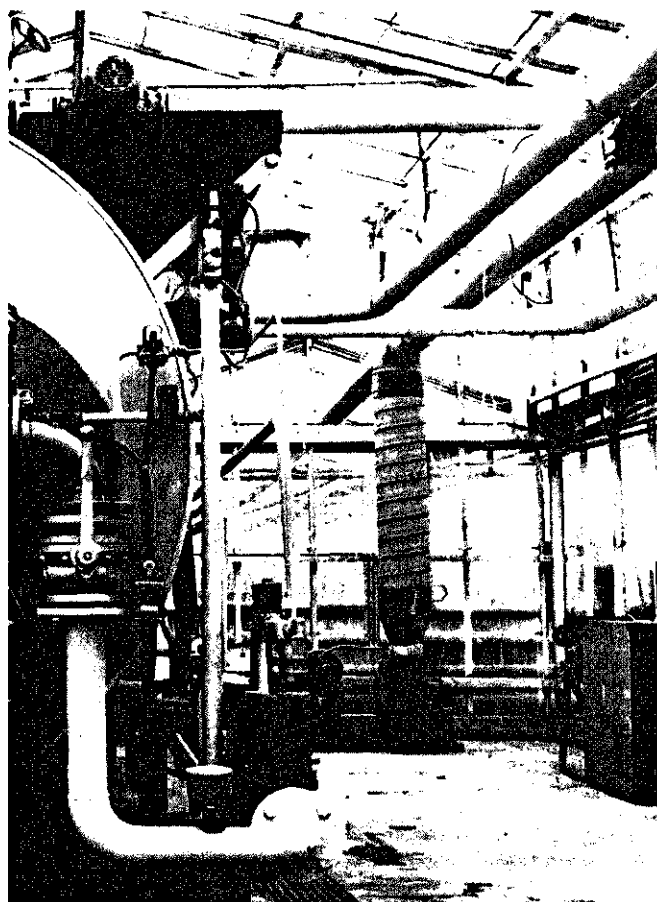
Bij centraal doseren is aethyleenvorming gevaarlijker dan bij het doseren via meerdere kachels. Als bij centraal doseren aethyleenvorming plaatsvindt, loopt het gehele bedrijf gevaar. Dit is met recht levensgevaarlijk. Een continu-bewaking van de kwaliteit van de rookgassen is onmisbaar dan ook noodzakelijk.

IR. A. J. VIJVERBERG
Proefstation Naaldwijk

CENTRALE CO₂- DOSERING

	Centraal	Decentraal
Verspreiding van warmte	zeer goed	matig - slecht
Verspreiding van CO ₂	goed	goed; afhankelijk van de opstelling van de apparatuur
Luchtbeweging	gering	dikwijls storend
Lawaai	zeer gering	storend
Doseringstijd	lang	afhankelijk van gewas en luchtingswijze
Plaatselijk doseren	goed mogelijk	goed mogelijk
Storingskansen	gering	groter
Schadekansen	groter	kleiner
Leidingen in de kas	hoofdleidingen + darmen	elektriciteits- + olie- of gasleidingen
Service	goedkoop	duur
Stroomkosten	laag	hoger
Rendement CO ₂	hoog	lager
Lekkage brandstof in de kas	geen	mogelijk
Temperaturen CO ₂	laag	hoog
Arbeid	laag	hoger

Overzicht van de centrale CO₂-dosering-installatie



ONDER centraal doseren wordt verstaan het doseren uit een ketel buiten de teelruimte. Daarbij wordt circa 85 pct. van de warmte meegedeeld aan verwarmingspijpen. De afgassen met de resterende warmte wordt bijgemengd met secundaire lucht, zodat de temperatuur van de afgassen daalt tot ca. 50° C. Met behulp van een ventilator worden deze gassen in een centrale transportleiding gestuwd. In de teelruimte worden via aftakkingen de gassen in een plastic darm geleid.

VOORDELEN BLIJVEN

Velen kennen de voordelen wel, die het centraal doseren van CO₂ heeft in vergelijking tot de centrale dosering door middel van afzonderlijke CO₂-kachels. Maar ook dit keer willen we deze voordelen nog eens naar voren brengen:

De voordelen van het centraal doseren springen dermate duidelijk in het oog, dat het niet veel moeite kost om vast te stellen, dat we in de toekomst naar deze wijze van werken moeten, waar dit technisch mogelijk is en op grond van de teelten gewenst.

MOGELIJKEDEN VAN CENTRAAL DOSEREN

Atmosferische branders en ventilatorbranders

Atmosferische branders zuigen voor de verbranding lucht van atmosferische druk aan. De luchttoevoer heeft men niet in de hand en wordt niet geregeld. De gastoevoer wordt wel geregeld, maar aangezien dit bij de luchttoevoer niet gebeurt, wordt voor de gasdruk maar een goedkoop reduceerventiel gebruikt. Met dit ventiel kunnen drukveranderingen in de hoofdleiding niet geheel worden opgevangen. Dit kan leiden tot onvollledige verbranding.

Ook voor de vlambeveiliging is een goedkoop instrument, namelijk een thermokoppel gekozen. De beveiliging reageert alleen als er iets aan de vlam, die het koppel verhit, hapert. Valt een deel van het branderbed uit c.p. enige afstand van het koppel, dan wordt de klep niet gesloten. Verder kan gemakkelijk vervuiling van het branderbed plaatsvinden, daar de aangezogen lucht een te geringe snelheid heeft om vuil weg te blazen.

Door de keuze van goedkope onderdelen zijn atmosferische branders relatief laag in prijs. Maar door bovenvermelde punten zijn atmosferische branders erg kwetsbaar. In handen van tuinders, die op technisch gebied vaak zorgeloos zijn, zijn het daarom ongeschikte toestellen.

Ventilatorbranders hebben een andere bouw. Luchthoeveelheid en gastoevoer worden nauwkeurig geregeld en op elkaar afgestemd. Hiervoor zijn duurder reduceerventielen ingebouwd, alsmede vlambeveiligingen, die een groot deel van de brander bestrijken (ionisatie- en UV-beveiligingen).

Door de constructie en de keuze van betere onderdelen zijn ventilatorbranders duidelijk duurder dan atmosferische branders. Maar de kans op onvollledige verbranding is aanmerkelijk kleiner.

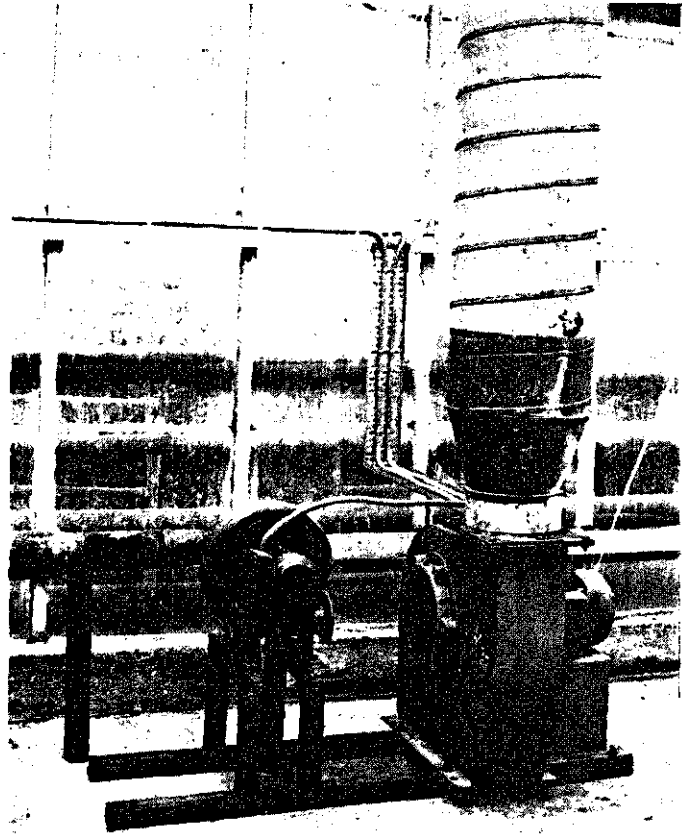
Het regelbereik van de ventilatorbranders is van dien aard, dat ze ook voor wisselende oppervlakten te gebruiken zijn. Daarmee vervalt een vermeend voordeel van atmosferische branders, die door hun kleine capaciteit per eenheid, gemakkelijk tot batterijen van gewenste omvang zijn samen te stellen.

CO₂ DOSEREN UIT GROTE VERWARMINGSKETELS

Voor het betrekken van CO₂ uit grote ketels wordt met behulp van een ventilator een hoeveelheid gas uit de rookgassen gehaald. Met behulp van een vertragsrelais worden de perioden van onvollledige verbranding door het aanslaan van de brander afgesneden. Overigens is het van belang dat de rookgassen onder alle omstandigheden CO (ethyleen) vrij zijn.

De ketels zijn gemaakt voor het leveren van een wisselende hoeveelheid warmte, die afhangt van het weer. De ketel zal derhalve nu eens bij een hogere dan weer bij een lagere belasting werken. Voor het doseren van CO₂ moeten de rookgassen bij elke belasting vrij blijven van CO (ethyleen).

Links ventilator voor afzuigen van de rookgassen; rechts voor de verspreiding in de kas



Naar schatting is dit slechts bij circa 10 pct. van de ketels op aardgas het geval. Meestal geschiedt het CO₂-doseren bij een lage belasting. Een toestand waarbij de verbranding in de regel het slechtst is.

Moet de ketelinstallatie nog omgebouwd worden op aardgas, dan doet men wijs de veiligste oplossing te kiezen. Deze bestaat in de aanschaf van een modulerende brander, waarin de belasting evenredig verloopt met de openingstoestand van de gasklep. Na afstelling is de ketel bij elke belasting ook te gebruiken voor CO₂-levering. Overigens is dit de duurste oplossing, maar het risico is klein.

In de praktijk zijn reeds veel installaties op aardgas voorhanden. Vaak heeft men goedkopere branders, die wel modulerend zijn, maar niet lineair. Bij verandering van klepstand wordt de gashoeveelheid niet evenredig lager of hoger, maar in veel sterkere mate veranderd. Het systeem werkt dan vaak als een hoog-laag regeling.

Branders met een hoog-laag regeling zijn meestal ongeschikt. Het zijn branders die veelal met minder goede gas- en luchtcleppen zijn uitgerust. Vaak leidt dit tot een vrij grove afstelling, waardoor gemakkelijk ethyleen en CO kunnen ontstaan. Dikwijls ook is het regelbereik te klein.

Dit moet minstens 1:4 zijn, maar is in veel gevallen niet meer dan 1:2.5. Dit heeft tot gevolg dat de branders vrij vaak uitslaan. Dit betekent dat de CO₂-levering telkens gedurende minstens 6 minuten wordt onderbroken.

Voor het onttrekken van de rookgassen is een speciale ventilator nodig, die geen invloed heeft op de luchtvoorziening bij de brander.

Samenvattend kan worden gesteld dat van de mogelijkheden om centraal CO₂ te doseren de installatie van een aparte ketel, met ventilatorbrander, de voorkeur verdient. Ook is het mogelijk een grote verwarmingsinstallatie geschikt te maken door het aanbrengen van een goede modulerende, lineaire brander. De andere mogelijkheden, aparte ketels met atmosferische branders en gebruik van andere dan bovenvermelde branders voor grote ketelinstallaties, moeten sterk worden ontraden wegens de kans op onverbrand.

Wil men toch meer risico lopen en van de laatst genoemde mogelijkheden gebruik maken, vraag dan toch om advies van de technische voorlichters.

Er zijn twee systemen om CO₂ uit het rookgaskanaal van een verwarmingsketel te betrekken.

1. Het is mogelijk door een ventilator direct aan te sluiten op het rookkanaal. Deze zuigt zowel rookgassen als lucht aan. Deze lucht dient om de rookgassen af te koelen. Het grote gevaar bij dit systeem is, dat de kleine vlam wordt beïnvloed. In het gunstigste geval wordt de vlam van de branderkop getrokken en valt de brander in storing. In het ongunstigste geval zal de vlam CO gaan produceren. Dit systeem moet worden ontraden.

2. Door gebruik van twee achter elkaar gekoppelde ventilatoren. De eerste ventilator zuigt de rookgassen aan. Door de juiste keuze van het ventilatortype en de capaciteit is deze dan niet in staat de vlam te beïnvloeden. Deze ventilator kan dan echter niet voor het verdere transport zorgen en daarom wordt een tweede ventilator aangesloten die de rookgassen vanaf ventilator 1 wegzuigt tegelijk met lucht en het mengsel de kassen in perst. Met dit systeem zijn goede ervaringen opgedaan. Met dient er voor te zorgen, dat in de ruimte waar deze ventilatoren staan opgesteld voldoende ventilatie is.

IS CO TOELAATBAAR

Uiteraard hebben we in de rookgassen het liefst in het geheel geen CO. Men is er dan te allen tijde van verzekerd dat het risico nihil is. Een zeer geringe hoeveelheid CO in de onverdunde rookgassen is echter toegestaan. Blijkens de ervaringen behoeft hierdoor dan geen schade te ontstaan. Het gehalte aan CO in de rookgassen mag echter niet boven 15 ppm (delen per miljoen) uitkomen.

BEVEILIGING

Zoals in het begin reeds in het overzicht van de mogelijke voordelen is gesteld, is het risico voor schade met het centrale systeem groter.

Bij het gebruik van „kanonnen” is het risico verdeeld over het aantal opgehangen toestellen. Brandt dan één kachel slecht, dan blijft de schade beperkt tot de planten rondom deze kachel. Bij het centrale systeem ligt het anders. Brandt de ketel dan slecht, dan zal in principe bij alle planten schade kunnen optreden. De behoefte aan een afdoende beveiliging is hierdoor sterk toegenomen. Bovendien is beveiliging van één ketel praktisch veel beter uit te voeren dan wanneer men te maken heeft met een hele serie toestellen.

Er zijn diverse veiligheidssystemen op de markt. Enkele zijn veel te duur, andere meten pas betrouwbaar bij het CO-gehalte dat veel te hoog ligt (40-50 ppm). Een systeem, dat voorlopig in aanmerking komt berust op het naverbranden van CO. Hierdoor ontstaat in het apparaat een temperatuursverhoging. Hoe hoger de temperatuur oploopt, hoe meer CO. Een toestel (fabr. Dräger) geeft bij 15 ppm CO alarm en is het enige dat op dit ogenblik kansen biedt. In het algemeen kan worden gesteld dat er met dit soort apparatuur nog weinig ervaring is opgedaan.

HINDERLIJKE WARMTE

Het aantal m³ aardgas, benodigd om 0,10-0,15 pct CO₂ te bereiken is ca. 5 per 1.000 m³ per uur. De regeling van de brander moet dan ongeveer 1:8 zijn. Wil men 0,20 pct CO₂ bereiken dan is daarvoor 8 m³ aardgas nodig en moet de regeling ongeveer 1:6 zijn.

Voor veel branders is dit een te grote opgave. Men zal in de praktijk in veel gevallen veel minder terug kunnen regelen. Dit betekent, dat men op een veel hogere m³-waarde blijft zitten. Dit heeft tot gevolg, dat een veel hoger CO₂-gehalte wordt bereikt. Op zich is dit niet zo erg. Anders is het gesteld met de warmte die te allen tijde vrij komt.

In een tijd dat nauwelijks meer warmte op de dag wordt gewenst (april-mei) blijft de ketel dan toch op een behoorlijke temperatuur en moet het de warmte via de buizen in de kas kwijt. De temperaturen worden dan te hoog en men moet de CO₂-dosering staken op grond van een te hoge temperatuur.

Ir. N. VAN BERKEL
J. B. VERVEER
Proefstation, Naaldwijk

Onder centrale levering verstaan we de produktie van CO₂ uit een ketel buiten de teeltruimte. Daarbij komt circa 85 % van de warmte in de verwarmingspijpen terecht. De rookgassen met de resterende warmte worden bijgemengd met secundaire lucht, zodat de temperatuur van deze gassen daalt tot circa 50 °C. Met behulp van een ventilator wordt het verkregen mengsel in een centrale transportleiding gestuwd. In de teeltruimte worden via aftakkingen de gassen in een plastic-leiding gebracht. Via gaatjes stroomt het CO₂ nabij de bodem uit.

Centrale CO₂-levering

Op vele bedrijven heeft men in het voorbije voorjaar dit systeem toegepast. De ervaringen waren zeer goed: Men kan veel langer met CO₂ toedienen doorgaan, door ontbreken van plaatselijke oververhitting. De oper. luchtramen deden aan de goede verdeling van het CO₂ geen afbreuk, omdat het gas gelijkmatig over de oppervlakte vrij komt. Er waren vrijwel geen klachten over schade. Geen lawaai van ventilatoren. De kosten van het systeem zijn laag.

Op grond van deze ervaringen wordt verwacht, dat velen in het komende seizoen over zullen gaan op dit nieuwe systeem. In verband daarmee wordt in het volgende aan een 3-tal punten aandacht besteed:

1. Twee ventilatoren nodig
2. Beveiliging gewenst
3. Verdeling van het CO₂ in de ruimte.

TWEE VENTILATOREN NODIG

Voor het afzuigen van de rookgassen uit het rookkanaal achter de ketel en voor het trans-

port naar de teeltruimte zijn twee verschillende ventilatoren nodig.

De eerste ventilator, primaire ventilator of lage-druk-rookgasafzuigventilator genoemd, zuigt een vaste hoeveelheid rookgassen aan bij lage druk. Zo'n ventilator heeft geen invloed op de luchtvoorziening bij de brander in de ketel. Vooral bij een lage belasting van de ketel kan een ventilator met te veel druk onvolledige verbranding veroorzaken, waardoor CO ontstaat. Ook is het mogelijk, dat de vlam van de branderkop wordt getrokken, waardoor de brander in storing valt.

De tweede ventilator, secundaire of meng- en transportventilator genoemd, vraagt veel meer druk en mengt de rookgassen met een hoeveelheid lucht uit het ketelhuis, ongeveer in de verhouding 1 : 2. Dit mengsel wordt in de transportleiding gestuwd. De druk in de transportleiding moet voldoende zijn om te waarborgen dat de rookgassen tot in de verste hoeken van de kas worden gebracht. Bij de installatie van twee ventilatoren is ver-

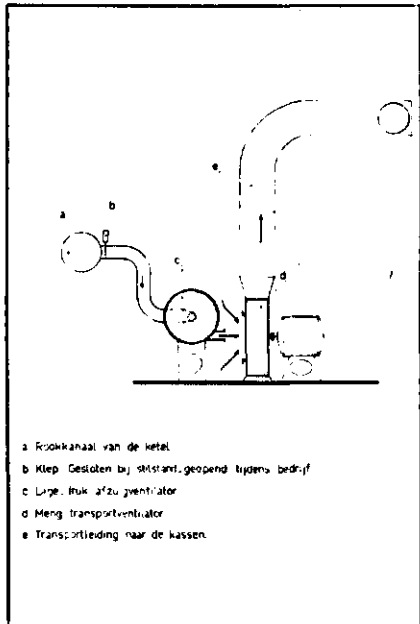
der geen regeling nodig. Wel is een rookgasafsluitklep nodig, die dicht gaat als de ventilatoren niet in bedrijf zijn. Daardoor wordt voorkomen, dat met de rookgassen ook waterdamp in het ketelhuis komt en daar condenseert. Dit is ongewenst voor de aanwezige regelapparatuur.

WAAROM RISICO LOPEN?

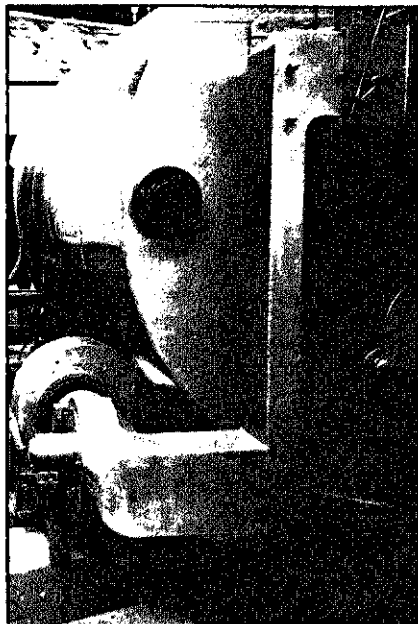
Velen hebben dit seizoen gewerkt met een installatie met één ventilator. Dit heeft nauwelijks moeilijkheden gegeven zodat de mening in de praktijk opgeld doet, dat men wel met één ventilator kan volstaan. Hiertegen moet ernstig worden gewaarschuwd, omdat men ter besparing van de geringe kosten van de tweede ventilator een groot risico loopt. Van daar dat onzerzijds de installatie van twee ventilatoren dringend wordt geadviseerd.

BEVEILIGING GEWENST

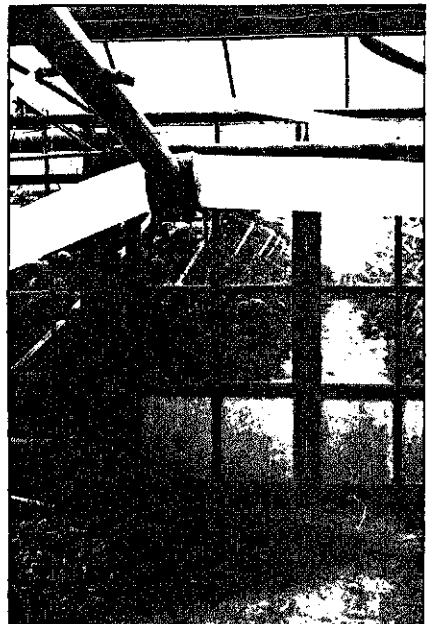
Een nadeel van het centrale systeem is, dat het risico verbonden aan onvolledige verbran-



Schematische voorstelling van een installatie voor centrale CO₂-dosering



De grootste veiligheid wordt bereikt met twee ventilatoren



Bij dit CO₂-verdeelsysteem komt het koolzuur via de breed polyethyleenleiding binnen. De hoofdleiding in de twee kasgedeelten is van hard PVC, de aftakledingen zijn de zeer methyldarmen met gaatjes om de 20 cm.

ding niet meer is gespreid over een aantal toestellen zoals bij de drukverstuivers. Brandt de ketel slecht, dan zal gemakkelijk bij alle planten schade kunnen optreden. De behoefte aan een afdoende beveiliging is hierdoor sterk toegenomen.

Door het gebruik van één ketel bij een centraal systeem, is de toepassing van een beveiliging veel eenvoudiger dan bij een hele serie toestellen.

Omdat het omstreden was of bij onvolledige verbranding van aardgas het schadelijke ethyleen kan ontstaan, is door het Proefstation onderzoek verricht. Door manipulatie aan de brander van ketels werden verschillende graden van onvolledige verbranding opgewekt. Naast CO werd het ethyleengehalte van de rookgassen gemeten.

In de eerste plaats bleek, dat bij onvolledige verbranding van aardgas, naast CO, ook ethyleen ontstaat. Ook bleek met het stijgen van het CO-gehalte het ethyleengehalte toe te nemen. Er bestaat tussen het optreden van beide gassen een rechtlijnig verband. Dit betekent, dat door meting van het CO-gehalte ook een goede indruk van het ethyleengehalte wordt verkregen. Hier werd bevestigd, waar in de praktijk reeds gebruik van werd gemaakt, namelijk door meting van CO een uitspraak te kunnen doen over het ethyleengehalte. Tenslotte bleek, dat ook schadelijk hoge ethyleengehalten d.w.z. boven 0,05 delen per miljoen (dpm) kunnen voorkomen.

Op grond van bovenstaande proefuitkomsten, maar mede op basis van ervaringen uit de praktijk, die behelzen dat herhaaldelijk belastingen bij ketels voorkomen met een hoog CO-gehalte - dus hoog ethyleengehalte -, moet worden geconcludeerd, dat een beveiliging zeer gewenst is. Men mag het risico niet lopen, dat door ethyleen enkele vruchten aan de plant verloren gaan.

Met het toelaatbaar gehalte valt het mee. Aanvankelijk heerste de gedachte, dat de onverdunde rookgassen niet meer dan 15 dpm CO mochten bevatten. Thans is gebleken, dat 50 dpm CO kan worden toegelaten zonder risico, dat het ethyleengehalte dan te hoog is opgelopen.

Het gebruik van CO-meetbuisjes, zoals in de praktijk wel gebeurt, vormt een onvoldoende beveiliging. Met buisjes worden alleen momentopnamen gemaakt. Is de toestand van de rookgassen op het moment van meten in orde, even later kan het bij een andere belasting van de ketel wel helemaal mis zijn. Verder bestaat de neiging om na enkele metingen met goede uitkomst de volgende metingen achterwege te laten.

Een goede oplossing is het installeren van een beveiligingstoestel, dat van ogenblik tot ogenblik peilt hoe het met de verbranding gesteld is. Wordt het gehalte van 50 dpm CO overschreden, dan wordt een signaal gegeven of de CO₂-levering wordt afgesloten. Er zijn enkele toestellen aan de markt, die berusten op een katalytische naverbranding van CO. Hierdoor ontstaat een temperatuurverhoging. Hoe hoger de temperatuur oploopt, hoe meer CO. Van de beschikbare toestellen heeft er één reeds zijn bruikbaarheid bewezen. De kosten ervan bedragen f 3.000 — f 4.000,-. Voor inlichtingen wende men zich tot onze technische voorlichters.

VERDELING VAN HET CO₂ IN DE RUIMTE

Reeds kwam naar voren, dat een goede transportventilator nodig is om het CO₂ tot in de verste hoeken van het bedrijf te brengen. Maar verder is een goed verdelingssysteem van belang. De rookgassen koelen onderweg naar de kas af van 100 à 200 °C tot de temperatuur die in de kas heerst. Bij kastemperatuur komt het CO₂ dus in de ruimte. Dit bete-

kent, dat de verdere verspreiding in de kas geheel afhankelijk is van zwakke stromingen door concentratie-verschillen en van toevallige stromingen door verwarmingsbuizen, zonnestraling of wind. Het komt er op neer dat de zijdelingse verspreiding van het gas zeer gering is. Redenen waarom, net als bij installaties voor zuiver CO₂, een distributienet nodig is, dat regelmatig over de kasoppervlakte verspreid openingen bevat, waar het CO₂ uitstroomt.

Een goede verdeling wordt verkregen via een hoofdleiding met vertakkingen, die uitmonden in zogenaamde methyldarmen, van 5 cm diameter, met gaatjes op 20 cm onderlinge afstand. Het beste is om per kap van 3.20 m² darmen te hebben, één onder de goot, één onder de nok. Als hoofdleiding gebruikt men een leiding van dun polyethyleen of hard pvc. Het eerste is weinig duurzaam, maar goedkoop. Wel zijn overal T-stukken nodig van hard pvc voor de vertakkingen.

SAMENVATTING

De ervaringen met het systeem van centrale levering van CO₂ waren dit voorjaar zeer goed. Voorts is gewezen op de noodzaak om 2 ventilatoren te hebben. Ook is het installeren van een beveiliging zeer gewenst om het risico van ethyleenschade te dekken. De beveiliging kan geschieden aan de hand van een toestel dat CO meet, aangezien er een lineair verband bestaat tussen het optreden van CO en ethyleen. Tenslotte is er een goed leidingen-stelsel nodig om het tot kastemperatuur afgekoelde CO₂ goed over de ruimte te verdelen.

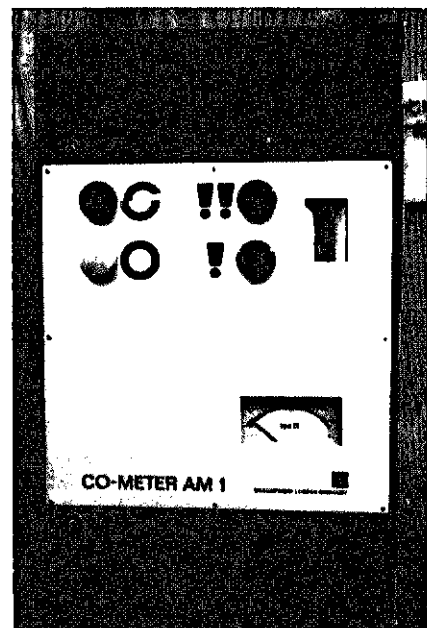
IR. N. VAN BERKEL
J. MEIJNDERT
J. B. VERVEER



Verdeelsysteem waarbij een methyldarm per kap is gebruikt. In het algemeen zal men de voorkeur geven aan twee leidingen per kap, om een betere verdeling van het koolzuurgas te krijgen.



Schade door ethyleengas in vroege stookmaten waarbij centraal is gedoseerd. De bloemen hebben zich niet normaal kunnen ontwikkelen en geven geen vruchten.



Er is goede apparatuur in de handel waarmee CO en daarmee ethyleen — in de rookgassen gemeten kan worden. De apparatuur werkt automatisch en continu en sluit bij overschrijden van een ingesteld CO-gehalte de toevoer van rookgassen naar de verdeelingsleidingen, af.

MEER LIJN IN CENTRAAL

CO₂ DOSEREN

Vanaf de beginfase van de ontwikkeling hebben de technische voorlichters van het Proefstation Naaldwijk deze twee aspecten vooral ogen gehad bij het ontwerp van een installatie die voor dit doel geschikt zou zijn en waaraan nog een derde eis kon worden gesteld, namelijk: het verkrijgen van de juist CO₂-concentratie in de kassen.

Omdat de gasgestookte installaties onder het toezicht vallen van de gasdistributiebedrijven en als zodanig worden gekeurd op de vastgestelde voorschriften, hebben deze bedrijven gemeend ook ten aanzien van de CO₂-installaties die rookgassen van de verwarmingsketel onttrekken, richtlijnen te moeten vaststellen.

Een commissie van de Contactgroepen Gasinspectiediensten Zuid-Holland heeft zich met deze taak belast, waarbij werd uitgegaan van de volgende algemene voorwaarden:

1.1 De verbranding in de ketel mag niet ontoelaatbaar worden beïnvloed

1.2 De vlamstabiliteit van de brander dient onder alle omstandigheden gewaarborgd te blijven

1.3 In de stookruimte mogen geen rookgassen en/of onverbrand gas via de CO₂-doseringsinstallatie ontwijken

1.4 In de kas mag geen onverbrand gas (CO) via de CO₂-doseringsinstallatie worden ingebracht

1.5 Door het aanbrengen van de CO₂-doseringsinstallatie mogen geen dode ruimten van enige omvang aan de rookgaszijdige inhoud van de verbrandingsinstallatie worden toegevoegd

1.6 Indien aanzuiging van de lucht, ten behoeve van de CO₂-dosering plaatsvindt vanuit de stookruimte, moeten de luchttoevoeropeningen van deze ruimte dienovereenkomstig worden vergroot

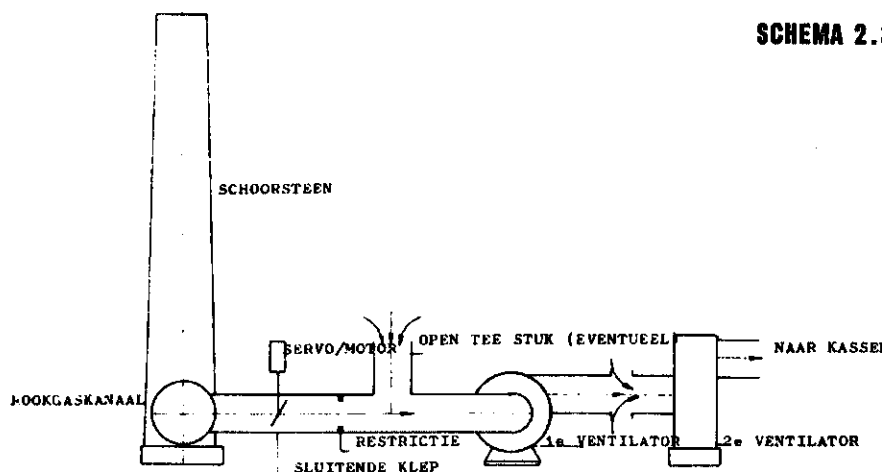
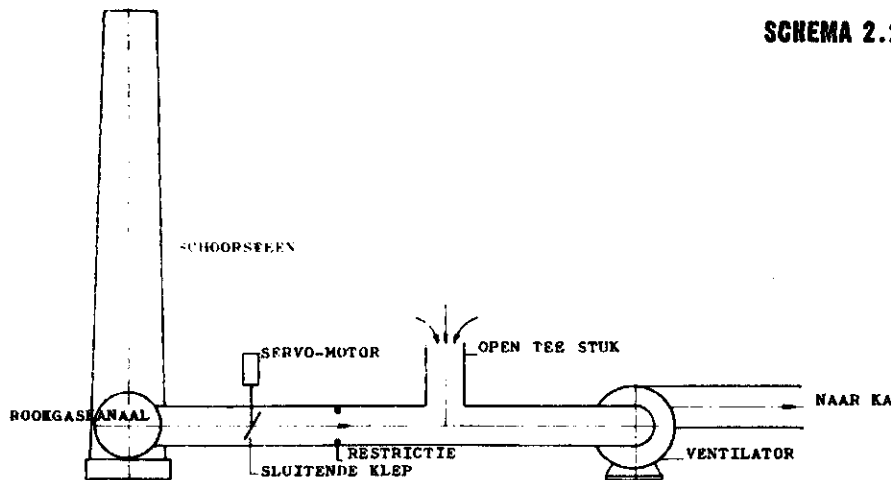
1.7 Indien kunststofleidingen in het transport- en verdeelsysteem van de CO₂ (rookgassen) worden gebruikt, mag de inwendige temperatuur in het kunststofgedeelte 60°C niet overschrijden.

HET onttrekken van rookgassen van een centraal opgestelde verwarmingsketel, die met aardgas wordt gestookt, om hiermede CO₂ in de gewassen te doseren, neemt stormachtig toe. Werd deze methode vorig seizoen op enkele bedrijven toegepast, momenteel wordt op de meeste bedrijven waar men aardgas stookt, een installatie voor dit doel achter de ketel geplaatst.

Hoewel in de aanvangsperiode experimenteel allerlei varianten in de uitvoering van de installatie werden toegepast, kan men nu waarnemen dat er meer lijn in komt en dat men bewuster voor de veiligste installatie kiest.

Deze veiligheid heeft betrekking op twee verschillende aspecten:

1. Het veilig en storingsvrij functioneren van de stookinstallatie in het ketelhuis
2. De rookgassen met een toelaatbare temperatuur en vrij van schadelijke bestanddelen als CO en C₂H₄ (ethyleen) in de kassen brengen.



2. UITVOERING VAN DE CO₂-DOSERINGSINSTALLATIE

Teneinde aan de onder 1.1 tot en met 1.7 genoemde voorwaarden te voldoen zal de CO₂-doseringsinstallatie de volgende onderdelen dienen te bevatten:

2.1 Een sluitende klep op maximaal 1 meter van de aftakking van het schoorsteenkanaal met sluitstandbewaking. De klep moet sluiten:

- Bij iedere regelstop van de brander
- Tijdens de ventilatie en startprocedure van de brander
- Bij het uitvallen en/of afzetten van de ventilator(en) voor de CO₂-dosering.

De klep moet bediend worden via een servomotor of gelijkwaardige constructie. Wanneer de klep bij één der 3 bovengenoemde gevallen niet in sluitstand komt, resp. staat, dient de brander in vergrendeling te gaan (zie VISA front X). De sluitstandbewaking van de klep kan in het elektrische circuit in serie geschakeld worden met de sluitstandbewaking (ES 2) van de hoofdgaskleppen. Voorbeelden van de elektrische schema's worden aan de installateurs verstrekt door de Gasdistributiebedrijven.

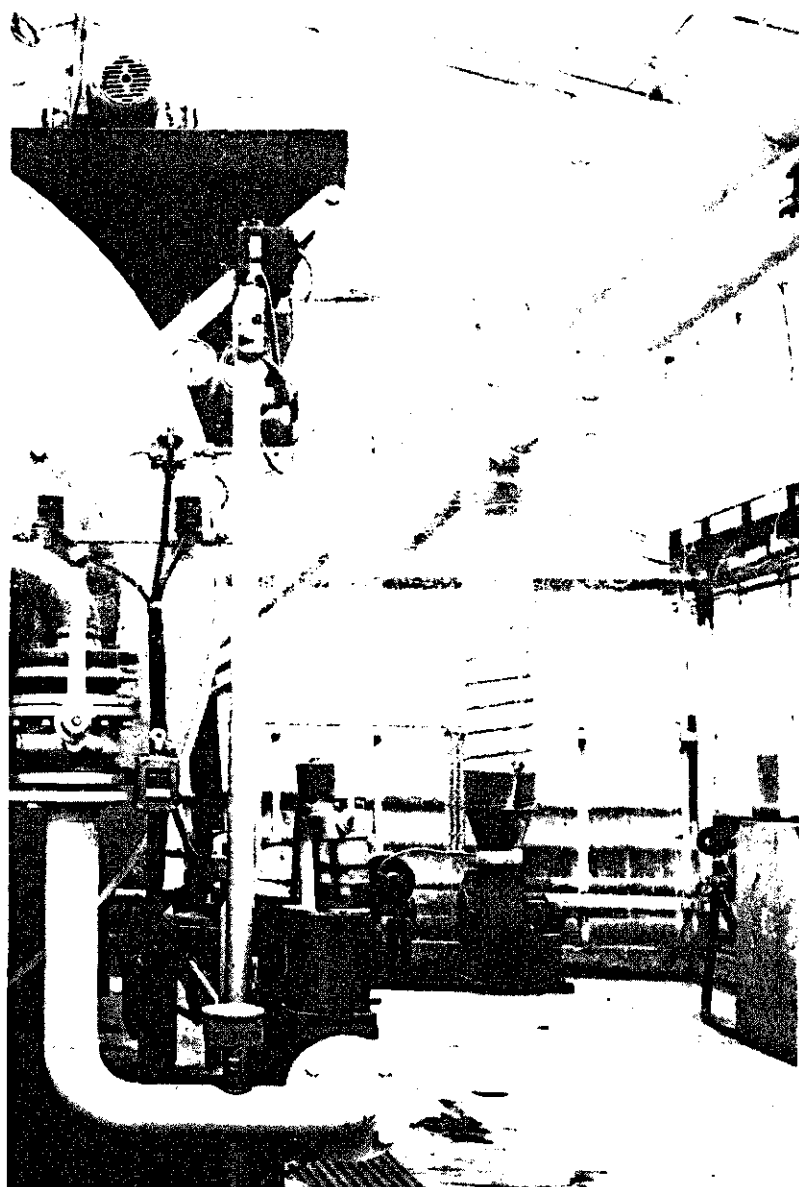
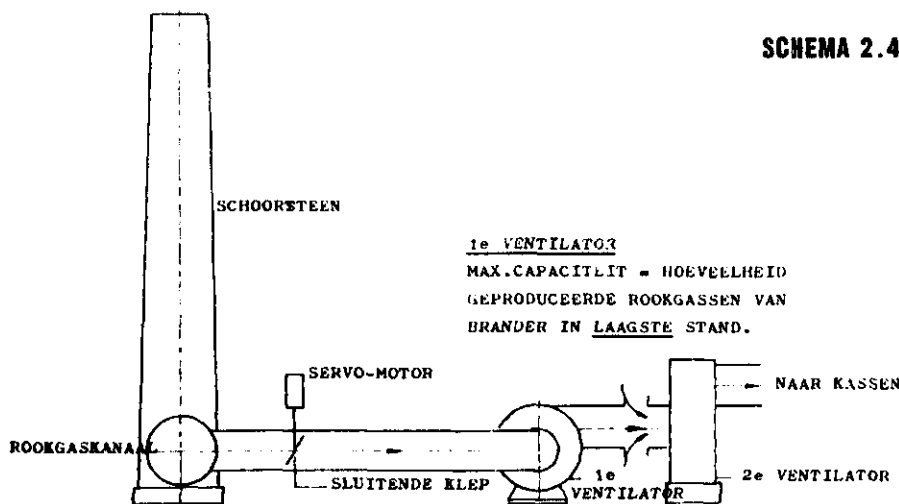
2.2 Een open T-stuk, al dan niet gecombineerd met een vaste restrictie of gelijkwaardige constructie, bij het gebruik van één ventilator (zie schema 2.2); aan te brengen in het leidinggedeelte tussen de onder 2.1 genoemde klep en de ventilator, met zodanige vaste afmetingen dat de juiste verbranding in de ketel gehandhaafd en de vlamstabiliteit eveneens onder alle omstandigheden gewaarborgd blijft.

De afmetingen dienen geval voor geval proefondervindelijk ter plaatse te worden bepaald en gefixeerd. De af te zuigen hoeveelheid rookgassen mag die welke geproduceerd wordt in de laagste stand van de brander niet overschrijden. Naast het open T-stuk kan het plaatsen van een vaste restrictie in de zuigleiding tussen de sluitende klep en het open T-stuk overweging verdienen.

2.3 Een vaste restrictie (al dan niet gecombineerd met een open T-stuk) of gelijkwaardige constructie bij gebruik van twee ventilatoren (zie schema 2.3); indien de eerste (primaire) ventilator bij het rookkanaal een grotere capaciteit heeft dan de brander aan rookgassen in de laagste stand produceert.

2.4 De voorkeur bij het gebruik van twee ventilatoren verdient uiteraard de uitvoering waarbij de capaciteit van de eerste (primaire) ventilator niet groter is dan de capaciteit aan rookgassen van de brander in zijn laagste stand. De restrictie en het open T-stuk mogen dan vervallen (zie schema 2.4).

2.5 Een maximaal-thermostaat bij gebruik van een kunststofleiding in het transport- en verdeelsysteem, die de sluitende klep (zie 2.1) dicht stuurt wanneer de temperatuur in het kunststofleidingstelsel 60°C overschrijdt en de CO₂-installatie in vergrendeling doet gaan. De temperatuuroeler die de klep bedient moet worden geplaatst aan het begin van



Deel van de installatie, met rechtsachter, het CO₂-doseringselement

SCHEMA 2.4

het kunststofleidingstelsel. Voor elektrische schakelingen: zie schema's van gasdistributiebedrijven.

2.6 Een regelklep, bijvoorbeeld voor de regeling van een enkele of dubbele dosering CO₂ is slechts toegestaan wanneer deze geplaatst is in hetzelfde leidinggedeelte als de onder 2.1 genoemde sluitende klep, dus voor het open T-stuk, restrictie, of eerste (primaire) ventilator.

De sluitende klep mag eventueel de nevenfunctie van regelklep vervullen.

3. UITVOERINGEN VAN CO₂-DOSERINGSINSTALLATIES, DIE NIET ZIJN TOEGESTAAN

Hierna volgen een aantal voorbeelden van doseringsinstallaties die niet kunnen worden toegestaan.

3.1 — Met een klep in het open T-stuk (vast ingestelde of handbediende) en/of — Met een klep in het afzuigkanaal, zonder dat er een sluitende klep aanwezig is (vast ingesteld of handbediend) (zie schema 3.1).

3.2 — Met een aparte regelklep in het open T-stuk (zie schema 3.2).

3.3 — Met een gecombineerde klep, uitgevoerd als op schema 3.3 is aangegeven.

3.4 — Met open T-stuk in de schoorsteen of met een zeer korte schoorsteen, die als open T-stuk fungeert (zie schema 3.3).

4. De commissie wil er de nadruk op leggen dat met voorgaande voorbeelden geenszins alle mogelijke uitvoeringswijzen zijn aangegeven; zeker niet datgene, dat niet is toegestaan.

Aldus de richtlijnen van de commissie en die bij keuring van de installaties worden gehanteerd door de Gasinspectiediensten Zuid-Holland-Noord en Zuid.

Na het opsommen van de voorschriften van de Gasdistributiebedrijven is het zinvol enige kanttekeningen te plaatsen:

Na een periode van het aanleggen van allerlei experimentele installaties hetgeen in de beginfase van een ontwikkeling een normaal verschijnsel is, is het goed, dat de Gasinspectiediensten Zuid-Holland Noord en Zuid met uitspraken zijn gekomen ten aanzien van hetgeen door hen al dan niet zal worden goedgekeurd.

De uitgangspunten van de commissie waren het veilig functioneren van de stookinstallatie in het ketelhuis en de veiligheid van de mensen die in de ruimte, waarin CO₂ middels rookgassen wordt gedoseerd, werkzaam zijn. Andere pretenities heeft de commissie niet gehad, omdat deze buiten hun taak vallen.

Naast de zorg die technische voorlichting heeft voor de twee genoemde uitgangspunten, is er echter een derde faktor waarmee rekening moet worden gehouden, nl. de juiste dosering en concentratie van het CO₂ in de kassen.

Vanwege deze laatste faktor zijn wij van mening dat de installatie met één ventilator (zie schema 2.2) die weliswaar is goedgekeurd, om de hierna volgende redenen beter niet kan worden toegepast:

De „zodanige vaste afmetingen”, waarvan in 2.2 sprake is, dienen van geval tot geval proefondervindelijk ter plaatse te worden bepaald en gefixeerd.

Dit nu achten wij in de praktijk geen haalbare zaak. Zo een installateur van deze installaties er al de vakbekwame mensen voor in dienst zou hebben, dan zal dit proefondervindelijk bepalen en fixeren een dermate tijdrovende bezigheid zijn, dat hij daar zijn mensen niet voor beschikbaar kan stellen, omdat een CO₂-installatie geen opdracht is waarmee hoge geldbedragen gemoeid zijn en in geval er wél voldoende aandacht aan zou worden besteed, dan zal dit de aanlegkosten zeker verhogen.

Bij een op de gok aangelegde installatie zou er, bij een te klein open T-stuk vlambeïnvloeding ontstaan met kans van CO- en C₂H₄-vorming in de verbranding en de mogelijkheid dat de installatie wordt afgekeurd.

Bij een te groot open T-stuk zou er te veel lucht en te weinig rookgassen worden aangezogen, zodat de juiste concentratie in de kas niet wordt behaald.

Een berekening vooraf van de aansluitingen in dergelijke installaties, is vrijwel onmogelijk, gezien de plaatselijke verschillen van leidinglengte, druk in rookkanaal, schoorsteenhoogte, ventilator-drukverschillen e.d.

De installatie (vermeld onder 2.3) zal vrijwel nooit voorkomen, maar zou om dezelfde redenen af te raden zijn.

Ons advies is, de installatie met twee ventilatoren te kiezen (vermeld onder 2.4).

Bij een juiste berekening van de capaciteiten en drukken van de beide ventilatoren kan geen vlambeïnvloeding ontstaan en worden in de juiste verhouding rookgassen en lucht aangezogen.

De juiste verhouding is 1 m³ rookgassen + 2 m³ lucht geeft 3 m³ mengsel. Dit mengsel zal dan tevens ca 60°C zijn, de onder 2.5 vastgestelde maximaal toelaatbare temperatuur.

Wel dient te worden opgemerkt, dat de beide ventilatoren niet tegen elkaar maar op enige afstand van elkaar moeten worden opgesteld, om te voorkomen dat de secundaire ventilator die een veel hogere druk bezit, via de primaire ventilator de vlam zou gaan beïnvloeden.

Tussen de ventilatoren mag ook geen verstelbare koker worden geplaatst. Hoewel niet voorgeschreven, achten wij een afstand tussen perszijde van de primaire ventilator en de zuigzijde van de secundaire ventilator van 30 cm goed te gebruiken.

Bij 2.6 wordt over een regelklep gesproken, voor regeling van zgn. enkele of dubbele dosering. Onder bepaalde voorwaarden zou een dergelijk klep mogen worden geplaatst. Wij achten dit echter niet wenselijk en evenmin noodzakelijk.

Niet wenselijk omdat bij het regelen van deze klep wisselende rookgas-luchtmengsels ontstaan en de mogelijkheid aanwezig zou kunnen zijn, dat dit mengsel een te hoge temperatuur zou krijgen met gevolgen beschreven onder 2.5.

SCHEMA 3.1

Niet noodzakelijk omdat bij berekening van de ventilatoren door onze technische dienst, steeds wordt uitgegaan van de zgn. dubbele dosering = 0,2 pct. CO₂ concentratie.

Gezien de recente uitkomsten van teeltkundige- en economische onderzoeken ten aanzien van concentraties bij CO₂-doseren zal niemand behoefte gevoelen de concentraties te gaan verlagen middels een regelklep in de rookgassen.

Nog hogere concentraties bereiken zou alleen mogelijk zijn als ventilatoren met grotere capaciteiten zouden worden geplaatst; het plaatsen van een regelklep in het open T-stuk is niet toegestaan.

Hogere concentraties hebben echter ook tot gevolg, dat leidingen met grotere diameters en hogere secundaire ventilator-druk en capaciteit zouden moeten worden berekend met als gevolg hogere aanlegkosten en een groter stroomverbruik.

Ten aanzien van de uitvoeringen welke niet zijn goedgekeurd, en door de commissie met schema's zijn verduidelijkt, zouden we willen opmerken dat, zover ons bekend, zeker nog andere varianten van toepassing in bedrijf zijn, die ook niet goedgekeurd zullen worden. Hierbij zouden we willen adviseren deze onbetrouwbare installaties te veranderen gezien de grote schade, die bij onvolledige verbranding kan optreden.

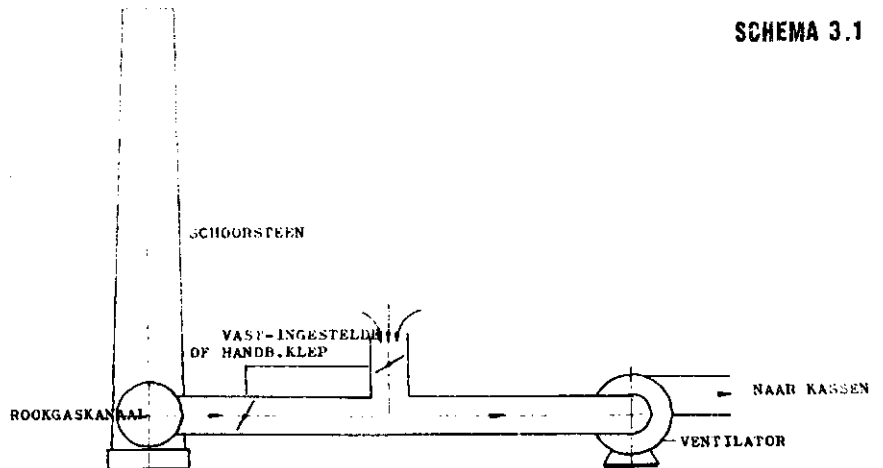
Samenvattend kunnen we stellen:

- De installaties zullen aan de gestelde eisen moeten voldoen
- Een motorklep, open-dicht regeling, in rookaanzuigbuis, maximaal 1 meter van het rookkanaal, is noodzakelijk
- Bij gebruik van kunststofleidingen moet na de ventilator(en) een thermostaat worden geplaatst
- De regelklep, thermostaat en schakeling ventilator(en) moeten volgens schema's aangesloten worden
- Van de toegestane installaties verdient de installatie uitgevoerd met 2 ventilatoren verreweg de meeste voorkeur
- Het plaatsen van een regelklep in het rookgasgedeelte zou in bepaalde uitvoering toegestaan zijn; het is echter niet raadzaam en niet noodzakelijk
- De capaciteiten en drukken van de beide ventilatoren moeten worden berekend naar de plaatselijke omstandigheden van het bedrijf
- Het plaatsen van CO-bewakingsapparatuur is niet vereist, maar zou een grotere mate van zekerheid geven.

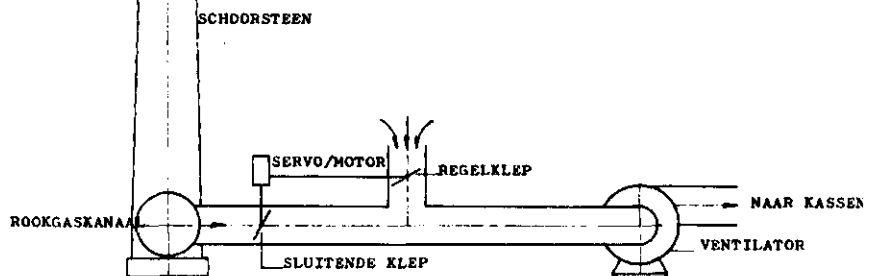
Tenslotte willen we nog wijzen op het feit dat de voorschriften, in dit artikel omschreven, alleen gelden voor de afnemers van de Gasdistributiebedrijven Zuid-Holland Noord en Zuid.

Van voorschriften bij de overige gasdistributiebedrijven in Nederland is ons op dit moment nog niets bekend. Wel zijn er plannen van de VISA-commissie te zijner tijd te komen tot voorschriften voor CO₂-doseringsinstallaties bij gasgestookte ketelinstallaties. Deze voorschriften zouden dan voor geheel Nederland gelden.

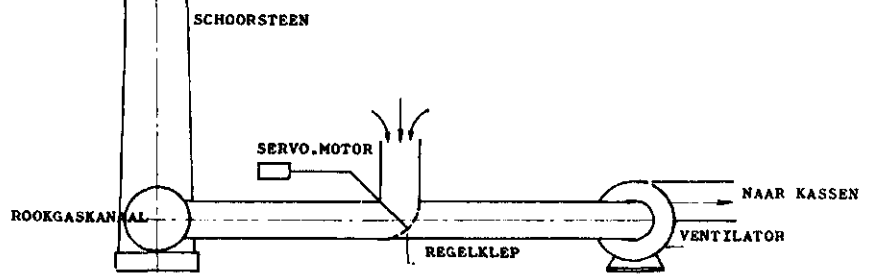
J. MEIJNDERT
J. B. VERVEER
Consulentschap Naaldwijk
Proefstation Naaldwijk



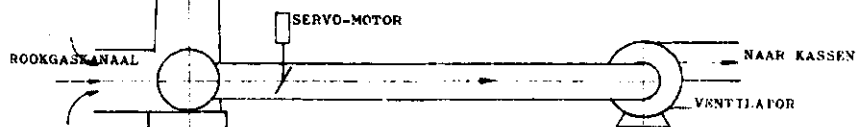
SCHEMA 3.2



SCHEMA 3.3



SCHEMA 3.4





Doseerschade? Soms moeilijk uit te maken. Naast dergelijke gewasverbrandingen kan een veel ingrijpendere schade optreden door het stagneren van bloei en zetting.

CO₂ doseren vanuit de ketel

Eerst leergeld betalen of liever direct beveiligen?

WELKE FACTOREN VEROORZAKEN SCHADE?

In reeds eerder verschenen publikaties is er op gewezen dat koolmonoxyde (CO) en in nog grotere mate ethyleen (C₂H₄) gassen zijn, die schade aan de gewassen kunnen veroorzaken. Vooral ethyleen geeft bij een zeer geringe hoeveelheid reeds schade.

Een hoeveelheid van 0,05 p.p.m. (delen per miljoen) in de rookgassen, direct achter de ketel gemeten, wordt als de maximale toelaatbare hoeveelheid beschouwd.

Als er onvolledige verbranding in de vuurhaard ontstaat en er dus koolmonoxyde en ethyleen in de rookgassen aanwezig is, dan zullen deze schadelijke gassen bij centraal

doseren door de gehele teeltruimte worden verspreid. In vergelijking met het aantal drukverstuivers dat is verdeeld over de gehele teeltruimte en waarbij plaatselijk schade kan ontstaan, is bij het centrale systeem, indien fouten worden gemaakt, de schade veel groter.

WELKE KANSEN OP ONVOLLEDIGE VERBRANDING?

Bij het verstoken van brandstoffen treedt onvolledige verbranding op als er een tekort aan zuurstof (O₂) in de vuurhaard is of wanneer de menging van de zuurstof met de brandbare delen op plaatsen gebeurt, waar de temperatuur voor ontsteking te laag is.

Aardgas is een brandstof die zich, beter dan kolen en olie, in een toestand bevindt dat het goed met lucht kan worden gemengd.

Bij de verbranding speelt de branderinstallatie een grote rol. Hierbij zijn een aantal factoren van belang:

- De **gasdruk** moet zo constant mogelijk blijven, de gasdrukreducer heeft daarbij een belangrijke functie. Van groot belang is ook de berekening van weerstanden in de onderdelen van de gasstraat en leiding naar de

brander.

- De **ventilator** moet voldoende capaciteit bezitten voor luchttoevoer en de druk moet voldoende zijn om de som van weerstanden (luchtkoker + luchtregister + ketel) te kunnen overwinnen. Tevens moet de ventilator een redelijk vlakke karakteristiek bezitten, zodat de drukken bij de verschillende, geregelde capaciteiten niet te veel variëren.
- Om goede instellingen tot stand te kunnen brengen, om te komen tot de juiste verhouding gas-luchthoeveelheid over het gehele regeltraject, is het afzonderlijk in kunnen stellen en regelen van de **gasklep en luchtklep** noodzakelijk. De in de praktijk gebruikte systemen lopen zeer sterk uiteen; een aantal hiervan voldoet zeker niet aan optimale eisen.
- Een goede instelling zal dan pas met succes blijven gehandhaafd als een **gasregelklep met een lineaire regelkarakteristiek** wordt gebruikt. Dit wil zeggen dat de hoeveelheid gas recht evenredig met de verdraaiing van de servomotor is. Dit kan zeker niet worden verkregen met de veel gebruikte vlinderklep. Deze zgn. **smoorklep** zal bij volle opening eerst een heel groot gedeelte moeten wor-

den dichtgedraaid alvorens de toevoer verminderd wordt. Omgekeerd zal bij de bijna gesloten stand de toevoer sterk toenemen als de klepstand slechts weinig verder wordt geopend.

Liniare gasregelkleppen kosten méér geld, maar zijn voor een goed modulerende regeling noodzakelijk.

- De menging gas-lucht moet optimaal zijn. De constructie van de branderkop speelt hierbij een belangrijke rol. De beste resultaten zullen worden verkregen met die systemen, die een korte en intensief verwelende vlam veroorzaken. Ze moeten deze vlamvorm ook behouden als de brandercapaciteit ver wordt teruggeregeld, hetgeen bij centraal CO₂ doseren op bepaalde tijden noodzakelijk is. Zonder de bewering dat een lange smalle vlam niet CO-vrij kan branden, moet wel worden gesteld, dat de kans van onvolledige verbranding bij dit type vlam groter is. Vooral bij het ver terug regelen naar de kleinste stand kan een dergelijke vlam zelfs scheef in de vuurhaard gaan branden. Ondanks de dan grote hoeveelheid verbrandingslucht kan, door slechte menging, in de vlam plaatselijk onvolledige verbranding ontstaan. Zelfs roetvorming behoeft dan geen uitzondering te zijn.

- Een zeer goede afstelling is noodzakelijk. Het is duidelijk dat de meest perfecte installatie niet goed kan functioneren als deze niet goed in bedrijf is gesteld. Bij het in bedrijf stellen moet de verbranding niet alleen op een hoog CO₂-gehalte worden gecontroleerd, maar ook op een absoluut CO-vrije verbranding.

Vooral bij een modulerende regeling is het noodzakelijk dat het gehele regeltraject wordt gecontroleerd. Alleen de hoge- en lage stand goed afstellen is onverantwoordelijk. Minstens tien standen, gelijkmatig verdeeld over het gehele regeltraject, moeten gecontroleerd en goed worden afgesteld.

Dat hierbij klepconstructie en instelmogelijkheden een zeer belangrijke rol voor de monteur gaan spelen, zal nu duidelijk zijn. Te vaak is ons duidelijk geworden, dat dit afstellen veel te wensen overlaat.

- Beïnvloeding van de verbranding moet uitgesloten zijn. Bij het centrale CO₂ doseren worden de rookgassen middels een ventilator uit het rookkanaal gezogen.

Vooral bij de laagste branderstand zijn de omstandigheden dusdanig (kleine vlam in ruime vuurhaard, lage rookgaszijdige ketelweerstand), dat de kans groot is dat teveel zuigkracht van de ventilator de vlamvorm en daarmee de verbranding zou beïnvloeden. De ventilator voor het doseren in de teelruimte behoort nu eenmaal een behoorlijk hoge totaaldruk te bezitten. Een dergelijke ventilator direct uit het rookkanaal te laten zuigen zou onverantwoord zijn.

Het is raadzaam de installatie met een primaire ventilator voor de rookgassen (met lage druk) en een secundaire ventilator voor het rookgasluchtmengsel (met hogere druk) uit te voeren.

Bij een juiste berekening van deze 2 ventilatoren is de kans op vlambeïnvloeding vrijwel uitgesloten.

WAT IS TOELAATBAAR BIJ DE VERBRANDING?

We moeten stellen, dat niet alle installaties aan de bovenomschreven, hoge eisen voldoen. Dat de installatie door het gasdistributiebureau is goedgekeurd is eveneens geen garantie, temeer omdat deze instanties onder bepaalde omstandigheden, 0,2 % CO = 2.000 p.p.m., CO aanvaardbaar vinden alvorens luchtgebrekschakelaars e.d. de brander uit bedrijf stellen. Ook na de keuring is het mogelijk dat de schakelaars worden versteld. Dit is vooral verleidelijk bij branderinstallaties die gevoelig zijn voor storingen.

Overigens is er zelfs bij de zeer goede installaties geen enkele garantie dat de ingestelde stand niet zal veranderen. De installatie bevat nu eenmaal een aantal mechanische onderdelen die afwijkingen kunnen gaan vertonen. In het afgelopen jaar is door het Proefstation Naaldwijk onderzoek verricht ten aanzien van de verhouding tussen de aanwezigheid van CO en het veel gevaarlijker ethyleen. Door het bewust afstellen, op onvolledige verbranding, van de brander werden bij een aantal verschillende hoeveelheden gemeten CO, van deze rookgassen monsters genomen. Deze werden op het laboratorium onderzocht op de aanwezigheid van ethyleen



Als u centraal gaat doseren, moeten aan de installatie hoge eisen worden gesteld. Zo zal ook het afstellen van de brander zeer nauwkeurig moeten gebeuren. Bij modulerende regeling minstens 10 standen controleren.

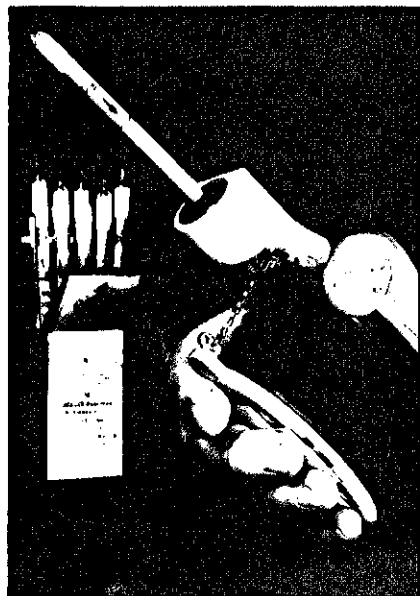
Hier is gebleken dat bij CO-vrije verbranding ook geen ethyleen in de gassen aanwezig was. Zodra echter CO in de gassen werd gemeten werd tevens ethyleen gevonden. Tussen de gemeten hoeveelheden was een behoorlijk rechtlijnig verband. Bij petroleum als brandstof werd bij een bepaald gehalte CO in de rookgassen een hoger percentage ethyleen aangetroffen dan bij aardgas als brandstof met hetzelfde gehalte CO in de rookgassen. Deze bevindingen waren dus gunstig voor aardgas als brandstof bij het CO₂ doseren. Uitgaande van een maximum toelaatbare hoeveelheid van 0,05 p.p.m. ethyleen in de rook-

gassen, gemeten in het rookkanaal naar de schoorsteen, werd vastgesteld dat deze hoeveelheid werd gevonden bij een CO-gehalte van 50 p.p.m. in dezelfde rookgassen. Deze 50 p.p.m. CO in de pure rookgassen zou dus goed als uitgangspunt kunnen dienen bij de controle en bewaking van de installatie.

IS CONTROLE EN/OF BEWAKING NOODZAKELIJK?

Als men nagaat welke factoren oorzaak kunnen zijn van een onvolledige verbranding, dan is men genegen voorstaande vraag met ja te beantwoorden. De omstandigheden in de praktijk in aanmerking genomen, geven in dit opzicht geen geruststelling. Opiniepeilingen over schadegevallen zijn te beperkt om duidelijke conclusies te trekken. Het aantal toepassingen van centrale CO₂-dosering was in het afgelopen rookseizoen te beperkt en dikwijls later in het seizoen tot stand gebracht. Het vaststellen of gewasschade al dan niet aan CO en ethyleen moet worden toegeschreven, schijnt geen eenvoudige opgave te zijn; ook loopt niet iedereen „met zijn eigen leed te koop“.

Een goede uitwisseling van ervaringen zou in deze toch veel gegevens kunnen opleveren. Afgaande op een reeks van metingen, ver-



Koolmonoxide-indicator voor momentopnamen van het merk Monoxor

richt door de technische dienst van het Proefstation Naaldwijk aan aardgasbranders in de tuinbouw, zijn de resultaten lang niet altijd bemoedigend te noemen. Dikwijls werd een onvolledige verbranding aangetroffen met kleine en eveneens grote hoeveelheden CO in de rookgassen; soms in meerdere standen van het regeltraject. Hogere waarden dan 50 p.p.m. CO, kwamen vaak voor.

Ontoelaatbare waarden dus voor het doseren van CO₂ maar zelfs soms ontoelaatbaar om de brander volgens de visa-voorschriften in bedrijf te hebben. Vermeld moet worden dat het soms een kwestie van beter afstellen was;

in andere gevallen moesten ingrijpende maatregelen genomen worden om tot een goede afstelling en CO-vrije verbranding te kunnen komen.

Door het veel grotere aantal toepassingen van centraal CO 2 doseren zal er komend seizoen méér ervaring over schade worden opgedaan. Er zijn nu reeds enkele gevallen bekend. Wie wil echter „proefkonijn“ zijn en „leergeld betalen“? Voorkomen is beter dan genezen.

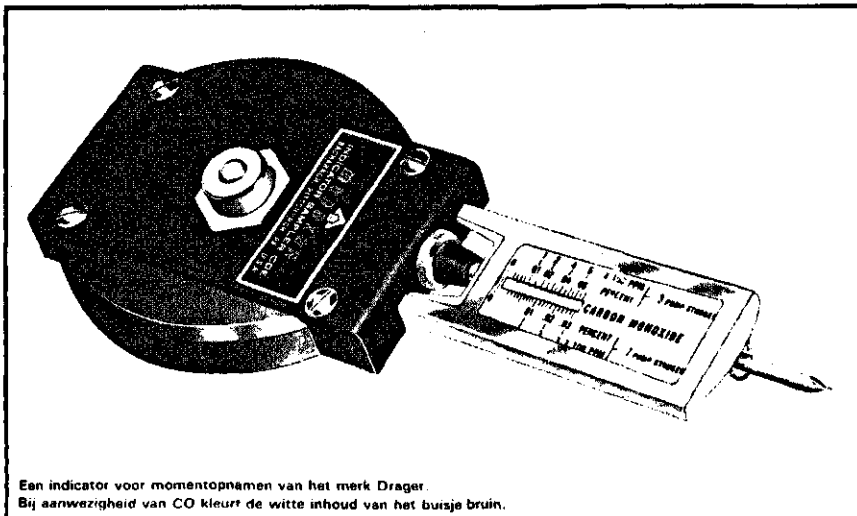
WELKE APPARATUUR IS BUIKBAAR?

Nu bekend is welke waarden maximaal toelaatbaar zijn kan de controle daarop worden afgesteld. Ethyleen meten op maximale waarden van 0,05 p.p.m. is alleen mogelijk met een kostbare gaschromatograaf en voor de praktijk dus uitgesloten. Met de wetenschap welke correlatie er bestaat tussen ethyleen en koolmonoxyde, kan door meting van het laatste ook het eerste worden gecontroleerd. Voor het meten van CO zijn verschillende apparaten in de handel. We laten hier de apparaten, die met infraroodstralen of met vlam-ionisatie meten, buiten beschouwing. Deze apparaten hebben een zeer laag en nauwkeurig meetbereik. Ze zijn echter voor de tuinbouw te gecompliceerd en daarbij zeer kostbaar in aanschaf. Bij deze apparaten moet vrijwel altijd gedacht worden aan bedragen boven de f 10.000,—.

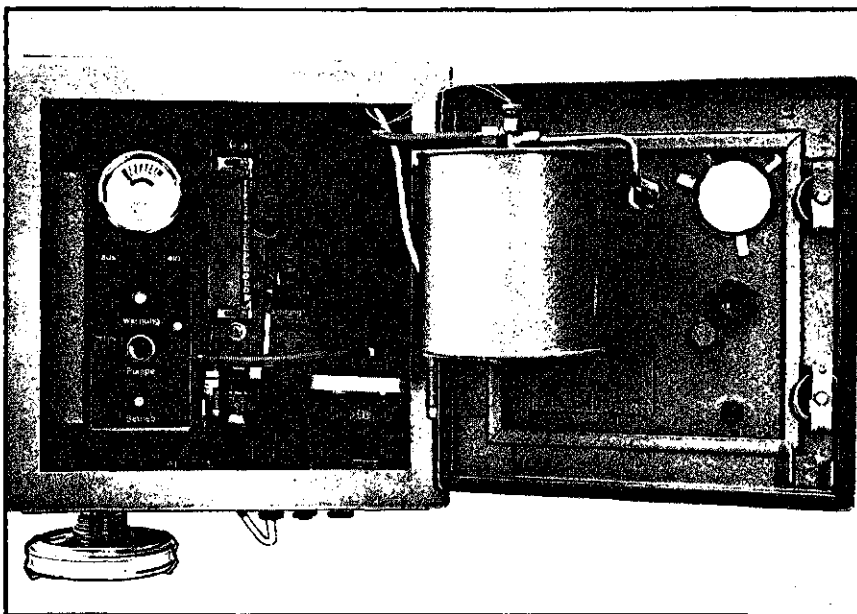
Bruikbaar en niet te kostbaar zijn de controleapparaten met reageerbuisjes als aanwijzing en de bewakingsapparaten met katalytische naverbranding van CO in de gassenstroom. De controle met de buisjes gebeurt steekproefsgewijze en wordt met de hand verricht. Hierbij kan men niet spreken van bewaking. Voor het afstellen van de brander is deze methode goed bruikbaar; voor CO2 doseren is het gebruik zeer betrekkelijk. De metingen vinden met regelmatige of onregelmatige tussenpozen plaats. In de tussenliggende tijd kan er van alles gebeuren zonder dat dit wordt geconstateerd. Ook het verslappen van de aandacht, dit wil zeggen minder controlebeurten nadat bij een aantal metingen geen CO werd aangetroffen, is een menselijke eigenschap.

In de buisjes bevindt zich een vulling, naar gelang het fabrikaat geel of wit gekleurd. Deze vulling zal zwart verkleuren als zich in de doorgezogen rookgassen CO bevindt. Het principe berust dus op een chemische reactie. Op de buisjes van het Fabr. Dräger is een schaalindeling aangebracht, zodat de gemeten waarden CO direct in delen per miljoen (p.p.m.) af te lezen zijn. Deze firma brengt een aantal buisjes in de handel met verschillende indelingen en een verschillend aantal slagen van de aanzuigpomp. Voor controle tot maximaal 50 p.p.m. CO, zijn de buisjes met een schaalindeling van 8-150 p.p.m. en 10 slagen met de pomp, het meest betrouwbaar. Enige afwijking van de aanwijzing moet bij deze methode van meten worden ingecalculeerd.

De buisjes van de Monoxar, Fabr. Bacherach bezitten een meetbereik van 10-2.000 p.p.m. CO. Ze hebben geen schaalindeling. De gemeten waarden worden op een meetschaal aan het apparaat afgelezen, waarbij schaalindelingen zijn gemaakt voor resp. 1-2-3 en 7 malen pompen.



Een indicator voor momentopnamen van het merk Dräger. Bij aanwezigheid van CO kleurt de witte inhoud van het busje bruin.



Permanente bewaking vindt plaats met een automatisch werkend meetkastje. Het Dräger-kastje is aangepast voor gebruik in de tuinbouw.

Opgemerkt moet worden dat bij beide fabrieken de reactie van de opengebroken buisjes snel afneemt, de afwijking dus snel toeneemt en na 24 uur reageren ze helemaal niet meer. Wordt bij meerdere metingen, in korte tijd, geen CO gemeten dan kan hetzelfde buisje steeds opnieuw dienst doen; na enige uren of langer is het echter onbruikbaar geworden. Het is vanzelfsprekend eveneens onbruikbaar geworden als, bij aanwezigheid van CO, méér dan 50 p.p.m. op de schaal zwart is geworden. Voor beide fabrieken zullen de aanschafkosten van het apparaat tussen f 200,— en f 300,— liggen.

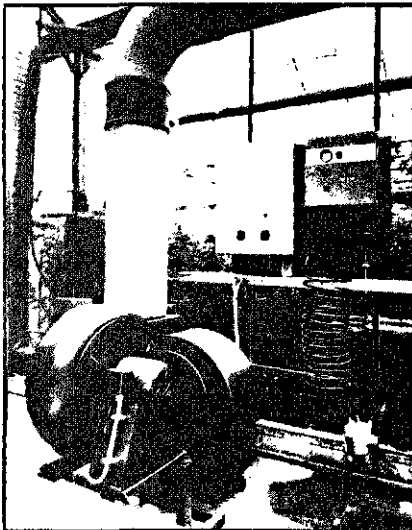
Zijn voorgaande apparaten geschikt voor momentopname, meer bedrijfszekerheid wordt verkregen met apparaten die continu meten, melden en maatregelen nemen. Deze apparaten zijn als serieproducten in de handel. Ze worden gebruikt voor parkeergarages, tunnels, werkruimten en alle plaatsen waar mensen verkeren en een hoger koolmonoxydegehalte (CO) kan optreden dan 50 p.p.m. CO. Koolmonoxyde is een gifgas en kan, zoals be-

kend, bij grotere concentraties bij de mens vergiftigingsverschijnselen veroorzaken. Deze kunnen zelfs zodanig zijn, dat de dood intreedt. De maximum toelaatbare concentratie in bovengenoemde ruimten is, volgens voorschriften van de arbeidsinspectie, 50 p.p.m. CO in de lucht. Van de voor dit doel gemaakte serieapparaten kunnen we dus een nuttig gebruik maken. De maximale waarde in rookgassen voor CO2 doseren is immers eveneens 50 p.p.m. CO, gezien de daarbij optredende hoeveelheid ethyleen.

Het principe van het apparaat is als volgt. Middels een membraampomp wordt een constante gassenstroom, die een juist in te stellen snelheid heeft, uit het rookkanaal gezogen en door het apparaat geperst. Het is een absolute noodzaak dat geen verontreinigingen en water of zelfs waterdamp, in de meetruimte worden gebracht. Dit geeft nl. afwijkingen of zelfs storingen in de functionering van het apparaat.

Voor dit doel is voor de pomp een filter geplaatst. Dit is voor droge gassen (uit werkruim-

CO₂ doser vanuit de ketel



Een koelspiraal en condenspot voor de pomp, zijn voor een goede werking van de CO₂-controle-apparatuur noodzakelijk.

ten) voldoende. De aangezogen rookgassen bevatten echter zeer veel waterdamp. Praktijkervaringen met een dergelijk apparaat hebben ons aangetoond, dat het aanbrengen van een koelspiraal en een condenspot, voor de pomp, een absolute noodzaak is om het apparaat te vrijwaren van condens en de daaruit voortvloeiende schade. Verder is het nodig een filter aan te brengen met een vulling. De filter moet de volgende eigenschap bezitten: ze moet bij hoge luchtvochtigheid waterdamp opnemen en bij lage luchtvochtigheid van de waterdamp af staan. Dit is nodig omdat de vochtigheid van de gassenstroom sterk varieert naar gelang de brander in- of uit bedrijf is. Het doel is de luchtvochtigheidsgraad onder alle omstandigheden constant te houden hetgeen de meetnauwkeurigheid ten goede komt. Als vulling kan Silicagel of calcium-chloride worden gebruikt.

Nadat de gassen van alle ongewenste stoffen ontdaan zijn worden ze naar een meetkamer gepompt. De meetkamer is omgeven door een dubbelwandige mantel. In deze ruimte worden de gassen middels elektrische elementen op precies 100 °C gebracht. Hierna stromen de gassen door de meetpatroon. In de meetpatroon wordt eveneens lucht van 100 °C binnengebracht. Is er nu in de rookgassen CO aanwezig, dan wordt dit met behulp van de katalysatorvulling in de meetpatroon verbrand tot CO₂. De katalysator voorkomt dat eventueel andere aanwezige brandbare gassen zouden kunnen verbranden. Bij verbranding van CO ontstaat warmte, de warmte veroorzaakt een temperatuursverhoging in de meetkamer. Op deze wijze ontstaat dus een temperatuursverschil tussen de constante luchtstroom van 100 °C en de verhoogde temperatuur in de meetkamer. Dit temperatuursverschil wordt middels een thermokoppel gemeten. Deze stroomspanning wordt door middel van versterkers overgebracht op een relais. Met dit relais kan een alarmsignaal worden gegeven. (controle lamp, signaalhoorn of elektrische

alarmbel), terwijl er tevens de ventilatoren mee kunnen worden gestopt die de dosering in de teeltruimte verzorgen.

Het apparaat kan vooral op een waarde van 40 p.p.m. CO of hoger worden afgesteld. Hogere waarden CO dan 200 p.p.m. zijn niet toelaatbaar, omdat de katalysatorvulling dan snel zijn eigenschappen verliest en de meting onnauwkeuriger wordt of geheel niet meer plaatsvindt.

Omdat door ons veel hogere waarden dan 200 p.p.m. CO in de praktijk zijn geconstateerd hebben we dit ter kennis gebracht aan importeurs van enige van deze apparaten.

Een apparaat waar we reeds vrij veel ervaring mee hebben opgedaan, is van het fabriekat Dräger uit Lübeck; geïmporteerd door de firma Duiker in Den Haag. Met deze firma hebben we alle facetten voor gebruik in de tuinbouw besproken, zoals condensafscheiding, extra filter, en omschakelen middels magneetkleppen naar buitenlucht als de CO-waarden in de rookgassen hoger worden dan 200 p.p.m. Al deze voorzieningen worden voor het gebruik in de tuinbouw aangebracht.

Een ander apparaat waar we enige ervaring mee hebben opgedaan is van M.S.A. uit Glasgow, in Nederland vertegenwoordigd door M.S.A. Nederland te Amsterdam. Ook met deze firma hebben we de specifieke eisen voor de tuinbouw besproken; deze eisen optimaal toegepast op een apparaat van deze firma, hebben we nog niet geconstateerd.

De apparaten van beide firma's zullen compleet voor de tuinbouw circa f 4.000,- gaan kosten. Het onderhoud kan zich beperken tot een jaarlijkse controlebeurt en na ca. 2 jaar moet de meetpatroon worden vervangen.

Ons is bekend dat nog enige fabrikaten met dit meetprincipe in de handel zijn. We beschikken niet over gegevens en ervaring met deze apparaten, zodat we ons hierover van een mening moeten onthouden.

J. MEIJNDERT,

Consulentschap Naaldwijk

Samenvatting

Als we het bovenstaande samenvatten dan kunnen we het volgende stellen:

Zeer geringe hoeveelheden ethyleen geven reeds schade.

Bij centraal doseren ontstaat de schade in de gehele teeltruimte. De gehele branderinstallatie bevat veel onderdelen die onvolledige verbranding kunnen veroorzaken. Vooral met centraal doseren moeten aan de installatie hoge eisen worden gesteld.

Afstellen van de brander dient nauwkeurig te gebeuren. Bij modulerende regeling minstens 10

standen controleren.

De rookgasafzuigventilator mag de verbranding niet kunnen beïnvloeden. 2 ventilatoren is de beste methode.

Er is een duidelijk verband tussen aanwezigheid van koolmonoxyde (CO) en ethyleen (C₂H₄). Hierdoor kunnen we ethyleen-concentraties controleren en bewaken door CO-concentraties te meten.

Bij praktijkonderzoek worden soms hoge CO-concentraties aangetroffen. 50 p.p.m. CO moet als maximale toelaatbaar worden beschouwd.

Controle met reageerbuisjes is goedkoop; het geeft echter geen beveiliging.

Continuïtmeting geeft meer zekerheid; te hoge concentraties worden gemeld en het doseren kan automatisch worden gestopt. Automatische meetapparatuur moet van aanvullende onderdelen worden voorzien om voor rookgasmeting in de tuinbouw geschikt te zijn.

Elke zekerheidsstelling kost geld, maar wat zijn de kosten van schade, toegebracht aan de gewassen?

WELKE FAKTOREN ZIJN VAN INVLOED?

CO₂-CONCENTRATIES IN DE TEELTRUIMTE

Het CO₂-doseren door middel van rookgassen vanuit de centrale met aardgas gestookte verwarmingsketel wordt momenteel op ruime schaal toegepast. Er zal echter be-
slist een aantal installaties niet aan de optimale eisen voldoen. De berichten o-
ver behaalde CO₂-concentraties zijn niet onverdeeld gunstig. Ook op bedrijven waar
de installatie goed is berekend en uitgevoerd, kunnen de gemeten CO₂-waarden soms
tegenvallen.

1. Bij een grote luchtvermaat in de vuurhaard ontstaan te lage CO₂-gehalten in de rookgassen
2. De ventilatoren zullen door de te lage gehalten te weinig hoeveelheid CO₂ verwerken of moeten extreem grote capaciteiten bezitten
3. CO₂-gehalten van 10,5% tot 7,5% in standen van hoog tot laag moeten mogelijk zijn
4. 8 m³ aardgas per uur per 1.000 m² kas en 18 m³ rookgas per 1 m³ aardgas zijn dan goede normen
5. Tijdens CO₂-doseren moet de brandercapaciteit in kleine vlam precies voldoende zijn (niet groter - niet kleiner)
6. De brander moet tijdens het doseren continu in bedrijf blijven
7. Bereken de ventilatoren naar de bedrijfssituatie. Een uitvoering met primaire- en secundaire ventilator, waarbij de primaire ventilator alleen rookgassen aanzuigt, geeft de meeste zekerheid
8. De primaire ventilator moet dan bestand zijn tegen rookgastemperaturen van 200°C
9. Bij 1 en 2 ventilatoren met een "open tee" tussen het rookkanaal en de ventilator is het juist afstellen een moeilijke en tijdrovende bezigheid
10. Controleer de teeltruimte op abnormale ventilatie-openingen
11. Een gelijkmatige verdeling in de ruimte wordt bevorderd door het met inzicht uitvoeren van het buizenstelsel
12. Meten vereist nauwkeurig werken, inzicht in de materie en bekendheid met de installatie.

Uitgangspunten

Om inzicht te krijgen in de gekozen uitgangspunten voor berekening van de installatie is het noodzakelijk de omstandigheden te kennen. Als we aardgas willen verbranden, is daarvoor zuurstof (verbrandingslucht) nodig. Door de verbranding ontstaan rookgassen, die een wisselendpercentage koolzuurgas (CO₂) kunnen bevatten. Bij verbranding van 1 m³ aardgas is voor een volledige verbranding 8,407 m³ droge lucht nodig. We noemen dit de theoretische of stochiometrische verbranding. Hierbij ontstaat 9,532 m³ rookgas met een temperatuur van 0°C (inclusief waterdamp). Het CO₂-percentage hiervan is 11,71. In de praktijk is deze situatie niet mogelijk, . Voor volledige verbranding, zgn. luchtvermaat, zal altijd méér verbrandingslucht moeten worden toegelaten en de rookgastemperatuur zal geen 0°C zijn. Factoren dus, die het rookgasvolume groter maken en waarbij het percentage CO₂ daalt naarmate de luchtvermaat groter is.

In de kleine vlamstand van de brander zal de luchtvermaat, in procenten, vrijwel altijd groter zijn dan in de grote vlamstand.

De tabel geeft een overzicht van de luchtvermaat, de ontstane rookgassen (inclusief de waterdamp) van 1 m³ verstoekte aardgas en de rookgasvolumen bij 0, 100 en 200°C.

De laatste twee temperaturen komen het meest voor bij de lage, respectievelijk hoge branderstand.

In de laatste kolom wordt het CO₂-percentage, berekend op droge rookgassen (zonder waterdamp), weergegeven.

Luchtvermaat in %	Luchthoeveelheid (droog)	0°C	Rookgasvolume incl. waterdamp 100°C	200°C	Percentage CO ₂ in droge rookgassen
	in m ³	in m ³	in m ³	in m ³	
0	8.407	9,53	13,05	16,52	11,71
10*	9.245	10,37	14,20	18,00*	10,56*
20	10.088	11,21	15,35	19,43	9,67
30	10.929	12,05	16,50	20,88	8,82
40*	11.770	12,90	18,37*	22,36	8,15*
50	12.611	13,74	18,82	23,81	7,57
60	13.451	14,58	19,92	25,27	7,06
100	16.814	17,94	24,57	31,09	5,59
150	21.018	22,14	30,33	38,37	4,44

* Dit zijn waarden die voor de berekening van de primaire waarden als uitgangspunt worden genomen

Als we er nu vanuit gaan, dat bij de grote branderstand - met een goede brander - met 10% luchtvermaat kan worden gestookt, en de rookgastemperatuur achter de ketel 200°C is, dan zien we dat dit een CO₂-percentage van 10,56 en een rookgasvolume van 18,00 m³ per 1 m³ verstoekte aardgas oplevert.

Kan er bij de kleine branderstand met 40% luchtvermaat worden gestookt en is de rookgastemperatuur, bij een ketelbelasting van ca 20% en een ketelwatertemperatuur van ca 90°C onder deze omstandigheden 100°C, dan zien we dat dit 8,15% CO₂ en een rookgasvolume van 18,37 m³ per 1 m³ verstoekt aardgas oplevert. Wordt dus de luchtvermaat groter en/of de rookgastemperatuur hoger, dan wordt ook het volume, rookgas per 1 m³ verstoekt aardgas groter, terwijl de hoeveelheid CO₂ in dat grotere volume steeds hetzelfde blijft.

Aangezien we bij het centraal CO₂-dosereren een bepaald volume rookgassen uit het rookkanaal afzuigen, is het van het grootste belang te weten welke hoeveelheid CO₂ in dat volume aanwezig is. In de grote branderstand moet een CO₂-percentage van 10,5 goed haalbaar zijn. Het behalen van ruim 8% CO₂ in de kleine branderstand zal alleen mogelijk zijn met een intensief wervelende vlam en een optimale afstelling van de brander. Dit vooral als we bedenken, dat deze kleine stand - om overvloedige warmteproductie te voorkomen - ca 20% (1:5) van de grote vlam moet bedragen.

Bij de berekening van installaties voor CO₂-dosereren wordt door de technische dienst van het Proefstation Naaldwijk uitgegaan van:

1. De hoeveelheid CO₂ van 8 m³ aardgas, nodig voor 1.000 m² teeltruimte in 1 uur
2. 1 m³ verstoekt aardgas levert, in de grote- en kleine vlamstand, 18 m³ rookgas inclusief de waterdamp. We zien dan dat de rookgastemperaturen respectievelijk 200 en 100°C en het CO₂-gehalte respectievelijk 10,6% en 8,2% moeten zijn.

De capaciteit van de primaire lage druk rookgasafzuigventilator mwordt per uur dus: 8 m³ aardgas x 18 m³ rookgassen x het aantal keren 1.000 m² aan bedrijfsgrootte.

Deze ventilator is dus de eerste schakel in de keten van factoren die het CO₂-gehalte in de teeltruimte bepalen. De secundaire ventilator vermengd deze rookgassen met een twee maal zo groot volume lucht, maar heeft op de concentraties in de teeltruimte geen enkele invloed; de hoeveelheid CO₂ blijft immers gelijk. De factoren die het CO₂-gehalte in de teeltruimte bepalen² zijn de volgende:

Grote luchtvermaat in vuurhaard

Wordt met grotere luchtvermaat gestookt, zoals bij voorgaande berekening werd aangenomen, dan wordt het volume rookgassen per m³ verstoekt aardgas eveneens groter. Bij bijv. een CO₂-gehalte van 5,6% en een rookgastemperatuur van 100°C is het volume rookgas per 1 m³ aardgas, 24,5 m³. Deze rookgassen bevatten per m³ dus minder CO₂. Desondanks kan de primaire ventilator slechts 2/3 van deze hoeveelheid rookgassen verwerken met als gevolg dat ook slechts 2/3 van de hoeveelheid CO₂ naar de teeltruimte wordt gebracht. In deze ruimte zijn er dus lagere concentraties.

Houdt men bij het bepalen van de ventilatorcapaciteit rekening met het bovenstaand-

de, dan heeft dit allereerst grotere motorvermogens en hogere aanschafkosten van de ventilatoren tot gevolg. Ten tweede zou echter ook de mogelijkheid kunnen bestaan dat, in gevallen waar de brander in kleine vlamstand wel een hoge CO_2 -percentage bereikt en de capaciteit juist is afgestemd op het CO_2 -doseren (8 m^3 aardgas per uur per 1.000 m^2), de capaciteit van de ventilator dan te groot is. Dit heeft vlambeïnvloeding en kans op onvolledige verbranding (CO en ethyleen) tot gevolg. Het is dus van het allergrootste belang, dat de brander in alle standen met een zo hoog mogelijk CO_2 -gehalte in bedrijf wordt gesteld. In feite zou men, bij de berekening van de ventilatoren op elk bedrijf het CO_2 -gehalte moeten weten. Dit is praktisch geen haalbare zaak. Het is daarom dat wij 18 m^3 rookgassen per 1 m^3 aardgas als uitgangspunt nemen.

Worden de verwachte concentraties in de kas niet behaald, dan is het zaak het CO_2 -gehalte achter de ketel te controleren. Gezien de veelheid van installaties en de beperkte mogelijkheden kan dit niet door onze dienst worden gedaan. Branderleveranciers kunnen dit wel doen, omdat het toch aanbeveling verdient de brander nog eens optimaal te laten afstellen, alvorens men met de rookgassen CO_2 gaat doseren.

Met een controle-apparaat voor koolmonoxyde (CO), middels reageerbuisjes, van de fa. Dräger, kan ook CO_2 worden gemeten. Buisjes voor kooldioxyde (CO_2) met een meetbereik van 2 - 12% en 2 slagen van de pomp zijn in de handel verkrijgbaar en voor dit doel uitstekend geschikt.

Bij lagere branderstand te kleine capaciteit

In het geval dat de brander een heel groot regelbereik heeft, zou het mogelijk kunnen zijn, dat in de kleinste stand voor de dosering niet voldoende aardgas wordt verstoekt. Bij een brander met een juiste capaciteit en aan het bedrijf aangepast, is voor het doseren een capaciteit van 20% nodig. Een groot regelbereik voor verwarmings- en stoomdoeleinden is echter aan te bevelen. De branders die een groter regelbereik bezitten dan bij het CO_2 -doseren wenselijk is, kunnen dit toch behouden als een potentiometer (regelknop) wordt ingebouwd. Met deze regelknop kan tijdens het doseren een minimum capaciteit worden ingesteld, die hoger is dan de kleinste stand van de brander. Over dit kleinere traject kan de brander toch modulerend regelen.

Het is mogelijk deze instelling bij het in- en uit bedrijf gaan van de ventilatoren zonder hoge kosten automatisch te regelen. Als er niet wordt gedoseerd kan er over het hele traject met het grotere regelbereik weer modulerend worden geregeld.

Brander niet continu in bedrijf

Om met het centraal doseren goede resultaten te behalen is het noodzakelijk een aantal uren continu te doseren. Stopt de brander dikwijls, dan komt hier niet veel van terecht. Het bovenstaande komt voor bij die branders, waar een kleiner bereik dan 1:5 wordt ingesteld. De kleinste capaciteit van de brander levert dan in vele gevallen te veel warmte, waarmee men dan geen raad weet. Met name hoog-laag geregelde branders zullen het gewenste regelbereik niet behalen. Ook daar waar de brandercapaciteit op latere uitbreiding van de verwarming is berekend, kunnen de moeilijkheden zich voordoen. De ventilatoren berekenen op de grotere periodieke capaciteiten zou de installatie (ventilatoren en kunststofbuizen) erg duur maken; periodiek grote golven rookgassen doseren levert geen constante CO_2 -concentratie in de teelt-ruimte op.

Het stellen van meer eisen aan de brander en meer investeren bij de aankoop ervan is de enige weg om het bovenstaande goed in de hand te houden.

Ventilatoren niet juist uitgevoerd

Een eerste vereiste is, dat de ventilatoren naar gelang de omstandigheden van het bedrijf de juiste capaciteit en druk bezitten. De capaciteiten moeten evenredig zijn aan de grootte van het bedrijf. De drukken variëren erg naar gelang de ligging van het bedrijf.

Voor de primaire ventilator houden we een totaal druk van 15 mm W.K., aan als de schoorsteen niet hoger is dan 10 m en de buis van het rookkanaal naar de ventilator niet langer is dan 4 m. Bij hogere schoorstenen moet de ventilator druk per 1 m schoorsteenhoogte (boven 10 m) met 1 mm W.K. worden verhoogd. Bij een langere aanzuigbuis kunnen moeilijk normen worden gesteld. Deze normen hangen samen met de diameterbuis, bochten e.d. en moet dus plaatselijk worden bekeken.

Voor de secundaire ventilator worden drukken bepaald tussen 150 mm W.K. en 350. Hoe

langer het buizenet hoe hoger de druk. Bij 2 ventilatoren, waarbij de primaire ventilator alleen rookgassen verwerkt, weten we het rookgasvolume dat wordt aangezogen nauwkeurig. Dit wordt moeilijker als de installatie is uitgevoerd met 1 ventilator of met 2 ventilatoren, waarbij de primaire ventilatorcapaciteit voor het bedrijf te groot is. In beide gevallen moet in de aanzuigbuis tussen het rookkanaal en de ventilator een zgn. "open tee" worden gemaakt. Een opening dus, aan de zuigzijde, waardoor lucht bij de rookgassen wordt aangezogen. Bij de Gasdistributiebedrijven in Z.H. is deze "open tee" in beide gevallen voorschrift. Dit om te voorkomen dat deze ventilatoren de vlam ongunstig kunnen beïnvloeden. In de "open tee" mag geen re gelklep worden geplaatst. Om nu toch het juiste volume rookgassen aan te zuigen is het noodzakelijk dat deze openingen (rookgasbuis en "open tee"-lucht) ter plaatse proefondervindelijk worden gemeten, berekend en met vaste ringen worden ingesteld. Dit vereist vakmanschap, accuratesse en tijd - 5 uur of meer - van degene, die dit werk moet verrichten.

Het van te voren instellen is onmogelijk, omdat de omstandigheden van bedrijf tot bedrijf verschillen en bovendien onbekend zijn. Eerst als de installatie in bedrijf is kan dit door metingen worden vastgesteld. Bezit men een dergelijke installatie, dan is het zaak van de leverancier te eisen dat aan de afstelling veel zorg wordt besteed.

Veel beter is een installatie met 2 ventilatoren aan te schaffen waarbij de primaire ventilator alleen rookgassen aanzuigt en de capaciteit en druk aan het bedrijf is aangepast. Er zijn ventilatorfabrieken die deze ventilatoren in verschillende capaciteiten en drukken fabriceren. Vraag bij de levering van de beide ventilatoren grafieken met de karakteristiek van de ventilator. Hierop worden alle capaciteiten en bijbehorende drukken, die dat type ventilator kan leveren, vermeld. Men kan dan gemakkelijk nagaan of dat betreffende type kan voldoen aan de voor het bedrijf berekende capaciteiten en drukken. Elke zichzelf respecterende fabrikant heeft zulke grafieken. Ook willen we ten aanzien van ventilatoren nog opmerken, dat de primaire ventilator, die alleen rookgassen verwerkt, bestand moet zijn tegen temperaturen van minimaal 200°C.

Een nogal veel gehoorde klacht, die niet rechtstreeks met CO₂-concentraties te maken heeft, is de hinder die men van condens in de primaire ventilator ondervindt. Bij in bedrijf zijnde ventilatoren kan beslist geen condens optreden. De rookgassen bezitten een minimumtemperatuur van 100°C; het dauwpunt (dit is het punt waar net geen condensatie optreedt) bij rookgassen van verstoekt aardgas is bij theoretische verbranding 59,5°C. Dit dauwpunt verlaagt als met luchtvermaat wordt gestookt. De rookgastemperaturen liggen dus altijd ver boven deze condensatietemperatuur. Desondanks kan er in de ventilator toch condens ontstaan. Dit is het geval als er tussen rookkanaal en ventilator geen klep is geplaatst of als deze klep in gesloten stand nog veel gassen doorlaat. Bij een stilstaande ventilator en een in bedrijf zijnde brander ('s-nachts) dan kan in bepaalde branderstanden overdruk in het rookkanaal ontstaan. De rookgassen kunnen dan ook naar de ventilator worden afgevoerd. Door afkoeling zal de waterdamp condenseren en zich in de ventilator ophopen. Een goed sluitende klep in de zuigbuis is niet alleen aan te bevelen, maar ook voorschrift. Een klein gaatje boren in de onderzijde van het ventilatorhuis kan als improviserende oplossing dienst doen.

Grote ventilatie in de kas

Een grote ventilatie kan van grote invloed zijn op de CO₂-concentraties in de teelt-ruimte. Het volume CO₂ dat in deze immense ruimte wordt gebracht is in verhouding zeer klein. Is de ventilatie van de ruimte, door spleten en dergelijke dus groot, dan kan moeilijk een hoog CO₂-gehalte worden verwacht. Dat de windsnelheid hierbij een voorname rol speelt zal ook duidelijk zijn.

Wisselende opname door het gewas

Het zal de meeste lezers bekend zijn dat de opnamecapaciteit van het gewas sterk wordt beïnvloed door licht en warmte. Een lagere concentratie - gemeten op een zonnige dag met hoge kastemperaturen - behoeft dus nog niet te betekenen dat de doseringsinstallatie niet voldoende is.

Ongelijkmatige verdeling in de ruimte

Gezien de kleine hoeveelheid rookgassen-luchtmengsel die in de ruimte met een vele malen groter volume moet worden verdeeld, behoeft het geen verwondering te wekken als de concentraties niet overal precies gelijk zijn. Het systeem waarmee wordt ge-

werkt is technisch gezien zeker niet volmaakt. Bij het ketelhuis zal in de hoofdbuis de hoogste druk aanwezig zijn; deze druk daalt naarmate de afstand van het ketelhuis groter wordt.

Vanzelfsprekend moet achterin de teeltruimte nog voldoende uitblaasdruk aanwezig zijn. Door de hogere druk voorin bestaat echter de kans dat daardoor wat meer wordt uitgeblazen. We trachten dit te voorkomen door vooraan in de ruimte de aansluitpompen - waarop de poly-ethyleenslangen worden bevestigd - met een kleinere diameter te nemen en zo vervolgens deze diameters te vergroten naarmate de aansluitingen verder van het ketelhuis zijn verwijderd. Over het algemeen worden hiervoor diameter van 20 mm, 30 mm en 40 mm gebruikt en over een evenredig aantal kappen toegepast.

Laat de pijpjes niet in de leiding uitsteken. Op bedrijven met wisselende kaplengten en verschillende afstanden naar verschillende richtingen vanuit het ketelhuis worden deze aansluitnormen naar inzicht bepaald.

Voor een goede verdeling is verder de lengte van de poly-ethyleenslangen van belang. Deze slangen kunnen door de zeer kleine openingen een beperkt volume doorlaten.

Bij korte slangen zal, gerekend naar de lengte van het bedrijf, de juiste verdeling moeilijker tot stand komen. Bij lange slangen zal de verdeling in de breedte van het bedrijf moeilijker gelijkmatig zijn.

Er is grote verscheidenheid van bedrijfssituaties en in een aantal gevallen is daar weinig of niets aan te doen.

Toch willen we opmerken dat bij korte slangen de vernauwde aansluitstompen een wat grotere lengte moeten hebben en dat bij langere poly-ethyleenslangen dan 35 à 40 m moet worden overwogen van meerdere hoofdleidingen of één hoofdleiding met aftakkingen naar beide zijden gebruik te gaan maken.

Nauwkeurigheid van meten

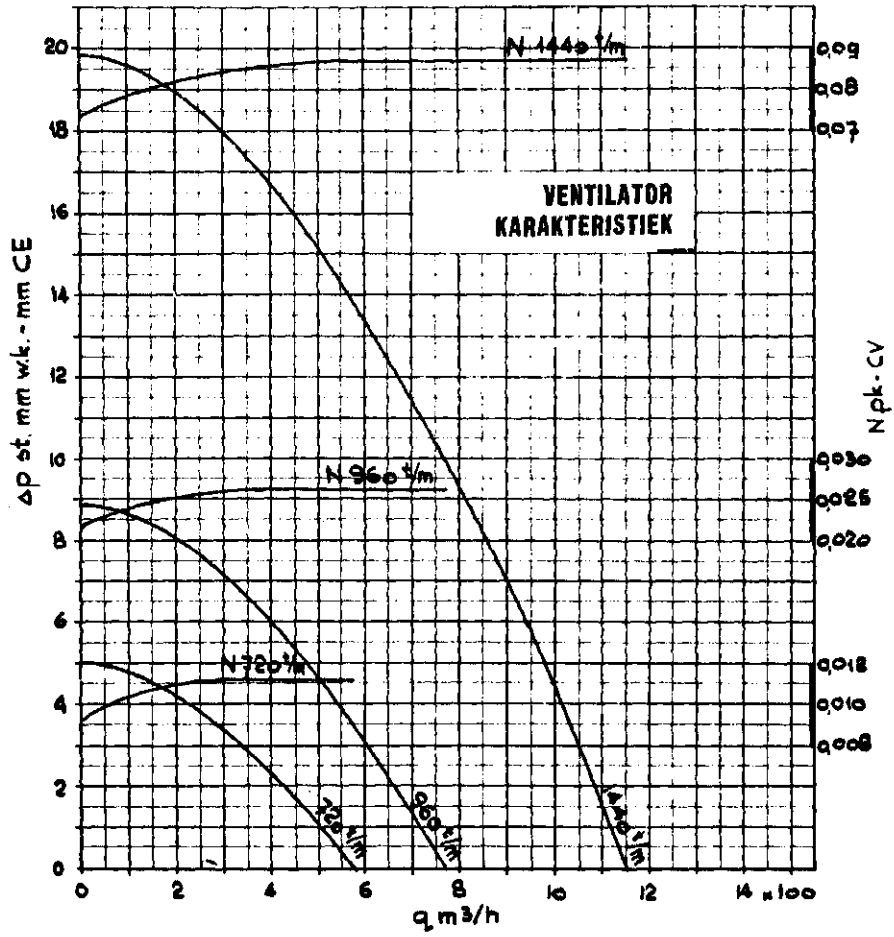
Het zou bij meten regel moeten zijn dat dit nauwkeurig plaatsvindt. Toch willen we ook hier enige kanttekeningen plaatsen.

Ten eerste is het noodzakelijk dat het meetinstrument in goede staat is, dus nauwkeurig meet. De concentraties CO_2 die worden gemeten zijn gering.

Als tweede punt komt dus het nauwkeurig aflezen van het meetinstrument. Ons is bekend dat met spectrumspectrometers, die hiervoor worden gebruikt, gemakkelijk foutieve aflezingen kunnen worden gemaakt. Behalve het bovenstaande moeten ook de omstandigheden nauwkeurig in acht worden genomen.

In voorgaande punten is de ventilatie, die plaatselijk kan verschillen, de opname van het gewas en de uitvoering van de installatie ter sprake geweest. Bij het meten zal men zich hiervan goed op de hoogte moeten stellen.

Rekening moet ook worden gehouden met luchtbeweging. In feite zou men als men begint te meten het volgende moeten doen: het CO_2 -gehalte in de rookgassen vaststellen, de juiste hoeveelheid verstoekte aardgas en de capaciteiten van de ventilatoren controleren. Dit laatste dan middels de geleverde karakteristieken. De concentraties meten in de kas zonder bovenstaande normen te weten is bij wijze van spreken hetzelfde als van een hoge brug in het water springen. In beide gevallen kan men hetzelfde doen: hopen dat het resultaat meevalt.



GASBRANDERS:

EEN DUBBELROL (1)

DE AANLEG van gasleidingen in de tuinbouwgebieden gaat gestadig voort. Op steeds meer bedrijven wordt men nu voor de keus gesteld al dan niet op gasstoken over te gaan. Het besluit om van gas gebruik te gaan maken is dikwijls snel genomen. Maar dan volgt de keuze van de gasbrander. Deze tweede stap bij een omschakeling is een zeer belangrijke. De keuze en verscheidenheid aan branders is vrij groot. Door de laatste ontwikkelingen ten aanzien van CO₂ doseren heeft de brander in de bedrijfsvoering een nóg belangrijker functie gekregen.

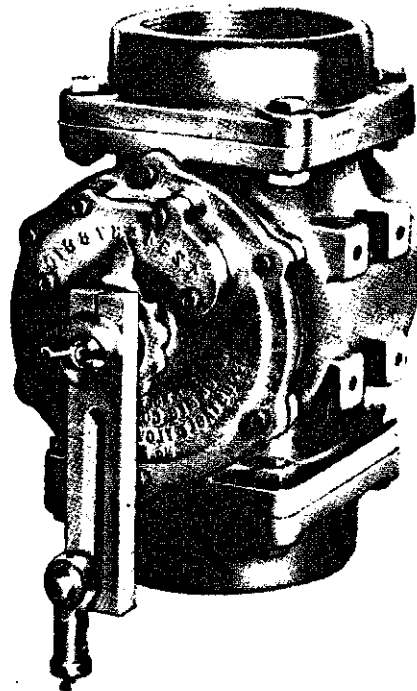
Er is nu — na enkele jaren gasstoken — reeds veel ervaring opgedaan. De resultaten hiervan zijn al meerdere malen bekend gemaakt. Toch bereiken ons nog veel vragen. Deze vragen moeten eigenlijk per bedrijf worden beantwoord, omdat de omstandigheden per bedrijf verschillen. Toch menen we dat het nuttig is een aantal details van de gasstookinstallatie in dit artikel onder de loop te nemen en nader toe te lichten.

VERBRANDING

Voor het verbrandingsproces is zuurstof nodig. Deze zuurstof brengen we in de vuurhaard door middel van verbrandingslucht. Het aardgas bevat een reeks koolwaterstoffen met onder andere methaan (CH₄), die de grootste verbranding heeft. Als de verbranding volledig is, ontstaan CO₂ en H₂O (koolzuurgas en waterdamp). Is er te weinig verbrandingslucht of worden bij voldoende lucht, gas en lucht niet goed gemengd, dan ontstaat een onvollledige verbranding, waarbij CO (koolmonoxyde) en andere onverbrande verbindingen zoals bijvoorbeeld C₂H₄ (ethyleen) in de rookgassen aanwezig zijn.

Bij een theoretische verbranding kan met aardgas van Slochteren maximaal een percentage van 11,71 CO₂ worden behaald. Dit is in de praktijk echter niet haalbaar. Hoewel aardgas een gunstige brandstof is voor vermenging met lucht, zal er — om CO-vorming te voorkomen — altijd met een luchtvermaat moeten worden gestookt.

Door de luchtvermaat kan ook het maximaal bereikbare percentage CO₂ niet meer worden behaald. Hoe groter de luchtvermaat hoe lager het CO₂-percentage. Het is nu dus zaak een volledige verbranding met een zo klein moge-



AFBEELDING 2

lijke luchtvermaat te verkrijgen. De installatie moet immers zo effectief mogelijk worden gebruikt. Alle overmaat aan lucht met de ketelhuistemperatuur (circa 5-25°C) wordt namelijk in de vuurhaard gebracht; het verlaat de ketel echter met een temperatuur van 100 — 200°C, afhankelijk van de ketelbelasting c.q. branderstand.

Een grotere luchtvermaat geeft dus grotere warmteverliezen, dus een lager rendement. Met een goed afgestelde brander moet bij het gebruik van de volle capaciteit 11 pct. CO₂ kunnen worden bereikt, zonder dat CO in de rookgassen aanwezig is. Een onvollledige verbranding (CO) geeft eveneens verliezen c.q. een lager rendement.

Koolstof (C) die onvollledig tot koolmonoxyde (CO) verbrandt, produceert slechts een derde van de warmte die zou worden geproduceerd als de koolstof tot volledige verbranding zou zijn gekomen. Gaat het om enkele delen CO per miljoen delen rookgas (ppm) dan behoeft dit voor het rendement echter niet verontrustend te zijn.

Kritischer moeten we worden als we de rookgassen voor CO₂ dosering in het gas gaan gebruiken. Waarden van 50 ppm moeten dan wel als maximaal toelaatbaar worden beschouwd.

Om van een volledige verbranding zeker te zijn zouden we de brander in de grootste standen af moeten laten stellen op maximaal 10,5 pct. CO₂ in de rookgassen. In de kleinste standen komt de menging gas-lucht minder goed tot stand. In dergelijke gevallen stookt men meestal met een grotere luchtvermaat. Een CO₂-gehalte van 7,5 à 8 pct. is daarbij goed te noemen.

VLAMVORM

De vlamvorm in de vuurhaard is bijzonder belangrijk. Bij een korte, intensief wervelende vlam komt de menging gas-lucht beter tot stand dan bij een smalle, lange vlam. Door een goede menging kan een hoog CO₂-percentage worden behaald, waarbij toch ook volledige verbranding ontstaat. Ook de warmte-overdracht door convectie (stroming) zal bij een kort-wervelende vlam door een beter contact met de vuurhaardwand groter zijn. Over het algemeen is de vlamkasttemperatuur hierdoor ook lager dan bij een lange, smalle vlam. Dit laatste is met name voor de levensduur van de ketel van belang.

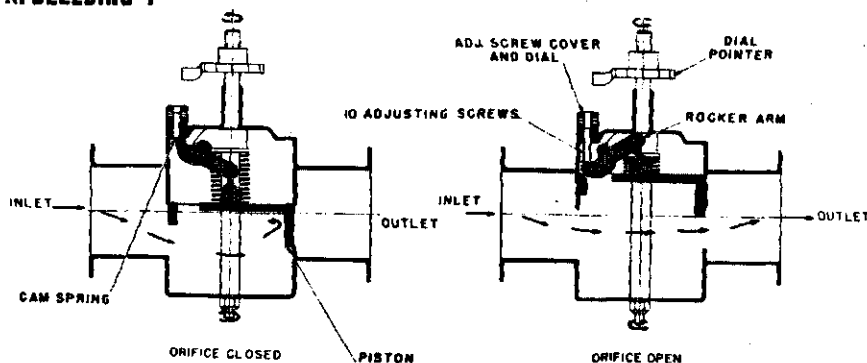
Bij een lange vlam is de kans op het scheef in de vuurhaard trekken groter. Dit komt vooral bij het terugregelen naar een kleinere capaciteit voor. Ondanks de soms grote luchtvermaat ontstaat in een dergelijke situatie een onvolledige ver-

VLAMKLEUR

De kleur van een aardgasvlam kan variëren van blauw tot orangerood. Het voorgemengde gas-lucht mengsel veroorzaakt de meest blauwe vlam. De warmte-overdracht door straling, in de vuurhaard, is bij een aardgasvlam geringer dan bij een olievlam. De olievlam bevat méér infrarode stralen en dit zijn de warmtetransporters. De aardgasvlam bevat méér ultra-violette stralen: stralen die wel licht geven maar geen warmte uitstralen. Naarmate de vlam blauwer is vindt er minder overdracht door straling plaats.

Toch willen we stellen dat voor een goede warmte-overdracht in de vuurhaard niet de vlamkleur primair is, maar de vlamvorm. Hoe intensiever het contact met de wand door middel van wervelingen, hoe beter de warmte-overdracht en des te lager de vlamkasttemperatuur. De vlamkleur is dan van secundair belang.

AFBEELDING 1



branding (CO) en als de punten van de vlam de relatief koude vuurgangwand raken, dan kunnen deze dusdanig afkoelen dat zelfs roetvorming optreedt.

Bij de kleine capaciteiten is de vuurhaardtemperatuur veel lager dan bij grote capaciteiten. Door de afkoeling van de vlam punten tegen de wand koelt dan een gedeelte koolstof dusdanig af, dat geheel geen verbrandingsreactie meer plaatsvindt (roet is onverbrande koolstof).

De vlamvorm wordt bepaald door de constructie van de branderkop. Er wordt een aantal geheel verschillende constructies toegepast. De menging van gas en lucht komt meestal direct bij het uittreden van de branderkop tot stand. In enkele gevallen worden gas en lucht in een kamer voorgemengd; hierna wordt het mengsel wervelend uit de branderkop geblazen.

REGELING

Voor de regeling van de capaciteit zijn er enkele mogelijkheden.

Hoog-laag regeling

Bij deze regeling is een brander met twee capaciteiten in bedrijf. Bij de hoge stand of grote vlam maakt men gebruik van de volle capaciteit van de brander, bij de lage stand of kleine vlam maakt men gebruik van de lage capaciteit. Verlangt men méér dan de minimale capaciteit aan warmte en minder dan de maximale capaciteit, dan zal de regeling tussen deze twee uitersten hangen. De hiervoor benodigde thermostaat geeft naar gelang de watertemperatuur in de ketel de commando's.

Het verschil in temperatuur bij de commando's (differentiaal van de thermostaat) zal ongeveer 6°C zijn. Houden we rekening met de zogenaamde dode tijd in de regeling en de reactievertragingen, dan zal bij deze regelmethode in de ketel-watertemperatuur een schommeling van ongeveer 10°C optreden. Deze temperatuurwisselingen hebben een nadelige invloed op de klimaatsregeling van de teeltruimte.

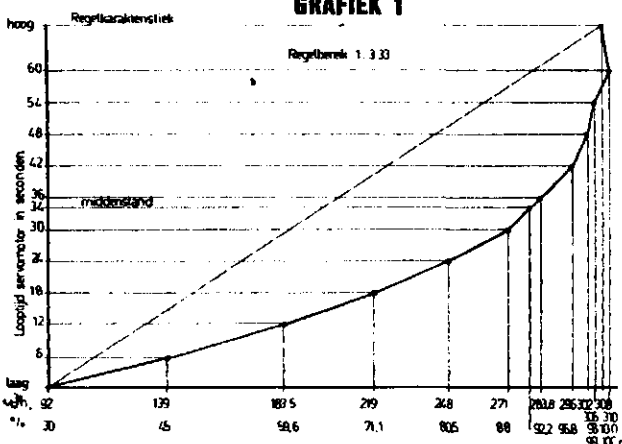
Er wordt ook geschreven en gesproken over modulerend hoog-laag; deze benaming is onjuist. De regeling verloopt gelijk aan bovenomschreven. Het enige verschil is de tijd die de brander nodig heeft van de ene capaciteit op de andere over te schakelen.

Bij branders met grote capaciteiten moet dit namelijk vertraagd gebeuren om te voorkomen dat er drukstoten in het gasnet ontstaan, hetgeen door de gasdistributiebedrijven ontoelaatbaar worden geacht. Deze „vertraagde” twee standen regeling heeft dus niets met modulatie te maken.

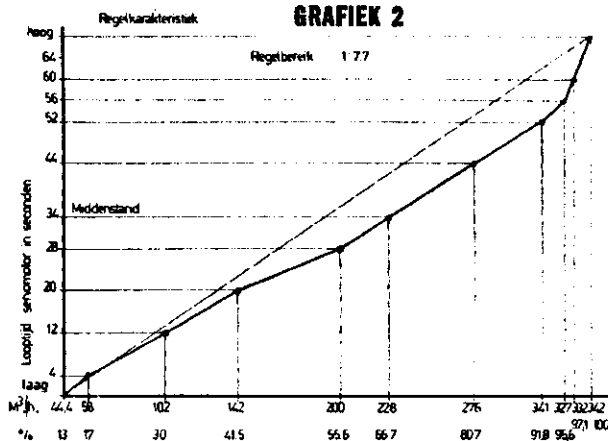
Om de brander ook in bedrijf te houden als er een geringe hoeveelheid warmte wordt gevraagd, is een groot regelbereik noodzakelijk. Het vele stoppen en starten van de brander komt de bedrijfszekerheid van de installatie niet ten goede, het veroorzaakt een grotere slijtage van de onderdelen en nog grotere ketelwatertemperatuurverschillen. Bovendien geeft het onnodig veel warmteverliezen bij het spoelen van de lucht door de ketel.

Bij de start moet de branderventilator minimaal 60 seconden, met een volledig geopende luchtklep, in bedrijf zijn om eventuele brandbare gassen uit de ketel

GRAFIEK 1



GRAFIEK 2



Modulerende regeling

Het zou te ver voeren deze regeling tot in de details te behandelen, daarom volstaan we met de beschrijven van het hoofdprincipe om een vergelijking te kunnen maken met voorgaande regeling.

Met een modulerende regeling moet een juiste aanpassing aan de warmtevraag worden verkregen. Bij een verandering van de warmtevraag wordt, na een geringe verandering van de ketelwater temperatuur, het gebruik van de brander capaciteit aan de veranderde omstandigheden aangepast.

De ketelbelasting wordt steeds langzaam veranderd; de watertemperatuurschommelingen zijn zeer gering en kunnen bij een goed aangepaste en ingestelde installatie tot 1°C beperkt blijven.

Het afstellen van de brander met een modulerende regeling is een nauwgezette en tijdrovende bezigheid. Er moeten minstens tien standen, gelijkmatig over het regeltraject verdeeld, gecontroleerd en afgesteld worden.

REGLBEREIK

Onder regelbereik wordt verstaan de twee uiterste capaciteiten waarmee de brander in bedrijf kan zijn. Als we er van uitgaan dat de maximale capaciteit 100 pct. is en de brander in de laagste stand hier voor 20 pct. van gebruik maakt, dan spreken we van een regeling 1 : 5.

en rookkanalen te verwijderen. Dit spoelproces neemt bij elke start van de brander, met inbegrip van de luchtklepreging, in totaal ongeveer drie minuten in beslag.

Als er dus in één nacht vijftig keer wordt gestart, en dit komt voor, dan wordt er gedurende twee en een half uur koude lucht door de ketel geblazen. Dit kost stroom, de lucht neemt in de ketel warmte op en het is nadelig voor vlampijpverbindingen. De gedachte aan een dergelijke situatie geeft een stoommachinist koude rillingen.

Met hoog-laag regelingen zijn de mogelijkheden voor een goed regelbereik, vooral als dit niet vertraagd verloopt, zeer beperkt. Een regelbereik van 1 : 3 is in onze metingen als de meest haalbare gebleken. Nog kleinere regelbereiken zijn geen uitzondering. Met een goede modulerende regeling moet een bereik van 1 : 5 zonder meer mogelijk zijn; regelbereiken van 1 : 10 behoren echter zeker niet tot een zeldzaamheid.

CONDENSFORMING

Er wordt nogal eens gesteld dat met kleine capaciteiten (dus een groot regelbereik) veel condens in de ketel ontstaat. Dit is echter niet het geval. Het dauwpunt van de rookgassen van verstoekt aardgas is bij een theoretische verbranding 59,5°C. Wordt er met luchtvermaat gestookt dan daalt de dauwpunttemperatuur dus nog lager dan 59,5°C.

Eerst onder dit dauwpunt kan condensatie optreden. Wordt de ketelwatertemperatuur dus hoger gehouden dan het dauwpunt, dan zijn de rookgastemperaturen nog hoger dan deze ketelwatertemperatuur. In de ketel kan er dan beslist geen condensatie optreden.

Is de watertemperatuur echter lager dan het dauwpunt dan treedt condensatie zelfs op met de brander in de grote vlam. Ook in sterk afkoelende vlakken, zoals ijzeren rookkanalen, schoorstenen en dergelijke kan te allen tijde condens ontstaan, ook met de brander in de grote vlamstand.

De brandercapaciteit is dus absoluut niet bepalend voor condensvorming; wel de oppervlaktetemperatuur van de delen waar de rookgassen langs strijken.

REGELVERLOOP

Een modulerende regeling functioneert pas goed als het verloop van de regeling gelijkmatig is. We noemen dit de liniaal-tijd van de regeling. In de grafieken I en II is een regelingsverloop weergegeven. Op de verticale lijnen van de grafieken is de looptijd van de servomotor uitgezet van lage tot hoge stand met een aantal daar tussen liggende standen. In al deze standen is het verstuikte aardgas gemeten. De verkregen waarden zijn in de grafieken uitgezet op de horizontale lijn, in m³ aardgas per uur.

Trekken we nu uit ieder punt van de looptijd een horizontale lijn en uit het bijbehorende capaciteitspunt een verticale lijn dan kruisen deze lijnen elkaar ergens in de grafiek. Doen we dit met alle standen en bijbehorende capaciteiten, dan kunnen we een lijn trekken door alle verkregen snijpunten. Er is dan een zogenaamde karakteristieklijn van het regelverloop tot stand gekomen. Het zou ideaal zijn als er een rechte lijn werd verkregen, zodat de regeling liniaal zou zijn. Dit zou inhouden dat de verdraaiing van de servomotor (dus gas- en luchtklep) recht evenredig is met de toe- en afname van de brandercapaciteit. Een dergelijke situatie is slechts in uitzonderingsgevallen mogelijk.

In grafiek I is een zeer ongunstig verloop te zien. Wordt er vanuit de hoge stand teruggegaan dan ontstaat er zelfs nog enige toename in capaciteit. Hierna vermindert de capaciteit in geringe mate; in het midden van het regeltraject is de capaciteit nog 91 pct. van de grote vlam.

In het laatste gedeelte van het traject vermindert de capaciteit iets sneller om in de lage stand nog een capaciteit te bezitten van 30 pct. Het regelbereik is dan dus 1:3,33, wat veel te weinig is. Dit betekent in de praktijk dat bij een stijgende ketelwatertemperatuur de capaciteitsvermindering veel te langzaam verloopt en de thermostaat de servomotor steeds blijft commanderen totdat de laagste stand is bereikt.

De watertemperatuur is inmiddels dusdanig snel gestegen dat de brander ook nog tijdelijk wordt gestopt ondanks dat er soms toch méér dan 30 pct. warmte

wordt gevraagd. Een hoog-laag regeling met een snelle capaciteitsvermindering kan in dergelijke gevallen een nog beter resultaat opleveren. Deze onvoldoende regeling mogen we dan ook niet als maatstaf nemen. Het komt in de praktijk echter wel voor. Ook het regelbereik is — voor een modulerende regeling — beslist onvoldoende, en dan met name in die perioden waarin weinig warmte wordt gevraagd en er CO₂ moet worden gedoseerd.

Het gevolg ervan is dat er veel gestopt en gestart moet worden. Dit regelverloop kan een aantal oorzaken hebben.

a. De gasregelklep bezit een slechte regelkarakteristiek.

Dit is het geval met de vlinderklep, ook wel smoorklep genoemd. Deze klep moet om capaciteitsvermindering te verkrijgen in geopende stand eerst ver worden teruggedraaid. Is de klep weinig geopend (kleine vlam) dan geeft een kleine verdraaiing echter een grote capaciteitstoename. De regeling verloopt dus in feite over een klein gedeelte van het regeltraject. Het bovenstaande is duidelijk te zien in grafiek I; 18 seconden regelen van de lage stand levert een capaciteitstoename van 41 pct op en 18 seconden regelen vanaf de hoge stand een capaciteitsvermindering van 2 pct.

b. De instelmogelijkheden zijn beperkt.

Bij de in de handel voorkomende brandertypen wordt een verscheidenheid aan constructies toegepast om de verdraaiing van de servomotor over te brengen op de gas- en luchtklep. Het zou te ver voeren alle details hiervan toe te lichten.

In het algemeen is een constructie, waarbij de overbrenging met stangen tot stand komt, die bij verdraaiing onder een andere hoek wordt gesteld en waaraan zowel gas- als luchtklep zijn gekoppeld, het minst aanbevelenswaardig. Bij het verstellen van de draaipunten veranderen dikwijls alle standen van het regeltraject en blijft ook de gas-lucht verhouding niet gelijk.

Een dergelijke uitvoering vraagt — bij een modulerende regeling — van de monteur die de brander moet afstellen eindeloos geduld. Het is wel mogelijk een hoog-laag regeling bij deze constructie af te stellen. Er behoeven dan slechts twee standen te worden ingesteld. Het is onverantwoord dit ook bij modulerende regelingen te doen. Het komt in de praktijk echter wel voor.

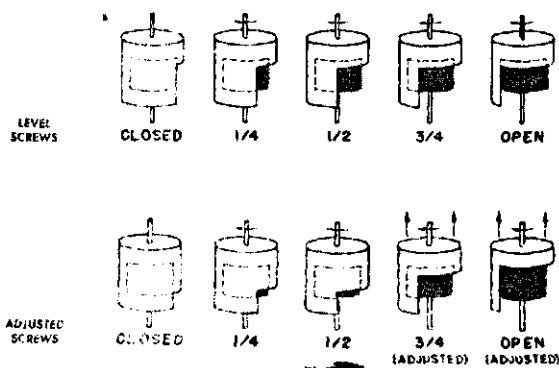
c. De nauwkeurigheid van instellen.

Uit het voorgaande is reeds gebleken dat de monteur een belangrijke taak heeft bij het afstellen van het regelverloop. Is men bij de controle niet nauwkeurig en/of heeft men geen tijd genoeg dan kan men met de beste constructie een slechte verbranding en regelverloop instellen. Het goed afstellen van de installatie vraagt veel tijd. Het is niet onmogelijk dat het controleren en afstellen een gehele dag in beslag kan nemen.

BETERE RESULTATEN

In grafiek II zien we dat betere resultaten zeker mogelijk zijn. De brander levert in het midden van het regeltraject 66,7 pct. capaciteit van de gase vlam; een behoorlijke afname bij het terugregelen dus. In de kleine stand werd een capaciteit van 13 pct. behaald, een regelbereik van 1:7,7. Er werd met 18 seconden regelen vanaf de kleine stand een capaciteitsvermeerdering van 23 pct. verkregen; bij 18 seconden regelen vanaf de hoge stand een capaciteitsvermindering van 10 pct. Dit is weliswaar ook nog geen lineair regelverloop, maar het is toch goed aanvaardbaar. De gestippelde lijn geeft het lineaire verloop aan.

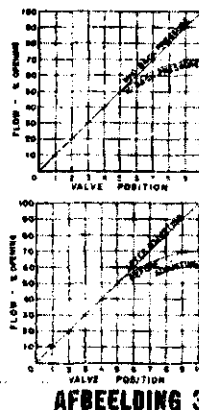
Deze brander was uitgevoerd met een gasklepconstructie, zoals is afgebeeld in



hand hiervan de verdraaiing van de servomotor en de gastoevoer zou controleren en goed zou afstellen, dan is een vrijwel lineair regelverloop zeker mogelijk.

Ook wordt hier het onafhankelijk van elkaar afstellen van gas- en luchttoevoer eenvoudiger, met name als er bij iedere stand een aparte instelschroef kan worden gebruikt. Bij het verstellen in een bepaalde stand, wordt op de gas-lucht verhouding in de andere standen geen invloed uitgeoefend. Elke stand kan dus nauwkeurig worden ingesteld.

Bij enkele brandertypen is een dergelijke regelconstructie standaarduitvoering; bij andere wil men dit tegen een méérprijs uitvoeren. Hogere eisen vragen betere voorzieningen; deze laatste vragen op hun beurt een hogere investering.



(afbeelding I). Bij het verstellen draait de klep niet alleen rond, maar maakt deze eveneens een beweging naar boven of naar beneden. Hierdoor is een dusdanige afstelling te maken dat de klepverdraaiing bij een volledig geopende stand (hoge vlam) een groter gedeelte van de doorlaat afsluit en in de kleinste stand — in dezelfde tijd — een geringer gedeelte van de doorlaat opent. Op deze wijze kan een lineaire regeling worden verkregen.

De verticale beweging is door middel van instelschroeven instelbaar. Langs deze schroeven beweegt zich al draaiend een hefboom die door een veer is gespannen. Door de stelschroeven in te stellen wordt de hefboom op en neer bewogen, wordt de veer méér of minder gespannen en wordt de klep meer of minder geopend.

Onafhankelijk van de verdraaiing van de klep, wat met een andere hefboom tot stand wordt gebracht, kan de verticale beweging worden afgesteld. De instelschroeven bevinden zich onder een plaat waarop de regelstanden van 1 tot 10 zijn aangebracht. Dit laatste is duidelijk te zien in afbeelding II. Dat de opening afhankelijk van de omstandigheden, zoals gasdruk en dergelijke, anders kan worden afgesteld is te zien in afbeelding III. De zwarte vlakken in deze zijn de poortopeningen. Met een dergelijke gasklep kunnen gas- en luchttoevoer geheel onafhankelijk van elkaar worden geregeld. Als er vooraf een lineaire regelkarakteristieklijn zou worden berekend, de monteur aan de

In een tweede artikel over gasbranders zal worden ingegaan op nog enkele andere facetten, zoals ventilatoren, de gasstraat en vlambeïnvloeding.

J. MEIJNDERT
Consulentschap Naaldwijk

Ventilator

De ventilator voor luchttoevoer moet vanzelfsprekend voldoende capaciteit bezitten om bij een maximale brandercapaciteit de juiste hoeveelheid verbrandingslucht te leveren. De ventilator levert deze hoeveelheid met een bepaalde druk. De gekozen druk moet overeenkomen met de te ondervinden weerstanden. De weerstanden in toevoerkanaal en branderhuis zijn bij de branderleveranciers wel bekend.

Een andere weerstandfaktor is de rookgaszijde van de ketel. Gezien de verschillende ketelkonstrukties en -belastingen zal deze faktor van uiteenlopende aard zijn. De branderfabrikant en/of leverancier zullen zich hiervan terdege op de hoogte moeten stellen.

Ook bij de ventilator is er een bepaalde verhouding tussen de druk en de verplaatste hoeveelheid en ook hier noemen we dit de karakteristiek van de ventilator.

De meest gunstige ventilatoren zijn die ventilatoren, die bij afname van de hoeveelheid een niet al te grote toename van de druk bewerkstelligen. Dit komt zowel de regelinstelling als het stroomgebruik zeker ten goede. Ventilatoren met een zgn. vlakke karakteristiek verdienen dus de voorkeur. Het verlangen van een grafiek bij de offerte is zeker geen abnormale zaak.

Ventilatoren produceren ook lawaai. Meestal worden ventilatoren met een toerental van 2.850 omwentelingen per minuut gebruikt. In gevallen waar de omstandigheden dusdanig zijn, dat van lawaai snel hinder wordt ondervonden, kan het overweging verdienen een ventilator met 1.450 omwentelingen per minuut te plaatsen. De karakteristiek zal bij een dergelijk toerental doorgaans vlakker en het rendement iets gunstiger zijn. De prijs van deze ventilator ligt hoger.

Gasstraat

Het is bekend dat een gasbranderinstallatie moet voldoen aan de landelijke voorschriften van de VISA. Deze commissie heeft ook de onderdelen van de gasstraat als functie omschreven, die door plaatselijke gasdistributiebedrijven nog kunnen worden aangevuld. Aangezien de opstelling dus exact is vastgesteld en onder de controle van het gasdistributiebedrijf valt, geven we geen omschrijving van alle onderdelen. Toch is het nuttig enige kanttekeningen te plaatsen. Bij een aanbieding van een installatie wordt in de offerte wel gesteld, dat de gasstraat voldoet aan de voorgeschreven eisen, waarna een opsomming van de noodzakelijke onderdelen wordt gegeven. In veel gevallen blijft het bij het bovenstaande. Er wordt geen melding van de gekozen fabrikaten gemaakt; er is geen uiteenzetting van het type; bovendien worden doorlaten e.d. niet vermeld. Voor een goede en totale beoordeling van de offerte is dit een ernstig gebrek, hetgeen nog moeilijker wordt als de verkoper mondeling gaat toelichten dat de duurste materialen zullen worden gebruikt. Er bestaat inderdaad een prijsverschil; voorhal bij grotere capaciteiten kan dit met name bij de 2 hoofdgaskleppen een belangrijke post betekenen. De duurdere kleppen hebben een lagere weerstand hetgeen bij lage leveringsgasdruk en een lineaire gasregelklep met extra weerstand, van groot belang kan zijn.

Verlang een duidelijke omschrijving van de onderdelen, fabrikaat, type en afmetingen in de offerte.

Vlambeïnvloeding

Vooraf in kleinere capaciteiten, bij lage vlam, kan de vlam gemakkelijk ongunstig worden beïnvloed. Bij een kort-wervalende vlam merkt men dit minder snel op dan bij een lange smalle vlam. De schoorsteenhoogte kan hierop van invloed zijn.

De rookgaszijdige weerstand in de ketel neemt bij de vermindering van de brandercapaciteit sterk af. Deze weerstand neemt nl. evenredig af met het kwadraat van de rookgassnelheid. Wordt de brandercapaciteit verminderd tot 20%, dan neemt de rookgassnelheid tot $1/5$ van de snelheid bij maximale capaciteit af (dit is theoretisch gezien; in de praktijk zal de snelheid nog méér afnemen) en neemt de weerstand tot $1/5^2 = 1/25$ van de maximale capaciteit af. Het is duidelijk dat bij een dusdanige lage weerstand de schoorsteen onderdruk in de vuurhaard kan bewerkstelligen. Door de lagere rookgastemperatuur in de schoorsteen vermindert de trek ook iets, maar niet evenredig met de afname van ketelweerstand.

Bij vlambeïnvloeding kan onvollledige verbranding optreden; een ernstige situatie

ontstaat er als de rookgassen worden gebruikt voor het doseren van CO₂ in de teeltruimte. Wordt de beïnvloeding nog groter, dan kan de luchtdruk in het branderhuis te laag worden; de ventilator kan nl. door de geringe tegenweerstand de lucht gemakkelijk de vuurhaard inblazen. Wel is de kans dan groot, dat de vlam van de branderkop wordt geblazen en de mogelijkheid dat de vereiste drukschakelaars (zgn. luchtgebrekschakelaars) in werking treden. Dit veroorzaakt branderstoringen. Een schoorsteenhoogte van ca 8 meter is in de meeste gevallen ruim voldoende; een schoorsteen hoger dan ca 15 meter is zelfs ongewenst. Vooral bij de storm in november vorig jaar zijn veel luchtgebrekschakelaars door de brandermonteurs verstuurd om tenminste de brander in bedrijf te kunnen houden. Dit is beslist niet de bedoeling van de VISA-commissie; het verhoogt de veiligheid van de installatie zeker niet. Te hoge schoorstenen korter maken of vervangen door kortere, is dan de aanbevolen methode. Ook de afzuigventilatoren voor het CO₂-doseren kunnen vlambeïnvloeding veroorzaken. We hebben hierop reeds gewezen. We volstaan nu dan ook met de opmerking dat een afzuiginstallatie met twee ventilatoren, waarbij de primaire ventilator alleen rookgassen verplaatst met een zeer lage totaal druk, als de meest juiste en veilige moet worden gekenmerkt.

Mogelijkheid van oliestoken

Bij het in gebreke blijven van gasleveranties, maar de zeker ook niet te veronachtzamen mogelijkheid van storing in de gasstraat of het elektrische gedeelte van de gasbranderinstallatie, is het raadzaam over de mogelijkheid te beschikken op oliestoken te kunnen overgaan. Omdat dit een tijdelijke maatregel zal zijn, worden dan meestal lichte oliesoorten gestookt. Verschillende branders zijn zodanig uitgevoerd, dat het omschakelen slechts enkele handelingen vraagt, zoals het afstellen van enkele afsluiters waardoor de gasinstallatie wordt geblokkeerd en de olie-installatie wordt vrijgegeven, en het verstellen van een schakelaar op het regelpaneel. Bij de omschakeling van olie naar gas geldt het bovenstaande uiteraard in omgekeerde volgorde.

Ook zijn er branders in de handel waarbij in de branderkop enkele onderdelen moeten worden verwisseld. Hoewel er voor deze handelingen vakbekwaamheid nodig is, en men deze handelingen vrij snel kan verrichten, moet het in tijd van nood (storing) toch als een handicap worden aangemerkt.

Ook de capaciteit van de brander kan bij oliestoken - bij sommige fabrikaten - geringer zijn dan bij gasstoken. Laat een en ander duidelijk in de offerte vermelden.

Omschrijving offerte

Regelmatig krijgt onze technische dienst verzoeken aangeboden offerten te beoordelen. Het valt dan steeds weer op - de uitzonderingen buiten beschouwing gelaten - hoe weinig werkelijke informatie er in de offerte wordt verstrekt. Er worden dikwijls hele boekdelen met omschrijvingen van de werking, reclame-slogans en verlicht met kleurrijke folders verstrekt. De juiste informatie over gebruikte materialen, te behalen regelbereiken en capaciteiten ontbreken echter vaak. Deze punten juist zijn belangrijk om tot een precies inzicht te komen; de gebruiksaanwijzing kan bij het in bedrijfstellen wel worden verstrekt.

Nu is ons, vooral door eigen waarnemingen middels rookgasonderzoek, van de meeste merken een aantal eigenschappen bekend. Het mag echter niet nodig zijn dat een voorlichter aanvullingen op de offerten moet geven. Het bemoeilijkt ten eerste de objectiviteit, terwijl bovendien de toelichtingen niet volledig te geven zijn. Een gasbranderinstallatie bestaat uit een dusdanige hoeveelheid onderdelen van verschillende aard en functie en er zijn zo verschillende fabrikaten verkrijgbaar, dat moeilijk van een standaardproduct kan worden gesproken. Ook een verandering van de keuze van onderdelen door de branderleveranciers komt regelmatig voor. Reeds enkele jaren geeft het Proefstation te Naaldwijk richtlijnen van welke onderdelen met naam en toelichting in de offerte van een branderinstallatie moeten worden vermeld om tot een juist inzicht en een goede vergelijking te kunnen komen. Deze richtlijnen worden vermeld op pagina 8 van deze brochure.

Als we het hoofdstuk Gasbranders gaan samenvatten dan kunnen we puntsgewijs stellen dat:

1. Verbranding moet volledig zijn zonder CO-vorming
2. CO₂-gehalten van ca 10,5% bij hoge vlam en ca 8% bij lage vlam moeten mogelijk zijn
3. De vlamvorm kort-breed en intensief wervelend is het meest aan te bevelen
4. Vlamkleur is niet primair belangrijk
5. De regeling modulerend uitvoeren geeft de grootste gelijkmatigheid
6. Het regelbereik van 1:5 moet dan worden bereikt; grotere regelbereiken zijn dan mogelijk
7. Het regelverloop moet zo lineair mogelijk zijn. Gasklep-regelmechanisme en nauwkeurige afstelling zijn daarbij zeer belangrijke factoren
8. Ventilator moet juist zijn aangepast; lager toerental veroorzaakt minder lawaai
9. Bij de gasstraat kunnen door verschillende gebruikte fabrikaten en typen flinke prijsverschillen ontstaan
10. Te hoge schoorsteen kan de verbranding ongunstig beïnvloeden of zelfs storing veroorzaken
11. Voor algehele bedrijfszekerheid is de mogelijkheid van omschakelen op oliestoken gewenst
12. In de offerte moeten alle toe te passen materialen, capaciteiten, regelbereiken, uitvoering e.d. nauwkeurig in details worden omschreven.

De aanschaf van een gasbranderinstallatie is een belangrijke zaak; het kan een ongunstige of gunstige invloed op de bedrijfsvoering, uw gemoeds- en nachtrust hebben.

De aanschafkosten zijn hoger dan die van een betere auto, waarvan tot in de details, sigarenaansteker, buitenspiegel e.d., vergelijkingen worden gemaakt.

Waarom dan zo nonchalant de "noofdrolspeel" van het bedrijf aanschaffen?