

Vlamonderzoek : onderzoek aan gasvlammen ter ondersteuning van het ontwerpen van efficiënte en schone branders

Citation for published version (APA):

Goey, de, L. P. H., Lamers, A. P. G. G., Lange, de, H. C., Somers, L. M. T., Maaren, van, A., Sanders, J. P. H., Laurensse, J. T. M., Velde, van de, R., Heino, G. J., & Nieuwenhuizen, J. K. (1991). Vlamonderzoek : onderzoek aan gasvlammen ter ondersteuning van het ontwerpen van efficiënte en schone branders. *Gas*, (9), 354-358.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1991

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

VLAMONDERZOEK

ONDERZOEK AAN GASVLAMMEN TER ONDERSTEUNING VAN HET ONTWERPEN VAN EFFICIËNTE EN SCHONE BRANDERS

door L. P. H. de Goey, A. P. G. G. Lamers, H. C. de Lange, L. M. T. Somers, A. van Maaren, J. P. H. Sanders, J. T. M. Laurensse, R. v.d. Velde, G. J. Heino en J. K. Nieuwenhuizen.

De vakgroep Werktuigkundig Ontwerpen en Construeren van de Technische Universiteit Eindhoven houdt zich onder andere bezig met modelvorming op het gebied van verbranding. In dit artikel behandelen de auteurs, die werkzaam zijn bij deze vakgroep, een nieuwe benaderingswijze van voorgemengde laminaire vlammen die van groot belang kan zijn voor de voorspelling van het vlamgedrag.

HET ONTWERPEN VAN GASBRANDERS

Elk toestel waarin energie wordt opgewerkt met verbranding, bestaat in principe uit twee delen: de warmtegenerator (meestal de brander), waarin de warmte wordt opgewekt, en de warmteabsorber (meestal pijpen waardoor een medium stroomt), die ze afvoert. Waar tot voor slechts enkele decennia het zwaartepunt van het ontwerpproces bij de warmteabsorber lag (in verband met problemen van drukval, stromingsstabiliteit, koeling en oververhitting), heeft zowel de energieschaarste als de toenemende milieuproblematiek er voor gezorgd dat de brander van bijzaak in korte tijd duidelijk hoofdzaak werd. En waar de ontwerper tot voor kort voor de brander kon volstaan met een geschikte keuze uit een zeer beperkt aantal, eenvoudige vuistregels, voelt men nu meer en meer de noodzaak de processen die zich bij de verbranding van gas afspelen, tot in details te kennen, te begrijpen en liefst ook nog te beheersen.

Centraal bij het ontwerpen van branders staat het gevraagde vermogen en de gewenste temperatuur. Onmiddellijk daarna komen de methoden om brandstof met de lucht te mengen, alsmede de verdeling van de benodigde luchthoeveelheid over de primaire, de secundaire en eventueel nog de tertiaire stroom.

In de meeste huishoudelijke gasbranders wordt de benodigde brandstof in het spuitstuk voorgemengd. In grotere industriële installaties, zoals ketels, fornuizen in de petrochemische industrie en gasturbines, worden brandstof en lucht vaak in twee of drie trappen gemengd. Vanwege

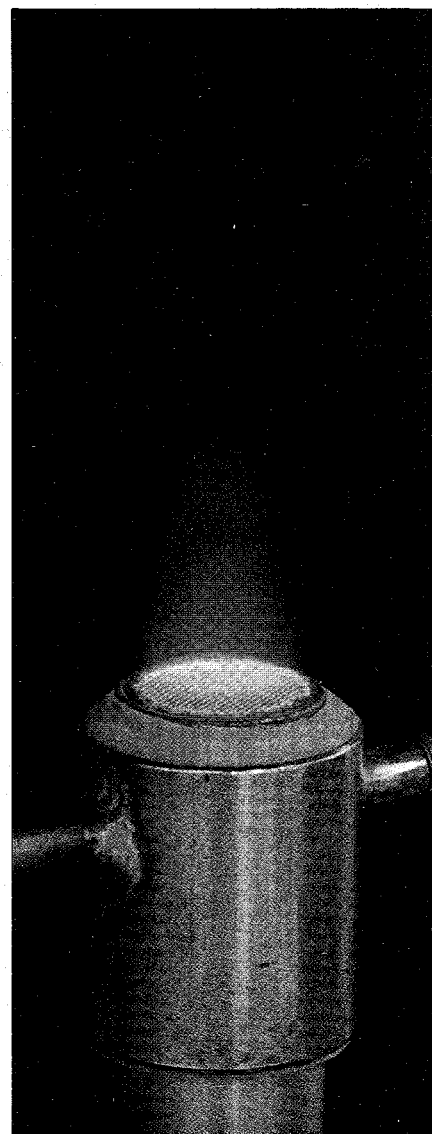
het gevaar van onvolledige verbranding, verlaging van het rendement, instabiele verbranding of zelfs doving is het echter zaak om de brander zo te construeren, dat de totale aangevoerde gas/lucht-verhouding bij variaties in de belasting constant blijft en tussen bepaalde grenzen blijft.

Helaas zijn eenvoudige ontwerpregels heden ten dage vaak niet meer voldoende om toestellen te ontwerpen, omdat ze moeten voldoen aan steeds strenger wordende eisen: moderne branders moeten over een groot vermogensgebied stabiel en efficiënt kunnen werken en weinig ongewenste emissies veroorzaken. Dit heeft geleid tot de ontwikkeling van stralingsbranders, rookgasrecirculatie en meertraps-verbranding die alle leiden tot een daling van de vlamtemperatuur en zo tot een vermindering in de uitstoot van stikstofoxiden. Bovendien is het meer en meer noodzakelijk dat wordt gelet op het ontwerp van de allerkleinste details van het apparaat. Dit heeft tot gevolg, dat de behoefte aan geavanceerd ontwerpgeredeedschap, waarmee het gedrag van brander en vlammen kan worden voorspeld, steeds dringender wordt. Computermodellen gaan meer en meer de plaats innemen van empirisch onderzoek, zeker van de beginfasen daarvan. Computermodellen maken het mogelijk ontwerpparameters te variëren, te voorspellen wat de invloed van de parameters op het rendement van het apparaat is en te onderzoeken onder welke omstandigheden de brandstof met zo min mogelijk schadelijke emissies stabiel en volledig wordt verbrand. Het is dan altijd nodig om gekoppelde berekeningen van stroming, concentraties van de chemische componenten en de temperatuur in het apparaat uit te voeren.

Het ontwikkelen van vlammodellen is niet eenvoudig, een vlam is een zeer complex verschijnsel en tot op heden is men er niet in geslaagd om de aspecten van twee- en driedimensionale al dan niet turbulente verbrandingsverschijnselen volledig en nauwkeurig te beschrijven. De reden hiervoor is te vinden in een aantal problemen, die we hier kort zullen bespreken.

- Het ogenschijnlijk simpele verbrandingsproces van methaan met lucht bestaat in werkelijkheid uit een samenspel van enkele honderden chemische reacties tussen enkele honderden chemische componenten. Al deze reacties vinden plaats in het zeer dunne (± 1 mm) vlamfront. Het reactieschema van methaan/

Figuur 1: Vlakke brander met vlam. De rode gloed is afkomstig van hete seeding deeltjes (LDS-stof).



luchtvlammen is weliswaar vrij goed bekend, maar een volledige beschrijving van deze chemie zou betekenen dat er voor elke chemische component afzonderlijk een sterk niet-lineaire differentiaalvergelijking moet worden opgelost. Tot op heden is het slechts in geometrisch eenvoudige (ééndimensionale) geometrieën gelukt om dit stelsel van vergelijkingen volledig op te lossen.

- Er moet rekening mee worden gehouden dat aardgas slechts voor een deel uit methaan bestaat en dat elke aardgasput zijn eigen gassamenstelling heeft. Het chemisch model voor gasmengsels met verschillende koolwaterstoffen is niet volledig bekend. Men komt dus in de problemen, als men het verbrandingsgedrag van verschillende aardgasmengsels wil vergelijken. Dit probleem zou in Nederland een rol kunnen spelen als men zou willen voorspellen wat de consequenties zijn als men van het Gronings gas afwijkt.

- Tijdens de numerieke modelvorming van vlammen komt men al snel tot de ontdekking, dat het oplossen van het stelsel differentiaalvergelijkingen vele problemen met zich meebrengt, die alle te maken hebben met het sterk niet-lineaire karakter van de vergelijkingen en dientengevolge de enorme variaties in onder andere de snelheid en temperatuur in het vlamfront. Zo blijkt dat de temperatuur in een stochiometrische methaan/luchtvlam binnen enkele tienden van millimeters toeneemt met enkele duizenden graden.

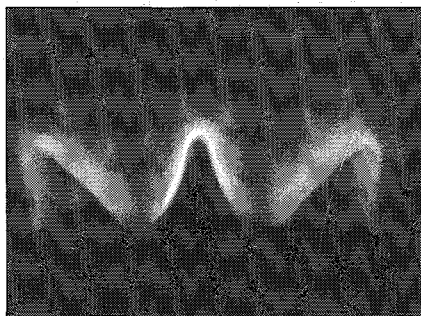
- Bij turbulente verbranding geeft de niet-lineariteit nog een extra probleem: om fluctuaties in de tijd te elimineren worden de stromingsvergelijkingen over de tijd gemiddeld, waardoor extra termen ontstaan die gemodelleerd moeten worden. Hiervoor worden semi-empirische relaties gebruikt die subtieler worden naarmate de te beschrijven stroming complexer wordt. Dit alles betekent dat de volledige numerieke modellering, zowel van laminaire als van turbulente vlammen, een enorme hoeveelheid computertijd kost. Datgene wat we juist willen, het variëren van ontwerpparameters van de brander, is dan natuurlijk geheel uit den boze.

Dit lezende, zou men al snel tot de conclusie kunnen komen dat het modelleren van vlammen een hopeloze zaak is. Hoewel de problemen groot zijn, geloven de auteurs echter dat ze niet onoverkomelijk zijn. In het vervolg van dit artikel zullen we laten zien, hoe het wellicht mogelijk is voor een aantal van deze problemen tot

een oplossing te komen en wel zodanig dat het gedrag van vlammen toch voorspeld kan worden. We zullen beschrijven hoe dit kan en welke resultaten er tot nu toe bij de Technische Universiteit Eindhoven zijn bereikt voor vlakke laminaire (stralings)branders en bunsenvlammen in huishoudelijke apparaten en turbulente diffusievlammen in ketels. De ontwikkelde programmatuur moet het ontwerpgereedschap van de toekomst worden, waarmee nieuwe branders moeten worden ontwikkeld en bestaande branderontwerpen moeten worden verbeterd.

MODELLERING VAN VERBRANDINGS- VERSCIJNSELEN

In de vakgroep Werktuigkundig Ontwerpen en Construeren van de Technische Universiteit Eindhoven zijn een aantal mensen werkzaam op het gebied van de modelvorming van zowel laminaire als turbulente verbrandingsverschijnselen. In de afgelopen jaren is hier een nieuwe benaderingswijze van voorgemengde laminaire gasvlammen ontwikkeld. Deze benadering is gebaseerd op de gedachte dat de meeste chemische details die zich afspelen in het hart van het zeer dunne



Figuur 2: CH_4 /lucht-bunsenvlam boven een driedubbele spleetbrander (spleetbreedte $L = 4$ mm). Stoichiometrische verhouding $\Phi = 0,95$ en maximale gassnelheid $u_{max} = 1,2$ m/s.

(± 1 mm) vlamfront, op grotere schaal wellicht niet belangrijk zijn.

Gesteld wordt dat de honderden chemische reacties kunnen worden vervangen door een enkele reactie tussen brandstof en zuurstof, waarbij een hoeveelheid energie vrijkomt. Deze gedachtengang is op zich niet nieuw, zij het dat de reactiesnelheid van deze enkele reactie op een speciale manier wordt vastgelegd: wij eisen dat de berekende voortplan-



'Wandelhalle'

Het 18e wereldgascongres van de IGU vond begin juli in Berlijn plaats. Voor de Apeldoornse gasmensen een stad met wrange gelijkenis. Immers op dezelfde dag dat de keuze tussen Apeldoorn en Arnhem werd gedaan moest er ook gekozen worden tussen Bonn en Berlijn. Berlijn won echter.

Wat een week. Vier en een half duizend congresgangers verspreid over de immense Messegelände. Dat het er zo veel waren viel niet op. Waren de hallen zo groot of koos iedereen voor de bezienswaardigheden van de herenigde stad? We zullen maar zeggen dat beide waar zijn. Wellicht kwam het door de Affenhitze dat niet alle deelnemers congresgangers waren. Toch gaf de deelnemerslijst een imposante rij Nederlanders te zien met de meest sensationele functiebenamingen. Wat klinken onze Nederlandse functies toch raar in het Engels of Duits. Maar naast een aantal chairman's waren er zelfs presidenten aanwezig. Er is nog hoop.

Inhoudelijk bracht het congres waarschijnlijk alleen nog wat nieuws voor de echte liefhebbers. Voor de modale gasboer was het alleen de moeite waard te horen over de lokkende voorraden van Rusland, het plan Lubbers en de gezamenlijke Duits-Nederlandse hekel aan de regelgeven in Brussel. Zelfs 'Unsere Umwelt' kon de zaal niet vol krijgen. En de echte milieu diehards hoorden slechts meer van hetzelfde. Absolute topover van de tentoonstelling was de Apeldoornse tulplu. Een als tulp verklede paraplu: n (vrouwen) lokker pur sang. Volgende keer moeten we dat uitbuiten en dan met z'n allen. Go for dutch - go for tulip. We have the experience, all of us! Oh ja, er waren vele gezellige en genoeglijke ontmoetingen tussen landgenoten. Maar kan dat alleen in Berlijn? Oost west, thuis best.

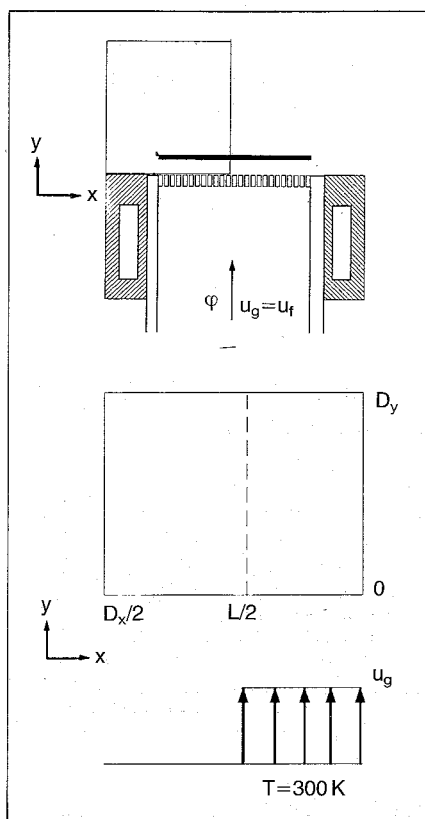
TIM

tingssnelheid van een al dan niet gekoelde vlam (vlamsnelheid) overeen moet komen met de experimenteel bepaalde vlamsnelheid. Het is reeds gelukt om de vlamsnelheid van methaan/luchtvlammen aan de hand van deze eis te reproduceren. Het grote voordeel van de experimentele methode bestaat uit het feit dat er in principe geen beperking bestaat voor de gebruikte brandstof: via deze methode moet het mogelijk worden vlammen van verschillende aardgasmengsels te vergelijken.

Men vraagt zich nu misschien af waarom het zo belangrijk is de juiste vlamsnelheid van het vlamfront te reproduceren. Dit zit hem in de structuur van de vlam: de plaats en vorm van het vlamfront, de stroming en temperatuurverdeling daaromheen blijken voor een belangrijk deel te worden bepaald door de vlamsnelheid. De vlam propageert namelijk tegen het aanstromende mengsel in en neemt een zodanige positie in dat de vlamsnelheid gelijk is aan de lokale gassnelheidscomponent loodrecht op het vlamfront.

Door te eisen dat de numerieke vlamsnelheid gelijk is aan de experimentele waarde, kunnen we bereiken dat de stroming- en temperatuurvelden rondom het vlamfront goed worden voorspeld; hiermee hebben we natuurlijk nog geen informatie omtrent de lokale concentraties van verbrandingsgassen en de uitstoot van schadelijke emissies. Hoewel het éénstaps mechanisme ons niet in staat stelt om de concentraties in en net voorbij het primaire vlamfront te voorspellen, kunnen we uit de snelheid van de chemische reacties wel concluderen, dat er binnen enkele millimeters na het hete vlamfront chemisch evenwicht is opgetreden. Om het gedrag van de gassen achter het primaire laminaire vlamfront te kunnen voorspellen, hebben we het éénstaps reactiemechanisme uitgebreid met een stelsel van evenwichtsreacties, waarmee het mogelijk is dit chemisch evenwicht te beschrijven. Hiermee nemen we de naverbranding van CO naar CO₂, H₂ naar H₂O en de vorming van NO in het gebied na de primaire vlam en (eventueel) in de secundaire diffusievlam in beschouwing. Het voordeel van deze aanpak is dat de hoeveelheid chemische componenten en de benodigde rekentijd beperkt blijft.

Het onderzoek naar modellering van turbulente vlammen concentreert zich voorlopig op diffusievlammen. Hierbij speelt de reactiesnelheid een verwaarloosbare rol, omdat de menging van gas en lucht veel langzamer verloopt en dus de snelheidsbeperkende stap is. Daarom ligt het voor de hand hier in eerste instantie uit te gaan van de aanname van menging gevolgd door instantane verbranding. Dit vereenvoudigt het model aanzienlijk, en maakt een beschrijving van het globale verloop van het transport in de vlam mogelijk. Uiteraard is dit model te beperkt wanneer uitspraken omtrent stabiliteit en uitstoot van schadelijke stoffen gedaan moeten worden. Voorlopig wordt het on-



Figuur 3a: Rekendomein en randvoorwaarden van de vlakke brander.

derzoek voornamelijk gericht op het vastleggen en verbeteren van de parameters in de turbulente stromingsvergelijkingen in een vlam, als een tangentiële snelheidscomponent (swirl) aan het gasmengsel wordt toegevoegd om de efficiëntie van het verbrandingsproces te vergroten.

EXPERIMENTEEL ONDERZOEK

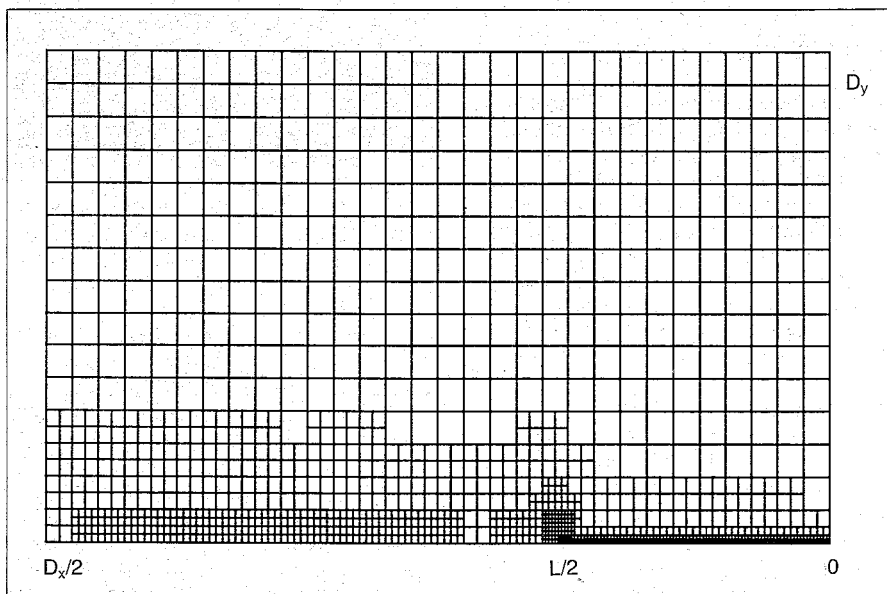
Het experimentele onderzoek is tot nu toe gericht op de ondersteuning van het theoretische en numerieke vlamonderzoek. In het voorafgaande is duidelijk

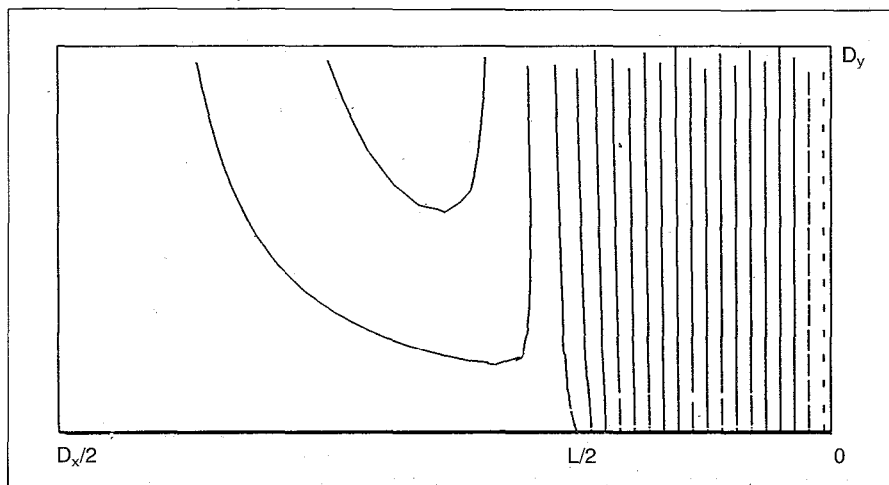
gemaakt, dat de experimentele vlamsnelheid van een voorgemengd gas/lucht-mengsel bekend moet zijn om het mogelijk te maken het gedrag rondom het primaire reactiefrent in een laminaire vlam op correcte wijze te beschrijven. Op dit moment worden er in de groep experimenten uitgevoerd om de vlamsnelheid van gekoelde vlammen te bepalen. Met lasertechnieken worden lokale gassnelheden en (indirect) ook vlamtemperaturen gemeten. Dit wordt toegepast op een zogenaamde vlakke vlam. Dit is een vlam, waarvan het vlamfront dicht op de vlakke geperforeerde branderkop is gedrukt. De vlam heeft als kenmerk dat variaties evenwijdig aan het vlamfront te verwaarlozen zijn, zodat het systeem ééndimensionaal is.

Bovendien heeft de vlam de eigenschap, dat ze recht tegen de stroom inloopt, zodat een stilstaande vlakke vlam een vlamsnelheid heeft die gelijk is aan de gassnelheid. In figuur 1 is de brander met vlam te zien. De vlakke vlam is qua structuur vergelijkbaar met de vlam op een commerciële vlakke stralingsbrander, waarbij een poreuze metalen of keramische branderkop wordt gebruikt. Het verschil in werking tussen de branders is met name te vinden in de manier waarop de warmte van de brander wordt afgevoerd: bij de brander in figuur 1 wordt de branderkop met water gekoeld, terwijl stralingsbranders deze energie wegstralen.

Ook worden experimenten uitgevoerd aan laminaire bunsenvlammen, die men ziet in cv-ketels en andere huishoudelijke apparaten. Onder andere wordt een studie gemaakt van het gedrag van de vlam in de buurt van de branderrand, om inzicht te krijgen in verschijnselen als vlam-aanhechting, doven, inslag, liften en afblazen. Daarnaast probeert men de vorm en plaats van het primaire vlamfront op fotografische wijze vast te leggen. Figuur 2 is een foto van een bunsenvlam op een drie-spletenbrander. Deze metingen

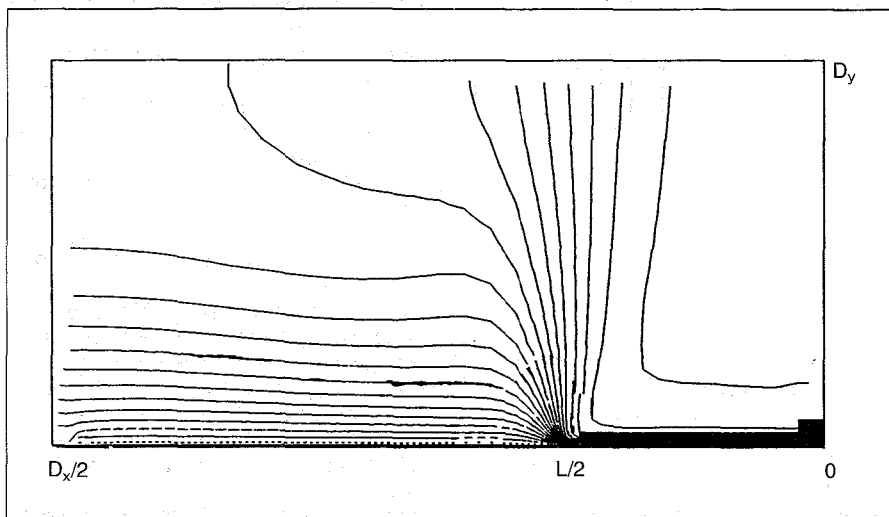
Figuur 3b: Numeriek bepaalde grid voor de vlakke CH₄/luchtvlam ($\Phi = 1$, $u_g = 0,3$ m/s); $L = 20$ mm, $D_x = 60$ mm, $D_y = 15$ mm.





Figuur 3c: Stroomlijnen voor de vlakke CH_4 luchtvlam ($\Phi = 1$, $u_g = 0,3$ m/s); $L = 20$ mm, $D_x = 60$ mm, $D_y = 15$ mm. Links van de vlam is een recirculatiezone te zien. ▲

Figuur 3d: Hoogtelijnen van de temperatuur (variërend tussen 300 K bij intree en 2300 K rechts boven de vlam) voor de vlakke CH_4 luchtvlam ($\Phi = 1$, $u_g = 0,3$ m/s); $L = 20$ mm, $D_x = 60$ mm, $D_y = 15$ mm. ▼



worden uitgevoerd om er de resultaten van de berekeningen mee te kunnen vergelijken. Aan de hand van de overeenkomst tussen experiment en berekeningen kunnen wij onder andere nagaan of de globale structuur van bunsenvlammen goed wordt gereproduceerd.

indirect veroorzaakt door het sterk niet-lineaire karakter van de vergelijkingen. Hierdoor variëren alle grootheden in de buurt van het vlamfront zeer snel. Dit betekent onder andere dat de numerieke roosterpunten, waarin de temperatuur, snelheid en concentraties worden be-

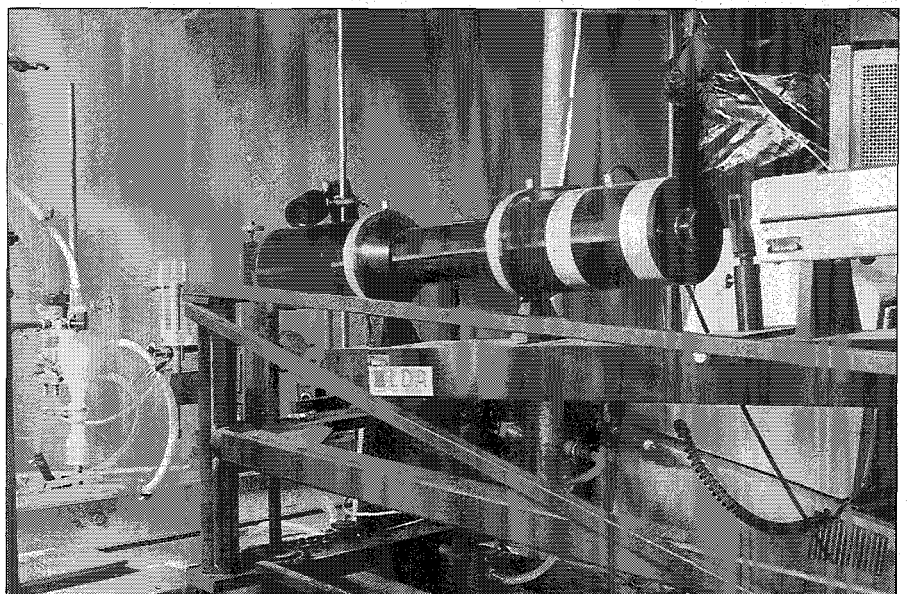
paald, op zeer kleine afstanden van elkaar moeten liggen. Om dit probleem op te lossen is een methode ontwikkeld, waarmee het programma meer roosterpunten legt op plaatsen waar de grootheden snel veranderen, bijvoorbeeld in de buurt van het vlamfront. In de figuren 3 en 4 zijn enkele resultaten verzameld van een numerieke studie van de vlakke vlam en bunsenvlam. In de figuren 3a en 4a zijn de tweedimensionale rekendomeinen met randvoorwaarden aangegeven en in de figuren 3b en 4b het door het programma bepaalde rooster. Merk op dat aan de hand van de verfijningen in het rooster de plaats van het vlamfront al te raden is. Uit de berekeningen volgt dat het numerieke model de plaats van het vlamfront van de vlammen goed kan beschrijven. Daarnaast zijn plaatjes van de stroomlijnen (figuur 3c) en hoogtelijnen van temperatuur (figuren 3d en 4c) weergegeven. Hierin is duidelijk te zien hoe plotseling de variaties in de buurt van het vlamfront zijn.

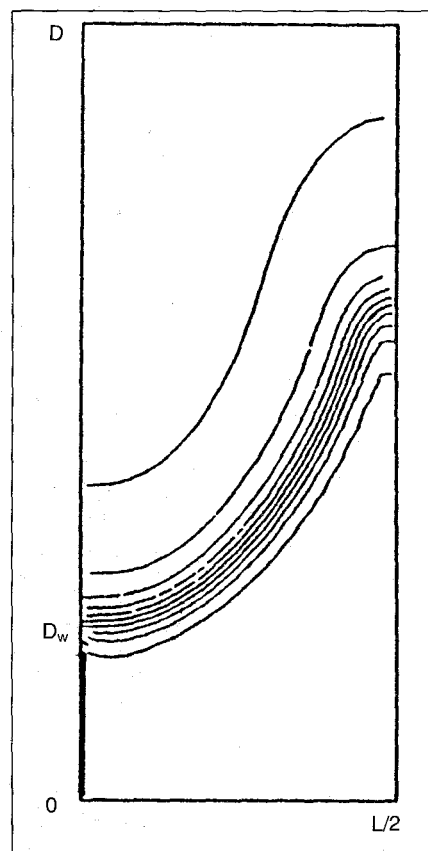
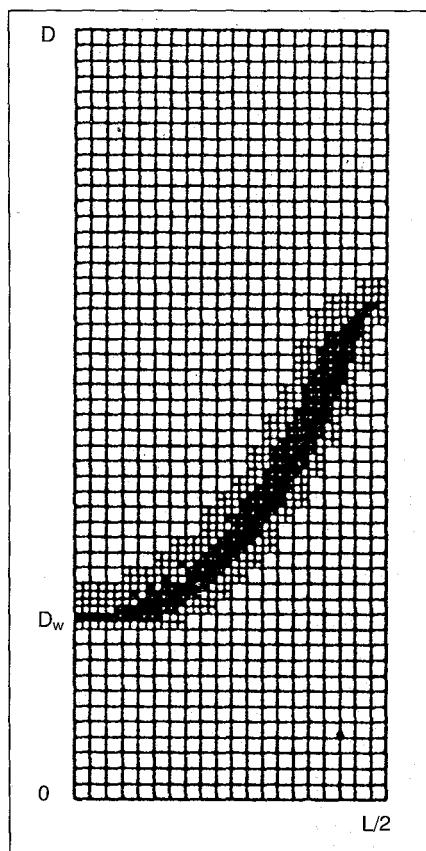
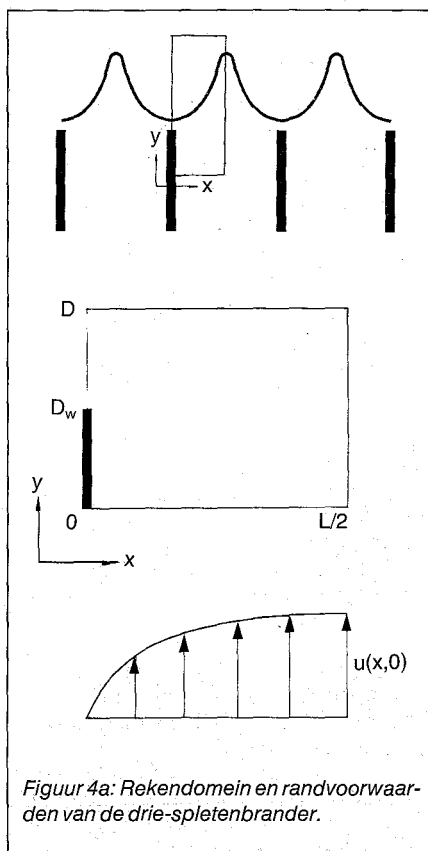
Op het gebied van de turbulente verbranding kan momenteel een turbulente jet-diffusievlam met het geschetste model van instantane reacties worden beschreven. Het turbulente veld wordt vooralsnog beschreven door twee behoudsvergelijkingen die het transport van turbulente fluctuaties weergeven, toe te voegen aan de bekende behoudsvergelijkingen; dit staat bekend als het $k-\epsilon$ model. Nagegaan zal worden of en hoe het turbulentiemodel aangepast dient te worden indien swirl aan de stroming wordt toegevoegd. Op lange termijn wordt overwogen om over te stappen naar een meer complex chemisch-reactieschema. Om numerieke resultaten van turbulente diffusievlammen met swirl te kunnen toetsen, is een schaalmodel van een vuurhaard van een centrale ketel gebouwd, waaraan snelheidsmetingen zullen worden uitgevoerd.

Onderzoekopstelling bij de Technische Universiteit Eindhoven voor het bepalen van de vlam snelheid van gekoelde vlammen met op de voorgrond de gebruikte laserapparatuur.

NUMERIEK ONDERZOEK

Al deze ideeën zijn misschien wel aardig, maar in de praktijk moet het wel betekenen dat men met deze kennis in staat is branders en vlammen in praktijksituaties te modelleren. Hiervoor worden numerieke programma's ontwikkeld waarin deze ideeën zijn verwerkt. Hiermee kunnen branders met ééndimensionale (vlakke) en tweedimensionale (bunsen-) vlammen worden beschreven. Met behulp van de programmatuur worden de differentiaalvergelijkingen die stroming, temperatuur en verloop van de belangrijkste chemische componenten beschrijven, numeriek opgelost. We hebben echter een aantal speciale technieken moeten ontwikkelen om al de numerieke problemen die optreden bij het berekenen van de vlamgrootheden, te kunnen oplossen. Deze problemen worden alle direct of





TOEKOMST

De hier gepresenteerde resultaten laten zien, dat het mogelijk is om gereedschap te ontwikkelen, waarmee vlamgedrag kan worden voorspeld. Dat zal het mogelijk maken dat branders, verbrandingsstoestellen en industriële installaties in de nabije toekomst op een zeer effectieve wijze kunnen worden ontworpen of verbeterd. Speciale aandacht gaat hierbij uit naar rendement en milieuaspecten. Om resultaten van berekeningen te kunnen vergelijken met de resultaten van experimenten, zullen meer experimenten worden uitgevoerd. Daarnaast zullen we het gedrag van chemische componenten zo-

als CO, CO₂ en NO_x in de naverbrandingszone en secundaire vlam bestuderen.

als CO, CO₂ en NO_x in de naverbrandingszone en secundaire vlam bestuderen.

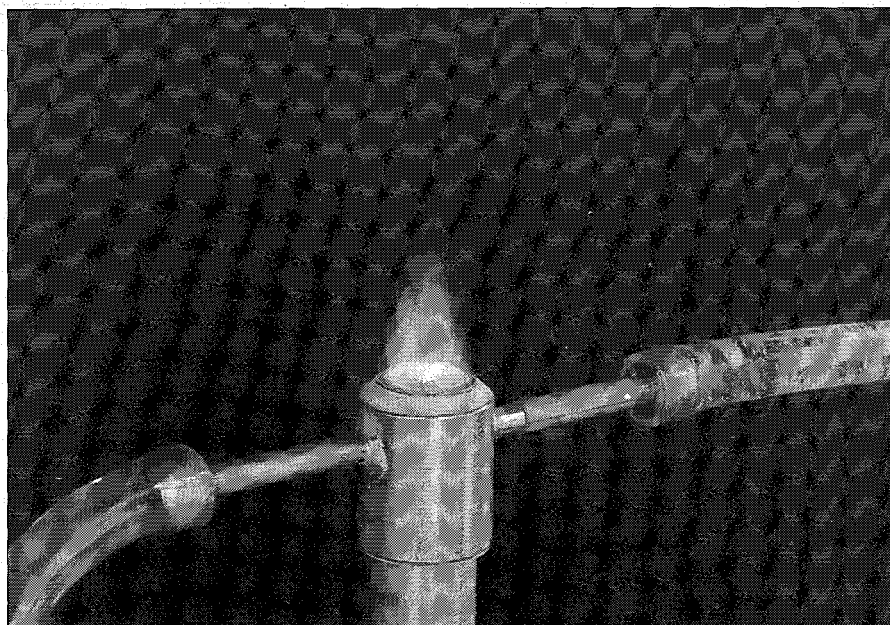
Uit de reacties vanuit het bedrijfsleven (onder andere VEG-Gasinstituut, de Schelde en ECN) is gebleken, dat er grote belangstelling is voor de resultaten van dit onderzoek met een brede fundamentele basis. Het onderzoek wordt op dit moment financieel ondersteund door VEG-Gasinstituut en NOVEM en wordt

gevolgd door tal van andere bedrijven. In de toekomst willen wij werken aan een verdere samenwerking met het bedrijfsleven en de ontwikkelde kennis toepassen op commerciële branderconstructies.

gevolgd door tal van andere bedrijven. In de toekomst willen wij werken aan een verdere samenwerking met het bedrijfsleven en de ontwikkelde kennis toepassen op commerciële branderconstructies.

Dankwoord

De auteurs bedanken de betrokken medewerkers van VEG-Gasinstituut te Apeldoorn en NOVEM te Utrecht voor hun bijdrage aan het onderzoek.



Flame study

Report on a study into gas flames, carried out to enhance the design of more efficient and cleaner burners. At Eindhoven's University of Technology, researchers developed a new approach to premixed laminar flames that may prove very important in predicting flame behaviour.