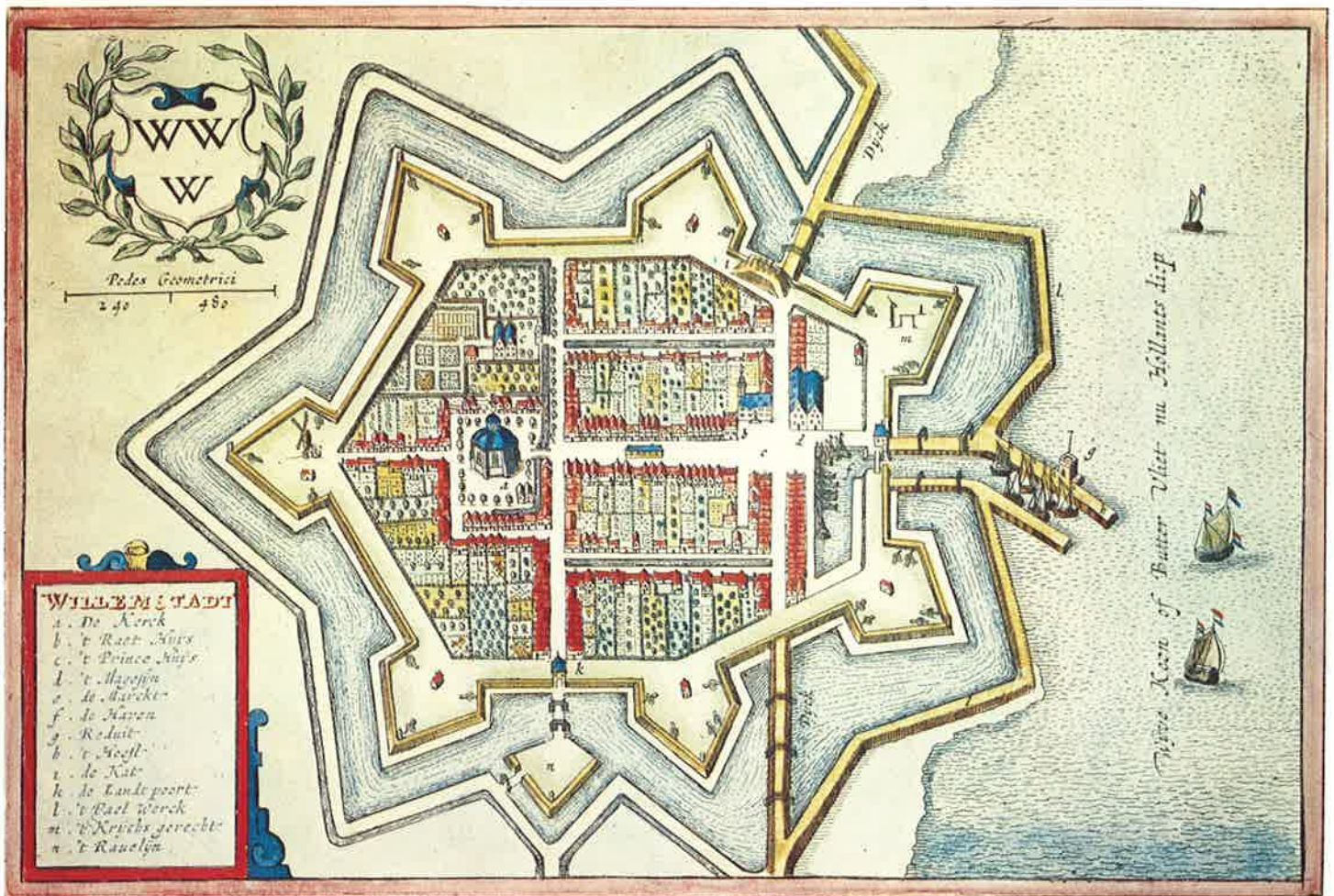


# RVO / TNO

*jubileumuitgave*



25 jaar Rijksverdedigingsorganisatie TNO

1947-1972

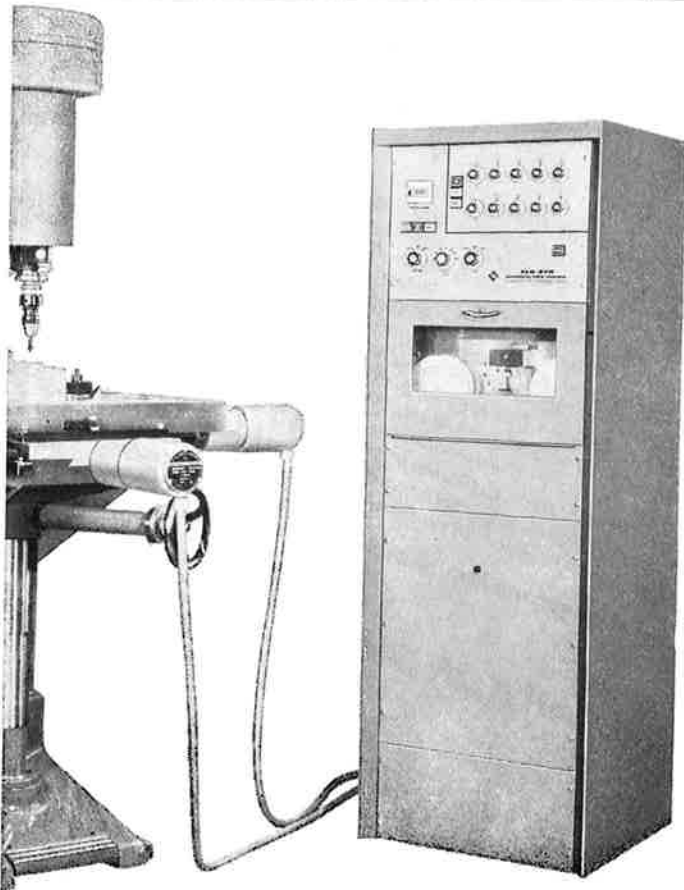
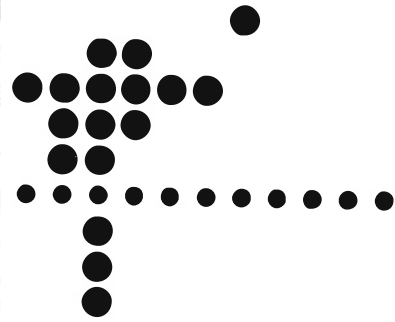
---

In een nummer, dat geheel is gewijd aan het 25-jarig jubileum van de Rijksverdedigingsorganisatie TNO, gebiedt de bescheidenheid te onderkennen, dat de defensieresearch reeds een geschiedenis van enkele eeuwen heeft. Niet voor niets draagt één van de gebouwen van de RVO de naam van Prins Maurits (1567-1625) en evenmin is het toeval dat deze stadhouder-veldheer op een reliëf in de hal van dit gebouw is afgebeeld samen met Simon Stevin (1548-1620). De krijgsman Maurits waardeerde de geleerde Stevin zo hoog, dat hij hem in 1593 tot wetenschappelijk adviseur in zijn persoonlijke dienst benoemde en in 1604 tot kwartiermeester van het Staatse leger. Prins Maurits gaf hiermede blijk van het inzicht dat de krijgskunst tot krijgskunde moet worden verheven teneinde het krijgswaarschijn te verminderen. Kenmerkend voor het werk van Stevin zijn de door hem ontworpen bastions, die het de verdedigers van een vesting mogelijk maakten bij een aanval de gehele vestingomtrek onder vuur te nemen. Vele vestingsteden uit die tijd tonen deze typische omtrek. Wij kozen voor het omslag de plattegrond van Willemstad zoals deze voorkomt in het beroemde Stedenboek van Blaeu.

---

SYSTEEM VOOR NUMERIEKE BESTURING

# slo-syn



**Kenmerken van de SLO-SYN besturingen:**

- digitale electronica,
- uitwisselbare geprinte units (plug-in systeem),
- bedieningspaneel op ooghoogte,
- handbediening d.m.v. drukknop,
- complete spiegelbeeld-mogelijkheid (boren en frezen),
- 3 beschikbare hulpfuncties bij het 2-assen systeem,
- 2 beschikbare hulpfuncties bij het 3-assen systeem,
- bewerkingsvolgorde teller,
- automatische spelingscompensatie (uitschakelbaar),
- positionering kleinste stap 1.8° door SLO-SYN precisie stappenmotoren,
- freesaanzetten van 12 tot 300 motorstappen per sec.,
- snelverstelling bij frezen via commando van de ponsband,
- frezen onder 45°.
- foto-electrische bandlezer (geen onderhoud),
- EIA - code, 8 kanalen, bandbreedte 25.4 mm
- ASC II - code tegen extra berekening mogelijk,
- eenvoudig te monteren aan diverse machines,
- nu ook leverbaar voor contour-besturing voor 2 en 3 assen.

Demonstratie in onze showroom altijd mogelijk !!!

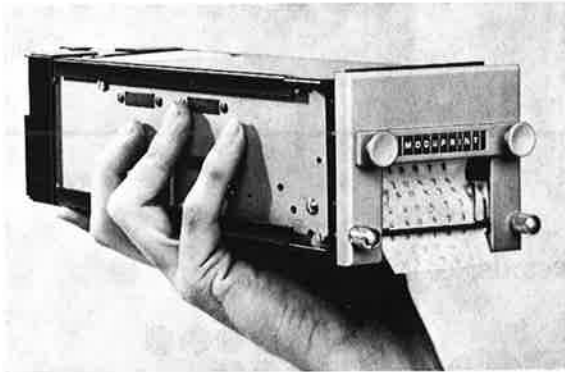


**A. Bruyaux nv**

Postbus 4064, Amsterdam, tel. 020-94 38 74, Wm. Fenengastraat 33-35, industrieterrein Amstel

# PRIJSVERLAGING

De alombekende digitale printer van practical automation inc. nu voor:



f 1450,-

- 6 digits
- BCD ingang
- inktplaat
- module systeem
- 3 lijnen/sec.

## ***elofysica n.v.***

Weteringschans 120 - Amsterdam-C. - Telefoon (020) 23 63 00 - 23 70 82

72PTA

In deze tijd van gigantische fusies blijven wij vrij en zelfstandig, als voorraadhoudend importeur van 23 Europese fabrieken. U bent bij ons sinds 1953 aan het goede adres voor alle schakel-, verdeel- en beveiligingsapparatuur voor industriële installaties, zoals nokkenschakelaars, motorbeveiligingsschakelaars, elektromagnetische schakelaars, scheidings- en rubberstekers, CEE- en DIN-krachtstopkontakten, kabelovergangen, PVC-installatiekoker en -plintkoker, en signaaleenheden, explosie veilige materialen, veelpolige stopkontakten, besturingsdruknoppen, eind- en mikroschakelaars, isolieten, gietijzeren lichtmetalen en roestvrijstalen kasten, kant-en-klare krachtverdeelset.

Vraag onze groene hoofdkatalogus 1972!

**MAAK KONTAKT MET**

# **HATENBOER-ELEKTRO**

POSTBOX 15 - NOORDWIJKERHOUT - LEIDSEVAART 152-153 - TELEF. (02523) 2790\* - TELEX 41205 - DENIS NL.

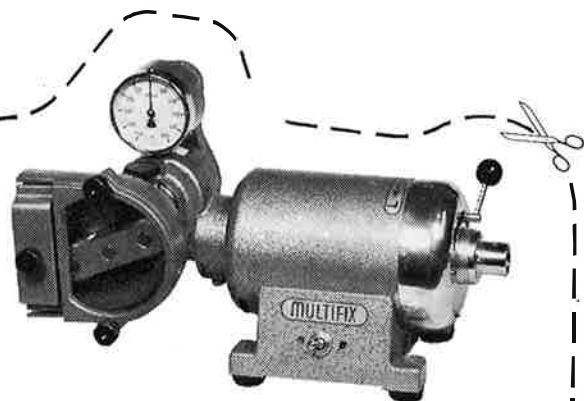
# De Multifix labmotoren zijn de stille, sterke van Ahrend.

## Wat wilt u meer weten?

Dat u uit een grote verscheidenheid van mogelijkheden kiezen kunt,  
dat ze traploos regelbaar zijn van maximum links door nul tot maximum rechts en terug,  
dat u ze met behulp van bij te leveren accessoires aan elke functie kunt aanpassen,  
dat u kunt kiezen uit 1/10 pk, 1/4 pk en een 1/2 pk, repulsiemotoren, een constantmotor of een persluchtmotor.

U wilt alles weten? Dat kan. U stuurt de bon met het motortje op en van ons krijgt u dan alle gegevens over die stille sterke.

**Ahrend Instrumenten - Professionele Precisie**



Naam \_\_\_\_\_  
Firma/Instituut \_\_\_\_\_  
Plaats \_\_\_\_\_  
Adres \_\_\_\_\_ Tel: \_\_\_\_\_

Stuurt u mij alle gegevens over de Multifix labmotoren en accessoires.

In open envelop ongefrankeerd zenden aan:  
Ahrend NV Antwoordnummer 5485 Amsterdam

# ahrend

Ahrend Instrumenten Rijswijk (ZH), Tel. 070-903730  
Telex 32451

TNO

## De Stripprinter type

# PRS 1

voor:

CHEMISCHE en KLINISCHE LABORATORIA  
aan te sluiten op:

Digitale Voltmeters  
pH - meters  
Burettens  
Photometers  
Counters  
Bloedgas - analysers

Automatische „decimaal-punt” invoeging

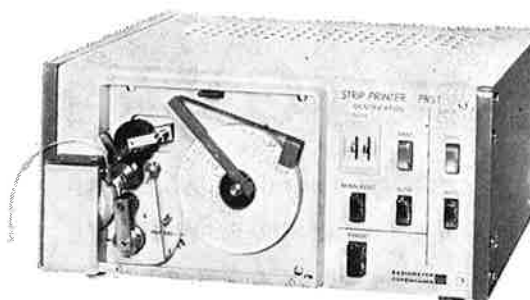
Geringe afmeting

Printout op 3/8 inch zelfklevend paperstrip

Long-life printwiel (> 1000000 slagen p. symbool)

Long-life inktrol (> 500000 printslagen)

Print het monstercodenr., monsterserienr.,  
symbool (ml, pH, mV, pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>, enz.) en  
de uitslag incl. decimaalpunt.



RADIOMETER A/S · EMDRUPVEJ 72 · DK 2400 · COPENHAGEN NV · DENMARK

**RADIOMETER**  
**COPENHAGEN**



**INSTRUMENTENHANDEL**  
**ZUID-HOLLAND**

(SOUTH-HOLLAND INSTRUMENTS)  
voorheen A. HÖFELT N.V.  
Postbus 609 Tel. (070) 54 70 41

Scheveningseweg 126  
Den Haag

# BRABENDER®

Een erkend begrip voor  
nauwkeurige meting en registratie van:

**Plasticiteit • Viscositeit  
Vochtigheid**

BRABENDER®

Meetinstrumenten  
**Prinsse & Co**

Lombardkade 38a - ROTTERDAM - Telefoon 010-115053

## Sieger Gasalarm

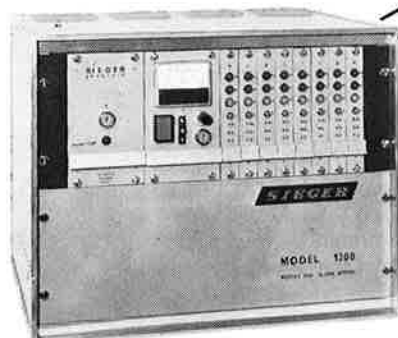
Detectie van meer dan 1000 gassen

Alarm binnen enkele seconden

Relais voor alarmmelding op afstand en/of  
automatische veiligheidsmaatregelen

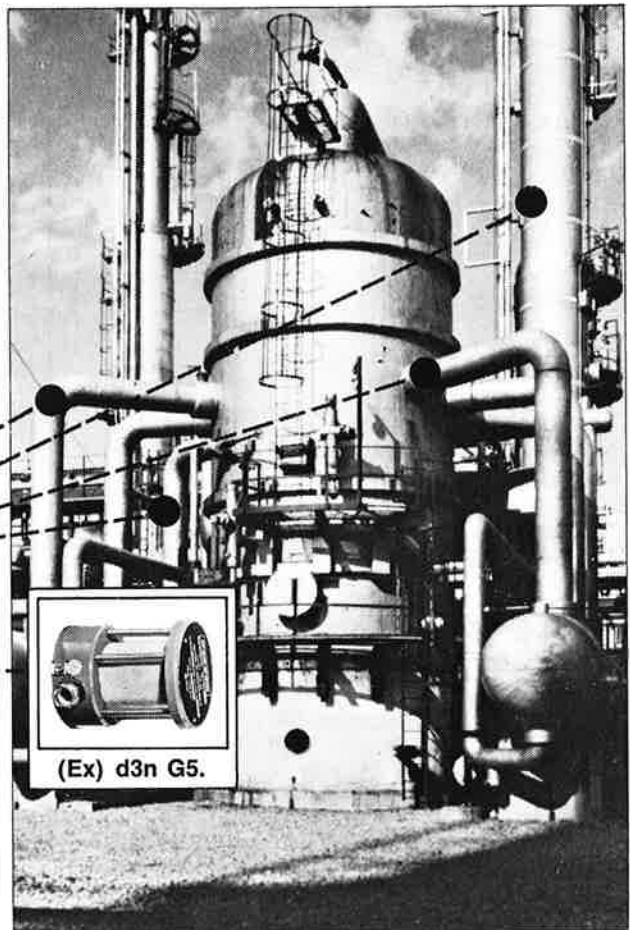
Instelbaar op één- of twee alarmniveaus  
vanaf 2% L.E.L. (onderste explosiegrens)

Honderden referenties



**imbema regulon.v.**

postbus160, tel.023/319160(10lijnen)telex.41360, Haarlem





## Een verbluffend staaltje calculator-techniek van Hewlett-Packard

**Algebraïsche programmeertaal. Alfanumerieke weergave op display en printer. Nooit zullen tafelcomputers meer dezelfde zijn, nu Model 20 van Hewlett-Packard uit is.**

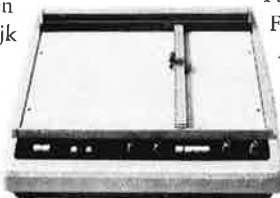
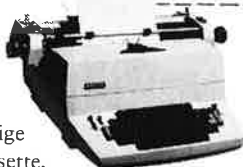
Ongedwongen kunnen gebruiker en rekenmachine nu samenspelen. Alle vergelijkingen brengt u net zo in als ze op papier staan. U geeft uw instructies in normale taal. Niet in code. En de antwoorden krijgt u in dezelfde vorm, zodat u ze zonder omschrijving direct verder kunt doorgeven.

Model 20 omvat in basisuitvoering al genoeg capaciteit om 17 vergelijkingen met 17 onbekenden op te lossen. En door extra eenheden in te steken kan de capaciteit zo opgevoerd worden dat de machine 36 simultane vergelijkingen de baas kan. En dan kunt u met een hele familie van systeem-randapparaten de capaciteit en veelzijdigheid nog verder uitbreiden. Zoals met de snelle, nauwkeurige plotter (met alfa-mogelijkheden), de magneetband-cassette, de schrijfmachine, de ponsbandlezer en -ponser en nog veel meer.

Met behulp van kleine insteekbare functieblokken met uitleesgeheugens (Read Only Memories = ROM's) kan het toetsenbord op uw bijzondere behoeften worden afgestemd. Hierdoor wordt het mogelijk om op commando van een enkele druktoets gecompliceerde berekeningen uit te voeren. Weer andere toetsen bedienen de randapparatuur. Zelfs is het mogelijk om randapparaten

met elkaar te laten samenwerken door middel van een druktoets. Bij de vele voordelen behoort ook het verbluffend eenvoudige redigeren van het programma. Met een enkele toets kunt u een willekeurige stap in het programma naar verkiezing inbrengen, wijzigen, verwijderen of tussen voegen. Voor de bediening is geen gespecialiseerde operator nodig, geheimhouding is dus geen probleem.

**Een laatste opmerking: laten financiële overwegingen u niet weerhouden de bon terug te sturen. Model 20 kost minder dan u durft te hopen.**



Hewlett-Packard Benelux NV, Weerdestein 117, Amsterdam-Z11 Postbus 7825, Tel.: (020) 42 77 77 en 44 29 66.

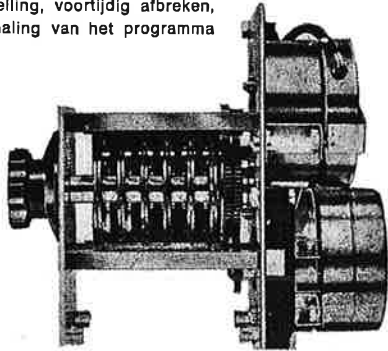
Ik wil zonder enige verplichting  
 een informatiemap  
 een afspraak voor een demonstratie

Naam: .....  
 Functie: .....  
 Firma/Organisatie: .....  
 Adres: .....  
 Tel.: ..... Toestel: .....

**HEWLETT  PACKARD**

## 1 PROGRAMMA - 2 TIJDEN

voor toepassingen waar versnelde terugloop naar de uitgangstelling, voortijdig afbreken, of gedeeltelijke herhaling van het programma gewenst wordt.



VOOR DE EENVOUDIGSTE  
EN DE GÉCOMPLICEERD-  
STE PROGRAMMA'S

# micromat®

# elmat

ELMAT - DE ROOS N.V.

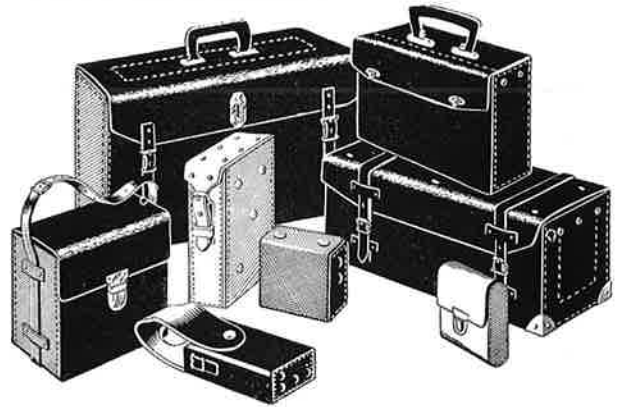
### PROGRAMMASCHAKELAARS

Met gefraise of instelbare nokkenschijven.  
UITVOERINGEN MET OPGEBOUWDE POTMETER - MEERDERE SNELHEDEN VAN DE NOKKENAS - ALS STAPPEN SCHAKELAAR - ENZ.

HYGIEASTRAAT 10 AMSTERDAM  
TEL. (020) 717439 - 719861

### Wij kunnen U leveren:

- Gereedschapstassen in diverse uitvoeringen.
- Apparatentassen, volgens model of tekening, van leder en kunstleder.
- Verder diverse lederwaren, o.a. ringen, riemen, schijven enz. voor velerlei doeleinden.



Technische Lederwarenindustrie

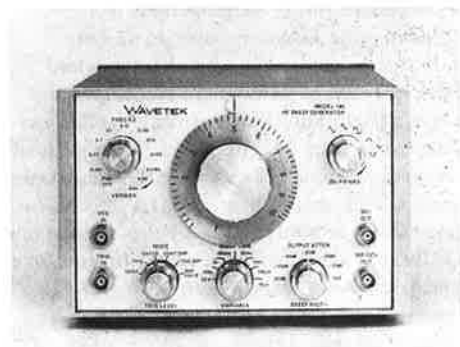
## C. DE SWART

Julianastraat 72, Rijen (Nrd.-Br.), telefoon 01612-2281

# Zwaaien met Wavetek van 0.0005 Hz tot 10 MHz

## MODEL 144 HF ZWAAIGENERATOR

0,0005 Hz tot 10 MHz  
sinus-, vierkant- en driehoekgolfvormen;  
positieve en negatieve impulsen;  
7 verschillende stuurmoden;  
toepassing als oscillator, pulstreingenerator,  
toneburstgenerator,  
frequencyshift vergrendeling.



**AIR-PARTS Int. n.v.** HAAGWEG 149 - RIJSWIJK (Z-H)-2100  
Telefoon 070-99 47 40



GEBRUIK DEZE COUPON VOOR HET AANVRAGEN

VAN DE NIEUWE

## „ALFA MATERIALS CATALOG”

SPECIAAL ONTWERPEN VOOR: **METALLURGEN**  
**MATERIAALKUNDIGEN**  
**FYSICI**



MEER DAN 300 PAGINA'S  
BELANGWEKKENDE  
INFORMATIE OVER DE  
NEVENSTAANDE  
MATERIALEN.

ALGHELE INLICHTINGEN  
OVER VORM EN ZUIVERHEID VAN  
ELK IN DE LIJST  
OPGENOMEN PRODUCT.

INZENDEN AAN: HICOL B.V.  
POSTBUS 1151 • ROTTERDAM

NAAM: .....

FIRMA/INST.: .....

STRAAT: .....

PLAATS: .....

# Ahrend/Fisons klimaatkasten:

Ruime keuze in standaarduitvoeringen. Gepatenteerd luchtcirculatiesysteem. Geprogrammeerde temperatuur en vochtregeling.

Regelnauwkeurigheid  $\pm 0,5-1^{\circ}\text{C}$  en 1-2% R.V. Koeling tot  $-25^{\circ}\text{C}$ .

Verwarming tot  $+150^{\circ}\text{C}$ . Interieur van roestvrij staal.

Regelbare (evt. geprogrammeerd) verlichting.



Ahrend Instrumenten - Professionele Precisie

Naam .....

Firma/Instituut .....

Plaats .....

Adres ..... Tel: .....

In open envelop ongefrankeerd zenden aan:  
Ahrend NV Antwoordnummer 5485 Amsterdam

# ahrend

TNO

Ahrend Instrumenten, Rijswijk (ZH), tel. 070-90 37 30

# NAMEN EN ADRESSEN TNO

## CENTRALE ORGANISATIE TNO

Dagelijks Bestuur: Prof. Dr. Ir. A. A. Th. M. van Trier, voorzitter; Ir. E. F. Boon, ondervoorzitter; Ir. J. van Mameren, Prof. Dr. G. J. Sizoo, Prof. Ir. H. W. Slotboom.

Waarnemer voor de G.O.: Dr. M. A. Bleiker.

Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage, tel. 070-814481.

Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

## I. Nijverheidsorganisatie TNO

Dagelijks Bestuur: Prof. Ir. H. W. Slotboom, voorzitter; Dr. J. C. Hooykaas, ondervoorzitter;

Mr. J. C. van Alphen de Veer, Ir. W. C. Reij, Ir. Drs. H. Kuiper, Mr. G. van der Flier, Prof. Ir. D. A. A. Koolen, Dr. H. Rinia, Prof. Dr. J. J. Went, Ir. A. F. van Weele.

Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage, tel. 070-814481.

Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

## II. Voedingsorganisatie TNO

Voorzitter: Ir. J. van Mameren.

Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage, tel. 070-814481.

Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

## III. Rijksverdedigingsorganisatie TNO

Dagelijks Bestuur: Prof. Dr. G. J. Sizoo, voorzitter; Prof. Jhr. Ir. J. L. W. C. von Weiler, ondervoorzitter; Brig. Gen. Ir. E. van Herwaarden, Cdre. Ir. C. J. Pluygers, Ktz. R. H. Kerkhoven.

Adres: Koningin Marialaan 21, 's-Gravenhage, tel. 070-814481.

Postadres: Postbus 208, 's-Gravenhage.

## IV. Gezondheidsorganisatie TNO

Dagelijks Bestuur: Dr. R. E. P. A. Ballieux, Dr. P. S. Blom, Dr. J. Meijer, Dr. A. J. Piekaar, Dr. P. Siderius, Prof. Dr. N. Speijer.

Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage, tel. 070-814481.

Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

## Hoofdkantoor van de Organisatie TNO:

Juliana van Stolberglaan 148, Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage, tel. 070-814481.

## Secretariaat

Algemeen Secretaris: Drs. J. Jonker.

Adjunct-secretaris der Centrale Organisatie:

Drs. J. Stelpstra.

Adjunct-secretaris voor bijzondere opdrachten: Mej. M. B. van Lennep.

Sectie Landbouwkundig Onderzoek CO-TNO

Hoofd: Mej. Ch. G. Korteweg.

Secretaris van de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek: Ir. G. Wansink.

Secretaris der Nijverheidsorganisatie:

Mr. H. R. Wegerif.

Adjunct-secretarissen: Mej. Mr. F. A. Westra van Holthe en E. Schreuder.

Secretaris der Gezondheidsorganisatie:

Mej. M. W. H. Slag.

Adjunct-secretaris: Mevr. E. de Boer-Schreuder.

Secretaris der Voedingsorganisatie: E. J. Meis.

Secretaris der Rijksverdedigingsorganisatie: Drs. J. L.

Jansen: Adjunct-secretaris: Drs. B. H. H. Brader.

(Adres: Koningin Marialaan 21, 's-Gravenhage, tel. 070-814481, telex 31660).

## Afdelingen van het Secretariaat

Afd. In- en Externe Betrekkingen:

Hoofd: A. H. Meissner.

Redactie TNO-nieuws: Drs. F. W. B. Engler, J. A. Jochems.

Afd. Archief en Bibliotheek:

Hoofd: T. van de Graaf.

Afd. Personeelszaken:

Hoofd: Ir. Ph. H. Huisman.

Plv. Hoofd: mej. A. Hoetink.

*Adviseur voor de opzet van onderzoeken*  
Dr. E. F. Drion.

## Geldelijk Beheer en Administratie

Algemeen Penningmeester en Penningmeester der Bijzondere Organisaties: Drs. F. H. J. Essenstam.

Afdeling Administratieve Organisatie: L. Ch. Schuster.

Afdeling Geldelijk Beheer: L. J. E. Flietstra.

Afdeling Hoofdboekhouding: A. de Lijster.

Afdeling Kas: Mej. A. de Wekker.

Afdeling Accountantscontrole: J. Koster, register-accountant.

## Gebouwen- en Terreinendienst TNO

Directeur: H. J. Schoolland.

Hoofd Algemene Zaken: Ir. J. R. de Vries.

Hoofd Bouwkundige Zaken: Ir. F. de Haas.

Hoofd Technische Installaties: Ir. P. M. A. Haanappel.

## Centrale Veiligheidsdienst TNO

Hoofd: G. W. Bientjes

## Geneeskundige Dienst TNO

Hoofd: Dr. Y. van der Wielen, arts.

## Centraal Pensioenfonds TNO

Secretaris: J. Muetgeert.

Administratie: B. J. Veldman.

## CENTRALE ORGANISATIE TNO

### Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek TNO (zie 6 blz. verder)

#### Raad voor Gezondheidsresearch TNO

Voorzitter: Dr. P. Siderius  
Secretaris: Drs. J. Jonker.  
Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814481. Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

#### Bureau van de Raad voor Gezondheidsresearch TNO

Directeur: Dr. R. J. van Zonneveld.  
Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814481. Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

#### Commissie TNO voor het onderzoek ten dienste van het Milieubeheer

Voorzitter: Ir. E. F. Boon.  
Secretaris: Drs. J. Jonker.  
Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814481.  
Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

#### Studie- en Informatiecentrum TNO voor het onderzoek ten dienste van het Milieubeheer

Directeur: Dr. L. Ginjaar.  
Adres: TNO-complex Zuidpolder, Schoemakerstraat 97,  
Delft, tel. 015-37000.  
Postadres: Postbus 186, Delft. Telex 31453 zptno nl.

#### Coördinatiecommissie TNO voor de Visserijen

Voorzitter: Ir. Th. J. Tienstra.  
Secretaris: .....  
Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814481.  
Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

#### Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO

Voorzitter: Prof. Dr. Ir. J. C. van Dam;  
technisch secretaris: Ir. G. Santing;  
administratief secretaris: Mej. M. B. van Lennep.  
Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814481.  
Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

#### Werkgroep Lysimeters TNO:

voorzitter: Dr. P. K. Peerlkamp;  
secretaris: Drs. G. F. Makkink;  
Adres: Bornsesteeg 65, Wageningen, tel. 08370-3144.

#### Contactgroep Regenwaarnemingen TNO:

Voorzitter: Prof. Ir. A. Volker.  
Secretaris: Dr. L. J. L. Deij.  
Adres: Utrechtseweg 297, De Bilt, tel. 030-762611

#### Commissie TNO Verkeersonderzoek

Voorzitter: Prof. Drs. E. H. van de Poll.  
Secretaris: Drs. J. Jonker.  
Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814481.  
Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

#### Plancommissie Bouwresearch TNO

Voorzitter: Drs. B. M. Roem.  
Secretaris: L. van Zetten.  
Adres: Lange Kleiweg 5, Rijswijk (Z.H.),  
tel. 015-38222, Postadres: Postbus 49, Delft.

#### Commissie TNO voor Onderzoek inzake Nevenwerkingen van Bestrijdingsmiddelen en verwante verbindingen

Voorzitter: Prof. H. van Genderen;  
secretaris: Mej. M. B. van Lennep.  
Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814481.  
Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

#### Contactgroep Vogels en Zoogdieren van de CNB

Voorzitter: Prof. Dr. M. F. Mörzer Bruyns;  
Secretaris: Dr. J. H. Koeman;  
Adres: Biltstraat 172, Utrecht, tel. 030-715544.

#### Gemeenschappelijke Werkgroep Gevolgen Beroepsexpositie Bestrijdingsmiddelen TNO

Voorzitter: Prof. Dr. R. L. Zielhuis.  
Secretaris: G. Ragay.  
Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814481.

#### Contactgroep Water van de CNB

Voorzitter: Prof. Dr. P. G. Fohr.  
Secretaris: Drs. G. van Urk.  
Adres: Westeinde 3a, Voorburg, tel. 070-865255.

#### Contactgroep Bodem van de CNB

Voorzitter: Dr. A. M. van Doorn.  
Secretaris: Dr. Ir. H. Hoestra.  
Adres: Binnenhaven 15, Wageningen, tel. 08370-6111.

#### Contactgroep Chemische en Biochemische Omzettingen van Bestrijdingsmiddelen van de CNB

Voorzitter: Prof. Dr. G. J. M. van der Kerk.  
Secretaris: Dr. J. C. Overeem.  
Postadres: Croesestraat 79, Utrecht, tel. 030-882721.

#### Werkgroep Kwik

Voorzitter: Prof. H. van Genderen.  
Secretaris: Ir. R. H. de Vos.  
Adres: Utrechtseweg 48, Zeist, tel. 03404-18411.

#### Instituut TNO voor Wiskunde, Informatieverwerking en Statistiek

Adressen: 's-Gravenhage, Koningin Marialaan 21,  
tel. 070-838503, Postbus 297. Telex 31707.

Wageningen, Staringgebouw, Prinses Marijkeweg 11,  
tel. 08370-19100, Postbus 100.

Directeur: Dr. J. P. M. de Kroon, 's-Gravenhage.

Onderdirecteuren: Drs. H. Loeven, 's-Gravenhage.  
J. C. A. Zaat, Wageningen.

Hoofd Rekencentrum: A. A. Koene, 's-Gravenhage.

#### Rekencentrum TNO

zie: Instituut TNO voor Wiskunde, Informatieverwer-  
king en Statistiek.

#### Octrooiafdeling TNO

Hoofd: Drs. E. W. van Popta;  
Plaatsvervanger: Drs. K. Dijkhoff.

Adres: Bankplein 1, 's-Gravenhage, tel. 070-512571.

#### Afdeling Documentatie

Hoofd: J. W. Plevier.  
Adres: TNO-complex Zuidpolder, Schoemakerstraat 97,  
Delft, tel. 015-37000.  
Postadres: Postbus 36, Delft. Telex: 31453 zptno-nl.

#### Economisch-Technische Afdeling TNO

Hoofden: Drs. J. C. Gerritsen (economische zaken) en  
Dr. H. A. W. Nijveld (technische zaken).

Adres: Koningin Marialaan 21, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814481.  
Postadres: Postbus 778.

#### Technisch Fysische Dienst TNO-TH

Directeur: Ir. H. de Zeeuw;  
Plv. directeur: Ir. G. J. Beernink.  
Onderdirecteuren: Dr. Ir. J. de Jong en  
Ir. G. J. Kleinhoonte van Os.

Adres: Stieltjesweg 1, Delft, tel. 015-31900.  
Postadres: Postbus 155, Delft.  
Telexnummer: 31614.

**Organisch Chemisch Instituut TNO**

Directeur: Prof. Dr. G. J. M. van der Kerk;  
Onderdirecteur: Dr. G. M. van der Want  
Adres: Croesestraat 79, Utrecht, tel. 030-882721.  
Postadres: Postbus 5009.

**Fysisch Chemisch Instituut TNO**

Directeur: Dr. W. M. Smit.  
Adres: Utrechtseweg 48, Zeist, tel. 03404-17444.  
Postadres: Postbus 108.

**Planologisch Studiecentrum TNO**

Directeur: Dr. J. D. Buissink  
Adres: TNO-Complex Zuidpolder, Schoemakerstraat  
97, Delft, tel. 015-37000  
Postadres: Postbus 45, Delft. Telex 31453 zptno nl

**Bureau Internationale Projecten TNO**

Directeur: Drs. J. C. Gerritsen  
Adres: Koningin Marialaan 21, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814481  
Postadres: Postbus 778, 's-Gravenhage.

**Dienst Grondwaterverkenning TNO**

Wvd. directeur: Drs. F. Walter

Archief van Grondwaterstanden  
Conservator: C. Groenewoud

Afdeling Geohydrologisch en Geofysisch Onderzoek  
Coördinator: Dr. G. F. J. Jeurissen

Adres: TNO-complex Zuidpolder, Schoemakerstraat 97,  
Delft, tel. 015-37000.

Postadres: Postbus 285, Delft. Telex 31453 zptno nl.

## I. NIJVERHEIDSORGANISATIE TNO

### Algemene leiding

Voorzitter: Prof. Ir. H. W. Slotboom.  
Algemeen Directeur: Dr. H. H. Mooij.  
Adjunct-directeuren:  
Drs. H. F. J. Freutel: Beleidsinformatie  
Drs. J. Roelofsen: Personeel.  
Dr. Ir. F. E. van Wely: Ontwikkeling vrij speurwerk.  
W. C. L. Zegveld: Opdrachtonwikkeling.  
Adviseurs:  
Dr. H. Geldof, Directeur-Adviseur.  
Prof. Dr. J. Hamaker.  
Prof. Dr. A. J. Staverman.  
Juliana van Stolberglaan 148, Postbus 197,  
's-Gravenhage, tel. 070-814481.

### Afdeling Industrieel Contact TNO

Hoofd: W. C. L. Zegveld.  
Algemene informatie: Drs. F. Franken.  
Produktontwikkeling: P. Jes Ing.  
Vergelijkend warenonderzoek: H. L. van Woensel.  
Adres: Schoemakerstraat 97, Delft, tel. 015-37000.  
Postadres: Postbus 215, Delft. Telex 31453 zptno nl.

### Bureau Explosieveiligheid TNO

Hoofd: Dr. J. G. A. de Graaf.  
Adres: Lange Kleiweg 159 Rijswijk (Z.H.), tel. 015-20330.  
Postadres: Postbus 45, Rijswijk (Z.H.).  
Telex: 31101 pmtno nl.

### Bureau Industriële Raad voor de Oceanologie

Hoofd: J. P. H. Huijskens.  
Adres: Schoemakerstraat 297, Delft, tel. 015-37000.  
Postadres: Postbus 215, Delft. Telex 31453 zptno nl.

### TNO-complex Zuidpolder

**Algemene Diensten**  
Directeur: Ir. F. W. R. Wijbrans  
Bedrijfsingenieur: Ir. W. J. Betz.  
Adres: Schoemakerstraat 97, Delft, tel. 015-37000.  
Postadres: Postbus 67, Delft. Telex 31453 zptno nl.

### Afdeling Personeelszaken

Wvd. Hoofd: Drs. J. Roelofsen.  
Adres: Schoemakerstraat 97, Delft, tel. 015-37000.  
Postadres: Postbus 2849, Delft.

### Analytisch Centrum TNO

Zie onder Centraal Laboratorium TNO.

### Instituut TNO voor Bouwmaterialen en Bouwconstructies (met inbegrip van het Centrum voor Brandveiligheid)

Directeur: Ir. F. K. Ligtenberg.  
Onderdirecteuren: Drs. I. Pels, Ir. J. Witteveen.  
Adres: Lange Kleiweg 5, Rijswijk (Z.H.),  
Telefoon: 015-38222.  
Postadres: Postbus 49, Delft.

### Centraal Laboratorium TNO

Directeur: Dr. A. Schors.  
Onderdirecteuren: Dr. J. H. Parmentier (plv. dir.), Dr.  
Ir. J. Heijboer (spec. taken)  
Adres: Schoemakerstraat 97, Delft.  
Postadres: Postbus 217, Delft, tel. 015-37000.  
Telex 31453 zptno nl.

### Centraal Technisch Instituut TNO

Directeur: D. A. van Meel;  
Adjunct-directeur: Ir. J. R. A. Ludert.  
Onderdirecteur: Ir. K. A. Warschauer.  
Correspondentie te richten aan: Postbus 260,  
Delft.

### Adressen:

Directie  
Administratie

Fysische en  
Chemische Technologie  
Warmtetechniek  
Grofkeramiek

} Delft,  
Schoemakerstraat 97,  
tel. 015-37000.

} Rijswijk (Z.H.),  
Lange Kleiweg 5-167,  
tel. 015-38222.

Koudetechniek  
Ultrasnelle Fotografie

} Delft,  
Schieweg 14a,  
tel. 015-35395.

Fysische Meettechniek  
Reactortechnologie  
Stromingstechniek  
Chemisch Laboratorium

} Apeldoorn,  
Arnhemseweg 372,  
tel. 05760-31700.

50 MW-beproeving-  
circuit

} Hengelo (O.),  
Petroleumhavenstraat,  
tel. 05400-20163.

### Centrum voor Brandveiligheid TNO

Zie onder Instituut TNO voor Bouwmaterialen en  
Bouwconstructies.

### Centrum voor Metaalbewerking

Zie onder Metaalinstituut TNO.

### Gieterijcentrum TNO

Zie onder Metaalinstituut TNO.

### Houtinstituut TNO

Directeur: Drs. B. M. Roem;  
Plv. directeur: Dr. K. Griffioen.

Adres: TNO-complex Zuidpolder, Schoemakerstraat 97,  
Delft, tel. 015-37000.  
Postadres: Postbus 151, Delft. Telex 31453 zptno nl.

### Instrumentum TNO

Directeur: H. Plomp.

Bezoekadres: Curaçaostraat 2, Delft, tel. 015-40281/5.  
Postadres: Surinamestraat 2, Delft.

### Projectgroep Kernenergie TNO

Directeur-projectleider: Ir. A. H. de Haas van Dorsser.  
Adres: Laan van Nieuw-Oost-Indië 129-135, 's-Graven-  
hage, tel. 070-814821; Postadres: Postbus 614, 's-Gra-  
venhage.

### Kunststoffen- en Rubberinstituut TNO

Directeur: Dr. Ir. P. J. Bakker.  
Onderdirecteur: S. Pieterse

Adres: Schoemakerstraat 97, Delft, tel. 015-37000.  
Postadres: Postbus 71, Delft. Telex 31453 zptno nl.

### Instituut voor Leder en Schoenen TNO

Directeur: Ir. J. Roelofs Heyrmans.

Adres: Mr.-van-Coothstraat 55, Waalwijk,  
tel. 04160-33255. Telex 50502.

### Metaalinstituut TNO

(met inbegrip van het Gieterijcentrum en het Centrum  
voor Metaalbewerking)

Prof. Dr. Ir. C. A. Verbraak, directeur titulair.

Directie: Dr. H. H. Mooij  
(alg. dir. NO) wvd. directeur.

Ir. J. M. Nijpies } onderdirecteuren.  
Ir. J. L. Remmerswaal }

### Bezoekadressen

Gieterijcentrum en afd. lassen, solderen, opspuiten:  
Schoemakerstraat 97, Delft;

Centrum voor Metaalbewerking: Mijnbouwstraat 16a,  
Delft;

Alle andere afdelingen: Rotterdamseweg 139, Delft.

### Postadres

Voor alle afdelingen: Postbus 52, Delft.  
Telex 32269.

### Telefoon

Gieterijcentrum: 015-37000.

Afd. lassen, solderen, opspuiten: 015-37000 t. 2760.

Alle andere afdelingen: 015-21914.

#### **Nederlands Scheepsstudiecentrum TNO**

Directeur: C. A. Planten KTZT b.d.

Correspondentie-adres voor alle afdelingen (scheepsbouw, machinebouw, corrosie- en aangroeiwering):  
Leeghwaterstraat 5, Delft, tel. 015-32930.

Postadres: Postbus 29, Delft.

#### **Projectgroep Stromingsmachines TNO**

Directeur-projectleider: Ir. P. van Staveren.

Adres: Schoemakerstraat 97, Delft, tel. 015-37000.

Postadres: Postbus 406, Delft. Telex 31453 zptno nl.

#### **Verfinstituut TNO**

Directeur: Dr. R. Bult.

Adres: TNO-complex Zuidpolder, Schoemakerstraat 97, Delft, tel. 015-37000.

Postadres: Postbus 203, Delft. Telex 31453 zptno nl.

#### **Instituut TNO voor Verpakking**

Directeur: C. Hillenius.

Plv. directeur: Ir. W. P. Fornerod.

Adres: TNO-complex Zuidpolder, Schoemakerstraat 97, Delft, tel. 015-37000.

Postadres: Postbus 169, Delft. Telex 31453 zptno nl.

#### **Vezelinstituut TNO**

Directeur: Dr. H. J. Selling.

Onderdirecteur: Ir. F. L. J. van Lamoen.

Adres: TNO-complex Zuidpolder, Schoemakerstraat 97, Delft, tel. 015-37000.

Postadres: Postbus 110, Delft. Telex 31453 zptno nl.

Filiaal Vezelinstituut TNO „de Voorzorg”, Hengelosestraat 715, Enschede, tel. 05420-26861.

#### **Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO**

Directeur: Ir. P. D. van der Koogh.

Adres: Ezelsveldlaan 40, Delft, tel. 015-25934 en 25935.

#### **Instituut TNO voor Werktuigkundige Constructies**

Directeur: Ir. E. J. Diehl.

Plv. directeur: Ir. H. H. 't Hart.

Adres: Leeghwaterstraat 5, Delft, tel. 015-32930.

Postadres: Postbus 29, Delft.

Telex: 32786.

##### *Bezoekadressen:*

Laboratorium voor Stromingsmachines TNO  
Mercuriusweg 18, Waddinxveen, tel. 01828-5022

Vakgroep Dynamica (vml. Noordelijk Technisch Instituut), Rijksweg 24 (Esserberg), Haren (Gr.), tel. 050-47343, telex: 53549

#### **Voorlichtingscentrum Industriële Automatisering, Mechanisatie en Elektronica**

Adres: Leeghwaterstraat 5, Delft, tel. 015-32930.

Postadres: Postbus 29, Delft. Telex: 32786.

#### **Meetcentrum TNO**

Hoofd: Ir. H. Wieringa.

Adres: Leeghwaterstraat 5, Delft, tel. 015-32930.

Postadres: Postbus 29, Delft.

#### **AAN DE NIJVERHEIDSORGANISATIE TNO GELIEERDE STICHTINGEN**

##### **Proefstation voor Aardappelverwerking**

Directeur: Dr. J. Hofstee.

Adres: Rouaanstraat 27, Groningen,  
tel. 050-130341.

##### **Instituut voor Grafische Techniek TNO**

Directeur: J. F. Monroy.

Adres: Ter-Gouwstraat 1, Amsterdam-Oost,  
tel. 020-949525.

Postadres: Postbus 4150, Amsterdam.

##### **Meetinstituut Bemetel-TNO**

Wvd. directeur: Ir. H. Wieringa.

p.a. Leeghwaterstraat 5, Delft, tel. 015-32930.

Postadres: Postbus 29, Delft.

##### **Stichting Nederlands Instituut voor Lastechniek**

Directeur: Ir. E. H. Kruyt.

Adres: Zeestraat 62, 's-Gravenhage, tel. 070-600937.

##### **Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation**

Directie:

Prof. Dr. Ir. J. D. van Manen, directeur

A. H. Pastoor, Registeraccountant, adjunct-directeur  
financiën en personeel

Dr. Ir. J. P. Hooft, onderdirecteur zeegang en  
manoeuvres

Ir. J. J. Muntjewerf, onderdirecteur weerstand en  
voortstuwing

Dr. Ir. M. W. C. Oosterveld, onderdirecteur research  
en ontwikkeling

Adres: Haagsteeg 2, Wageningen, tel. 08370-19140\*.

Postadres: Postbus 28, Wageningen. Telex 45148.

##### **Instituut voor Textielreiniging TNO**

Directeur: Drs. K. J. Nieuwenhuis.

Adres: TNO-complex Zuidpolder, Schoemakerstraat 97,  
Delft, tel. 015-37000.

Postadres: Postbus 70, Delft. Telex 31453 zptno nl.

## II. VOEDINGSORGANISATIE TNO

### Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek TNO

(met inbegrip van het Nederlands Centrum voor Vlees-technologie)

Directeur: Dr. C. Engel; onderdirecteur: Dr. A. Gorter.  
Adres: Utrechtseweg 48, Zeist, tel. 03404-18411.

### Instituut voor Graan, Meel en Brood TNO

Directeur: Dr. G. Jongh; plv. directeur: Ir. D. de Ruiter.

Adres: Lawickse Allee 15, Wageningen tel. 08370-19051.  
Postadres: Postbus 15, Wageningen.

### Instituut voor Visserijproducten TNO

(Met inbegrip van de afdeling Materialen)

Directeur: Ir. J. J. Doesburg.  
Plv. directeur: H. Houwing ing.  
Adres: Dokweg 37, IJmuiden, tel. 02550-19022.  
Postadres: Postbus 183, IJmuiden.

### Researchgroep voor Vlees en Vleeswaren TNO

Voorzitter: Ir. H. de Boer.  
Secretaris: Prof. Ir. B. Krol.  
Adres: Utrechtseweg 48, Zeist, tel. 03404-18411.

### AAN DE VOEDINGSORGANISATIE TNO GELIEERDE STICHTINGEN

#### Nationaal Instituut voor Brouwergerst, Mout en Bier TNO

Directeur: Drs. W. J. Klopper.  
Adres: Polderstraat 10, Rotterdam-25, tel. 010-176755.

#### Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek van industriële biologische, biochemische en chemische producten

Directeur: Dr. Ir. P. van der Wal.  
Adres: Haarweg 8, Wageningen, tel. 08370-4851.

## III. RIJKSVERDEDIGINGSORGANISATIE TNO

### Physisch Laboratorium TNO

Directeur: Prof. Dr. Ir. H. J. Dirksen.  
Plv. directeur: Ir. M. W. van Batenburg (non-actief).  
Onderdirecteuren: Ir. A. J. Leenhouts en Ir. F. Möhring.  
Adres: Oude Waalsdorperweg 63, 's-Gravenhage,  
tel. 070-264221, Postadres: Postbus 2864. Telex 32397.

### Prins Maurits Laboratoria TNO

Adres: TNO-complex Plaspoelpolder  
Lange Kleiweg 5-167, Rijswijk (Z.H.), tel. 015-20330.  
Postadres: Postbus 45, Rijswijk 2100.  
Telex: 31101 pmtno nl.

De Prins Maurits Laboratoria TNO omvatten:

#### Medisch Biologisch Laboratorium TNO

Directeur: Prof. Dr. E. M. Cohen.  
Plv. directeur: Prof. Dr. Ir. A. Rörsch.

### Chemisch Laboratorium TNO

Directeur: Dr. A. J. J. Ooms.  
Adjunct-directeuren: Dr. H. Kienhuis en Ir. M. van Zelm.

### Technologisch Laboratorium TNO

Directeur: Dr. E. W. Lindeijer.  
Plv. directeur: Ir. H. L. Ligtenberg.

### Centraal Beheer Prins Maurits Laboratoria TNO

Directeur-beheerder: Dr. K. van Nès.

### Instituut voor Zintuigfysiologie TNO

Directeur: Dr. Ir. P. L. Walraven.  
Plv. directeur: Prof. Dr. Ir. R. Plomp.  
Adres: Kampweg 5, Postbus 23, Soesterberg,  
tel. 03463-1444 en 1494.

## IV. GEZONDHEIDSORGANISATIE TNO

### *Belast met de dagelijkse leiding:*

Dr. M. A. Bleiker.

### Instituut voor Gezondheidstechniek TNO

Directeur: Ir. D. van Zuilen;  
Plv. directeur: Ir. M. L. Kasteleijn.  
Adres: TNO-complex Zuidpolder, Schoemakerstraat 97,  
Delft, tel. 015-37000.  
Postadres: Postbus 214, Delft. Telex 31453 zptno nl.

### Medisch-Fysisch Instituut TNO

Directeur: Prof. Ir. D. H. Bekkering.  
Adres: Da Costakade 45, Postbus 5011, Utrecht,  
tel. 030-935141.

### Radiobiologisch Instituut TNO

Directeur: Prof. Dr. D. W. van Bekkum.  
Onderdirecteur: Prof. Dr. L. M. van Putten.  
Adres: Lange Kleiweg 151, Rijswijk (Z.H.),  
tel. 015-40930. Telex 32785 repgo nl.

### Nederlands Instituut voor Praeventieve Geneeskunde TNO

Directeur: Prof. Dr. J. A. C. de Kock van Leeuwen;  
Onderdirecteuren: Dr. J. M. L. Phaff, Dr. R. van de Vlist.  
Adres: Wassenaarseweg 56, Leiden, tel. 01710-5094.  
50944.  
Postadres: Postbus 124, Leiden.

### Instituut voor Experimentele Gerontologie TNO

Directeur: Dr. C. F. Hollander.  
Adres: Lange Kleiweg 151, Rijswijk (Z.H.), tel. 015-  
40930. Telex 32785 repgo nl.

### Werkgroep Tuberculine-onderzoek TNO

Hoofd: Dr. M. A. Bleiker.  
Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814481.  
Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

#### Werkgroep TNO Tand- en Mondziekten

Hoofd: Drs. Tj. Pot.

Adres: p/a Laboratorium voor Microbiologie der Rijksuniversiteit, Catharijnesingel 59, Utrecht, tel. 030-313347.

#### Werkgroep Keuring van Tandheelkundige Materialen TNO

Hoofd: Ir. H. P. L. Schoenmakers.

Adres: p/a Tandheelkundig Instituut van de Rijksuniversiteit, Jutphaaseweg 7, Postbus 7009, Utrecht, tel. 030-881411.

#### Werkgroep Klinisch Geneesmiddelenonderzoek TNO

Hoofd: Dr. F. A. Nelemans.

Adres: Leyweg 291, 's-Gravenhage, tel. 070-299156 en 299157.

#### Atherosclerose-Werkgroep TNO

Directeur: Dr. P. Brakman.

Adres: p/a Gaubius-Instituut der Rijksuniversiteit, Heerenstraat 5d, Leiden, tel. 01710-31345 en 34548.

#### Werkgroep Bejaardenonderzoek TNO

Hoofd: Dr. R. J. van Zonneveld.

Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage, tel. 070-814481. Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

#### Werkgroep TNO Epidemiologie van CARA

Hoofd: Dr. R. van der Lende.

Adres: p/a Interne Kliniek, afd. Longziekten, Academisch Ziekenhuis, Oostersingel 59, Groningen, tel. 050-39123.

#### Werkgroep TNO voor Klinische Neurofysiologie

Hoofd: Dr. O. Magnus.

Plv. hoofd: Dr. E. J. Jonkman.

Adres: p/a St. Ursulakliniek, Eikenlaan 3, Wassenaar, tel. 01751-9441.

#### Commissie voor Arbeidsgeneeskundig Onderzoek TNO (CARGO)

Voorzitter: Prof. J. de Groot.

Secretariaat: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage, tel. 070-814481.

Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

Coördinator: Dr. J. Jongh.

Adres: p/a Medisch-Fysisch Instituut TNO, Da Costa kade 45, Postbus 5011, Utrecht, tel. 030-935141.

Laboratorium voor Ergonomische Psychologie TNO.

Hoofd: Dr. J. W. H. Kalsbeek.

Adres: Zuiderzeeweg 10, Amsterdam-O., tel. 020-927001

#### Centraal Proefdierenbedrijf TNO

Directeur: Drs. J. C. J. van Vliet.

Adres: Woudenbergseweg 25, Zeist, tel. 03439-448.

Postadres: Postbus 167.

#### Radiologische Dienst TNO

Hoofd: Prof. Dr. J. J. Went.

Dosimetriedienst en Whole Body Counter:

Drs. H. W. Julius Jr.

Medisch speurwerk: Dr. L. H. M. van Stekelenburg.

Adres: Utrechtseweg 310, Arnhem, tel. 085-457057.

#### Commissie Landelijk Epilepsie-Onderzoek TNO (CLEO)

Voorzitter: Dr. K. F. Kerrebijn.

Secretariaat: Juliana van Stolberglaan 148,

's-Gravenhage, tel. 070-814481 (toestel 324)

Coördinator: Dr. H. Meinardi.

Adres: „Meer en Bosch”, Achterweg 5, Heemstede.

Telefoon: 023-286750.

### Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek TNO

*Leden:* Prof. Dr. H. Veldstra, voorzitter, Prof. Dr. G. P. Baerends, Dr. Ir. G. de Bakker, Prof. Ir. M. L. 't Hart, Prof. Dr. E. W. Hofstee, Ir. J. A. Knobbout, Ir. J. van Mameren, Drs. G. J. W. van der Meij, Prof. Dr. Ir. P. Buringh, Prof. Dr. S. R. Numans, Ir. J. W. Wellen, Prof. Dr. J. de Wilde, Ir. G. Wansink, secretaris.

*Adviserend lid:* Prof. Dr. J. G. ten Houten.

*Postadres:* Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage. Postbus 297, 's-Gravenhage.

*Adres voor bezoekers:* Adelheidstraat 84, 's-Gravenhage. Tel. 070-848300.

De Nationale Raad heeft tot taak te bevorderen dat het toegepast wetenschappelijk onderzoek op de meest doelmatige wijze wordt dienstbaar gemaakt aan de landbouw en daartoe desgevraagd of eigener beweging te bevoegder plaatselijke advies uit te brengen.

De Nationale Raad bevordert ten aanzien van het landbouwkundig onderzoek

- een goede inrichting,
- samenwerking en overleg,
- een goede relatie met het overig wetenschappelijk onderzoek.

De Nationale Raad heeft o.m. tot taak:

- het bestuderen of doen bestuderen van de wetenschappelijke, organisatorische en economische aspecten van het landbouwkundig onderzoek,
- een systematische registratie van alle onderzoeksprojecten ten behoeve van de landbouw,
- het periodiek opstellen van een overzicht van de resultaten van het onderzoek en van de behoeften aan onderzoek,
- het tot stand komen van gemeenschappelijke voorzieningen, die voor het gehele landbouwkundig onderzoek van belang kunnen zijn.

#### Commissies en Werkgroepen

##### *Adviescommissie Organisatie Technische Diensten TNO*

Voorzitter: G. I. Roos.

Secretaris: Drs. A. M. K. van Beek.

Adres: Dr. S. L. Mansholtlaan 12, Wageningen, tel. 08370-19143.

##### *Adviescommissie Analytische Toerusting TNO*

Voorzitter: Prof. Dr. G. Dijkstra.

Secretaris: Drs. K. H. P. Broer.

Adres: Analytisch Chemisch Laboratorium der R.U., Croesestraat 77A, Utrecht, tel. 030-880611, toestel 96.



*Commissie Fytotrons TNO*

Voorzitter: Prof. Dr. Ir. J. Doorenbos.  
Secretaris: Dr. Ir. H. N. Hasselo.  
Adres: 1<sup>e</sup> Van den Boschstraat 4, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814141.

*Contactcommissie voor Bodembioogie TNO*

Voorzitter: Dr. J. Doeksen.  
Secretaris: Mej. Drs. S. de Boer.  
Adres: Centrum voor Plantenfysiologisch Onderzoek,  
Bornsesteeg 47, Wageningen, tel. 08370-19012.

*Coördinatiecommissie Bestrijding en Voorkoming van Ziek-  
ten en Plagen in de Bodem (Bodempathogenen) TNO*

Voorzitter: Prof. Ir. M. L. 't Hart.  
Secretaris: Dr. Ir. H. Hoestra.  
Adres: Binnenhaven 15, Wageningen, tel. 08370-89111.

*Commissie Plantenregulatoren TNO*

Voorzitter: Prof. Dr. Ir. J. Doorenbos.  
Secretaris: Dr. A. C. Posthumus.  
Adres: Centrum voor Plantenfysiologisch Onderzoek,  
Bornsesteeg 47, Wageningen, tel. 08370-19012.

*Coördinatiecommissie Onkruidbestrijding TNO*

Voorzitter: Ir. H. J. de Bruin.  
Secretaris: Dr. Ir. W. van der Zweep.  
Adres: Bornsesteeg 65, Wageningen, tel. 08370-19121.

*Coördinatiecommissie Grondbewerking TNO*

Voorzitter: Prof. Ir. H. Kuipers.  
Adres: Diedenweg 20, Wageningen, tel. 08370-89111.

*Commissie Onderzoek Minerale Voeding TNO*

Voorzitter: Ir. Ch. H. Henkens.  
Secretaris: Ir. J. Hartmans.  
Adres: Bornsesteeg 65, Wageningen, tel. 08370-19121.

*Commissie van Overleg voor het Schapenonderzoek TNO*

Voorzitter: Prof. J. Mol.  
Secretaris: Drs. N. F. Werkman.  
Adres: 1e v/d Boschstraat 4, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814141.

*Coördinatiecommissie Melkwinning TNO*

Voorzitter: Prof. Ir. E. A. Vos.  
Secretaris: Ir. A. P. Verkaik.  
Adres: Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage  
tel. 070-848300.

*Werkgroep Inwendige Therapie van Plantenziekten TNO*

Voorzitter: Prof. Dr. Ir. J. Dekker.  
Adres: Laboratorium voor Fytopathologie, Binnenha-  
ven 9, Postbus 85, Wageningen, tel. 08370-89111.

*Werkgroep onderzoek bestrijding Aardappelcystenaaltje  
TNO*

Voorzitter: Dr. J. G. ten Houten.  
Secretaris: J. Kort.  
Adres: Geertjesweg 15, Wageningen, tel. 08370-19001.

*Coördinatiecommissie geïntegreerde bestrijding  
van plagen TNO*

Voorzitter: Dr. N. van Tiel.  
Secretaris: Ir. H. Veenstra.  
Adres: Adelheidstraat 84, 's-Gravenhage,  
tel. 070-848300.  
Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.  
Voorzitter College van Sectievoorzitters: Prof. Dr. D. J.  
Kuenen.  
Adres: Kemperbergerweg 11, Arnhem, tel. 085-452991.

*Commissie Domesticatie Paddestoelen TNO*

Voorzitter: Dr. Ir. H. N. Hasselo.  
Secretaris: Ir. P. J. Stadhouders.  
Adres: Laboratorium Domesticatie Paddestoelen TNO,  
Hourthei 1, Maasbree (L), tel. 04765-700.

*Afdeling Diergeneeskunde TNO*

Voorzitter: J. M. van den Born.  
Secretaris: Drs. N. F. Werkman.  
Adres: 1e v.d. Boschstraat 4, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814141.

*Leverbotcommissie TNO*

Voorzitter: Prof. Dr. D. Swierstra.  
Secretaris: Drs. N. F. Werkman.  
Adres: 1e v.d. Boschstraat 4, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814141.

*Werkgroep Leucose bij Pluimvee TNO*

Voorzitter: Prof. Dr. W. K. Hirschfeld.  
Secretaris: Drs. N. F. Werkman.  
Adres: 1e v.d. Boschstraat 4, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814141.

*Commissie voor Steriliteitsonderzoek bij Rundvee TNO*

Voorzitter: Prof. Dr. C. H. W. de Bois.  
Secretaris: Drs. N. F. Werkman.  
Adres: 1e v.d. Boschstraat 4, 's-Gravenhage,  
tel. 070-814141.

*Commissie Landbouwdocumentatie en -informatie TNO*

Voorzitter: Ir. D. J. Maltha.  
Secretaris: Ir. H. Veenstra.  
Adres: Adelheidstraat 84, 's-Gravenhage,  
tel. 070-848300.  
Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

*Werkgroep TNO voor Onderzoek Irrigatie met Afvalwater  
Aardappelmeelfabrieken*

Voorzitter: Prof. Dr. C. van den Berg.  
Secretaris: Ir. H. Veenstra.  
Adres: Adelheidstraat 84, 's-Gravenhage,  
tel. 070-848300.  
Postadres: Postbus 297, 's-Gravenhage.

# TNO-nieuws

Orgaan van de Organisatie voor  
Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek

*Redactie:* Drs. F. W. B. Engler en J. A. Jochems, Juliana van Stolberglaan 148, Postbus 297, 's-Gravenhage, tel. 070-814481.

*Abonnement:* f 20,— + f 0,80 BTW = f 20,80 per jaar; buitenland f 25,—.

*Losse nummers:* f 2,60 (incl. 4<sup>o</sup>/<sub>o</sub> BTW).

*Verschijning:* maandelijks.

*Administratie, abonnementen, advertenties:*

Uitgeverijmij Kruyt N.V., Groot Hertoginnelaan 28, Bussum, tel. 02159 - 16241\*, giro nr. 142554.

*Druk:* Verweij - Mijdrecht, telefoon 02979 - 1251\*.

*Overneming* uit dit blad is geoorloofd na verkregen toestemming; aanvragen daartoe zijn te richten tot de redactie.

De redactie stelt prijs op *toezending* van een exemplaar van de publikaties waarin dit blad wordt geciteerd.

JAARGANG 27

NR. 6

JUNI 1972

Indien U inlichtingen wenst over de organisatie TNO, de instituten en de werkgebieden kunt U zich wenden tot de:

Afdeling In- en Externe Betrekkingen TNO  
Juliana van Stolberglaan 148, 's-Gravenhage.  
Postbus 297 - Telefoon 070 - 81 44 81

Indien U vrijblijvend overleg wenst over eventuele inschakeling van TNO kunt U zich in eerste instantie wenden tot de Afdeling Industrieel Contact TNO, postbus 215, Delft, tel. 01730 - 3 70 00, telex 31453 (TNO Zuidpolder, Delft).

## INHOUD

	Blz.
G. J. SIZOO: <i>Na vijf en twintig jaar</i> . . . . .	234
<i>De Rijksverdedigingsorganisatie TNO en haar werkzaamheden</i> . . . . .	237
K. VAN NES: <i>Professor Sizoo 25 jaar voorzitter RVO</i> . . . . .	240
KTZ. R. H. KERKHOVEN: <i>De betekenis van de Rijksverdedigingsorganisatie TNO</i> . . . . .	243
Dr. A. J. J. OOMS: <i>Wapenbeheersing, wapenbeperking, ontwapening</i> . . . . .	247
H. J. LEEBEEK: <i>Ergonomie in een havenmond</i> . . . . .	254
J. J. VOS: <i>Laserstraling en netvliesschade</i> . . . . .	260
Ir. A. N. DE JONG: <i>Infrarood: Nieuwe mogelijkheden en waarneming bij dag en bij nacht</i> . . . . .	265
Dr. J. SNIEDER: <i>Nieuwe radarantennes met elektronisch gestuurde bundels</i> . . . . .	269
Ir. P. C. VAN DER GEEST: <i>Satellietcommunicatie ten dienste van mobiele militaire stations</i> . . . . .	277

Ir. J. M. H. G. BROUWERS: <i>Gebruik van de computer bij het ontwerp van elektronische schakelingen</i> .....	282	Ir. J. H. JANSSEN: <i>Watergalmassin</i> .....	327
O. L. WOLTHUIS en E. MEETER: <i>Onderzoek naar de behandeling van vergiftiging met strijdgassen of insecticiden van het organofosfaat type</i> .....	285	Dr. Ir. P. H. VAN LENT: <i>Toepassingsmogelijkheden van staalsoorten met verhoogde sterkte voor de scheepsbouw</i> .....	330
Ir. G. DE MIK: <i>De kiemdodende werking van luchtverontreinigende componenten</i> .....	291	Ir. H. J. RATERINK: <i>Optische methoden voor het contactloos meten van verplaatsingen en snelheden met behulp van lasers</i> .....	333
Dr. A. WESTERVELD: <i>Genetisch onderzoek aan gekweekte cellen van zoogdier en mens</i> ..	296	Ir. R. REGOORD: <i>Verende stoelen als bescherming van zittende bemanningsleden tegen de gevolgen van onderwaterexplosies</i> .....	337
Ir. A. W. BARENDZ: <i>Detectie en bepaling van enkele toxische milieuverontreinigingen</i> ..	300	A. BERENDSEN: <i>Verfonderzoek t.b.v. de krijgsmacht</i> .....	341
C. DE BORST: <i>De synthese van radioactief gemerkte, toxische verbindingen</i> .....	305	Dr. E. W. HELLENDOORN en Dr. L. LUYKEN: <i>Voedingsonderzoek t.b.v. de Nederlandse krijgsmacht</i> .....	343
Dr. J. MEDEMA: <i>De katalytische ontleding van toxische stoffen</i> .....	310	TNO-publikaties .....	345
H. J. PASMEN: <i>Munitiebeproeving</i> .....	314	Boekbesprekingen .....	349
E. W. LINDEIJER: <i>Explosiviteit, gevoeligheid, stabiliteit en verenigbaarheid</i> .....	320	Berichten .....	351
G. BROEKSTRA: <i>Schokgolven</i> .....	324	[Directie Metaal Instituut TNO (351); TNO en de ontwikkelingslanden (351); 7e Internationale elektrowarmtecongres (352); Voorzitterschap Nijverheidsorganisatie TNO (352).]	

*Namen en adressen TNO: Zie voorgaande bladzijden.*

# Na vijf en twintig jaar

G. J. SIZOO

De Rijksverdedigingsorganisatie TNO mag in het jaar 1972 terugzien op een 25-jarige periode van werkzaamheid op het gebied, dat in zijn volledige naam als het „toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek ten behoeve van de rijksverdediging” wordt aangeduid en dat in het spraakgebruik kortweg „defensiere-search” wordt genoemd. Weliswaar geldt krachtens de desbetreffende ministeriële beschikking de datum van 6 juli 1946 als de datum van oprichting van deze bijzondere TNO-organisatie, maar de officiële installatie van het bestuur vond eerst plaats op 12 juli 1947, in een daartoe opzettelijk belegde vergadering van het bestuur van de Centrale Organisatie TNO. Het begin der werkzaamheden viel dus in 1947. Na vijf en twintig jaar bestaat er dan ook gerede aanleiding dit feit te herdenken en, ook buiten de kring van de direct daarbij betrokkenen, enige aandacht te vragen voor het werk van deze TNO-organisatie en voor de plaats, die zij zich in de achterliggende periode in het maatschappelijk bestel heeft verworven.

Dank zij de welwillende medewerking van de Afdeling In- en Externe Betrekkingen TNO en de redactie van het TNO-Nieuws, kon dit worden gerealiseerd door een nummer van dit tijdschrift grotendeels te wijden aan wetenschappelijke onderzoeken, die door — of in opdracht van — de RVO-TNO ten dienste van de landsverdediging zijn en worden uitgevoerd.

Bij de keuze der onderwerpen is er niet naar gestreefd een volledig beeld te geven van de werkzaamheden der RVO-TNO. Veel meer heeft het in de bedoeling gelegen, dat elk der bijdragen zou kunnen dienen als voorbeeld ter illustratie van hetgeen defensiere-search kan inhouden. Daarbij wordt dan gehoopt, dat een lezer, die zich de moeite wil getroosten althans van een aantal van deze voorbeelden kennis te nemen, zich een redelijke voorstelling zal kunnen vormen van de volledige legpuzzle, waarvan hem slechts een aantal losse stukken zijn getoond. Daarbij kan hem dan nog de overweging van dienst zijn, dat de „legpuzzle van het werkprogramma” van een organisatie voor defensiere-search niet wordt ontworpen om de onderzoekers aangenaam bezig te houden, maar dat dit programma in al zijn onderdelen samenhangt met de „puzzles” en „troubles” die zich binnen het defensie-apparaat voordoen en voor de oplossing waarvan wetenschappelijk onderzoek van nut kan zijn. Defensiere-search vindt immers zijn doel niet in zich zelf en stelt ook niet naar eigen inzicht en believen zijn oogmerken vast.

Defensiere-search vervult in het geheel van het verdedigingsstelsel een dienende functie en speelt daarin een bijstand verlenende rol. Zijn taak omvat het verrichten van wetenschappelijk onderzoek, dat gericht is op de doelmatigheid van de personele en materiële voorzieningen van het defensie-apparaat. Evenzeer behoort tot zijn taak het verlenen van wetenschappelijke bijstand en raadgeving aan de autoriteiten en instanties, die verantwoordelijk zijn voor het in stand houden van dit apparaat en — zo het onverhoopt ooit noodzakelijk zou blijken — voor het gebruik ervan in een gewapend conflict.

De ver doorgevoerde technificering en „verwetenschappelijking” van het verdedigingssysteem, gepaard met het snelle tempo waarin zich tegenwoordig de ontwikkeling van het wetenschappelijk onderzoek voltrekt, hebben tijdens en na de tweede oorlog allerwegen geleid tot de overtuiging, dat een afzonderlijke sector voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek een onmisbare component in de structuur van het defensie-apparaat is geworden.

Het behoeft geen betoog, dat zulk een research-sector zijn taak alleen dan op doelmatige wijze zal kunnen vervullen, wanneer hij zowel op beleidsniveau als in het uitvoerende vlak in voortdurende en zeer nauwe wisselwerking staat met het verdedigingsapparaat.

Anderzijds dient de research-sector zodanig te zijn georganiseerd dat voldoende zelfstandigheid en af-

zondering behouden blijven om geconcentreerde en continue wetenschappelijke arbeid mogelijk te maken in een werkklimaat waarin de creativiteit en vindingskracht van de onderzoekers tot hun recht kunnen komen.

Het is een alleszins gedenkwaardig feit dat, toen ook in Nederland direct na het einde van de tweede wereldoorlog de behoefte aan een organisatie voor defensieresearch naar voren kwam, aan de genoemde tweërlei voorwaarden kon worden voldaan op de basis van een gereedliggende wet en binnen het kader van een bestaande organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek ten behoeve van het „algemeen belang”. Deze merkwaardige wet was de TNO-wet van 30 oktober 1930, waarbij de Centrale Organisatie TNO in het leven werd geroepen en de mogelijkheid tot het oprichten van Bijzondere Organisaties TNO werd geopend. Tot de zeven ministers die deze wet hadden gecontrasigneerd, behoorde ook de toenmalige minister van defensie. Gebruik te maken van deze wet lag dus wel voor de hand. Niettemin getuigt het van grote besluitvaardigheid van de bij het overleg over deze zaak betrokken instanties en bewindlieden, dat het dagelijks bestuur van de Centrale Organisatie reeds op 21 maart 1946, dus nog geen jaar na de bevrijding, een schrijven kon richten tot de „Voorzitter van de Minister-raad, tevens belast met de algemene oorlogvoering van het Koninkrijk”, waarin de oprichting van een „Bijzondere Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek ten behoeve van de rijksverdediging” in overweging werd gegeven en dat deze organisatie nog geen 4 maanden later bij ministeriële beschikking in het leven werd geroepen.

Klaarblijkelijk was in die periode de vraag of defensieresearch wel een geoorloofde bezigheid is, nog niet aan de orde. In de laatste jaren is deze vraag wel naar voren gekomen, soms in het kader van het algemene probleem van de verantwoordelijkheid van de natuuronderzoeker, soms in samenhang met de vrees voor het „militair-industriële complex”, soms gebaseerd op pacifistische afwijzing van alle wapenverdediging.

In de discussies over deze vraag treedt vaak velerlei misverstand aan den dag omtrent hetgeen defensieresearch in werkelijkheid is en bedoelt te zijn. Pogingen dit wanbegrip weg te nemen door het verstrekken van informatie hebben soms wel succes, maar stuiten even vaak op een vooropgesteld wantrouwen, gegrond in de onderstelling, dat de zegsman krachtens zijn functie de waarheid niet spreken kan of mag. Deze verschijnselen doen zich niet alleen in Nederland voor en staan ook niet op zich zelf. Zij hangen samen met de wijd verbreide kritische instelling tegenover de huidige maatschappijstructuur en met de bij velen levende onbestemde vrees voor de in deze structuur werkzame „machten”, die de samenleving „manipuleren”.

Dat in Nederland met name aan de universiteiten in de laatste jaren veel en vaak met grote ernst gesproken wordt over de verantwoordelijkheid van de natuuronderzoeker, is op zich zelf een verheugend verschijnsel. Dat daarbij ook vaak medewerkers van de Rijksverdedigingsorganisatie werden uitgenodigd, hetzij als sprekers, hetzij ter deelneming aan de discussies en dat daaruit dan niet zelden bezoeken aan haar laboratoria voortvloeiden, wordt van de zijde van deze organisatie zeer gewaardeerd. De ervaring leert, dat deze contacten ertoe kunnen bijdragen onjuiste voorstellingen omtrent haar doelstellingen en werkzaamheden weg te nemen en begrip te kweken voor het feit, dat een natuuronderzoeker, niet ondanks, maar juist uit hoofde van zijn verantwoordelijkheid voor de samenleving, op het gebied van de defensieresearch werkzaam kan zijn. Natuurlijk houdt dit een keuze in, die gebaseerd moet zijn op de overtuiging, dat het in stand houden van een nationaal verdedigingssysteem in bondgenootschap met andere naties in de huidige internationale verhoudingen een noodzakelijkheid is.

Wanneer deze overtuiging aanwezig is, dan is het met enige kennis van zaken niet zo moeilijk meer om ook in te zien, dat het een verantwoorde zaak is, wanneer van het totale bedrag, dat door het Nederlandse volk jaarlijks voor dit doel op de rijksbegroting beschikbaar wordt gesteld, ongeveer 1% wordt besteed voor wetenschappelijk onderzoek, dat erop gericht is de doelmatigheid van de besteding van de overige 99% te bevorderen.

Wie aan dit onderzoek wil medewerken moet daarbij ook het paradoxale feit aanvaarden, dat hij voortdurend zijn aandacht zal moeten vestigen op situaties waarvan hij, in gemeenschap met het gehele Ne-

derlandse volk, vurig hoopt dat zij zich nooit zullen voordoen. Het inzicht in het niet minder paradoxa-  
le feit, dat in de huidige internationale omstandigheden het in stand houden van een verdedigingsstelsel  
nog altijd een noodzakelijke voorwaarde is voor het behoud van de vrede, zelfs voor het voeren van  
zinvolle onderhandelingen over wapenbeheersing, wapenvermindering en ontwapening, kan hem daarbij  
wel van dienst zijn. Het feit, dat een aantal medewerkers van de Rijksverdedigingsorganisatie, als advi-  
seur van het Ministerie van Buitenlandse Zaken, dank zij hun in de defensieresearch verkregen deskun-  
digheid een reële bijdrage hebben kunnen leveren tot de in Genève gehouden besprekingen inzake de  
uitsluiting van de biologische en de beperking van de chemische wapens, strekt dan ook de gehele orga-  
nisatie tot voldoening.

In de laatste jaren is in toenemende mate gebleken, dat de specifieke wetenschappelijke kennis en inzicht-  
ten die binnen het kader van defensieresearch zijn verkregen, tal van aanknopingspunten bieden voor  
het wetenschappelijk onderzoek, dat noodzakelijk is voor de oplossing van de problemen, waarvoor de  
moderne maatschappij zich geplaatst ziet. Onderwerpen als technische menskunde („human engineer-  
ing”), verkeersveiligheid, explosieveiligheid, milieutoxicologie e.d. vallen hier in het bijzonder te noemen.  
Dit heeft tot gevolg, dat door overheidsinstanties, maatschappelijke instellingen en het bedrijfsleven veel-  
vuldig een beroep wordt gedaan op de laboratoria der Rijksverdedigingsorganisatie om de daarin aan-  
wezige expertise en researchcapaciteit ter beschikking te stellen voor onderzoek ten behoeve van de hen  
regarderende problemen.

Voor zover de doelmatigheid van de uitvoering van haar eigenlijke taak daardoor niet in het gedrang  
komt, wordt door de RVO-TNO aan zodanig beroep gaarne gevolg gegeven. In het totaal van haar  
researchprogramma nemen de opdrachten uit de „civiele sector” slechts een zeer bescheiden plaats in en  
dat zal ook wel zo moeten blijven. Niettemin is het voor haar een reden tot voldoening, dat ook zij, al  
is het dan in geringere omvang dan haar zusterorganisaties, een bijdrage mag leveren tot het weten-  
schappelijk onderzoek ten dienste van het welzijn der samenleving in vreedestijd.

# De Rijksverdedigingsorganisatie TNO en haar werkzaamheden

De Rijksverdedigingsorganisatie TNO heeft krachtens haar statuten tot taak „te bevorderen, dat het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek op de doelmatigste wijze wordt dienstbaar gemaakt aan de rijksverdediging”.

Zij beschikt voor haar onderzoeken over vijf eigen laboratoria, t.w. het Fysisch Laboratorium TNO, het Medisch Biologisch Laboratorium TNO, het Chemisch Laboratorium TNO, het Technologisch Laboratorium TNO en het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO. Voor daartoe in aanmerking komende onderzoeken maakt zij daarnaast gebruik van de diensten van verscheidene laboratoria van de andere TNO-organisaties. Met een aantal daarvan zijn in de loop der jaren vaste relaties opgebouwd, zodat de van geval tot geval verlangde werkzaamheden binnen het kader van een doorlopende algemene opdracht kunnen worden opgedragen.

Het *Fysisch Laboratorium TNO* werd in 1927 opgericht als Fysisch Laboratorium van het Ministerie van Oorlog. In 1948 werd het, overeenkomstig art. 26 van de TNO-wet overgedragen aan de Rijksverdedigingsorganisatie TNO.

Het verricht werkzaamheden op het gebied van operationele research, elektronica en natuurkunde.

Deze werkzaamheden zijn gericht op technisch-wetenschappelijke ondersteuning van de materieelvoorziening en het materieelgebruik van de krijgsmacht. De volgende onderwerpen geven een aanduiding van de werkterreinen: nachtzien en warmtebeeldtechnieken, lasers, radar met elektronisch gestuurde bundel, radarcamouflage, metingen van zee- en landclutter, satelliet-communicatie, transpondersystemen, automatisering gevechts-informatiesystemen, sonarapparatuur, numerieke signaalverwerking, mijnenbestrijding, elektronische tegenmaatregelen.

Het *Medisch Biologisch Laboratorium TNO* werd in 1947, op initiatief van de Geneeskundige Dienst van de Koninklijke Landmacht, opgericht door de RVO-TNO.

In dit laboratorium wordt onderzocht op welke wijze het levend organisme kan worden beschermd tegen schadelijke effecten van straling en van chemische en biologische agentia. De onderzoeken vinden plaats op verschillende niveaus, t.w.: het intacte organisme, geïsoleerde organen, gekweekte cellen en enzymsystemen. Bestudeerd worden de effecten van straling op het immuunapparaat en op de bloedvormende weefsels. Bovendien wordt het effect van straling op de genetische informatie van zoogdiercellen, bacteriën en virussen onderzocht; dit betreft zowel de veroorzaakte schade als de herstelmechanismen waarover het organisme beschikt.

Wat betreft chemische agentia wordt onderzoek gedaan, gericht op het verbeteren van de therapie tegen vergiftiging met cholinesterasemmers. Daarnaast is in studie de mutagene werking van milieuverontreinigingen op weefselcel, bacterie en virus. Onderzoek wordt gedaan over het beschermend effect van immunisatie via de ademenwegen tegen aerogene besmetting met bacteriën en virussen en over de invloed van luchtverontreinigingen op het overleven van bacteriën. Voorts zijn in studie stralingshygiëne, stralingsdosimetrie, ontsmetting van de huid na contact met strijdgassen, bepaling van de effectiviteit van gasmaskers in het tegenhouden van aerosolen van bacteriën en virussen en het mechanisme van en de therapie tegen shock.

In verband met het gevaar voor epidemieën wordt een uitgebreide documentatie bijgehouden over herkennen en bestrijden van infectieziekten.

Het *Chemisch Laboratorium TNO* werd in 1939 opgericht als Centraal Laboratorium van het Hoofdkwartier van de Opperbevelhebber van Land- en Zeemacht. In 1948 werd het, ingevolge art. 26 van de TNO-wet, overgedragen aan de RVO-TNO.

Het houdt zich voornamelijk bezig met het onderzoek inzake de eigenschappen van en de bescherming tegen toxische stoffen in het milieu. Dit onderzoek, oorspronkelijk geheel gericht op de bescherming tegen chemische strijdmiddelen, heeft thans mede betrekking op de milieuverontreiniging in de maatschappij in vreedstijd.

Het werkterrein omvat de bestudering van het werkingsmechanisme van toxische stoffen als basis van de ontwikkeling van profylactica en therapeutica, de ontwikkeling van detectie- en alarmeringssystemen, evaluatie en ontwikkeling van beschermingsmiddelen en de ontwikkeling van ontsmettings- en reinigingsmiddelen en procedures.

Het *Technologisch Laboratorium TNO* werd omstreeks 1880 opgericht als Scheikundig Laboratorium van het Staatsbedrijf der Artillerie-inrichtingen. In de jaren 1943-1948 ressorteerde het onder de Centrale Organisatie TNO als „TNO-laboratorium Poortlandlaan”. In 1949 werd het door de Centrale Organisatie overgedragen aan de Rijksverdedigingsorganisatie TNO.

De door dit laboratorium verrichte onderzoeken hebben in hoofdzaak betrekking op explosieve stoffen en processen. Ten behoeve van de bewaking van militaire voorraden worden de factoren, die de chemische en ballistische stabiliteit van kruit bepalen, onderzocht. In het kader van de functioneringscontrole van munitie wordt o.a. onderzoek verricht inzake de ontsteking en verbranding van de kruitlading, de detonatieketen en de verscherving van granaten. Veel aandacht wordt gegeven aan de studie van schokgolven, omdat deze zowel bij de detonatie van een springstof als bij de uitwerking van explosies een essentiële rol spelen.

Naast de werkzaamheden, die verband houden met militaire toepassingen van explosieve stoffen, wordt ook onderzoek verricht inzake de explosiegevaarlijkheid van industriële producten bij fabricage, transport en gebruik.

Voor dit onderzoek, dat erop gericht is de explosieveiligheid in het maatschappelijke leven te bevorderen, is in 1970 een samenwerkingsverband met drie laboratoria van de Nijverheidsorganisatie TNO tot stand gekomen.

De laatste drie van de hiervoor genoemde laboratoria zijn ondergebracht in één gebouw, dat bij de officiële ingebruikneming in 1957 de naam Prins Mauritsgebouw verkreeg. Zij worden daarom gezamenlijk als de Prins Mauritslaboratoria TNO aangeduid.

Voor het technisch en administratief beheer van deze laboratoria werd in 1965 een centraal orgaan gevormd, dat als het *Centraal Beheer der Prins Mauritslaboratoria TNO* wordt aangeduid.

In het bijzonder heeft het Centraal Beheer tot taak de samenwerking en coördinatie tussen de drie laboratoria te bevorderen, zodat het gezamenlijk potentieel van de personele en materiële voorzieningen op de meest doelmatige wijze dienstbaar wordt gemaakt aan het geheel van de wetenschappelijke onderzoeken, die aan de instituten zijn opgedragen.



Het *Instituut voor Zintuigfysiologie TNO* is ontstaan uit de in 1949 door de RVO-TNO ingestelde werkgroep Waarneming. Sinds 1956 functioneert het als instituut onder de naam Instituut voor Zintuigfysiologie TNO. Het houdt zich bezig met onderzoeken op het gebied van de waarneming, het verwerken van de aldus via de zintuigen binnengekomen informatie door de hersenen tot een beslissing en de daaruit voortvloeiende handeling.

De volgende onderwerpen geven een indicatie van het werkkterrein: kleurenzien, dieptezien, evaluatie van helderheidsversterkers, patroonherkenning, gehoorbescherming tegen lawaai van wapens, spraakverstaanbaarheid, automatische spraakherkenning, sturen van grote schepen, meten van mentale belasting en vermoeidheid, ontwerpen van werkruimten, zoals navigatiebruggen en commando-centrales, verlichtingssystemen, ergonomie, verkeersresearch met betrekking tot de relaties mens-voertuig en mens-weg.

Samenvattend kunnen de onderzoeken van het IZF ondergebracht worden in de cyclus waarnemen → verwerken → beslissen → handelen.

De onderzoeken, die door *andere TNO-laboratoria* in opdracht van de RVO-TNO worden verricht, betreffen in het algemeen onderwerpen, die wel voor de krijgsmacht van belang zijn, maar die niet in specifieke zin een militair karakter dragen, zoals bijvoorbeeld: voeding en voedingsmiddelen (CIVO), werktuigkundige constructies (IWECO), metalen, corrosie en conservering (Metaalinstituut), optische hulpmiddelen (TPD), kunststoffen (Kunststoffen en Rubberinstituut), verfstoffen (Verfinstituut), enz.

# Professor Sizoo 25 jaar voorzitter RVO

*Bij Koninklijk Besluit van 6 juni 1947 werd prof. Sizoo benoemd tot gewoon lid van het bestuur van de RVO-TNO en in de bestuursvergadering van 14 juni 1947 volgde zijn benoeming tot voorzitter van dat bestuur.*

*Prof. Sizoo viert dus dit jaar zijn 25-jarig jubileum als voorzitter van de RVO, terwijl hij op 1 juli 1972 deze functie neerlegt. In dit bijzondere nummer van TNO-nieuws mag dan ook niet een artikel ontbreken waarin aan deze feiten aandacht wordt geschonken. Het betreft niet zozeer prof. Sizoo's werk voor de RVO, want daar is de rest van dit jubileumnummer al vol van.*

Dr. G. J. Sizoo is in 1930, op 30-jarige leeftijd, benoemd tot gewoon hoogleraar in de natuurkunde aan de Vrije Universiteit te Amsterdam. Hij is een fysicus uit de beroemde Leidse school; na afronding van zijn studie werkte hij voordat hij het hoogleraarschap aanvaardde enkele jaren in het Natuurkundig Laboratorium van Philips, waar in die tijd de vermaarde prof. Holst nog de scepter zwaaide.

Prof. Sizoo was toentertijd één van het drietal jonge mannen, dat de docerende staf vormde van de in 1930 opgerichte faculteit der Wis- en Natuurkunde. Hij werd hoogleraar-directeur van een laboratorium dat er nog niet was, en dat hij geheel zelf moest opbouwen, inrichten en bemannen. De grote zelfstandigheid en vrijheid die hem in die tijd werden toevertrouwd, en die hem vormden tot de persoonlijkheid die hij is, zijn hem zijn leven lang bijgebleven; hij is er trots op dat hij die ervaring aan persoonlijke vrijheid heeft kunnen overplanten in de RVO-situatie.

Prof. Sizoo koos direct na zijn optreden als hoogleraar als zijn speciale werkgebied de radioactiviteit. Daarmee toonde hij zich niet alleen een meester in de beperking maar demonstreerde hij ook een voortreffelijke intuïtie en een vooruitziende blik: dit vak is immers uitgegroeid tot de huidige kernfysica, een hoofdgebied uit de natuurwetenschappen. Dat zich in de jaren dertig een ontwikkeling voltrok tot erkend en gewaardeerd hoogleraar, behoeft hier niet te worden uitgewerkt. Prof. Sizoo had als docent al spoedig een grote naam, dat heb ik zelf ervaren. Wij gingen bijvoorbeeld als chemici ook na het kandidaatsexamen nog naar zijn colleges, hoewel dat niet verplicht was. Ik herinner me zijn college trillingsleer, op zaterdagmorgen. Steeds een volle zaal; boeiende, soms gewaagde, experimenten, helder, uitstekend voorbereid betoog, je kreeg het gevoel dat er een wereld voor je opening. Daar werden verbanden gelegd.

Maar niet alleen als fysicus maakte prof. Sizoo naam. Tot allerlei taken in universitair verband en daarbuiten werd hij geroepen. Vooral in de oorlogstijd kwam er meer kijken dan wetenschappelijk onderwijs en onderzoek. Dat onderwijs stond officieel aan het eind van de cursus 1942/43 geheel stil; de universiteit was gesloten. Represailles van Duitse kant bleven dreigen; maatregelen tegen docenten en confiskering van laboratorium-inrichting werden gevreesd. Tegen dat laatste werd een interessante maatregel genomen, die vermelding verdient nu prof. Sizoo TNO verlaat: per 1 juni 1943 werd een overeenkomst van kracht met de Centrale Organisatie TNO, waarbij de Vrije Universiteit het natuurkundig en scheikundig laboratorium met aanwezige werkkrachten en inventaris onder beheer van TNO stelde, zodat het geheel ter beschikking kwam voor onderzoek ten dienste van industrie en techniek. Prof. Sizoo was daarmee directeur van een TNO-laboratorium geworden. Dat het laboratorium, zij het dan ook ernstig onttakeld, het eind van de oorlog heeft gehaald is mede te danken aan de krachtige steun, die van het TNO-bestuur werd ontvangen.

Een opsomming van de taken van de voorzitter RVO kan hier beter achterwege blijven; en het is ook maar beter er niet naar te streven een complete schets te geven van de vitale, stijlvolle prof. Sizoo, die bij zijn secretariaat hoog op het voetstuk staat, die zonder ophef zijn gang gaat, en die voor zijn mensen op de bres staat. Liever dan te pogen een volledig beeld te geven van deze veelzijdige figuur een aantal karakteristieke trekken in zijn optreden als voorzitter: representant van het „management by exception”, zijn gevoel voor humor, zijn ijzeren geheugen en zijn wetenschappelijke trek.

Als chef — het is boven al aangestipt — laat prof. Sizoo zijn medewerkers een grote mate van vrijheid, zelfstandigheid en eigen verantwoordelijk-

heid, met ruime mogelijkheden voor initiatief, en ook met het recht om zo nu en dan een fout te maken. Hij houdt er niet van om — zoals hij het zelf uitdrukt — bij zijn medewerkers „over de schouder te kijken”, en nog minder om er op uit te zijn ze op de vingers te tikken. Als er behoefte is aan overleg, dan is de betrokkene altijd welkom om te praten. Het gesprek ligt prof. Sizoo goed; tot lezen en schrijven moet hij zich zetten, praten gaat vanzelf.

Prof. Sizoo kent ook zijn minder sterke kanten, maar omdat hij daar open over kan zijn vergeeft iedereen ze hem graag. Zo bijvoorbeeld het feit dat hij zich er toe moet zetten eerst te luisteren, en pas daarna wat te zeggen. Insiders zullen het herhaaldelijk hebben meegemaakt dat hij als voorzitter van een vergadering zich na afloop excuseerde omdat hij het gevoel had zelf te veel en te lang aan het woord te zijn geweest.

De basis van zijn werkzaamheid is overigens: slechts ingrijpen als het nodig is. Daarbij kan hij wel met een fijne intuïtie aanvoelen als er iets fout dreigt te gaan; hij zal maar zelden het initiatief nemen om daarop te anticiperen. Dat alles vormt de grondslag van zijn „voorzitter” zijn; en dat is ook zijn geheim om zoveel taken naast elkaar te kunnen vervullen, zonder dat ze elkaar storen en zonder dat het hem exorbitant veel tijd kost. Met dit beeld is hij een typische representant van wat in de vroege theorie van de „managerial science” het „management by exception” wordt genoemd.

Nog onlangs liet hij zelf tegenover zijn naaste medewerkers blijken, dat hij in de afgelopen 25 jaar als voorzitter RVO nooit behoefte heeft gevoeld aan een taakomschrijving of een regeling voor de bevoegdheden voor zijn RVO-direkteuren. Hij is daar erg blij om en zijn medewerkers zijn dat ook, mag ik er wel bij zeggen.

Ieder die hem kent weet het, prof. Sizoo heeft een onuitputtelijke voorraad kostelijke verhalen. Een aanstekelijk soort humor is een van zijn machtigste wapens. Een sprekend kenmerk van zijn persoon, dat nog meer diepte krijgt als we bedenken dat je humor slechts hanteren kunt bij personen en situaties waar je afstand tot genomen hebt. Bij een meer intiem samenzijn is het altijd een genot prof. Sizoo erbij te hebben. Zijn anekdotes zijn altijd menselijk, nooit bitter, ze vertolken bij wijze van spreken de harmonie van het hart en ze worden met de jaren niet aangedikt, ze blijven waarheidsgetrouw. Blijmoedigheid en nuchtere realiteitszin strijden met elkaar. Hij kan zelfs een loopje met zichzelf nemen, hetgeen het zekerste teken is dat de humor echt is; een humor die diep in de ernst van het leven kijkt.

Dat neemt niet weg dat prof. Sizoo iemand, als het zo te pas komt, duidelijk de waarheid kan zeggen. Maar in de eerste plaats kenmerkend voor zijn optreden is wel het ontspannende, het verzachten van tegenstellingen, het oplossen van disharmonieën en



daarbij strijden zijn opgewektheid en realiteitszin om de voorrang.

Het geheugen van prof. Sizoo is spreekwoordelijk. En dat geldt niet alleen gebeurtenissen of situaties waar de humor om de hoek komt kijken, het betreft ook het werk van alle dag. Het overzien van menselijke verhoudingen en relaties tot alle mogelijke instanties, het ter beschikking hebben van historisch feitenmateriaal, kortom een schier fotografisch geheugen voor feiten en gebeurtenissen die voor het heden nog van belang zijn. Dat zal ook wel een van de redenen zijn dat hij zelden of nooit zich vergist, laat staan fouten maakt; immers een goed geheugen houdt je steeds je eigen misstappen en die van anderen, voor ogen. Zijn geheugen werkt daarbij bovendien nog zó feilloos dat hij ook op het rechte ogenblik verkiest bepaalde dingen maar niet uit de vergetelheid op te halen; want dat is vaak nog knapper dan je alles te herinneren. En door zijn omgeving van zijn herinneringen mee te laten genieten wordt er dubbel genoten.

Een begrijpelijk nevenverschijnsel van deze geheugenkwaliteiten is dat prof. Sizoo bij zijn gesprekspartners soms eenzelfde herinneringsvermogen veronderstelt als waarover hij zelf beschikt; wat hij overigens — als hij het ontdekt — charmant weet te korrigeren.

Als man van wetenschap, wiens persoonlijkheid mede gevormd is door de in die wetenschap georganiseerde kennis over te dragen op jongeren, weet prof. Sizoo dat wetenschap meer raadscelschept dan ze oplost. Wetenschap is niet de kroon die steeds weer moet worden opgepoetst en bewonderd, maar gereedschap waar je iets mee moet doen. Een instrumentarium waarmee je door de

samenhang te zien een steeds groter deel van het geheel kunt gaan beheersen. En hij verstaat de kunst om eenvoudig te formuleren wat gisteren is gevonden; hij weet ook dat niets zó moeilijk is als wat morgen ontdekt zal worden. Heeft hij er daarom een hekel aan om prioriteiten te stellen?

Tot slot komt prof. Sizoo zelf aan het woord in een m.i. karakteristiek citaat uit het slotwoord van zijn boek Radioactiviteit (1933), want dan hebben we hem ten voeten uit gezien:

„Slechts op weinige steken in dat schoone borduursel van samenhangen en verbanden binnen het fysieke gebied konden wij de aandacht vestigen. Slechts een enkele relatie van het fysiek verschijnsel met andere groepen van verschijnselen konden wij even aanstippen.

„Bij dit alles bleef onze blik gericht op hetgeen besloten is binnen den kosmos, waartoe ook wij zelf

als denkende wezens behooren, en bleef het resultaat van ons onderzoek weergave en formulering van wetenschappelijke menselijke kennis... En dan noopt ons de wondere rijkdom van de wereld der kleine afmetingen, waarin het verschijnsel der radioactiviteit ons een blik gunde tot de aanbidding: „Hoe groot zijn Uwe werken, o Heer! Gij hebt ze alle met wijsheid gemaakt”!

Als je van een gesprek met prof. Sizoo terugkomt krijg je wel eens het gevoel dat hij zijn belangrijkste ervaringen — die hij je in een gesprek zomaar meegeeft — nooit heeft opgeschreven. Wie weet gaat zijn vitaliteit zover dat hij na zijn pensionering de tijd en de energie vindt om zijn memoires te schrijven. Voor degenen, die hem zullen opvolgen zou dit uiterst waardevol zijn.

K. van Nes

# De betekenis van de Rijksverdedigingsorganisatie TNO voor defensie

KTZ R. H. KERKHOVEN

## Inleiding

Het subsidie voor de Rijksverdedigingsorganisatie TNO vormt meer dan de helft van de uitgaven van het Ministerie van Defensie voor research en ontwikkeling. De activiteiten van de laboratoria van de RVO-TNO zijn voor defensie noodzakelijk, zowel vanwege de behoefte aan nieuwe apparatuur en gebruiksmethoden, als ter begeleiding van de lopende aanschaffingen, verbeteringen en opsporing van oorzaken van tekortkomingen en defecten. Het „produkt”, waaraan defensie behoefte heeft, is niet zozeer nieuwe „hardware”, maar veeleer een vorm van „software”. Het produkt is tevens van grote betekenis voor de internationale samenwerking. Voorts zijn de relaties met andere departementen en met de industrie van belang.

Het secretariaat van het „Interdepartementaal Overleg Wetenschapsbeleid” stelt jaarlijks uit de opgaven van de departementen een overzicht samen van de uitgaven voor wetenschapsbeoefening voor de verschillende departementen. Deze uitgave, het z.g. „Wetenschapsbudget” bevat vele interessante gegevens, niet alleen voor wat betreft de splitsing van de Research en Development (R & D) uitgaven van de departementen, maar ook in de vorm van beschouwingen per departement, vergelijkingen met het buitenland, overzichten over het verloop in de tijd etc.

Uit de cijfers, in het wetenschapsbudget vermeld voor de R & D uitgaven van Defensie, blijkt, dat de totaaluitgaven ruim 50 miljoen gld. bedragen en dat ruim 30 miljoen hiervan betreft het subsidie voor de RVO-TNO. Het totaalbedrag aan R & D uitgaven voor defensie bedraagt ruim 1 procent van de totale defensiebegroting. Van de totale uitgaven voor R & D van de overheid is het defensie R & D-aandeel ongeveer 5%. Vergeleken met de meeste andere Westerse landen zijn deze percentages niet hoog. Zo bedragen b.v. de Britse defensie R & D uitgaven niet minder dan 330 miljoen pond sterling en dat is ongeveer 12% van de de-

fensiebegroting. Verder blijkt uit de vergelijkende cijfers in het „wetenschapsbudget” dat, ten opzichte van de totale overheidsuitgaven aan R & D voor landen als Engeland en Frankrijk de defensie R & D ongeveer 30% bedraagt en voor de Verenigde Staten zelfs 49%. Het EEG-gemiddelde is 22%. Anderzijds liggen België en Italië procentueel iets lager dan Nederland, Noorwegen en Canada echter weer hoger.

Men kan zich afvragen of men bij ons in Nederland defensie R & D dan misschien minder belangrijk vindt. Dit is niet het geval, maar om de verschillen te begrijpen moet men zich realiseren wat de verschillen in de situatie zijn, waar de diverse landen mee worden geconfronteerd.

Een land als de Verenigde Staten (evenals trouwens Rusland) is als super-mogendheid in staat voor de behoeften aan defensie-research een autonoom beleid te voeren. Zowel de financiële basis als de industrieel technologische expertise is aanwezig over de volle breedte. In de ogen van zulk een mogendheid is defensie R & D, gecombineerd met de aanschaffing elders van materieel, minder wenselijk, omdat het een politieke afhankelijkheid van anderen zou creëren die vermijdbaar is; ook zal men liever de technologische vooruitgang van de eigen industrie en economie stimuleren dan die van andere landen.

Middelgrote landen als Engeland en Frankrijk zijn door de zeer sterk gestegen kosten van defensie-R & D en defensiematerieel in een moeilijk parket geraakt. Ook zij zouden liever de eigen politieke onafhankelijkheid bewaren door autonoom het technische niveau van hun defensie op peil te houden. Maar de enorme kostenstijging maakt dit onmogelijk. Het is hier niet de plaats om op de oorzaken van die kostenstijging in te gaan, het is een verschijnsel dat ook bekend is bij andere activiteiten van de overheid en waar oorzaken een rol spelen die soms onvermijdelijk zijn maar soms ook

hadden kunnen worden vermeden, althans in theorie. Het is echter thans en in de komende jaren een feit waarmee men moet leven.

De middelgrote landen zoeken dan ook onderling en met kleinere landen toenadering om tezamen de militaire R & D basis te verbreden en zo de kosten per land te verlagen; ook kan men sommige zeer dure terreinen niet of nauwelijks meer volgen en moet men hier dus verstek laten gaan of proberen als toeschouwer zo'n beetje bij te blijven zonder eigen originele „effort”.

Voor landen van de grootte van Nederland ligt de zaak nog weer anders. Nederland kan voor wat betreft militaire R & D nog maar op enkele, niet al te dure, terreinen een eigen produktie leveren, met de bijbehorende R & D om die produktie op een modern peil te houden. We zullen echter in het onderstaande zien, dat dit geenszins betekent, dat de behoefte aan eigen R & D op voor defensie belangrijke terreinen is verdwenen.

Slechts voor nog kleinere (lees: economisch en technologisch nog zwakkere) landen verdwijnt de eigen militaire R & D langzamerhand, omdat er eenvoudig noch geld noch technische expertise voor aanwezig is. Defensie wordt dan een zaak die óf geheel afhankelijk is van machtiger bondgenoten óf berust op een combinatie van politiek evenwicht tussen anderen plus een zekere passieve defensiemogelijkheid van de gesteldheid van het eigen land. De mogelijkheid om invloed uit te oefenen op de eigen positie in de wereld is dan echter nauwelijks meer aanwezig, men is een speelpuik van anderen geworden.

Ook Nederland kan hier nog minder dan de middelgrote landen een autonome weg bewandelen. Maar Nederland kan wel een rol spelen binnen een bondgenootschap. Daarvoor is dan echter wel een moderne inbreng, óók in militaire R & D, nodig.

Dit aspect van een inbreng in R & D moet men in de eerste plaats goed in het oog houden. Maar daarnaast is het ook nodig om, zelfs voor zover men voor militair materieel en gebruiksmethoden genoodzaakt is op het buitenland te leunen, te zorgen dat men de eigen technische en operationele kundigheid op een niveau houdt dat in staat stelt om modern materieel optimaal te gebruiken en te onderhouden en om in staat te zijn de eigen behoeften voor de toekomst met kennis van zaken te formuleren en te selecteren.

Mist men de eigen wetenschappelijke en technische basis, dan kan men op den duur niet eens meer de dialoog voeren met het buitenland waarvan men materieel wil betrekken. Men weet dan niet eens meer of iets wat men kan aanschaffen, redelijkerwijze verwacht kan worden aan de eigen behoeften te voldoen en welke de financiële, technische en personele consequenties zullen zijn van de ingebruikneming van zulk materieel.

De operationele staven en de materiediensten van defensie zien zich in toenemende mate met dat

probleem geconfronteerd. Het is ook moeilijk voor ambtenaren van een ministerie, onverschillig of zij al of niet een universitaire of middelbaar technische opleiding hebben gehad en zelfs als zij in teamverband samenwerken met de militaire gebruikers, die althans de *huidige* operationele praktijk worden geacht te kennen, om de nieuwe, voor defensie belangrijke, technologische ontwikkelingen voldoende op alle consequenties te kunnen voorzien, om de toekomstige behoeften goed te formuleren en te vertalen in de juiste aanschaffingen, opleidingen, beproevingen en onderhoudsvoorzieningen voor de toekomst.

Hieruit volgt, dat er een vorm van „bedrijfsbijstand” nodig is, zowel voor de problemen op korte termijn als op langere termijn, de toekomst dus. Leunen op de buitenlandse bondgenoten is hier het antwoord niet, al levert dit een belangrijke steun. Immers blijkt in de praktijk, dat ten eerste die bondgenoten onderling afwijkende ideeën hebben, ten tweede dat hun behoeften niet identiek zijn aan de onze, ten derde, dat hun adviezen vaak geïnspireerd zijn door eigen belangen (zoals de wens om militaire produktie te verkopen) en ten vierde dat zij om „security” redenen niet al hun militaire geheimen willen prijsgeven.

De samenstelling van de Nederlandse defensie-uitgaven voor R & D vormt een weerspiegeling van de hierboven geschetste situatie. Men treft er ad hoc uitgaven van de materiediensten voor de directe R & D problemen volgend uit onderhoud, reparatie en verbetering van bestaand materieel en beproeving van nieuw materieel. Men vindt er op bescheiden schaal steun aan de Nederlandse industrie bij nieuwe ontwikkelingen. Men vindt er ook kosten van deelname aan internationale R & D activiteiten. Dan zijn er nog de kosten van onderzoeken voor defensie bij civiele onderzoekinstellingen, b.v. Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium en Nationaal Luchtvaart Geneeskundig Centrum en de kosten van een eigen defensie-ontwikkelingslaboratorium voor elektronische apparatuur (LEOK). Maar de grootste post is toch het subsidiebedrag voor de RVO-TNO. Wat doet de RVO dan, in hoeverre vervult dan de RVO de hierboven geschetste R & D behoefte bij defensie, die zoals we zagen in hoofdzaak is onder te brengen onder de volgende categorieën:

- a) Levering van een eigen originele inbreng in de inspanning van het Westen om op defensiegebied technologisch niet achter te raken;
- b) het leveren van „bedrijfsbijstand” aan staven en materiediensten (wetenschappelijke en technische adviezen, onderzoeken, analyses, evaluaties etc.);
- c) het helpen in de technische toekomst zien en te verzekeren dat men daarop geprepareerd is; ook bij de industrie;

- d) het onderhouden van een paraatheid aan kennis om slagvaardig op nieuwe dreigingen te kunnen reageren.

Het is misschien goed op elk van deze aspecten wat nader in te gaan.

#### a) Eigen originele inbreng

Het is natuurlijk voor Nederland niet mogelijk op alle voor defensie belangrijke terreinen wat betreft de R & D in het voorste gelid te lopen. In een bondgenootschappelijk verband kan men echter een selectieve bijdrage leveren door juist op enkele gebieden, waar een eigen expertise opgebouwd is en aanwezig is en originele research verricht wordt, met resultaten te komen. Deze inbreng heeft een eigen onafhankelijke waarde en staat los van de vraag of het leidt tot materieel of methodieken, die door de eigen krijgsmacht zal worden aangeschaft of toegepast.

Stel bijvoorbeeld, dat door een Nederlands laboratorium een nieuwe methode wordt ontworpen om zwakke radarsignalen tegen een achtergrond van ruis en opzettelijke storing te detecteren en dat deze informatie met de bondgenoten wordt uitgewisseld, dan is dit een inbreng, die de hele Westerse verdediging ten goede komt.

Door RVO-laboratoria is in het verleden vele malen een dergelijke inbreng geleverd. Dat geldt niet alleen voor de vijf laboratoria van de RVO zelve, maar ook voor de door RVO gesubsidieerde research ten behoeve van defensie bij andere TNO-instituten. Het is misschien goed om daar direct bij te stellen, dat dit nooit vindingen zijn geweest ten dienste van een agressief gebruik of gericht op nieuwe methoden van vernietiging. Het zijn steeds onderwerpen geweest die logisch voortvloeien uit het feit, dat *als* men defensie noodzakelijk acht, men deze ook efficiënt moet voeren.

#### b) Steun aan staven en materieeldiensten

Dit werd reeds hierboven besproken. Men zal misschien vragen, waarom RVO-medewerkers dan beter gekwalificeerd zouden zijn dan de deskundigen op het departement zelve, die toch dezelfde opleidingachtergrond hebben en zelfs directer in de praktijkproblematiek en tussen de gebruikers zitten. Natuurlijk is dat ook niet inhaerent zo. Maar men moet niet vergeten, dat zowel de militaire gebruikers als de deskundigen op de departementen hun handen vol hebben aan het dagelijkse werk en niet de tijd of de middelen bezitten om „à tête reposée” een specifiek probleem grondig te analyseren en deel-onderzoekingen uit te voeren om onbekende factoren in zo'n probleem te bepalen, die voor de oplossing nodig zijn. Stel bijvoorbeeld, dat men een radar-antenne of een sonar-transducer door een beschermende dome wil omgeven ter stroom-

lijning (aerodynamisch of hydrodynamisch). Er zijn commerciële aanbiedingen. Maar geeft dit geen demping van het radar (of sonar) signaal? Ontstaan er geen peilfouten door? Hoe zit het met de bestandheid tegen schokgolven of „blast”? Wat is de duurzaamheid? Hoe controleert men de beweringen van de „would-be” leveranciers?

De RVO beschikt over de medewerkers en faciliteiten om zulke zaken te onderzoeken, te meten en in een deskundig rapport vast te leggen.

#### c) Het voorzien van toekomstige ontwikkelingen

De RVO heeft gedurende haar 25-jarig bestaan duidelijk bewezen, op de terreinen, die door haar deskundigheid worden bestreken, te beschikken over de nodige toekomstvisie. Zo is het bijv. de RVO geweest, die het eerst heeft voorzien, dat de digitale rekentechniek voor militaire apparatuur belangrijk zou worden en daartoe tijdig in de vijftiger jaren ontwikkelingen heeft geëntameerd, waardoor de nodige ervaring werd opgebouwd die daarna aan de industrie kon worden overgedragen, met het gevolg, dat Nederland volkomen „bij” was toen inderdaad de toepassingen op de markt verschenen. Hetzelfde kan thans worden gezegd van infrarood, van helderheidsversterkers, van ferrietten in hoogfrequenttechniek, van lasers, enz. Op internationale studiebijeenkomsten in NAVO-verband (long-term studies van de NATO Defence Research Group, AGARD symposia etc.) wordt steeds door defensie een beroep gedaan op de RVO om een inbreng te leveren in de discussie over toekomstige ontwikkelingen; zonder de RVO-deskundigen zou Nederland in dit soort bijeenkomsten niet voldoende in staat zijn de vlag hoog te houden. Sterker nog, zonder dit soort inbreng zou Nederland tot sommige essentiële bronnen van internationale informatie niet eens toegang hebben.

#### d) Paraatheid voor een slagvaardige reactie op nieuwe dreigingen

Ook in dit opzicht verdient de RVO erkenning. Een dergelijke paraatheid is geen kwestie van „hardware” maar van „software”. Stel bijvoorbeeld, dat in een conflict elders ter wereld plotse-ling een onbekend gifgas wordt toegepast. Om uit de daarover binnenkomende berichten de juiste conclusies te trekken, de aard van deze nieuwe dreiging te identificeren en op korte termijn beschermende maatregelen te ontwerpen, moet men beschikken over een direct aanwezige deskundigheid die alleen kan worden opgebouwd uit een jarenlange ervaring. De RVO heeft in de afgelopen jaren menigmaal bewezen op onverwachte vragen op redelijk korte termijn antwoord te kunnen geven.

Nog een opmerking over de betekenis van de RVO,

los van al het bovenstaande, moet worden gemaakt. Het is bekend, dat in de grote landen, vooral de VS, de militaire research een zekere „spinn-off“ heeft geleverd van resultaten die van enorme betekenis zijn geweest voor de algemene technologische vooruitgang. Het is voorts voor de research-werkers zelve een gevoel van voldoening om te weten, dat de researchresultaten niet alleen van betekenis zijn voor defensie tegen een dreiging die zich (mede dank zij de onderhouden paraatheid) hopelijk nooit zal realiseren, maar ook voor directe toepassing voor het algemene nut. De research-werker, die ten behoeve van defensie de bestendigheid van munitie onderzoekt, maar daarvoor tevens van advies kan dienen voor wat betreft het explosiegevaar van kunstmeststoffen (nitraten); de research-werker, die de gevaren van nucleaire fallout op de mens onderzoekt door moleculair biologisch onderzoek, maar daarvoor tevens fundamenteel medisch research verricht, van belang bijv. voor de kankerbestrijding; de onderzoeker van communicatie- en data-handling-apparatuur die

zijn vindingen tevens toegepast vindt in verbeterde landingssystemen voor de civiele luchtvaart, al deze werkers kunnen terecht met voldoening op hun werk terug zien. De bijzondere structuur van TNO waaraan ook de RVO voldoet, maakt de nodige contacten en mogelijkheden over en weer een realiteit en de moderne roep van interdisciplinaire en multi-departementale benadering van problemen en toepassing van research-resultaten is in TNO van de aanvang af ingebouwd geweest en dat geldt ook voor de RVO.

Dat in de toekomst de RVO een even succesvolle rol moge spelen als in de afgelopen 25 jaar is iets waarop men niet slechts hoeft te hopen, maar waarop men gerust mag vertrouwen en zelfs als wij ooit in de wereld de ideale situatie zouden beleven dat er geen defensie meer nodig zou zijn, dan zou het niet eens zo heel moeilijk zijn om de RVO aan te passen om de arbeid met evenveel nut voor de andere problemen van de samenleving voort te zetten.



# Wapenbeheersing, wapenbepierking, ontwapening

Arms Control,  
Arms Limitation and Disarmament

## Summary

After a brief introduction on the desirability of disarmament a number of disarmament types are discussed. These include general and complete disarmament, unilateral disarmament, arms limitations and collateral disarmament measures. Only in the two last mentioned types some progress can and gradually will be made in the near future. After a brief exposé on the international organisation of the disarmament discussion a somewhat more detailed survey on the problem of chemical and biological warfare is given including indications in what areas the laboratories of the National Defence Research Organisation TNO can contribute towards the goal of a complete elimination of these weapons.

*„The Alliance will continue to seek improved East-West relations, and in the framework of this effort, one of its principal aims will be to engage the Soviet Union and its allies in meaningful talks or mutual and balanced force reductions and other disarmament measures”. („Allied Defence in the Seventies”)*

Op het eerste gezicht zal het misschien merkwaardig lijken in een speciaal aan de Rijksverdedigingsorganisatie TNO gewijd nummer van TNO-Nieuws een artikel over ontwapening aan te treffen. Immers, de organisatie heeft tot taak te bevorderen dat het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek op de meest doelmatige wijze dienstbaar wordt gemaakt aan de verdediging. Toch is deze merkwaardigheid slechts schijn omdat verdediging moet worden gezien niet als een doel op zichzelf maar als onderdeel van een gehele veiligheidspolitiek. Deze veiligheidspolitiek wordt in Nederland tot uitdrukking gebracht door het lidmaatschap van de NAVO waarbij niet alleen samenwerking op het gebied der militaire defensie maar ook politieke consultatie een belangrijke rol speelt. In dit geheel van samenwerking past het onderwerp „ontwapening” uiteraard geheel. Officiële uitspraken van de NAVO geven dit trouwens duidelijk aan. In de eerste plaats luidt paragraaf 13 van het rapport „The future tasks of the alliance” (z.g. Harmel rapport 1967).

*„The Allies are studying disarmament and practical arms control measures, including the possibility of balanced force reductions. These studies will be intensified. Their active pursuit reflects the will of the Allies to work for an effective détente with the East”.*

Daarnaast is het als motto gegeven citaat uit de z.g. „AD 70 Study” in dit verband van belang. („Allied Defence in the Seventies”.)

In het licht van deze uitspraken, die door onze regering volledig worden onderschreven, zal het duidelijk zijn dat onderwerpen als wapenbeheersing, wapenbepierking en ontwapening volledig passen in de doelstellingen van de Rijksverdedigingsorganisatie TNO en het mag daarom geen verwondering wekken dat bepaalde RVO-instituten onderzoeken ten behoeve van ontwapening verrichten.

De drie in de aanhef genoemde begrippen hebben uiteraard alle een verschillende betekenis. Zo zal het niet-militariseren van het Antarcticegebied een maatregel van wapenbeheersing zijn, daarentegen het vernietigen van voorraden biologische strijd-

middelen ontwapening. Toch zullen de begrippen in het volgende van dit artikel door elkaar worden gebruikt en zal alleen de aandacht worden gevestigd op verschillen indien dit essentieel is.

Vooraf nog enige woorden over de wenselijkheid van ontwapening. Daar is allereerst natuurlijk de economische wenselijkheid. Wapensystemen worden steeds kostbaarder en er is dus een economische noodzaak om tot een zekere beperking te komen te meer daar vele andere problemen (niet het minst die te maken hebben met het milieu) om een oplossing vragen. Doch naast de economische wenselijkheid bestaat er ook een politieke. Nu is het uiteraard niet zo dat ontwapening op zichzelf vrede zou brengen. Het is niet de bewapening die tot conflicten voert maar omgekeerd leiden conflictsituaties tot bewapening. Ontwapening zal dus slechts zin hebben indien er een vermindering van de conflictsituatie is te constateren. Dit ziet men ook duidelijk door een intensivering van het ontwapeningsoverleg in de zestiger jaren. Maar in een dergelijke situatie kunnen bepaalde (al dan niet stilzwijgende) ontwapeningsovereenkomsten een duidelijk terugkoppelingseffect hebben en de ontspanning versterken. Het is op die terugkoppeling dat het citaat uit het Harmel rapport berust.

Tenslotte kunnen bepaalde ontwapeningsmaatregelen ook nog wenselijk zijn vanuit een militaire gezichtshoek, met name indien zij een stabiliserende werking uitoefenen op het militaire evenwicht, waarop een belangrijk deel van onze veiligheid berust. Als voorbeeld kan hier worden genoemd de destabiliserende werking van een zeer omvangrijk ABM (Anti Ballistic Missile) systeem.

Overigens is het niet zo zeer de bewapening dan wel de wapeningswedloop die de instabiliteit in de hand werkt. Ontwapeningsmaatregelen zullen daarom in de eerste plaats moeten dienen om dit spiraal-effect te bestrijden.

### Typen ontwapening

In de eerste plaats kan worden onderscheiden de meest consequente van alle, *de algemene en volledige ontwapening* (General and Complete Disarmament, GCD). Zeer duidelijk is dit type ontwapening naar voren gekomen tijdens een rede die Nikita Chroesjtsjow in september 1959 voor de Algemene Vergadering der VN heeft gehouden. Hij legde daar een plan op tafel waarbij alle landen hun strijdkrachten zouden opheffen, hun wapensystemen zouden vernietigen en hun buitenlandse bases zouden sluiten. Ieder land zou uitsluitend mogen beschikken over een politiecontingent, bewapend met lichte wapens, voor de handhaving van de interne orde en voor de persoonlijke bescherming van de burgers. De Algemene Vergadering der VN sprak zich vervolgens uit door het vraagstuk van de algemene en volledige ontwapening

het belangrijkste vraagstuk te noemen dat zich in de wereld voordeed. In 1961 gaven de Verenigde Staten en de Sowjet-Unie in een gemeenschappelijke verklaring (de z.g. McCloy-Zorin verklaring) de beginselen aan van een dergelijke ontwapening. Hoewel b.v. in de Geneefse Ontwapeningscommissie van tijd tot tijd nog over de GCD wordt gesproken zijn de plannen toch niet verder gekomen dan het stellen van een uiteindelijk doel voor meer beperkte ontwapeningsmaatregelen.

De reden waarom zo weinig voortgang wordt gemaakt op dit gebied is wel duidelijk. In een volledig ontwapende wereld zullen de conflicten wel niet tegelijk met de wapens zijn verdwenen. Integendeel, het is waarschijnlijk dat de conflictsituaties zullen toenemen, o.a. door een zich sterker innemen in „interne” aangelegenheden van de andere partij. Dit zou er toe kunnen leiden dat een bepaald land zich zó bedreigd voelt dat het geen andere uitweg ziet dan zich opnieuw te bewapenen. Dit effect zal dan zeker om zich heen grijpen waarbij een nieuwe wapeningswedloop zal zijn begonnen. Het uitgangspunt voor een algehele en volledige ontwapening moet daarom zijn een wereldregering met een bewapende interventiemacht, sterker dan die van twee of drie verbonden politiecontingenten. Hoewel natuurlijk een wereldregering uitermate wenselijk is en op den duur zelfs noodzakelijk, lijkt toch in de huidige wereldsituatie dit niet op redelijk korte termijn realiseerbaar, temeer daar bepaalde grote landen hun veto-recht zeker niet zullen opgeven. Algemene en volledige ontwapening lijkt daarom vooralsnog een aantrekkelijk maar ver verwijderd doel. Sommige auteurs als Hedley Bull stellen zelfs dat steeds maar terugkomen op GCD, het totstandkomen van effectieve maatregelen in de weg staat.

Een tweede type ontwapening is de *eenzijdige ontwapening*. Voorstanders van dit type ontwapening stellen dat men de conflictstof tussen twee partijen kan opheffen door eenzijdig te ontwapenen zonder aan te dringen op inspecties e.d. om na te gaan of de andere partij volgt. Indien het wantrouwen berust op wederzijdse misverstanden dan lijkt inderdaad dit type ontwapening ideaal. Zulke misverstanden komen inderdaad voor en zijn in de jongste geschiedenis wel aan te wijzen. Dit neemt echter niet weg dat er toch heel duidelijk belangenconflicten tussen de partijen bestaan die b.v. voor wat betreft de Sowjet-Unie tot uitdrukking komen in hun interpretatie over vreedzame coëxistentie, n.l. een alles omvattende strijd tegen de krachten van het imperialisme waarbij een gewapend conflict zoveel mogelijk dient te worden voorkomen. In een dergelijke situatie zal de ontwapende partij inderdaad voorkomen hebben dat oorlogshandelingen op zijn grondgebied zullen plaatsvinden. Het zal echter in de huidige wereldsituatie welhaast onvermijdelijk zijn dat de (nog) niet ont-

wapende partij zijn wil (althans gedeeltelijk) zal kunnen opleggen aan de andere partij.

In dit verband dient nog de geweldloze weerbaarheid te worden genoemd voorzover zij zich aandient als alternatief voor militaire defensie. Een recent verschenen boekje met dit probleem als titel en uitgegeven door het Nederlands Instituut voor Vredesvraagstukken komt tot de conclusie dat dit alternatief vooralsnog niet effectief is. Uiteraard kan de geweldloze weerbaarheid tijdens een bezetting een zeer belangrijke rol spelen, dit laatste gaat echter buiten het kader van dit artikel. De conclusie moet daarom wel luiden dat eenzijdige ontwapening alleen in heel speciale gevallen het beoogde succes zal hebben, in vele andere gevallen echter averechts zal werken. Dit wil echter niet zeggen dat bepaalde initiatieven (z.g. signalen) niet een zeer nuttige functie kunnen hebben bij de nog te bespreken typen van ontwapening.

Het derde type kan worden omschreven als *wapenbeperking* (Arms Limitation). Voorbeelden hiervan zijn de bekende Strategic Arms Limitation Talks (SALT) tussen de Sowjet-Unie en de Verenigde Staten en de in de belangstelling staande wederzijdse en evenwichtige vermindering van strijdkrachten (Mutual and Balanced Force Reduction, MBFR). Dit type moet als realistisch worden gekenschetst dan de beide eerder genoemde typen. Het principe is hier dat met behoud van het machtsevenwicht de bewapening van deze landen (zowel mensen als wapensystemen) omlaag wordt gebracht tot een aanvaardbaar minimum op een zodanige wijze dat geen van de partijen gedurende dit proces in een duidelijke voordeelspositie komt. Toch zullen onderhandelingen over wapenbeperking uiterst moeilijk zijn. Humphreys heeft MBFR gekarakteriseerd als: „*A concept as simple and beautiful as a Greek statue. But one which loses all its simplicity and most of its attractions when you come to look at it closely*”. Het zal b.v. buitengewoon moeilijk zijn om te bepalen wat evenwichtig is. Behalve numerieke gegevens als troepensterkte, aantallen tanks en vlieggruigen komen ook kwalitatieve factoren naar voren als ouderdom van de wapensystemen, geoefendheid van de troepen en vooral ook de geografische factoren. Het is namelijk een groot verschil of een soldaat van de Elbe naar de Sowjet-Unie of naar de Verenigde Staten wordt teruggebracht. Humphreys stelt dan ook dat, wil MBFR voor de NAVO acceptabele resultaten geven, de vermindering asymmetrisch ten opzichte van het Warschau Pact (WP) dient te zijn. Of dit voor de Sowjet-Unie aanvaardbaar is valt uiteraard nog geheel te bezien. Tot voor kort heeft alleen de NAVO opgeroepen om over MBFR te spreken, de landen van het WP willen liever spreken over terugtrekking van buitenlandse troepen. Medio 1971 heeft echter de topleiding van de Sowjet-Unie te kennen ge-

geven dat men ook van die zijde bereid was over MBFR te spreken, al dan niet in het kader van een Conferentie over Europese Veiligheid en Samenwerking (het z.g. signaal van Tiflis), merkwaaardigerwijze enige dagen voordat in de Amerikaanse Senaat over vermindering van de Amerikaanse troepen in Europa zou worden gestemd. Hoe dit ook zij, onderhandelingen over MBFR zullen uiterst moeilijk zijn door hun multinationale karakter, waarschijnlijk nog moeilijker dan SALT.

Een variant van de wapenbeperking is de neutralisering van bepaalde geografische gebieden (Disengagement). Voorbeelden hiervan zijn de plannen voor de neutralisering der beide Duitslanden van de voormalige Poolse minister van buitenlandse zaken Rapacki, voorstellen die door de zeer ongunstige geografische ligging van het NAVO-gebied niet erg aanvaardbaar waren maar die zeker in verband met MBFR en met de Conferentie over Europese Veiligheid en Samenwerking opnieuw ter sprake zullen worden gebracht.

De meeste vorderingen zijn gemaakt op het gebied van de *collaterale ontwapeningsmaatregelen*. Dit zijn maatregelen die primair op het voorkomen en beheersen van de bewapeningswedloop en op het verbeteren van de internationale betrekkingen zijn gericht en slechts indirect de eigenlijke ontwapening bevorderen en ondersteunen. Als voorbeelden kunnen worden genoemd het z.g. Non-Proliferatie Verdrag van kernwapens en het Verdrag inzake de denuclearisatie van de oceaانبodem. In het volgende deel van dit artikel zullen hoofdzakelijk aspecten van deze collaterale maatregelen ter sprake komen.

#### Internationale organisatie van het ontwapeningsoverleg

Allereerst wordt een ontwapeningsoverleg gevoerd onder auspiciën van de Verenigde Naties. Direct na de tweede Wereldoorlog bestond deze VN ontwapeningsconferentie uit de vijf permanente leden van de Veiligheidsraad en Canada. Vervolgens werd deze conferentie uitgebreid tot alle leden van de Veiligheidsraad en vervolgens tot alle lidstaten van de VN, dus momenteel ca. 130 landen. Het zal duidelijk zijn dat men in een dergelijke conferentie niet tot concrete resultaten kan komen, de conferentie is sinds 1959 dan ook slechts tweemaal bijeengekomen.

Gezien deze situatie is op gezamenlijk verzoek van de Verenigde Staten en de Sowjet-Unie een nieuwe ontwapeningsconferentie in het leven geroepen bestaande uit vijf NAVO landen en vijf Warschau Pact landen. Deze conferentie, die in Genève vergadert en die officieel geen deel uitmaakt van de VN maar wel aan haar rapporteert, is haar werkzaamheden in 1961 begonnen. In de loop der jaren werd behoefte gevoeld aan uitbreiding der com-

missie. Eerst werden acht z.g. niet-gebonden landen toegevoegd (de commissie heette toen Eighteen Nations Disarmament Committee, ENDC) en vervolgens traden in 1969 nogmaals acht landen, waaronder Nederland, toe. De commissie heet nu CCD, Conference of the Commission on Disarmament. De samenstelling is als volgt: 7 „Westelijke” landen (6 NAVO landen plus Japan), 7 „Oostelijke” landen (6 WP landen plus Mongolië) en 12 niet-gebonden landen, waarbij dient te worden aangetekend dat Frankrijk sinds 1961 niet deelneemt aan de besprekingen vanwege een afwijkende houding t.o.v. het z.g. partiële kern-stop verdrag. De CCD staat onder het co-voorzitterschap van de Sowjet-Unie en de Verenigde Staten (resp. Ambassadeur Roshchin en Ambassadeur Martin), de lidstaten zijn er vertegenwoordigd op ambassadeursniveau (voor Nederland Ambassadeur M. J. Rosenberg Polak) en de vergaderingen worden bijgewoond door een permanente vertegenwoordiger van de Secretaris-Generaal der VN. De Commissie heeft geen geschreven statuut of procedureregels en stelt zelf haar agenda vast. Zij vergadert meestal van februari tot in september, daarna rapporteert zij in de „First Committee” van de Algemene Vergadering der VN.

Naast deze conferentie die min of meer onder auspiciën van de VN staat wordt er uiteraard nog op meerdere niveau's over ontwapening gesproken. Daar zijn in de eerste plaats de reeds vroeger aangeduide bilaterale besprekingen over de beperking van strategische wapens tussen de Verenigde Staten en de Sowjet-Unie (SALT) die tweemaal per jaar, afwisselend in Wenen en Helsinki plaatsvinden. De SU heeft daarnaast een conferentie over ontwapening van de vijf kern-mogendheden voorgesteld; dit voorstel is door China niet acceptabel verklaard.

In NAVO-verband vinden regelmatig besprekingen plaats over ontwapeningsaangelegenheden. De Verenigde Staten houden daar de bondgenoten op de hoogte over de resultaten en de voortgang van SALT terwijl de niet-CCD leden de gelegenheid hebben hun inbreng te leveren.

Tenslotte vinden besprekingen over bepaalde problemen van ontwapening plaats in het kader van de West-Europese Unie (WEU), waarbij de Arms Control Agency (ACA) van deze Unie verantwoordelijk is voor het uitvoeren van bepaalde controlemaatregelen binnen het gebied van dit bondgenootschap.

Naast deze officiële commissies waarin ontwapeningsbesprekingen of -onderhandelingen plaatsvinden zijn er ook nog onafhankelijke organisaties die zich speciaal met ontwapening bezighouden. Speciale vermelding verdient het Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). Dit instituut, met zijn internationale staf, houdt zich bezig met studies over conflicten en speciaal wat betreft ontwapening en wapenbeheersing. Het werd

in 1966 door het Zweedse Parlement opgericht als een stichting om de 150 jaar onafgebroken vrede in Zweden te herdenken. Naast studies van de vaste staf van SIPRI worden ook regelmatig symposia georganiseerd betreffende bepaalde problemen. In het vervolg van dit artikel zal hierop verder ingegaan worden.

### Tot dusver bereikte resultaten

Zoals hierboven reeds opgemerkt, zijn er tot nu toe nog eigenlijk geen echte ontwapeningsovereenkomsten bereikt. Vooruitgang werd alleen geboekt bij de z.g. collaterale maatregelen over bepaalde aspecten van wapenbeheersing. Het volgende geeft een overzicht van de verdragen die o.a. door toedoen van de CCD tot stand zijn gekomen:

- Verdrag tot verbod van proefnemingen met kernwapens in de dampkring, de ruimte en onder water (partieel kernstopverdrag).
- Verdrag inzake de demilitarisatie van Antarctica.
- Verdrag inzake de demilitarisatie van de Kosmische Ruimte.
- Verdrag tot verbod van Kernwapens in Latijns-Amerika.
- Verdrag inzake de denuclearisatie van de oceaanaanbodem.
- Verdrag inzake de niet-verspreiding van Kernwapens (Non-Proliferatieverdrag).

De belangrijkste problemen die momenteel in de CCD besproken worden zijn:

- Stopzetting van ondergrondse kernproeven.
- Maatregelen ten aanzien van biologische en chemische strijdmiddelen.

In het vervolg van dit artikel zal uitsluitend het laatstgenoemde probleem worden behandeld.

### Chemische en biologische strijdmiddelen

Wellicht met uitzondering van het kernwapen is er geen wapensysteem waarover meer internationale onderhandelingen zijn gevoerd als dat van de chemische en biologische wapens (C-B wapens). In de SIPRI studie „The Problem of Chemical and Biological Warfare” is een heel deel (IV) gewijd aan de „C-B disarmament Negotiations”. Het is zeker niet de bedoeling hier een overzicht van deze onderhandelingen te geven.

Het belangrijkste document op het gebied van de wapenbeheersing van B- en C-wapens is het *Protocol van Genève van 1925* dat het gebruik in oorlog van „verstikkende, vergiftige of dergelijke gasen” benevens van bacteriologische strijdmiddelen

verbiedt. Dit protocol is momenteel door 91 landen getekend. Het enige grote geïndustrialiseerde land dat nog niet toegetreten is tot het Protocol is de Verenigde Staten hoewel het wel aan het Congres ter behandeling is gezonden. De moeilijkheid is hier dat de Verenigde Staten stellen dat traan-gassen en ontbladeringsmiddelen (herbiciden) niet onder de termen van het Protocol vallen terwijl een grote meerderheid van landen dit wel vindt. Het Nederlandse standpunt zoals uiteengezet door de Minister van Buitenlandse Zaken in het parlement en in de Algemene Vergadering der VN, is dat herbiciden formeel niet onder het Protocol van Genève vallen doch dat het gebruik gezien hun onvoorspelbare ecologische gevolgen, dient te worden verboden en dat voor wat betreft de traan-gassen de meerderheidsopvatting in de Verenigde Naties zal worden gevolgd. Gezien de sterke de-escalatie van het gebruik van deze middelen in Z-O Azië is het niet onwaarschijnlijk dat de Verenigde Staten over enige tijd tot het meerderheidsstandpunt zullen komen, waarna een ratificatie van het Protocol van Genève kan plaats vinden. Wel heeft President Nixon in november 1969 verklaard dat de Verenigde Staten zouden blijven afzien van het eerste gebruik van dodelijke chemische wapens en dat zij dit nu wilden uitbreiden tot buitengevechtstellende chemische strijdmiddelen (z.g. incapacitantia). Voor wat betreft de B-wapens zouden de Verenigde Staten afzien van het gebruik van alle biologische strijdmiddelen, inclusief de z.g. toxines en zouden bestaande wapenvoorraden worden vernietigd.

Aan het eind van de zestiger jaren zijn de discussies over een eventueel aanvullend protocol op gang gekomen. Eind 1968 heeft de Algemene Vergadering van de VN de Secretaris-Generaal gevraagd om een rapport op te stellen over de uitwerking van chemische en biologische wapens. Dit rapport is samengesteld door een veertiental deskundigen uit verschillende landen waaronder Dr. H. C. Bartlema, hoofd van de Researchgroep Microbiologie van het Medisch Biologisch Laboratorium TNO en is in juli 1969 verschenen onder de titel: „Chemische en bacteriologische (biologische) wapens, rapport van de Secretaris-Generaal der Verenigde Naties”. Dit rapport beschrijft o.a. de vermoedelijke uitwerking van deze wapens op beschermde en onbeschermde militairen en burgers. Het rapport was voorzien van een voorwoord van de Secretaris-Generaal waarbij hij o.a. opriep tot het bereiken van een overeenkomst over het stopzetten van de ontwikkeling, productie en opslag van alle bacteriologische (biologische) en chemische strijdmiddelen voor oorlogsdoeleinden en de verwijdering van deze middelen uit de wapenarsenalen. Het rapport en de aanbevelingen werden daarna in de Geneefse Ontwapeningsconferentie uitvoerig bediscussieerd. Aangezien in die-

zelfde tijd Nederland lid was geworden van de CCD werd door de Afdeling Politieke en Internationale Veiligheidszaken van het Ministerie van Buitenlandse Zaken verzocht deskundigen beschikbaar te stellen om het Ministerie te adviseren omtrent de wetenschappelijke achtergronden bij deze discussies. De Voorzitter van de Rijksverdedigingsorganisatie TNO heeft toen onmiddellijk een aantal deskundigen van het Chemisch en het Medisch Biologisch Laboratorium TNO aangewezen hetgeen in de afgelopen jaren tot een plezierige en vruchtbare samenwerking heeft geleid.

Gedurende enkele jaren heeft één probleem de discussies voor een groot gedeelte beheerst en wel of men naar een verdrag moest streven waarbij B- en C-wapens tegelijk werden behandeld dan wel eerst de B-wapens en op een later tijdstip de C-wapens, waarbij de tegenstelling hierop neer kwam dat de „Oostelijke” landen en de niet-gebonden landen de eerste behandelingswijze voorstonden en de „Westelijke” landen de tweede. Vóór scheiding pleitte het feit dat B-wapens echte z.g. massavernietigingswapens zijn terwijl C-wapens in de eerste plaats militair-technische toepassingen hebben. Daarnaast is bekend dat beide partijen over grote voorraden C-wapens beschikken in tegenstelling tot B-wapens terwijl van de eerste bekend is dat het effectieve wapens zijn. Tegen een scheiding werd aangevoerd dat in vele internationale documenten B- en C-wapens tezamen worden behandeld en dat een verdrag op een verbod van B-wapens misschien zou kunnen worden uitgelegd als een legalisatie van de C-wapens. Aan dit meningsverschil is een eind gekomen door een verklaring van de zijde van de Sowjet-Unie ten tijde van het 24e Congres van de Communistische Partij der Sowjet-Unie in maart 1971. Hierbij verklaarde de Sowjet-Unie zich bereid om mee te werken aan een conventie die vooreerst alleen voor de biologische wapens de productie en het bezit zou verbieden. In september 1971 kwam een ontwerpverdrag tot stand „On the prohibition of the development, production and stockpiling of bacteriological (biological) and toxin weapons and on their destruction”. Inmiddels is dit ontwerpverdrag door de Algemene Vergadering der VN met slechts een onthouding van Frankrijk aanvaard (Frankrijk heeft intussen een nationale wet in voorbereiding over de eenzijdige afschaffing van B-wapens). Nadat 22 landen het verdrag geratificeerd zullen hebben zal het in werking treden. Bij het indienen in Genève hebben de co-voorzitters van de VS en de SU beiden verklaard dat voorraden van deze wapens zullen worden vernietigd. Artikel IX van het ontwerpverdrag verplicht de landen te zoeken naar mogelijkheden om spoedig tot een soortgelijk verdrag voor wat betreft C-wapens te komen. De grote moeilijkheid bij de chemische wapens is de verificatie van eventuele verbodsmaatregelen.

## Controle op een verbod van chemische wapens

Een van de eerste moeilijkheden die zich voordoen is, welke chemische stoffen onder een verbod op productie e.d. moeten vallen. Een aantal chemische strijdmiddelen (fosgeen, blauwzuur) worden op grote tot zeer grote schaal in de chemische industrie als tussenprodukten gebruikt. Een verbod kan in dit geval alleen conditioneel zijn. Een andere groep chemische strijdmiddelen, en wel de gevaarlijkste, bestaat uit de z.g. zenuwgassen. Deze stoffen hebben geen civiele toepassingen. De moeilijkheid in dit geval is, dat er geen scherpe grenslijnen te trekken zijn tussen deze zenuwgassen en fosfororganische pesticiden die op hetzelfde werkingsprincipe berusten. Door medewerkers van het Chemisch en het Medisch Biologisch Laboratorium TNO is een algemene formule, gekoppeld aan een bepaald toxiciteitscriterium, uitgewerkt om een scheiding tussen beide groepen aan te brengen. De groep der zenuwgassen, op deze wijze gedefinieerd, zou dan aan een onconditioneel verbod kunnen worden onderworpen. Deze gegevens zijn in een werkdocument aan de CCD aangeboden (CCD/320) en door de auteur op een SIPRI symposium over „Possible Techniques for Inspection of Production of Organophosphorus Compounds”, gehouden in september 1971, besproken. De ontvangst wettigt de verwachting dat op basis van een dergelijk criterium een definitie van zenuwgassen mogelijk schijnt, waarbij dient te worden opgemerkt dat uiteraard een verbod op zenuwgassen slechts één aspect van een verbod op alle C-wapens inhoudt, doch in tegenstelling tot vele andere wapenbeheersingsproblemen hier de gevaarlijkste groep het eerst wordt aangepakt. Een chemische oorlog zonder zenuwgassen zou de klok tot voor de 2e wereldoorlog terugdraaien. Daarnaast bestaat er het probleem van de verificatie. Om een land meer veiligheid te geven met een verdrag dan zonder, dient het controlesysteem aan de volgende eisen te voldoen:

- 1) ieder de zekerheid geven dat een ander het verdrag niet schendt.
- 2) zó uitgevoerd worden dat de nationale en eigendomsbelangen niet worden gecompromitteerd.

Het zal duidelijk zijn dat deze twee eisen tegenstrijdig zijn, zodat er een balans moet worden gevonden. Gezocht zal dienen te worden niet naar een perfectionistisch systeem maar naar een systeem dat de kans op ontdekking voor een overtreden van het verbod zó groot maakt dat een potentiële overtreder hierdoor wordt afgeschrikt (deterrenteffect) en de kosten voor voorzieningen voor ontduiking van het verbod dienen niet op te wegen tegen de baten van de optie op dit wapensysteem. Verschillende soorten verificatiemethoden

kunnen worden onderscheiden, ieder met een eigen indringendheid en een eigen ontdekkend vermogen.

- 1) Nationale inspectie.
- 2) Internationale controle op 1).
- 3) Unilaterale inspectie.
- 4) „Near-site” inspectie.
- 5) „On-site” inspectie.

### Ad. 1.

Nationale inspectie is de minst indringende. Ieder land verzekert zich ervan (b.v. via import-, productie- en exportgegevens betreffende bepaalde grondstoffen en tussenprodukten) dat bepaalde stoffen in het geheel niet en andere slechts voor vreedzame doeleinden worden gefabriceerd. Deze controle is in ieder geval noodzakelijk, doch veronderstelt wel een groot vertrouwen tussen de landen.

### Ad. 2.

Het lijkt welhaast onvermijdelijk dat tenminste de hiervoor genoemde inspectiemethode aan een bepaald internationaal toezicht zal moeten worden onderworpen. Hiertoe is het echter wel noodzakelijk dat economische gegevens van de verschillende landen uitwisselbaar zijn. Besprekingen in SIPRI-verband zijn momenteel hierover aan de gang, speciaal wat betreft de organische fosforverbindingen. Met behulp van bepaalde technieken als statistische analyse van meer componentensystemen is een redelijke controle wellicht mogelijk.

### Ad. 3.

Hiermee worden bedoeld inspecties die buiten de landsgrenzen kunnen worden uitgevoerd door b.v. het trekken van luchtmonsters benevens het observeren vanuit satellieten met behulp van fotografie of spectroscopische technieken. Ook deze methoden zijn weinig indringend doch het is zeer de vraag of hiermede veel zal kunnen worden bereikt.

### Ad. 4.

Deze tussenvorm tussen weinig indringende methode en de zeer indringende methode 5) biedt waarschijnlijk mogelijkheden. Met behulp van analyse van afvalprodukten, afvalwater, stof e.d. is het waarschijnlijk mogelijk een indicatie te krijgen of in bepaalde fabrieken verboden stoffen worden geproduceerd zonder dat men zich moet wenden tot het nemen van monsters uit reactieketels. Hiervoor zijn zeer gevoelige analysetechnieken noodzakelijk benevens inzicht hoe b.v. afvalprodukten zich in water verdelen. Onderzoekingen op dit gebied zijn sinds enige tijd op het Chemisch Laboratorium TNO in bewerking.

## Ad. 5.

Deze methode geeft natuurlijk het beste uitsluitsel en is uiteraard te prefereren. Zij is echter zo indringend dat het niet erg waarschijnlijk is dat zij in de naaste toekomst kan worden toegepast. Toch geeft de controle van de Arms Control Agency van de WEU in de Duitse Bondsrepubliek aan dat dit tot resultaten kan leiden.

Uiteraard is niet getracht een volledig overzicht te geven van mogelijke verificatiemethoden doch is slechts aangegeven dat er mogelijkheden aanwezig zijn. Het ware te hopen dat op z.g. informele vergaderingen van de CCD deskundigen uit Oost en West en uit de niet-gebonden landen in de naaste toekomst in de gelegenheid worden gesteld over deze problemen van gedachten te wisselen.

## Nawoord

Overzien wij de afgelopen tien jaren — het tijdvak waarin de toestand van directe confrontatie tussen de Verenigde Staten en de Sowjet-Unie overgaat in een fase van onderhandelingen — dan kan een gevoel van teleurstelling over hetgeen in feite bereikt werd, moeilijk worden onderdrukt.

De tot stand gebrachte verdragen hebben merendeels betrekking op hetzij exotische locaties (de Kosmische Ruimte, de zeebodem, Antarctica), hetzij wapensystemen waarvan de effectiviteit problematisch is (B-wapens). Daarentegen zijn werkelijk dringende vraagstukken (MBFR, nucleaire bewapening) nog maar nauwelijks besproken.

We zullen echter moeten aanvaarden dat de inperking en geleidelijke afbouw van de traditionele machtsmiddelen veel geduld vergt en een bereidheid tot het nemen van bepaalde risico's met zich meebrengt. Dat een dergelijk proces langzaam verloopt mag op zichzelf geen reden zijn tot ontmoediging.

Tot slot moet worden erkend dat de door de Verenigde Staten en de Sowjet-Unie zelf in leven geroepen CCD, behalve een onderhandelingsorgaan ook een uniek communicatiekanaal tussen beide grootmachten is. Hierbij kunnen, zoals reeds is gebleken, andere en vaak juist de kleinere landen katalyserend werken en met initiatieven komen die overeenkomsten inleiden. Dit verklaart mede de aandacht die de Nederlandse regering zowel in het politieke vlak als — met medewerking van de Rijksverdedigingsorganisatie TNO — op wetenschappelijk gebied aan ontwapeningsproblematiek in zijn algemeenheid en aan het Geneefse ontwapeningsoverleg in het bijzonder geeft.

## Literatuur

De literatuur betreffende ontwapening in haar verschillende aspecten is ontstellend groot. Het onderstaande overzicht beperkt zich daarom tot die artikelen die tot bronnen geëind hebben en weerspiegelen daardoor uiteraard de voorkeur van de auteur.

### *Algemeen*

- D. Frei: *Kriegsverhütung und Friedenssicherung*. Frauenfeld, 1970. Verlag Huber.
- H. Bull: *Arms Control: A stocktaking and prospectus*. In: *Problems of Modern Strategy*, London 1970. Institute for Strategic Studies.
- S. H. Hoogterp: *De militaire veiligheidsaspecten in wapenbeheersing, wapenbeperking en ontwapening*. *Mars in Cathedra* (1969), nr. 2, 62.

### *Onderhandelingen*

- The United Nations and Disarmament: United Nations, New York 1970.
- Ontwapening, Veiligheid, Vrede: Publ. 99 van het Ministerie van Buitenlandse Zaken, Den Haag 1971.
- E. Bos: *Rol en betekenis van het Geneefse ontwapeningsoverleg*. *Internationale Spectator* 25 (1971), 863.
- E. v. Schacky: *Aktuelle Probleme der Abrüstungsverhandlungen*. *Europa-Archiv* 26 (1971), 171.
- Dokumente zur Frage der Rüstungssteuerung und internationale Sicherheit: *Europa-Archiv* 26 (1971), D 107 en D515.

### *MBFR*

- D. C. Humphreys: *Mutual and Balanced Force Reductions*. *Mars in Cathedra* (1972), nr. 13, 718.
- C. Bertram: *Gegenseitige Truppenverringering in Europa*. *Europa-Archiv* 27 (1972), 49.
- U. Nerlich: *Die Rolle beiderseitiger Truppenverminderung in der europäischen Sicherheitspolitik*. *Europa-Archiv* 27 (1972), 161.

### *Eenzijdige ontwapening*

- A. Roberts e.d.: *Civilian resistance as a national defence*. Penguin, London 1969.
- Geweldloze weerbaarheid, Alternatief voor Militaire Defensie?: Ned. Instituut voor Vredesvraagstukken. Den Haag 1972.
- E. Forndran: *Abrüstung und Friedensforschung*. Bertelsmann Universitätsverlag, Dusseldorf 1971.

### *C- en B-wapens*

- The Problem of Chemical and Biological Warfare, Volumes I, IV and V: SIPRI, Stockholm 1971.
- SIPRI Yearbook of World Armaments and Disarmament: 1968/69, Stockholm 1969. 1969/70, Stockholm 1970.
- Maatregelen ter voorkoming van biologische en chemische oorlogvoering: Adviescommissie inzake vraagstukken van ontwapening en internationale veiligheid en vrede. Den Haag 1971.
- De wenselijkheid van een verbod van het gebruik van traangassen in gewapende conflicten: Adviescommissie inzake vraagstukken van ontwapening en internationale veiligheid en vrede. Den Haag. 1970.

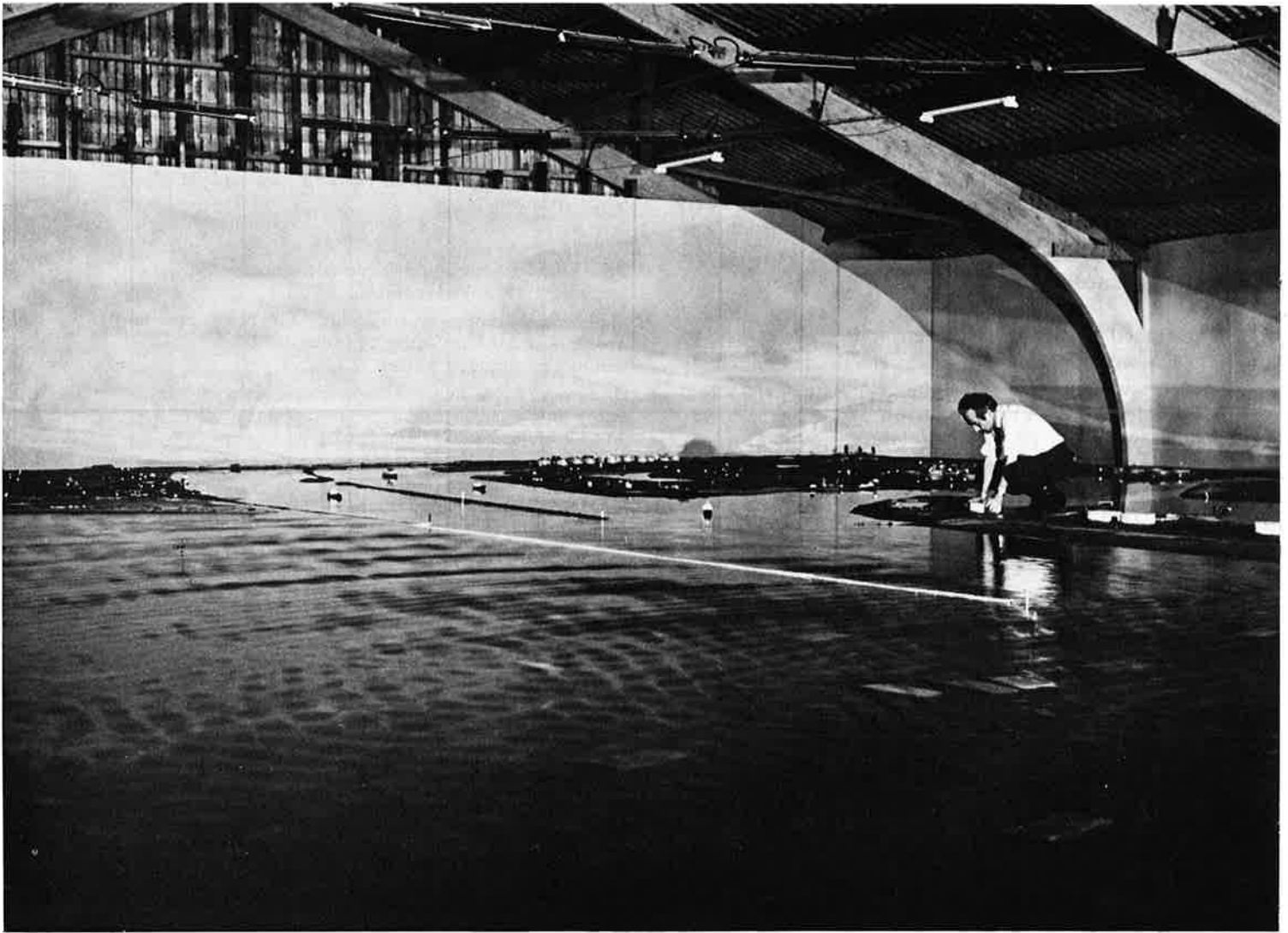


Fig. 1. Maquette op schaal 1:500 van het havenmondgebied bij Hoek van Holland.

## Ergonomie in een havenmond

### Ergonomics in a harbour entrance

H. J. LEEBEEK

Instituut voor Zintuigfysiologie TNO

#### Samenvatting

Dank zij een opdracht van Rijkswaterstaat kon ergonomisch optimaliseren van de omgeving voor de man op een scheepsbrug zich uitstreken tot het doen van aanbevelingen met betrekking tot het visuele beeld voor de nieuwe havenmond bij Hoek van Holland.

Voor het onderzoek werd gebruik gemaakt van een maquette op schaal 1:500. Adviezen werden gegeven over tracés van dammen en oevers, lichtenlijnen, hinderlijke achtergrondverlichting, lichtmarkering van een dam, enz.

#### Summary

Ergonomical optimisation of the surroundings for the man on a ship bridge reached so far that recommendations could be given to the Ministry of Transport, Hydraulics and Public Works about the visual impression of the new harbour entrance near Hook of Holland.

A scale model (1:500) was used for the investigations. Recommendations were given about the shape of breakwaters (moles) and banks, about leading lines of light, annoying background lighting, and so on.



## Het waarom

De foto hiernaast toont een maquette op schaal 1:500 van het havenmondgebied bij Hoek van Holland, zoals deze aanwezig is in het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, te Soesterberg. Een eerste reactie van de lezer kan zijn, te constateren dat er blijkbaar behalve in de waterloopkundige en scheepsbouwkundige laboratoria ook dergelijk werk gebeurt bij het IZF. Er is evenwel een groot onderscheid: waterloopkundige en scheepsbouwkundige laboratoria houden zich bezig met wat er onder het wateroppervlak gebeurt, terwijl het onderzoek van het IZF zich richt op alles wat er boven het wateroppervlak te zien is.

Voor diegenen die met het werk van het IZF bekend zijn is het duidelijk dat zo'n onderzoek uitermate goed past in de interessesfeer van het instituut. De „technische menskunde” zoals de toegepaste ergonomie binnen het IZF al jaren wordt genoemd, wordt daar intensief beoefend en zoveel mogelijk in de praktijk gebracht. Oorspronkelijk waren problemen, voorgelegd door de Koninklijke Marine, de directe aanleiding tot onderzoek en het geven van adviezen. Al snel bleek de opgedane ervaring direct bruikbaar te zijn ook voor de civiele scheepvaart.

Om terug te keren tot de ergonomie in een havenmond: we letten op de man op een scheepsbrug. Hij bevindt zich in een uiterst technische omgeving: allerlei instrumenten vertellen hem iets over de positie, de snelheid, de vaarrichting enz. van zijn schip. Van de voortstuwing en de besturings- en bedieningsmiddelen worden hem de essentiële gegevens gepresenteerd. De buitenwereld is voor hem van groot belang en behoort ook tot zijn technische omgeving. Via radio, radar e.d. komt

de informatie hieromtrent binnen. Daarnaast echter hoort ook het visuele beeld van de buitenwereld er bij; dit levert vaak nauwkeuriger informatie dan instrumenteel mogelijk is.

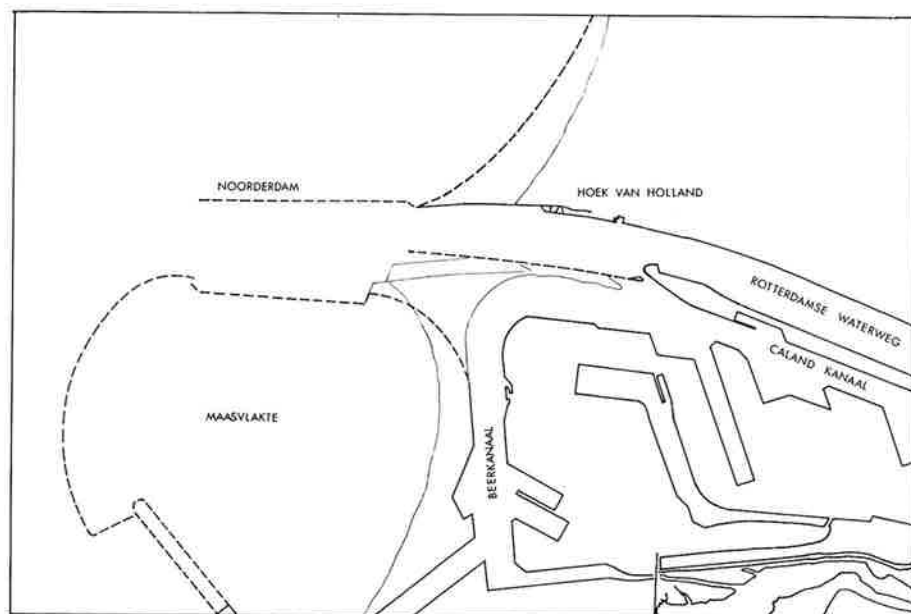
De man op de brug neemt het visuele beeld waar, interpreteert het, vergelijkt het zo nodig met de andere gegevens, handelt (bestuurt) en wacht af of het visuele beeld de gewenste verandering vertoont, neemt dus weer waar, enzovoorts. Het is duidelijk dat bij een optimalisering van het besturingsproces van een schip niet alleen het instrumentenpaneel e.d. moet worden beschouwd doch ook dat het visuele beeld optimaal moet worden aangepast aan de man-machine relatie.

Het verzoek van Rijkswaterstaat om adviezen te geven bij de bouw van de havenmond voor alle visuele aspecten werd door het IZF dan ook met enthousiasme geaccepteerd.

## Maquette

Voor het onderzoek werd een maquette gebouwd op schaal 1 : 500. Deze schaal vloeide voort enerzijds uit de beschikbare ruimte (ca. 22 × 16 m) en anderzijds uit de grootte van de gewenste details die dienden te worden waargenomen en vervaardigd. In fig. 2 is schematisch aangegeven over welk gebied het onderzoek zich uitstrekte. De oorspronkelijke beperkingen van de vaarwegen zijn met dunne lijnen aangegeven, terwijl de toekomstige — en intussen al bijna geheel gerealiseerde — situatie met onderbroken lijnen is getekend. In de oude situatie moest het scheepvaartverkeer komende vanaf de Noordzee een bocht van 180° maken om het Beerkanaal te bereiken, terwijl ook voor het invaren van het Calandkanaal een moeilijke manoeuvre nodig was. In de nieuwe situatie zijn deze

Fig. 2. Het gebied waarover het onderzoek zich uitstrekte. In dunne lijnen de oude situatie. In onderbroken lijnen de nieuwe toestand.



moeilijkheden weggenomen. Een splitsingsdam scheidt de Rotterdamse Waterweg van het Calandkanaal. Het oude Noorderhoofd is verlengd met een Noorderdam, terwijl in het zuiden de in scheepvaartkringen beruchte Maasvlakte is omsloten door de nieuwe Zuiderdam.

Op de Noordzee ligt de aanlooproute voor de havenmond, terwijl ongeveer in het gebied tussen Noorderdam en Maasvlakte het scheepvaartverkeer zich al „wevend” een weg kiest naar en van de Rotterdamse Waterweg, het Calandkanaal en het Beerkanaal.

Gepoogd werd om de essentiële gegevens van het visuele beeld zoveel mogelijk in de maquette aan te brengen. In verband met de verschillende waterstanden werd ook echt water gebruikt met het bijkomende voordeel dat een zo natuurgetrouw mogelijk beeld tijdens de verschillende opnamen werd weergegeven.

### Methoden van onderzoek

Wat kan men nu in en met zo'n maquette doen?

Er zijn de volgende methoden:

1. Directe visuele waarneming;
2. Fotograferen vanaf bepaalde punten;
3. Video-opnamen.

Methode 1 werd uiteraard als allereerste altijd gevolgd. Men kan directe waarnemingen in de maquette doen vanaf de rand, of ook met behulp van een spiegel vanaf een punt in de maquette. Van verschillende effecten werd aldus een eerste indruk verkregen.

Methode 2 behoeft in principe niet veel moeilijkheden op te leveren. Praktisch levert deze methode wel een overstelpende hoeveelheid kleurendia's, negatieven en zwart-wit afdrukken op. Men kan de gefotografeerde situaties nu bekijken, interpreteren en beoordelen op de doelmatigheid van het visuele beeld. Enige voorzichtigheid met deze be-

handeling is wel geboden, omdat men hierbij te maken heeft met statische momentopnamen en het besturen van een schip een dynamisch verloopend proces is.

Methode 3 had het nadeel van zwart-wit weergave. De huidige kleuren TV-apparatuur was namelijk te omvangrijk om effectief te kunnen worden gebruikt. Hoewel kleurinformatie dus niet wordt doorgegeven en bovendien het oplossend vermogen van video-opnamen slechter is dan die van het menselijk oog als ook van de fotografische methode, heeft videoregistratie toch het voordeel van dynamisch registreren van de gebeurtenissen. De TV-camera werd namelijk over een railsysteem onder het wateroppervlak door de maquette gereden, zodat het effect van varen in het model bereikt werd. De ervaring leerde dat juist deze dynamiek een goede beoordeling van de situatie leverde.

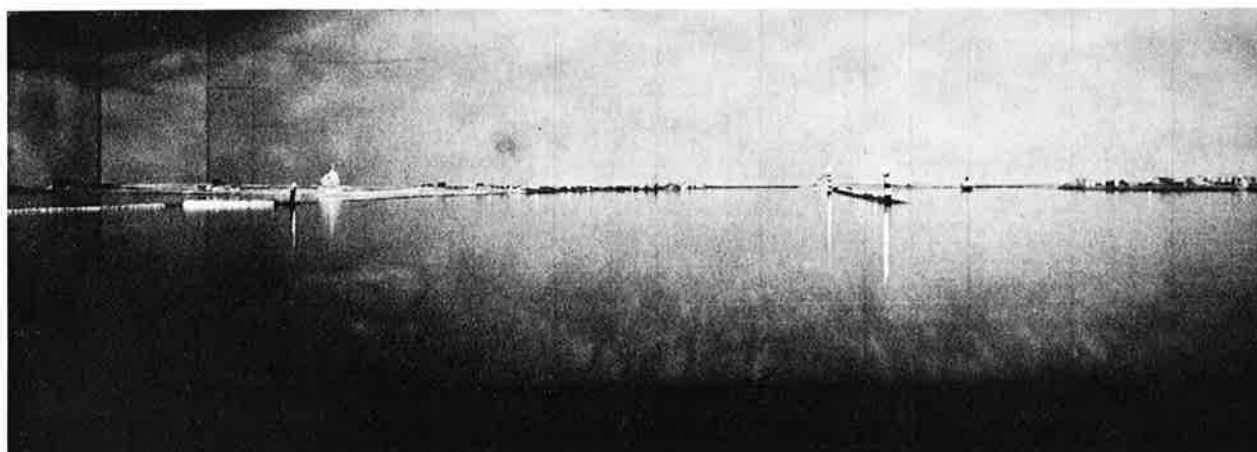
Op het moment dat dit artikel werd geschreven, was in voorbereiding een uitgebreide simulatiemethode, waarbij met behulp van computers de TV-camera bestuurbaar door het model „vaart”. De „man op de brug” heeft in dit geval vóór zich een monitor waarop het visuele beeld aanwezig is. Met de op echte schepen gebruikelijke besturings- en navigatiemiddelen moet hij nu in het havenmondgebied navigeren, waarbij factoren als scheepseigenschappen, wind, stroming, etc. door de computer worden ingevoerd. Met deze dynamische simulatiemethode zullen in de toekomst enkele belangrijke problemen bij het navigeren in vaarwegen bestudeerd kunnen worden.

Met deze methoden werden allerlei adviezen gegeven, waarvan er nu enkele behandeld zullen worden.

### Tracé's, dammen en dijken

De maquette is zeer geschikt om er in kort tijdsbestek verschillende tracé's en vormgevingen in uit te proberen op hun visuele effect. Zo werden (zie fig. 2) naar aanleiding van waarnemingen in het

Fig. 3. Opname vanaf een bepaalde plaats in de maquette.



model suggesties gedaan met betrekking tot de z.g. Zuiderdam, die aan de zeezijde de Maasvlakte omgeeft, de Splitsingsdam tussen Rotterdamse Waterweg en Calandkanaal, e.a.

Veel aandacht werd besteed aan een, als gevolg van het tracé van het oude Noorderhoofd optredende vernauwing in de toegang tot de Rotterdamse Waterweg.

Ter illustratie geven de figuren 3 en 4 enige zwart-wit afdrukken van de kleurendia's van twee alternatieve vormgevingen van deze toegang, zoals deze in de maquette werden aangebracht.

### Visuele hulpmiddelen bij de navigatie - lichtenlijnen - lasers

Bij het vanuit de Noordzee binnenlopen van schepen in het havenmondgebied wordt naast de hulpmiddelen als radar, Decca plaatsbepalingssysteem, dieptemeter, ook het visuele geleidingsmiddel van de lichtenlijnen gebruikt.

Het principe van een lichtenlijn is eenvoudig (zie fig. 5). In het verlengde van de vaarroute worden twee lichten opgesteld. Het verst verwijderde licht, het hoge licht, is hoger dan het dichtstbijzijnde: het lage licht. Vanaf een schip, precies varende op de lijn, worden de twee lichten nu boven elkaar gezien. Bij een uitwijking opzij verschuiven de lichten t.o.v. elkaar, men zegt, dat de lichtenlijn wordt „opengevaren”.

De nauwkeurigheid waarmee afwijkingen t.o.v. de lichtenlijn kunnen worden waargenomen is bijzonder groot: op 10 km afstand kunnen sommige ervaren zeelieden als loodsen nog zijdelingse uitwijkingen van enkele tientallen meters waarnemen. Overigens hangt de nauwkeurigheid ook af van de basisafstand en het hoogteverschil tussen de twee lichten.

Bij de havenmond bij Hoek van Holland wordt voor de aanlooproute op zee een centrale lichtenlijn bestaande uit twee witte lichten gebruikt. De lichtsterkte ervan is zeer hoog, zodat men ze van

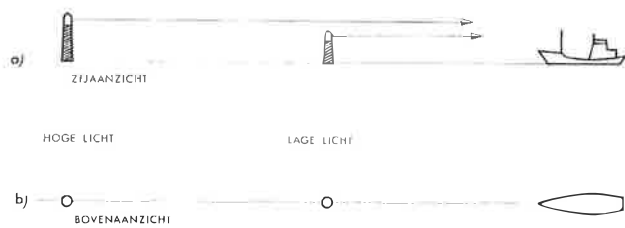


Fig. 5. Principe van een lichtenlijn.

a. Zijaanzicht. b. Bovenaanzicht.

ver op zee al kan waarnemen. Voor zo'n lichtenlijn zijn altijd twee lichttorens nodig. In samenwerking met de Technisch Physische Dienst TNO-TH werd nagegaan of bij gebruik van lasers als lichtbron een systeem mogelijk is, waarbij slechts één lichttoren nodig is. Behalve het voordeel van uitsparen van de bouw van een lichttoren heeft het toepassen van een laser ook nog het voordeel dat met de zeer dunne laserlichtstraal optisch veel gemakkelijker kan worden gemanipuleerd, dan met de omvangrijke conventionele lichtbronnen mogelijk is.

Het voorstel, door het IZF gedaan, ging uit van het „opvullen” van de „uit”-fase in een normale lichtenlijn. Een lichtenlijn heeft namelijk wat men noemt een „karakter”, een bepaalde afwisseling in de tijd van aan- en uitperiodes. In fig. 6a is een eenvoudig karakter van een lichtenlijn aangegeven. In fig. 6b is geschetst hoe in de uitperiode korte flitsen kunnen worden gegeven. Het aantal flitsen tussen de grote „aan”-flitsen is de codering van de

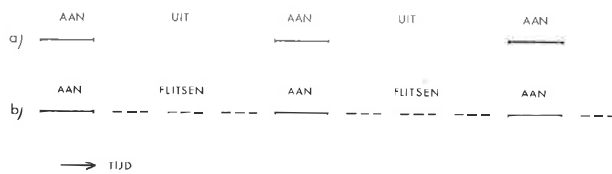
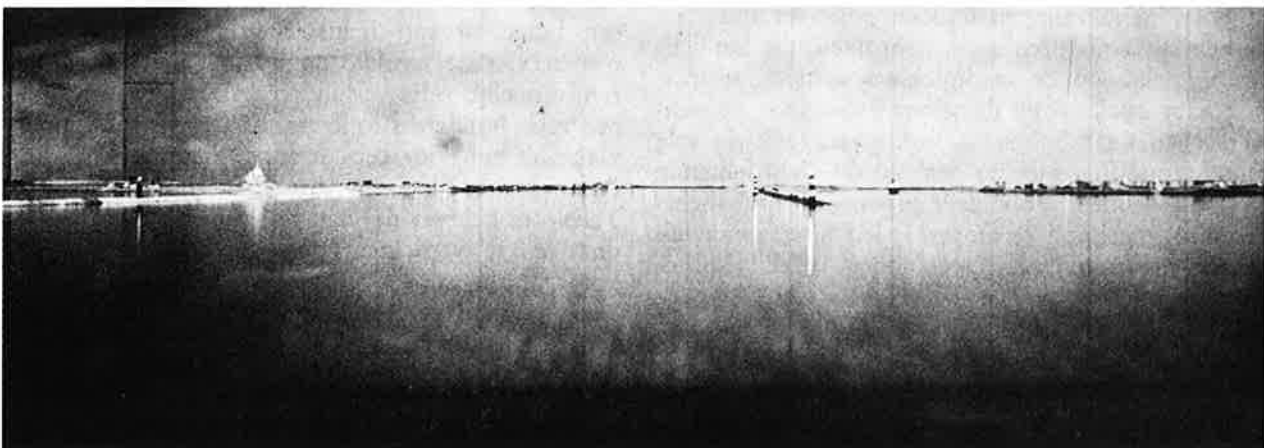


Fig. 6. a. Het karakter van een „normale” lichtenlijn.

b. De mogelijkheid van positie-aangevende codeflitsen in de uitperiode van de lichtenlijn.

Fig. 4. Opname in de maquette vanaf dezelfde plaats als in fig. 3 doch het Noorderhoofd heeft een andere vorm.



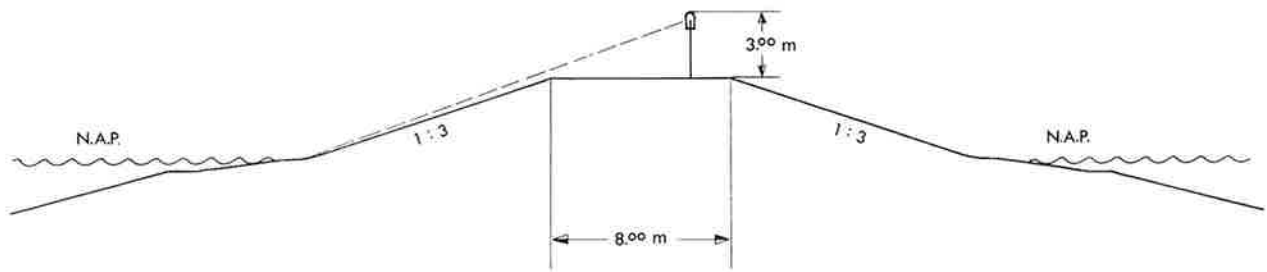


Fig. 7. Lichtmarkeringen op de splitsingsdam tussen Waterweg en Calandkanaal.

afwijking t.o.v. de lichtenlijn: hoe meer flitsen, hoe verder van de as van de lichtenlijn. Gebleken is, dat de herhalingsfrequentie voor de korte flitsen niet hoger dan 3 Hz mag zijn, willen ze nog telbaar zijn. Een totaal aantal van 9 flitsen is wel het maximum, indeling in 3 groepjes van 3 verhoogt de telbaarheid.

Wanneer nu bij dit systeem ook nog een meerkleurenlaser wordt gebruikt, dan kan aangegeven worden of men zich links of rechts, dan wel in het hart van deze „lichtenlijn” bevindt. Vaart men te ver bakboord, dan zijn alle flitsen rood, vaart men te ver stuurboord, dan zijn ze groen, terwijl precies op de as de flitsen geel zijn. Als de mate van afwijking naar bakboord of stuurboord door de 9 mogelijke flitscoderingen wordt aangegeven, dan is het daardoor mogelijk de naderingsroute in te delen in 19 sectoren (9 rode + 9 groene + 1 gele). Op het ogenblik worden proefnemingen op zee gedaan om het voorstel aan de praktijk te toetsen.

### Storende achtergrondverlichting

Het mag een wonder lijken dat men, 's nachts, de havenmond vanuit zee naderend, uit de veelheid van met de navigatie niets te maken hebbende lichten en lichtjes, toch de enkele ter zake zijnde er uit haalt en effectief gebruikt. In het algemeen schijnen weinig voorschriften te bestaan, die verwarrende verlichting moeten verhinderen. Bij de voorbereiding van de bouw van nieuwe elektrische centrales op de Maasvlakte werd aan het IZF gevraagd aanbevelingen te geven voor een de scheepvaart zo weinig mogelijk hinder gevende verlichting. De aanbevelingen luiden ongeveer dat men verlichtingsarmaturen moet gebruiken, die het licht voornamelijk op de werkplekken richt en uitstraling naar opzij — en daardoor vaak door de vensters heen naar buiten — tegengaat. Ook de vele buitenarmaturen moeten een goede lichtrichtende werking hebben. Voor zeer geconcentreerde lichtbronnen van hoog vermogen is het uiterst moeilijk om de uitstraling naar zee binnen redelijke grenzen te houden.

### Verlichting vaarwegen

Zonder in te gaan op het effect van straatverlichting e.d. langs en op de oevers van de vaarwegen

is het toch wel interessant om hier één aspect te behandelen.

Uit nautische en waterloopkundige overwegingen bleek een splitsingsdam tussen de Rotterdamse Waterweg en het Calandkanaal noodzakelijk (zie fig. 2). Men kan zich indenken, dat 's nachts een verlichting van deze dam noodzakelijk is om te voorkomen, dat het scheepvaartverkeer, vooral het verkeer uit het Beerkanaal komend, er bovenop vaart. De nogal uitbundig verlichte achtergrond van Hoek van Holland met de Harwich-boot steiger zou wel eens het op tijd waarnemen van een donkere dam kunnen verhinderen.

In eerste instantie dacht men te moeten kiezen tussen twee mogelijkheden:

- a. een normale straatverlichting met natriumlampen;
- b. een soort bermverlichting, waarbij schijnwerpers de taluds van de dam aanstralen.

De reactie van het IZF op de vraag tot hulp bij de keuze tussen de twee alternatieven bestond uit het aangeven van een derde mogelijkheid.

De bezwaren tegen de mogelijkheden a. en b. waren namelijk de volgende:

tegen a.: De lichtbronnen — de natriumlampen dus — bezitten een zeer hoge lichtsterkte. Ze worden wel gedeeltelijk afgeschermd, doch er blijft van opzij gezien toch nog een hoge lichtsterkte over. Bedenkt men daarbij dat de navigatielichten op de schepen zelf zeer zwak zijn (de voorgeschreven lichtsterkten berusten nog altijd op het gebruik van petroleumlampen), dan ziet men direct in, dat een lange rij van lichtsterke lampen het waarnemen van de zwakke navigatielichten zal hinderen, mogelijk zelfs verhinderen. De verlichting van het vele honderden meters brede vaarwegoppervlak zelf zal door een straatverlichting vanaf de dam ver beneden een bruikbaar niveau blijven. Tenslotte behoeft de damverlichting ook niet de dam zelf te verlichten, daar er geen verkeer op komt.

tegen b.: De uitvoering van de splitsingsdam met een afdeklaag van donker asfalt staat een redelijke luminantie (helderheid) van de taluds in de weg. Er zou wel bijzonder veel licht nodig zijn om enige waarneming mogelijk te maken.

In fig. 7 is het IZF voorstel aangegeven. Aan één zijde van de kruin van de dam staan om de ca 50 meter palen (hoogte ca. 3 m). Bovenop elke paal is onder een putsglas een gloeilamp gemonteerd. De minimumhoogte van 3 m is noodzakelijk om langs de 1:3 hellingen van de dam de gloeilamp nog de waterlijn te laten beschijnen. De reflecties in het water zullen voor de waarnemer nu precies aangeven waar de waterlijn zich bevindt. Verder is de lichtsterkte van de lampen gekozen in de buurt van die van de scheepsnavigatielichten. Dit lijkt een nogal lichtzwakke lamp, doch doordat er een lange rij van deze lichtjes op de dam aanwezig is, is er toch een zeer goede waarnemingsmogelijkheid.

Een bijkomend voordeel van de gloeilampen t.o.v. de natriumverlichting is, dat gloeilampen zeer gemakkelijk dimbaar zijn; brandend op een onder-

spanning is de levensduur dan even hoog als die voor natriumlampen. Slechts bij mist behoeft de volle spanning op de lampen te worden gezet, waardoor de zichtbaarheid wordt vergroot. Het op verlichtingstechnische argumenten gegronde voorstel bleek overigens ook nog goedkoper te zijn! Voor een beoordeling van de verschillende effecten werden ook hiervoor waarnemingen in de maquette gedaan.

### Conclusie

Het is zinvol gebleken om de ergonomische aspecten bij de scheepvaart niet te beperken tot maatregelen op het schip, maar ook te betrekken op de vaarwegen, vaarwegbegrenzings en nautische hulpmiddelen, zoals dat bij een project als de bouw van een havenmond duidelijk tot uiting komt.

# Laserstraling en netvliesschade

J. J. VOS

Instituut voor Zintuigfysiologie TNO

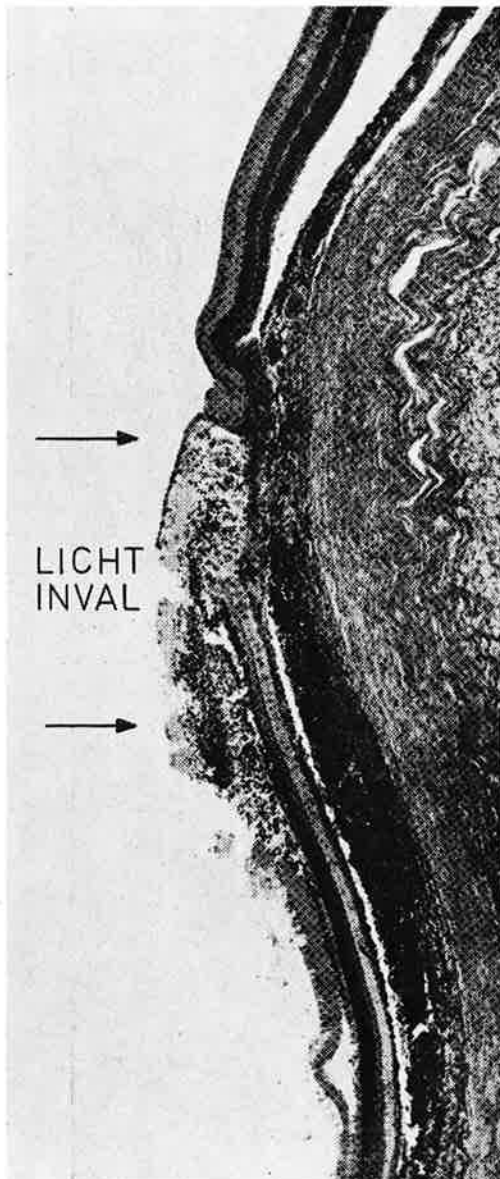
## Laser radiation and danger to the retina

### Samenvatting

Laserstraling kan door het afbeeldend vermogen van de oogoptiek zo gekoncentreerd worden op het netvlies dat warmteschade op kan treden. Onze kennis en onkunde in deze wordt toegelicht, en toelaatbare doses worden voorgesteld. Het nut van medische begeleiding wordt ter discussie gesteld.

### Summary

Laser radiation can be thus concentrated upon the retina by the eye optics that heat damage occurs. Our knowledge and ignorance are told, and admissible doses proposed. The benefit of medical guidance is discussed.



### Inleiding

Laserstraling heeft de naam gevaarlijk te zijn voor het oog — en in zekere zin terecht. Wanneer de omstandigheden ongunstig zijn kan laserstraling een oog ruïneren. Maar het gevaar moet men niet buiten proportie zien. Ook konventionele lichtbronnen kunnen gevaarlijk zijn. Al in de grijze oudheid vindt men gevallen vermeld van netvliesverbranding door langdurig kijken in de zon. Nevenstaande foto (fig. 1) met een doorsnee van een experimenteel met zonlicht beschadigd netvlies dateert reeds uit 1916! Met booglampen worden, al ruim 20 jaar, klinisch netvliesverbrandingen aangebracht om netvliesscheuren te dichtten. Bovendien dient men te bedenken dat lang niet alle lasers gevaarlijk zijn. De gangbare He/Ne lasers beneden 1 mW kunnen als volstrekt ongevaarlijk worden beschouwd. En tenslotte liggen de gevaren van lasers misschien nog wel meer in de hoogspanningscircuits die ermee annex zijn, dan in de straling die ze uitzenden.

Dit alles neemt niet weg dat laserstraling gevaarlijk voor het netvlies kan zijn. De bedoeling van dit artikel is deze gevaren van laserstraling te beschrijven en te schatten.

### Oorzaak van de gevaarlijkheid

Er is weinig twijfel mogelijk dat de primaire oorzaak van dit soort netvliesschade moet worden gezocht in de warmteontwikkeling in de pigmentlaag direct achter het netvlies. Bij heel hoge inten-

Fig. 1. Mikroskopisch preparaat (van Verhoeff en Bell, 1916) van een netvliesverbranding, veroorzaakt door met verwijde pupil in de zon te kijken. De figuur heeft dezelfde oriëntatie als de anatomische schets van fig. 2.

siteiten kan men een meer direkt explosieve werking van gekoncentreerd laserlicht verwachten door alineaire effecten van de elektrische veldgradiënten, maar bij drempelschade — en zelfs die te voorkomen is ons eerste doel! — kan daarvan nog geen sprake zijn. (Hayes en Wolbarsht, 1968.) Door die warmteontwikkeling kan plaatselijk in het netvlies een „blaar” worden getrokken. Dat is natuurlijk maar een naam, en in het volgende zal blijken dat we nog lang niet toe zijn aan een volledig begrip van wat zich in het netvlies afspeelt. Het gevolg van die blaar zal in de eerste plaats een lokale vermindering zijn. Dit hoeft nog geen drama te betekenen, wanneer deze plek maar ergens in de periferie van het gezichtsveld zit. Een blinde vlek daar, zal de patiënt veelal niet eens bemerken. Tenslotte uit zich de plek van intree van de gezichtszenew in het oog — de blinde vlek, (fig. 2) — ook niet als een hinderlijk gat in het gezichtsveld, ofschoon hij ca 7° in diameter meet. Maar wordt de centrale plek voor het scherp zien — de fovea — getroffen, dan kan dit leiden tot ernstige visuele invaliditeit.

Wanneer de ingestraalde dosis ver ligt boven de tolerantie kan de schade zich uiteraard ook naar verdere gebieden uitbreiden, hetzij direct mechanisch, hetzij indirect door beschadiging van zenuwbanen naar nog verder van de blinde vlek af gelegen netvliesdelen.

Dat het netvlies zo kwetsbaar is voor grote uitstraling heeft een aantal oorzaken (fig. 2).

— In de eerste plaats is het netvlies qualitate qua gelokaliseerd in het beeldvlak van het dioptrisch systeem van het oog. Dat betekent dat de lokale bestralingssterkte erg hoog kan worden. Een geluk in deze is de slechte kwaliteit van de oogoptiek die maakt dat het beeld veel slechter is dan buigings-begrensd. Hoe slecht is niet zo zeker. Sommige auteurs melden een minimum experimentele beeldgrootte in de orde van 50 μm (Vassiliadis, 1969), terwijl anderen tot een grootte in de orde van 5 tot 10 μm komen (Sloney, 1971, geeft een overzicht). Het zal duidelijk zijn dat deze diskrepantie een grote onzekerheid met zich brengt t.a.v. de minimum schadedosis. Gesteld moet worden dat de hoge waarden, merendeels gebaseerd zijn op een betrekkelijk ruwe schatting van de beeldgrootte bij oogspiegelen, terwijl de lage waarden afkomstig zijn uit kwantitatieve fysische en psychofysische bepalingen van lichtverdelingen in het netvliesbeeld. Op grond hiervan, en uit veiligheids-overwegingen lijkt het daarom aanbevelenswaard de kleinste beeldgrootte aan te houden bij berekeningen. Het zal overigens duidelijk zijn dat deze waarde afhankelijk is van de pupilgrootte: 's nachts kan deze oplopen tot ca 8 mm; de relatieve opening bedraagt dan ca 1 : 3, wat ernstiger beeldfouten moet geven dan de dagwaarde van ca 4 mm. Ruwweg kan men stellen dat bij kleine pupil de beelddiameter 5 μm, bij grote pupil 10 μm

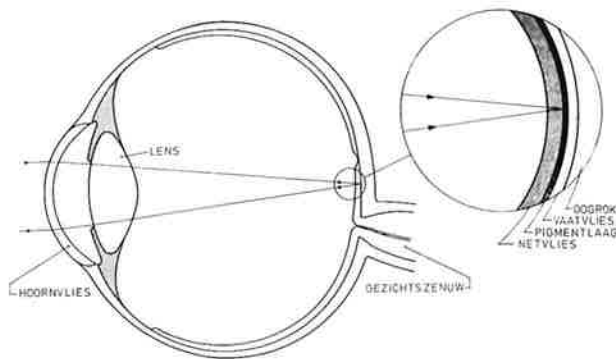


Fig. 2. Doorsnee van het menselijk oog. Het licht wordt door hoornvlies en lens gekoncentreerd op het netvlies. Vlak onder de aangeduide beeldplaats treedt de gezichtszenew binnen (blinde vlek); vlak erboven vertoont het netvlies een indeuking op de plaats van scherp zien (fovea).

bedraagt, zodat pupilgrootte en beeldgrootte min of meer gelijk opgaan. De lichtconcentratie van pupil naar netvlies is dan ook, vrijwel onafhankelijk van dag- of nachtsituatie, ongeveer

$$\left(\frac{8}{0.01}\right)^2 \text{ 's nachts} = \left(\frac{4}{0.005}\right)^2 \text{ overdag} = 6 \times 10^5.$$

Via deze faktor kunnen voor puntbronnen als lasers, netvlies en hoornvliesdoses in elkaar worden omgerekend.

— In de tweede plaats moet de kwetsbaarheid van het netvlies worden toegeschreven aan de doorzichtigheid van de oogmedia. Dat klinkt als een vanzelfsprekendheid, maar dit is het niet wanneer we de bewering maar andersom stellen: de beperkingen in schadelijkheid, met name in infrarood en ultraviolet dienen te worden gezocht in de beperkte doorlating van de oogmedia buiten wat men wel het „spektrale venster” noemt (fig. 3). Naar

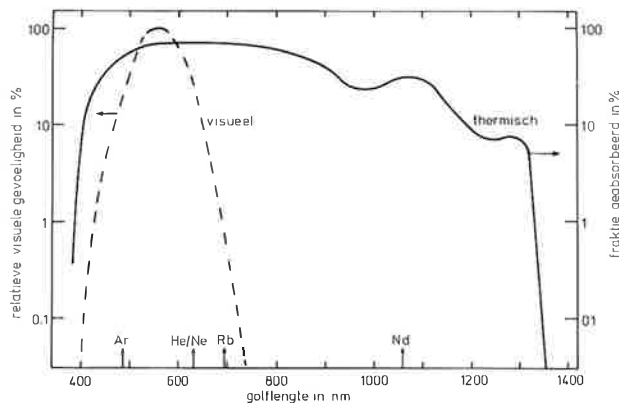


Fig. 3. Het thermische en het visuele spektrale venster van het menselijk oog. De „thermische” kromme geeft het aan de voorzichtige kant gehouden verloop van de fraktie van de bij het hoornvlies binnentredende straling die in het pigment in warmte wordt omgezet. De „visuele” kromme is de door de Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) gestandaardiseerde ooggevoeligheid bij daglichtniveau.

het infrarood wordt de doorlaatbaarheid vooral bepaald door de absorptiebanden van het water, naar het ultraviolet door de absorptie door kleurstoffen in de lens. Deze absorptie neemt overigens duidelijk toe met het ouder worden in de vorm van een sterke vergeling. De literatuur-gegevens zijn niet eensluidend en de kromme van fig. 2 geeft een aan de voorzichtige kant gehouden profiel van het „thermisch venster”. Ter vergelijking is het profiel van het veel smallere „visuele venster” ingetekend. Duidelijk biedt het nabije infrarood plaats voor lasers waarvan de straling niet zichtbaar, maar wel gevaarlijk kan zijn voor het netvlies.

— Als derde oorzaak van de kwetsbaarheid van het netvlies valt te noemen de dunte van het pigmentlaagje waarin de opvallende straling wordt geabsorbeerd. Ter vermijding van misverstand: dit pigment is niet het visueel werkzame pigment dat in de netvliesreceptoren gekoncentreerd zit. Het meeste licht, zelfs in het gebied van maximale visuele gevoeligheid, lekt tussen de receptoren door en loopt dood in dit anti-halo laagje van ca 10  $\mu\text{m}$  dik en van grote optische dichtheid. Bij een tweedimensionaal optisch netvliesbeeld hoort dus een drie-dimensionaal thermisch beeld met een dikte van 10  $\mu\text{m}$  of zelfs nog minder omdat, door de grote dichtheid, de voorkant sterker zal absorberen dan de achterkant. Deze geometrisch goed beschrijfbaar situatie van een thermisch beeld in waterachtig milieu leent zich ideaal voor wiskundige doorrekening, en men kent dan ook de theoretisch berekende temperatuurverdeling in en om het pigmentlaagje in tal van stimuleringsomstandigheden. Zekere verfijningen in dit model zijn uiteraard mogelijk — afnemende absorptie met toenemende diepte in het pigment; ook absorptie in het vaatvlies, de sterk doorbloede laag direct achter het pigment; afvoer van warmte met het bloed — maar de meest wezenlijke karakteristieken zijn toch al in het eenvoudige model te bespeuren.

Bij kijken in een laserbundel hebben we te doen met een optisch beeld, waarvan we de diameter nu maar gemakshalve op 10  $\mu\text{m}$  zullen stellen. Het thermisch beeld is dan in alle richtingen ruwweg 10  $\mu\text{m}$  uitgebreid. Een dergelijk min of meer sferisch warmtebeeld (met schaal R) heeft een opwarmtijd  $\tau$  in de orde van  $\tau = R^2/K$  met  $K =$  warmtevereffeningcoëfficiënt  $\approx 1.5 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{sec}$  in waterachtig milieu.

Die opwarmtijd is de tijd waarover de warmte effectief wordt opgezameld, zonder dat nog noemenswaard warmte naar de omgeving weglekt. Voor  $R = 5 \mu\text{m}$  is dus de opwarmtijd van de orde van 100 msec. Dat is zo'n faktor 1000 kleiner dan de ca. 100 msec waarover een visuele prikkel „oplaadt”, en dus ook uitsmeert in de tijd. Een korte lichtflits wordt dus visueel veel meer uitgesmeerd dan thermisch, en kan daardoor letterlijk veel gevaarlijker zijn dan het schijnt.

## Drempeldoses

Onze interesse gaat natuurlijk uit naar de vraag welke doses nu wel en welke niet gevaarlijk moeten worden geacht. Daarbij zijn wij vooral aangewezen op indirecte aanwijzingen. Wij kunnen proefbeschadigingen aanbrengen bij dieren, maar verkeren in onzekerheid hoe zwaar een bij oogspiegelen — of histologisch — nog net zichtbare netvliesbeschadiging functioneel moet worden aangerekend. Bij gezonde mensenogen durft men, uiteraard, de kritische proef welke dosis nog net toelaatbaar is, niet aan. De paar ongelukken die in de literatuur gerapporteerd zijn waren dusdanig bovendrempelig dat er geen lering uit te trekken viel.

Wat men daarom tracht te doen is de experimenteel gevonden dosis-tijd en dosis-oppervlakte relaties voor *nog net door de experimentator waarneembare* netvliesverbranding kwantitatief te begrijpen, om dan op grond van dit begrip te voorspellen hoe deze relaties zullen zijn voor een functionele, nog net *voor de patiënt merkbare* netvliesverbranding.

Dat deze relatie niet zonder meer eenvoudig is moge blijken uit fig. 4a en b, die de experimentele netvlies dosis en de daarmee korresponderende hoogst optredende netvlies temperatuur geven als functie van de bestralingstijd bij een 800  $\mu\text{m}$  beeld, en als functie van de beelddiameter bij  $3 \times 10^{-8}$  sec bestralingstijd. Onmiddellijk duidelijk komt uit deze figuren naar voren dat de kritieke dosis niet zonder meer kan worden begrepen uit de veronderstelling dat één bepaalde kritische temperatuur niet mag worden overschreden. Voor grote bestralingstijden — ook voor andere beeldgrootten dan de hier getoonde — lijkt men de resultaten inderdaad met een kritische temperatuursstijging van ca 16°C te kunnen beschrijven. Maar voorts lijkt het verloop van de kritieke temperatuur met flitsduur en beeldgrootte een vrij grillig verloop te hebben.

Toch kan men er wel iets van begrijpen — zij het dat van een kwantitatief verstaan nog nauwelijks sprake is. Dat gedurende korte tijd een wat hogere temperatuur verdragen wordt is voorstelbaar als men niet de temperatuur zelf als grens beschouwt, maar veeleer de totale hoeveelheid geproduceerde en niet afvoerbare schadelijke stoffen. Dat bij zeer korte tijden de berekende kritische temperatuur weer daalt heeft een heel andere oorzaak: het grove rekenmodel, dat het pigmentlaagje als uniform absorberend beschouwt, gaat voor deze korte tijden helemaal niet meer op. Voor zeer kleine flits-tijden heeft de warmte eenvoudig de tijd niet zich homogeen te verdelen over de pigmentlaag. Men bedenke dat de relaxatietijd voor de circa 1  $\mu\text{m}$  grote pigmentkorrels van de orde van  $10^{-5}$  sec is. Dat betekent dat de werkelijke temperatuursverhoging op mikro-schaal aanzienlijk hoger moet



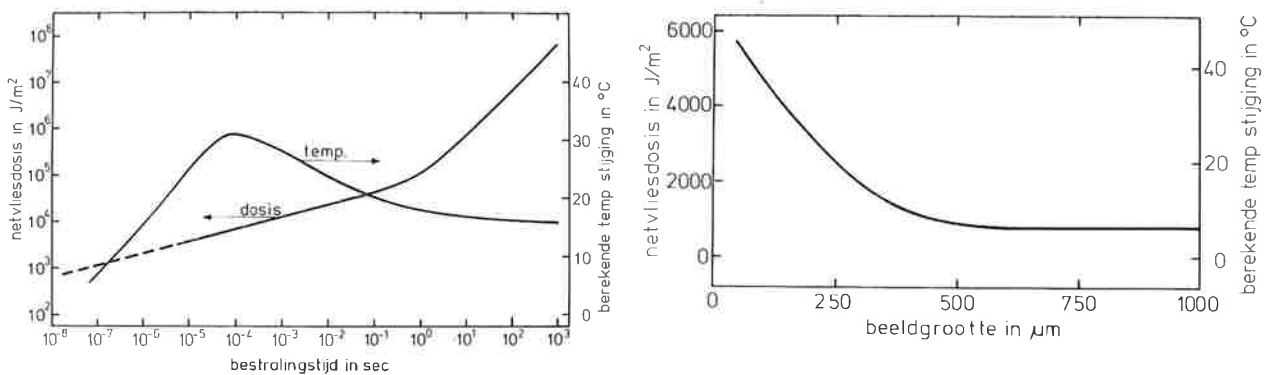


Fig. 4a, b. Experimentele dosis-tijd kromme van een 800 µm groot netvliesbeeld (a), en dosis-beeldgrootte kromme voor  $3 \times 10^{-8}$  sec flitsduur (b). Tevens ingetekend is de op grond van deze waarden berekende hoogst optredende netvlies temperatuur (vrij naar gegevens van Clarke, 1970).

zijn geweest dan die berekend werd met het op uniforme absorptie gebaseerde model (Haynes en Wolbarsht, 1968). Een kwantitatieve uitwerking van deze gedachte staat echter nog maar in de kinderschoenen.

Tenslotte is er nog de raadselachtige toeneming van de berekende kritische temperatuur voor kleinere beeldgrootten bij de kortst bemeten flitstijden van  $3 \times 10^{-8}$  sec. Warmtegeleiding kan in zulke korte tijden geen enkel verschil uitmaken en het meest waarschijnlijk lijkt het, de verklaring te zoeken in de moeilijkheid die de experimentator heeft bij het opsporen van beschadigingen van zeer kleine omvang. Geeraets (1963) heeft daar al heel vroeg op gewezen, en dit betekent dat er grote kans is dat hier eerder een eigenschap van de waarnemer is gemeten dan een reëel effect in het netvlies van de getroffenene. Wanneer inderdaad de bepalende faktor in de experimentele studies het detectievermogen van de onderzoeker zou kunnen zijn, is een zekere voorzichtigheid geboden deze experimentele minimum-schade dosiswaarden als maat voor functionele schade te aanvaarden. Met name lijkt het goed, slechts één waarde voor de kortste flitstijden te aanvaarden (dus geen afhankelijkheid van de beeldgrootte), en voorts lijkt het verstandig de berekende temperatuurstijging van 16°C (grote velden, grote tijden) als een mogelijk te hoge waarde te beschouwen voor functionele schade. Het lijkt meer verantwoord, de helft hiervan als grenswaarde te aanvaarden. Deze temperatuurstijging is ongeveer wat het lichaam als geheel als maximum kan doorstaan, en het lijkt niet irreëel deze waarde ook voor een delicaat weefsel als het netvlies aan te houden.

Tot nu toe is een directe controle van deze temperatuurberekeningen niet gelukt. Een elegante indirecte controle lijkt mogelijk via de recent door Ward en Bruce (1971) bewandelde weg om de kritieke dosis te meten als functie van de lichaams-temperatuur. Deze methode geeft als het ware een directe equivalentie-relatie tussen ingestraalde dosis en geproduceerde temperatuurstijging. Tussen

de door hen gepubliceerde meetresultaten en de door anderen berekende temperatuurstijging ligt echter een faktor 3 verschil, zodat nog niet van een sluitend verhaal kon worden gesproken. Gelukkig valt de diskrepancie in de veilige richting, zodat wij vooralsnog veilig aan de bovenstaande berekeningen mogen vasthouden.

In concreto stellen wij daarom voor, de dosis-tijd relatie van fig. 4 voor alle beeldgrootten als  $2 \times$  de grenstolerantie te aanvaarden. Voor een 30 nsec lichtflits van een Q-switched laser betekent dit een maximaal toelaatbare dosis van 350 J/m<sup>2</sup> geabsorbeerd in het pigment. Gezien de absorptie-karakteristiek van oogmedia en pigmentlaag betekent dit

- voor de robijnlaser ( $\lambda = 696$  nm) een dosis op het netvlies van 500 J/m<sup>2</sup>,
- voor de neodymiumlaser ( $\lambda = 1060$  nm) een netvlies-dosis van 1200 J/m<sup>2</sup>.

Met de in het begin genoemde netvlies/hoornvlies verdunningsfactor van  $6 \times 10^5$  komt dit neer op een maximaal toelaatbare dosis ter plaatse van het oog van  $8 \times 10^{-4}$  J/m<sup>2</sup> (Rb) en van  $2 \times 10^{-3}$  J/m<sup>2</sup> (Nd).

De in de literatuur circulerende waarden wijken van deze waarden soms aanmerkelijk af. Sliney (1971) geeft een lijstje met waarden (voor Rb) tussen  $10^{-5}$  en  $2 \times 10^{-2}$  J/m<sup>2</sup>, Clarke (1970) meldt zelfs een toelaatbaar niveau van  $1.5 \times 10^{-1}$  J/m<sup>2</sup>. De meeste waarden liggen echter in de buurt van de  $10^{-3}$  J/m<sup>2</sup>. De erg lage waarden kunnen naar mijn mening vaak worden begrepen uit een overschatting van de minimum-grootte van het netvliesbeeld en een onderschatting van de detectie-problemen voor de onderzoeker bij kleine beeldgrootte; de erg hoge waarden vooral door het kumulatief toepassen van veiligheidsfactoren door successieve, hiërarchisch geordende ambtelijke instanties.

Ik ben in het voorgaande nogal uitvoerig ingegaan op de veilige dosis voor de Q-switched laserflits

omdat die de meest gevreesde is. Terwille van de ruimte, moge ik volstaan met een lijstje waarden voor andere gevallen:

Laser	Flitsduur	Toelaatbaar niveau op het hoornvlies
Q-switched Laser	30 nsec	$\frac{6 \times 10^{-4}}{\alpha} \text{ J/m}^2 \quad (10^{-4})$
Flitslaser	100 msec	$\frac{6 \times 10^{-3}}{\alpha} \text{ J/m}^2 \quad (10^{-3})$
Kontinue laser	0.1 sec	$\frac{5}{\alpha} \text{ W/m}^2 \quad (1)$

Met nadruk zij gesteld dat de aangegeven waarden veilige waarden zijn volgens de auteur;  $\alpha$  stelt daarbij de „fractie geabsorbeerd” voor volgens fig. 3. De tussen haakjes aangegeven getallen zijn de toelaatbare dosiswaarden zoals deze momenteel bij de commissie „Bescherming tegen Elektromagnetische Straling” van de Gezondheidsraad in overweging zijn voor het gehele golflengtegebied 0,4-1,4  $\mu\text{m}$ . Deze getallen zijn begrijpelijkerwijs, maar nog aanvechtbaar, hoger dan de door mij hier voorgestane.

### Medische begeleiding

In de meeste veiligheidsvoorschriften treft men, veelal in vrij vage bewoordingen, de eis van medische begeleiding aan. Wie ermee gaat werken moet „een oogonderzoek” ondergaan, „periodiek onderzoek is gewenst”, en „de leider dient regelmatig contact te hebben met medici die belast zijn met vooronderzoek en medische begeleiding”. De vaagheid is natuurlijk niet toevallig; de opsteller voelt zich niet verantwoord deze plichtplegingen weg te laten, maar niemand kan hem goed geargumenteerde instructies geven over de inhoud van die begeleiding. Slechts het waarom is duidelijk: men is bang voor ongemotiveerde WA claims. Met zorg voor de patiënt hebben deze eisen weinig te maken.

Een uitzondering op deze vaagheid vormt het voorlopig „Protocol for eye examination” dat aan het American National Standards Institution door Zweng (1971) ter overweging is voorgelegd. Dit is een uitvoerig en gedetailleerd stuk, maar hoewel de auteur zegt het veelvuldig toe te passen ontbreekt ook hier iedere motivering. Men krijgt de

indruk dat ook hij het protocol nooit nodig heeft gehad om achteraf zekerheid te krijgen.

Gezien de bestaande onzekerheid over de zin van zo'n uitvoerig onderzoek, en het feit dat het ten slotte gaat om het aantonen van functionele schade lijkt een veel eenvoudiger oogheelkundige keuring, in hoofdzaak gebaseerd op een preciese gezichtsscherpte-bepaling en een betrekkelijk grofmazig onderzoek naar mogelijke gezichtsvelddefecten, de voorkeur te verdienen.

### Toekomstige veiligheidsvoorschriften

In 1969 heeft de toenmalige Staatssecretaris van Sociale Zaken en Volksgezondheid de Gezondheidsraad gevraagd hem advies uit te brengen over aanvaardbare niveaus van laserstraling. In de daartoe ingestelde commissie heeft ook de auteur zitting. Het zal duidelijk zijn dat onze kennis omtrent de gevaren van laserstraling niet zodanig exakt is dat deze commissie met onaanvechtbare tolerantie-niveaus uit de bus zal komen. Om tot zo goed mogelijk algemeen aanvaardbare grenzen te komen is een open discussie wenselijk. Dit artikel is bedoeld als een bijdrage tot een goede meningsvorming op dit punt.

### Literatuur

- Clarke, A. M.: Ocular hazards from lasers and other optical sources.  
CRC Critical Reviews in Envir. Control nov. 1970, 307.
- Geraets, W. J., Burkhart, J. and Guerry III, D. Enzyme activity in the coagulated retina: a means of studying thermal conduction as a function of exposure time.  
Acta Ophth. Suppl. 76, 79, 1963.
- Hayes, J. R. and Wolbarsht, M. L.: A thermal model for retinal damage induced by pulsed lasers.  
Aerospace Med. 39, 474, 1968.
- Sliney, D. H.: Chapter 7 in: Laser application in medicine and biology I, M. L. Wolbarsht (ed.) Plenum Press N.Y., 1971.
- Vassiliadis, A., Rosan, R. C. and Zweng, H. C.: Research on ocular laser thresholds.  
Stanford Research Inst. Report AD700422, Aug. 1969.
- Verhoeff, F. H. and Bell, L.: The pathological effects of radiant energy on the eye.  
Proc. Amer. Acad. Arts and Sciences, 51, 627, 1916.
- Ward, B. and Bruce, W. R.: Role of body temperature in the definition of retinal burn threshold.  
Invest. Ophth. 10, 955, 1971.

# Infrarood: Nieuwe mogelijkheden en waarneming bij dag en bij nacht

## Infrared techniques

Ir. A. N. DE JONG

Physisch Laboratorium TNO

### Samenvatting

*In dit artikel worden toepassingen genoemd van het thermisch infrarood, zowel militair als civiel. Het werk op het Physisch Laboratorium TNO, voor wat betreft het ongeclassificeerde deel, wordt kort samengevat. Toekomstige ontwikkelingen in de infrarood-techniek zullen vooral gekenmerkt worden door de ontwikkelingen van de detectoren. Minder koeling zal nodig zijn, de systemen zullen betrouwbaarder en goedkoper worden en betere resolutie geven. Dit zal een uitbreiding van het gebied van toepassingen te weeg brengen.*

### Algemeen

De ontwikkelingen in de infraroodtechniek hebben nieuwe mogelijkheden geschapen om verschijnselen, processen of objecten waar te nemen. Het nieuwe schuilt in de indruk die men kan krijgen van de oppervlaktetemperatuur van een willekeurig voorwerp, zonder dit voorwerp aan te raken.

Dat deze oppervlaktetemperatuur van groot belang is om iets te weten te komen over het inwendige, behoeft geen betoog. Op vele vakgebieden en wetenschapsterreinen worden analyses op deze wijze gemaakt. We noemen hier het medische vakgebied waar bijvoorbeeld ernstige brandwonden en stoornissen in de bloedsomloop kunnen worden bestudeerd (medische thermografie [1]). Ook de meting van de temperaturen van bladeren is sterk vereenvoudigd en nauwkeuriger geworden. In de geologie is men thans beter in staat de eigenschappen van bodemsoorten en gesteenten te bepalen op grond van hun opwarm- en afkoelkarakteristieken, die op hun beurt weer bepaald kunnen worden met infraroodsensoren [2]. De waterhuishouding in een bepaald gebied kan met infrarood worden gecontroleerd, aangezien de hoeveelheid water zijn invloed heeft op de bodemtemperatuur. De controle van de oppervlakte-verontreiniging van zee of rivierwater („smeerpipen”, energiecentrales, fabrieken) is beter mogelijk geworden dank zij de infraroodsensoren.

Daarnaast zijn er nog toepassingsgebieden, zoals de bouwkunde, waar met behulp van infrarood isolaties eenvoudig kunnen worden getest, de detectie van bosbranden, de weersvoorspelling vanuit

### Summary

*Thermal Infrared is that part of the spectrum where the thermal radiation of bodies at room temperature occurs. Techniques based upon detection by means of this radiation create possibilities for military as well as civil applications. Some of them are pointed out in this article. A brief review of the unclassified part of the work at the Physics Laboratory TNO is given, while future developments, especially in the field of detectors are mentioned.*

*An extension of the applications may be expected, while the systems will become more reliable, give better resolution and will cost less.*

satellieten [3], de controle van voorwerpen die te heet kunnen worden (automatisering) zoals remblokken, transistoren, enz.

In het begin is reeds voorzichtig gezegd: de indruk die men kan krijgen van de oppervlaktetemperatuur. In veel gevallen is dit letterlijk op te vatten, daar de van het voorwerp komende straling ten dele eigen emissie en ten dele reflectie van omgevingsstraling is. De problemen die nu naar voren treden zijn duidelijk: 1e, de reflectiecoëfficiënt moet bekend zijn; 2e, het bi-directionele gedrag ervan eveneens en 3e, de verdeling van de omgevingsstraling over de ruimte. Deze problemen zijn aan de orde omdat het reflectiegedrag van de meeste objecten nogal afwijkt van dat in het visuele gebied van het spectrum; bovendien kan de vochtigheid van b.v. bodemmaterialeen nogal grote invloed hebben. Ondanks deze complicaties is het gebruik van infraroodsensoren vrijwel steeds mogelijk en in een aantal gevallen kunnen systematisch fouten t.g.v. reflecties worden geëlimineerd.

De hiervoor genoemde toepassingen zijn alle niet-militair. Dat ze eerstgenoemd zijn wil niet zeggen dat ze chronologisch gezien in de eerste plaats komen. De militair wil altijd meer zien dan zijn tegenstander, met name in het donker wil hij zijn tegenstander goed kunnen zien en wenst tevens bij al dit waarnemen zijn eigen positie niet te verraden. Daarom heeft hij een voorkeur voor passieve observatiemethoden.

De mogelijkheid van het gebruik als passief nachtzienhulpmiddel heeft de ontwikkeling van de infra-

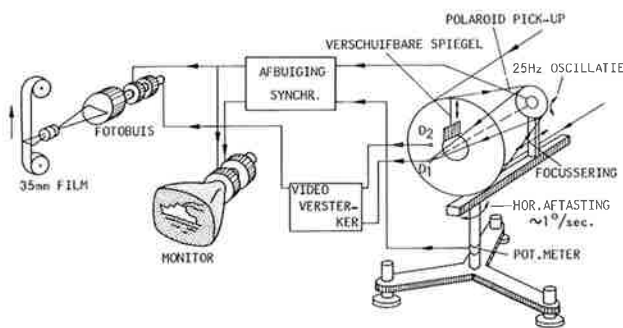


Fig. 1. Principeschets van de warmtebeeldcamera;  $D_1$ ,  $D_2$  = detectoren.

roodsensoren na de tweede wereldoorlog eerst goed in gang gezet. Een ontwikkeling die vrijwel parallel heeft gelopen met ontwikkelingen in de vaste stof-fysica op het gebied van halfgeleider-fotodetectoren.

Ook op het Fysisch Laboratorium TNO is wat deze ontwikkeling betreft al in een vroeg stadium een steentje bijgedragen door de vervaardiging van indium-antimonide detectoren, waarvan de spectrale gevoeligheid liep tot een golflengte boven 5 micron en met een absolute gevoeligheid zodanig dat de detectorruis grotendeels bestond uit de fotonenruis, d.w.z. veroorzaakt werd door de fluctuaties op het aantal binnenkomende fotonen.

Het militaire gebruik van infrarood systemen is onder te verdelen in: 1e, de detectie van objecten, 2e, de plaatsbepaling (fourhoeken t.o.v. een optische as) van objecten, en 3e, de herkenning en identificatie van objecten. Hierbij kunnen de objecten mensen, voertuigen, vliegtuigen, raketten of schepen zijn tegen een min of meer ingewikkelde terrein-, lucht- of zeeachtergrond. Inherent aan deze toepassingen zijn de camouflage's tegen deze waarnemingen en detecties. De hier opgesomde onderwerpen vormen een deel van het researchterrein, waarop het Fysisch Laboratorium TNO zich de laatste tien jaar heeft begeven.

Men kan gerust stellen dat de militaire toepassingen van infrarood niet alleen zijn voorafgegaan aan de civiele, doch dat zonder het werk aan deze militaire toepassingen de civiele veel later dan thans tot ontplooiing zouden zijn gekomen. Lange tijd vormde de geheimhouding van bepaalde aspecten van militaire infrarood technieken in hoge mate (thans veel minder) een rem op de civiele toepassingen. Dit speelde vooral een rol bij de verkrijgbaarheid van systeemgegevens.

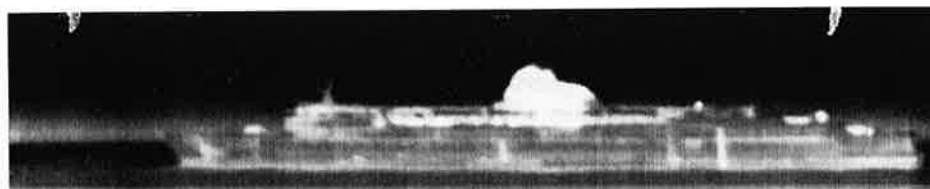


Fig. 2. Infraroodopname van Harwichboot 6-2-1969;  $\pm 9.00 \mu$ ; harde westenwind, temp.  $1^\circ\text{C}$ , regenachtig,  $10 \mu$  detector (Ge:Hg, helium gekoeld) afstand ongeveer 600 meter.

Gelukkig is deze impasse de laatste jaren doorbroken, hetgeen kan worden geïllustreerd met de NIWARS werkgroep, een Nederlandse werkgroep voor de applicatie van „remote sensing” technieken. In deze werkgroep zijn vele instanties vertegenwoordigd o.a. rijkswaterstaat, landbouwhogeschool (onderwijs) alsmede de krijgsmacht. Met een infrarood opnameapparaat (reconofax VI) van de Koninklijke Luchtmacht worden nu ten behoeve van deze werkgroep opnamen gemaakt vanuit een vliegtuig van het NLR. Het illustreert meteen ook het feit dat infrarood in de „remote sensing” zijn eigen aanvullende plaats heeft gekregen, waarmee specifieke informatie kan worden verkregen, die met geen enkele andere sensor te verkrijgen is.

Een prettige bijkomstigheid van de infraroodopnametechniek, die vroeger als nadeel werd gezien vanwege de mechanische complicaties, is dat het terrein punt voor punt wordt afgetast en dat het signaal elektrisch beschikbaar is, waardoor computerverwerking tijdens de opnamen mogelijk is. Het is zelfs zo dat soortgelijke aftastsystemen thans gerealiseerd zijn met een groot aantal opnamekanalen in verschillende spectraalgebieden tegelijk („multi spectral sensing”).

#### Het werk op het Fysisch Laboratorium TNO

Het is duidelijk dat, vanwege classificatieproblemen, een belangrijk deel van het werk van het Fysisch Laboratorium TNO op het gebied van infrarood, hier onvermeld moet blijven of tenminste niet nader kan worden uiteengezet. Een groot deel van dit werk ligt op het gebied van infrarood tegenmaatregelen met het doel eigen schepen, vliegtuigen e.d. te beschermen tegen waarneming met een infraroodsensor.

Ten behoeve van dit onderzoek is gedurende de laatste tien jaar een aantal meetapparaten gebouwd. Als eerste hiervan dient een zeer eenvoudige warmtebeeldcamera te worden vermeld met vele modificatiemogelijkheden. Het principeschema van de werking ervan is weergegeven in fig. 1. Een beeld van  $10^\circ$  horizontaal ( $6^\circ$  vertikaal) wordt opgenomen in 10 sec. De horizontale scanhoek kan  $350^\circ$  bedragen doch ook enkele graden naar gelang de behoefte. Er is een monitor met nalichtende fosfor voor momentane bestudering van het beeld. De twee detectoren kunnen apart of tegelijk opnemen, waarbij de ene detector een andere gevoe-

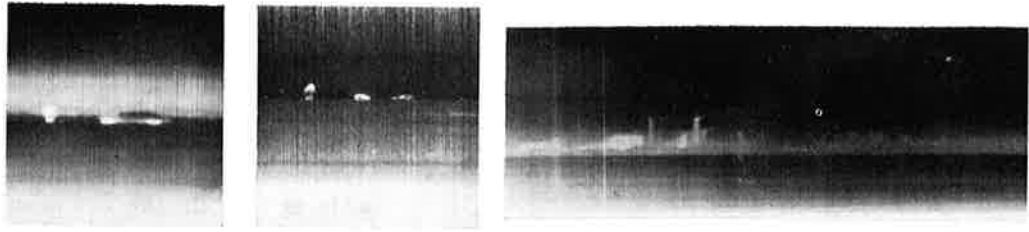


Fig. 3a, b en c. Infraroodopname van man en personenwagen; (vliegveld Ypenburg) 12 dec. 1968;  $\pm 18.00$  u; temp.  $-6^{\circ}\text{C}$ ; zicht circa 150 m; afstand 200 m; a:  $10\ \mu$  opname (Ge:Hg) b:  $5\ \mu$  opname; c: panorama opname ( $10\ \mu$ ) van fabrieksgebouwen op 3 km te Delft, illustrerend de penetratie van infraroodstraling door mist.



Fig. 4. Infraroodopname ( $5\ \mu$ ) van Physisch Laboratorium 3-12-1968  $\pm 15.00$ . Let op de warme ramen en de uitlaatroosters; links gebouw van STC, rechts kantinegebouw; de trapportalen blijken warmer.

ligheid (spectraal) kan hebben dan de andere. Behalve de monitor is er als registratiemedium film, al of niet via een taperecorder belicht. Via een versterker met variabele versterkingsfactor, een lineaire of logaritmische versterkingskarakteristiek en een niveauregelaar wordt de intensiteit van het fosforschermbuis van een kathodestraalbuis gemoduleerd.

Enkele voorbeelden van opnamen, met deze camera gemaakt vindt men in fig. 2, 3 en 4. De opname van fig. 2 is op een speciale wijze gemaakt; de horizontale scanbeweging van het apparaat is daar namelijk stilgezet, terwijl het schip „door de bundel voer”. De schoorsteen van de Harwichboot straalt veel uit (is warm, wit op de foto) verder is het schip vrij goed geïsoleerd, op enkele punten na.

De opnamen van fig. 3 tonen het machtige voordeel van infrarood; met een zicht van 150 m vormt het waarnemen van een man naast een personenwagen noch in  $5\ \mu$  noch in  $10\ \mu$  een probleem. Beide komen briljant naar voren. Met de  $10\ \mu$  detector is onder deze omstandigheden een panoramafoto gemaakt van fabrieksgebouwen op 3 km afstand!! Frappant is het contrastverschil tussen startbaan en lucht in  $5\ \mu$  en  $10\ \mu$ .

In fig. 4 is een nachtelijke opname met een  $5\ \mu$  detector weergegeven van het Physisch Laboratorium, kort na de opening. In fig. 5 is een tanker afgebeeld, welke opname gemaakt is via een taperecorder. De lengte-hoogte verhouding is niet geheel correct, wat veroorzaakt wordt door een niet juist aangepaste filmsnelheid. In fig. 6 is een vier-

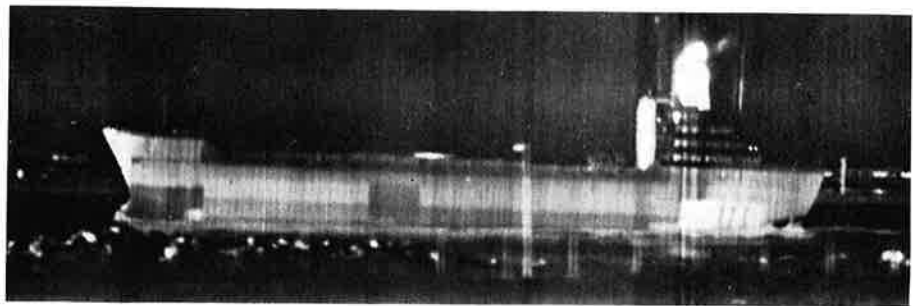


Fig. 5. Opname binnenvarende tanker te Hoek van Holland 15-9-1971 ( $10\ \mu$  detector HgCdTe). Tijdstip  $\pm 8.00$  u. weinig wind; temp.  $\pm 12^{\circ}\text{C}$ ; merk op: de opwarming van de boeg door de zon (staat links).

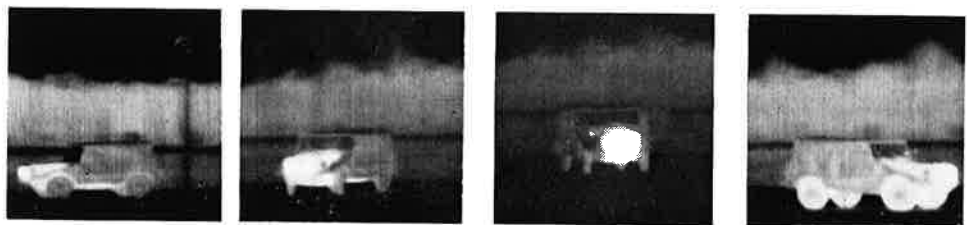


Fig. 6. Vier opnamen ( $10\ \mu$ ) van Munga 30 januari 1969; 20.00 u; afstand 50 m; vier aanzichten, tonend de warme motorkap en de radiator die door de „grille” te zien is.

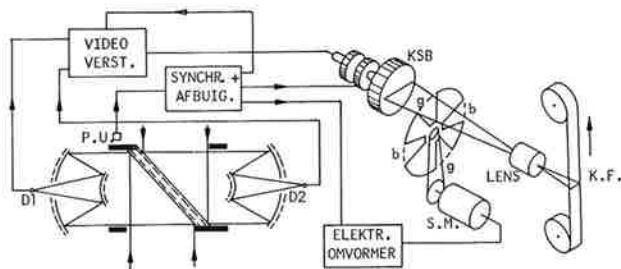


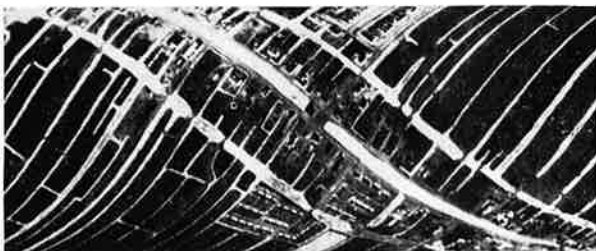
Fig. 7. Principeschets van de tweekleurenvliegtuigscanner  $D_1$ ,  $D_2$  = detectoren; PU = magnetische pick-up;  $b$  en  $g$  resp. blauw en groen kleurfilter; SM = synchroommotor; KF = kleurenfilm; KSB = kathodestraalbuis.

tal aanzichten van een Munga (soort jeep) afgebeeld, in de rechtse opname is aan de warme banden te zien dat hij zojuist heeft gereden. Overigens valt de sterke uitstraling van de radiator van voren gezien zeer op; in mindere mate frappeert de „koude” voorruit.

Als tweede meetapparaat valt te noemen de tweekleuren infraroodscanner, geschikt om vanuit een vliegtuig infraroodopnamen van o.a. terreinen te maken, waarbij twee detectoren met verschillende spectrale gevoeligheid gebruikt kunnen worden. Helaas kunnen kleuropnamen hier niet worden gereproduceerd doch zullen we als voorbeeld volstaan met een normale opname gemaakt met een  $5 \mu$  detector (fig. 8). Ook voor deze camera is taperegistratie gerealiseerd met opnamemogelijkheid voor beide detectoren. Met voor elke detector 100 lijnen per seconde (afgetast op de grond, loodrecht op de vliegrichting) en een momentaan beeldveld van 2 milliradialen vinden we een optimale vlieghoogte van ongeveer 400 m, vliegend met een Lockheed Neptune met een snelheid van 80 m/sec. Behalve deze meetapparaten zijn op het Fysisch Laboratorium TNO ook enkele prototypes gebouwd van infraroodsystemen met het doel de bruikbaarheid hiervan aan te tonen. Ontwikkeling van dergelijke prototypes bij een industrie zou te kostbaar zijn en te veel risico met zich meebrengen (voor de industrie). Al naar gelang de prijs van een seriemodel en het succes van het prototype wordt de beslissing genomen, een serie te laten vervaardigen bij de industrie.

Naast de ontwikkeling van meetapparatuur van prototypes vindt achtergrondresearch plaats, be-

Fig. 8. Dorpje in Alblasserwaard; 8 maart 1968;  $\pm 18.00 \mu$ ; let op het ijs in de sloten; sloten zijn warmer dan de grond; merk op de S-vormige vertekening; vlieghoogte  $\pm 150$  m.



treffende de uitstraling van hemel-, zee- en terreinachtergronden. Ook het gedrag van de atmosfeer (absorptie, emissie, verstrooiing) wordt bestudeerd. Bij dit moeilijke onderzoek, waarbij getracht wordt modellen te ontwikkelen van de warmtebalansen (dynamisch en stationair) van zee en terrein alsmede de zich daarin bevindende objecten, wordt ter verificatie nuttig gebruik gemaakt van de zo-even genoemde meetapparatuur.

### Toekomstige ontwikkelingen

Hoewel de ontwikkeling der techniek niet zeer snel gaat is er toch een zekere tendens in de verbetering en vereenvoudiging der infraroodsystemen. Dit is hoofdzakelijk een gevolg van het beschikbaar komen van detectoren, die niet te sterk behoeven te worden gekoeld. Was ca 5 jaar geleden de germanium-kwik gedoopte detector voor het  $10 \mu$  gebied in gebruik (gekoeld tot  $25^\circ\text{K} = -248^\circ\text{C}$ ), sinds enkele jaren gebruikt men vrijwel alleen kwik-cadmium-telluride ( $77^\circ\text{K} = -196^\circ\text{C}$ ). Dit betekent dat voor koeling een koelmachine van eenvoudiger en degelijker constructie kan worden gebruikt. Of, als men geen koelmachine nodig heeft, vloeibare stikstof in plaats van helium.

Hetzelfde kwik-cadmium-telluride kan men zodanig maken dat bij  $5 \mu$  een gevoeligheid kan worden bereikt die bij een temperatuur van  $193^\circ\text{K} (= -80^\circ\text{C})$  slechts een factor 5 slechter is dan die van de fotonenruis begrensde indiumantimonide detector bij  $77^\circ\text{K}$ . Hetzelfde was al eerder mogelijk met lood-selenide, dat echter een veel grotere tijdconstante heeft. De temperatuur van  $193^\circ\text{K}$  is met een viertraps Peltierkoeler (thermo-elektrisch) juist haalbaar, hetgeen qua afmetingen zeer aantrekkelijk is (ca  $100 \text{ cm}^3$ ).

De ongekoelde detectoren (Golay, thermoziuil, bolometer) zijn sinds kort aangevuld met een pyroelektrische detector. Deze heeft niet alleen een grotere gevoeligheid, maar is bovendien in een vidicon (beeldopneembuis zoals gebruikt bij de televisie) te verwerken. Binnenkort zijn dan ook infrarood-TV camera's te verwachten met het voordeel van elektronische beeldscanning. Het aantal lijnen per beeld en het thermisch scheidend vermogen zullen voorlopig echter nog niet de waarden van klassieke scanners halen. Dit te meer daar momenteel de detector-technologen in staat zijn rijen („arrays”) van cellen te maken tot aantallen van 100 à 200 met afmetingen tot 100 micron en kleiner. Met behulp hiervan kunnen systemen worden gebouwd met een zeer goed hoekscheidend vermogen; dit zal in de luchtfotografie vooral goed van pas komen en zelfs van zeer grote hoogte (satellieten) kunnen opnamen worden gemaakt waarop voorwerpen met afmetingen van enkele tientallen meters kunnen worden onderscheiden, zelfs door niet te dikke wolkenlagen heen.

Op het gebied van de civiele toepassingen is te ver-

# Nieuwe radarantennes met elektronisch gestuurde bundels

Dr. J. SNIEDER  
Fysisch Laboratorium TNO

## Phased arrays

### Summary

An introductory description is given of a conventional radar using a rotating antenna. Subsequently a radar using a stationary new type of antenna is outlined („phased array”). The antenna beam of the latter is moved in space by „electronic” means. The various properties of the two antenna-systems are compared. Part of the research- and development work on these new antenna-types, carried out at the Physics Laboratory NDRO, is reported. A short survey of the relevant activities in other countries is given and a possible future development indicated.

### Samenvatting

Ter inleiding wordt in het kort het principe aangegeven van een conventionele radar uitgerust met een roterende antenne. Daarna wordt een nieuw type radar antenne behandeld die onbewegelijk is opgesteld (z.g. phased-array). De stralingsbundel van deze laatste wordt op „elektronische” wijze in de ruimte bewogen.

Genoemde twee antenne-systemen worden onderling op hun mérites vergeleken. Een deel van het research- en ontwikkelingswerk, door het Fysisch Laboratorium TNO verricht aan het nieuwe antenne-type, wordt vermeld. Een overzicht van de activiteiten in het buitenland op dit gebied alsmede een mogelijke verdere ontwikkeling in de toekomst worden kort aangeduid.

### 1. Roterende antenne

Zoals bekend, worden radars gebruikt om de posities, snelheden etc. van objecten te land, ter zee en in de ruimte te bepalen (automobielen en andere voertuigen, heuvels, bergen, schepen, ruimtevaartuigen inclusief satellieten, grote en kleine raketprojectielen enz.). Men gebruikt hierbij de z.g. echomethode. Gedurende een zeer korte tijd, b.v. 1 microseconde ( $1 \mu\text{sec}$ ) wordt een hoogfrequent signaal van grote energie uitgezonden, de z.g. energiepuls. Dit signaal plant zich in de ruimte rechtlijnig voort met een snelheid die gelijk is aan die van het licht (300 meter per microseconde). Indien dit signaal op zijn weg een reflecterend object treft, wordt een deel van het signaal gereflecteerd in de richting van de radar (echo). De radar ontvangt deze echo en bepaalt de tijd die is verstreken tussen het uitzenden van de puls en het ontvangen van de echo. Deze tijd bepaalt de af-

stand van de radar tot het object. Immers  $1 \mu\text{sec}$  komt overeen met een objectafstand van 150 meter.

De antenne van de radar concentreert de uitgezonden energie in een bepaalde richting tot een smalle bundel. Hoe groter de antenne-afmeting, des te smaller zal de bundel zijn. Door de antenne rond te draaien wordt de richting van de radarbundel veranderd. De richting van het object is dezelfde als de richting waarin het hoogfrequent signaal is uitgezonden en de reflectie ervan is ontvangen.

De energiedichtheid van dit hoogfrequent signaal in de bundel neemt af met  $1/R^2$ , waarbij R de afstand is. Evenzo zal de energiedichtheid van de echo met  $1/R^2$ , afnemen, zodat de uiteindelijk ontvangen signaalsterkte van de echo evenredig is met  $1/R^4$ . Na een bepaalde afstand is de signaalsterkte van de echo zover verzwakt dat detectie van een

wachten dat de warmtebeeldsystemen aanzienlijk goedkoper zullen worden en daarmee een nog breder toepassingsterrein zullen gaan bestrijken. Combinaties met andere sensoren zullen daarbij systemen opleveren die in vergaande object-identificatie mogelijkheden zullen kunnen resulteren.

### Referenties

- [1] N. J. M. Aarts: Medische Thermografie. Proefschrift, Rijksuniversiteit te Groningen 1969.
- [2] D. de Hoop: Thermografie vanuit de lucht. Rapport ITC, februari 1969.
- [3] C. J. van der Ham: Stralingsmetingen vanuit weer-satellieten. Hemel en Dampkring 1968, p. 1 ev, 1969, p. 349 ev.

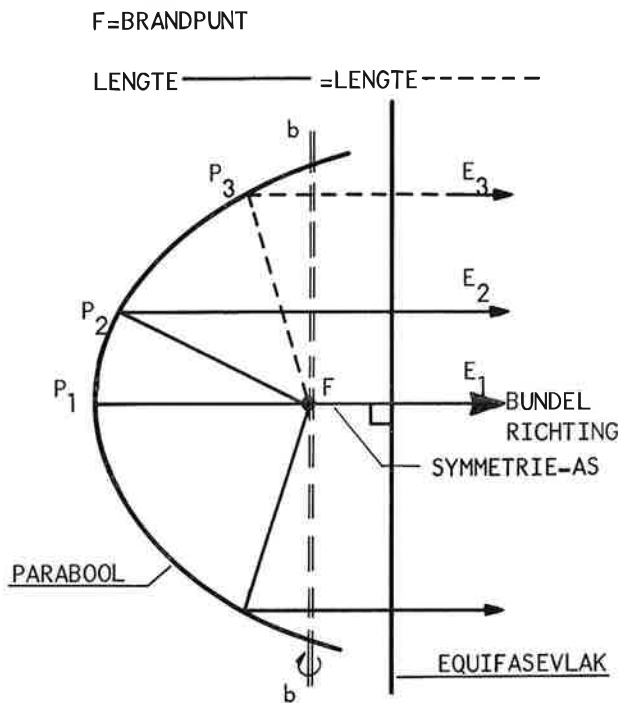


Fig. 1. Antenne doorsnede.

object niet meer kan plaatsvinden. Deze afstand wordt o.m. bepaald door de zendenergie, de antennegrootte en de gevoeligheid van de radar en bovendien van het reflecterend vermogen van het te detecteren object.

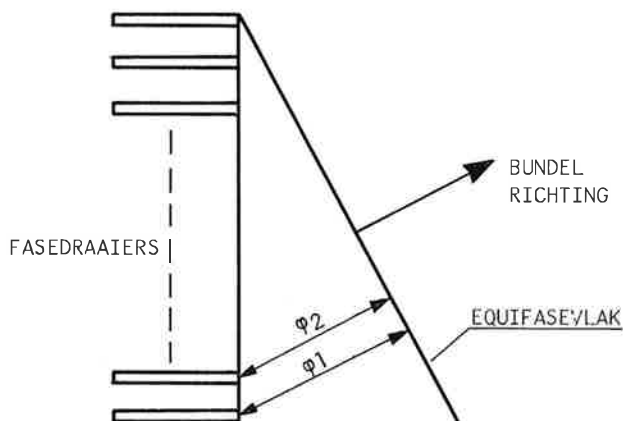
Een conventionele radarantenne bestaat veelal uit een omwentelingsparaboloïde of een deel hiervan, die vanuit het brandpunt F (zie fig. 1) wordt bestraald. De door de paraboloïde gereflecteerde hoogfrequente golven (microgolven) zullen alle in een vlak loodrecht op de symmetrie-as van de paraboloïde met gelijke fase aankomen (eigenschap van een paraboloïde en van een parabool). Genoemd vlak (zie fig. 1) wordt derhalve een gelijkfasig- of equifasevlak genoemd. Verreweg het grootste deel van de door de paraboloïde uitgezonden energie plant zich voort in een richting loodrecht op dit equifasevlak en in dit geval dus in de richting van de symmetrie-as van de paraboloïde (hoofdbundel). De mate van bundeling hangt af van de grootte van het equifasevlak, gemeten in golflengten en dus van de antenne-afmetingen. Hoe groter de antenne des te smaller is de hoofdbundel. Opgemerkt kan worden dat ook nevenbundels ontstaan, die echter door het treffen van bekende maatregelen relatief klein gehouden kunnen worden. Bij rotatie van de paraboloïde om een as loodrecht op de symmetrie-as (b-b in fig. 1) verandert dus de stand van het equifasevlak in de ruimte en derhalve ook de richting van de uitgezonden bundel.

## 2. Traagheidsloze antenne

In ontwikkeling zijn nieuwe radars, waarvan de antenne stilstaat. Op elektronische wijze kan de stand van het equifasevlak van dit type antennes in de ruimte zeer snel worden veranderd. Deze stilstaande antennes worden daarom ook wel traagheidsloze antennes genoemd. Zo'n antenne is als een mozaïek opgebouwd uit vele elementen en wordt ook wel „array”-antenne genoemd. Elk element (array-element) wordt in principe voorzien van een fasedraaiër, een component waarmee de fase van het hoogfrequent signaal snel tussen  $0^\circ$  en  $360^\circ$  elektronisch kan worden ingesteld. Ieder equifasevlak wordt door een corresponderende fase-instelling van elk array-element gevormd. Indien de array-elementen slechts in één rij staan, wordt de antenne een lineaire array genoemd. In fig. 2 is hiervan een voorbeeld gegeven. Zo bestaat een planaire array uit meerdere rijen array-elementen, welke in een plat vlak liggen. Een voorbeeld hiervan is in fig. 3 gegeven. Voor bovengenoemde arrays zijn de afstanden tussen de array-elementen en het gewenste equifasevlak bepalend voor de fase-instelling van de fasedraaiërs. Het is nu wel duidelijk dat in het Engels de traagheidsloze radarantenne „phased-array” antenne wordt genoemd („phased” slaat op fase-instelling).

Fig. 2. Lineaire array.

De afstanden tussen de fasedraaiërs en het equifasevlak bepalen de fase-instellingen  $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{10}$  van de betreffende fasedraaiërs.





Afhankelijk van de genoemde fase-instellingen kan de antennebundel in elke gewenste richting worden gestuurd, in de praktijk liggende tussen ongeveer  $+ 45^\circ$  en  $- 45^\circ$  t.o.v. de normaal van het arrayvlak in de zendrichting. Om de ruimte (halve bol) af te zoeken heeft men dus minstens vier planaire arrays nodig. Bovengenoemde fase-instellingen kunnen langs elektronische weg met behulp van een „computer” in enkele microseconden worden gerealiseerd. Hiermede zal dus ook de uitgezonden bundel in enkele microseconden van stand kunnen worden veranderd. De bundel van een phased-array antenne springt van de ene positie naar de andere, dit in tegenstelling met de conventionele draaiende radarantenne waar de bundelpositie continu met de tijd verandert.

### 3. Vergelijk tussen roterende en traagheidsloze antenne

Door het bestaan van eenvoudige en complexe radarsystemen van conventionele en traagheidsloze opzet is een vergelijking tussen de twee uitvoeringsvormen niet zo'n eenvoudige zaak. Toch zijn er nog wel enkele voor- en nadelen te noemen. Het belangrijkste voordeel van een traagheidsloze radarantenne t.o.v. de conventionele antenne is dat met de traagheidsloze uitvoering de radarenergie uitsluitend in de gewenste richtingen en op het juiste tijdstip wordt uitgezonden. Zodoende wordt de energie en de beschikbare tijd efficiënter gebruikt. Bij een conventionele rondzoekradar worden er per richting ca. vijf radarpulsen uitgezonden. De energie hiervan wordt in het algemeen voor iedere puls in elevatie verdeeld in een brede bundel, terwijl in het horizontale vlak de bundel zo klein mogelijk wordt gehouden. Zodoende wordt de richting van het object in het horizontale vlak en de afstand nauwkeurig bepaald, terwijl de hoogte vanwege de brede bundel in elevatie minder nauwkeurig bekend wordt. Indien deze laatste waarde ook nauwkeurig bekend moet zijn zal de richting in het horizontale vlak worden doorgegeven aan een tweede radar, de z.g. hoogtemeetradar. Deze radar bepaalt nauwkeurig de hoogte en de afstand, terwijl nu de richting in het horizontale vlak onnauwkeurig is. De combinatie van deze twee radars vormt een drie-dimensionele radar, immers de drie coördinaten van een object worden hiermede bepaald.

Indien men verder geïnteresseerd is in welke richting zich een razend snel bewegend object verplaatst zal na afloop van kleine tijdsintervallen de nieuwe positie van het object moeten worden bepaald. Men denke hierbij aan objectsnelheden tussen 300 m/sec en 6 à 10 km/sec. Bij de conventionele antenne zal genoemde nieuwe positiebepaling eerst na de volle rotatietijd van de antenne kunnen gebeuren. Dit betekent een tijdverlies van miljoenen microseconden en gezien de tegenwoordig ge-

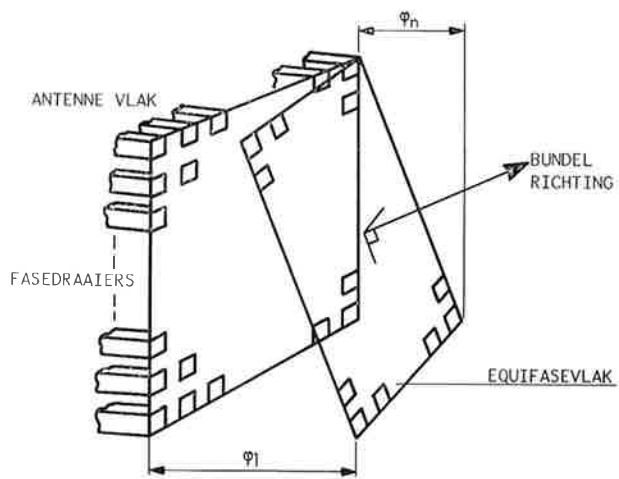


Fig. 3. Planaire array.

De afstanden tussen de fasedraaiers en het equifasevlak bepalen de fase-instellingen  $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$  van betreffende fasedraaiers.

wenste uiterst korte reactie-tijden van de moderne radarafweersystemen is iedere microseconde erg belangrijk. Bij de conventionele opzet kan de met de rondzoekradar(s) gevonden positie van een object ook worden doorgegeven aan de z.g. volgradar, die dan van object tot object moet worden gedraaid om de nieuwe posities te bepalen. Vaak wordt deze radar gelijktijdig gebruikt om tijdens het aanvallen van een dreigend vijandig object een eigen raket (missile) naar dit object te geleiden. In dit geval blijft de radarbundel continu op het object gericht en kunnen geen andere objecten worden gevolgd.

De radarbundel van een phased-array antenne kan van puls tot puls de energie uitzenden van elke willekeurige richting naar elke andere willekeurige richting. Deze radarbundel is zowel in het horizontale als in het verticale vlak smal, zodat met dezelfde bundel gelijktijdig de drie coördinaten van het gewenste object nauwkeurig worden bepaald. Zodoende kan de phased-array radar de verschillende functies — zoeken, volgen en geleiden — door elkaar vervullen. De bediening van al deze functies is bovendien gecentraliseerd in één „computer”, waardoor het tijdverlies voor de overdracht van de informatie van de ene functie naar de andere kleiner is dan in het geval drie afzonderlijke radars worden gebruikt.

Met de traagheidsloze radarantenne kan één puls per richting worden uitgezonden. Indien deze uitzending een echo tot gevolg heeft, worden meerdere pulsen in dezelfde richting uitgezonden. Indien geen echo is ontvangen worden geen volgende pulsen in dezelfde richting uitgezonden, de puls wordt in dit geval in een nieuwe richting gestuurd. Voor de zoekfunctie wordt met deze manier van werken een tijdwinst verkregen van een factor twee t.o.v. de ronddraaiende antenne. Deze manier van werken wordt „sequente detectie” genoemd en is vanwege de vaste ronddraaisnelheid der conven-

tionele radarantenne voor deze versie niet mogelijk.

Voorname bij het volgen van objecten is de tijdswinst van de phased-array radar groot t.o.v. de roterende uitvoeringsvorm. Deze tijdswinst maakt het mogelijk veel meer doelen gelijktijdig te volgen. Indien de bundel op een regelmatige manier van richting wordt veranderd, om b.v. de ruimte systematisch af te zoeken, zullen de bundels gedeeltelijk over elkaar vallen. De grootte van de overlap kan willekeurig worden gekozen en van moment tot moment worden gewijzigd. Door een extra fase-verdeling over de array, gesuperponeerd op die voor de vorming van het equifasevlak, is het mogelijk de radarbundel te verbreden. De ruimte kan nu met gereduceerd afstandbereik sneller worden afgezocht. Deze extra fase-instelling geschiedt via de computer en kan per radarpuls worden geïntroduceerd of beëindigd.

Met behulp van deze universeel bruikbare techniek of met behulp van andere toepassingen met speciale array-constructies kunnen bovendien de richtingen van de veel kleinere nevenbundels worden veranderd. In het geval wordt gepoogd de radar te storen met een andere radarzender („jamming”) is de radar met elektronisch bestuurd bundel hiertegen veel beter bestand. Indien de storing binnenkomt via een nevenbundel, kan de eigen antenne met behulp van bovengenoemde techniek ongevoelig worden gemaakt voor de richting van de stoorzender. In het geval de storing binnenkomt via de hoofdbundel kan de eigen bundel gedurende langere tijd op het gewenste object gericht worden gehouden en zal op die manier de positie van het object meestal toch kunnen worden bepaald (z.g. doorbranden). Deze laatste mogelijkheden ontbreken bij de conventionele versie.

Bij bepaalde array-antenneconstructies is het mogelijk een gedeelte van de antenne te voeden met een energiebron. Zodoende wordt de hele antenne parallel gevoed door vele energiebronnen. Zeer grote vermogens zijn zodoende bij phased-array antennes mogelijk.

Met elk willekeurig array-oppervlak kan een equifasevlak worden gerealiseerd. Dit heeft tot gevolg dat de vorm van de phased-array antenne kan worden aangepast aan de omtrek van een voertuig (vliegtuig).

Door de vele opbouw mogelijkheden van de phased-array antenne is deze altijd aan te passen aan de operationele eisen. Indien de eis bescheiden is zal de constructie eenvoudig en goedkoop zijn. Een complexe en duurdere constructie zal nodig zijn indien zeer hoge eisen worden gesteld.

Om goede antenne-eigenschappen te verkrijgen moet de energieverdeling over het antennevlak zo goed mogelijk de theoretisch optimale verdeling benaderen. Deze theoretische verdeling kan met de meeste traagheidsloze antenneconstructies beter

worden gerealiseerd dan met de conventionele uitvoering.

De „solid state” energiebronnen (transistorversterkers) kunnen elk afzonderlijk niet voldoende energie leveren voor een gehele antenne. De energie is wel voldoende voor ieder array-element afzonderlijk; deze energiebronnen kunnen dus alleen worden toegepast in phased-array antennes. In dit geval heeft dus ieder array-element zijn eigen energiebron.

Het gebruik van duizenden array-elementen en dus ook duizenden fase-draaiers en van enkele tot duizenden energiebronnen bij de planaire phased-array antenne heeft tot gevolg dat het uitvallen van enkele ervan geen noemenswaardige invloed heeft op de werking van de radar.

In sommige meer complexe arraysystemen wordt gewerkt met gescheiden antennes voor zenden en ontvangen. Alleen met phased-array antennes is dit eenvoudig te realiseren. Uiteraard zijn de kosten van zo'n complex systeem hoog.

Opgemerkt wordt nog dat de bundelbreedte en de versterking van de antenne respectievelijk omgekeerd evenredig en evenredig zijn met de grootte van de oppervlakte van de antenne loodrecht op de bundelrichting (effectief oppervlak). Dit effectieve oppervlak is de projectie van de antenne op het equifasevlak en varieert dus met de bundelrichting t.o.v. het vaste antennevlak.

#### 4. Mogelijke systemen

Vele scanmethodes zijn mogelijk, geheel elektronisch, half elektronisch; ook zal in bepaalde antenneconstructies de bundel te verplaatsen zijn door middel van een frequentie-verandering van de hoogfrequente golf. Men spreekt dan van frequentie scan. Mogelijke systemen zijn dus:

1. fase-mechanisch
2. frequentie-mechanisch
3. fase-frequentie
4. fase-fase, één bundel en één frequentie gelijktijdig
5. fase-fase, meerdere bundels en één frequentie gelijktijdig
6. fase-fase, één bundel en meerdere frequenties gelijktijdig

De laatste vier systemen kunnen bovendien meer functies gelijktijdig vervullen. De elektronische fase scan zal voor systeem 1 in het verticale vlak plaatshebben.

#### 5. Onderzoekingen aan traagheidsloze antennes

In het Fysisch Laboratorium TNO is een dergelijk systeem 1 gerealiseerd, waarbij evenwel de

elektronische fase scan in het horizontale vlak geschiedt en de mechanische beweging achterwege is gelaten. In 1963 werd een uitvoeringsvorm gerealiseerd, (z.g. lineaire array), waarbij de fase-instelling met de hand plaatsvond. De antenne-eigenschappen voor de op deze manier ingestelde scanhoeken werden gemeten. De zelf ontwikkelde en geconstrueerde fasedraaiers hadden toen een schakeltijd van ca 100  $\mu$ sec. Sedert die tijd zijn nieuwe fasedraaiers ontwikkeld en geproduceerd met een schakeltijd van ca 6  $\mu$ sec. De handinstelling is vervangen door een computerinstelling.

Een ontvanger en een radarbeeldkast zijn aan de zender toegevoegd, zodat nu een complete radarinstallatie is verkregen, fig. 4. Met behulp van een parabolische cilinder als reflector is de bundel in het vlak loodrecht op het scanvlak versmald. Op de halve energiewaarde is de radarbundelbreedte in alle doorsnijdingen  $3^\circ$ . Een afbeelding van de lineaire array is te zien in fig. 5 en 6. Negentig procent van de ruimte wordt ingenomen door de golfpijpconstructie waarmede de energie wordt verdeeld en waarin de microgolven naar de fasedraaiers van de array-elementen worden geleid. Deze oude constructie kan tegenwoordig aanzienlijk kleiner worden uitgevoerd. In fig. 7 is de rij van 40 fasedraaiers, elk met hun elektrische bedieningskaartje, de z.g. driver te zien. De fasedraaier bestaat uit een golfpijp welke gedeeltelijk gevuld is met ferriet, een keramisch magnetisch materiaal (zie fig. 8). Een verandering van de magnetische toestand van dit ferriet zal een wijziging in de fase-instelling tengevolge hebben.

Een enkele stroomdraad loopt in de lengterichting door het hart van het ferriet. Afhankelijk van de tijdsduur  $\Delta t$  van de stroompuls door deze draad wordt de gewenste fase-instelling tussen  $0^\circ$  en  $360^\circ$  verkregen.

De meting van het stralingspatroon der lineaire array is eenvoudig uit te voeren door bij een bepaalde ingestelde bundelrichting (scanhoek) de antenne op een draaitrommel te laten roteren. Met een op afstand vast opgestelde ontvang-antenne wordt de uitgestraalde energie dan als functie van de richtingshoek gemeten.

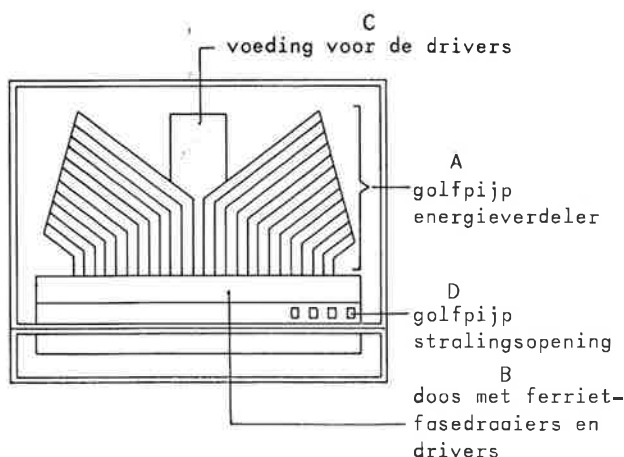


Fig. 4. Complete radarinstallatie van de lineaire array. Te zien is o.a. van links naar rechts: de hoogspanning van de generator, de detector unit en de radarbeeldkast. Achter en boven de detectie unit staat de computer.

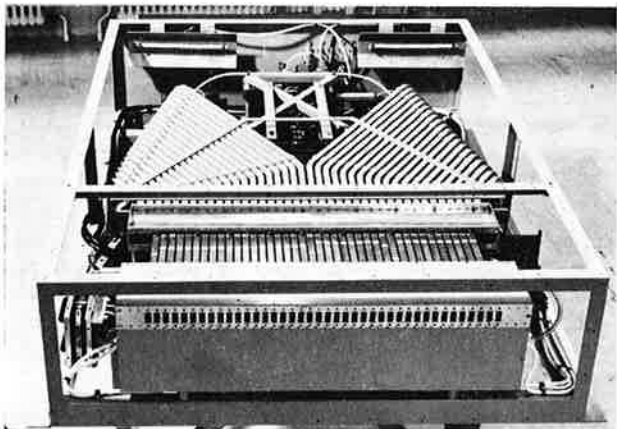


Fig. 5. Bovenaanzicht van de lineaire array met 40 array-elementen. Te zien zijn de golfpijp energieverdeler A, de doos met de 40 ferriet fasedraaiers en drivers B, de voeding van de drivers C en de golfpijp stralingsopening D.

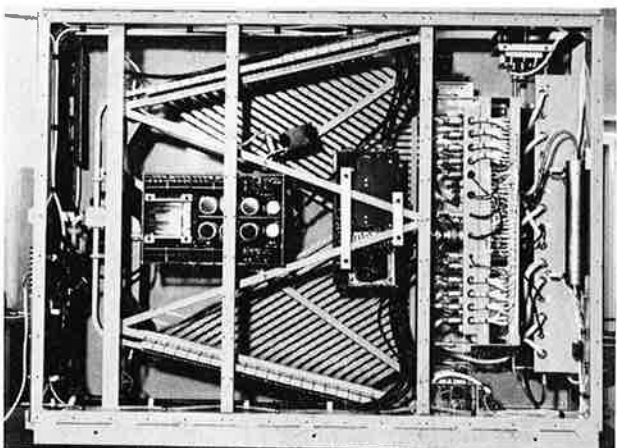


Fig. 6. Onderaanzicht van de lineaire array met 40 array-elementen. Te zien zijn de golfpijp energieverdeler A, de doos met de 40 ferriet fasedraaiers en drivers B en de voeding van de drivers C.

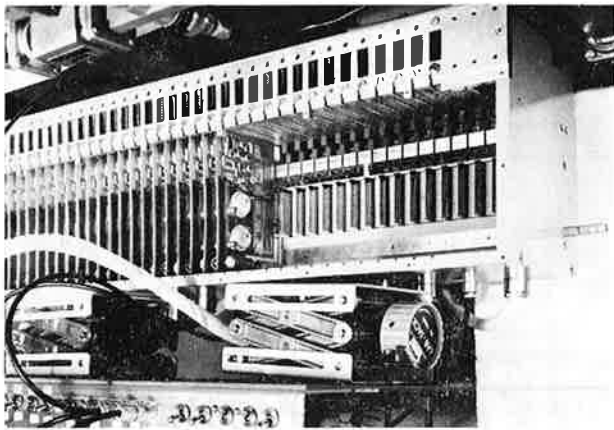


Fig. 7. Geopende doos B van de lineaire array met 40 ferriet fase draaiers en stralings openingen D. Onder de fase draaiers staan de drivers en via de pluggen in de achterwand staan deze in verbinding met de voeding C en de computer.

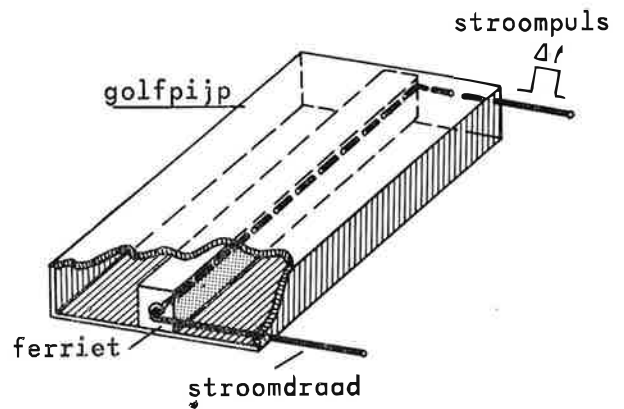


Fig. 8. Fasedraaier bestaande uit metalen golfpijp, waarin een staafje ferriet is geplaatst. Door het hart van het ferriet loopt een stroomdraad. De fase instelling van de fasedraaier is evenredig met de grootte van de stroom puls  $\Delta t$  door deze draad.

Fig. 9. Zij-vooraanzicht van de reflectie-array in een opstelling waarmee het array-vlak in elke positie kan worden ingesteld. Links van het array-vlak de primaire straler. Links onder de draaitrommel waarop de gehele constructie te monteren is.

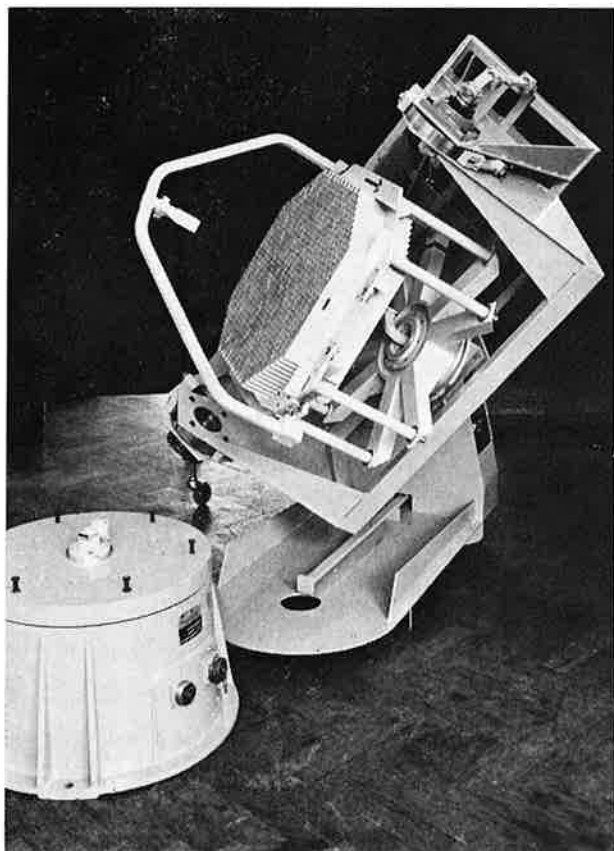
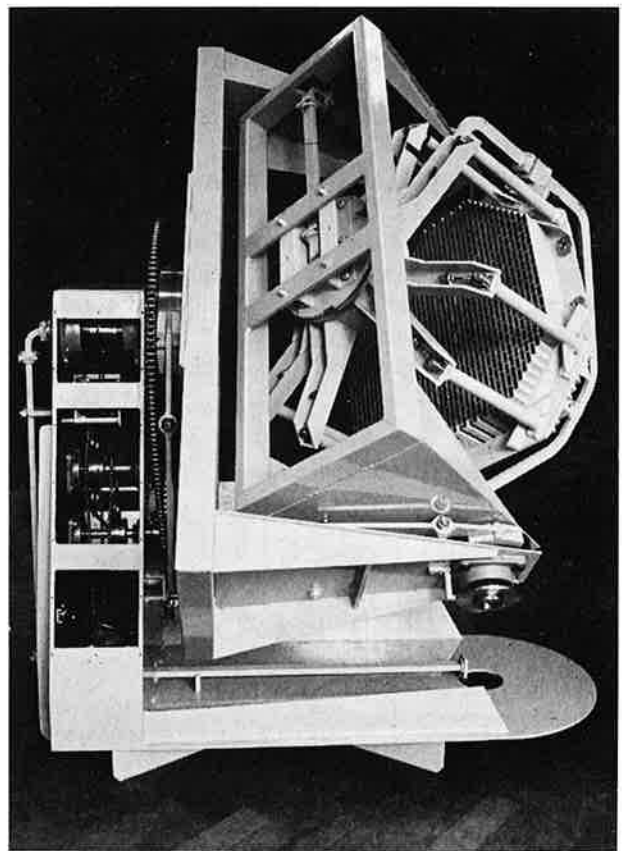


Fig. 10. Zij-achteraanzicht van de reflectie-array in een opstelling waarmee het array-vlak in elke positie kan worden ingesteld. Via de ketting links wordt het geheel geroteerd. Rechts onder een van de twee scharnierpunten. In het midden van de foto het rotatiepunt van de array.



Voor een planaire array, waarbij de bundelrichting in twee dimensies kan worden ingesteld, is het meten van het antenne-patroon veel ingewikkelder. Een cardanische instelling is nu nodig om de hoofdbundel voor iedere ingestelde scanrichting naar de ontvangantenne te richten. De opstelling moet verder de mogelijkheid hebben om alle doorsnijdingen door de hoofdbundel te kunnen meten. In fig. 9 en 10 is een met succes gebruikte constructie te zien. Met deze constructie is een planaire array beproefd.

Deze planaire array was van het reflectie-type d.w.z. een array bestaande uit vele reflecterende array-elementen in een plat vlak. Deze was de voorloper van een latere, elektronisch gestuurde planaire array. De fasen van de diverse reflecterende array-elementen (ieder array-element bestaat uit een stukje open golfpijp, aan de andere zijde afgesloten met een zuigertje) konden in dit geval mechanisch worden ingesteld met behulp van de positie van genoemde zuigertjes in de golfpijpen (diepte-instelling).

De array zelf wordt primair bestraald met behulp van een microgolfstraler. De gereflecteerde straling bestaat uit de gezamenlijke reflectie van alle array-elementen. De zo samengestelde stralingsbundel bevindt zich dus aan de zijde van de microgolfstraler (zie fig. 11). Aan de achterzijde van de array wordt dus geen straling uitgezonden. De richting van de reflectiebundel wordt bepaald door de fase-instelling van de diverse reflecterende array-elementen. Deze fase-instelling wordt bepaald door de stand (diepte) van de zuigertjes in de golfpijpen. Deze mechanische zuiger-instelling werd berekend met een computer. Aan deze reflectie-array zijn allerlei onderzoeken gedaan, waaruit informatie werd verkregen, nodig voor de bouw van een volledig elektronisch gestuurde fase-fase array. Aan de bouw van deze laatste array wordt momenteel gewerkt (systeem 4). Deze antenne zal een kleine duizend array-elementen bevatten en zal een transmissie-array worden. Een transmissie-array is opgebouwd uit array-elementen, die aan beide einden open zijn. Dit in tegenstelling tot wat bij de reflectie-array het geval is. De primaire microgolfstraler bestraalt de array. Deze straling gaat nu door alle golfpijpen en het ferriet heen en komt er aan de andere kant van het array-vlak weer uit en vormt hier de gewenste bundel. De richting van deze bundel wordt weer bepaald door de fase-instelling van de fasedraaiers (zie fig. 12).

## 6. Algemeen onderzoek

Aan de bouw van bovengenoemde arrays is een algemeen theoretisch en experimenteel onderzoek vooraf gegaan. Met behulp van de resultaten van dit onderzoek kan nu vrijwel elke willekeurige array-antenne worden gebouwd. Zo is b.v. de afstand tussen de array-elementen afhankelijk van de

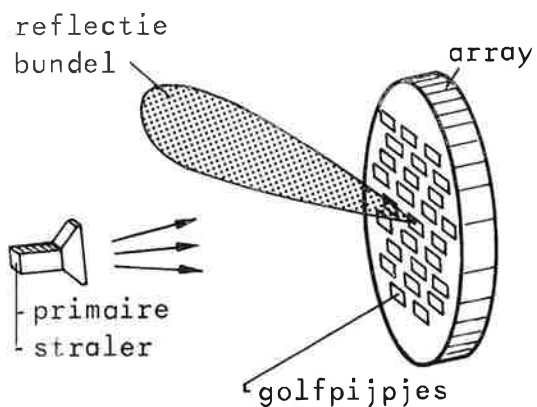
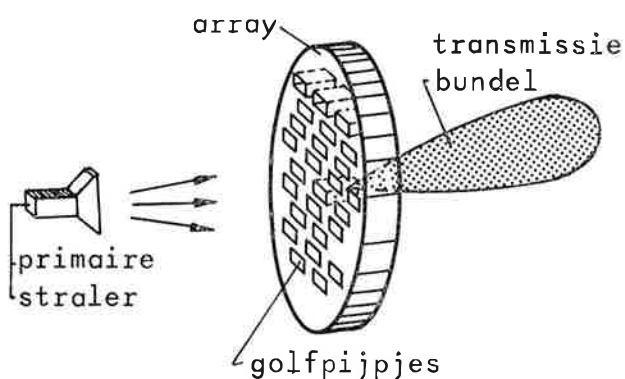


Fig. 11. Schets van een reflectie-type phased-array. De primaire straler bestraalt het planaire array-vlak. De hoogfrequent golven van deze straler gaan in de array-elementen (golfpijpjes) en worden aan het eind hiervan gereflecteerd. De reflectie-bundel bevindt zich dus aan dezelfde zijde van het array-vlak als de primaire straler.

Fig. 12. Schets van een transmissie-type phased-array. De primaire straler bestraalt het planaire array-vlak. De hoogfrequent golven van deze straler gaan in de array-elementen (golfpijpjes) en komen er aan de andere zijde van het array-vlak weer uit. Daar wordt de transmissie-bundel gevormd, die zich dus aan de andere zijde van het array-vlak bevindt als de primaire straler.



grootte van de maximaal gewenste scanhoek en de te gebruiken frequentie; deze is aan een maximum gebonden. Indien de afstand deze maximale waarde overschrijdt zullen twee equifasevlakken worden gevormd zodat de uitgezonden energie wordt verdeeld over twee richtingen. De herkomst van een eventuele reflectie is dan niet meer eenduidig bepaald. Deze maximale afstand tussen de array-elementen is van de orde van een halve golflengte. De dwarsdoorsnede van de fasedraaier inclusief de driver moet aan deze afmeting worden aangepast. Voor de hogere frequenties (kleinere golflengten) is dit een probleem. Verder moeten de fasedraaiers zo goed mogelijk onafhankelijk van de temperatuur en de frequentie zijn. Vanwege de grote aantallen die in een planaire array nodig zijn moeten de fasedraaiers goedkoop te produceren zijn. Ten aanzien van al deze eisen zijn goede resultaten verkregen. Een ander probleem wordt gevormd door het feit dat alle stralende array-elementen niet alleen energie uitzenden in de ruimte, maar ook in de naburige elementen (overspraak). In een bepaald element komen zo de bijdragen van vele omliggende elementen die zich samenstellen tot een resultante. Elk van deze bijdragen zal variëren met de scanhoek doordat de faseverschillen tussen de elementen met de scanhoek variëren. Ook een frequentieverandering doet de fase veranderen. Binnen een bepaald scanvolume en een bepaalde frequentieband is deze overspraak gecompenseerd, zodat de resulterende waarde tot een acceptabel niveau is gereduceerd.

## 7. Historisch overzicht en verwachting voor de toekomst

Sinds 1960 zijn vele soorten phased-array antennas gerealiseerd. In het begin waren het in het algemeen experimentele antennas, maar in 1963 zijn enkele systemen operationeel in gebruik genomen. Zo werd in dat jaar op de kruiser „Long Beach” en op het vliegdekschip „Enterprise” een fasefrequentie scansysteem in gebruik genomen. Na die tijd zijn andere en ook veel complexere systemen gereedgekomen, waarvan enkele in gebruik zijn in ballistische „missile” defensie systemen. De laatste jaren worden phased-array antennas be-

proefd in vliegtuigen en zijn nieuwe radars in ontwikkeling voor marineschepen. De tot zover genoemde activiteiten vonden plaats in de Verenigde Staten van Noord-Amerika.

Naast deze activiteiten wordt ook in Europa op bescheiden schaal aan dit type antennas gewerkt, o.a. in Engeland, Frankrijk, Italië, Nederland en de laatste jaren ook in Denemarken, Noorwegen, Zweden en West-Duitsland.

In het algemeen zijn er van alle gerealiseerde systemen slechts één à twee gemaakt. Vanwege de vele toepassingsmogelijkheden van dit soort systemen moeten de gebruikers voornamelijk worden gezocht bij de militaire instanties en bij grote civiele vliegvelden, waar men te maken heeft met het gelijktijdig volgen van zeer veel vliegtuigen. Als navigatie radar op koopvaardij-schepen b.v. is zo'n systeem niet nodig en zal dit systeem ook veel te duur zijn.

Met de in het verleden verkregen ervaring is men op dit moment in staat elk gewenst type phased-array antenne te bouwen. Doordat de produktie nog beperkt is gebleven tot enkele antenne-exemplaren van elke soort was het o.a. voor de leveranciers van de antenne-elementen niet economisch verantwoord hoge investeringen te maken om nieuwe en goedkopere produktiemethodes te gaan toepassen.

Doordat nog steeds grote vorderingen worden gemaakt op het gebied van het integreren van de „solid state” componenten tot grotere systemen, zullen binnenkort zeker geheel geïntegreerde „driver units” beschikbaar komen tegen acceptabele prijzen. In de toekomst maken dan ook antennas, waarvan ieder array-element voorzien is van zijn eigen „solid state” energiebron, een goede kans te worden toegepast.

## Referenties

- [1] R. C. Hansen, Microwave scanning antennas Vol I, II en III, Academic Press, 1966.
- [2] Proc. of IEEE, nov. 1968, Special Issue on electronic scanning, p.p. 1761-2094.
- [3] M. Skolnik, Radar Handbook, McGraw-Hill, 1970.
- [4] A. A. Oliver en G. H. Knittel, Phased-array antennas, Artech House Inc., (610 Washington Street, Dedham, Mass. USA) 1972.

# Satellietcommunicatie ten dienste van mobiele militaire stations

## Tactical Satellite Communication

Ir. P. C. VAN DER GEEST

Physisch Laboratorium TNO

### Samenvatting

*In dit artikel wordt aandacht besteed aan de bijdrage van het Physisch Laboratorium TNO aan het TACTisch SATelliet COMMunicatie programma van de NATO.*

*In een inleiding worden enkele algemene aspecten van satellietcommunicatie behandeld waarna het NATO-TACSATCOM programma wordt besproken.*

*De bijdrage van het Physisch Laboratorium TNO bestaat uit het ontwikkelen van apparatuur, die de gebruiker een juist inzicht kan verschaffen in de bruikbaarheid van dit nieuwe verbindingsmiddel en onderzoek betreffende gebruikersaspecten waaronder bestandheid tegen opzettelijke storing. Assistentie werd verleend bij proeven door militaire eenheden van landmacht, luchtmacht en marine in de eigen specifieke omstandigheden.*

### Summary

*Subject of this paper is the contribution of the Physics Laboratory of the National Defence Research Organization TNO to the NATO TACTical SATellite COMMunication program. Some general aspects of satellite communication and the TACSATCOM program are treated.*

*The contribution of the Physics Laboratory NDRO-TNO consists of the development of the necessary equipment to afford the user a proper insight in the utility of this communication means and research concerning user aspects, e.g. jamming resistance. Assistance was given to military trials in the typical environment of Army, Airforce and Navy.*

## 1. Inleiding

Een groot deel van de Nederlandse bevolking weet wel iets af van satellietcommunicatie, al is het alleen maar via de aankondiging dat bepaalde televisieprogramma's worden ontvangen via een satelliet. Voor het overbrengen van „live” televisieprogramma's over intercontinentale trajecten is een satellietverbinding zelfs de enige mogelijkheid. Transatlantische telefoonverbindingen gaan reeds voor een groot gedeelte via een satelliet zonder dat de abonnee dit merkt. Satellietcommunicatie is daarbij een aanvulling van de bestaande capaciteit, die bovendien economisch verantwoord is o.a. door de hoge kosten van onderzeekabels [1]. Voor de Nederlandse PTT wordt in dit civiele satellietcommunicatie programma een grondstation gebouwd bij Dokkum, dat het Nederlandse gesprekkenverkeer via een satelliet zal gaan verwerken [2].

Ook in de militaire sector worden satellietverbindingen toegepast als extra communicatiemogelijkheid en wel voor verbindingen tussen militaire hoofdkwartieren (strategische verbindingen) [3]. Door de NATO landen wordt hiertoe in gemeenschappelijk overleg een strategisch satellietcommunicatie programma uitgevoerd, waarbij verschillende landen van grondstations worden voorzien. Nederland heeft zo'n station in bedrijf bij Schoon-

hoven. Met een „radome” van 20 m diameter, waaronder een antenne met diameter van 12 m, is dit station niet bepaald iets om bij een bezoek aan Schoonhoven over het hoofd te zien.

Los van dit strategisch programma is in 1967 een experimenteel programma gestart voor tactische satellietcommunicatie (TACSATCOM), waarbij we voor het gemak onder tactisch verstaan „niet strategisch”. Het gaat hierbij doorgaans om kleine mobiele of althans verplaatsbare stations. Doel van dit programma is te onderzoeken of er tactische verbindingen verwezenlijkt kunnen worden die tot nu toe niet mogelijk waren, dan wel of satellietcommunicatie een waardevolle aanvulling kan zijn van bestaande tactische verbindingen. Een eerste melding van dit programma vindt U in TNO-nieuws van december 1968 [4]. De bedoeling van het voorliggende artikel is U nader te informeren over het tactisch satellietcommunicatie programma en de rol die daarin gespeeld is c.q. gespeeld wordt door het Physisch Laboratorium TNO.

Alvorens aan dit onderwerp te beginnen wil ik in het kort de begrippen bespreken, die niet voor iedere lezer duidelijk zullen zijn, zoals breedte van antennes, keuze van frequentieband en satellietbanen. Bekend wordt verondersteld dat

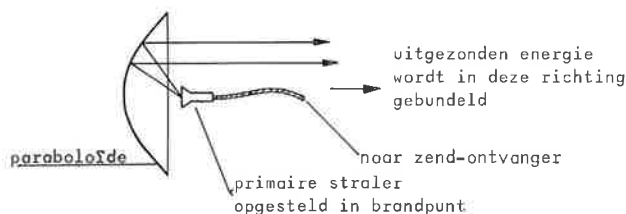


Fig. 1. Principe van parabolische spiegelantenne.

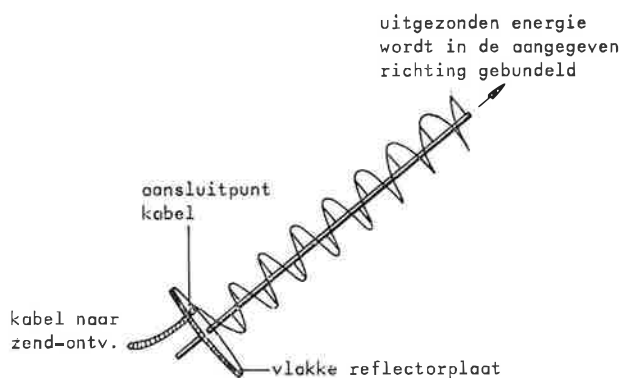
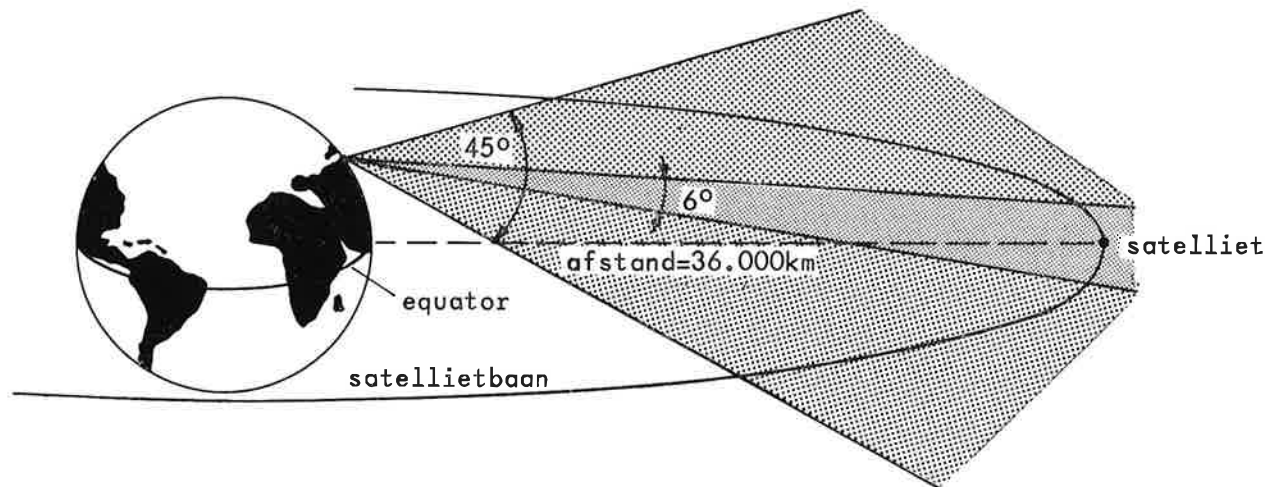


Fig. 2. Schroeflijnantenne (helix).

Fig. 3. Schematische voorstelling van geo-stationaire satelliet.



radiotransmissie plaats vindt via elektromagnetische golven, die zich voortplanten met de lichtsnelheid ( $3 \cdot 10^8$  m./sec.) en worden gekenmerkt door een golflengte, omgekeerd evenredig met de frequentie. De eenheid van frequentie is de Hertz, maar meestal zullen we tegenkomen MHz (MegaHertz =  $10^6$  Hz) of GHz (GigaHertz =  $10^9$  Hz).

In het grondstation wordt een antenne gebruikt om de uitgezonden energie te bundelen in de richting van de satelliet. Hoe smaller de bundel hoe groter de winst t.o.v. een antenne die rondom straalt en dus geen enkele bundeling heeft. Een fundamentele eigenschap van antennes is dat de bundel smal kan worden gemaakt als de golflengte klein is t.o.v. het effectieve oppervlak van de antenne, waarbij we dan bijv. denken aan een antenne met een parabolische reflector. Een afbeelding van het principe van een dergelijke antenne wordt gegeven in fig. 1. In het frequentiegebied van 250-400 MHz is voor mobiele stations een veel gebruikt type de schroeflijnantenne, waarvan een afbeelding in fig. 2. Vergelijken we deze twee antentypes met een effectief oppervlak van  $1 \text{ m}^2$ , maar

ontworpen voor golflengten van 1 m (freq. 300 MHz) resp. 1 cm (freq. 30 GHz) dan zijn de overeenkomstige bundelbreedtes ca  $45^\circ$  en  $6^\circ$ .

Deze bundels zijn afgebeeld in fig. 3 en het is duidelijk dat bij gelijk zendvermogen de antenne met de smalste bundel de grootste energie-intensiteit ter plaatse van de satelliet veroorzaakt en dus minder verliezen geeft. Een nadeel is echter dat nauwkeurig richten nodig is, wat moeilijkheden kan opleveren voor kleine mobiele stations, zoals schepen en vliegtuigen. Dit is de hoofdreden dat deze stations bij voorkeur frequentiebanden op lagere frequenties gebruiken. Een probleem is alleen dat vrije keuze in deze banden niet mogelijk is wegens de hoge bezettingsgraad door andere diensten, zoals mobilofoons en radionavigatie.

In fig. 4 zijn de frequentiebanden aangegeven die bestemd werden voor satellietcommunicatie. Voor civiele en militaire strategische verbindingen worden frequentiebanden gebruikt tussen 4 en 8 GHz en voor TACSATCOM tussen 225 en 400 MHz. De banen die satellieten beschrijven zijn onderworpen aan de wetten der mechanica. Een van die

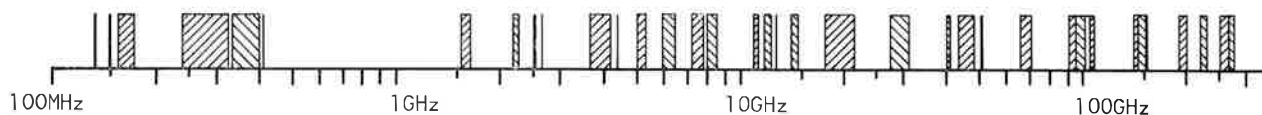


Fig. 4. Frequentiebanden toegewezen voor satellietcommunicatie.



wetten is dat het zwaartepunt van de aarde zich in het vlak van de satellietbaan moet bevinden. Beperken we ons tot cirkelvormige banen die bovendien in het equatorvlak liggen dan kan de omloopsnelheid zodanig worden gekozen dat de satelliet voor een waarnemer op aarde stilstaat (geostationaire satelliet). Het merendeel der huidige communicatiesatellieten is geo-stationair en hieronder is ook de LES-6 (Lincoln Experimental Satellite no. 6) [5], momenteel in gebruik in het TACSATCOM programma. De voorganger van deze satelliet, de LES-5, bevond zich ook in een circulaire baan in het equatorvlak maar was niet geheel stationair.

## 2. Het NATO-TACSATCOM programma

Door de Verenigde Staten werd in november 1966 aan een aantal NATO-landen het voorstel gedaan mee te werken in een experimenteel tactisch satellietcommunicatie programma waarvoor de VS een satelliet zouden leveren en de deelnemers grondstations in de VS zouden kopen of zelf zouden construeren. Op dit aanbod werd positief gereageerd door Canada, Duitsland, Italië, België, Engeland en Nederland en later namen ook Noorwegen en STC (SHAPE Technical Centre) deel. Een hier-toe opgericht TACSATCOM Committee, bestaande uit, meest militaire, vertegenwoordigers van de deelnemende landen begeleidt en stuurt het project vanaf 1967 in regelmatig gehouden vergaderingen. Een Scientific Group, bestaande uit wetenschappelijke medewerkers uit de deelnemende landen bespreekt sinds die tijd de met de grondstations opgedane ervaring en doet voorstellen voor nieuwe proeven.

De presentaties die de voortgang weergeven worden op schrift gesteld in „Proceedings”. De proeven in de Europese landen worden gecoördineerd door het European Test Co-ordination Centre (ETCC) gevestigd in de Bondsrepubliek in de buurt van Bonn.

De tot nu toe verkregen resultaten zijn neergelegd in een „First Summary Report” dat momenteel door NATO wordt bestudeerd, de instantie, die voor de Europese landen de volgende fase van activiteit zal moeten bepalen.

## 3. Bijdrage van het Fysisch Laboratorium

Hoewel de mogelijkheid reeds was aangetoond was het toch na een periode van zekere spanning dat in augustus 1967 de eerste verbinding via de LES-5 gemaakt werd. Hierna begon voor de researchgroep radiocommunicatie een periode van ervaring opdoen in satellietcommunicatie, het optimaliseren van eigen apparatuur en het meten en analyseren van specifieke effecten van deze verbinding.

Van groot nut hierbij was het vaste grondstation



Fig. 5. Getransistoriseerde zendontvanger.

met parabolische reflector in de vlakte van Waalsdorp en een 3-tons radiowagen. Deze stations bevatten identieke zend- en ontvangapparatuur. Enkele punten uit de in de beginperiode opgedane ervaring zijn:

- 1) Het richten van de antenne op de satelliet is geen probleem.
- 2) Atmosferische invloeden zijn zelden een belemmering voor de verbinding.
- 3) Een zendontvanger met een vermogen van 80 Watt gecombineerd met de antenne in fig. 2 is voldoende voor een goede verbinding via de LES-6.
- 4) Aardse afstanden hebben geen invloed op de kwaliteit.
- 5) Een stoorzender kan een verbinding onmogelijk maken.
- 6) Het doorverbinden via telefooncentrales (vooral militaire) kan hinderlijke echo-effecten opleveren.

Gezien de te verwachten experimentele toepassing door militaire eenheden werden deze ervaringsfeiten aanleiding tot het vervaardigen van apparatuur die een juistere indruk zou geven van de mogelijkheden en werd onderzoek verricht om vragen te kunnen beantwoorden bijv. i.v.m. storingsgevoeligheid.

Technische voorbereidingen voor proeven door militaire eenheden vonden plaats op het Fysisch Laboratorium dat ook zorgde voor assistentie tijdens de proeven. Een geheel getransistoriseerde zend-ontvanger werd ontwikkeld (fig. 5) omdat hiermee pas de mobiliteit en flexibiliteit in de praktijk zou kunnen worden aangetoond. Het max. uitgangsvermogen is 80 Watt en de afmetingen zijn  $35 \times 35 \times 10$  cm. Via schakelaars kan een keus worden gemaakt uit de vier frequenties die door de Europese landen mogen worden gebruikt. Zowel radiotelefonisch verkeer als telex verkeer via een rechtstreeks aangesloten telexapparaat is mogelijk.

Om het doorschakelen van gesprekken via telefooncentrales zonder hinderlijke echo's mogelijk te

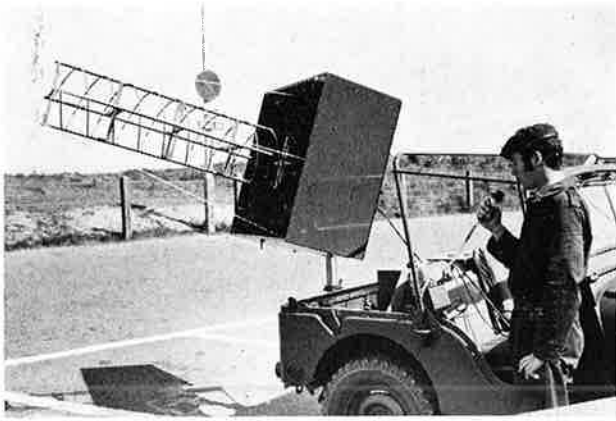


Fig. 6. Jeepstation in bedrijf.

maken is op het laboratorium een echo „suppressor” ontwikkeld waarvan twee exemplaren gebouwd zijn. Behalve voor het onderdrukken van echo's zorgt het apparaat voor het op peil brengen van het signaal dat uit de telefooncentrale komt, voordat het de zender ingaat.

Een belangrijke vraag vanaf het begin van het programma was, in welke mate de verbinding te storen zou zijn. Via het werken met de satellietverbinding was reeds een kwalitatieve indruk gekregen, die verder kon worden bevestigd na het meten aan een laboratoriumopstelling waarin de werkelijke satellietverbinding werd nagebootst. De hieruit verkregen wetenschap over het stoorvermogen dat nodig zou zijn om een verbinding in de huidige organisatie en met de huidige satelliet te storen is op zich zeker interessant maar roept nieuwe vragen op. Voorlopig is de vraag of het mogelijk is om met een satelliet van het huidige type (repeater) een grotere bestandheid tegen storing te verkrijgen door het gebruiken van een andere modulatiemethode dan FM (frequentiemodulatie). Een schakeling die dit mogelijk zou maken is in ontwikkeling en ten tijde van het verschijnen van dit artikel zullen de eerste resultaten waarschijnlijk bekend zijn.

Een tweede vraag is of door het gebruik van een andere type satelliet (signal processing) het mogelijk is de bestandheid tegen storing groter te ma-



Fig. 7. Antenne-array op F-27.

ken. De werking van dit type moet zodanig zijn dat alleen zenders die een bepaalde code uitzenden toegang hebben tot de satelliet. De ontwerpers en bouwers van toekomstige satellieten in dit programma zullen moeten uitmaken of de hierdoor veroorzaakte toename in complexiteit aanvaardbaar is.

Met de op het Fysisch Laboratorium ontwikkelde zend-ontvanger werd voor gebruik door de Koninklijke Landmacht naast de 3-tonner een jeep ingericht als semi-mobiel grondstation. Aan de achterzijde is opgesteld een schroeflijnantenne die uit vijf segmenten bestaat en eenvoudig op te bergen is voordat vervoer plaatsvindt (fig. 6). Het zendgereed maken na aankomst op de plaats van bestemming neemt 10 minuten in beslag.

Met dit station werden in nationaal en internationaal verband demonstraties gegeven en werd deelgenomen aan militaire verbindingsoefeningen.

De Koninklijke Luchtmacht voerde een beproevingsprogramma uit in samenwerking met het Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium (NLR) en het Fysisch Laboratorium. De KLu stelde een F-27 Friendship ter beschikking voor de proeven. Na een voorstudie door het NLR werd als antenne gekozen een z.g. phased array bestaande uit 8 elementen (zie fig. 7). Door het op speciale wijze voeden van de 8 elementen is het mogelijk een bundeling te bewerkstelligen in een bepaalde (elektronisch instelbare) richting. De antenne bleek geen nadelige invloed te hebben op de vliegeigenschappen van de F-27 en een winst te geven overeenkomend met die van een schroeflijnantenne, die uiteraard niet te monteren is op een vliegtuig.

Een programma van meetvluchten werd afgewerkt met als voornaamste doel het bepalen van de eigenschappen van de antenne. Tijdens deze meetvluchten is regelmatig verbinding gemaakt met het vaste station om een indruk te verkrijgen van de kwaliteit.

In maart 1971 zijn gedurende 3 dagen metingen gedaan aan boord van het fregat Hr.Ms. „Evertsen” om de invloed te bepalen van obstakels aan boord op het signaal, ontvangen via een draaibaar opgestelde schroeflijnantenne (fig. 8) die met de hand gericht moest worden gehouden op de satelliet bij draaien van het schip. Tevens werd onderzocht of radar- en radiozenders aan boord storende invloed hadden op de (overigens uitstekende) ontvangstkwaliteit via de getransistoriseerde zend-ontvanger. Het succes van deze proeven was aanleiding tot een voortgezet onderzoek over een periode van een half jaar met als startpunt begin januari 1972. De schroeflijnantenne werd voorzien van een elektrische rotator die automatisch richtten op de satelliet mogelijk maakte. Als tegenpost werd ingericht de 3-tonner van de KL die gestationeerd werd bij het ontvangstation NORA van de

Koninklijke Marine bij Noordwijk. Tot op het moment van schrijven van dit artikel wordt dagelijks tweemaal 1 uur gebruik gemaakt van de satelliet voor berichtenverkeer.

Met behulp van de reeds eerder genoemde echo suppressor worden gesprekken van het schip met goed resultaat via PTT-lijnen naar abonnees doorgegeven.

### Slotwoord

Dit nieuwe communicatiemiddel is verscheidene malen gedemonstreerd voor militaire instanties, die bovendien zelf ervaring hebben opgedaan tijdens in zeer goede samenwerking voorbereide en uitgevoerde proeven. De Nederlandse industrie werd op de hoogte gesteld van de stand van zaken voor het geval dat een groot aantal grondstations gebouwd zou moeten worden voor operationeel gebruik. Voor het echter zover is zullen naast veel financiële en organisatorische ook een aantal technisch-wetenschappelijke problemen moeten worden opgelost, waaronder de ook op het Fysisch Laboratorium bestudeerde vraag hoe een groot aantal grondstations met lage boodschapsfrequentie kunnen werken via één satelliet (meervoudige toegang). In dit verband is het interessant te weten dat de Verenigde Staten naast het NATO-TACSATCOM programma een experimenteel-operationeel programma in uitvoering hebben met een zeer grote satelliet (TACSAT I) waarmee praktische ervaring kan worden opgedaan met verschillende systemen van meervoudige toegang. Het spreekt vanzelf dat een uiteindelijk operationeel programma nooit door één Europees land kan worden uitgevoerd maar altijd een multi-nationale of NATO aangelegenheid zal zijn. Conclusie van onze nationale ervaringen is dat het frequentiegebied rond 300 MHz grote voordelen heeft o.a. doordat zend- en ontvangapparatuur verkrijgbaar is of zelf is te bouwen met beschikbare componenten en dat het richten van een antenne zo bijzonder eenvoudig is. Bovendien is het duidelijk geworden dat voor bepaalde militaire verbindingen ongekende verbeteringen mogelijk zijn door het gebruik van satellietcommunicatie.

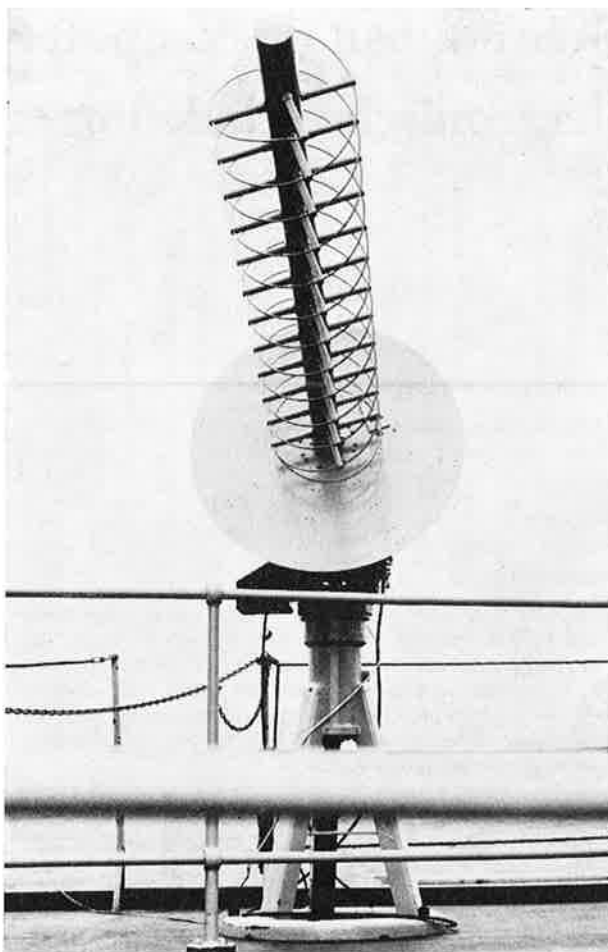


Fig. 8. Schroeflijnantenne voor gebruik door de Koninklijke Marine.

### Referenties

- [1] Satellite communications offer new potentiality. Aviation Week and Space Technology, August 23, 1971.
- [2] Ir. J. Th. Schreuder, Algemene aspecten van het Nederlandse grondstation. De Ingenieur 1969, nr. 19.
- [3] NATO seeks phase III satellite proposals. Aviation Week and Space Technology, August 23, 1971.
- [4] Ir. F. Möhring, De Nederlandse bijdrage in het LES-5 project voor tactische satellietcommunicatie. TNO-nieuws, dec. 1968.
- [5] LES, an advance in space communications, Signal staff report, Signal, Feb. 1969.

# Gebruik van de computer bij het ontwerp van elektronische schakelingen

Ir. J. M. H. G. BROUWERS  
Fysisch Laboratorium TNO

## Computer-Aided Design of Electronic Circuitry

### Samenvatting

*De digitale computer vormt een steeds belangrijker hulpmiddel bij het ontwerp van elektronische schakelingen. Aan dit onderwerp worden enige algemene beschouwingen gewijd. Vervolgens wordt, bij wijze van voorbeeld, een beschrijving gegeven van een computerprogramma voor de automatische bepaling van geleiderpatronen op montageplaten met gedrukte bedrading.*

### Summary

*The digital computer is becoming a very useful tool in electronic circuit design. Some general aspects of this topic are considered. As an example a description is given of a computer program for automated design of printed circuit board artwork.*

## 1. Inleiding

De digitale computer is sedert zijn opkomst in de vijftiger jaren onder andere dankbaar gebruikt bij het ontwerpen van elektronische schakelingen. De mogelijkheid om grote hoeveelheden rekenwerk sneller te kunnen uitvoeren betekende een grote winst.

Sedert enige jaren is er echter een ontwikkeling gaande waarin de computer op een zeer bijzondere manier in het ontwerp wordt betrokken. Daarbij vormt de computer niet meer uitsluitend een verfijnd rekenhulpmiddel. Door middel van een geschikt rekenprogramma zoekt de computer een uitvoeringsmogelijkheid voor een elektronische schakeling waarbij de functionele eisen de ingangsgegevens zijn. Tot op zekere hoogte kan men spreken van een „creatieve” rol die de computer speelt. De voordelen van het gebruik van dit soort programma's komen voornamelijk tot uiting in de aanzienlijke verhoging van de doeltreffendheid bij het ontwerpen van elektronische schakelingen.

Hierna zal in kort bestek de toepassing van enkele van deze programma's ter sprake worden gebracht. Ter illustratie zal uitvoerig aandacht worden besteed aan het programma CADOPCART (Computer-Aided Design On Printed Circuit board ARTwork), dat onlangs op het Fysisch Laboratorium TNO tot stand is gekomen voor de automatische bepaling van geleiderpatronen op montageplaten met gedrukte bedrading.

## 2. Ontwerp van schakelingen

In de praktijk is de bouw van een proefschakeling bij het ontwerp van elektronische apparatuur meestal onvermijdelijk. Na vaak moeizame berekeningen en metingen worden herhaaldelijk wijzigingen in de oorspronkelijke opzet aangebracht, totdat de schakeling uiteindelijk voldoet aan de gestelde eisen. Het gebruik van een geschikt computerprogramma [1] biedt in dit stadium grote voordelen. In de eerste plaats is het daarmee mogelijk op snellere wijze een inzicht te verkrijgen in het elektrische gedrag van de onderhavige schakeling. Daarnaast kan de invloed van parameterveranderingen veel eenvoudiger aan de hand van een computermodel worden nagegaan dan in de praktische schakeling. Aan sommige programma's [2] kan bovendien de dimensionering van de schakeling geheel worden overgelaten. Een iteratieve rekenprocedure kiest de waarde van de componenten zodanig, dat de gewenste elektrische eigenschappen van de schakeling zo dicht mogelijk worden benaderd. In dat geval is waarlijk sprake van automatisch ontwerp. Bij het ontwerp van filters en versterkers hebben deze programma's reeds geruime tijd hun toepassing gevonden.

De ontwerper van logicaschakelingen kan eveneens bijzonder gebaat zijn met een programmatische aanpak [3]. Dit soort schakelingen leent zich zeer voor simulatie per computer, aangezien de

functionele beschrijving van logische elementen betrekkelijk eenvoudig is.

Het gebruik van de computer maakt de vervaardiging van een proefschakeling niet overbodig, omdat in het computermodel soms benaderingen moeten worden ingevoerd. De proefschakeling dient dan vooral om achteraf na te gaan of er geen ongewenste effecten optreden. De tijd en de inspanning die met het ontwerp van een elektronische schakeling gemoeid zijn, worden echter tot een minimum teruggebracht.

### 3. Ontwerp van bedradingspatronen

Bij wijze van voorbeeld volgt hierna een beschrijving van een programma voor geautomatiseerd ontwerp van bedradingspatronen op montageplaten (zogenaamde gedrukte bedrading). Voor de vervaardiging van elektronische apparatuur worden dergelijke montageplaten veelvuldig toegepast. In eerste aanleg dient de montageplaat als de drager van de diverse elektronische componenten. Aan een of beide zijden is de montageplaat bovendien voorzien van een vlak patroon van koperen geleiders voor de benodigde onderlinge verbindingen tussen de aansluitingen van de componenten. In de regel wordt voor dit geleiderpatroon met de hand een ontwerp gemaakt, uitgaande van het schema van de gewenste bedrading. Deze veelal tijdrovende bewerking zou kunnen vervallen door gebruikmaking van een programma, dat onder de naam CADOPCART op het Fysisch Laboratorium TNO is vervaardigd.

#### 3.1. Algemene beschrijving van het programma

Het gehele programma is samengesteld uit twee op zichzelf staande onderdelen, namelijk het conversiegedeelte dat éénmaal alle voorbereidingen uitvoert en het feitelijke ontwerpgedeelte dat een iteratief karakter heeft.

Het conversiegedeelte verwerkt in eerste instantie de noodzakelijke gegevens omtrent de te gebruiken montageplaat en de gewenste elektronische schakeling. Deze gegevens bestaan uit:

- 1) de afmetingen van de montageplaat en van het puntraster dat aan het geleiderpatroon ten grondslag ligt;
- 2) een lijst van alle in de schakeling voorkomende componenten, onder vermelding van de typeaanduiding, een ondubbelzinnige naam en de door de ontwerper aan te geven plaats en oriëntatie op de montageplaat (de rangschikking van de componenten zou eveneens door een programma kunnen worden bepaald [4], [5]). De vorm van de componenten is niet aan een beperking onderhevig, voor zover ieder aansluitpunt met een rasterpunt samenvalt;
- 3) een lijst van de gevraagde verbindingen; een verbinding heeft betrekking op tenminste twee

aansluitpunten, die worden omschreven door de naam van de bedoelde component en het nummer van de aansluiting.

Het conversiegedeelte bepaalt aan de hand van deze gegevens allereerst de rasterpunten die door aansluitingen van componenten in beslag worden genomen. In het ontwerpgedeelte worden deze rasterpunten als ontoegankelijke punten beschouwd ter vermindering van ongeoorloofde doorverbindingen. Bovendien worden door het conversiegedeelte de verbindingen in de betreffende lijst naar opklimmende lengte gerangschikt en voor verdere verwerking aan het ontwerpgedeelte aangeboden. In het ontwerpgedeelte worden namelijk de verlangde verbindingen achtereenvolgens door middel van de zoekmethode tot stand gebracht. De loop van een verbinding hangt dus mede af van het patroon dat bij het aanbrengen van de voorgaande verbindingen is ontstaan. De genoemde rangschikking is derhalve van doorslaggevende betekenis voor het welslagen van het ontwerpgedeelte.

De onderlinge verbindingen tussen de aansluitingen bestaan uitsluitend uit horizontaal en verticaal verlopende lijnstukken. Beide richtingen worden bij voorkeur gescheiden op de voor- en achterzijde van de montageplaat ondergebracht. Geleiders behorende tot eenzelfde verbinding op verschillende zijden worden tijdens de vervaardiging van de montageplaat verbonden door middel van zogenaamde doorplateringen (gaatjes waarvan de wand met metaal is bekleed).

#### 3.2. Zoekmethode

Het meest vitale onderdeel van het programma vormt de zoekmethode, die afgeleid is van het „Line Search Algorithm” [6]. Met behulp daarvan kan op een doeltreffende manier de loop van een verbinding tussen twee rasterpunten worden bepaald. Om beide uitgangspunten wordt trapsgewijze een stelsel van horizontale en verticale lijnen opgebouwd. In de eerste rekenstap wordt door ieder van de uitgangspunten de horizontaal en verticaal van het laagste niveau, niveau 1, gelegd. Vervolgens worden aan beide stelsels afwisselend nieuwe lijnen van hogere niveau's toegevoegd. Door ieder rasterpunt van een uitgangslijn van niveau N wordt een lijn van niveau  $N + 1$  in de loodrecht op de uitgangslijn staande richting aangebracht. Deze gang van zaken duurt voort, totdat de jongste lijn een lijn uit het andere stelsel snijdt. Vanuit het snijpunt wordt de uiteindelijke verbinding vastgesteld door in beide stelsels via de kortst mogelijke weg langs de niveau's af te dalen naar de respectievelijke uitgangspunten.

Voor verbindingen die meer dan twee aansluitpunten bevatten kan deze methode eveneens worden toegepast. De twee dichtst bij elkaar liggende punten worden in dat geval eerst verbonden. De lijnstukken van de thans bestaande verbinding

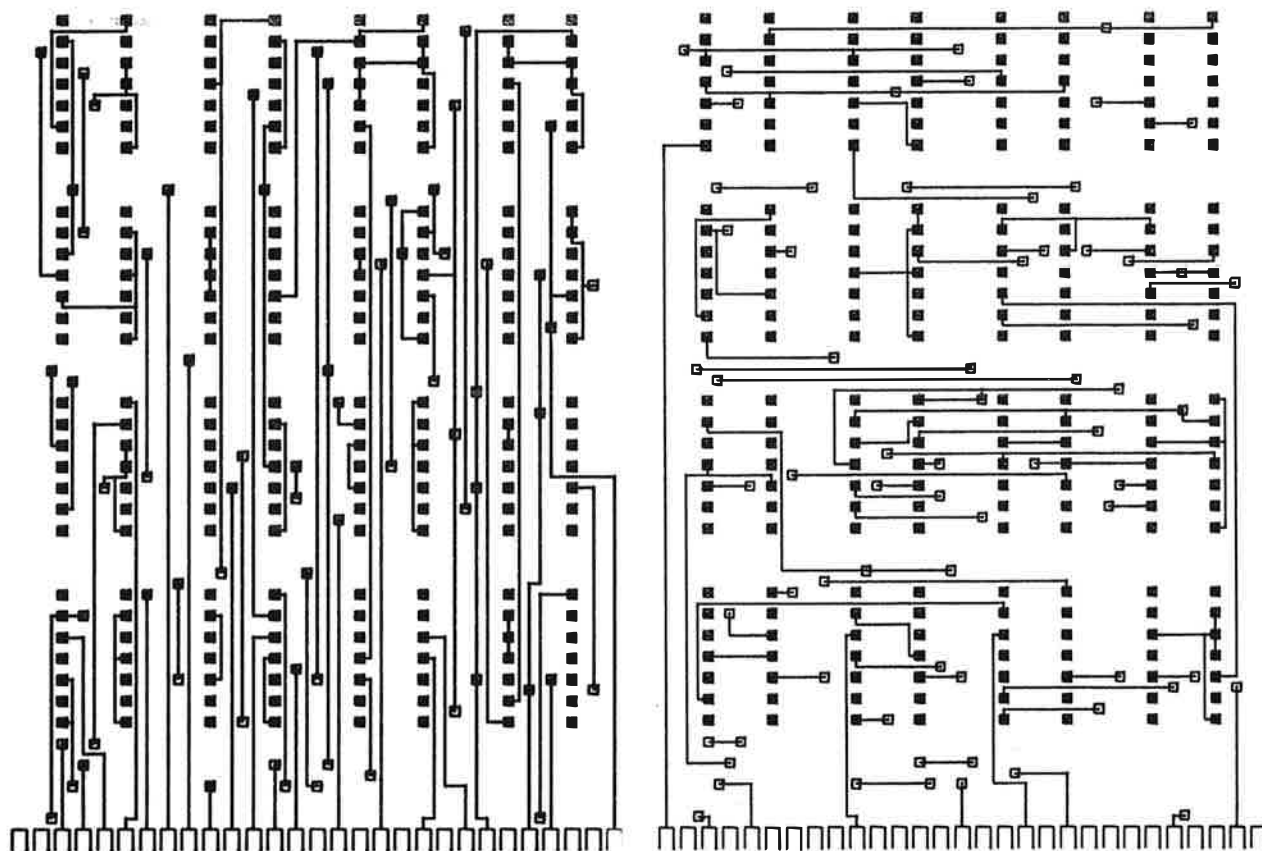


Fig. 1. Automatisch ontworpen bedradingspatronen op de voorzijde (a, in aanzicht) en achterzijde (b, in doorzicht) van een montageplaat.

worden voor het volgende punt beschouwd als de lijnen van het laagste niveau in een stelsel.

### 3.3. Resultaten

De resultaten van het programma zijn in hoge mate bevredigend, zoals uit de afbeelding moge blijken. In de figuren 1a en 1b zijn de geleiderpatronen op een tweezijdig verkoperde montageplaat weergegeven, die door het programma werden bepaald. Ter wille van de vergelijkbaarheid wordt één zijde in aanzicht en de andere zijde in doorzicht afgebeeld. De vierkantjes geven de plaatsen aan waar doorplateringen dienen te worden aangebracht. De montageplaat is voorzien van een dubbelzijdige contactenbank. De schakeling, waarvoor deze montageplaat ontworpen is, bevatte 16 geïntegreerde circuits en in totaal 64 verbindingen van gemiddeld drie punten.

Het programma CADOPCART is gecodeerd in FORTRAN IV en wordt op een Control Data CDC 3200 computer gebruikt. De rekentijd voor het voorbeeld bedroeg ongeveer twee minuten. Ter vergelijking mag worden opgemerkt, dat het ontwerpen met de hand van een dergelijk bedradingspatroon naar schatting ca 20 werkuren van een technicus vergt. De tijdwinst die wordt behaald door gebruikmaking van de computer is dus zeer aanzienlijk.

De uitvoer van de computer kan onder andere beschikbaar komen in de vorm van een ponsband voor de numerieke besturing van een fotograferen boorapparaat waaraan een voorgaande publicatie is gewijd [7].

### Literatuur

- [1] Jensen, R. W. and Lieberman, M. D.: IBM Electronic Circuit Analysis Program. Prentice-Hall Inc. (1968).
- [2] Kuo, F. F. and Magnuson, W. G.: Computer Oriented Circuit Design. Prentice-Hall Inc. (1969).
- [3] Breuer, M. A.: Recent Developments in the Automated Design and Analysis of Digital Systems. Proc. of the IEEE, 60 (1972) no. 1, pp 12 - 27.
- [4] Capocaccia, F. and Frisiani, A. L.: An Algorithm for the Placement of Large Scale Integrated Circuit Elements. Alta Frequenza, 39 (1970) no. 2, pp. 109 - 113.
- [5] Tiutin, A. A.: An Improved Algorithm for Component Disposition on a Board. Alta Frequenza, 39 (1970) no. 5, pp. 417 - 421.
- [6] Mikami, K. and Tabuchi, K.: A Computer Program for Optimal Routing of Printed Circuit Conductors. IFIP Congress Edinburgh (1968), submitted paper.
- [7] Leenhouts, A. J.: Automatisering bij de vervaardiging van montageplaten met gedrukte bedrading. TNO-nieuws, 22 (1967) pp. 3 - 8.

# Onderzoek naar de behandeling van vergiftiging met strijdgassen of insecticiden van het organofosfaat type

O. L. WOLTHUIS en E. MEETER  
Medisch Biologisch Laboratorium TNO

**Investigations aimed at the improvement of the treatment of poisoning with organophosphorous nerve gases or insecticides**

## Samenvatting

*Beschreven wordt een onderzoek naar details van het werkingsmechanisme van cholinesterase-remmende organofosfaten. Dit onderzoek heeft plaats teneinde de behandeling van vergiftiging met deze stoffen te verbeteren. Aandacht wordt besteed aan enkele van de gebruikte meetmethoden.*

## Summary

*A description is given of an investigation into the details of the mechanism of action of cholinesterase inhibiting organophosphates. This investigation is carried out in order to find a more effective therapy against poisoning with these compounds. Some of the methods employed are discussed.*

## Inleiding

Sommige strijdstoffen, de zogenaamde zenuwgassen, zijn zowel wat betreft chemische structuur als wat betreft werkwijze verwant met bepaalde typen insecticiden die behoren tot de groep der organofosfaten. Als voorbeeld van een strijdstof uit deze categorie kunnen we denken aan sarin, terwijl het bekende insecticide parathion ook tot deze groep behoort. De verschijnselen die optreden bij een vergiftiging met een dergelijke stof berusten op het feit dat het organofosfaat zich bindt aan het enzym cholinesterase en dit remt. Dit enzym speelt een grote rol bij het overdragen van prikkels van sommige zenuwcellen naar andere en ook bij het doorgeven van prikkels in zenuwen naar sommige organen zoals bijvoorbeeld de skeletspier, de hartspier, de gladde spieren en de verschillende klieren. Arriveert een prikkel in de uiteinden van zo'n zenuw, waar deze contact maakt met de cellen van het „effector-orgaan”, dan geven de zenuwuiteinden de stof acetylcholine af. De wand van de orgaancel is op de contactplaats zeer gevoelig voor deze stof en reageert daarop zodanig dat de hele orgaancel nu eveneens geprikkeld raakt. Al naar de aard van de orgaancel zal dit verschillende gevolgen hebben.

Het is begrijpelijk dat de acetylcholine, na zijn werking te hebben verricht, weer snel moet worden afgebroken om de plaats van prikkeloverdracht of „synaps” weer vrij te maken zodat opnieuw kan worden gereageerd als een volgende prikkel arriveert en moet worden doorgegeven. Hier speelt het enzym cholinesterase zijn rol; het splitst de acetylcholine zeer snel in de onwerkzame producten choline en azijnzuur. De gevolgen van een remming

van het cholinesterase zijn duidelijk; acetylcholine hoopt zich op en de prikkeloverdracht wordt gestoord. Niet alle betrokken synapsen reageren hierop op dezelfde wijze zodat ook de gevolgen in de verschillende organen verschillend zijn. Men kan bij deze synapsen namelijk twee typen onderscheiden al naar de eigenschappen van het acetylcholine-gevoelige deel van de orgaancel, receptor-membraan of kortweg „receptor” genoemd. Men kent zogenaamde n- en m-receptoren, die behalve voor acetylcholine respectievelijk gevoelig zijn voor nicotine of voor muscarine.

De m-receptoren bevinden zich in al die effectororganen, waarvan de werking buiten onze wil om plaats heeft, zoals in de gladde spiercellen van de bloedvat- en darmwand, in de speeksel-, traan-, slijm- en zweetklieren, in de hartspieren etc. Ophoping van acetylcholine bij de m-receptor heeft continu versterkte prikkeling tot gevolg; blokkade (zie verder) van de prikkeloverdracht treedt hier niet op. Gevolgen van de versterkte prikkeling zijn o.a. darmkrampen, continue afscheiding in de genoemde klieren en sterke verlaging van de bloeddruk; dit laatste komt tot stand doordat deze prikkelingstoestand leidt   tot verlangzaming van de hartfrequentie,   tot vaatverwijding.

Therapeutisch belangrijk is, dat de effecten van acetylcholine op de m-receptor afdoend kunnen worden bestreden met atropine, een stof die zich in competitie met acetylcholine aan de receptor bindt en deze ongevoelig maakt voor de zich ophopende acetylcholine. Atropine heeft echter geen invloed op de gevoeligheid van de n-receptor voor acetylcholine.

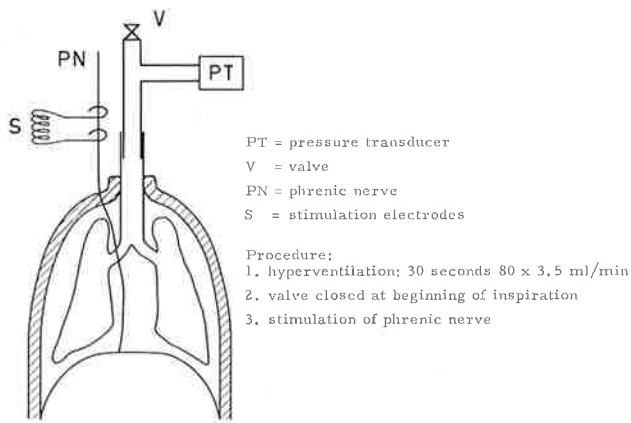


Fig. 1. Schema van de opstelling gebruikt voor de meting van de diafragmacontracties (zie tekst).

De n-receptoren bevinden zich o.a. in het ademcentrum in het centraal zenuwstelsel en in de dwarsgestreepte willekeurige spieren, waaronder de ademspieren. Het ophopen van acetylcholine aan de n-receptor leidt eerst tot repetitieve effecten, zoals herhaalde spiersamentrekkingen op één prikkel en bij verdere verhoging van de acetylcholine-concentratie tot blokkade van de prikkeloverdracht. De hierdoor veroorzaakte ademverlamming bedreigt het leven. Afhankelijk van de plaats waar het eerst blokkade van de prikkeloverdracht optreedt, spreken we van een centrale (in de hersenen) of een perifere (in de ademspieren) ademverlamming.

Een bevredigend werkende antagonist, zoals voor de m-receptoren, is er voor de n-receptoren niet. Begrijpelijk is daarom dat een groot deel van het onderzoek zich concentreert op de analyse en de bestrijding van de ademverlamming.

Het onderzoek van mogelijke therapeutica geschiedt op verschillend niveau; in de reageerbuis, eventueel op de gekweekte cel, op geïsoleerde organen en op het gehele dier. Over deze laatste wijze van aanpak zullen wij hieronder iets vertellen. Het onderzoek gebeurt daarbij in zogenaamde polygraph proeven, waarbij gelijktijdige registratie van meerdere verschijnselen zoals spiercontracties, ademhaling, bloeddruk etc. van één dier plaats heeft. Als proefdier wordt de rat gebruikt, omdat wij daarbij kunnen steunen op de opgedane ervaring in de proeven met geïsoleerde organen, die ook van dit proefdier afkomstig waren.

### Gebruikte technieken

Hier zullen slechts in het kort twee technieken worden besproken, die in het begin van het onderzoek moesten worden ontwikkeld om metingen bij een proefdier van kleine dimensies mogelijk te maken. Het ging erom, zonder het dier te schaden een goede registratie te krijgen van het ademminuten-

volume (AMV)<sup>1)</sup> en van de contracties van het middenrif dat een belangrijke rol speelt bij de ademhaling. Wij maakten daarbij gebruik van het feit, dat het dier toch al van een canule in de luchtpijp moest worden voorzien om het adequaat kunstmatig te kunnen beademen.

De AMV registratie vond plaats volgens het principe van de hittedraad anemometer. Een 25  $\mu$  platina draad werd in de canule gemonteerd die in de luchtweg werd gebracht. Deze draad werd met een stroom van 60-80  $\mu$ A zodanig verhit dat het draadje net zichtbaar aangloeide als er geen afkoeling door luchtpassage optrad. Door de afkoeling, teweeggebracht door de ademhaling van het dier, veranderde de gemiddelde weerstand van het draadje, hetgeen werd geregistreerd. Het verband tussen luchtpassage en weerstandsverandering was tevoren gecalibreerd. Het verband tussen AMV en recorder-uitslag bleek niet-lineair, maar over een groot traject onafhankelijk van de ademfrequentie te zijn.

Registratie van de samentrekkingen van het middenrif gebeurde pneumatisch en wordt schematisch weergegeven in figuur 1. De hierin getekende borstholte wordt begrensd door een vrij starre borstkas en van onderen door het koepelvormig gewelf van de middenrifspier (diafragma). Om de zenuw (PN) die het middenrif bedient, worden operatief onder het prepareermicroscop twee dunne, in latex gevatte elektroden aangebracht. De ongeïsoleerde uiteinden van deze elektroden liggen tegen de zenuw. Bij elektrische prikkeling van de zenuw PN trekt het diafragma zich samen, net als bij de normale ademhaling. Hierbij vermindert de hoogte van de koepel, de longen volgen passief, zetten uit en lucht wordt door de luchtpijp aangezogen. Indien echter een in de luchtweg geplaatste klep V wordt gesloten, kan de lucht niet toetreden en heeft de diafragma-contractie een onderdruk in de luchtwegen tot gevolg die met een drukopnemer PT wordt gemeten.

Het blijkt dat spontane adembewegingen de registratie storen. Als men het dier echter onmiddellijk voor de test 30 seconden lang intensiever dan normaal beademt, volgt een 10-15 seconden durende fysiologische ademstilstand, die werd gebruikt om de contracties zonder versturende spontane adembewegingen te registreren. In figuur 2 wordt getoond hoe zo'n registratie eruit ziet. Ter vergelijking zijn in dezelfde figuur de registraties afgebeeld van de samentrekking van de kuitspieren van hetzelfde dier.

Aan een rat worden gelijktijdig de volgende registraties verricht: elektrocardiogram (3 afleidingen), hartfrequentie, bloeddruk, ademminutenvolume, kuitspier- en diafragma-samentrekkingen. De lichaamstemperatuur zowel als de temperatuur van de kuitspier worden daarbij constant gehouden.

<sup>1)</sup> Ademminutenvolume is het volume van de lucht die in één minuut bij het ademen wordt verplaatst.



## De basisproeven

De eerste vraag die wij ons stelden was: is er na vergiftiging met de hier onderzochte cholinesteraseremmers spontaan herstel van de ademhaling mogelijk en als dit het geval is, waar berust dat dan op? Dit werd onderzocht met genarcotiseerde ratten die met een zodanige dosis atropine waren ingespoten, dat de gevolgen van de cholinesteraseremming bij de m-receptoren volledig waren onderdrukt. Hierdoor bleven bloeddruk en hartwerking in principe normaal (zie echter ook verder) en de luchtwegen werden niet geblokkeerd door overvloedige slijmafscheiding, die anders zou optreden [1].

Werd bij dergelijke dieren een zeer hoge dosis van het strijdgas sarin ingespoten, dan trad de ademverlamming vrijwel onmiddellijk op en moest het dier continu kunstmatig worden beademd. Op gezette tijden na de injectie van de cholinesteraseremmer werd getest of het dier spontaan kon ademen. Bovendien werd onderzocht in welke mate de kuitspieren en het diafragma zich samen-trekken bij prikkeling van hun motorische (bewegings-)zenuwen, dit ter beoordeling van het func-

tioneren van de prikkeloverdracht van de zenuw naar de spier. Hierbij bleek dat kuitspieren en diafragma identiek reageren zodat later veelal alleen de contracties van de kuitspieren werden geregistreerd. Aangezien iedere normale spierbeweging tot stand komt doordat de spier een reeks prikkels krijgt toegediend, werd ook met reeksen van prikkels getest. Achtereenvolgens werd, telkens gedurende 3 seconden, geprikkeld met 25, 50, 100 of 200 prikkels per seconde.

In figuur 2 worden de op dergelijke wijze verkregen registraties van de diafragma- en kuitspiercontracties weergegeven. Het is te zien dat 15 minuten na de sarin-toediening slechts de eerstaangekomen prikkel tot een kortdurende contractie (twitch) leidt. Een dergelijke „twitch” is onvoldoende voor de normale ademhaling. Meet men echter ieder half uur onder voortgezette kunstmatige beademing, dan blijkt vrij snel herstel op te treden van de spiercontracties. Daar waar de eisen aan de prikkeloverdracht het geringst zijn, d.w.z. bij de laagste prikkelfrequentie (25 pr./sec.), is dit herstel het eerst waarneembaar. Parallel aan dit herstel van de prikkeloverdracht blijkt dat de rat bij iedere volgende test steeds langer in staat was

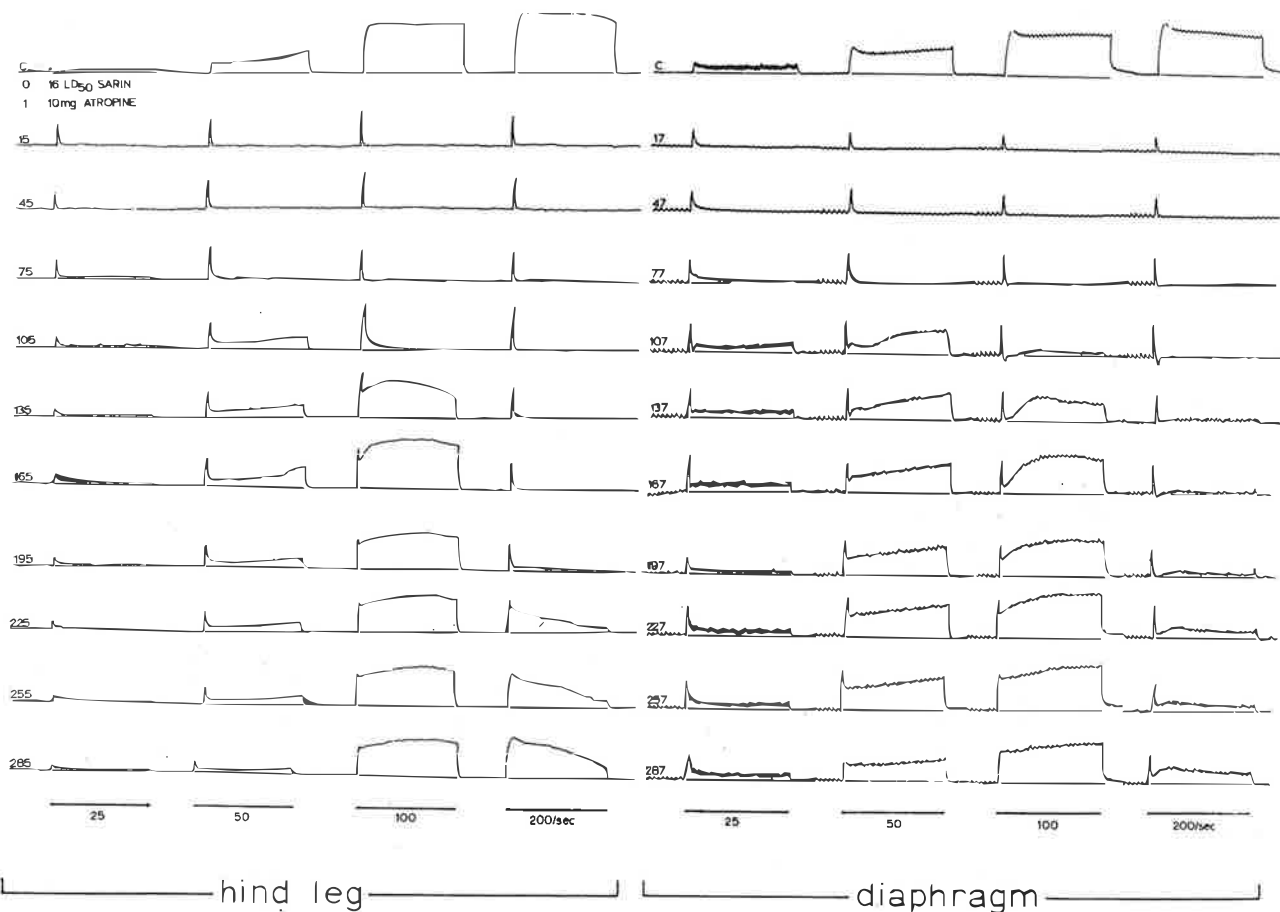


Fig. 2. De registraties van kuitspier- (links) en diafragma- (rechts) contracties en het herstel hiervan in de tijd. De tijden in minuten staan aangegeven aan het begin van iedere registratie. De prikkelfrequenties 25, 50, 100 en 200 pr/sec. staan onder de kolom van de bijbehorende contracties aangegeven. C = controletest vóór de inspuiting van de hoge dosis sarin. Het is te zien dat 15 minuten na de sarininjectie nog slechts een kortstondige contractie (twitch) mogelijk is, daarna volgt geleidelijk herstel.

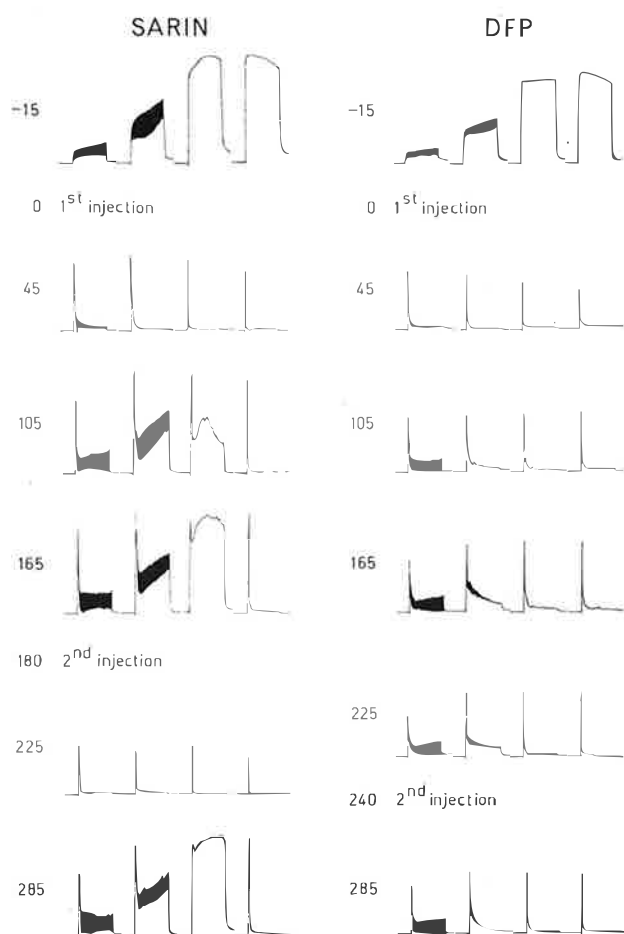


Fig. 3. Iedere groep registraties geeft de contracties van de kuitspier weer na prikkeling met 25, 50, 100 en 200 pr/sec. De tijden waarop de tests werden uitgevoerd staan in minuten aangegeven. Het tijdstip van injectie van beide remmers geldt daarbij als tijd 0. Op het tijdstip van de 2e injectie hebben beide dieren 1 uur continu spontaan geademd. Het is te zien dat na de 2e injectie met sarin de blokkade van de prikkeloverdracht weer volledig is, terwijl er na de 2e injectie met DFP slechts een geringe verslechtering optreedt.

spontaan te ademen. Het dier werd als „gered” beschouwd als het één uur achtereen spontaan kon ademen. De dieren bleken hiertoe in staat als de samentrekking bij 25 prikkels/sec. volledig en bij 50 prikkels/sec. gedeeltelijk kon worden volgehouden. Het waargenomen herstel kan in principe 3 oorzaken hebben:

- 1) er wordt nieuw cholinesterase gemaakt,
- 2) de remmer splitst zich spontaan van het enzym af en
- 3) de cholinesteraseremming blijft onveranderd bestaan maar de receptor membraan „adapteert”, d.w.z. trekt zich steeds minder aan van het verhoogde acetylcholine niveau.

Aangezien nieuw-synthese van cholinesterase op z'n minst dagen duurt, lijkt de eerste mogelijkheid uitgesloten. Over de beide andere mogelijkheden

geeft een simpele proef uitsluitel. Als de remmer zich namelijk van het enzym afsplitst, ontstaat daarbij een onwerkzaam produkt dat niet opnieuw kan remmen. Wordt het waargenomen herstel veroorzaakt door een dergelijke afsplitsing, dan zal een tweede dosis van de remmer het bereikte herstel weer teniet doen. Is er daarentegen sprake van adaptatie bij onveranderd gebleven remming, dan zal een tweede dosis geen effect hebben. In figuur 3 is te zien dat beide processen kunnen plaatsvinden, hetgeen afhankelijk is van de gebruikte remmer. Na sarinvergiftiging wordt het herstel teweeggebracht door het afsplitsen van de remmer, na toediening van de remmer diisopropylfluorofosfaat (DFP) wordt het herstel voornamelijk veroorzaakt door adaptatie. Een tweede dosis heeft in het laatste geval vrijwel geen effect.

Bij een onderzoek [2] met geïsoleerde spiervezels in een orgaanbad werd gevonden, dat het blootstellen van de receptormembraan aan hoge acetylcholine-concentraties gedurende langere tijd, tot gevolg heeft dat de receptor steeds minder reageert op acetylcholine. Dit geeft dus steun aan de hypothese dat adaptatie van de receptor mogelijk is en kan dienen als verklaring van het gevonden herstel na bepaalde remmers.

Alhoewel langdurige kunstmatige beademing in combinatie met atropine een redelijke kans biedt om de patiënt te redden is een medicamenteuze therapie gewenst. Adequate kunstmatige beademing komt vaak te laat en is dermate arbeidsintensief, dat een behandeling van meerdere, tegelijkertijd optredende vergiftigingsgevallen, illusoir moet worden geacht.

### Therapeutische mogelijkheden met oximen

Oximen zijn stoffen gekarakteriseerd door de

H

groep — C = NOH; een aantal hiervan is onder bepaalde omstandigheden in staat de binding tussen remmer en enzym te verbreken en daarmee de enzymfunctie te herstellen. Enkele minuten na toediening van effectieve dosis oxim aan een met cholinesteraseremmer vergiftigd dier herstelt de ademhaling zich, evenals het vermogen van de spier om zich op de testprikkeling op normale wijze samen te trekken.

Ongelukkigerwijze is met de oximen in lang niet alle gevallen een succesvol resultaat te behalen. De redenen hiervoor zijn o.a.:

- 1) dat in sommige enzym-remmer verbindingen de zogenaamde „veroudering” snel optreedt. Veroudering is het verschijnsel dat de remmer met een oxim kort na de vergiftiging wel en later niet meer van het enzym is los te maken. Zoals door Berends [3] in ons laboratorium is aangetoond berust dit verschijnsel op een chemische verandering

van de aan het enzym vastzittende remmer (dealkylering). Hierdoor wordt reactivering van het enzym met oxim onmogelijk.

2) dat de meeste werkzame oximen slecht in de hersenen doordringen. Dit betekent dat die ademverlammingen, die berusten op het lamleggen van de ademcentra in de hersenen, met oximen niet of nauwelijks kunnen worden bestreden.

3) dat sommige remmers zo vast aan het enzym zitten dat ze er slechts met zeer hoge oxim-concentraties af te krijgen zijn. De hiervoor benodigde concentraties in het intacte dier zijn zo hoog dat een dodelijke oximvergiftiging optreedt.

Het is duidelijk dat om redenen onder punt 2 en 3 genoemd, het onderzoek gericht op het vinden van effectievere oximen met een geringe eigen giftigheid, die bovendien goed in de hersenen moeten kunnen doordringen, met kracht moet worden voortgezet. Totdat dergelijke oximen ontwikkeld zijn, moet men bij de ontwikkeling van nieuwe insecticiden van het organofosfaat-type als eis stellen dat zij oxim-gevoelig zijn, d.w.z. dat bij vergiftiging een succesvolle therapie met de huidig beschikbare oximen mogelijk is. Omdat de werkzame oximen zo slecht in de hersenen doordringen zijn de centrale verschijnselen alleen, en dan nog maar ten dele, te bestrijden met atropine. De ervaring leert dan ook dat de beste therapeutische resultaten worden bereikt met een combinatie van atropine en oximen.

#### Het zoeken naar geschikte testprocedures voor de therapeutische werkzaamheid van oximen in het centraal zenuwstelsel (CZS)

Om de effectiviteit in de hersenen van nieuw te ontwikkelen oximen te kunnen evalueren moesten methoden worden ontwikkeld. Het lag voor de hand om hierbij de functie(stoornis) van het ademcentrum als criterium te gebruiken. Het is mogelijk gebleken om hierover een indruk te krijgen door de signalen af te leiden die door het ademcentrum worden uitgezonden naar het diafragma. Operatief en ook technisch was dit moeilijk en voor een snelle doelmatige bestudering van oximeffecten in de hersenen was deze methode dan ook niet geschikt.

Nu was in vroegere proeven gevonden, dat de ratten na vergiftiging met een cholinesteraseremmer een zeer sterke daling van de lichaamstemperatuur (hypothermie) vertonen. Een dergelijk verschijnsel werd later ook bij mensen gevonden na ernstige vergiftiging met insecticiden [4].

Voortgezet onderzoek bewees dat deze hypothermie wordt veroorzaakt door een functiestoornis van de in de hersenen gelegen temperatuurregulatiecentra, hetgeen o.a. bleek uit de volgende resultaten [5]:

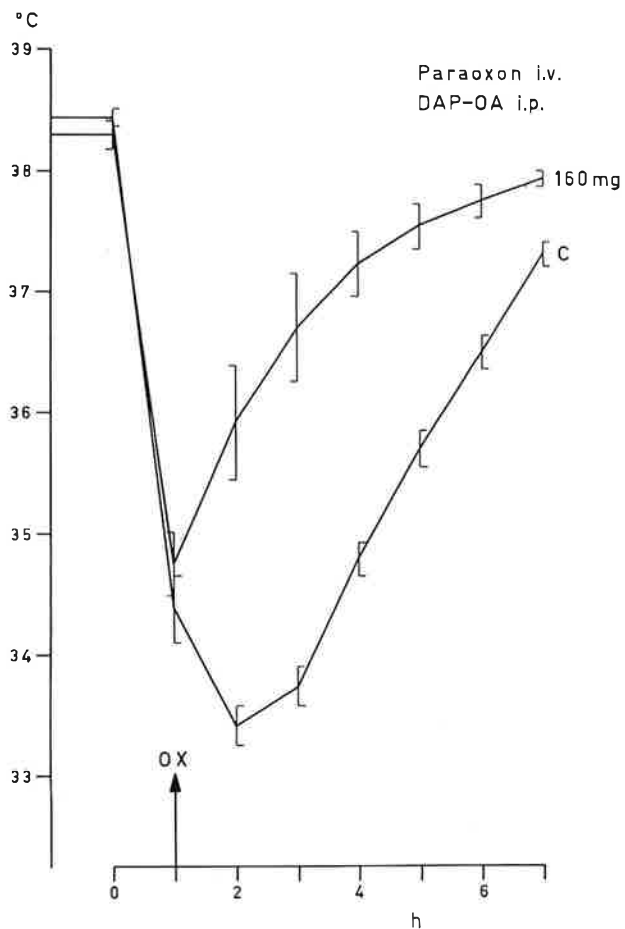


Fig. 4. De invloed van de cholinesteraseremmer paraoxon op de lichaamstemperatuur zowel als het therapeutisch effect hierop van 160 mg/kg 3-diethylamoni-propyl oximinoacetaat (DAP-OA). De lichaamstemperatuur, verticaal aangegeven, is op verschillende tijden gemeten. Onmiddellijk na de eerste meting is op het tijdstip 0 het paraoxon ingespoten. Een uur na de remmer is bij één van de twee groepen ratten het oxim DAP-OA ingespoten. In dit geval blijkt het oxim goed in de hersenen door te dringen, aangezien het de hypothermie, veroorzaakt door het aangrijpen van paraoxon in de hersenen, vrijwel onmiddellijk na inspuiting coupeert.

- cholinesteraseremmers die niet in het CZS doordringen, veroorzaakten geen hypothermie,
- oximen waren niet in staat deze hypothermie tegen te gaan, behalve als men ze direct in het CZS aanbracht,
- de hypothermie kon alleen gecoupeerd worden door die atropinederivaten, die in het CZS kunnen doordringen.

Het bleek dat deze verstoring van de temperatuurregulatie als model kan worden gebruikt om op snelle wijze de therapeutische effectiviteit van oximen in de hersenen na te gaan [6]. De mate waarin een oxim de hypothermie kan tegengaan wordt daarbij als criterium gebruikt. Een voorbeeld van het resultaat van een dergelijke proef is weergegeven in figuur 4. Omdat bij deze hypothermie m-

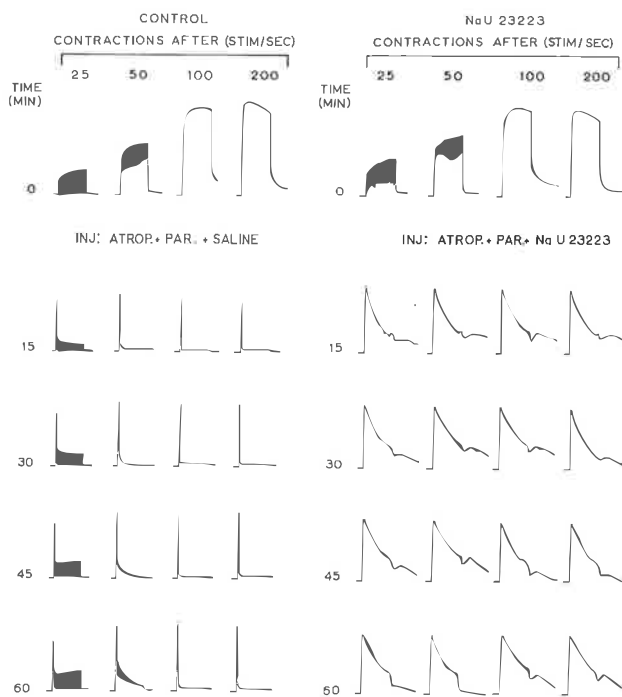


Fig. 5. Iedere groep registraties geeft de contracties van de kuitspier weer na stimulatie met 25, 50, 100 en 200 pr/sec. Onmiddellijk na de controleregistraties werd op tijdstip 0 een hoge dosis paraoxon ingespoten. Het rechter dier werd bovendien ingespoten met het Natrium-zout van 3-chloor-2,5,6-trimethylbenzoë-zuur (Na-U23223). Door vergelijking van de linker en rechter kolom is het effect van Na-U23223 op de contracties waar te nemen. Bij het met U23223 behandelde dier blijft de contractietoestand langer aanhouden en ademverlamming trad dan ook niet op. Het linker dier daarentegen moest vrijwel onmiddellijk na de paraoxon injectie kunstmatig beademd worden.

receptoren zijn betrokken, is een bijkomstig voordeel dat het model ook gebruikt kan worden bij de ontwikkeling van meer werkzame atropinederivaten.

#### Bijkomstige effecten van cholinesteraseremmers

In de loop van het onderzoek werd gevonden dat na toediening van sommige remmers, zoals bijvoorbeeld DFP of sarin, ondanks succesvolle oximtherapie t.a.v. de ademhaling de ratten vrij plotseling dood gingen aan hartinsufficiëntie. In een uitgebreid onderzoek [7] werden daarom de effecten van DFP op het hart in het intacte dier en op het buiten het lichaam in leven gehouden hart bestudeerd. In beide gevallen blijkt dat blootstelling van het hart gedurende enkele minuten aan zeer lage DFP concentraties een irreversibel proces in gang zet dat na enige uren tot hartinsufficiëntie

leidt. Het blijkt, dat deze zogenaamde hartdood niet berust op remming van cholinesterase, maar vermoedelijk berust op remming van een ander enzym, het membraan ATP-ase. Dat sommige cholinesteraseremmers in hogere doses ook andere enzymen dan cholinesterase remmen was, mede door onderzoek in het Medisch Biologisch Laboratorium, al enige tijd bekend [8].

#### Andere therapeutische mogelijkheden

Sommige stoffen zoals veratrine zijn in staat om een enkelvoudige spiercontractie, die een onderdeel van een seconde duurt, te transformeren in een reeks samentrekkingen die enkele seconden aanhoudt. Dit gebeurt door een effect op de spiercel zelf en treedt ook op bij spiercellen die van hun zenuwen ontdaan zijn.

Dit bracht ons op het idee om stoffen met een dergelijke werking te onderzoeken op hun therapeutisch nut bij vergiftiging met cholinesteraseremmers. Immers, daarbij bestaat een toestand waarbij slechts de eerst aangekomen prikkel tot een korte spiersamentrekking leidt die onvoldoende lang aanhoudt om een adequate adembeweging te veroorzaken. Het bleek [9] dat met deze stoffen, ondanks vergiftiging met dodelijke doses van bepaalde cholinesteraseremmers, de enkelvoudige spiersamentrekkingen zodanig verlengd konden worden, dat kunstmatige beademing overbodig werd. Op het ogenblik wordt gewerkt aan verder onderzoek van deze, in principe nieuwe, therapeutische mogelijkheid.

#### Literatuur

- [1] E. Meeter and O. L. Wolthuis. *Europ. J. Pharmacol.* 2 (1968) 377.
- [2] E. Meeter. *Acta Physiol. Pharmacol. Neerl.* 15 (1969) 243.
- [3] F. Berends: Reactivering en „veroudering” van esterasen geremd met organische fosforverbindingen. Proefschrift 1964, Leiden.
- [4] J. Willems, P. Vermeire and G. Rolly. *Arch. Toxikol.* 28 (1971) 182.
- [5] E. Meeter and O. L. Wolthuis. *Europ. J. Pharmacol.* 4 (1968) 18.
- [6] E. Meeter, O. L. Wolthuis & R. M. J. van Benthem. *Bull. Wld. Health Org.* 44 (1971) 251.
- [7] O. L. Wolthuis and E. Meeter in: *Pesticides Symposia*, ed. W. B. Deichman. Halos & Ass. Inc. Miami (1970) p. 201.
- [8] J. A. Cohen and R. A. Oosterbaan in: *Handbuch der Experimentellen Pharmakologie XV*, ed. G. B. Koelle. Springer-Verlag, Berlin (1963) p. 299.
- [9] O. L. Wolthuis and K. B. Postel-Westra. *Europ. J. Pharmacol.* 14 (1971) 93.

# De kiemdodende werking van luchtverontreinigende componenten

Ir. G. DE MIK

Medisch Biologisch Laboratorium TNO

## Samenvatting

Met de „microthread” techniek kan worden aangetoond dat *Escherichia coli* 162 een bijzonder korte levensduur heeft in verontreinigde gebieden. De germicide werking moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan secundaire luchtverontreinigingen, gevormd uit ozon en onverzadigde koolwaterstoffen.

## Inleiding

Zolang de wereld bestaat hebben verschillende verontreinigingen in de atmosfeer in mindere of meerdere mate hun invloed doen gelden op levende organismen. Aanvankelijk was de menselijke bijdrage tot deze verontreinigingen uiterst gering, maar de toenemende industrialisatie, het aanwenden van steeds meer energie gepaard aan een exponentiële toename van het verkeer, heeft deze bijdrage enorm vergroot.

Hoge concentraties verontreinigingen in een relatief klein gebied (denk aan de Botlek) doen hun invloed gelden op mens, dier en plant. Of we willen of niet, we zijn wel verplicht na te gaan wat het effect, op korte en lange termijn, is van deze verontreinigingen op biologische systemen.

Op verschillende manieren kan dit probleem worden aangepakt. Zo kan worden nagegaan of er statistisch een correlatie bestaat tussen het optreden van aandoeningen van de ademhalingswegen en milieu-omstandigheden. Ook dieren en planten worden gebruikt om de biologische effecten van verontreinigingen nader te bestuderen.

Een eenvoudiger systeem bieden de micro-organismen. Ze hebben o.m. het voordeel dat ze zich snel vermenigvuldigen, waardoor ze in grote hoeveelheden kunnen worden gebruikt en meestal kunnen ze met eenvoudige hulpmiddelen worden gekweekt. Door Estes (1962) werd reeds vastgesteld dat de groei van *Escherichia coli* wordt geremd door het fotochemische reactieproduct van buteen-1 en  $\text{NO}_2$  in lucht.

Bij het ter beschikking komen van de „microthread” techniek is pas duidelijk gebleken welke schadelijke effecten luchtverontreiniging kan hebben op bacteriën en virussen.

## Germicidal action of air pollutants

### Summary

Using May and Pruett's microthread technique, the survival of *Escherichia coli* 162 was measured in several places in the Netherlands. Germicidal effects thus noted should probably be attributed to ozone-olefin complexes.

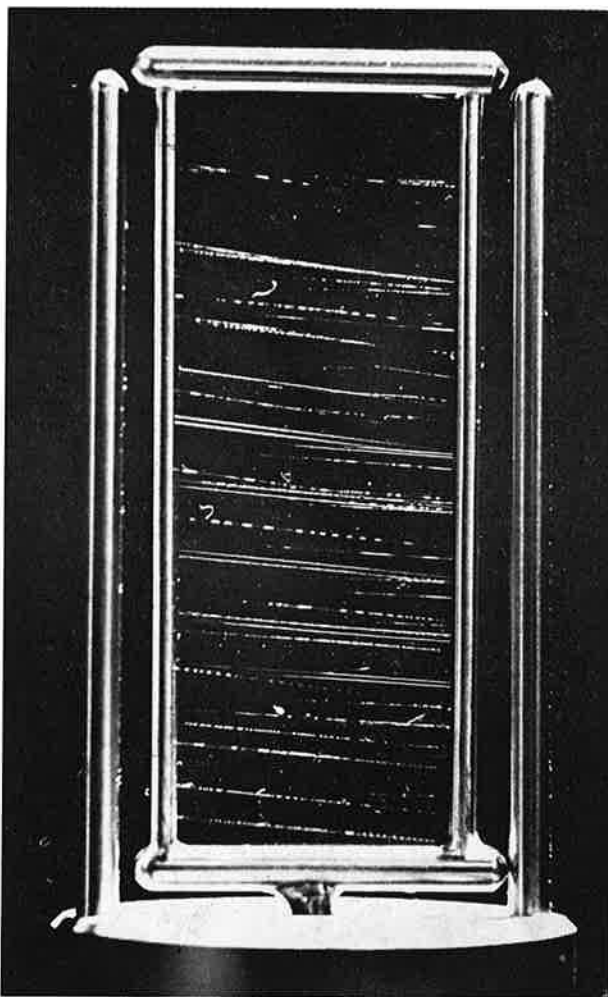


Fig. 1. Metalen frame gewikkeld met spindraad.  
De diameter van de spindraad bedraagt ongeveer 1  $\mu\text{m}$ .

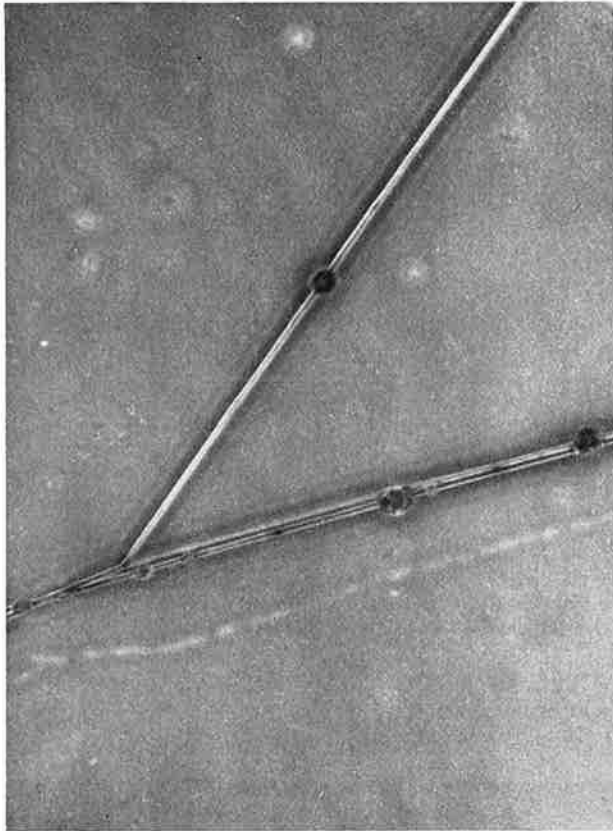


Fig. 2. Microscopische opname van een spindraad met een diameter van ongeveer 1  $\mu\text{m}$ . Op de spindraad bevinden zich deeltjes, welke één bakterie bevatten.

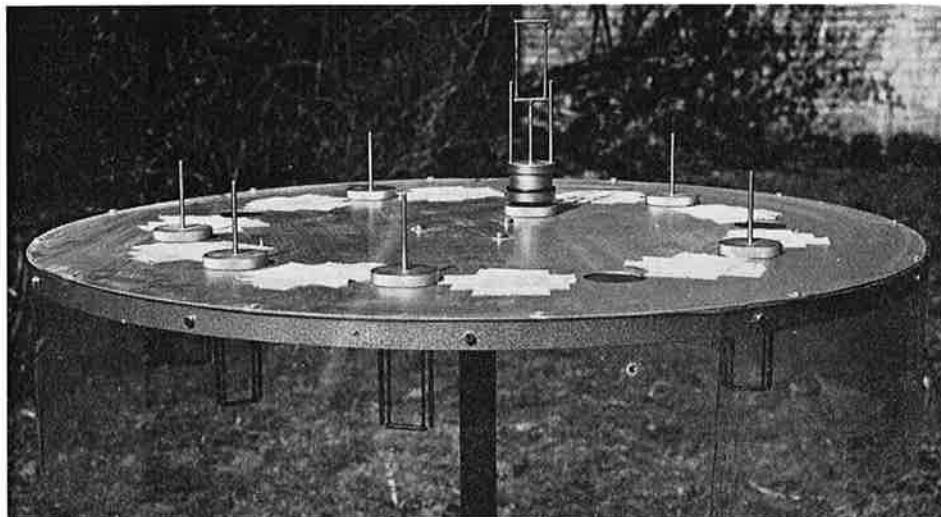
### De microthread techniek

Met deze techniek (May en Druett, 1968) is het mogelijk micro-organismen aan de buitenlucht bloot te stellen zonder ook maar enige verandering in deze lucht aan te brengen. De techniek berust hierop, dat na vernevelen van een bacteriebevattende suspensie de organismen worden afgevangen op dunne spindraden die om een metalen frame zijn gewikkeld, zoals is weergegeven in figuur 1. Daar de diameter van de draad slechts 1  $\mu\text{m}$  bedraagt en die van het deeltje 3-5  $\mu\text{m}$ , mag verondersteld worden dat het organisme zich gedraagt als in een echte aërosol. Deze nagebootste aërosol is afgebeeld in figuur 2.

Deze aërosol kan niet alleen dagenlang in stand worden gehouden maar ook kunnen de organismen aan iedere atmosfeer worden blootgesteld, hetzij een kunstmatig opgebouwde atmosfeer in een afgesloten ruimte, hetzij de buitenlucht. Wanneer de organismen aan de buitenlucht worden blootgesteld, dan gebeurt dit onder bescherming tegen direct zonlicht (UV!) door de houdertjes met frame (waarop de spindraden met organismen zich bevinden) in een huid te hangen (figuur 3). Door nu op bepaalde tijden één frame met draad en organismen in peptonwater te dompelen en een gedeelte van deze vloeistof op een voedingsbodem te brengen en te incuberen, kan de overleving van dit organisme worden bepaald. Elk nog levend deeltje vormt een zichtbare kolonie.

In de praktijk worden altijd twee organismen tegelijk gebruikt, een tracer-organisme en het test-organisme. Het tracer-organisme (sporen van *Bacillus globigii*; deze vormt oranje gekleurde kolonies op een agarvoedingsbodem) heeft onder alle omstandigheden een overleving van 100%. Het gedraagt zich verder gelijk aan het test-organisme (*Escherichia coli* 162, die witte kolonies vormt). Door na incuberen de verhouding tracer-organisme/test-organisme te bepalen ten opzichte van de verhouding in de vernevelsuspensie, kan de over-

Fig. 3. De bacteriën worden aan buitenlucht blootgesteld door de frames in een huid te hangen. Ter demonstratie is één frame met het houdertje bovenop het apparaat geplaatst.



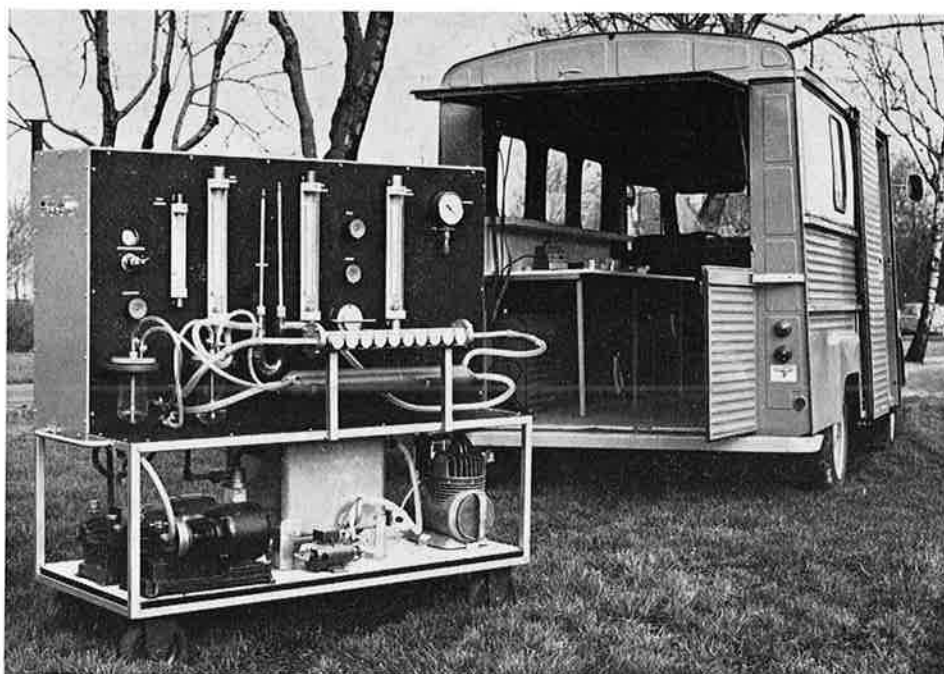


Fig. 4. Apparatuur voor het bepalen van de overleving van micro-organismen in buitenlucht.

leving van het test-organisme worden berekend, zonder de absolute aantallen te kennen. Op deze wijze kan de overleving worden bepaald als functie van de tijd, hetgeen in veel gevallen kan worden weergegeven met de formule:

$$S_t = S_0 e^{-kt}$$

waarin

$S_t$  = percentage overleving op tijd  $t$

$S_0$  = percentage overleving op tijd  $0$

$k$  = een constante, de zogenaamde inactiverings-constante.

Om beter hanteerbare getallen te krijgen is het gebruikelijk deze factor te vermenigvuldigen met 100. Ook in dit artikel is dit uitgevoerd.

Hoe kleiner de inactiverings-constante (ook wel afstervingsconstante) des te beter is de overleving.

#### De Open Air Factor

De microthread techniek werd in de eerste plaats ontwikkeld om na te gaan hoe vernevelde micro-organismen zich onder natuurlijke omstandigheden gedragen. Begonnen werd met *Escherichia coli* 162 als test-organisme. Al snel bleek dat de overleving in buitenlucht heel ver kan afwijken van die, gemeten onder laboratoriumomstandigheden bij dezelfde temperatuur en relatieve vochtigheid. Vooral de plaats van meting en de meteorologische omstandigheden spelen hierbij een grote rol. De in buitenlucht aanwezige factoren die verantwoordelijk zijn voor de sterk verhoogde afsterving, werden samengevat met de term „Open Air Factor” (OAF), (Druett en May, 1968). Daar het effect hiervan niet kon worden verklaard door welke

fysische factor dan ook (zoals fluctuerende temperaturen of vochtigheden, invloed van straling, enz.) werd nagegaan in hoeverre bekende luchtverontreinigingen, in concentraties waarin ze in buitenlucht voorkomen, een met OAF vergelijkbaar effect hebben. Geen der volgende verbindingen:  $SO_2$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $O_3$ ,  $CO$ , koolwaterstoffen en formaldehyde bleken zulk een effect te hebben.

Het is bekend dat fotochemische reactieproducten uit onverzadigde koolwaterstoffen en  $NO_2$  aan planten schade veroorzaken. Deze producten nu hebben ook een kiemdodende werking. Bij nader onderzoek blijken zij eigenlijk reactieproducten te zijn van ozon en bepaalde onverzadigde koolwaterstoffen met een halveringstijd van slechts enkele minuten (Druett en Packman, 1968). De germicide werking van deze ozon-olefine complexen is enorm. In concentraties van enkele p.p.h.m. (delen per honderd miljoen) bedraagt de overleving van *Escherichia coli* 162 (*E.coli* 162) na 10 minuten nog 1-10%.

Daar zowel ozon als koolwaterstoffen in de atmosfeer kunnen voorkomen en er zelfs een normaal bestanddeel van dreigen te worden, lijkt de veronderstelling gewettigd, dat OAF identiek is met het ozon-olefine complex. Er zijn nog andere identieke eigenschappen waar we niet op kunnen ingaan.

Door ons werd op verschillende plaatsen de overleving bepaald van *E.coli* 162, teneinde na te gaan of ook in ons land OAF kon worden aangetoond, en zo ja onder welke omstandigheden. Hiertoe werd een auto als laboratorium ingericht en voorzien van mobiele apparatuur om de spindraden in een „veldproef” met organismen te beladen (figuur 4).

Tabel I. Overleving van *E.coli* 162 gemeten in de buitenlucht te Soesterberg.

Datum	Tijdsduur overlevingsbepaling	Inactiveringsconstante	Windrichting
30- 9-'71	10.50 - 11.50	8,6	Z.W.
	11.50 - 12.50	9,3	
7-10-'71	11.00 - 12.00	5,3	W.Z.W
	12.10 - 13.10	6,3	
	13.15 - 14.15	4,9	
	14.15 - 15.15	6,1	
29-10-'71	11.30 - 12.30	1,3	O.Z.O.
	12.30 - 13.00	1,4	
	13.00 - 14.00	1,8	
	14.00 - 15.00	1,3	
	15.00 - 15.30	1,4	
	15.30 - 16.10	1,6	
	16.10 - 16.55	2,3	
	16.55 - 17.40	1,0	
9-11-'71	11.00 - 12.20	1,1	N.
	12.20 - 13.30	0,5	
	13.30 - 14.40	0,7	
	14.40 - 15.50	0,2	

Tabel III. Overleving van *E.coli* 162 gemeten in de buitenlucht te Delft.

Tijdsduur overlevingsbepaling	Inactiveringsconstante	Ozon concentratie $\mu\text{g}/\text{m}^3$
22 september 1971 (windrichting N.O.-O.)		
14.00 - 15.00	15,2	143
16.00 - 17.00	9,8	83
17.00 - 18.30	7,5	37
18.30 - 20.00	7,2	—
20.00 - 21.00	5,3	—
21.00 - 22.00	5,8	—
22.00 - 24.00	2,0	—
24.00 - 02.00	2,1	—
1 oktober 1971 (windrichting Z.)		
04.15 - 06.15	0,9	—
06.15 - 08.15	0,8	—
09.30 - 10.30	5,3	6,5
10.30 - 11.30	6,4	43
11.30 - 12.30	12,3	56
12.30 - 13.30	7,9	57,5

— = niet aantoonbaar

Tabel II. Overleving van *E.coli* 162 gemeten in de buitenlucht te Vlaardingen.

Datum	Tijdsduur overlevingsbepaling	Inactiveringsconstante	Windrichting	Ozon concentratie $\mu\text{g}/\text{m}^3$
24- 8-'71	01.30 - 04.30	1,9	N.O.	- -
25- 8-'71	16.00 - 18.40	10,5	O.	47
28- 8-'71	02.10 - 03.50	9,5	Z.W.	30
20- 9-'71	16.15 - 17.15	17,1	O.Z.O.	100
17-11-'71	11.50 - 13.20	2,3	W.N.W.	30
23-12-'71	13.50 - 15.50	2,2	N.N.O.	3

— = niet aantoonbaar

### De overleving op verschillende plaatsen in Nederland

Metingen werden uitgevoerd in Hellevoetsluis, Delft, Vlaardingen en Soesterberg. De eerste drie plaatsen werden gekozen om gebruik te kunnen maken van de verontreinigingsmetingen van het Instituut voor Gezondheidstechniek TNO te Delft, afdeling buitenlucht (met name de ozonconcentraties). De resultaten waren, kort samengevat, als volgt:

#### Hellevoetsluis

Bij Z.W.-wind werd een overleving gemeten die ongeveer gelijk is aan die, gemeten in het laboratorium in schone lucht ( $k = 0,7$  tot  $1,3\%/min.$ ).

#### Soesterberg

In tabel I is een overzicht gegeven van de resultaten in Soesterberg. Concentraties van ozon zijn niet beschikbaar.

#### Vlaardingen

In tabel II zijn enkele karakteristieke bepalingen weergegeven. Men lette op de extreem hoge afsterfing ( $k = 17,1\%/min.$ ) gemeten tijdens de „smog” periode van 16-24 september 1971.

#### Delft

Naast een groot aantal incidentele metingen werd in Delft op een tweetal dagen een continu-meting uitgevoerd en wel op 22 september van 2 uur in de middag tot 's nachts 2 uur en op 1 oktober van 4 uur 's morgens tot 2 uur 's middags. De gegevens zijn samengevat in tabel III. Enkele metingen, ver-richt op 1 oktober, zijn weergegeven in figuur 5 (06.15 - 08.15 uur) en figuur 6 (10.30 - 11.30 uur).

### Beschouwing der resultaten

Evenals in Engeland kan ook in ons land de aan-



wegigheid van OAF worden vastgesteld. Uit de experimenten in Hellevoetsluis blijkt dat zeelucht vrij van OAF was. In Soesterberg werd een hoge inactivering gemeten bij een Z.W.-windrichting; dit betekent vermoedelijk dat verontreinigingen uit de richting Utrecht en de verkeersweg Utrecht-Amersfoort werden aangevoerd. Bij een N.-wind, evenals bij O.-Z.O.-wind werd nauwelijks enige afsterving gemeten. Vermeld dient te worden dat op alle dagen de zon scheen, waarmee verschil in straling als factor werd uitgeschakeld.

Dat Vlaardingen zwaar „belast” is wisten we al. Ook met de hier beschreven methode kon dit worden aangetoond. Tijdens smogvorming werd een afstervingsconstante gemeten van 17,1<sup>0</sup>%, d.w.z. binnen 30 minuten zijn alle test-organismen dood. Hier werd de hoogste afsterving gemeten als de wind uit de richting Rotterdam komt (10,5<sup>0</sup>/min.) of uit het raffinaderij-gebied (9,5<sup>0</sup>/min., werd gemeten 's nachts om 2 uur; de koolwaterstoffen waren toen niet afkomstig van het verkeer maar wellicht van lekkages van leidingen).

Uit tabel III blijkt dat de inactivering ongeveer het patroon volgt van de ozonconcentratie. Wanneer OAF identiek is met het gevormde ozon-olefine complex, dan geldt de correlatie met ozon uiteraard voorzover er een overmaat koolwaterstof aanwezig is. Dat, ondanks het feit dat de ozonconcentratie nul is, toch een effect kan worden gemeten, kan verklaard worden doordat alle gevormde ozon reageert met koolwaterstoffen, waardoor geen ozon, maar wel het kiemdodend werkende complex kan worden aangetoond. Bij incidentele metingen moet dan ook rekening worden gehouden met de concentraties ozon vóór en na de meting.

Hoewel nog een groot aantal vragen moet worden beantwoord, (o.a. of de reactie tussen ozon en onverzadigde koolwaterstoffen de enige reactie is die kiemdodende producten oplevert) staat één ding wel vast en dat is dat voor E.coli 162 grote gebieden in Nederland hoogst ongezond zijn. De snelle bacterie-dodende werking van OAF wijst op een grote biologische activiteit hiervan. Het lijkt dan ook niet uitgesloten dat ook menselijke weefsels en met name het longweefsel erdoor beschadigd zal kunnen worden. Met het oog hierop zal het hier beschreven onderzoek worden voortgezet.

Gaarne wil ik mijn dank betuigen aan alle instanties die hebben toegestaan op hun terreinen metingen uit te voeren. (GG en GD, Vlaardingen, TNO-Zuidpolder te Delft, Rijkswaterstaat te Hellevoetsluis en het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.)

Fig. 6. De overleving van *E. coli* 162 in buitenlucht, gemeten in Delft op 1 oktober 1971 van 10.30 - 11.30 uur.

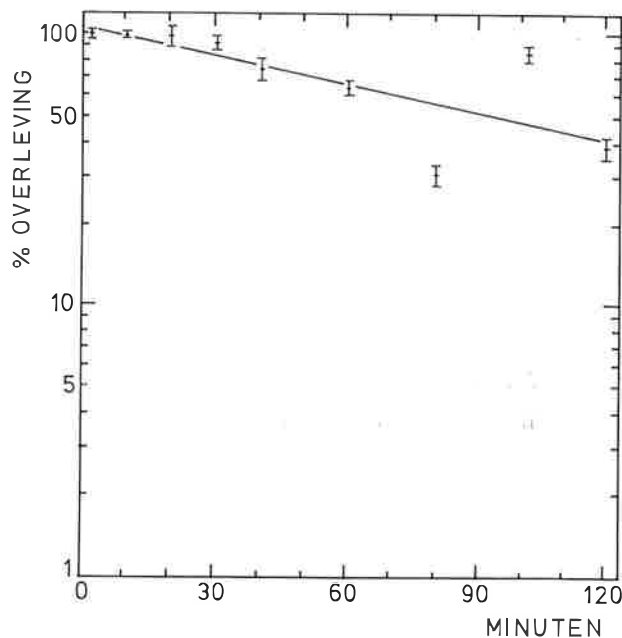
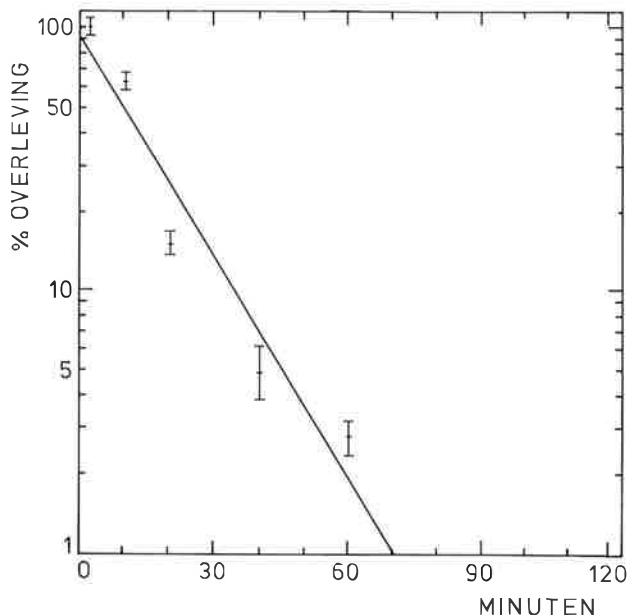


Fig. 5. De overleving van *E. coli* 162 in buitenlucht, gemeten in Delft op 1 oktober 1971 van 06.15 - 08.15 uur.

#### Literatuur

- H. A. Druett en K. R. May, 1968. Unstable germicidal pollutant in rural air. *Nature*, 220: 395, 396.
- H. A. Druett en L. P. Packman, 1968. Sensitive microbiological detector for air pollution. *Nature*, 218: 699.
- F. L. Estes, 1962. Analysis of air pollution mixtures: A study of biologically effective components. *Anal. Chem.* 34: 998 - 1001.
- K. R. May en H. A. Druett, 1968. A microthread technique for studying the viability of microbes in a simulated airborne state. *J. Gen. Microbiol.*, 51: 353 - 366.



# Genetisch onderzoek aan gekweekte cellen van zoogdier en mens

Dr. A. WESTERVELD

Medisch Biologisch Laboratorium TNO

## Genetic research on cultured cells

### Samenvatting

De fusie van gekweekte cellen van zoogdier en mens heeft nieuwe wegen geopend in het erfelijkheidsonderzoek van de mens. Een begin is gemaakt met het in kaart brengen van de chromosomen van de mens en nieuwe inzichten zijn verkregen in de erfelijke achtergronden van kanker.

### Summary

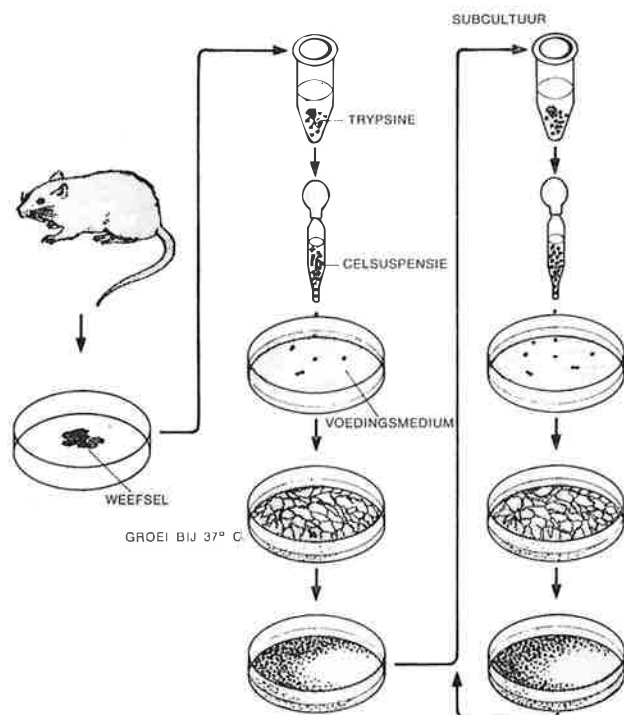
Fusion of cultured mammalian and human cells has fairly recently opened new avenues in genetic research. Man's chromosomes are being „charted”, and the pertinent investigations will hopefully yield further findings on malignity.

Fig. 1. De techniek van de celkweek. Een weefselfragment van proefdier of mens wordt fijngeknipt. De cellen worden van elkaar losgemaakt door behandeling met een eiwitplitsend enzym (trypsine). De aldus verkregen celsuspensie wordt geënt in een kweekvatje waarin voedingsmedium is gebracht. De cellen hechten zich aan de bodem, gaan delen en vormen daarbij een aaneengesloten laag. Vervolgens worden de cellen losgemaakt met trypsine en na verdunning overgebracht in nieuwe kweekvatjes. Dit kan vele malen worden herhaald.

### Inleiding

Om de werking van straling en chemische stoffen op het erfelijke materiaal (chromosomen) van de mens te kunnen onderzoeken is het van belang dat de menselijke chromosomen „in kaart” worden gebracht. Tot voor enkele jaren was onze kennis van de chromosomenkaart voornamelijk gebaseerd op de resultaten van familieonderzoek. Uit de wijze waarop bloedgroepen en erfelijke aandoeningen, zoals bloederziekte en kleurenblindheid worden overgedragen van ouders op kinderen kunnen conclusies worden getrokken, ondermeer omtrent de ligging van de hierin betrokken genen op chromosomen.

Naast dit familieonderzoek kwam enkele jaren geleden de celhybridisatie-methode tot beschikking. Bij de celhybridisatie wordt gebruik gemaakt van cellen die buiten het lichaam in daartoe geschikte media worden gekweekt (fig. 1). De gekweekte cellen kunnen onder bepaalde omstandigheden met elkaar versmelten tot één cel die de chromosomen van beide oudercellen bevat.



### Celfusie en isolatie van hybride cellijnen

De eenvoudigste manier om celfusie tot stand te brengen is de te fuseren cellen te kweken in één kweekvatje. Dit was de methode waarmee de Franse onderzoeker Barski en medewerkers in 1960 als eersten de celhybridisatie ontdekten. Zij kweekten twee verschillende muizetumorlijnen in één fles. Deze twee lijnen konden o.a. onderscheiden worden door de aanwezigheid van enkele afwijkende chromosomen (marker-chromosomen). Na enkele maanden kweken troffen Barski en medewerkers

een derde celtype aan waarin de marker-chromosomen van beide oudercellijnen aanwezig waren. De frequentie waarmee deze celfusie plaats vindt is erg laag. De fusiefrequentie werd opgevoerd door een methode, ontwikkeld door Okada en Harris. Zij behandelden de cellen met een para-influenza virus (meestal wordt Sendai-virus gebruikt) waardoor de celfusie werd gestimuleerd. Op deze wijze ontstaan meerkernige cellen (fig. 2).

De volgende stap in het hybridisatieproces is de fusie van de kernen in de meerkernige cel zodat weer een éénkernige cel ontstaat. Deze éénkernige cel ontstaat tijdens de deling van een meerkernige cel, waarbij de chromosomen al dan niet gelijkmatig worden verdeeld over de kernen van de twee dochtercellen (fig. 3). Door de introductie van het Sendai-virus is het thans niet alleen mogelijk cellen te fuseren van dezelfde diersoort (intraspecies hybridisatie), maar ook cellen van zeer verschillende diersoorten (interspecies hybridisatie) zoals mens en muis en de in het Medisch Biologisch Laboratorium gebruikte combinatie van mens en Chinese hamster. De kleine fractie gefuseerde cellen die ontstaat is in staat zich te delen. Door gebruik te maken van een bepaalde selectiemethode, ontwikkeld door de Amerikaanse onderzoeker Littlefield, is het mogelijk na een fusie-experiment alleen de hybride cellen over te houden.

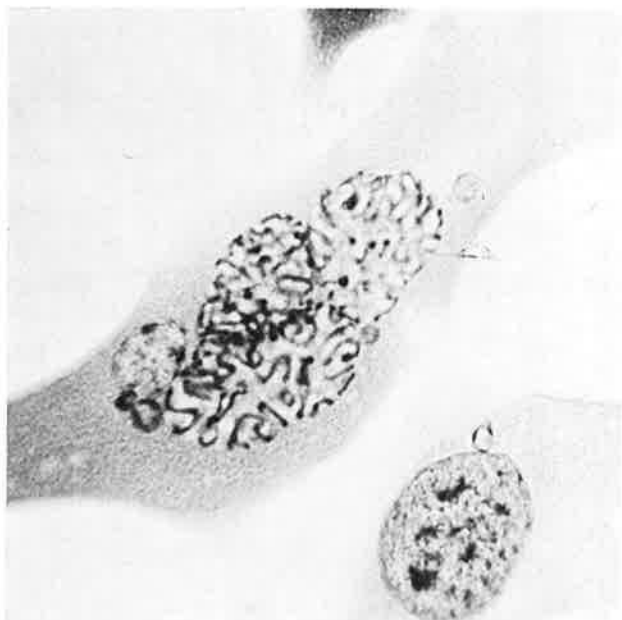
#### Verlies van chromosomen

De eerste mens  $\times$  muis hybride cellijn werd geïsoleerd door Weiss en Green in 1967. Bij het doorkweken van deze cellen bleek reeds spoedig, dat er chromosomen verloren gingen. Uit analyse van de overgebleven chromosomen werd afgeleid dat uitsluitend chromosomen van de mens waren verdwenen. De aanwezigheid van de volledige muize-chromosomenset garandeert klaarblijkelijk de levensvatbaarheid van de cel. Ook de in ons laboratorium geïsoleerde hybride cellen van mens en Chinese hamster verloren alleen menselijke chromosomen (fig. 4). Het mechanisme dat dit specifieke chromosomenverlies bewerkstelligt is niet bekend. Het verlies van menselijke chromosomen kan zover gaan, dat na enige tijd doorkweken hybride cellen worden aangetroffen waarin naast alle muize- of hamsterchromosomen nog slechts één chromosoom van de mens over is. De meeste hybride cellijnen verliezen maar een gedeelte van het menselijk chromosomenmateriaal. Het aantal menselijke chromosomen dat verloren gaat varieert dus in de verschillende hybride cellijnen. Dit betekent, dat genen die op hetzelfde chromosoom zijn gelegen (gekoppelde genen) in de ene hybride lijn verdwenen zijn, terwijl ze in een andere lijn aanwezig zijn. Door een groot aantal hybride cellijnen op de aanwezigheid van menselijke genproducten te analyseren is het dus mogelijk koppeling van bepaalde genen vast te stellen.



Fig. 2. Tweekernige cellen ontstaan door versmelting van 2 Chinese hamstercellen na behandeling met Sendai-virus.

Fig. 3. Het begin van de deling van een meerkernige cel. In drie tegen elkaar aanliggende kernen beginnen de chromosomen zichtbaar te worden. Dit is mogelijk het begin van de fusie van deze drie kernen tijdens de celdeling.



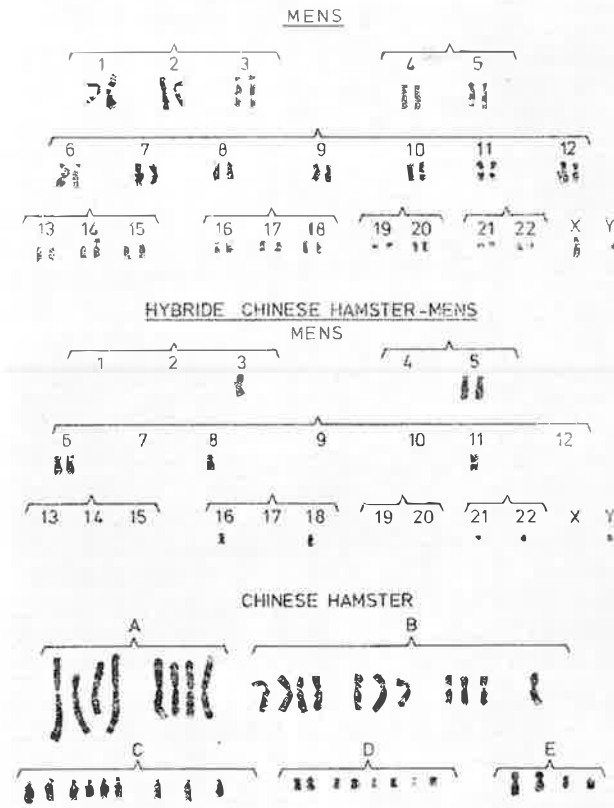
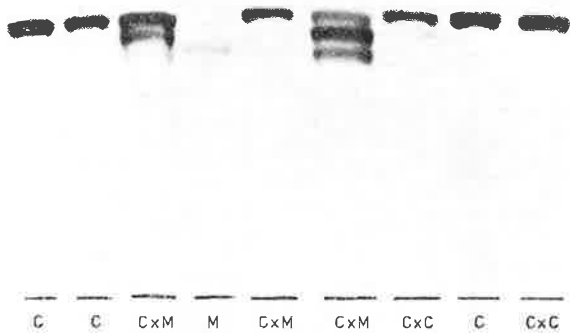


Fig. 4. De chromosomen van een menselijke en een Chinese hamster - mens hybride cel. De chromosomen van deze cellen zijn gerangschikt op grond van een voor ieder chromosoom karakteristiek bandenpatroon. Dit bandenpatroon wordt zichtbaar door de chromosomen op een bepaalde wijze te kleuren. In de hybride cel is een groot aantal menselijke chromosomen verloren gegaan (zie de open plaatsen in de rangschikking op de foto) terwijl waarschijnlijk alle chromosomen van de Chinese hamster cellijn aanwezig zijn.



## In kaart brengen van chromosomen

Het genetisch onderzoek van de mens is beperkt tot die eigenschappen die in een gekweekte cel tot expressie komen en kunnen worden aangetoond. Een groot aantal genen van de mens kon op de volgende manier in de genetische analyse van hybride cellen worden betrokken.

We vinden in het dierenrijk van een bepaald enzym een groot aantal fysisch-chemische varianten. Deze fysisch-chemische verschillen kunnen zichtbaar worden gemaakt door middel van elektroforese. In fig. 5 is een elektroferogram weergegeven van extract van respectievelijk cellen van Chinese hamster, mens en enkele hybriden van mens en Chinese hamster. De elektroforesestrip is zodanig gekleurd, dat uitsluitend de plaats zichtbaar wordt van het enzym glucose-6-fosfaat dehydrogenase (G6PD), dat een rol speelt bij de suikerstofwisseling. Het G6PD van Chinese hamster en mens bestaat elk uit één band, op verschillende plaatsen gelokaliseerd. Het extract van een hybride cel geeft drie banden: een Chinese hamster-, een menselijke en een intermediaire band. Aangenomen wordt dat de intermediaire band wordt gevormd door moleculen, die zijn opgebouwd uit een menselijke en Chinese hamster subeenheid (hybride enzymmoleculen). In fig. 5 komen ook twee hybriden voor die alleen de Chinese hamster G6PD band laten zien. Deze afwezigheid van het menselijk G6PD wijst op verlies van het menselijk chromosoom, dat de genetische informatie voor het G6PD bevat. Door nu een groot aantal enzymen op deze wijze te testen, kan worden vastgesteld welke enzymen altijd gelijktijdig aan- of afwezig zijn in verschillende hybride celpopulaties. Uit deze gegevens kunnen conclusies worden getrokken omtrent de koppeling van de voor deze enzymen coderende genen bij de mens.

Zo is aangetoond, dat de erfelijke informatie voor de enzymen hypoxanthine-guanine-fosforibosyl transferase (een enzym in het nucleïnezuur metabolisme), 3-fosfoglyceraat kinase, G6PD en  $\alpha$ -galactosidase (drie enzymen die een rol spelen in het suikermetabolisme) op het X-chromosoom, een z.g. geslachtschromosoom, gelegen zijn. Het onderzoek

Fig. 5. Elektroforese van extracten van verschillende celtypen: C = Chinese hamster, M = mens, CxM = Chinese hamster - mens hybriden, C x C = Chinese hamster - Chinese hamster hybriden. Vanaf de opbrengplaats (streepjes onderop de foto) worden onder invloed van een elektrisch potentiaalverschil de enzymmoleculen gescheiden. Door een specifieke kleuring is in dit geval de plaats van het enzym glucose-6-fosfaat dehydrogenase (G6PD) zichtbaar gemaakt. Het Chinese hamster G6PD loopt sneller over de elektroforese gel van de - naar de + pool dan het G6PD van de mens. In de extracten van de CxM is zowel het Chinese hamster- als het mensenzym zichtbaar; voor de herkomst van de derde band, zie tekst.

betreft niet alleen genen op de geslachtschromosomen, maar ook over de andere chromosomen kan informatie worden verkregen. De laatste 2 jaren zijn in ons laboratorium door gebruik te maken van mens-Chinese hamster hybride cellen en elders met mens-muis hybriden een aantal koppelingsgroepen op menselijke chromosomen vastgesteld.

Tot voor kort was een beperking bij het in kaart brengen van de chromosomen van de mens de identificatie van de chromosomen. Deze was slechts mogelijk voor enkele van de 46 chromosomen. Door gebruik te maken van speciale kleurings-technieken is het sinds enkele jaren mogelijk alle chromosomen van mens, muis en Chinese hamster te identificeren. Met behulp van deze techniek is een aantal menselijke genen op chromosomen gelokaliseerd.

### Kankeronderzoek

Uit het onderzoek van een tweetal Europese groepen is gebleken, dat de celhybridisatie-methode

eveneens een bijdrage kan leveren tot het onderzoek naar de genetische achtergronden van kwaadaardige groei. Muizetumorcellen werden gefuseerd met normale muizecellen. De geïsoleerde hybride cellen werden ingespoten in de buikholte van normale muizen. De hybride cellen konden op drie uitzonderingen na geen tumoren vormen in de buikholte. Uit chromosomenonderzoek bleek dat de meeste cellen in deze drie hybride celpopulaties veel chromosomen hadden verloren. In de hybride cellijnen die geen tumor konden vormen was het chromosomenaantal niet gereduceerd. Uit deze resultaten werd de conclusie getrokken, dat de maligne eigenschap zich gedraagt als een recessieve factor. Bij verlies van het chromosoom dat de informatie draagt die de maligniteit onderdrukt, komen de tumoreigenschappen weer tot expressie.

In het voorgaande zijn enkele toepassingen van de celhybridisatie in het genetisch onderzoek besproken. De verkregen resultaten wettigen de veronderstelling dat de celfusie-techniek een belangrijke bijdrage zal leveren op het terrein van de genetica.

# Detectie en bepaling van enkele toxische milieuverontreinigingen

Ir. A. W. BARENDSE

Chemisch Laboratorium TNO

**The detection and determination of some toxic environmental pollutants**

**- with simple and sophisticated equipment -**

## Samenvatting

*Een van de doelstellingen van het Chemisch Laboratorium TNO is, mogelijkheden te ontwikkelen voor de bescherming van de mens in een toxisch milieu.*

*In dit artikel worden verschillende middelen beschreven voor het aantonen en bepalen van chemische strijdmiddelen en sommige „normale” milieuverontreinigende bestanddelen.*

## Inleiding

Voor de bescherming van de mens in een toxisch milieu wordt door het Chemisch Laboratorium TNO gezocht naar middelen om toxische contaminanten aan te tonen en zonodig kwantitatief te bepalen. Bij deze onderzoeken ligt het accent duidelijk aan de kant van de chemische strijdmiddelen. Van de daarbij verkregen expertise wordt echter sinds een aantal jaren gebruik gemaakt voor de ontwikkeling van meetmethoden waarmee ook „normale” milieuverontreinigende bestanddelen kwantitatief kunnen worden gemeten. In het hier te geven overzicht zal in eerste instantie het aantonen van de chemische strijdmiddelen, met name de zenuwgassen, worden besproken. Daarna zal de bepaling van enkele algemene milieuverontreinigende bestanddelen, waaronder organische fosforinsecticiden, aerosolen en fluoriden, ter sprake komen.

## Chemische strijdmiddelen

De verbindingen, die vóór de ontdekking van de zeer toxische zenuwgassen als potentiële chemische strijdmiddelen werden aangemerkt, bezaten een zodanig sterke en kenmerkende geur dat zij in betrekkelijk lage concentraties met de reukzin waarneembaar waren. Bovendien was de toxiciteit relatief gezien zo laag dat een kort verblijf zonder beschermingsmiddelen in een concentratie, die nog juist te ruiken was, niet tot ernstige vergiftigingsverschijnselen aanleiding gaf. Het eenvoudigste detectiemiddel uit die tijd was daarom de neus.

In tabel 1 worden voor enkele potentiële strijdmiddelen de reukgrens en de letale dosis bij inhalatie vermeld. De tabel laat zien dat voor de groep

## Summary

*It has been one of the aims of the Chemical Laboratory TNO to develop equipment for the protection of human beings in a toxic environment.*

*In this article several devices are described which allow the detection and determination of chemical warfare agents and some „normal” environmental pollutants.*

van de zenuwgassen, in tegenstelling tot de klassieke strijdmiddelen, een verblijf van enkele minuten in een atmosfeer waarin de concentratie gelijk is aan de reukgrens, reeds letale gevolgen kan hebben. Ook zullen bij een korter verblijf ernstige vergiftigingsverschijnselen optreden, omdat de incapaciterende dosis slechts een factor 2 à 3 lager ligt. De hogere reukgrens gecombineerd met de hogere toxiciteit maakt het derhalve noodzakelijk voor de zenuwgassen instrumentele detectiesystemen te ontwikkelen, waarbij deze stoffen met behulp van chemische en/of fysische methoden worden aangetoond.

Door de snelheid waarmee een chemische aanval zich kan voltrekken en het feit dat het nemen van beschermingsmaatregelen enige tijd vergt, zullen de overlevingskansen onder andere bepaald worden door de responsiesnelheid van het detectie- en alarmeringssysteem. Zijn de beschermingsmaatregelen eenmaal getroffen, dan dient men te beschikken over uiterst gevoelige detectiesystemen. Hiermee wordt de aard van het gebruikte strijdmiddel vastgesteld en het moment waarop de genomen beschermingsmaatregelen kunnen worden opgeheven. Er wordt daarom onderscheid gemaakt tussen *detectie voor alarmeringsdoeleinden* en *detectie voor controledoeleinden*.

Aan *detectie-apparatuur voor alarmeringsdoeleinden* wordt als eis gesteld dat binnen enkele seconden een visuele en/of auditieve alarmering wordt verkregen en tevens dat dit met een zekere specificiteit gebeurt. Vermeden dient te worden dat de detectie positief is bij afwezigheid van het aan te tonen strijdmiddel („vals alarm”).

Voor het detecteren van zenuwgassen wordt de

specificiteit verkregen door gebruik te maken van een enzymatische detectiemethode, die gebaseerd is op het werkingsprincipe van deze strijdmiddelen in het menselijk en dierlijk organisme. Hierbij wordt het enzym acetylcholinesterase geremd, waardoor zeer snel een detecteerbare concentratie aan acetylcholine wordt opgebouwd, aangezien de door het enzym gekatalyseerde hydrolyse van het substraat achterwege blijft. In het detectiesysteem is het natuurlijke substraat vervangen door een ander substraat, zoals bijvoorbeeld  $\alpha$ -naftylacetaat + diazoblauw of 2,6-dichloorbenzenonindofenylacetaat. Bij hydrolyse van deze esters onder invloed van het enzym acetylcholinesterase treedt een duidelijke kleurverandering op. Het verschil in kleur dat optreedt wanneer het enzym wel of niet door zenuwgas is geremd, kan worden omgezet in een auditief en/of visueel signaal.

Het is duidelijk dat toxische concentraties van moderne insecticiden die ook cholinesterase-revend werken, zoals paraoxon, diazinon, DDVP, etc. eveneens met een dergelijke detectiemethode kunnen worden aangetoond.

De gevoeligheid die met *detectie-apparatuur voor controledoelinden* moet worden behaald, dient zodanig te zijn dat nog juist die concentratie kan worden aangetoond, waaraan men geruime tijd kan worden blootgesteld zonder dat vergiftigingsverschijnselen optreden. Dit betekent voor de zenuw-



Fig. 1. De gasverkennersuitrusting (detectie-apparatuur voor controledoelinden)

Voor het aantonen van chemische strijdmiddelen in de atmosfeer wordt met behulp van een eenvoudige, speciaal ontworpen pomp een luchtmonster gezogen door een detectie-plaatje, dat silicagel als adsorbens bevat. In sommige gevallen is het detectieplaatje geïmpregneerd met (een gedeelte van) het reagens waarmee de kleurreactie wordt uitgevoerd; in andere gevallen wordt met behulp van een druppelaar het reagens vlak voor of na de monsternamming toegevoegd.

Tabel 1. Enkele eigenschappen van chemische strijdmiddelen

chemisch strijdmiddel	geur	reukgrens (mg/m <sup>3</sup> )	LC <sub>50</sub> ** (mg. min/m <sup>3</sup> )
<i>klassieke chemische strijdmiddelen</i>			
chlooracetofenon	aangenaam, appelbloesem	0,2	30.000
chloorbenzalmalononitril (CS)	peper		25.000
blauwzuur	bittere amandelen	1,0	4.000
chloorcyaan	scherp prikkelend	2,5	11.000
fosgeen	rottend hooi	4,4	3.200
mosterdgas	knoflook, mosterd	1,3	1.500
stikstof-mosterdgas	muffe visgeur		1.500
lewisiet	geraniumgeur		1.500
<i>zenuwgassen</i>			
tabun	zwak fruitachtig	9 *	400
sarin	zwak fruitachtig	5 *	100
soman	zwak kamferachtig	—	70
VX	reukloos	—	40

\* De reukgrens is sterk afhankelijk van de zuiverheid c.q. het fabricageproces der strijdmiddelen. Bij verhoging van de zuiverheid wordt in het algemeen tevens de reukgrens verhoogd. Voorts is signalering door middel van de reukzin zeer verraderlijk, omdat onder velerlei omstandigheden de geur niet eenduidig kan worden gekarakteriseerd en waarneming sterk afhankelijk is van het individu.

\*\* LC<sub>50</sub>: Dit is de dosis toxische stof die bij inademing voor 50% van de blootgestelde personen letale gevolgen heeft.

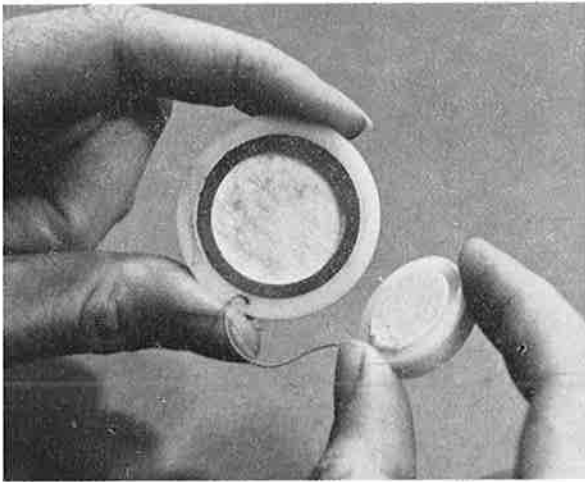


Fig. 2. De knoop

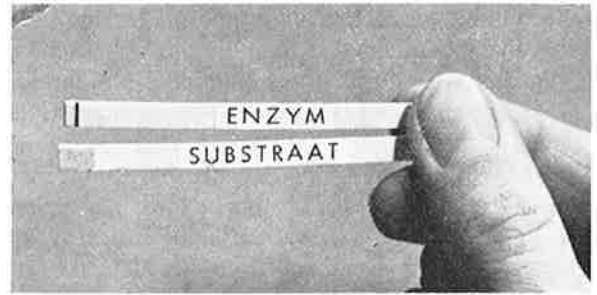


Fig. 3. De detectiestrookjes

Volgens moderne inzichten zal in geval van oorlog steeds meer geopereerd worden in kleinere eenheden. Bij een chemische oorlogvoering zal daarom een toenemende behoefte bestaan aan detectiemiddelen voor persoonlijk gebruik. Als zodanig werden op het Chemisch Laboratorium TNO de „knoop” en de „waterdetectiestrookjes” ontwikkeld als eenvoudige hulpmiddelen voor de detectie van zenuwgassen en andere cholinesterase-remmende verbindingen in resp. lucht en water.

De „knoop” wordt gekarakteriseerd door zijn monsternametechniek, waarbij gebruik wordt gemaakt van de luchtstroom door de inlaatopening van de vullingbus van het gasmasker. De zenuwgassen worden verzameld op een met silicagel en enzym geïmpregneerd papier, waarop na bevochtiging en met behulp van het met substraat geïmpregneerde papier de biochemische (kleur-)detectiereactie wordt uitgevoerd.

Bij de detectiestrookjes wordt het met enzym geïmpregneerde gedeelte met het te onderzoeken water bevochtigd, waarna het andere met substraat geïmpregneerde gedeelte erop gedrukt wordt.

In beide gevallen is het principe ook toepasbaar op andere verbindingen; de detectiestrook bijvoorbeeld voor organische fosforverbindingen in afvalwater.

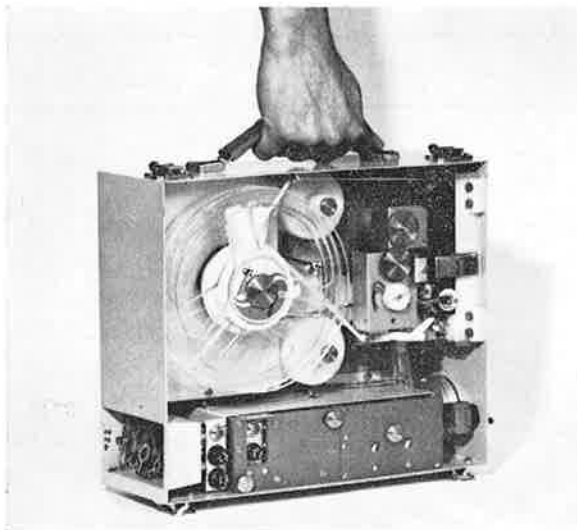
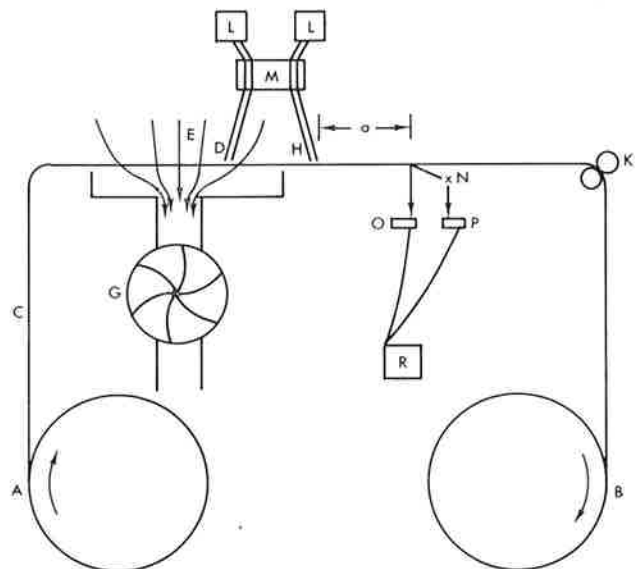


Fig. 4. Het automatisch zenuwgasdetectie-apparaat (ADA)

Dit apparaat neemt een unieke plaats in onder de verschillende soorten detectie-apparatuur, daar het zowel geschikt is voor waarschuwingdoeleinden als voor controledoelinden. De nadruk valt op de functie van plaatselijke alarmering, waarbij personen in de directe omgeving van het apparaat beschermd moeten worden tegen plotseling optredende gevaarlijke concentraties zenuwgas. Zodra in de atmosfeer een direct toxische concentratie aanwezig is, zal het ADA binnen 10 seconden een visueel en/of acoustiek alarm geven. In het volgende schema wordt de werking van het ADA globaal weergegeven.



Met behulp van een ventilator (G) wordt continue lucht gezogen (E) door een langzaam (van A naar B) lopend met silicagel geïmpregneerd lint (C). Een slangpompje (M) draagt zorg voor een voortdurende toevoer van reagentia. Eerst wordt het lint bevochtigd met de enzymoplossing (D), waaraan na enige seconden incubatietijd de substraatoplossing wordt toegevoegd (H). Een eventueel optredende verkleuring wordt d.m.v. reflectielicht van een lampje (N) door fotocellen (O en P) geregistreerd. Het apparaat is eveneens geschikt voor de controle van ruimten, bijvoorbeeld bij insecticiden-productie, etc.

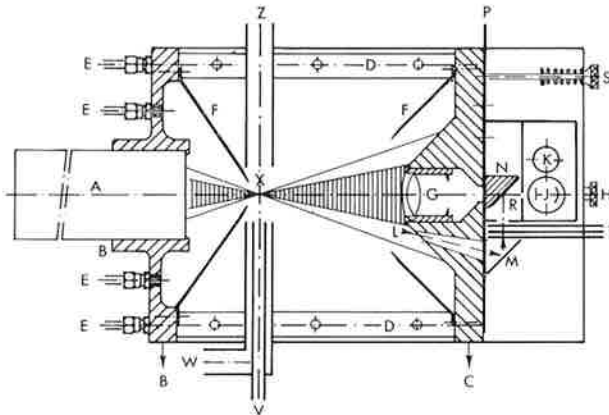
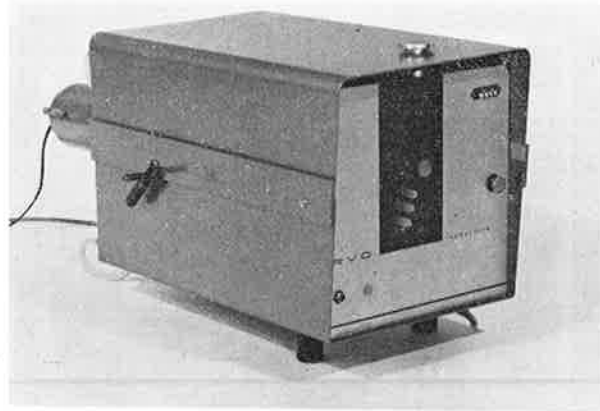


Fig. 5. De aerosol-concentratiemeter

De door het Chemisch Laboratorium TNO ontwikkelde optische concentratiemeter (OCM) is gebaseerd op voorwaartse lichtverstrooiing aan deeltjes. De concentratie van aerosoldeeltjes in een luchtstroom kan hiermee continu bepaald worden. Voor aerosoldeeltjes van dibutylftalaat met een diameter van  $0,5 \mu$  bedraagt de onderste analysegrens  $3 \cdot 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dit betekent dat men bij het testen van filtermaterialen in staat is de doorslag van 1 deeltje aan te tonen als er oorspronkelijk  $10^7$  deeltjes aanwezig waren.

Hiernaast is het werkingsprincipe schematisch weergegeven.

Via kanaal V wordt de aerosolstroom ( $2,5 \text{ l}/\text{min.}$ ) in de meetruimte gevoerd. Opdat de aerosolstroom gebundeld het lichtverstrooiingspunt X passeert, wordt hij door een schone luchtmantel (W) omgeven. Via het kanaal Z verlaat de aerosolstroom de meetruimte. Door middel van een optisch systeem (A) worden de lichtstralen op het lichtverstrooiingspunt X gericht. Hierbij dienen de loden trechters (F) om ongewenst strooiligte af te vangen. Het verstrooide licht wordt door een lens (G) op het diafragma (R) afgebeeld en met een fotoversterker (J) gemeten. Als referentie wordt het doorgaande licht gebruikt, dat via een konische opening (L), een tweetal spiegels (M, N) en een aantal optische grijsfilters (T) gemeten kan worden.



gassen dat een concentratie van slechts  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  moet kunnen worden gedetecteerd. Men kan zich van deze concentratie een voorstelling maken door te bedenken dat  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  overeenkomt met 50 mg per  $10.000 \text{ m}^3$ , ofwel één verdampde druppel in een ruimte ter grootte van een normaal passagiersschip.

Door de ontwikkeling van een breed scala van detectiemiddelen in de afgelopen jaren is de „moderne” gasverkenner niet meer aangewezen op de reukzin. Tot zijn beschikking staat onder meer de gasverkennersuitrusting [1] (figuur 1), waarmee hij vrijwel elk chemisch strijdmiddel in lucht, in grond en aan oppervlakken op zeer gevoelige wijze kan aantonen. Om te kunnen beoordelen of water besmet is met chemische strijdmiddelen werd een wateronderzoekuitrusting ontwikkeld. Voor individueel gebruik staan zeer eenvoudige detectiemiddelen, met name de „knoop” (figuur 2) en het „waterdetectiestrookje” [2] (figuur 3) ter beschikking. Ook werd een gecompliceerd detectie- en alarmeringsapparaat [1] ontwikkeld (figuur 4), dat binnen enkele seconden een alarm geeft, indien een toxische concentratie van een zenuwgas in de atmosfeer aanwezig is.

### Milieuverontreinigende bestanddelen

Als gevolg van de groei der bevolking en de gelijktijdig optredende stijging der welvaart wordt ook het „schone” milieu steeds meer verontreinigd met toxische contaminanten.

In verband met de voedselvoorziening is het bijvoorbeeld noodzakelijk dat beschadiging van ge-

wassen door insecten wordt tegengegaan met behulp van insecticiden. Aanvankelijk werden daarvoor vooral de gechloroerde koolwaterstoffen gebruikt. Nu blijkt dat deze stoffen ten gevolge van hun persistentie schadelijk zijn voor het milieu, wordt hun toepassing steeds meer door wettelijke bepalingen beperkt. Men mag daarom verwachten dat het gebruik van de organische fosforverbindingen als insecticiden in de komende jaren zal toenemen. Deze verbindingen zijn echter door de remmende werking van cholinesterasen in principe toxisch voor mens en dier. Een steeds groeiende belangstelling voor detectiemethoden mag derhalve worden verwacht. Het is duidelijk dat reeds beschreven detectie-apparatuur (figuren 2, 3 en 4), die op de genoemde enzymatische detectiemethode berust, kan worden toegepast voor het aantonen van de organische fosforinsecticiden.

Ook de door menselijke activiteiten in de atmosfeer verspreide aerosolen kunnen schadelijk zijn. Het betreft hier vaste of vloeibare deeltjes met afmetingen van  $0,1 \mu$  tot  $10 \mu$ , die gedispergeerd in de lucht voorkomen en zich kenmerken door een kleine sedimentatiesnelheid. De schadelijkheid is evident indien de aerosoldeeltjes zijn opgebouwd uit toxische bestanddelen. Maar ook afzetting in de longen en een mogelijk katalytisch effect bij verschijnselen als smog-vorming, dragen tot de schadelijkheid bij. Teneinde tot een juist inzicht te komen omtrent de invloed van aerosolen op het menselijk welzijn dient de concentratie in de atmosfeer te

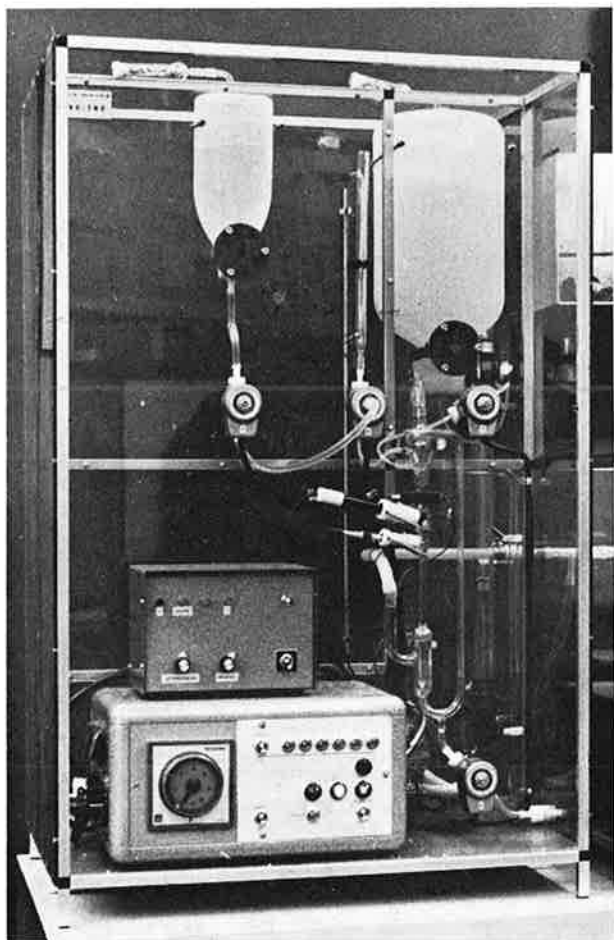


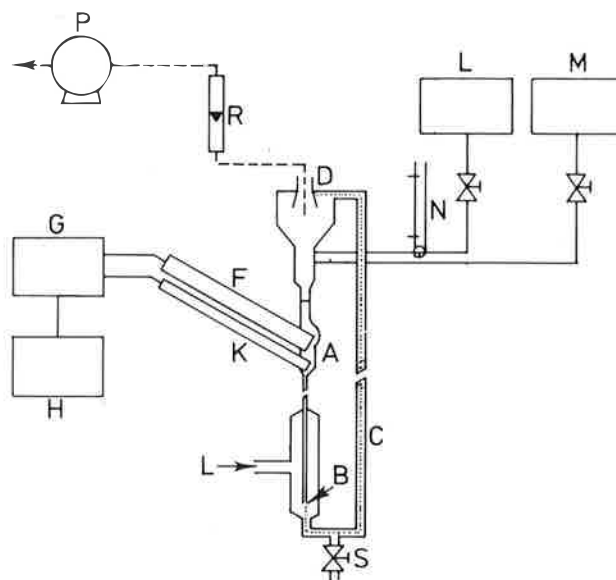
Fig. 6. De fluoride-meter

Door gebruik te maken van een concentrerende monsternametechniek kunnen met behulp van een selectieve fluoride-elektrode in dit automatisch en continu werkende apparaat gasvormige fluoridenconcentraties variërende van  $0,02$  tot  $150 \mu\text{g F}^{\theta}/\text{m}^3$  in de atmosfeer kwantitatief gemeten worden.

worden gemeten. Daarnaast behoren zij ook fysisch (vorm, grootte) en chemisch (samenstelling) gekarakteriseerd te worden.

Onderzoekingen op dit gebied vinden in het Chemisch Laboratorium TNO plaats; daarbij wordt gebruik gemaakt van de ervaringen die in een reeks van jaren zijn opgedaan met het testen van gasmaskervullingbussen, waarbij vooral het filtratie-aspect van belang is. Hiervoor werden methoden ontwikkeld waarmee gedefinieerde aerosol-atmosferen gegenereerd kunnen worden. Daarnaast werd gevoelige meetapparatuur, zoals de optische concentratiemeter [3], ontwikkeld (figuur 5).

Een andere contaminant die in uitermate kleine concentraties moet kunnen worden bepaald, is fluoride. De van nature in de atmosfeer aanwezige concentraties zijn in het algemeen zeer laag (ca  $0,05 \mu\text{g F}^{\theta}/\text{m}^3$ ). In de nabijheid van aluminium-, superfosfaat-, aardewerk- en glasfabrieken of fabrieken waar waterstoffluoride (HF) wordt gepro-



In het hierboven staande schema wordt de werking geschetst.

Met een pomp (P) wordt continu  $30 \text{ l}$  lucht/min (L) aangezogen. De meetruimte (A) is gevuld met een bufferoplossing, die afgemeten ( $8 \text{ ml}$ ) (N) uit het voorraadvat is toegediend. Door een capillair (B) druppelt de oplossing omlaag en wordt daar meegenomen door de luchtstroom. In de stijgbuis (C) vindt de uitwisseling van  $\text{F}^{\theta}$  uit de lucht in de vloeistof plaats ( $> 95\%$ ). Nadat de vloeistof- en luchtstroom in D zijn gescheiden, wordt in de meetruimte (A) de concentratie aan fluoride-ionen gemeten m.b.v. een selectieve  $\text{F}^{\theta}$ -elektrode (F) en een kalomel-elektrode (K). De verdamping van water in de stijgbuis (C) wordt gecompenseerd door toevoeging van water uit een voorraadvat (M) hetgeen geregeld wordt met een foto-elektrische cel. Nadat  $24$  uur achtereen continu gemeten is, wordt de bufferoplossing in de meetruimte automatisch vernieuwd.

duceerd c.q. verwerkt, kunnen hogere concentraties voorkomen (tot  $10$  à  $100 \mu\text{g F}^{\theta}/\text{m}^3$ ). Daar bij de daarvoor gevoelige gewassen reeds bladschade kan optreden bij concentraties van  $0,1 - 0,5 \mu\text{g F}^{\theta}/\text{m}^3$  is een kwantitatieve meting van fluoriden in de atmosfeer van belang. In opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne wordt daartoe een automatisch werkende en continu registrerende fluoride-meter ontwikkeld, waarmee concentraties kunnen worden gemeten van  $0,02 \mu\text{g F}^{\theta}/\text{m}^3$  tot  $150 \mu\text{g F}^{\theta}/\text{m}^3$  lucht. Een laboratorium-model werd op de vakbeurs MILIEU '71 tentoongesteld (figuur 6)

#### Literatuur

1. A. W. Barendsz, L. Ginjaar.  
Chem. Weekblad, 66 (juni 1970) 24-26.
2. A. W. Barendsz.  
Innovatie, 5 (febr. 1972) 1-2.
3. L. A. Clarenburg, L. H. Princen.  
Staub, 23 (4) (1963) 234-236.

# De synthese van radioactief gemerkte, toxische verbindingen

C. DE BORST

Chemisch Laboratorium TNO

## Samenvatting

De synthese van toxische verbindingen, gemerkt met radioactieve nucliden, verschilt in een aantal opzichten van de bereiding van niet-toxische en niet-radioactieve verbindingen. Hoewel bij de synthese veel kan worden overgenomen van de standaardtechnieken uit de organische chemie is het, door de kleine schaal waarop de reacties worden uitgevoerd noodzakelijk semi-micro-, micro-, en hoogvacuümtechnieken toe te passen. Het is ook belangrijk het aantal handelingen zo beperkt mogelijk te houden in verband met de grote toxiciteit en het stralingsgevaar. Daarom moet de syntheseroute nauwkeurig worden overwogen, en moet speciale apparatuur worden ontwikkeld.

Speciale aandacht moet worden besteed aan optimale zuiverheden en rendementen van de producten.

## 1. Inleiding

Op het Chemisch Laboratorium TNO wordt bij vele onderzoeken gebruik gemaakt van toxische verbindingen, gemerkt met radioactieve nucliden. De ervaring heeft geleerd dat aan het gebruik van dergelijke gemerkte moleculen vele voordelen verbonden zijn, zoals het bereiken van een grotere nauwkeurigheid en vereenvoudiging van bepaalde metingen. Zo is het mogelijk de afbraak van organische fosforverbindingen (chemische strijdmiddelen en insecticiden) in grondsoorten te bestuderen, doordat de gevormde omzettingsproducten specifiek te meten zijn, zowel in kwalitatieve als in kwantitatieve zin. Z.g. „clean-up”-procedures worden door toepassing van tracers aanmerkelijk vereenvoudigd. Ook bij het onderzoek naar de effectiviteit van procedures voor het onschadelijk maken van chemische strijdmiddelen op diverse oppervlakken (ontsmetten) en bij de bepaling van de beschermende waarde van verschillende materialen tegen strijdgassen wordt met goede resultaten gebruik gemaakt van radioactief gemerkte verbindingen. In het algemeen zijn de benodigde radioactieve verbindingen niet commercieel verkrijgbaar, behoudens een enkele uitzondering, in welk geval de geleverde producten niet blijken te voldoen aan de gestelde eisen van zuiverheid. Daarom is de bereiding van gemerkte verbindingen

## The synthesis of radioactive labelled compounds

## Summary

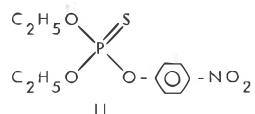
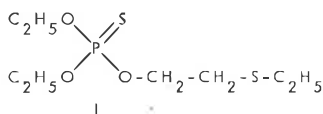
The synthesis of toxic compounds, labelled with radio-active isotopes, differs in a number of respects from the preparation of non-toxic and non-radioactive compounds. Although many of the well-known methods in synthetic organic chemistry can be used, it is necessary to develop semi-micro-, micro- and highvacuo-techniques, due to the small scale of the reactions. It is also important to limit the number of actions during the synthesis in order to decrease the hazards of radioactive contamination and toxicity. For this reason the route of the synthesis must be considered very carefully; also specially developed apparatus is required. Extra attention must be paid to the yield, and the chemical and the radiochemical purities of the compounds.

noodzakelijk voor het traceronderzoek, dat op het laboratorium wordt uitgevoerd.

De synthese van verbindingen, die zowel radioactief als zeer toxisch zijn, schept geheel eigen problemen, waarop in het navolgende nader zal worden ingegaan.

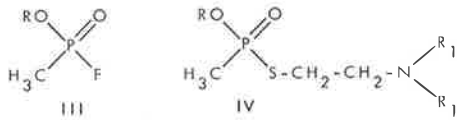
## 2. Het aspect van de toxiciteit

Vele organische fosforverbindingen zijn toxisch door hun cholinesteraseremmende werking. Indien de toxiciteit voor de mens niet te hoog is, worden deze organische fosforverbindingen veelal gebruikt als insecticiden. Voorbeelden hiervan zijn: Systox (I) en Parathion (II)



Organische fosforverbindingen met de algemene formules III en IV (respektievelijk alkyl methylfosfonfluoridaten en alkyl S-(2-dialkylaminoethyl) methylfosfonthioaten) zijn echter ook voor de mens buitengewoon giftig en worden beschouwd als chemische strijdmiddelen. Zij zijn als zodanig bekend onder de naam „zenuwgassen”. De lethale

doses zijn zeer laag en kunnen zelfs minder dan 0,25 mg/kg bedragen.



waarin R en R<sub>1</sub> = alkyl.

In het Chemisch Laboratorium TNO worden vooral met deze fosfonzuren veel onderzoeken uitgevoerd.

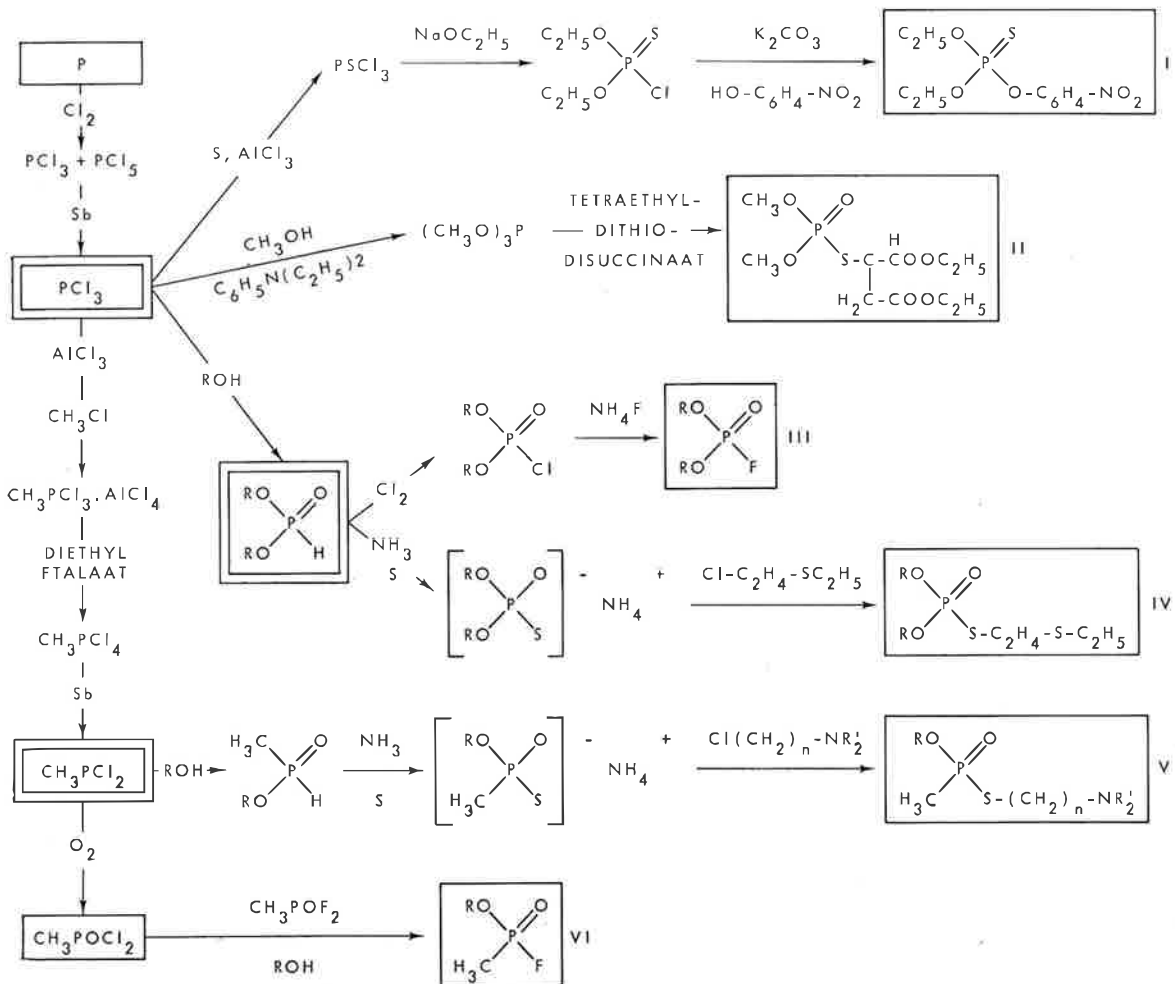
De synthese van dergelijke zeer toxische verbindingen stelt bijzondere eisen. Individuele en kollektieve bescherming van de uitvoerenden is noodzakelijk; beschermende kleding (handschoenen, gasmasker, etc.), beschikbaarheid van ontsmettingsmiddelen, aanwezigheid van getrainde artsen zijn voorbeelden van deze bescherming. Het is vanzelfsprekend dat altijd in goed trekkende zuurkasten wordt gewerkt en dat alleen zeer ervaren medewerkers deze syntheses uitvoeren. T.a.v. de zuiverheid van de gesynthetiseerde producten kan

worden opgemerkt, dat door het karakter van de research die met deze verbindingen wordt verricht, de eisen zeer hoog zijn. Er wordt dan ook voortdurend gestreefd naar optimale zuiverheid van de bereide producten. Controle van deze (chemische) zuiverheid heeft plaats met behulp van elementanalyse, infrarood-spectroscopie, gaschromatografie en papier- en dunnelaagchromatografie.

### 3. Het aspect van de radioactiviteit

De radioactieve nucliden, die worden gebruikt voor de bereiding van de gewenste gemerkte verbindingen zijn <sup>3</sup>H, <sup>14</sup>C, <sup>32</sup>P en <sup>35</sup>S. In de meeste gevallen wordt de voorkeur gegeven aan <sup>32</sup>P, een β-straler met een energie van 1,71 MeV. Door de hardheid van deze straling is de telefficiëntie groot en kunnen lage activiteiten nog gevoelig worden bepaald. Door de korte halfwaardetijd van dit isotoop (14,5 dagen) zijn er nauwelijks problemen betreffende de opslag van radioactief afval. De gemakkelijke verkrijgbaarheid van <sup>32</sup>P in de vorm

Fig. 1. Schematisch overzicht van de synthese van radioactief gemerkte organische fosforverbindingen, waarbij wordt uitgegaan van bestraalde rode fosfor. Duidelijk blijkt dat de tussenproducten (in de figuur dubbel omlind) gebruikt kunnen worden voor de bereiding van verschillende verbindingen. I: Parathion; II: Malathion; III: Dialkyl fosfonfluoridaat; IV: Systox (R = C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>); V: Alkyl S-(2-dialkylaminoethyl) methylfosfonthioaat; VI: Alkyl methylfosfonfluoridaat.



van bestraalde rode fosfor en de geringe kosten van dit materiaal spelen eveneens een belangrijke rol bij de voorkeur om syntheses met dit isotoop uit te voeren. Een nadeel is dat een verbinding snel de beginactiviteit verliest en derhalve slechts een beperkte tijd bruikbaar is. Eveneens treedt vrij snel ontleding van het produkt door de energierijke straling op (autoradiolyse).

Voor de synthese van radioactief gemerkte verbindingen zijn bepaalde veiligheidsmaatregelen nodig. Zo moet worden gewerkt in een B-laboratorium, waar een aantal wettelijk voorgeschreven voorzieningen aanwezig zijn, o.a. ten aanzien van de ventilatie en de afvoer van water en spoelvloustoffen. De werkers zullen beschermd moeten zijn tegen radioactieve straling; bij gebruik van  $\beta$ -stralers geeft afscherming geen problemen en zijn eenvoudige perspexschermen voldoende. Toezicht op de opgenomen stralingsdoses is noodzakelijk en wordt uitgevoerd door de Radiologische Dienst TNO. Daartoe zijn de werkers voorzien van filmbadges. Ook hier geldt dat alleen goed getraind personeel de syntheses uitvoert.

Grote aandacht moet worden besteed aan de radiochemische zuiverheid van de gesynthetiseerde produkten. Kleine hoeveelheden van een radioactieve onzuiverheid kunnen tracer-experimenten nadelig beïnvloeden, omdat deze verontreinigingen een belangrijk deel van de radioactiviteit kunnen bevatten. Bepaling en regelmatige controle van de radiochemische zuiverheid is dan ook zeer belangrijk. Chromatografische methoden in combinatie met radioactiviteitsmetingen zijn veel gebruikte hulpmiddelen bij de kwaliteitscontrole van de gesynthetiseerde produkten.

#### 4. De synthese

De gewenste gemerkte verbindingen worden bereid door organisch-chemische synthese. Zoals reeds vermeld, wordt bij de bereiding van organische fosforverbindingen, gemerkt met het radioactieve nuclide  $^{32}\text{P}$ , uitgegaan van bestraalde rode fosfor. Synthese van de gemerkte verbinding betekent in dit geval de opbouw van het gehele molekuulskelet. Daar in de regel tracerexperimenten worden uitgevoerd met zeer geringe hoeveelheden stof en de radioactief gemerkte produkten slechts beperkt houdbaar zijn i.v.m. ontleding door straling, worden de syntheses op kleine schaal uitgevoerd. Zo wordt in de regel begonnen met 500 mg bestraalde fosfor. Hoewel bij de synthese veel kan worden overgenomen van de standaardtechnieken uit de organische chemie is het, door de kleine schaal waarop de reacties worden uitgevoerd, noodzakelijk semimikro- en mikrotechnieken toe te passen. Voor de bewerkingen met kleine hoeveelheden vluchtige verbindingen zijn speciale hoogvacuümtechnieken ontwikkeld.

In de meeste gevallen worden de gemerkte ver-

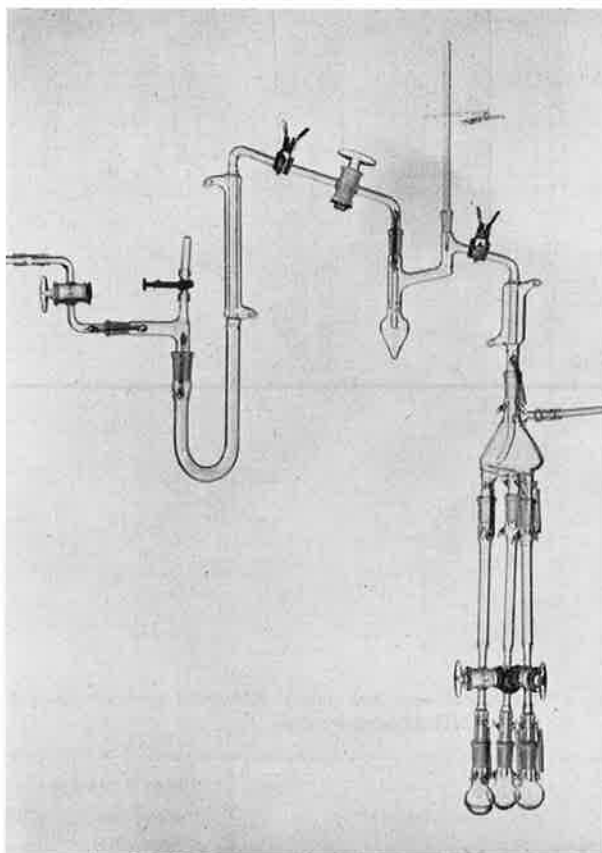
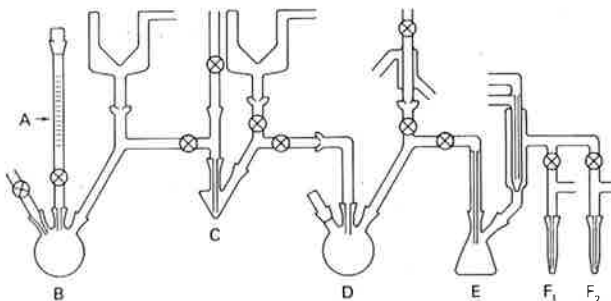


Fig. 2. Opstelling voor de bereiding van  $^{32}\text{PCl}_3$ . De omzetting van 500 mg bestraalde rode fosfor heeft plaats in de U-vormige buis. Na reductie met antimoon en een ruwe destillatie wordt het produkt gefractioneerd en verzameld in de gegradueerde druppeltrechters.

Fig. 3. Apparatuur voor de synthese van gemerkt isopropyl methylfosfonfluoridaat (Sarin). Gemerkt fosfortrichloride, dat zich bevindt in trechter A (zie ook fig. 2) wordt gebracht in reaktiekolf B. Daar vindt de bereiding plaats van het tussenprodukt  $\text{CH}_3\text{P}(\text{O})\text{Cl}_2$ ; na destillatie in C wordt geoxydeerd tot  $\text{CH}_3\text{P}(\text{O})\text{Cl}_2$ . Dit produkt wordt gecondenseerd in reaktiekolf D, waarin de Sarin synthese plaats heeft. Na ruwe destillatie in E, wordt tenslotte gefractioneerd in  $F_1$  en  $F_2$ . De gehele apparatuur is aangesloten aan een vacuümsysteem.



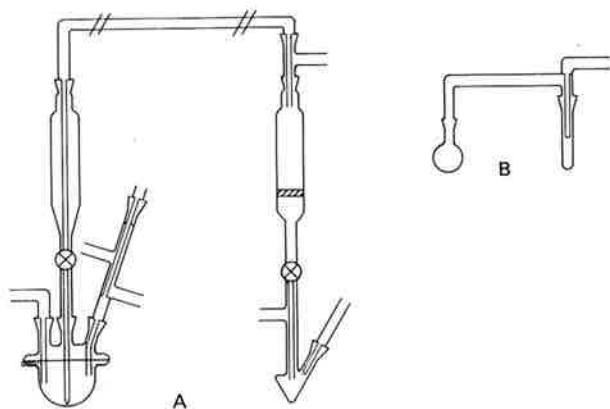


Fig. 4. Apparatuur voor de bereiding van gemerkt alkyl S-(2-dialkylaminoethyl) methylfosfonthioaat. Bereiding, extracties, filtratie en afdampen van oplosmiddel heeft plaats in een gesloten apparaat (A). Destillatie wordt uitgevoerd in B.

Fig. 5. Overzicht van een aantal gemerkte verbindingen, die regelmatig op het Chemisch Laboratorium TNO worden bereid.

FORMULE	TRIVIALE NAAM VAN DE VERBINDING	NUCLIDE	SPEC ACT (mCi/g)	ZUIVERHEID (MINIMAAL IN %)	
				CHEM.	RADIOCHEM.
$\begin{array}{c} \text{iC}_3\text{H}_7\text{O} \\ \diagdown \\ \text{P} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{F} \end{array}$	SARIN	$^{32}\text{P}$	1-2	96,5	98,0
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ (\text{H}_3\text{C})_3 \end{array} \text{H} - \text{O} - \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{P} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{F} \end{array}$	SOMAN	$^{32}\text{P}$	1-2	96,0	98,0
$\begin{array}{c} \text{iC}_3\text{H}_7\text{O} \\ \diagdown \\ \text{P} \\ \diagup \\ \text{iC}_3\text{H}_7\text{O} \end{array} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{F} \end{array}$	D. F. P.	$^{32}\text{P}$	5-10	98,3	98,0
$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \\ \diagdown \\ \text{P} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{S} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$	—	$^{32}\text{P}$	1-5	98,5	98,0
$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \\ \diagdown \\ \text{P} \\ \diagup \\ \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \end{array} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{S} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{SC}_2\text{H}_5 \end{array}$	SYSTOX	$^{32}\text{P}$	1-5	97,0	95,0
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{CO} \\ \diagdown \\ \text{P} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{CO} \end{array} \begin{array}{l} \text{S} \\ \parallel \\ \text{O} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{NO}_2 \end{array}$	DIMETHYL-PARATHION	$^3\text{H}$	20	98,5	98,7
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{CO} \\ \diagdown \\ \text{P} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{CO} \end{array} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{NO}_2 \end{array}$	DIMETHYL-PARAOXON	$^3\text{H}$	20	97,5	98,7
$\text{Cl} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{S} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Cl}$	MOSTERDGAS	$^{35}\text{S}$	25-200	95,0	97,0

bindingen bereid volgens uit de literatuur bekende methoden voor de overeenkomstige niet-gemerkte verbindingen. Het is echter noodzakelijk deze methoden te modificeren omdat het meestal niet mogelijk is door eenvoudige verkleining van de schaal goede resultaten te krijgen. Het is daarom zeer belangrijk bij elke synthese van een gemerkte verbinding de verschillende reacties een groot aantal keren uit te voeren met niet-radioactief materiaal totdat men alle reactieomstandigheden kent en voldoende vaardigheid is ontwikkeld. Kent men eenmaal alle parameters, dan is het mogelijk voor de synthese van een bepaald gemerkt produkt een standaardprocedure vast te leggen.

Vaak zullen er meerdere wegen zijn om een bepaalde verbinding te bereiden. De keuze van de syntheseroute zal er op gericht moeten zijn om naast optimale zuiverheden en rendementen van de produkten, ook het aantal handelingen zo eenvoudig en zo beperkt mogelijk te houden in verband met de grote toxiciteit en het stralingsgevaar. Door de geringe mogelijkheden om kleine hoeveelheden stof op de gebruikelijke wijze (destillatie, omkristallisatie, etc.) te zuiveren, is het soms noodzakelijk een meer gecompliceerde weg te kiezen om toch de gewenste zuiverheid te bereiken. Bovendien wordt er naar gestreefd een zodanige syntheseseweg te kiezen, dat gevormde tussenprodukten tevens kunnen worden gebruikt voor de bereiding van andere verbindingen. Een voorbeeld hiervan wordt gegeven in figuur 1.

Uit het voorgaande blijkt, dat ook de gebruikte apparatuur moet zijn aangepast aan de kleine schaal van de reacties en aan de toxiciteit en radioactiviteit van de produkten. Veel onderzoek is verricht om tot de meest geschikte apparatuur te komen, waarbij de veiligheid primair werd gesteld. Zo wordt bij voorkeur in geheel gesloten systemen gewerkt; door de kleine hoeveelheden en het betrekkelijk grote aantal trappen per synthese moet de hold-up (bedrijfsinhoud) praktisch nihil zijn. Bij het ontwerpen van de apparatuur wordt tevens rekening gehouden met een gemakkelijke demon-

tage van de onderdelen in verband met de reiniging. Door gebruik te maken van normaal slijpstukken (ns. 7 en ns. 10) is onderlinge uitwisseling van onderdelen altijd mogelijk.

Een indruk van de gebruikte apparatuur wordt gegeven in de figuren 2, 3 en 4.

## 5. Resultaten

Een overzicht van een aantal op het Chemisch Laboratorium TNO regelmatig bereide gemerkte toxische verbindingen wordt gegeven in figuur 5. Uit de figuur blijkt dat de chemische en radiochemische zuiverheden zeer bevredigend zijn en minimaal 95% bedragen. Afhankelijk van het uit te voeren traceronderzoek zijn de specifieke activiteiten 1 mCi/gram tot 200 mCi/gram.

## 6. Slotbeschouwing

Uit het voorgaande is duidelijk dat de bereiding van radioactief gemerkte toxische verbindingen alleen mogelijk is in daarvoor speciaal ingerichte laboratoria, waar men bovendien beschikt over de nodige ervaring in het hanteren van zeer toxische en radioactieve verbindingen. Hierbij moet niet alleen worden gedacht aan chemische strijdmiddelen, maar vooral ook aan insecticiden. Er is een duidelijke tendens waar te nemen dat in de toekomst meer toxische insecticiden, berustend op cholinesterase remmende werking, zullen worden toegepast, omdat dergelijke verbindingen minder persistent zullen zijn. Ter bestudering van de nevenwerking van deze bestrijdingsmiddelen in het kader van de milieuproblematiek is een toenemende vraag naar dergelijke toxische verbindingen, gemerkt met radioactieve nucliden te verwachten. In het algemeen zullen deze verbindingen niet commercieel verkrijgbaar zijn.

Het Chemisch Laboratorium TNO heeft de expertise om deze verbindingen te bereiden. De faciliteiten voor het uitvoeren van dergelijke syntheses zijn in het Prins Maurits Gebouw in beperkte mate aanwezig en zullen binnenkort worden uitgebreid.

# De katalytische ontleding van toxische stoffen

Dr. J. MEDEMA

Chemisch Laboratorium TNO

## Samenvatting

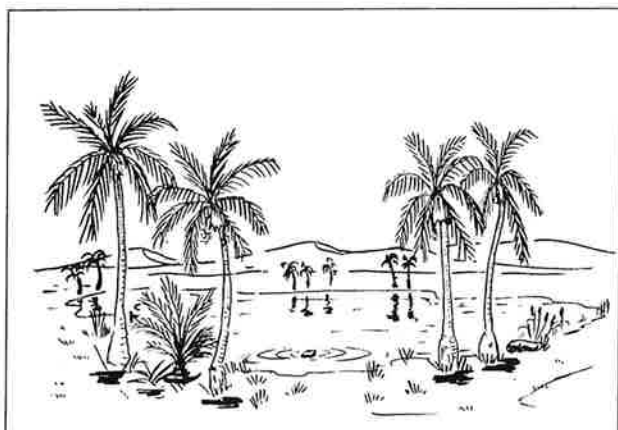
Met speciale technieken wordt een studie gemaakt van de katalytische ontleding van toxische stoffen. Twee van deze technieken, de microcalorimetrie en de infraroodspectrometrie, worden beschreven.

## Inleiding

In het Oude Testament wordt verhaald dat Mozes een stuk hout wierp in het bittere water van de Oase „Mara”, (Exodus 15 vers 25) dat daarop als bij toverslag drinkbaar werd. Hiermede wordt een proces beschreven dat direct te vatten is onder bovenstaande titel. Mozes voerde deze handeling uit omdat het volk hem min of meer verantwoordelijk stelde voor de waterkwaliteit. Evenzo worden thans de chemici genoodzaakt het milieu te zuiveren en de mens te vrijwaren voor toxische stoffen.

Het door Mozes toegepaste zuiveringsproces is een goed voorbeeld van de onvoorstelbare zuiveringscapaciteit die in de natuur verscholen is. Een stuk hout van enkele kilo's zuiverde duizenden liters water. Zonder in te gaan op het verloop van het proces, kan men inzien dat het uit economisch oogpunt zeer aantrekkelijk is: men gebruikt een kleine hoeveelheid stof, die, ogenschijnlijk zonder verandering te ondergaan, een grote hoeveelheid van een andere stof zuivert. In wezen is dit een definitie voor een katalytisch proces. De katalysator ver-

Fig. 1



## Catalytic decomposition of toxic agents

## Summary

Catalytic decomposition of toxic agents is studied by means of special techniques. Two of these techniques, microcalorimetry and infrared spectroscopy are outlined in this paper.

snelt in hoge mate de ontleding van een toxische stof in minder schadelijke componenten zonder daarbij zelf geconsumeerd te worden. In de meest eenvoudige vorm is de reactievergelijking:

toxische stof + katalysator → onschadelijke stof + katalysator.

Vanzelfsprekend zijn allerlei meer ingewikkelde reactiepatronen te bedenken.

Vergiftiging van ons milieu kan op vele manieren plaats grijpen, bijv. door: auto-uitlaatgassen, industriële afgassen en afvalwater, bestrijdingsmiddelen voor de landbouw en door de wel zeer toxische chemische strijdmiddelen. Het ligt voor de hand deze vormen van vergiftiging bij de bron te bestrijden. Hiervoor zijn reinigingsprocessen bedacht die niet zelden gebruik maken van katalytische reacties. Voorbeelden hiervan zijn de verwijdering van SO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>S uit afgassen door middel van koolkatalysatoren en het oxyderen van CO tot CO<sub>2</sub> door het plaatsen van de katalysatormassa in de uitlaat van motoren.

Chemische strijdmiddelen, daarentegen, moeten onschadelijk gemaakt worden voor zij via mond, neus en huid binnendringen. Bescherming van de ademhalingswegen wordt gevonden in een gasmasker. Bescherming van de huid door toepassing van impermeabele kleding, die echter de warmtehuishouding van het lichaam, maar vooral het afvoeren van lichaamsvocht ernstig hindert. Bescherming van de huid zou ook verkregen kunnen worden met een kleding die niet doorlatend is voor chemische strijdmiddelen, maar goed doorlatend voor vocht. De impermeabiliteit voor strijdmiddelen is in dit geval te verkrijgen door de kleding te voorzien van een laag katalysator die snel en efficiënt de toxische stoffen ontleedt. Het onderzoek in ons laboratorium is er vooral op gericht deze katalysatoren te vinden.



## Katalytische bescherming in een gasmasker

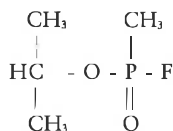
Bij een gasmasker wordt de in te ademen lucht gezuiverd van schadelijke deeltjes door een nevelfilter. De schadelijke gassen moeten tegengehouden worden door een laag actieve kool. Het oppervlak van de kool oefent bepaalde krachten uit op de gasmoleculen, waardoor deze gebonden worden en, evenals een stalen kogel aangetrokken door een magneet, hun beweeglijkheid verliezen. Dit adsorptieproces is in wezen een condensatie en alle stoffen die gemakkelijk condenseren (bij hoge temperatuur koken) zullen door de kool goed tegengehouden worden. Moeilijk te condenseren stoffen, gassen, zullen minder lang in de kool opgehouden worden. Daarom heeft men aan de actieve kool stoffen toegevoegd die in staat zijn de schadelijke componenten selectief te binden of om te zetten. De omzetting berust dan meestal op de katalytische werking van de toegevoegde stof.

Zo ontwikkelden De Boer en Van Ormondt\* tijdens de tweede wereldoorlog een toevoeging bestaande uit zilver-, koper- en mangaanverbindingen die in staat was aanzienlijke hoeveelheden koolmonoxide onschadelijk te maken. Ook voor allerlei chemische strijdmiddelen heeft men gezocht naar toevoegingen die het strijdmiddel ontleden in onschadelijke componenten. De bekendste voorbeelden zijn de toevoeging van zilver, koper en chroom in bepaalde chemische verbindingen voor de verhoging van de beschermtijd tegen blauwzuur, chloorcyaan en arsine.

## Katalytische bescherming van de huid

Een laag actieve kool van enkele centimeters dikte biedt in een gasmasker een afdoende bescherming. Dunnere lagen zoals die in kleding gebruikt moeten worden beschermen niet voldoende tegen de strijdmiddelen uit de omgeving. Hier is dus een verhoogde efficiency nodig bijv. in de vorm van een sterk actieve katalysator.

Bij evaluatie van de strijdmiddelen die gevaarlijk zijn bij huidcontact treden naast mosterdgas en chloorcyaan vooral de organische fosforverbindingen naar voren. Deze verbindingen, bekend als zenuwgassen, werken sterk remmend op bepaalde enzymen in het lichaam en zijn reeds in kleine hoeveelheden dodelijk. Een bekende exponent van deze groep verbindingen is het Sarin:



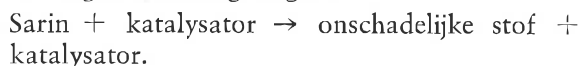
De toxische werking wordt toegeschreven aan de P-F groep in combinatie met de andere groepen. Voor de katalytische ontleding van voorgenoemde



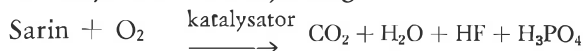
Fig. 2

stoffen komen drie reactietypen in aanmerking:

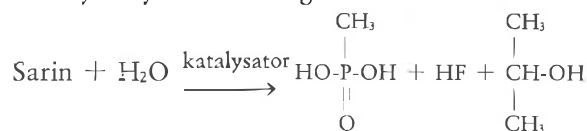
1. Een eigen ontleding volgens:



2. Een oxydatiereactie bijv. volgens:



3. Een hydrolysereactie volgens:



Omdat gezocht wordt naar een universele katalysator moet een zo universeel mogelijke reactie gekozen worden. Om deze reden komt de eerste niet in aanmerking, daar deze voor ieder strijdmiddel specifiek is. De tweede reactie verloopt alleen snel bij hogere temperaturen. De hydrolyse kan echter ook bij lagere temperaturen verlopen.

Voor het vastleggen van de activiteit van bepaalde katalysatoren is het noodzakelijk dit verloop van de reactie te volgen. Neemt men bijv. het sarin als een van de gevaarlijkste exponenten dan doen zich bij het volgen van de ontledingsreactie verschillende problemen voor. Zo treedt een sterke adsorptie van sarin aan de katalysator op. Het niet onschadelijk gemaakte sarin en de reactieproducten kunnen alleen gemeten worden door ze van het oppervlak te extraheren, waarbij allerlei nevenreacties kunnen plaatsvinden. Daarom werden onderzoeksmethoden geselecteerd waarbij het verloop van de reactie di-

\* Brit. Patent 579.809.

rect aan het systeem katalysator-reactant gemeten kan worden.

### Reactiesnelheid en warmte-ontwikkeling

Iedere chemische reactie gaat gepaard met een warmte-effect. De snelheid van het effect is direct gekoppeld aan de reactiesnelheid. De reactiesnelheid kan direct gerelateerd worden aan de katalytische activiteit. Wordt dus aan een katalysator sarin geadsorbeerd dan geeft de snelheid van de warmte-ontwikkeling aan hoe efficiënt de katalysator werkt. Voor de meting van de warmte-ontwikkeling werd een speciaal instrument gebouwd. In essentie bestaat dit instrument uit een reactievat waaruit de ontwikkelde warmte wegstroomt via een geringe warmteweerstand naar een grote warmtecapaciteit die vrijwel constant van temperatuur is. Men kan dit meetsysteem beschouwen als een batterij van 4,5 V die via een weerstand een accu



oplaadt van 1,90 volt tot 1,91 volt. Over de weerstand schakelt men dan een voltmeter om het proces te volgen.

De warmteweerstand bestaat uit een duizendtal thermokoppels waarvan de spanning gemeten wordt met een microvoltmeter. Deze hoge gevoeligheid is nodig omdat de ontleding van enkele milligrammen sarin een warmtesignaal van enkele tienden van microvolts produceert, hetgeen overeenkomt met een temperatuurverschil van circa 2,5 miljoenste graad. Wil men dit kleine temperatuurverschil goed meten dan zullen de storingen in het algemeen kleiner moeten zijn dan één miljoen-

ste graad. De normale temperatuurvariaties bedragen enkele graden. Het uitdempen van deze variaties komt overeen met het egaliseren van een tien meter hoge golf tot een rimpel ter dikte van een vloeipapierkje.

In figuur 3 wordt in een foto en schematisch weergegeven hoe deze extreme demping tot stand gebracht is. Allereerst is het instrument geplaatst in een thermostaatbad. De temperatuurschommelingen van dit blad zijn verder uitgedempt door een warmteschokbreker. Deze bestaat uit een zeer hoge warmteweerstand (vacuümsisolatie) en een grote warmtecapaciteit, een aluminium blok van enkele kilo's. De vacuüm-isolatie laat slechts zeer ten dele de temperatuurschommelingen door die dan opgevangen worden door het aluminium blok. Verdere storingen worden opgeheven door niet één maar twee warmtestroommeters te gebruiken. De ene geeft een blanco signaal, de andere de blanco plus de warmte-ontwikkeling in het reactievat. Het verschil tussen de twee wordt geregistreerd en geeft de warmte-ontwikkeling als gevolg van adsorptie en reactie van sarin aan de katalysator.

In figuur 4 worden twee warmte-ontwikkelingscurven gegeven voor sarinontleding aan kool en kool geïmpregneerd met chroomoxide. Duidelijk is het grote verschil in signaal na enkele uren reactie waarneembaar. De kool sec reageert niet meer terwijl de geïmpregneerde kool volop de ontleding stimuleert. Het eerste deel van beide curven is gelijk doordat in beide gevallen vrijwel gelijke hoeveelheden adsorptiewarmte vrijkomen.

### Structuurveranderingen zichtbaar in het infraroodspectrum

Een andere mogelijkheid om het verloop van een katalytische reactie te volgen werd gevonden in de

Fig. 3a

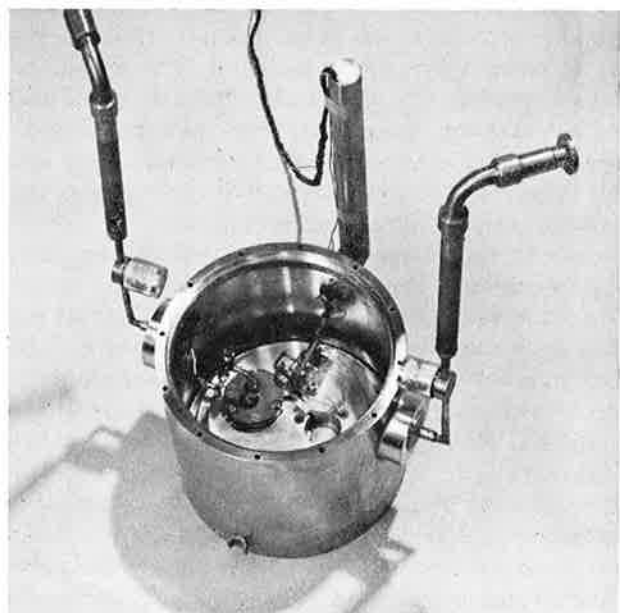
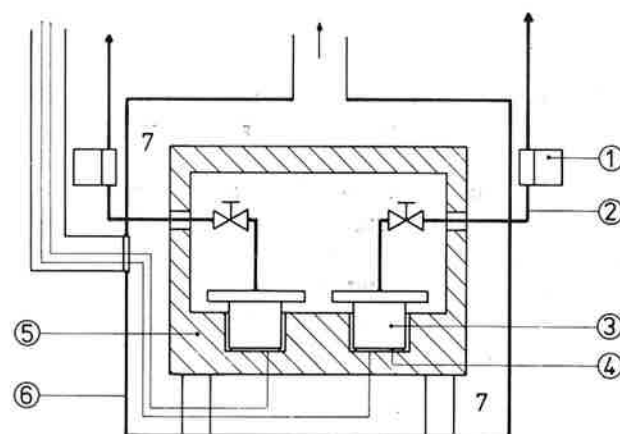


Fig. 3b



- 1 = KRAAN
- 2 = DOSEERLEIDING
- 3 = MEETVAATJE
- 4 = WARMTESTROOMMETER
- 5 = WARMTECAPACITEIT
- 6 = BUITENMANTEL
- 7 = ISOLATIEVACUUM

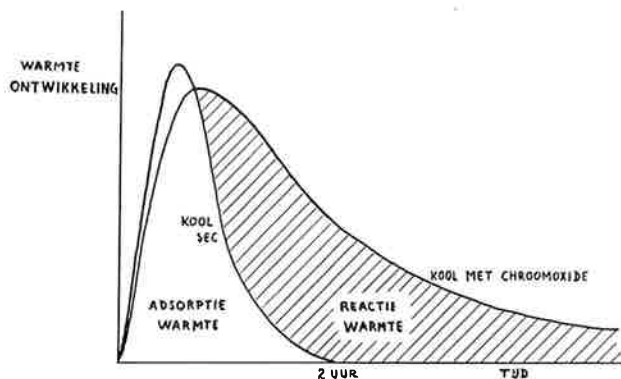


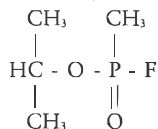
Fig. 4

infraroodspectrometrie. Moleculen absorberen bepaalde golflengten infrarood licht. Deze absorptie hangt samen met trillingen van de atomen in een molecuul. De golflengte die geadsorbeerd wordt is zeer karakteristiek voor de aard van de trillende atomen. Worden moleculen geadsorbeerd aan een katalysator, dan kunnen trillingen in het molecuul, die een belangrijke rol spelen bij de oppervlaktebinding veranderingen ondergaan. Deze veranderingen resulteren in een verandering van het infrarood absorptiespectrum. Omgekeerd kan uit de verandering in het spectrum afgeleid worden welke atomen sterk betrokken zijn bij de oppervlaktebinding. Dit is een bijzonder belangrijk gegeven, omdat de binding aan het oppervlak het startpunt van de katalytische reactie is.

In figuur 5 worden een aantal spectra van sarin geadsorbeerd aan alumina gegeven. Direct na de adsorptie ontstaat een spectrum waaruit de karakteristieke absorptie voor de  $-P=O$  trilling in sarin

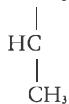
(zie tekening) verdwenen is. De conclusie moet dus luiden dat het sarin via deze band aan het oppervlak gebonden is bijv. als  $-P-O$ -alumina. Na

enige tijd blijkt het spectrum te zijn veranderd zonder dat enige handeling werd uitgevoerd. Een van de veranderingen is dat de absorptie van de  $-C-O-P$ -groep van het sarin,



lager wordt.

Hieruit volgt dat het sarin aan alumina door de katalytische werking een  $\text{CH}_3$  afsplitst. Zonder in



te gaan op de reactie die precies verloopt, is het vermeldenswaard dat m.b.v. de massaspectrometer de produktie van propaan aangetoond werd, hetgeen in volledige overeenstemming is met de waarnemingen in het infrarood. De splitsing van de

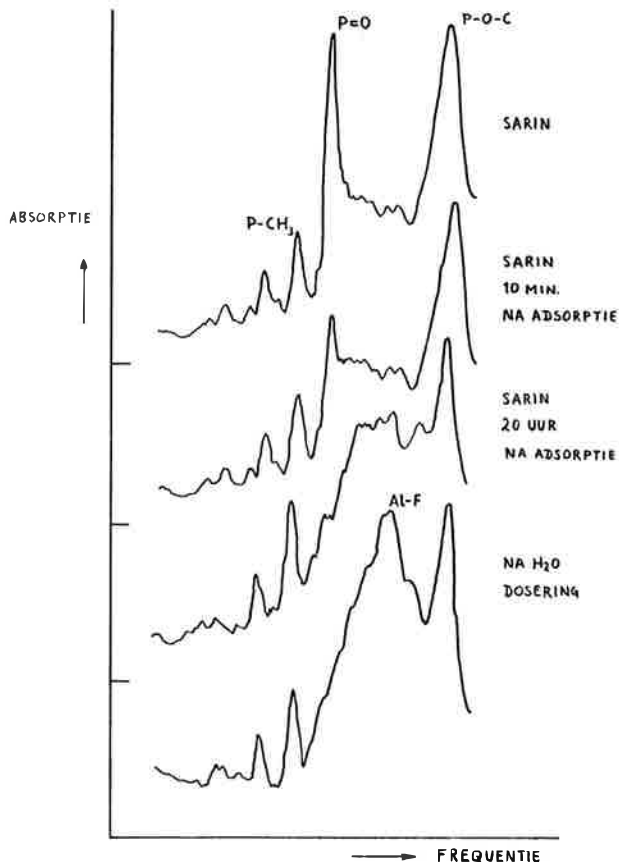
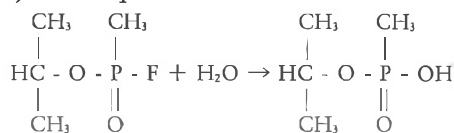


Fig. 5

$C-O-P$  band is slechts een trage reactie. Het duurt uren voordat het sarin is omgezet. Wordt echter waterdamp aan het systeem toegevoegd, dan treedt de veel snellere hydrolysereactie in werking. Het

infraroodspectrum laat zien dat HF en een  $-P-OH$  groep geproduceerd worden. Bij voldoende watertoevoeging is de reactie binnen een uur compleet. Kennelijk verloopt de reactie:



snel en volledig.

### Toekomstverwachting

Bij de hiervoor beschreven katalytische onderzoeken gaat de aandacht vooral uit naar het mechanisme van de ontledingsreactie en naar de oorsprong van de katalytische activiteit. Zijn deze beide goed bekend dan kan op basis hiervan de meest actieve katalysator geëvalueerd worden. De verwachting is dat deze katalysator in voldoende mate actief zal zijn om, in dunne lagen op kleding aangebracht, een afdoende bescherming te geven tegen chemische strijdmiddelen die door de huid naar binnen dringen. Het vinden van de meest ac-

Slot zie pagina 314

# Munitiebeproeving

H. J. PASMANN<sup>1)</sup>

Technologisch Laboratorium TNO

## Samenvatting

*De beproeving van munitie houdt op de eerste plaats in de bepaling van de effectiviteit bij functionering. Daarnaast dient de veiligheid van bedienend personeel te worden nagegaan. Een en ander geschiedt in samenhang met de mogelijke achteruitgang bij opslag of beschadiging door trillen en stoten tijdens transport.*

## 1. Inleiding

Munitie wordt beproefd met verschillend oogmerk. De beproevingen binnen de krijgsmacht zijn in het algemeen gericht op een afnamekeuring van een nieuw aangeschaft produkt of op periodiek onderzoek van munitie uit de magazijnen. Het gaat er in deze gevallen om na te gaan of (nog steeds) aan een aantal, voor iedere munitiesoort specifieke eisen wordt voldaan.

De beproevingen zoals die bij het Technologisch Laboratorium worden uitgevoerd, hebben ten doel:

- beoordeling van functionering
- bepaling van de effectiviteit
- beoordeling van houdbaarheid en veiligheid
- trouble shooting.

Vragen om advies van de krijgsmacht betreffende niet goed functionerende munitie, een ongeval of vooral ook in verband met aanschaffingen, dienen snel en efficiënt te kunnen worden beantwoord.

---

*Slot van pagina 313*

tieve katalysator is belangrijk omdat hiervan slechts een dunne laag nodig is, waardoor de vochtdoorlaatbaarheid groot blijft en de warmtehuishouding het minst gestoord wordt. Zou de katalysator in het geheel niet worden aangetast door de chemische strijdmiddelen, dan is de beschermtijd van deze kleding onbeperkt en bovendien is de kleding zelfontsmettend. In plaats van de huidige oncomfortabele beschermende kleding beschikt men dan over perfect beschermende en plezierig te dragen kleding.

## Testing ammunition

## Summary

*The primary objective of ammunition testing is the determination of its effectiveness in performance. In addition the safety of the operators has to be investigated. The tests are carried out in correlation with a possible deterioration of the ammunition during storage, or damage due to vibration and bumping during transportation.*

Vandaar dat op het Technologisch Laboratorium een aanzienlijk deel van de tijd wordt besteed aan de ontwikkeling en verbetering van methoden van onderzoek. Daarnaast is achtergrondspuurwerk nodig om het kennisniveau op peil te houden en zich te oriënteren op nieuwe ontwikkelingen.

Voor de vraag naar de effectiviteit van munitie spitst zich toe. Dit heeft twee redenen. In de eerste plaats worden met de voortschrijdende ontwikkeling in wetenschap en techniek de middelen van aanval en verdediging meer complex. Nieuwe mogelijkheden worden benut, maar vereisen ook weer tegenmaatregelen. Munitie moet daarom aan steeds stringenter eisen voldoen. In de tweede plaats staat de afweging van de effectiviteit tegen de kosten van een wapensysteem meer centraal dan vroeger en ook daarvoor is een kwantitatief kennen van de uitwerking gewenst.

Een andere vraag waarop beproeving antwoord moet geven, is of munitie een lange opslagperiode kan doorstaan, bestand is tegen trillen en stoten tijdens transport en kan worden gebruikt in het operationele temperatuurgebied, meestal van +65°C tot -40°C. Daarbij mag de functionering niet worden aangetast, of de veiligheid van de gebruiker in het gedrang komen.

In dit artikel zal een overzicht worden gegeven van de methoden van onderzoek. Enkele daarvan zijn op het TL ontwikkeld. Alvorens echter hiertoe over te gaan, worden verschillende typen munitie kort genoemd.

---

<sup>1)</sup> Bijdragen zijn geleverd door R. S. de Boer, J. Dijkstra, E. Eisma, H. R. van Es, N. H. A. van Ham, C. W. de Jong, A. Schenk, A. A. Schilperoord, J. H. M. ter Steege, G. G. Thomas, R. W. Trense.

## 2. Typen munitie

Een overzicht van de verschillende typen munitie wordt in tabel 1 gegeven.

Tabel 1

Type munitie	Uitwerking	
Geweerkogel, pantserprojectiel	Penetratie van het doelobject	
Scherfmunitie {		Brisantgranaat
		Handgranaat
		Mijn, bom Raketkop
Holle Lading		
Bom, landmijn, zeemijn, dieptebom, torpedokop	Schokgolfeffect	
Pyrotechnische munitie	Rook, licht, brand	

De studie van de uitwerking van projectielen en scherven op een doel wordt eindballistiek genoemd.

Het pantserprojectiel heeft een kern van uiterst hard materiaal van hoge dichtheid bijv. wolframcarbide. Deze projectielen worden gebruikt tegen gepantserde voertuigen en tanks, terwijl het kaliber zelfs 105 of 120 mm kan zijn, zoals bij de tankkanonnen van resp. Leopard en Chieftain.

Een andere belangrijke categorie tankbestrijdingsmiddelen is de holle lading. Het wapen ontleent zijn naam aan de konische uitholling in de springstof, die is bekleed met een koperen spiegel van enkele mm dikte. Bij de detonatie van de springstof wordt het koper naar binnen geperst en in de as vervormd tot een lange straal, die met een snelheid van 5000 - 8000 m/s naar het doel vliegt. Een penetratiediepte in pantserstaal van 4 tot 6 maal de diameter van de lading kan betrekkelijk eenvoudig worden gerealiseerd. Holle ladingen worden vaak verschoten met behulp van kleine raketten; heel bekend is de Bazooka, die inmiddels door modernere typen is vervangen. Enkele hiervan kunnen naar het doel worden geleid.

Scherfmunitie, o.a. de brisantgranaat, wordt ingezet tegen meer kwetsbare doelen. Deze granaten worden gebruikt indien de schutter het doel onmogelijk direct kan treffen, maar het projectiel wel in de nabijheid van het doel kan afleveren. Dit is o.a. het geval bij indirect vuur van mortieren. De scherven worden gevormd uit de metalen omhulling (granaatwand) onder de hoge gasdruk ( $10^5$  bar) achter de detonatiegolf. Deze breidt zich met een snelheid van 7000 à 9000 m/s vanuit het ontstekingspunt uit. De omhulling zwelt op en scheurt binnen enkele tientallen microseconden uiteen. De scherven kunnen een snelheid bereiken tussen 500 en 2000 m/s. Steeds meer wordt gebruik gemaakt van gereguleerde verscherving en voorgevormde scherven.

De ontstekingsinrichting (buis) kan werken op de schok bij het treffen van bijv. de grond. Veel effectiever is echter de nabijheidsbuis, die werkt door

middel van een ingebouwd miniatuur radarsysteem. De buis ontsteekt indien het opgevangen, gereflecteerde signaal een zekere sterkte heeft. Dit geschiedt enkele meters van het doel, bijv. van een vliegtuig. Voor het vernietigen van schepen, huizen e.d. is het daarentegen effectiever een buis met een vertraagde werking van enkele ms te gebruiken, zodat het projectiel pas explodeert na penetratie in het doelobject.

Vele raketkoppes kunnen worden gerekend tot brisante munitie. Nieuw zijn de vliegtuig- en scheepsraketten, uitgerust met radar of met een infraroodgevoelige detector, die de raket automatisch naar het doel leidt.

Schokgolfeffecten in lucht (blast) wordt beschreven in het artikel van Broekstra in dit nummer.

Rook kan dienen voor camouflage, seinen (gekleurde rook) en voor het markeren van de werking van oefenmunitie. Lichtsassen worden gebruikt in fakels, seinpatronen en vooral in lichtspoormunitie.

## 3. Beproevingmethoden

### 3.1. Eindballistiek

#### 3.1.1. Penetratie

De proefopstelling voor het onderzoek van penetratie van scherven en projectielen in verschillende materialen wordt momenteel gebouwd. Het zal bestaan uit een bunker, waarin een schietunnel uitmondt. In de wanden van de bunker bevinden zich vensters.

Observatie van het projectiel juist vóór het treffen en de verschijnselen tijdens en na het treffen en penetreren van het doel vindt plaats met behulp van röntgenflitsen en ultrasnelle-fotografie. Beide technieken worden toegepast over het gehele gebied van eindballistiek en springstoffen.

De röntgenflits-installatie is enkele jaren geleden aangeschaft<sup>1)</sup>. De functionering van de installatie berust op het realiseren van pulsen harde röntgenstraling (max. 600 kV) met een duur van ca. 30 ns. Op deze wijze is het zelfs mogelijk scherpe schaduwopnamen te maken van een metalen object met een snelheid in de orde van grootte van 10 km/s, waarbij zowel de pulser als de fotografische plaat zijn afgeschermd tegen scherven met centimeters dikke platen aluminium en hout. In fig. 1 zijn de regelelektronica en twee van de vier pulsers afgebeeld. Een opname van een geweerkogel die twee koperen platen penetreert, is weergegeven in fig. 2. Het essentiële onderdeel van de ultra-snelle camera is een spiegel die met behulp van een met gas gedreven turbine met hoge snelheid wordt gerooteerd (max. 5000 omw/s). Door de spiegel wordt het licht over een serie lenzen gezwaaid die op een

<sup>1)</sup> Een beschrijving van de installatie is gegeven in Proceedings Symposium on Military Explosives and Ammunition, 26th September 1969, TL-rapport nr. 8971.

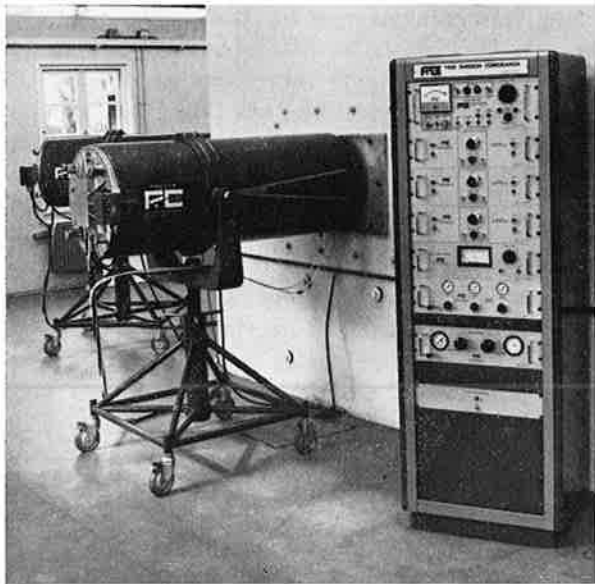


Fig. 1. Pulsers en regelkast van de Field Emission röntgenflitsinstallatie. De pulsers zijn opgesteld voor de aluminium vensters in de bunkerwand.

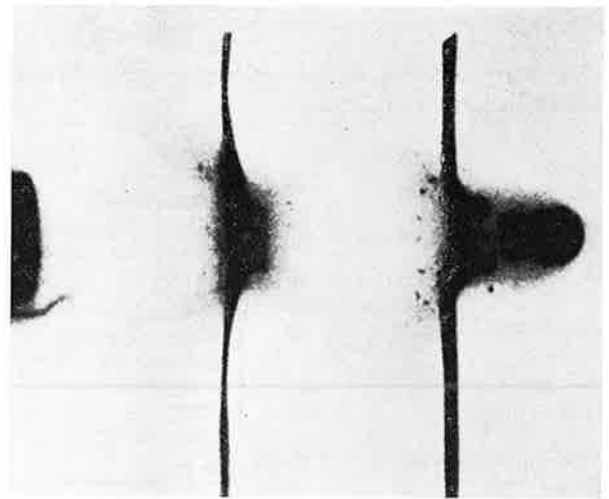
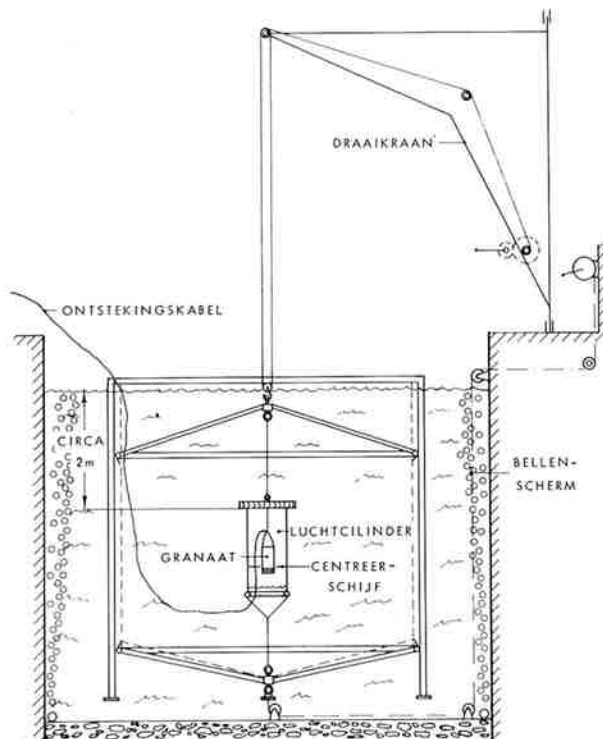


Fig. 2. Geweerkogel juist na penetratie van een tweetal koperen platen. Links in het beeld is nog juist de monding van de loop te zien.

Fig. 3. Springkorf met luchtcilinder, waarin een granaat is opgehangen, neergelaten in het springbassin.



cirkelomtrek zijn opgesteld. Zo ontstaan maximaal 12 opnamen (frames) van het verschijnsel, waarvan de totale duur afhankelijk van de snelheid van de spiegel  $5,5 \mu\text{s}$  bedraagt. Een deel van het door de objectieflens binnentredende licht wordt via een spleet op de spiegel geworpen en vandaar op een tweede film geprojecteerd. Indien het verschijnsel bestaat uit een bewegend, contrasterend vlak (detonatie-front, schokgolffront) en de spleet maakt een hoek met dit vlak, dan bestaat het filmbeeld uit een lijn (streak-opname). De kromming van de lijn is een maat voor de verplaatsingssnelheid van het vlak. Deze simultane streak- en framing camera is enig in zijn soort. Bij niet-zelflichtende verschijnselen dient of het object of de achtergrond te worden verlicht met behulp van bijv. een vonkontlading in argon of een argon-springstofflits. Met het penetratieonderzoek zal spoedig worden begonnen.

### 3.1.2. Verscherving

Voor de beoordeling van de effectiviteit van brisante munitie dienen de scherfmassa-verdeling, de scherfbeginsnelheid en de richtingsverdeling te worden bepaald. Met behulp van additionele gegevens over de luchtweerstand en het effect van een scherf op een doel kan dan als functie van de afstand tot het springpunt de waarschijnlijkheid van buitengevechtstelling van het doel afgeleid worden.

De bepaling van de scherfmassa-verdeling geschiedt in het springbassin<sup>2)</sup>. De granaat wordt opgehangen in het centrum van een cilinder van kunststoffolie, die is bevestigd in het midden van een springkorf, fig. 3. De korf wordt in het bassin neergelaten. Het is essentieel de granaat te laten exploderen in lucht en het water alleen te gebruiken als afremmedium voor de scherven; verscherving onder water zonder luchtcilinder geeft grove scherven.

Na de explosie worden de scherven verzameld, nadat de met fijn nylongaas beklede korf is opgetrokken. Vervolgens worden de scherven gedroogd en gewogen. Het wegen geschiedt stuk voor stuk met behulp van een speciaal hiertoe ingerichte, automatisch werkende weeginstallatie met ponsbanduitvoer. De computer klassificeert de scherven naar gewicht. De scherfsnelheid wordt in een aparte proef in een bunker bepaald en volgt uit de afstand tussen twee röntgenflitsafbeeldingen van de scherfenzwerm, die op bekende tijdstippen na elkaar zijn gemaakt. Opnamen van de explosie van een 40L70 granaat zijn gegeven in fig. 4.

### 3.1.3. Gevormde ladingen

De prestatie van gevormde ladingen wordt gemeten aan de hand van de penetratie als functie van de afstand van de onderzijde van de lading tot het doel. Nu is over de straal meestal een snelheidsgradiënt aanwezig waardoor rek in de straal optreedt. De zich verlengende straal penetreert daardoor dieper naarmate de afstand tot het doel groter is. Evenwel is de rek begrensd en de straal valt op een zeker ogenblik uiteen. De deeltjes die ontstaan, dispergeren geleidelijk en gaan tuimelen. Hierdoor neemt de penetratiediepte bij nog grotere doelafstand weer af.

Onderzoek van de straalvorming, van het al of niet recht zijn van de straal, van het moment van uiteenvallen in deeltjes etc. geschiedt met behulp van röntgenflits (fig. 5). De opnamen leveren waardevolle informatie over eventuele gebreken, bijv. door onvolkomenheden in de rotatiesymmetrie van de holle lading. Bovendien is op deze wijze een doelgerichte optimalisering mogelijk.

## 3.2. Springstoffen

### 3.2.1. Springtechnische eigenschappen

Bepaald worden de voortplantingssnelheid (D) van de detonatiegolf, de detonatiedruk (P), het metaalversnellend vermogen en de inleidingsgevoeligheid. De meting van D geschiedt continue of diskontinue. Bij een continue bepaling volgt de waarde van D op iedere gewenste plaats in een vooraf bepaalde doorsnede van de lading. Dit geschiedt optisch met behulp van een streakcamera of mechanisch-elektronisch door het samenpersen van een meetdraad<sup>2)</sup> en het volgen hiervan met een oscilloscoop. Veranderingen in de schokgolfsnelheid zoals bij het aanloopproces kunnen hiermee goed worden gevolgd, maar de meting is in het algemeen minder nauwkeurig.

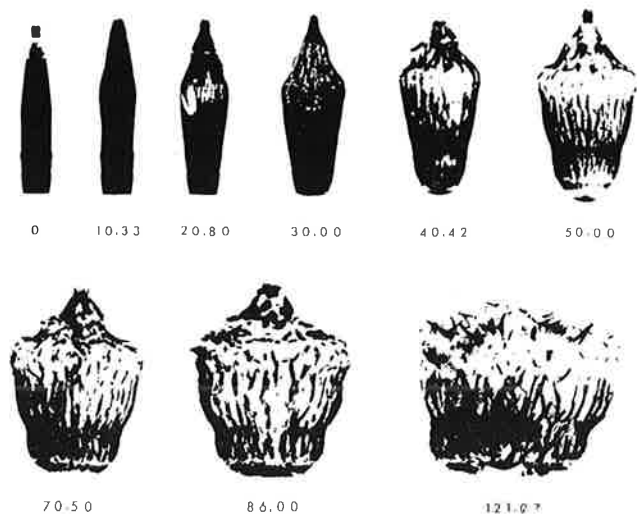


Fig. 4. Röntgenflits-opnamen van een detonerende 40L70 granaat op verschillende tijdstippen ( $\mu\text{s}$ ) tijdens het expanderen.

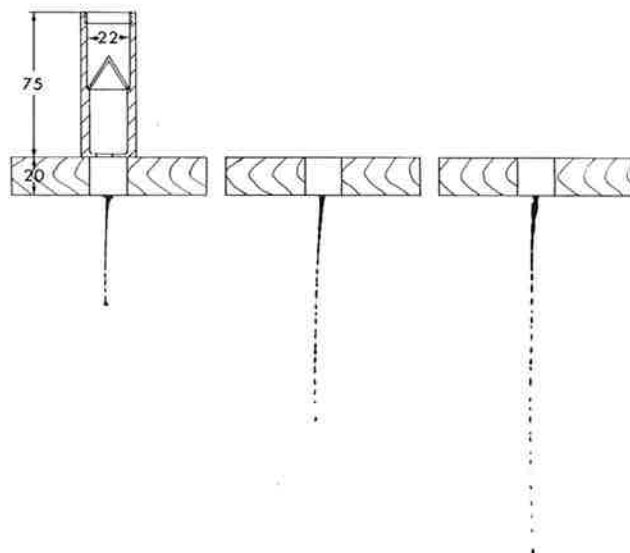


Fig. 5. Röntgenflits-opname van het deel van de straal van een holle lading onder een tevoren doorboorde plaat, waarop de lading (16 g: 93% octogeen, 6% trotyl, 1% was) is geplaatst. De opnamen zijn gemaakt resp. 9,4, 19,3 en 30,4  $\mu\text{s}$  na het passeren van de top van de straal aan de onderzijde van de plaat.

<sup>2)</sup> E. W. Lindeijer, J. S. Leemans, Explosivstoffen, nr. 7, 145-151 (1968).

E. W. Lindeijer, G. G. Thomas, Militaire Spectator, nog te publiceren.

<sup>3)</sup> M. W. M. F. Arts, Explosifs, no. 2, 62-73 (1970).

Bij de diskontinue meting bepaalt men het tijdsverloop waarin het detonatiefront zich verplaatst tussen twee of meer sondes. De sondes zijn drukgevoelig of werken op elektrische doorslag bij het passeren van het geleidende front (plasma).

De detonatiedruk  $P$  is voor een direkte meting nog niet toegankelijk. Hiervoor is de waarde te hoog (200 à 300 kbar) en is de duur te kort (scherpe piek). Men behelpt zich met het meten van materien en schokgolfsnelheid van de detonatiegolf zelf of van de schokgolf die door de detonatiegolf is geïnduceerd in een aangrenzend inert materiaal. Uit de hydrodynamische relatie

$$P = \rho_0 S u$$

waarin  $\rho$  = dichtheid materiaal vóór compressie,  $S$  = schokgolfsnelheid en  $u$  = materiesnelheid, volgt dan de detonatiedruk.

Het vermogen van een springstof een metalen bekleding een snelheid te geven hangt samen met  $P$ , ofschoon hiervoor ook het verdere drukverloop bij expansie van de detonatiegassen van belang is. Afhankelijk van de geometrie kan zelfs 60% van de bij detonatie vrijgekomen chemische energie in kinetische energie van de omhulling worden omgezet. De bepaling vindt plaats door een continue meting van de snelheid van uitdijing van een met springstof gevulde koperen cilinder.

De detonatie van een hoofdloading wordt steeds ingeleid door middel van een detonatieketen met aan het begin een slagpijpje, eventueel gevolgd door doorgeefladingen, en een schokversterker. Met het oog op storingen bij de functionering is kennis van het inleidend vermogen en de inleidingsgevoeligheid van de afzonderlijke componenten gewenst. Een maat voor het inleidend vermogen is de detonatiedruk. De gevoeligheid wordt gevonden met de doorslagproef (gap test). Een beschrijving van deze proef is gegeven in het artikel van Lindeijer in dit nummer.

### 3.2.2. Kwaliteit van geperste en gegoten ladingen

De beoordeling van ladingen vindt plaats door bepaling van de dichtheid (verschil met de kristal-dichtheid) en van de mechanische sterkte, terwijl het opsporen van eventuele holten en/of scheuren geschiedt met ultrageluid, röntgen- of  $\gamma$ -straling (3.3.3).

Bij kneedspringstoffen is de kneedbaarheid, vooral die bij lage temperatuur, een belangrijke grootheid.

### 3.3. Kruit

Tot nu toe is vrijwel alleen de uitwerking van munitie behandeld. Een belangrijk punt is ook het naar het doel brengen van de projectielen. Dit geschiedt door gooien (handgranaat), schieten (vuurwapen) of lanceren (raket). Bij de beoordeling van de voortdrijvende ladingen spelen de volgende aspecten een rol.

- De inwendige ballistiek, zowel voor vuurwapens als voor raketten.
- De mechanische eigenschappen van kruit.
- Controle op de aanwezigheid van holten en scheuren.
- De stabiliteit en veiligheid van kruit bij langdurige opslag. Dit onderwerp is in het artikel van Lindeijer in dit nummer beschreven.

#### 3.3.1. Inwendige ballistiek

De gasproductiesnelheid bij de verbranding van kruit ( $\dot{m}$ ) hangt af van de lineaire brandsnelheid ( $r$ ), de brandende oppervlakte van de kruitkorrel ( $S$ ) en de dichtheid van het kruit  $\rho$  volgens ( $\dot{m}$ ) =  $r.S.\rho$

$r$  neemt toe met de druk:  $r = \alpha P^\beta$ .

$S$  valt af te leiden uit de geometrie van de kruitkorrel of kruitlading en de fractie die is omgezet.

De druk in de kamer van het vuurwapen, en daarmee de kracht op het projectiel en de versnelling ervan, kan worden berekend uit de gasproductie en het kamervolume. Hiertoe is een rekenprogramma ontwikkeld, dat de differentiaalvergelijkingen numeriek oplost.

De verbrandingskarakteristiek  $r(P)$  wordt afgeleid uit de drukmeting bij de verbranding van kruit in een gesloten vat (bombe of closed vessel). In een serie proeven wordt de vullingsgraad opgevoerd tot die, waarbij de einddruk overeenkomt met de maximale druk in het vuurwapen (ca. 3 kbar). Bij raketten wordt de druk veel minder hoog (200 bar). De lineaire brandsnelheid wordt gemeten in een constantedruk-bom (crawfordbom, chimney burner) of met behulp van een proefmotor (= kleine raketmotor).

De stuwkracht van een raket wordt gemeten door een raket met de neus te laten drukken tegen een krachtopnemer, die weer steunt tegen een blok beton, fig 6a en b. Tegelijkertijd wordt de kamerdruk opgenomen. Naast het controleren van de functionering wordt er op gelet of instabiliteiten in de verbranding gedempt worden en niet zichzelf versterken. In het laatste geval zou de raketmotor kunnen exploderen.

#### 3.3.2. Mechanische eigenschappen kruit

Hieronder worden begrepen breuksterkte, breukrek, elasticiteitsmodulus, Poisson's modulus, kruip en relaxatie. In verband met het bros worden bij lage temperatuur (vanaf  $-40^\circ\text{C}$ ) is ook de glas-temperatuur en de verwekingstemperatuur van belang. De bepalingen vinden plaats met conventionele apparatuur (trekbank, dilatometer).

Bij de ontbranding van een raketmotor kan een flinke drukstoot optreden. Het kruit moet hiertegen bestand zijn en mag niet scheuren. Immers een scheur leidt tot vergroting van de brandende op-



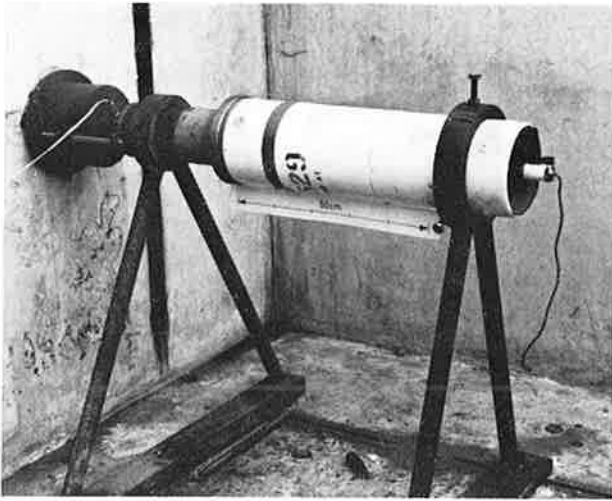


Fig. 6a. Raketmotor, gemonteerd op de proefbank met de neus tegen de krachtopnemer.

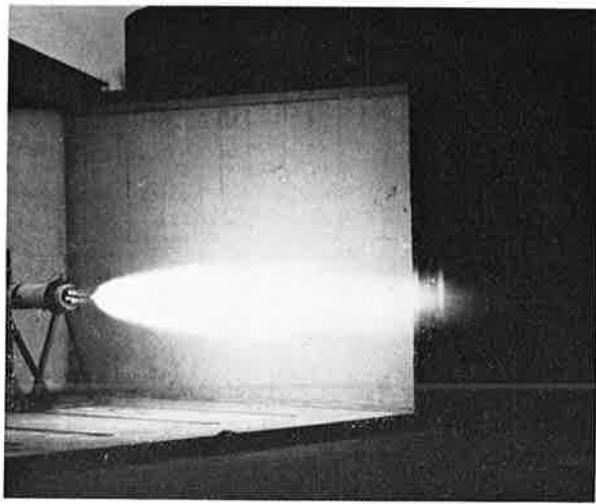


Fig. 6b. De raket tijdens het branden.

pervlakte, wat weer kan leiden tot een verbrandingsinstabiliteit. Vandaar dat de mechanische eigenschappen bij snelle belasting eveneens onderzocht worden en wel door middel van trek- en drukproeven bij hoge belastingsnelheden (tot 5,5 m/s).

### 3.3.3. Onderzoek naar holten en scheuren

Het risico van instabiele verbranding is reeds enkele malen genoemd. Onder andere kan dit worden geïnitieerd in een raketmotor doordat de straalpijp korte tijd verstopt is door losgeslagen onderdelen of resten van de ontsteker. Een andere oorzaak kan zijn scheuren en porositeit in het kruit of het loslaten van ontbrandingsweerder (vergroting van  $S$ ). Scheuren kunnen zijn ontstaan door langzame productie van gas bij hoge opslagtemperatuur, door schokken bij transport of door krimp bij fabricage. Controle hierop is mogelijk door niet-destructief onderzoek met behulp van ultra-geluid of röntgenstraling.

### 3.4. Pyrotechnische munitie en munitie-onderdelen

Ter verificatie van de goede werking van pyrotechnische munitie is apparatuur ontwikkeld voor het bepalen van de dichtheid van rook uit rookpotten, van de uitgestoten hoeveelheid traangas uit traangashandgranaten en van de lichtsterkte van lichtsassen.

Een veel algemenere toepassing vindt de pyrotechniek in munitieonderdelen. De functionering van deze onderdelen kan van doorslaggevend belang zijn voor de vraag of de munitie als geheel aan de gestelde eisen voldoet.

Bij vertragingselementen is een constante brandtijd vereist. Voor de controle hiervan is het nodig de invloed te bepalen van fabricage- en opslagparameters op de brandsnelheid.

Van ontstekingsmiddelen (slaghoedje, elektrisch

ontsteekhoedje, raketontsteker, vuurversterker) moet het ontstekend vermogen kunnen worden vastgesteld. Een te sterke ontsteker kan een te hoge piekdruk veroorzaken, terwijl een te zwakke ontsteker de aanleiding kan zijn tot vertragingen in de werking van het vuurwapen (nabranders of hang fire). Een methode voor de bepaling van het ontstekend vermogen is in ontwikkeling. Grootheden die kunnen worden gemeten, zijn de primer action time (tijdsverloop tussen treffen slagpin en maximale werking van de ontsteker), de gasdruk die het hoedje levert, en de minimale energie-puls om het hoedje te initiëren.

Elektrische slagpijpjes worden onderzocht op samenstelling, ontsteektijd, gevoeligheid en inleidend vermogen. Bij buizen zijn essentieel de betrouwbare werking van de aanwezige veiligheids- en de functionering op het juiste tijdstip. Bij het beproeven van de veiligheid gaat het er bijv. om dat de schokversterker niet detoneert, indien het slagpijpje in de veilige stand wordt geïnitieerd.

In het algemeen is pyrotechnische munitie op de lange duur niet bestand tegen de inwerking van vocht, vandaar dat milieubeproeving hier van veel betekenis is.

### 3.5. Milieu-beproeving

Milieu-beproeving omvat het blootstellen van munitie of onderdelen ervan aan extreme, constante of cyclisch variërende condities van temperatuur (tussen  $+65^{\circ}\text{C}$  en  $-60^{\circ}\text{C}$ ) en vochtigheid (tot ca. 95% R.V.), een nevel van een zoutoplossing, onderdompeling in water, trillingen, schokken en stoten ( $50-100 \cdot 10^3$  g). Bij deze behandelingen kunnen zich defecten manifesteren, die bij opslag onder normale omstandigheden pas na verloop van jaren aan het licht zouden komen. Het onderzoek van de verenigbaarheid van afzonderlijke componenten in munitie is beschreven in het artikel van Lindeijer in dit nummer.

# Explosiviteit, gevoeligheid, stabiliteit en verenigbaarheid

E. W. LINDEIJER <sup>1)</sup>

Technologisch Laboratorium TNO

## Samenvatting

*Het veilig en efficiënt gebruik vvn explosieve stoffen vergt een grondige kennis zowel van de stofeigenschappen als van de fysisch-chemische processen die zich tijdens de verschillende typen explosies afspelen. Naast de uitwerking van een explosie is de kans erop van praktisch belang. Eigenschappen zoals gevoeligheid, thermische stabiliteit en de verenigbaarheid met diverse materialen spelen daarbij een belangrijke rol.*

Explosies spelen in de samenleving een belangrijke rol. Men denke aan de explosiemotoren en aan het gebruik van springstoffen, kruit en sassen (vuurwerk, luciferskoppen) voor industrie en krijgsmacht. Steeds wenst men een optimale functionering en een grote veiligheid van de te gebruiken explosieve stoffen. De veiligheidseis geldt echter ook voor de talloze industriële produkten en chemische processen waarbij explosies wel mogelijk, maar ongewenst zijn.

Zowel de optimalisering van gewenste explosies als het voorkómen van ongewenste vereist een grondige kennis van de belangrijkste typen van explosies, nl. van de detonatie, de explosieve verbranding en de thermische explosie.

Bij de detonatie en bij de explosieve verbranding wordt de explosieve stof plaatselijk tot reactie gebracht, bijv. door een schok, een vlam of een elektrische vonk. De warmte die bij de reactie vrijkomt, ontsteekt telkens de aangrenzende laag, zodat een reactiezone zich door de gehele massa kan voortplanten. Bij een detonatie, bijv. van een springstof, heeft de energie-overgang plaats door een schokgolf die de volgende laag snel samenperst en doet reageren. Zulk een reactieve schokgolf heet detonatiegolf. De voortplantingssnelheid (hier: detonatiesnelheid) is zeer groot: 1000 tot 9000 m/s in vaste stoffen en vloeistoffen. De druk in deze reactiezone is bijzonder hoog, nl. 50 tot 300 kbar. Door de snel expanderende, hete, gasvormige reactieprodukten wordt de granaat, de reactor, de pijp-

## Explosivity, sensitivity, stability and compatibility

## Summary

*The safe and efficient utilization of explosives calls for a thorough knowledge of both the characteristics of the relevant substances and the physical chemical processes that take place during the several types of explosions. Besides the effect of an explosion the chance of its occurrence is of practical interest. Properties such as sensitivity, thermal stability, and compatibility with various materials play an important role in this respect.*

leiding e.d. versplinterd, terwijl in het omringende medium (lucht, water, bodem) een krachtige schokgolf ontstaat.

Detonaties van gassen verlopen minder snel (1000 tot 3000 m/s) terwijl ook de detonatiedruk lager blijft (20 tot 40 bar bij een begindruk van 1 bar).

Bij een explosieve verbranding, bijv. van kruit of een sas, vindt de energie-overgang van de reagerende naar de volgende laag in hoofdzaak plaats door warmtegeleiding. De voortplantingssnelheid van de reactiezone (hier: lineaire brandsnelheid) is gering, nl. meestal tussen 0,01 en 100 mm/s bij vaste stoffen en vloeistoffen. Een vernielend effect van dit type explosie is dan ook alleen mogelijk bij reactie in een gesloten vat, zodat zich een druk kan opbouwen totdat het vat stukspringt. Dan kan de explosie vrij hevig zijn, mede doordat drukverhoging de lineaire brandsnelheid doet toenemen, zoals van kruit in een vuurwapen.

De explosieve verbranding van gassen verloopt juist sneller dan van vaste stoffen, nl. 0,1 tot 100 m/s, terwijl de maximale druk in een gesloten vat zelden meer is dan 8 à 10 maal de begindruk. De vrij frekwent voorkomende gas- en stofexplosies zijn meestal explosieve verbrandingen van mengsels van lucht met een brandbaar gas of poeder (meel, suiker, aluminium e.d.).

Wanneer een stof gemakkelijk tot explosie komt, noemt men die stof gevoelig. Zowel voor het inleiden van een detonatie als voor het doen ontbranden van een stof is energietoevoer naar een (klein) deel van de stof nodig. Binnen zekere grenzen geldt in beide gevallen dat de hoeveelheid energie, nodig voor de ontsteking, kleiner is naarmate de energieflex groter is. Vooral het tot detonatie brengen van

<sup>1)</sup> Bijdragen zijn geleverd door J. L. C. van Geel, Th. M. Groothuizen, A. Leutscher, H. L. Ligtenberg, T. van de Putte en A. A. Schilperoord.

een springstof vereist een snelle energietoever, bijv. een felle stoot. Plaatselijke verwarming met een vlam veroorzaakt meestal een explosieve verbranding. Alleen de zeer gevoelige inleispringstoffen kunnen door een vlam vrijwel direct tot detonatie worden gebracht. Van deze laatste eigenschap wordt gebruik gemaakt in een slagpijpje. De detonatie van het slagpijpje geeft aan de (weinig gevoelige en dus veilige) springlading zulk een harde stoot, dat deze tot detonatie wordt gebracht. In granaten e.d. bevindt zich tussen het slagpijpje en de springlading nog een overdrachtlading of schokversterker. Zulk een detonatieketen is veilig, zolang het slagpijpje niet „in lijn” staat met de schokversterker (veilige stand).

Vele stoffen kunnen zowel explosief branden als detoneren. Let men op de accidentele ontstekingsbronnen, zoals stoot, wrijving, vlam en vonk, dan is de energieflex maar zelden groot genoeg om een detonatie in te leiden, maar al gauw voldoende om de stof tot explosieve verbranding te brengen. Dit betekent dat de gevoeligheid voor detonatie in het algemeen geringer is dan die voor explosieve verbranding. Van vele industriële produkten die kunnen detoneren, is de gevoeligheid zó klein, dat ze praktisch ongevaarlijk zijn. Evenwel moet men bedenken, dat een explosieve verbranding bij krachtige opsluiting plotseling over kan gaan in een detonatie.

Voor het bestuderen van de gevoeligheid voor detonatie staan de doorslag- en buisproef ter beschikking. Bij de doorslagproef kan de te onderzoeken stof door variatie van de lengte van de zgn. „gap” (een inert materiaal) aan een schokgolf van verschillende sterkte worden onderworpen (fig. 1). Zodoende kan de gevoeligheid van de acceptor worden gekarakteriseerd als de minimale schokgolfdruk, die nodig is om de stof te doen detoneren. Voorbeelden zijn:

Gegoten trotyl : 37 kbar  
 Geperst trotyl : 23 kbar  
 Geperst tetryl : 10 kbar

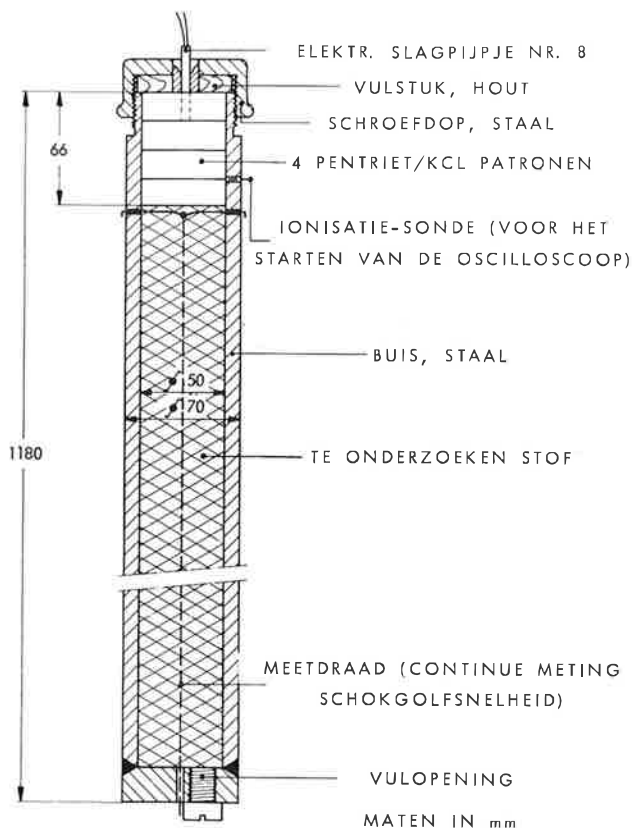
De buisproef, die speciaal ontwikkeld is voor het bepalen van de gevoeligheid van industriële produkten, berust op hetzelfde principe, alleen vindt hier inleiding plaats met een detonatiegolf van variabele sterkte (fig. 2). Daarnaast staan ter beschikking diverse valhamers, wrijvingsproeven en een proef ter bepaling van de gevoeligheid voor elektrostatische vonken.

Ook de thermische stabiliteit van een explosieve stof is belangrijk. Elke chemische verbinding zal bij genoegzame temperatuurverhoging in andere moleculen, atomen en/of ionen uiteenvallen. Bij vele stoffen en wel in het bijzonder bij explosieve stoffen verloopt zulk een ontleding (ten dele) exotherm, d.w.z. er komt warmte bij vrij, die zelfopwarming tot gevolg heeft. Deze zelfopwarming kan na ver-



Fig. 1. Schema doorslagproef.

Fig. 2. Buisproef voor de bepaling van de gevoeligheid voor detonatie.



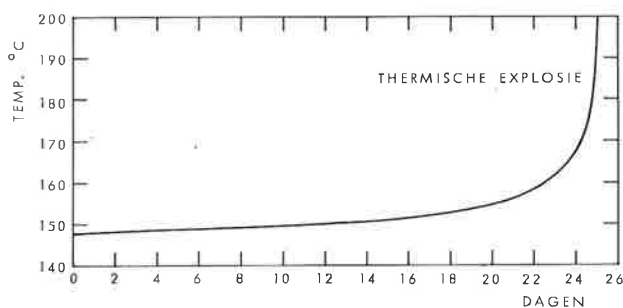


Fig. 3. Inductieperiode bij de adiabatische zelfopwarming van trotyl.

loop van tijd zo snel verlopen, dat het verschijnsel explosief wordt: de thermische explosie. De periode die aan de explosie vooraf gaat, wordt de inductieperiode genoemd (fig. 3). Gedurende het grootste gedeelte van de inductieperiode verloopt de zelfopwarming zo langzaam dat deze nauwelijks waarneembaar is. Slechts gedurende het allerlaatste gedeelte stijgt de temperatuur snel. In de praktijk zal men dan ook alleen gedurende het eerste deel van de inductieperiode nog adequate maatregelen kunnen treffen om de thermische explosie te voorkomen. Veel stoffen, zowel militaire als industriële zijn in dit opzicht potentieel gevaarlijk. Voorbeelden van enkele belangrijke groepen zijn:

- *organische peroxiden*; de polymeer-industrie eist bij steeds lagere temperatuur actieve en daardoor uit het oogpunt van de thermische stabiliteit gevaarlijkere peroxiden.
- *organische nitroverbindingen en nitraatesters*; vooral in militair opzicht een belangrijke groep (springstoffen en kruit).
- *ammoniumnitraathoudende stoffen*; kunstmestten worden op grote schaal geproduceerd, het gevaar bij thermische explosie schuilt hier vnl. in de grote hoeveelheid vergiftige gasen die vrijkomen.

Fig. 4. Verwoesting van een verffabriek door de thermische explosie van cellulosenitraat, gevolgd door brand.



Bij vloeistoffen (ook gesmolten stoffen) kan het effect van de thermische explosie in heftigheid overeen komen met dat van een detonatie. Steeds heeft de thermische explosie een verraderlijk karakter en dient het gevaar ervoor in een vroeg stadium onderkend te worden. Hiertoe moet men beschikken over bijzonder gevoelige beproevingsmethoden. Op het Technologisch Laboratorium zijn voor dit doel twee technieken ontwikkeld: de adiabatische en de isotherme bewaarproef.

Bij de adiabatische bewaarproef (ca. 1 kg monster) wordt alle warmte die de stof produceert, gebruikt voor zelfopwarming. Bij deze proef wordt het temperatuur-tijd-verloop gemeten. Bij de isotherme bewaarproef (ca. 50 g monster) wordt alle geproduceerde warmte afgevoerd en deze warmtestroom gemeten.

Gesteld kan worden, dat met de op dit moment ter beschikking staande apparatuur stoffen en mengsels van stoffen zodanig onderzocht kunnen worden, dat voldoende parameters worden gemeten om elke praktijksituatie te kunnen beoordelen op het gevaar voor zelfopwarming. Een voorbeeld hoe militaire en civiele problemen hand in hand kunnen gaan, is het onderzoek naar de oorzaak van een explosie in een verffabriek waar cellulosenitraat (tevens hoofdbestanddeel van kruit) als grondstof werd gebruikt. Aangetoond werd, dat de thermische explosie als gevolg van de zelfopwarming van cellulosenitraat de oorzaak was van de brand in deze fabriek (fig. 4). De aanwezigheid van water in de stof bleek de ontleding en dus de zelfopwarming aanzienlijk te versnellen<sup>2)</sup>.

Opgemerkt moge worden dat gevoeligheid en thermische stabiliteit twee verschillende begrippen zijn: voor de stabiliteit is de zwakste chemische binding in het molecuul bepalend. Zijn de bindingen in het molecuul alle vrij sterk, dan is de thermische stabiliteit groot. Dit is bijv. het geval bij zilverzilverazide,  $\text{AgN}_3$ . Niettemin is deze stof een zeer gevoelige inleispringstof.

In vele gevallen, zoals bij springstoffen, organische peroxiden en kruit heeft een deel van de ontledingsproducten een versnellend effect op de ontleding. Aan rookzwak kruit voegt men daarom een stabilisator toe, die deze versnelling tegengaat. Aangezien deze stabilisator langzaam wordt verbruikt, is een regelmatige controle van de meeste kruitsoorten noodzakelijk. Vanzelfsprekend zal men zo veel mogelijk gebruik maken van explosieve stoffen met een zódanige thermische stabiliteit, dat men hen lange tijd kan bewaren, zonder dat deze stoffen ongewenste veranderingen ondergaan. Evenwel is een goede (thermische) stabiliteit niet voldoende voor een goede bruikbaarheid van de explosieve stof in een bepaalde situatie, bijv. in munitie. In de praktijk nl. zal de explosieve stof tijdens opslag in contact zijn met verpakkings-

<sup>2)</sup> Zie TNO-nieuws, december 1971.

constructiemateriaal en veelal ook met andere explosieve stoffen. Het is mogelijk dat bij de contactpunten (langzame) reacties plaats vinden die de functionering en de veiligheid ongunstig beïnvloeden. In dat geval noemt men deze stoffen onverenigbaar. Het toenemend gebruik van plastics heeft het probleem van de verenigbaarheid, vooral bij langdurige opslag, in een acuut stadium gebracht.

Verenigbaarheid is meer een vraag van reactiviteit van de stoffen dan van stabiliteit. Wel kan de stabiliteit door een contactstof worden verlaagd (katalytische ontleding) of kunnen thermische ontledingsprodukten een grotere reactiviteit vertonen dan de oorspronkelijke stof. Gevaarlijk kan de situatie worden, wanneer de gevoeligheid van een explosieve stof er sterk door wordt vergroot, dan wel wanneer andere, zeer gevoelige stoffen worden gevormd. Bekend is de migratie van glyceroltrinitraat uit homogeen raketkruit naar de ontbrandingswering, waardoor deze zijn beschermende

werking verliest. Een kwikzout in bijv. een lichtsas kan een messing houder doen scheuren (spanningscorrosie).

Bij het onderzoek naar de verenigbaarheid van twee stoffen maakt men in de Nato-landen veelal gebruik van de vacuüm-stabiliteitsproef. Daarbij bepaalt men de extra-gasontwikkeling die de stoffen geven door deze in vacuüm gemengd te verwarmen. In Nederland, en sinds kort ook in Engeland, wordt daarnaast de extra warmte-ontwikkeling gemeten met behulp van de reeds genoemde isotherme bewaarproef.

Samenvattend kan worden gesteld, dat op het Technologisch Laboratorium het werkgebied explosies en explosieve stoffen centraal staat. Dit gebied is niet alleen van belang voor de defensie, maar ook voor de veiligheid in de nog steeds groeiende procesindustrie. Er is dan ook een sterke verwevenheid tussen het militaire en het civiele werk, vooral waar het de ontwikkeling van nieuwe methoden van onderzoek en apparatuur betreft.

# Schokgolven

G. BROEKSTRA

Technologisch Laboratorium TNO

## Samenvatting

Een beknopt overzicht wordt gegeven van de meetmethoden en de faciliteiten bij het Technologisch Laboratorium voor het bestuderen van schokgolven en van de interactie van schokgolven met constructies.

Eén van de gevolgen van het in de atmosfeer detoneren van een nucleair wapen of een hoeveelheid conventionele springstof, dat zich tot op betrekkelijk grote afstand van het springpunt nog kenbaar maakt, is het ontstaan en de voortplanting van een schokgolf. Ook echter bij het plotseling vrijkomen van energie op andere wijze, zoals bij het exploderen van een drukvat, bij een gas-, damp- of stofexplosie ontstaat meestal een schokgolf, die grote schade kan aanrichten in de omringende omgeving. Men noemt dit het blast-effect. Behalve in lucht kunnen schokgolven ook in water en in grond voorkomen.

Voor het meten van het druk-tijdverloop van een schokgolf in deze media beschikt men over verschillende typen drukopnemers. In fig. 1a is een zogenaamde H-3 drukopnemer „in actie” te zien zoals deze is gebruikt voor het meten van de blast van kanonnen aan boord van een marineschip. Het piëzo-elektrische element bevindt zich aan het einde van een stang in een aerodynamisch gevormde houder. Fig. 1b geeft een voorbeeld van een druk-

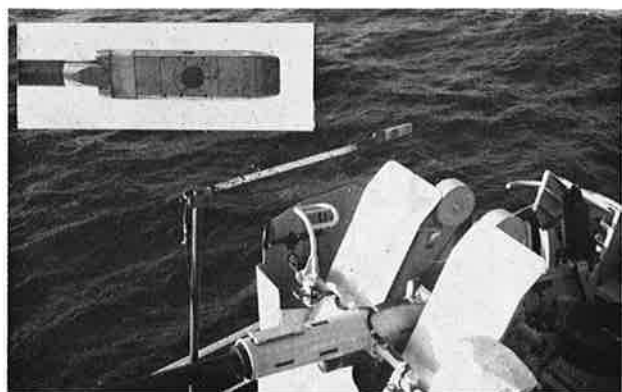


Fig. 1a. H-3 drukopnemer „in actie” aan boord van een schip van de Koninklijke Marine. Het drukgevoelige element in de houder is op een grotere schaal te zien.

## Shock waves

## Summary

A short survey is presented of the measuring methods and facilities at the Technological Laboratory for the study of shock waves and the interaction of shock waves with constructions.

tijdverloop gemeten bij het afvuren van een salvo van een dubbelloops kanon. De blast van beide kanonnen is als twee afzonderlijke schokgolven zichtbaar.

Voor het meten van schokgolven in water ten gevolge van onderwaterexplosies zijn door het Technologisch Laboratorium drukopnemers ontwikkeld met een schijfje tourmalijn als drukgevoelig element, bevestigd aan het einde van een lange kabel (zie fig. 2a). Fig. 2b geeft een voorbeeld van een met deze drukopnemer gemeten drukverloop.

Ten behoeve van het onderzoek van schokgolven in lucht en in het bijzonder de interactie van schokgolven met constructies of modellen daarvan, zoals de bovenbouw van een marineschip, of een tankpark van een chemische industrie, zijn op het Technologisch Laboratorium een drietal zgn. schokgolfbuizen gebouwd. Met zulk een buis kan men op betrekkelijk eenvoudige en reproduceerbare wijze vlakke schokgolven van een bekende intensiteit en duur doen ontstaan.

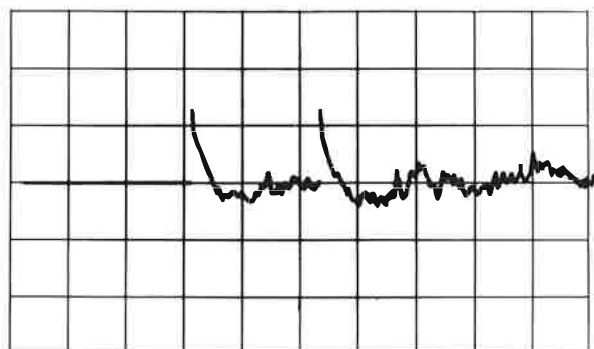


Fig. 1b. Druk-tijdverloop, gemeten door een H-3 drukopnemer, van een salvo van een dubbelloops kanon. Horizontale schaal: 5 ms/sd.

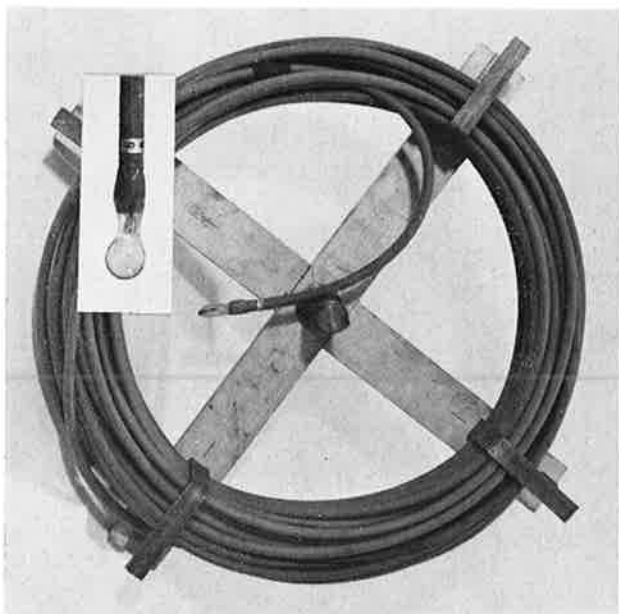


Fig. 2a. Tourmalijn-onderwaterdrukopnemer bevestigd aan een lange kabel. Het alzijdig drukgevoelig element is op een grotere schaal te zien.



Fig. 2b. Onderwaterexplosie; drukprofiel op een afstand van 1,5 m van een lading van 250 gram TNT. Horizontale schaal 40  $\mu$ s/sd.

In zijn eenvoudigste vorm bestaat de schokgolfbuis uit een buis van constante doorsnede (rond, vierkant of rechthoekig) waarin een membraan twee gassen van elkaar scheidt. Eén gedeelte wordt op hoge druk gebracht (afhankelijk van de gewenste schokintensiteit), terwijl het overige gedeelte op atmosferische druk blijft. De 10 m lange schokbuis met een doorsnede van  $7 \times 7$  cm<sup>2</sup> heeft een laaggedrukte gedeelte van ca. 8 meter. Deze schokgolfbuis is speciaal bedoeld voor het verrichten van fundamenteel onderzoek aan stromingsverschijnselen, het doen van vooronderzoek, het ijken van drukop-

nemers etc. De buis is voorzien van een venstersectie waarmee m.b.v. een optisch systeem (max. beeldfrequentie  $10^6$  per seconde; max. aantal beeldjes: 5) opnamen kunnen worden gemaakt van b.v. de interactie van schokgolven met een constructie (zie fig. 3).

Speciaal voor een diepgaand onderzoek naar het mechanisme en het effect van het breken van ruiten met verschillende oplettingen is een schokgolfbuis gebouwd met een testsectie van  $40 \times 40$  cm<sup>2</sup>. Fig. 4 geeft een momentopname uit een film gemaakt van het schervenpakket dat ontstaat, nadat

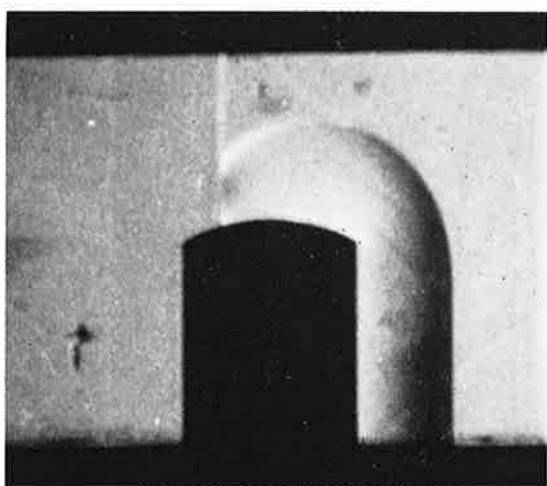


Fig. 3. Momentopname van de interactie van een schokgolf met een opslagtank voor chemische produkten. Schokgolfvoortplanting van rechts naar links.

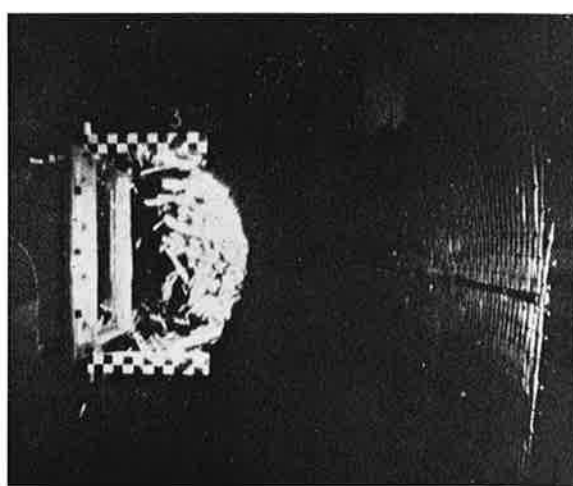


Fig. 4. Momentopname van het schervenpakket van een ruit, gebroken door het invallen van een schokgolf in de  $40 \times 40$  cm<sup>2</sup> schokgolfbuis. Het uiteinde van de schokgolfbuis is links op de foto zichtbaar. De scherven bewegen zich langs twee markeerlatten naar het opvanggaas.



Fig. 5. De 85 m lange blasttunnel op het RVO-terrein te Rijswijk voor het onderzoek van de interactie van schokgolven met constructies. Het hogedrukgedeelte (kanonloop) bevindt zich links op de foto. Dit wordt gevolgd door een 60 m lange buis van 1 m diameter en ten slotte door een 16 m lange buis van 1,5 m diameter.

een schokgolf is ingevallen op een ruit waarvan het raam zich aan het uiteinde van de schokgolfbuis bevindt. Op deze wijze kunnen snelheden en ruimtelijke verdeling van de scherven bepaald worden.

Voor het onderzoek van de interactie van schokgolven met grotere constructies of modellen daarvan is onlangs een 85 meter lange schokgolfbuis (blasttunnel) met een grootste diameter van 1,5 m geïnstalleerd (zie fig. 5).

Het hogedrukgedeelte van deze blasttunnel wordt

hier gevormd door een 15 cm kanonsloop waarin axiaal geplaatste springstof tot detonatie kan worden gebracht.

De schokgolfbuizen van het Technologisch Laboratorium RVO-TNO stellen zowel de krijgsmacht als de industrie in de gelegenheid om de vaak desastreuze effecten van schokgolven te bestuderen en naar middelen te zoeken zich hiertegen te beschermen (shock-hardening).



# Watergalmassin

Ir. J. H. JANSSEN

Technisch Fysische Dienst TNO-TH

## Samenvatting

*Een beknopte beschrijving van een 360 m<sup>3</sup> watergalmassin voor het onderzoek van*

- 1) *uitstraling van onderwatergeluid door scheepswerktuigen en hulpstukken en isolatie door middel van veren e.d. op volle schaal*
- 2) *geluiduitstraling door akoestische schaalmodellen van scheepssecties enz.*
- 3) *geluidoverdracht naar accommodatie en isolatie met zwevende vloeren of beschieting enz. op volle schaal.*
- 4) *diverse echoloodapparatuur*
- 5) *verende lagen op de huid ter isolatie van schroeflawaai terwijl het lege bassin drijft in de kelder.*

## Inleiding

In de loop der jaren heeft de RVO aan de TPD omvangrijke opdrachten gegeven op het gebied van de akoestiek. Deze betroffen naast incidentele zaalakoestische onderwerpen hoofdzakelijk speuren advieswerk inzake lawaaibestrijding. De objecten varieerden van bunkers en pantsergevechtsvoertuigen tot mijnenvegers en vliegveldverkeers-torens.

Met name ten behoeve van de Koninklijke Marine werden vele geluidisolatieproblemen onderzocht. Het is hier niet de plaats om nader in te gaan op de vele goede resultaten die dank zij een uitstekende samenwerking tussen laboratoria, marine en industrie zijn bereikt mede door gebruik te maken van de verkregen akoestische inzichten. We volstaan dan ook met vast te stellen dat telkens weer is gebleken dat, mede wellicht door de gunstig geringe omvang maar veelzijdige samenstelling en compacte geografische ligging van de betrokken organisaties, de nieuw gebouwde schepen letterlijk de zeer stille getuigen zijn van een technisch-akoestisch kunnen dat van internationaal formaat is. Gezien de taken van de Koninklijke Marine en gezien de dreiging van onderzeeboten en van akoestische torpedo's en mijnen zal dit relatieve peil tenminste moeten worden gehandhaafd. Alle tekenen wijzen er op dat in het buitenland het onderwater-akoestische onderzoek intensief wordt voortgezet. Hierom, maar ook met het oog op diverse andere toepassingen, dient ook in Nederland

## Reverberating water tank

### Summary

*A short description of a 360 m<sup>3</sup> reverberating water tank for investigating*

- 1) *underwater sound radiation due to various ship machinery and ancillaries and insertion loss due to resilient mounting etc. on full scale*
- 2) *sound radiation from acoustic scale models of ship sections etc.*
- 3) *sound transmission into accommodation spaces and insertion loss due to floating floors, lining etc. on full scale*
- 4) *echo sounding apparatus etc.*
- 5) *resilient layers on the outside hull plating for isolating propeller noise while the empty tank is floated in basement.*

het onderzoek naar betere middelen tot lawaaibestrijding aan boord van schepen te worden voortgezet. Voor enkele aspecten hiervan vragen we hieronder enige aandacht. We doen dat aan de hand van een beknopte beschrijving van de vele mogelijkheden van een zogenaamd „watergalmassin”, dat momenteel bij de TPD in aanbouw is.

### Watergalmassin

Uiteraard is er behoefte aan een wèl-gedefinieerde hoeveelheid water zodra men onderzoekingen op het gebied van de onderwaterakoestiek wil uitvoeren. Zo beschikt bijvoorbeeld het Fysisch Laboratorium RVO-TNO over een reflectievrij waterbassin. Daarin kan men die experimenten opzetten waarbij het nodig is dat eenmaal uitgezonden geluidgolven niet door de bassinbegrenzungen worden teruggekaatst; ook voor sommige luchtgeluidonderzoekingen kent men dergelijke reflectievrije kamers.

Evenals echter bij vele luchtlawaaiproblemen de eis van reflectie-vrijheid kan vervallen, en men dan soms juist bij voorkeur in een „galmkamer” werkt, zo zijn er ook een aantal typen van onderwatergeluidproblemen waarbij het een voordeel is, dan wel geen onoverkomelijk nadeel, als de begrenzingen van het „laboratorium-water” sterk geluidreflecterend zijn. Zendt men in een aldus uitgevoerd waterbassin een geluidstoot uit dan blijkt

het veroorzaakte geluidveld geleidelijk aan uit te klinken, geheel analoog aan galmverschijnselen bij luchtgeluid in omsloten ruimten. De naam van het nieuwe meetinstrument is hieruit wel duidelijk, alhoewel — zoals bij vele namen — niet alle functies worden omschreven.

Het watergalm bassin is met opzet een stalen scheepsbouwconstructie. De afmetingen zijn inwendig 12 m lang, 6 m breed en 5 m diep. Het rust op rubber blokken om een goede geluidisolatie naar het gebouw te bewerkstelligen. Desgewenst kan het lege bassin drijven door de bassinkelder gedeeltelijk met water te vullen. In de bijgaande figuur is de situatie geschetst.

Gaan we thans, na deze wel zeer summiere beschrijving, een aantal technische, fysische en dienst-aspecten van het nieuwe watergalm bassin na.

### Technisch

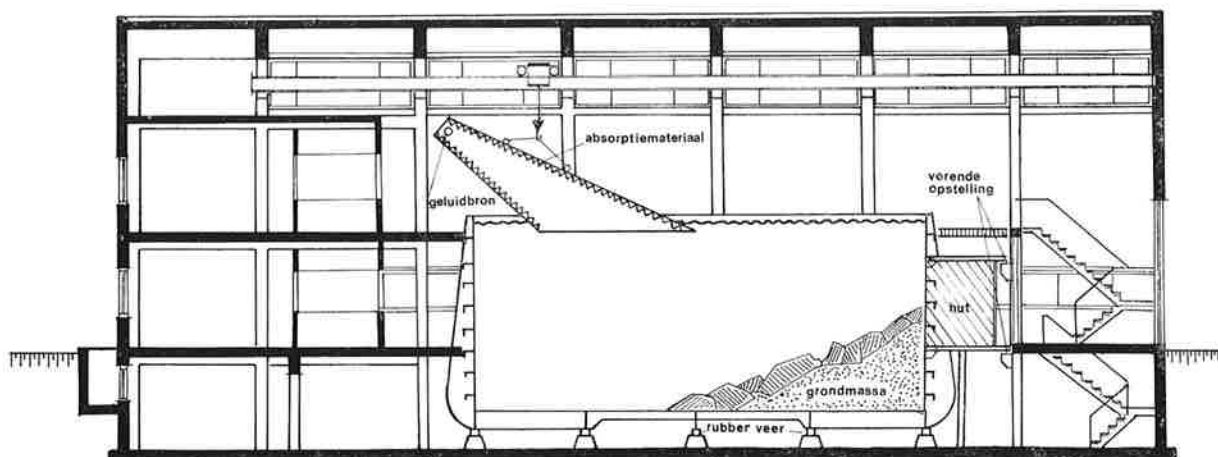
Tegen de buitenzijde van het bassin kunnen diverse, in de praktijk voorkomende fundaties worden gelast zoals die in scheepsmachinekamers voorkomen. Daarop kunnen werktuigen of onderdelen worden gemonteerd. De onderwatergeluidproductie of de isolatie kunnen aldus voor het eerst onder nauwkeurig bekende en beheersbare praktijkomstandigheden grondig worden onderzocht zonder de vele storende bijkomstigheden die onderzoek aan boord van een werkelijk schip zo vaak fnuiken. Het bassin wordt hierbij als het ware als een „binnenste-buiten-schip” gebruikt (zie onder Fysisch). Van de vele voor lawaai bestrijding aan boord belangrijke objecten van onderzoek noemen we er enkele: elektro-motoren, omvormers, pompen, compressoren, hydraulische werktuigen, pij-

pen, kabels, slangen, compensatoren, luchtveren, rubber veren („mounts” of „Puffer”) en andere isolatoren van constructiegeluid, schroefaslagers, werkbussen enz. enz.

Naast dit volle-schaalonderzoek over lawaai productie en -isolatie kunnen in het bassin ook diverse akoestische schaalmodelonderzoekingen worden uitgevoerd. Zo'n schaalmodel wordt uit dezelfde materialen vervaardigd als waarvan het prototype is opgebouwd, bijvoorbeeld schaal 1 : 10.

In een galm bassin kan men aldus op eenvoudige en voor de praktijk zeer nuttige wijze gegevens verzamelen over de totale onderwatergeluidproductie van een bepaalde voorgestelde uitvoeringsvorm van, bijvoorbeeld, een machinekamersectie. Alternatieve oplossingen kunnen worden onderzocht en zo nog tijdens de ontwerp-fase tot een optimale constructie van een nieuw te bouwen schip leiden. Met deze — voor zover wij weten — nagenoeg unieke methode is, hoewel onder enigszins primitieve omstandigheden, reeds veel en gunstige ervaring opgedaan. Het nieuwe bassin biedt nu de mogelijkheid tot aanzienlijk nauwkeuriger proeven in een uitgebreider frequentiegebied.

Ook ten aanzien van luchtlawaai aan boord biedt het diverse nieuwe of betere mogelijkheden. Daartoe zijn dan echter enkele bijzondere maatregelen nodig. Zo kunnen er een of meer hutten worden aangebouwd, hetzij in het lege bassin, hetzij tussen twee dekken die tegen de westelijke kopwand worden gelast. Aldus kunnen volle-schaalproeven aan akoestische isolatiemiddelen worden uitgevoerd. We denken hierbij aan zogenaamde „zwevende vloeren”, aan speciale betimmeringen maar ook wel aan verende lagen die buiten op de huid aangebracht de achterscheeps-accommodatie kunnen isoleren tegen het veelal zeer intense schroeflawaai.



Schets van de in aanbouw zijnde hal met watergalm bassin, schaal 1 : 200 (langsdoorsnede, links NO, rechts ZW).

Het stalen bassin rust op rubber veren en meet inwendig 12 m lang, 6 m breed en 5 m waterdiepte. Van de vele gebruiksmogelijkheden worden geïllustreerd: 1. een opstelling voor het onderzoeken van het gedrag van echoloden bij diverse bodemconfiguraties; de schuin opgestelde „stolp” is gevuld met water en bekleed met absorptiemateriaal. De geluidbron zendt sterk gerichte geluidgolven uit; 2. een hutopstelling waarmee, meestal bij leeg bassin, akoestische isolatiemiddelen op volle schaal kunnen worden onderzocht.

Voor dit onderzoek kan desgewenst het lege bassin in de daartoe gedeeltelijk met water gevulde kelder drijven!

Het bassin leent zich ook uitstekend voor een totaal ander type onderzoeken, waarvoor het oorspronkelijk niet was opgezet. We denken bijvoorbeeld aan het ijken van een echolood en dan met name aan het probleem van het nauwkeurig opmeten van een onderwatertalud. Het effect van betonblokken, stenen, palen, modder, zand, onregelmatigheden en dergelijke andere praktische variabelen op de aanwijzing van een echolood kan met een op de bassinbodem aangelegde kunstmatige grondlaag worden onderzocht. Een dergelijke laag kan tot wel 2 m dik zijn en toch nog onderzoek toelaten met een watergeluidweg-lengte van omstreeks 8 m, dus ruimschoots voldoende voor diverse typen van echoloden. Hiermee samen hangt een toepassingsmogelijkheid van het bassin bij spuurwerk over de afbeelding van objecten onder water door middel van geluidgolven. Het betreft een soort sonar die niet zo zeer ten aanzien van signaal-stoorverhouding en relatieve-snelheideffecten als wel van afbeeldingsomvang en contrast verfijnd is. Naast deze „topofonische” toepassingen tenslotte leent het bassin zich ook uitstekend voor het opbouwen van seismisch-akoestische modellen voor de bestudering op modelschaal van allerlei seismisch-geologische afbeeldingsproblemen.

Het is duidelijk dat het nieuwe watergalmbassin een waardevol hulpmiddel kan vormen bij een wel zeer gevarieerd aantal technisch-akoestische problemen.

## Fysisch

In het voor de scheepslawaaibestrijding zo belangrijke frequentiegebied tussen 100 en 1000 Hz zal het bassin als „binnenste-buiten-schip” blijkens voorgaande schaalmodelproeven in ieder geval informatie opleveren over geluidbronnen en geluidwegen van betrekkelijk geringe omvang. Om de gedachten te bepalen noemen we hier bijvoorbeeld een koelwaterinlaat. Het zal door geluidmetingen in het water mogelijk zijn te bepalen welke van verschillende achtereenvolgens in de leiding getroffen isolatiemaatregelen de geringste geluidoverdracht vanaf een pomp naar het water bewerkstelligt. Omdat calibreren van het bassin ook mogelijk is, kunnen „absolute” voorspellingen worden gedaan over de geluiduitstraling ook voor het geval de betreffende pomp met leiding en isolatie aan boord van een schip is geplaatst. Nader onderzoek is evenwel nodig over de uitgebreidheid van het frequentiegebied, over de nauwkeurigheid en over de onderlinge vergelijkbaarheid van „kleine” en „grote” fundaties als geluidbronnen.

Dat het voor kleine fundaties werkelijk lukt voorspellingen over het reële schip te doen op grond van „binnenste-buitenmetingen” vindt zijn oorzaak

in het feit dat slechts een klein deel van een scheepshuid werkelijk geluid uitstraalt; de hierop gebaseerde methode is voor zover bekend uniek en bijzonder efficiënt. Zou men namelijk de uitstraling in een reflectie-vrije waterruimte laten plaatsvinden dan zou men in vele richtingen de geluiddruk moeten meten en integreren, dan wel de maxima bepalen; deze immers zijn voornamelijk bepalend voor het risico bij akoestische detectie of mijnendringing.

Een watergalmbassin levert door de vele reflecties automatisch de voor lawaaibestrijding benodigde gegevens, hoewel men slechts een zeer klein aantal hydrofoons op vaste plaatsen bezigt. Het is duidelijk dat hierin winst van tijd en meetapparatuur besloten ligt.

Het volle profijt van deze unieke meetmethode krijgt men pas door bovendien zogenaamd reciprook te meten, dat wil zeggen met van plaats wisselende zender en ontvanger.

Aldus blijkt namelijk het bijzonder moeilijke probleem oplosbaar te zijn van het meten van de 6 componenten bij constructiegeluidaanstoting (3 translaties, 3 rotaties). Verwacht mag worden dat hierdoor het hoognodige inzicht zal worden verkregen in de geluidoverdracht door veren, slangen, pijpen, kabels en assen.

De akoestische schaalmodelregels zijn gelukkig bijzonder eenvoudig. Vergroting van de frequentie met dezelfde schaalfactor als waarmee de afmetingen van de gebruikte onderdelen worden verkleind levert slechts twee moeilijkheden. De ene is dat soms de demping (meestal als gevolg van elasto-dissipatieve energieverliezen) niet goed „meege-schaald” wordt. Hierbij maakt men van de nood een deugd door de demping in het model zo klein mogelijk te houden maar desgewenst kunstmatig bij een extra serie proeven te vergroten. Blijkt de demping een rol te spelen dan levert dit extra inzicht.

De tweede mogelijkheid is een ambachtelijke: lang niet alle constructies kunnen op schaal betrouwbaar worden nagemaakt. Met name geldt dit voor diverse typen veren en slangen, maar ook voor bijvoorbeeld de beschieting in een hut of voor een zwevende-vloerconstructie. Met het nieuwe bassin kan deze moeilijkheid worden omzeild al is het dan ook op schaal 1 : 1.

## Dienst

Uit het voorgaande vloeit uiteraard in grote trekken al voort voor welke instanties of ondernemingen het watergalmbassin van dienst kan zijn. Wenst men op volle schaal en onder akoestisch-realistische omstandigheden informatie over de geluidproductie van niet al te grote scheepswerktuigen of onderdelen dan kan het bassin van nut zijn zowel ten aanzien van lawaai in de accommodatie als onder water, zonder dat men daarbij een echt schip

*Slot op pagina 330*

# Toepassingsmogelijkheden van staalsoorten met verhoogde sterkte voor de scheepsbouw

## High strength steels for shipbuilding

Dr. Ir. P. H. VAN LENT

Metaalinstituut TNO

### Samenvatting

*In dit artikel wordt een overzicht gegeven van het onderzoek, dat het Metaalinstituut TNO in opdracht van RVO-TNO uitvoert ten behoeve van de Koninklijke Marine naar de mogelijkheid van toepassing van stalen met verhoogde sterkte van het type 2,5 Ni - 1,5 Cr - 0,5 Mo en 5 Ni - 0,5 Cr - 0,5 Mo in de scheepsbouw.*

*Een overzicht wordt gegeven van de toegepaste onderzoeksmethoden en van de tot nu toe bereikte resultaten.*

### Inleiding

In de moderne scheepsbouw neemt de lastechniek een centrale plaats in. Het wordt heden ten dage als volkomen normaal beschouwd, dat zelfs de allergrootste schepen, zoals mammoettankers en grote containerschepen volledig worden gelast. Voordat het zover is gekomen, dat dit veilig kan geschieden, heeft een zeer spektakulaire ontwikkeling in de kennis van de eigenschappen van de voor de scheepsbouw in aanmerking komende staalsoorten en van de lastechnieken plaatsgevonden.

Aan deze ontwikkeling zijn zeer grote impulsen gegeven door de militaire research. De eerste geheel gelaste schepen waren de Duitse vestzakslagschepen. De Liberty-schepen waren de eerste geheel gelaste en met moderne produktiemethoden vervaardigde vrachtschepen. Bij deze heeft zich ook het eerst het verschijnsel van brosse breuk voorgedaan. Bij het onderzoek van dit probleem, hetgeen uiteindelijk heeft geleid tot praktische oplossingen,

### Summary

*This article presents details on past, present and future investigations carried out by the Metal Research Institute TNO, at the request of the National Defence Research Organization TNO, for the Royal Netherlands Navy. The investigations aim at pinpointing the applicability of specific high strength steels in shipbuilding. The results thus far obtained largely relate to 2.5 Ni - 1.5 Cr - 0.5 Mo and 5 Ni - 0.5 Cr - 0.5 Mo types.*

hebben met name de Engelse en Amerikaanse marienlaboratoria een zeer grote rol gespeeld.

Ook in Nederland is de Koninklijke Marine de grote stimulator geweest voor de invoering van de lastechniek in de scheepsbouw. Reeds in het begin van de jaren dertig werd door de hoofdingenieur, later directeur Scheepsbouw van de Koninklijke Marine, de kortelings overleden Ir. G. de Rooy, hiervoor geijverd. De Nederlandse onderzeeboten waren dan ook de eerste ter wereld waar veel, later zelfs alles uit gelaste constructies bestond. Reeds toen werd staal met verhoogde sterkte toegepast (St 52) hetgeen pas in de laatste jaren op grote schaal ingang heeft gevonden bij de bouw van mammoettankers en containerschepen.

Bij de bouw van de Amerikaanse atoomonderzeeboten is voor het eerst gebruik gemaakt van laaggelegeerde staalsoorten van het type 2,5 Ni - 1,5 Cr - 0,5 Mo (HY 80) met een gegarandeerde vloeigrens 56 kg/mm<sup>2</sup>. Deze staalsoorten ontleen hun

*Slot van pagina 329*

hoeft te blokkeren. Dit geldt ook voor allerlei isolatiemiddelen, of dit nu beschietingen dan wel verende of dempende lagen of luchtveren zijn. Bovendien kunnen met behulp van akoestische schaalmodellen ontworpen machinekamerplannen ten aanzien van onderwatergeluid-uitstraling worden getoetst en alternatieven tegen elkaar afgewogen. Tenslotte kan het bassin van dienst zijn bij diverse topofonische problemen zoals echolodgingen, seismische onderzoeken en dergelijke.

Ter afsluiting merken we nog graag op zonder op de overigens interessante details in te gaan dat het „watergalmbassin” en wat daarmee samenhangt niet zo zou zijn gegroeid als niet in de vele voorgaande jaren een boeiende wisselwerking tussen koopvaardij- en marineproblemen enerzijds en een bijzonder goede samenwerking tussen opdrachtgevers en instellingen anderzijds hadden plaatsgevonden. Mogen deze wisselwerking en deze samenwerking nog lang bestendig blijven!

gunstige eigenschappen aan de genoemde legerings-elementen en aan een veredelende warmtebehandeling, namelijk het afschrikken vanaf een hoge temperatuur in water, waarbij een harde martensitische structuur ontstaat, die wordt ontlaten door een gloeibehandeling bij een temperatuur in de buurt van 650°C. Hoe lager deze temperatuur is, des te groter is de sterkte van het staal, doch des te geringer is zijn vervormbaarheid. De moeilijkheden bij de verwerking van een dergelijke staal-soort, met name het lassen ervan op zodanige wijze, dat de gunstige eigenschappen van de plaat behouden blijven en de las van vergelijkbare kwaliteit is, zijn echter bijzonder talrijk.

In de laatste jaren worden in de U.S.A. ook staal-soorten van het type 5 Ni - 0,5 Cr - 0,5 Mo (HY 130) toegepast, die een nog grotere sterkte (vloei-grens 90 kg/mm<sup>2</sup>) en vervormbaarheid hebben, doch nog meer problemen bij de verwerking opleveren, aangezien de conventionele lasmethoden (beklede elektrode) bij het lassen van dit staal van deze sterkte niet of nauwelijks kunnen worden toegepast. Anticiperend op een mogelijke toepassing van dergelijke staal-soorten in Nederland heeft de Koninklijke Marine in het begin van de jaren zestig oriënterend onderzoek laten uitvoeren bij het toenmalige „Centrum voor Lastechniek”. Dit onderzoek was gericht op evaluatie van de toentertijd verkrijgbare stalen en lastoevoegmaterialen met hoge sterkte, en heeft geleid tot zeer nuttige inzichten in deze materie.

In 1971 is via een opdracht van RVO-TNO aan het Metaal instituut TNO het onderzoek van staal-soorten met verhoogde sterkte weer ter hand genomen. Dit onderzoek behelst de evaluatie van twee staal-soorten met verhoogde sterkte, beide in Europa vervaardigd, namelijk een van het 2,5 Ni - 1,5 Cr - 0,5 Mo en een van het 5 Ni - 0,5 Cr - 0,5 Mo type, beide van 35 mm dikte. De gegarandeerde vloei-grens van het eerste is 56 kg/mm<sup>2</sup>, van de andere 65 kg/mm<sup>2</sup>. In relatie hiermee worden de eigenschappen bestudeerd van een zestal las elektroden, die voor toepassing in combinatie met beide staal-soorten geschikt lijken.

#### Onderzoek van de eigenschappen van twee staal-typen

In 1971 is gestart met de bestudering van de twee genoemde staaltypen in leveringstoestand. Hierbij zijn de volgende aspecten aan de orde gekomen:

1. *Meting van sterkte en vervormbaarheid*, door middel van klassieke trek- en kerfslagproeven.
2. *Nadere bestudering van de ductiliteit* met meer geavanceerde methoden, met name:

Robertson-test.

Dropweight-test.

Explosion bulge-test.

De Robertson- en Dropweight-test (zie fig. 1)

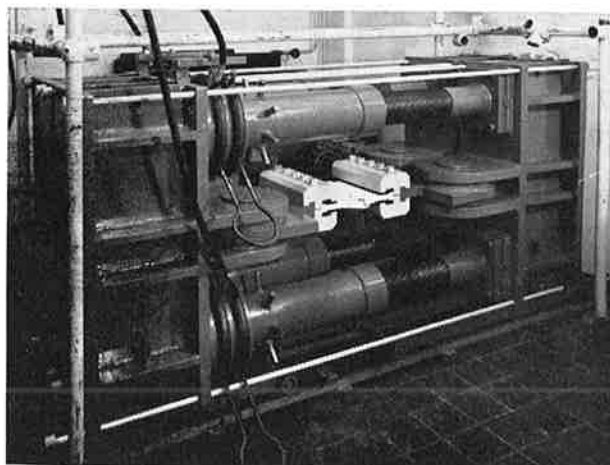


Fig. 1. Opstelling voor het uitvoeren van Robertsonproeven.

zijn beproevingsmethoden, ontwikkeld door de Engelse, respectievelijk Amerikaanse Marine, die een inzicht geven in het brossen-breek-gevaar bij toepassing van een staal-soort bij verschillende temperaturen. Bij de explosion bulge-test wordt nagegaan hoe het materiaal vervormt, onder invloed van een lading explosieven.

3. *Scheurgroeisnelheidsmetingen en K-bepalingen*. Bij deze proeven wordt bepaald hoe snel een scheur groeit onder invloed van een wisselende belasting. Tevens wordt nagegaan wanneer een dergelijke scheur zodanige grootte heeft gekregen, dat hij onder invloed van de te verwachten uitwendige belasting spontaan kan doorscheuren.
4. *Beïnvloeding van het plaatmateriaal bij het lassen*. Bij het lassen treedt een plaatselijk zeer grote beïnvloeding van structuur en eigenschappen op. Door de bij het lassen in het materiaal gebrachte warmte wordt de warmtebehandeling waaraan het materiaal onder andere zijn gunstige eigenschappen ontleent plaatselijk verstoord; ook de samenstelling kan plaatselijk veranderen, doordat met name waterstof gemakkelijk vanuit de las naar de plaat kan diffunderen en daar een verbrossende werking uitoefenen, terwijl bovendien nog als gevolg van de excessieve krimp van de hete las ten opzichte van zijn relatief koude omgeving grote spanningen kunnen optreden. Of het samenspel van deze factoren tot een onacceptabel resultaat leidt, hangt in hoge mate af van de toegepaste lasprocedure en de eigenschappen van het plaatmateriaal. Om dit laatste nader te evalueren zijn een aantal onderzoekstechnieken toegepast met name:

#### 4.1. VarestRAINTtest

Dit is een methode om de neiging tot vorming van kleine scheurtjes gedurende het lassen in de plaat vlak naast een las kwantitatief te bepalen.

#### 4.2. Simulatieonderzoek

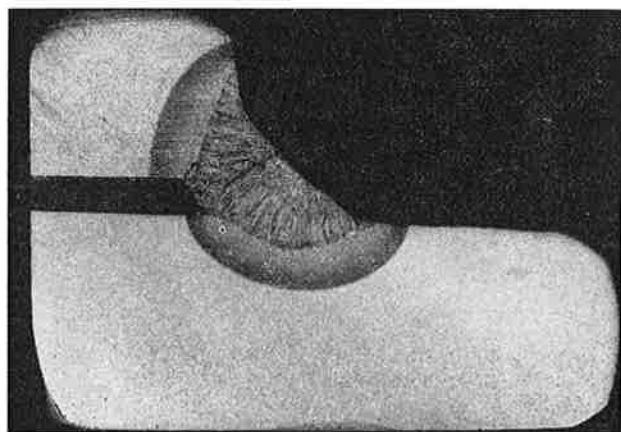
Bij deze onderzoekstechniek werden kleine proefstaafjes door middel van weerstandsverhitting onderworpen aan een gloeibehandeling die overeenkomt met wat op verschillende plaatsen vlak naast verschillende soorten lassen kan voorkomen. De gevolgen hiervan voor eigenschappen en structuren kunnen worden vastgelegd in een zogenaamd P.T.A.T.-diagram.

#### 4.3. Koudscheurgevoeligsproeven

Als gevolg van de krimpspanningen en de waterstof die altijd in een las aanwezig is en vandaar ook gemakkelijk naar de plaat kan diffunderen, kunnen zogenaamde koudscheuren ontstaan in de las of vlak er naast. Het gevaar voor scheuren naast de las wordt sterk bepaald door de eigenschappen van de plaat zelf. Om de gevoeligheid van de plaat voor dit verschijnsel vast te stellen, wordt gebruik gemaakt van speciale lasproeven, waarbij door de keuze van de laswijze grote spanningen worden opgewekt, te weten CTS - (zie fig. 2) en Tekken-test en van de Implant methode, waarbij over een staafje van het te onderzoeken materiaal een proeflas wordt gelegd waarna een uitwendige belasting wordt aangebracht.

5. *Mogelijke laselektroden.* Met een zestal potentieel toepasbare laselektroden zijn proeflassen gelegd om de eigenschappen van de verkregen lasmetalen te kunnen bestuderen. Dit heeft tot nu toe alleen nog op klassieke wijze plaatsgevonden, namelijk door middel van trek-, buig- en kerfslagproeven, met het oogmerk om tot enige voorselectie te komen. De geavanceerde beproevingsmethoden worden in 1972 uitgevoerd, op proefplaten gelast met slechts enkele elektroden. Tevens is door middel van zogenaamde LeHigh proeven nagegaan in hoeverre het lasmetaal afkomstig van genoemde elektroden gevoelig is voor koudscheurvorming.

Fig. 2. Scheur in plaatmateriaal en lasmetaal in een CTS-test.



#### Voorlopige resultaten van het onderzoek

Bij het onderzoek is naar voren gekomen, dat de eigenschappen van het 5 Ni - 0,5 Cr - 0,5 Mo in vele opzichten beter zijn dan het op zich ook als zeer goed te beoordelen 2,5 Ni - 1,5 Cr - 0,5 Mo staal. De bij de verschillende proefmethoden (kerfslag, Robertson, Dropweight) gemeten overgangstemperaturen blijken alle lager te liggen en de gevoeligheid voor warmscheurvorming in het gebied vlak naast een las is geringer.

Een zeer opvallend en voor de praktijk belangrijk verschil is, dat de verslechtering van de mechanische eigenschappen, die naast een las onder de invloed van de laswarmte altijd optreedt, bij het 5 Ni - 0,5 Cr - 0,5 Mo staal beduidend geringer is dan bij het andere onderzochte staaltypen. Dit geeft aanleiding tot de konklusie, dat het genoemde staal beter lasbaar is, hetgeen inhoudt, dat de voorschriften voor de praktijk, voor wat betreft de maximaal in te brengen laswarmte soepeler kunnen zijn. Ook de vloeigrens en treksterkte van het 5 Ni - 0,5 Cr - 0,5 Mo liggen duidelijk hoger, hoewel niet zo hoog als in de regel voor soortgelijke staal-soorten in de U.S.A. worden toegepast. De fabrikant heeft kennelijk een hogere ontlaattemperatuur toegepast dan bij het Amerikaanse HY 130 gebruikelijk is. Dit is op zich niet nadelig, aangezien indien de sterkte zo hoog zou zijn als in Amerika normaal is, men gedwongen zou zijn om minder gebruikelijke lasmethoden toe te passen, teneinde een lasmetaal te kunnen verkrijgen met vergelijkbare eigenschappen, hetgeen voorlopig nog op grote problemen zou stuiten.

Uit de voorlopige resultaten van het onderzoek aan het lasmetaal afkomstig van zes verschillende laselektroden, is gebleken dat vrij grote kwaliteitsverschillen aanwezig zijn. Wel is het mogelijk gebleken enkele typen te selekteren, die op grond van hun sterkte- en taaiheidseigenschappen, geschikt lijken voor toepassing in combinatie met 5 Ni - 0,5 Cr - 0,5 Mo staal. Bij alle onderzochte elektroden is een meer of minder sterke mate van koudscheur-gevoeligheid geconstateerd, die voorwarmen bij het lassen noodzakelijk maakt.

#### Voortzetting van het onderzoek

In 1972 wordt het onderzoek voornamelijk gericht op de bestudering van gelaste verbindingen in 5 Ni - 0,5 Cr - 0,5 Mo staal. Naast de konventionele methoden zullen ook weer Robertsonproeven en scheurgroeiingen worden toegepast. Centraal bij de beoordeling van de kwaliteit van de proeflassen staat de explosieve beproeving. Daarnaast zullen de eigenschappen van het plaatmateriaal nader worden bestudeerd en zal een begin worden gemaakt met de beproeving van konstruktie modellen op ware grootte, die representatief kunnen worden geacht voor bepaalde delen van de in de scheepsbouw voorkomende konstrukties.

# Optische methoden voor het contactloos meten van verplaatsingen en snelheden met behulp van lasers

## Four laser-interferometers

Ir. H. J. RATERINK

Technisch Fysische Dienst TNO-TH

### Samenvatting

Door de komst van de laser zijn de interferometrische methoden voor het contactloos meten van verplaatsingen en snelheden de laatste jaren sterk uitgebreid. In dit artikel worden een viertal laser-interferometers kort beschreven. Met de spikkel-interferometer kan snel inzicht worden verkregen over de trillingsvorm; wordt aan een punt op het object gerefereerd ook over de aard van de trilling.

De spot-interferometer geeft zeer plaatselijke informatie over de amplitude en frequentie van de trilling. De holografische interferometer is zeer geschikt voor de analyse van deformaties en geeft bij het trillingsonderzoek kwantitatieve informatie over het amplitudepatroon, indien een referentie aanwezig is. Tenslotte wordt de laser doppler snelheidsmeter voor het meten van snelheden kort besproken.

### Summary

This article first of all highlights the extended usefulness of interferometric methods due to lasers used as coherent light sources.

Next, with reference to work done in the Optics Department of the Institute of Applied Physics TNO-TH, it discusses in some detail the operational characteristics of the laser speckle and laser spot interferometers, the laser doppler velocimeter and the holographic interferometer. Conclusions are drawn with regard to present and future applications in engineering practice.

## 1. Inleiding

Vele onderzoekingen hebben ten doel gegevens te verkrijgen over het gedrag van een object, onder invloed van een statische of dynamische belasting. Deze gegevens hebben veelal betrekking op verplaatsingen, snelheden en versnellingen, die in elk punt van het object een verschillende grootte en richting kunnen hebben.

Voor het analyseren van *trillingen* worden met succes versnellingsopnemers toegepast. Hierbij wordt plaatselijk op het object gemeten, veelal wordt contact met het voorwerp gemaakt, terwijl geen eenvoudig verband aanwezig is tussen de optredende verplaatsing en het signaal van de opnemer. Voor het *deformatie-onderzoek* wordt o.a. gebruik gemaakt van de moirétechniek, waarbij meestal een raster op het object plaatselijk wordt aangebracht. Toepassing van de *laser* als *coherente lichtbron* heeft de toepassing van interferometrische meetmethoden aanzienlijk uitgebreid. Aan deze uitbreiding wordt in de Afdeling Optiek van de Technisch Fysische Dienst TNO-TH veel aandacht besteed.

In de volgende hoofdstukken zullen een viertal interferometers kort worden besproken, waarmee informatie over optredende trillingsvormen, amplituden en frequenties van trillingen, deformaties en

lokale snelheden kan worden verkregen. Deze interferometers zijn:

- de laser spikkel-interferometer;
- de laser spot-interferometer;
- de laser doppler snelheidsmeter en
- de holografische interferometer.

## 2. De laser spikkel-interferometer

De afbeelding van een diffuusverstrooiend object, verlicht met laserlicht, vertoont een spikkelachtige structuur [1]. Dit wordt veroorzaakt door de willekeurige fase van de aan elk punt van het voorwerp verstrooide laserbundel. Doordat het afbeeldingssysteem, bijvoorbeeld een oog, een eindig oplossend vermogen heeft, zullen de spikkels een bepaalde gemiddelde grootte hebben.

Van deze spikkelstructuur, die bij afbeelding zeer hinderlijk is, kan gebruik worden gemaakt door de van het object afkomstige diffuus verstrooide bundel te laten interfereren met een van dezelfde laser afkomstige zogenaamde referentiebundel met constante intensiteit. Zo wordt de spikkelinterferometer gerealiseerd.

Verandert de waargenomen spikkelstructuur op

het object vrijwel niet als het object trilt met kleine amplitude en geen referentiebundel wordt toegepast, bij de spikkel-interferometer zullen gebieden, die met kleine amplitude trillen, snel in contrast afnemen. Aangetoond kan worden, dat het gemiddelde contrast over een trillingsperiode tot  $\frac{1}{4}$  van de oorspronkelijke waarde zal dalen, indien  $a = \frac{1}{8} \lambda \approx 0,08 \mu\text{m}$  is ( $\lambda = 0,6328 \mu\text{m}$ ).

De belangrijkste eigenschap van de spikkel-interferometer is dan ook dat trillingsvormen direct zichtbaar kunnen worden gemaakt; knooppijnen op het trillende object corresponderen met het aanwezig zijn van spikkels. Verder kunnen gegevens over de trillingsrichting worden verkregen, terwijl aan het object geen grote stabiliteitseisen worden gesteld.

Wanneer de referentiebundel wordt verkregen via een reflectie op een punt P op het object, kan eveneens de aard van de trillingsvorm worden vastgelegd; dan kan een torsietrilling worden onderscheiden van bijvoorbeeld een buigtrilling. Hierbij treedt wel het probleem op om een referentiebundel met constante intensiteit te verkrijgen. In figuur 1 wordt een opname weergegeven van een rondom ingeklemd membraan, in trilling gebracht bij de frequenties 1900 Hz en 2700 Hz.

Tenslotte wordt nog opgemerkt, dat met behulp van een dubbelopname van het spikkelpatroon, op een object aanwezig, kleine verplaatsingen in het vlak van het object kunnen worden gemeten [2].

### 3. De laser spot-interferometer (l.s.i.)

Deze interferometer kan worden beschouwd als een Michelson interferometer, met dien verstande, dat de voorwerpsbundel met een lens wordt gefocuseerd op of nabij het trillende voorwerp. De

plaatselijk diffuus gereflecteerde bundel wordt nu weer door de lens ingevangen en vervolgens gemengd met de door een spiegel gereflecteerde referentiebundel, die van dezelfde laser afkomstig is. Beide bundels vallen vervolgens op een detector.

De l.s.i. kan dus worden gezien als een bijzondere uitvoeringsvorm van de laser-spikkel-interferometer; de voorwerpsbundel is hier afkomstig van een spikkel. In de literatuur [3] wordt een uitvoerige analyse gegeven van het detectorsignaal, bij verschillende amplituden van de trilling en als functie van het instelpunt van de interferometer. Voor kleine trillingsamplituden ( $a < \frac{1}{8} \lambda$ ) zal de modulatie diepte van het detectorsignaal afhangen van de reflectiecoëfficiënt van het trillende object, de afstand tot het object, de grootte van de trillingsamplitude en het instelpunt van de interferometer. Dit verband tussen detectorsignaal en trillingsamplitude kan worden bepaald met behulp van een bekende trilling van de referentiespiegel.

Bij grote trillingsamplituden ( $a > \frac{1}{8} \lambda$ ) zal het aantal nuldoorgangen tijdens een halve periode van de trilling bepalend zijn voor de trillingsamplitude.

Met de l.s.i. kan zeer plaatselijk de frequentie en amplitude van een trillend object worden bepaald. De frequentie van het detectorsignaal is een directe maat voor de snelheid van de trilling in de richting van waarneming.

### 4. De laser doppler snelheidsmeter (l.d.s.)

Met de l.d.s. [4] kan zeer plaatselijk de snelheid als vector worden bepaald. Uitgaande van een laserbundel, worden langs optische weg twee of meer onderling evenwijdige bundels met kleine doorsnede gecreëerd. Deze evenwijdige bundels

Fig. 1a. 1900 Hz.

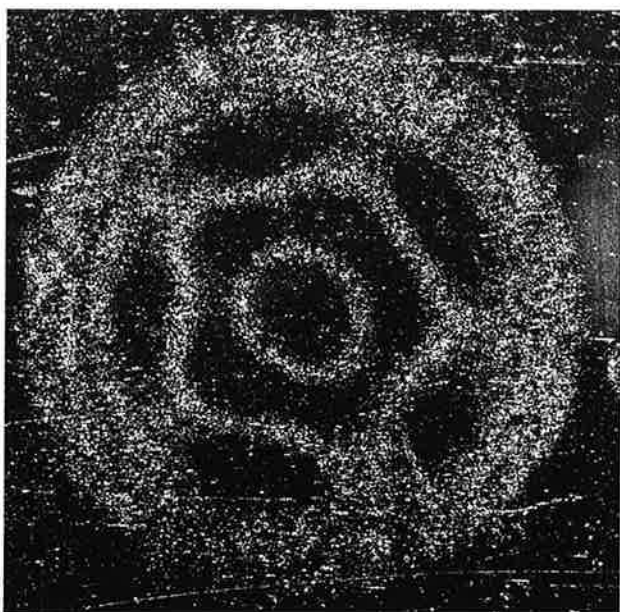
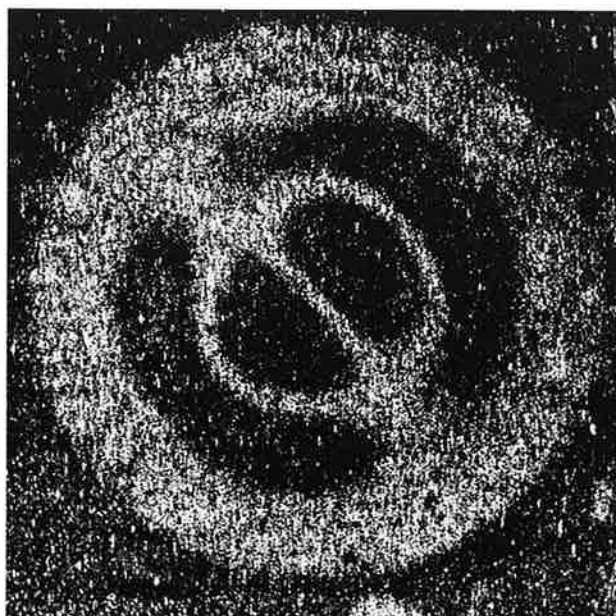


Fig. 1b. 2700 Hz.





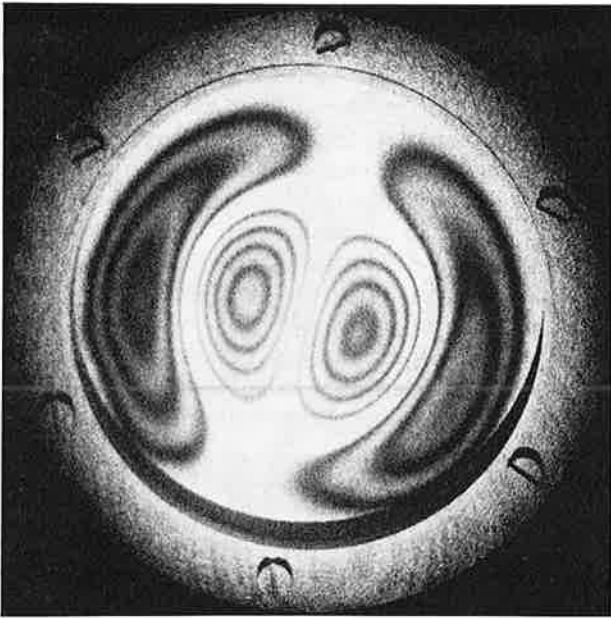


Fig. 2a. 1900 Hz.

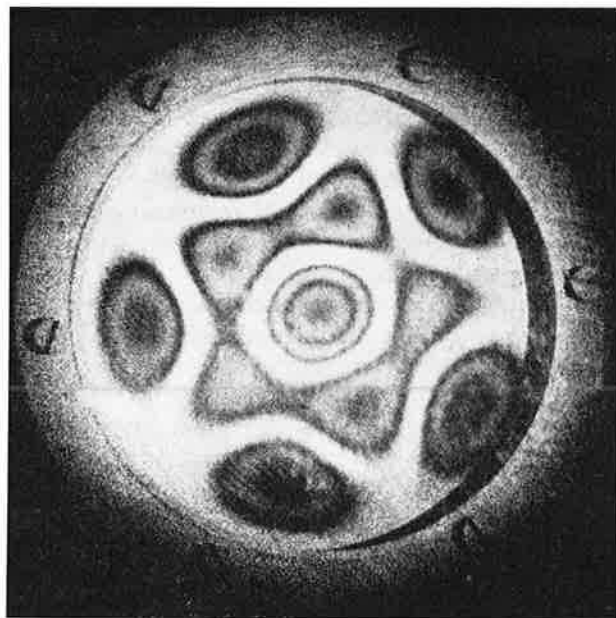


Fig. 2b. 2700 Hz.

worden vervolgens met een lens gefocuseerd. Het intersectiegebied van de bundels is nu het meetvolume. Men kan, uitgaande van twee evenwijdige bundels eenvoudig inzien, dat in het meetvolume een interferentiepatroon aanwezig is, bestaande uit lichte en donkere vlakken, die onderling evenwijdig zijn.

Beschouwen we nu deeltjes (bijvoorbeeld verontreinigingen), die met de vloeistof- of gasstroming mee bewegen en dit meetvolume passeren, dan zullen de deeltjes licht verstrooien in de lichtvlakken. Wordt met een lens deze stroostraling over een bepaalde hoek opgevangen (voorwaartse of terugwaartse verstrooiing), dan zal de detector een uitgangssignaal geven volgens:

$$f = f_D = \frac{v \cos \beta}{d} = \frac{2 \sin \frac{1}{2} \theta}{\lambda} \cdot v \cos \beta \quad \text{waarin:}$$

$f = f_D$  de dopplereffrequentie is,  $d$  de hartafstand tussen 2 lichtvlakken,  $\theta$  de hoek tussen de elkaar snijdende bundels,  $\lambda$  de golflengte,  $v$  de snelheid en  $\beta$  de hoek die  $v$  maakt met de loodlijn op de evenwijdige lichtvlakken in het interferentiepatroon. Deze meetmethode wordt aangeduid als de „raster”methode of de „dual-scatter” methode.

Een andere beschrijvingswijze voor het optreden van een dopplersignaal gaat uit van de stroostraling, door één van de bundels in het meetvolume aan passerende deeltjes teweeg gebracht, welke voor één bepaalde richting terecht komt in de andere bundel (meetbundel). De meetbundel fungeert dan als drager van deze strooicomponent; vallen deze twee bundels op een detector, dan zal het detectorsignaal de verschilfrequentie bevatten; deze verschilfrequentie is dan weer de dopplereffrequentie  $f_D$ . Door het toepassen van meerdere meetbundels kunnen met deze zgn. heterodyne

meetmethode meerdere snelheidscomponenten gelijktijdig worden gemeten.

De l.d.s. kan worden toegepast voor het meten van stroomsnelheden in gassen en vloeistoffen. Het snelheidsprofiel kan worden afgetast. Het meetvolume heeft de vorm van een ellipsoïde, waarvan de lange as samenvalt met de optische as. Meetvolumes tot ca.  $10^{-3} \text{ mm}^3$  zijn te realiseren, terwijl snelheden van cm/s tot km/s kunnen worden gemeten. Ook turbulenties kunnen met de l.d.s. worden geanalyseerd. Hiertoe worden bijvoorbeeld frequentievolgers toegepast, waarmee de gemiddelde snelheid en turbulenties als analoge signalen worden gepresenteerd.

Bij metingen aan voorwerpen kan met succes de l.d.s. worden toegepast, waarbij wordt gemeten met gebruikmaking van de terugwaartse verstrooiing. Nieuwe ontwikkelingen zijn gericht op het realiseren van een meetvolume met grote afmetingen en grote onderlinge afstand tussen de lichtvlakken, om snelheden van diffuus reflecterende voorwerpen te meten.

Het toepassingsgebied van de l.d.s. ligt vooral in de aero- en hydrodynamica, daar waar zeer plaatselijk moet worden gemeten aan gecompliceerde stromingsverschijnselen. Het verband met de spotinterferometer is aanwezig; bij de l.d.s. worden beide bundels, de referentie- en de voorwerpsbundel, in het meetvolume gerefereerd aan het bewegend object.

## 5. De holografische interferometer [5]

Met behulp van holografie kan informatie van een 3-dimensionaal voorwerp worden vastgelegd op een lichtgevoelige emulsie. Het complexe golfvront, afkomstig van het voorwerp, wordt hierbij geregistreerd door dit golfvront te laten interfereren met

een referentiebundel, afkomstig van dezelfde laser. Na terugplaatsing van het hologram wordt met de referentiebundel de oorspronkelijke voorwerpsbundel gereconstrueerd. Laat men nu die oorspronkelijke voorwerpsbundel interfereren met het golffront afkomstig van het „gedeformeerde” voorwerp, dan heeft men een holografische interferometer, geschikt voor interferometrie aan *willekeurige* voorwerpen.

Men kan nu de oorspronkelijke vorm van het voorwerp continu in de tijd vergelijken met het gedeformeerde voorwerp; dit is dan de „real time” methode. Door op 2 tijdstippen  $t_0$  en  $t_0 + \Delta t$  een hologram op te nemen — de zgn. „*double exposure*” techniek — zal bij reconstructie een interferentiepatroon op of dichtbij het voorwerp ontstaan met informatie over de verschiltoestand van het voorwerp op de tijdstippen  $t_0$  en  $t_0 + \Delta t$ .

Trilt het voorwerp en wordt nu gedurende enkele perioden van de trilling het hologram opgenomen, dan kan worden aangetoond, dat de donkere interferentielijnen, die bij reconstructie op het voorwerp aanwezig zijn, corresponderen met lijnen van een bepaalde trillingsamplitude. Indien een referentie aanwezig is, d.w.z. gedeelten op het voorwerp, die tijdens de opname van het hologram niet bewegen, dan is kwantitatieve analyse van het amplitudepatroon mogelijk. Deze techniek staat bekend als de „*time averaged*” methode. In figuur 2 is van het trillend membraan (zie figuur 1) voor een tweetal resonantiefrequenties een „time-averaged” amplitudepatroon weergegeven.

## 6. Conclusies

De hier weergegeven optische meetmethoden bevinden zich nog in het stadium van ontwikkeling, hoewel het aantal toepassingen sterk groeiende is. Op vele gebieden van de techniek zullen deze meetmethoden ongetwijfeld belangrijke toepassing vinden. Met deze methoden kan contactloos worden gemeten op vaak niet of moeilijk toegankelijke plaatsen, kunnen fouten in mechanische constructie-elementen als bijvoorbeeld vliegtuigpanelen worden opgespoord en kan op betrekkelijk eenvoudige wijze inzicht worden verkregen in trillingsvormen van ingewikkelde mechanische systemen.

Afhankelijk van het meetprobleem zal moeten worden nagegaan in welke volgorde de beschreven interferometrische methoden moeten worden toegepast, teneinde de gewenste informatie te verkrijgen.

### Literatuur

- [1] E. Archbold e.a.  
Optical Instruments Techniques, 265, (1965).
- [2] E. Archbold e.a.  
Optica Acta 17, 883 (1970).
- [3] H. J. Raterink.  
Environmental Engineering (1971).
- [4] H. J. Raterink, A. H. van Krieken.  
TPD-rapport 105. 130-1 (september 1971).
- [5] M. H. Horman e.a.  
Applied Optics 4, 333, (1965).

# Verende stoelen als bescherming van zittende bemanningsleden tegen de gevolgen van onderwaterexplosies

Ir. R. REGOORD

Instituut TNO voor Werktuigkundige Constructies

**Special chairs as protection of sitting personel against the effects of underwater explosions**

## Samenvatting

*Een onderzoek werd ingesteld naar de mogelijkheden, door middel van speciale voorzieningen in de stoel, zittende personen te beschermen tegen de gevolgen van schokgolven die het schip treffen.*

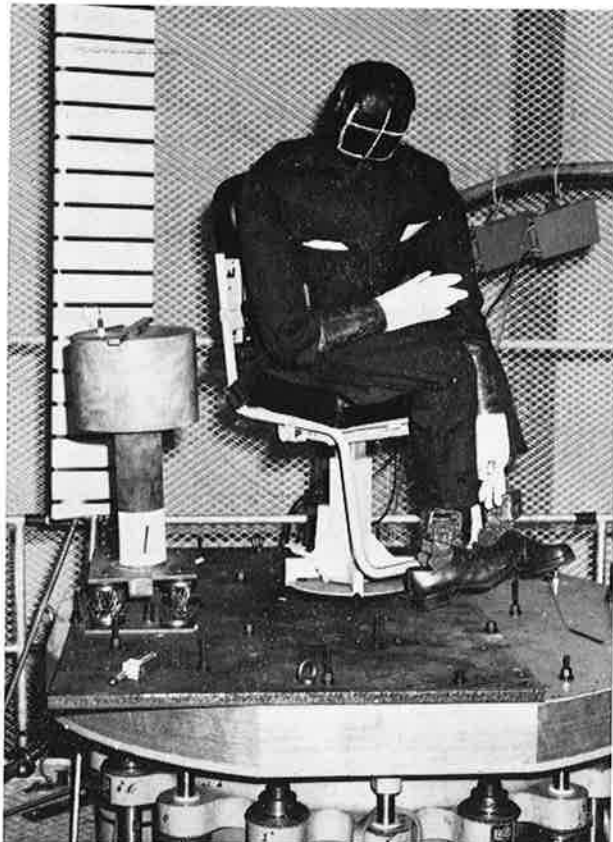
## Summary

*Shockwaves hitting a ship are known to be generated by underwater explosions. The extent to which a sprung seat may reduce their effect on humans was investigated.*

## Inleiding

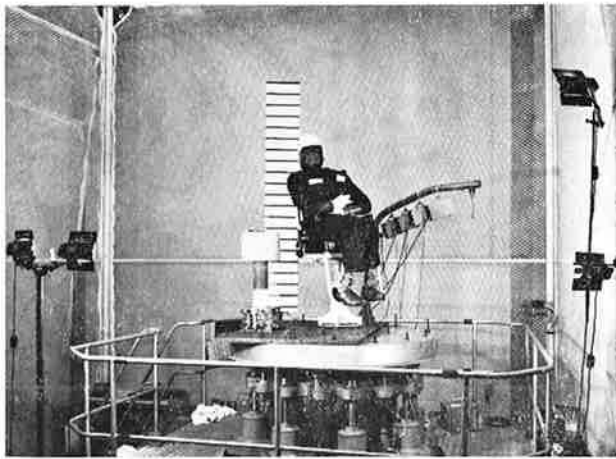
Een in het water ontploffende lading veroorzaakt een schokgolf, die zich bolvormig met de snelheid van het geluid voortplant. Als deze schokgolf een schip treft, ondergaat de scheepsconstructie een heftige schokbeweging, waarbij schade kan worden aangericht aan machines en apparatuur. Ook de bemanning loopt de kans daarbij gewond te raken. Bescherming van het personeel tegen het schok-effect van onderwaterexplosies is van huis uit een voor een technicus moeilijk oplosbaar probleem. In de eerste plaats is het personeel over het hele schip verspreid en moet worden gelet op de verschillende posities die mogelijk zijn: liggend, zittend, staand en lopend. De bemanning laat zich niet aan de scheepsconstructie vastkoppelen, zoals dat het geval is met machines en apparaten. Bovendien leent het menselijk lichaam zich niet of nauwelijks tot een beschrijving als een dynamisch systeem, bestaande uit massa's, veren en dempers. Vanwege de gesignaleerde moeilijkheden werd besloten om in eerste instantie aandacht te schenken aan de bescherming van een zittend persoon door middel van speciale voorzieningen in de stoel.

## De proefop



## Literatuuronderzoek

Alvorens tot schokbeschermende maatregelen over te gaan, is het noodzakelijk de vraag te beantwoor-



Overzicht van de opstelling

den in hoeverre schokbeschermende maatregelen aan boord van schepen noodzakelijk zijn. Om een inzicht te krijgen met welke verwondingen moet worden gerekend staan voornamelijk twee informatiebronnen ter beschikking, namelijk de oorlogschade-rapporten en schokproeven met proefpersonen in het laboratorium van het vroegere David Taylor Model Basin.

Gedurende de eerste fase van de schok komen blijkbaar bij staande personen enkelblessures en beenbreuken voor. Bij zittende personen kunnen beschadigingen optreden aan de wervelkolom en ook andere inwendige verwondingen kunnen zich voordoen. Tijdens de tweede fase van de schokbeweging kan het omhooggeworpen lichaam in contact komen met het bovenliggende dek of met apparaten, waarbij er met name kans is op schedelblessures.

Behalve schokbewegingen in verticale richting kunnen onderwaterexplosies ook bewegingen in horizontale richting veroorzaken, waardoor staande personen hun evenwicht verliezen en tegen scherpe randen of uitsteeksels aan vallen. Terzijde wordt

opgemerkt dat niet alleen personen maar ook losse voorwerpen zich door de schokbeweging omhoog zullen bewegen. Ook hierdoor kunnen bemanningsleden gewond raken.

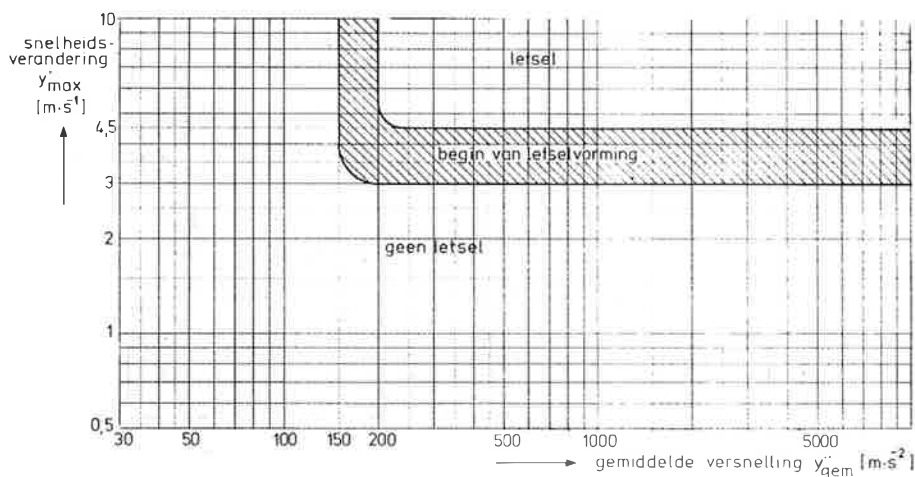
Het grote probleem bij de beoordeling van de optredende verwondingen is het leren kennen van het verband tussen de parameters die de schokbeweging beschrijven enerzijds en de aard van de verwondingen anderzijds. In het bijzonder moet de grens bekend zijn, waaronder geen verwondingen behoeven te worden gevreesd. Voor zover wij hebben kunnen nagaan, bestaat er slechts één grafiek die het gezochte verband weergeeft. De grafiek, die is samengesteld door de reeds genoemde David Taylor Model Basin, is gebaseerd op circa 700 schokproeven met 26 vrijwilligers (zie figuur 1). De figuur heeft betrekking op verticale bewegingen en geldt voor zittend personeel.

De nominale snelheid en de gemiddelde versnelling van het dek zijn de twee maatgevende parameters. Zolang de maximale snelheid minder is dan  $3 \text{ m.s}^{-1}$  zijn geen verwondingen te verwachten. Onder die omstandigheden is de versnelling niet maatgevend. Indien de versnelling minder is dan  $150 \text{ m.s}^{-2}$  ( $15 \text{ g}$ ) zijn alle snelheden toelaatbaar.

Zoals gebruikelijk bij dit soort grafieken is de scheiding tussen de gebieden letsel - geen letsel geen lijn maar een gearceerd gebied. Proefpersonen werden beproefd in omstandigheden die door het gearceerde gebied worden weergegeven. Op grond van de zorgvuldigheid en de uitgebreidheid van het onderzoek zijn wij van mening, dat de getoonde grafiek een goed uitgangspunt is voor het verdere onderzoek.

Over de kwetsbaarheid van de bemanning, met name voor zittende personen bij verticale bewegingen leverde het literatuuronderzoek voldoende informatie. Over de beschermende maatregelen, die sommige landen treffen, is evenwel veel minder bekend. Op dit terrein was eigen onderzoek noodzakelijk.

Fig. 1. Verband tussen schokbeweging en aard van de verwondingen. (Grafisch samengesteld door het David Taylor Model Basin).



## Uitgangspunten van onderzoek

De schokomstandigheden, waarmee bij het ontwerp en de bouw van de Geleide Wapen Fregatten wordt gerekend, zijn van dien aard, dat op grond van de thans bekende gegevens verwondingen zullen voorkomen, indien geen beschermende maatregelen worden genomen. Het probleem van de schokbescherming wordt derhalve voldoende onderkend.

Door het Ministerie van Defensie was een stoel ontwikkeld, die als een nieuw type standaardstoel zal worden toegepast. Daarbij was, in samenwerking met het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO veel aandacht besteed aan zo gunstig mogelijke afmetingen, maar aan deze stoelen was niet de eis gesteld dat ze zittende personen tegen schok moesten beschermen. Daarom ontving het IWECO de opdracht een stoel te ontwikkelen en te evalueren, die het erop zittende personeel voldoende bescherming biedt tegen schok. Bij het onderzoek diende te worden uitgegaan van de bestaande standaardstoel. Gestreefd moest worden naar een stoel, die bescherming biedt tegen voornamelijk vertikale dekbewegingen en naar een uitvoering die het personeel beschermt tegen een dekbeweging van willekeurige richting.

## Resultaten

In overeenstemming met de wensen van de opdrachtgever werden twee stoelen ontwikkeld, welke beide zo min mogelijk afwijken van de ingevoerde standaardstoel.

Type 1. Een stoel met schroefveren, die uitsluitend in verticale richting kan veren.

Type 2. Een stoel met zogenaamde Leaf-spring-mount-veren, die ook in andere richting flexibel is. De twee stoelen zijn in de figuren 2 en 3 afgebeeld.

De schroefveer in stoel 1 kan maximaal 67 mm worden ingedrukt en geeft, wanneer een persoon op de zitting plaatsneemt, een eigenfrequentie van circa 4 Hz aan het dynamische systeem. De berekende maximale versnelling ligt ruim beneden de grens van  $150 \text{ m.s.}^{-2}$ . Deze stoel biedt geen speciale bescherming tegen horizontale bewegingen.

De schokreductie van stoel 2, die een grotere dynamische stijfheid heeft dan die van stoel 1, geeft een geringere bescherming. Berekend werd een maximale versnelling ongeveer gelijk aan de reeds genoemde grens van  $150 \text{ m.s.}^{-2}$ . Daarentegen geeft deze stoel ook bescherming tegen horizontale bewegingen.

Voor beide stoelen geldt dat ondanks de schokreductie de beweging van de stoelzitting nog zo

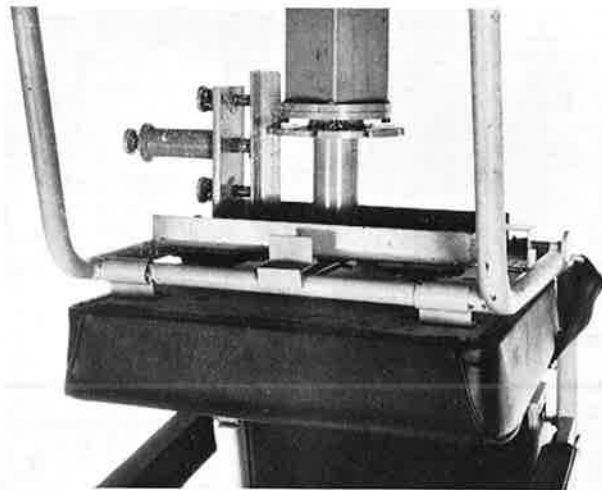


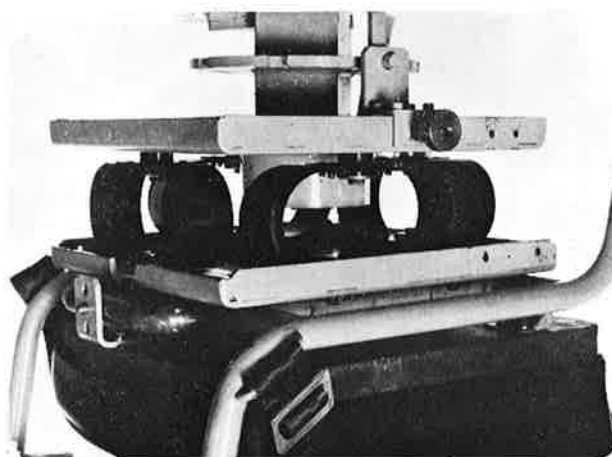
Fig. 2. Stoel voorzien van schroefveren in de poot.

heftig is — en wel met name als de laagste eigen-trillingsvormen van het schip in aanzienlijke mate door de explosie worden aangestoken — dat het noodzakelijk is de zittende man met een veiligheidsgordel vast te binden. Opgemerkt wordt, dat de schokwerende voorzieningen in geen enkel opzicht de oorspronkelijke eigenschappen — b.v. de instelbaarheid van de zitting in verticale richting — hebben aangetast.

Beide typen stoelen werden uitvoerig beproefd met behulp van de bij IWECO TNO aanwezige middengewichtsschokbank en aan boord van een door zware onderwaterexplosies belast fregat. Vooral deze laatste beproeving was zeer realistisch.

Figuur 4 geeft een duidelijk beeld van de schokreductie die met stoel 1, voorzien van schroefveren, wordt bereikt. Olivier is een dummy pop, die voor het onderzoek bereidwillig werd afgestaan door het Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO. Uit de resultaten van de beproevingen in het labo-

Fig. 3. Stoel voorzien van leaf spring mounts onder de zitting.



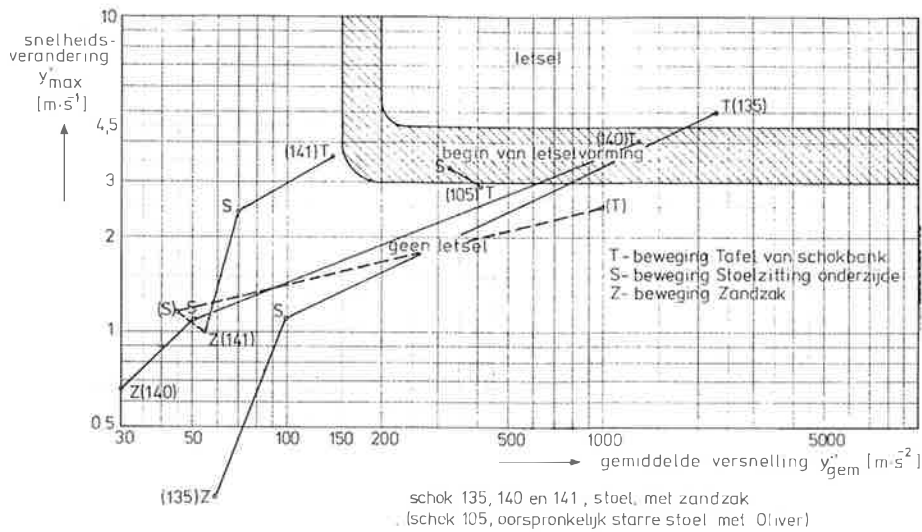


Fig. 4. Schokreductie verkregen met schroefveren (schokbankbeproeving).

ratorium en aan boord van het schip bleek, voor wat betreft de verticale bewegingen, dat:

- a) stoel type 1 in alle gevallen meer schokreductie biedt dan stoel type 2;
- b) stoel type 1 een schokreductie biedt, die ruim voldoende is;
- c) stoel type 2 niet in alle gevallen voldoende

schokreductie biedt, terwijl in sommige gevallen een verslechtering van de situatie optreedt;

- d) beide typen stoelen herhaalde schokken zonder noemenswaardige schade doorstonden.

De zwaarte van de beproevingen lag over het algemeen op het niveau, waarop onbeschermd zittende personen letsel zouden hebben opgelopen.

# Verfonderzoek ten behoeve van de krijgsmacht

A. BERENDSEN

Verfinstituut TNO

Al sinds vele jaren voert het Verfinstituut TNO verfonderzoek voor de krijgsmachtonderdelen uit in het kader van de algemene research-opdracht van de RVO-TNO.

Het doel van de onderzoekingen is altijd om een zo goed mogelijk antwoord te geven op gerichte vragen van de krijgsmachtonderdelen betreffende het conserveren van voertuigen, schepen en vliegtuigen.

Het zal duidelijk zijn dat het duurzaam beschermen van het operationele materieel van de krijgsmacht, dat een enorme waarde vertegenwoordigt, een zaak van groot belang is.

Het aanbrengen van verfsystemen op het rijdend materieel, schepen en vliegtuigen geschiedt echter niet alleen uit het oogpunt van bescherming, maar veelal ook in verband met bijzondere functies die de verven moeten vervullen.

— Zo moeten de verven het object *camoufleren* tegen vijandelijke grond- en luchtwoarneming bij dag en bij nacht. Aangezien de waarnemingstechnieken, bijv. met infraroodkijkers en camera's, steeds worden verbeterd en de zgn. doelzoekende raketten steeds verder worden ontwikkeld, moeten ook de verven qua reflectie-eigenschappen steeds worden aangepast, waarbij het Verfinstituut TNO wordt ingeschakeld.

— Verfsystemen voor het onderwater-gedeelte van marineschepen moeten niet alleen goed corrosiewerend, maar ook langdurig *aangroeiwerend* zijn.

Hier toe wordt op het onderwater-gedeelte van marineschepen een verfsysteem aangebracht dat bestaat uit een corrosiewerende grondlaag en daar overheen een laag zgn. aangroeiwerende verf.

Indien het onderwater-gedeelte daardoor vrij wordt gehouden van aangroei in de vorm van zee-pokken, kokerwormen, algen etc., resulteert dit in een aanzienlijke besparing van het brandstofverbruik of kunnen hogere snelheden worden gehaald en kunnen de perioden tussen twee dokbeurten worden verlengd.

In figuur 1 is duidelijk te zien in welke mate een oppervlak kan aangroeien en wat met een aangroeiwerende verf is te bereiken.

Een groot nadeel van de gangbare aangroeiweren-

de verven is, dat ze slechts gedurende een beperkte tijdsduur werkzaam blijven, d.w.z. voor de aangroeiorganismen giftige bestanddelen afscheiden. De werkzame tijdsduur belooft een periode van ca.  $\frac{1}{4}$  tot ca. 2 jaar, afhankelijk van factoren zoals samenstelling, laagdikte, temperatuur en pH van het zeewater, verblijfplaatsen van het schip etc.

Nadat de verf is uitgewerkt moet worden gedokt en moeten nieuwe lagen aangroeiwerende verf worden aangebracht.

Op verzoek van de Kon. Marine wordt door het Verfinstituut TNO onderzoek verricht om aangroeiwerende verven te ontwikkelen met een langdurige werking, waarbij gedacht wordt aan een periode van tenminste twee jaar.

Het bovenstaande is van het grootste belang voor bovenwaterschepen. Voor onderwaterschepen moe-



Fig. 1. Gedeeltelijk met aangroeiwerende verf behandelde proefplaat.

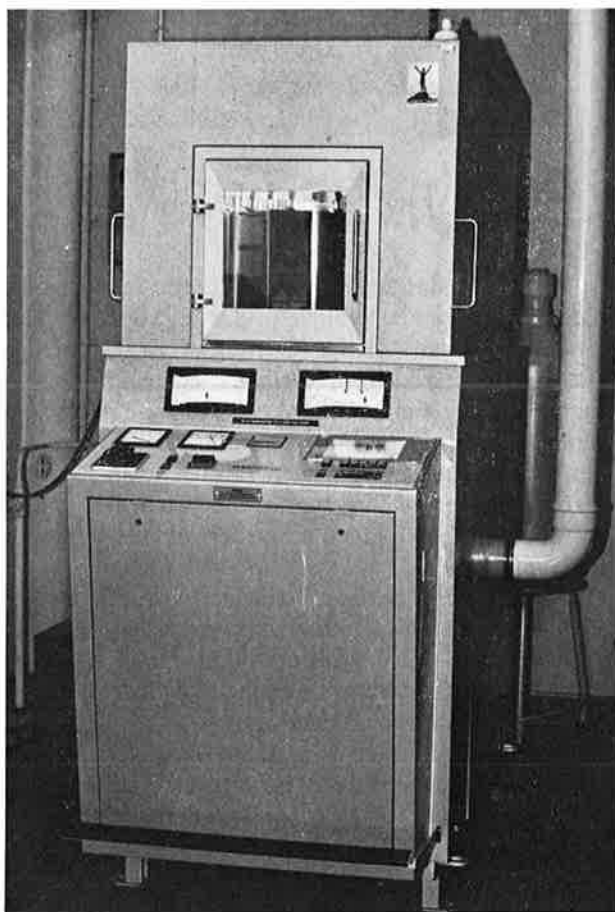


Fig. 2. Toestel voor versnelde verwerings- en corrosieproeven.

ten de aangroeiwerende verven niet alleen aangroeiwerend zijn, maar bovendien ook de juiste kleur hebben en die kleur ook behouden. Vooral dit laatste is een probleem, als bedacht wordt dat de aangroeiwerende werking berust op het oplossen in zeewater van voor de aangroeiende organismen toxisch materiaal.

Een ander probleem is het aangroeien van zgn.

„sonar-domes”. In verband met optredende cavitatie-erosie en het passeren van geluidsgolven moeten aangroeiwerende verven voor dit doel speciale mechanische eigenschappen hebben en mogen ze geen toxische en andere materialen bevatten die de geluidsdoorgang belemmeren. Met het oog op het onderzoek van aangroeiwerende verven is een apparatuur ontwikkeld waarop proefverven kunnen worden onderzocht onder omstandigheden, die omstandigheden op een schip zo dicht mogelijk benaderen. Deze bestaat uit een rotor die met een bepaalde snelheid in zeewater kan worden rondgedraaid en waarop proefpanelen kunnen worden bevestigd. Na bepaalde draaitijden worden de verven vervolgens geëxposeerd in zeewater op het vlot in de haven van Den Helder, om de aangroeiwerende werking te toetsen.

Toch worden ook proeven aan boord van schepen van de Kon. Marine genomen om de ontwikkelde verven onder praktijkomstandigheden te toetsen.

Een geheel ander onderwerp waarmee het Verfinstituut TNO zich in opdracht van de RVO-TNO bezig houdt is het uitvoeren van werkzaamheden in verband met het opstellen, het „up to date” houden en het verbeteren van verfspecificaties (technische voorschriften) en de daarbij behorende keuringsmethoden.

In het kader van dit onderwerp werden in 1791 voor de Landmacht een aantal verfsystemen voor voertuigen onderzocht op gedrag bij versnelde verwerings- (zie fig. 2) en corrosieproeven en op gedrag bij buitenexpositie.

Aan de hand van de verkregen resultaten wordt nagegaan of de thans in de legervoorschriften opgenomen, 1 jaar durende buitenexpositieproef, ter beoordeling van de duurzaamheid van verven, kan worden vervangen door versnelde proeven met een korte looptijd.

Momenteel wordt gewerkt aan de tot standkoming van verfspecificaties voor de Kon. Marine.



# Voedingsonderzoek ten behoeve van de Nederlandse krijgsmacht

## Nutritional studies on behalf of the army

Dr. E. W. HELLENDOORN en Dr. R. LUYKEN

Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek TNO

### Samenvatting

*De verteerbaarheid in vitro van zetmeel in aardappelpoeder werd vergeleken met die in aardappelvlokken. Zetmeel uit vlokken bleek beter verteerbaar te zijn.*

*Zetmeel in gekookte bruine bonen was in vitro enzymatisch goed verteerbaar. Bij de mens werd echter een uiterst geringe stijging van bloedglucose en  $\alpha$ -aminozuur stikstof na het nuttigen van bruine bonen waargenomen. Tevens werd een verhoogde uitscheiding van vluchtige vetzuren in de feces aangetoond, hetgeen op gisting wijst. De ruwe celstof kon hiervan niet de oorzaak zijn. Een extraheerbare flatulentiebevorderende fractie in peulvruchten was niet aantoonbaar. Het onderzoek van de voedingstoestand was voornamelijk gericht op overvoeding. In dit verband werd de lichaamsamenstelling gemeten met behulp van anthropometrische methoden en door bepaling van het soortelijk gewicht van het lichaam door middel van onder-water wegen.*

*Bepaling van serumcholesterol en lipiden gaf bij een aanzienlijk deel van de proefpersonen, vooral bij de ouderen, te hoge waarden te zien.*

*Bij enkelen werd in het voorjaar een te lage vitamine C waarde in het bloed gevonden.*

### Summary

*The digestibility in vitro of starch in potato-powder was compared with that in potato-flakes. The latter appeared to be better to digest.*

*In cooked brown beans the enzymatical digestibility in vitro of starch was good. In man only a very small increase of blood glucose and  $\alpha$ -aminoacid nitrogen was observed after the consumption of brown beans. Moreover an increased excretion of volatile fatty acids in the faeces was found, pointing at fermentation which could not be caused by the crude cellulose. An extractable flatulence-stimulating fraction could not be proved to exist in pulses.*

*Research of the nutritional status was primarily concentrated on overfeeding. In this connection the body composition was estimated by anthropometrical methods and measurement of specific gravity of the body with the aid of underwater weighing.*

*Determination of serum cholesterol and lipids showed undesirably high values, especially in the older experimental persons.*

*In spring some low vitamin C values in blood were found.*

### Inleiding

Enige jaren geleden werd onder de titel „Voedingsonderzoek ten behoeve van de Nederlandse krijgsmacht” een overzicht gepubliceerd van de werkzaamheden welke door de Voedingsorganisatie TNO ten behoeve van de RVO-TNO werden verricht [1]. Het voedingsonderzoek voor de Krijgsmacht geschiedt nl. niet door de RVO zelf maar door de zusterorganisatie, de VO. Het contact wordt gevormd door de Voedings Contact Commissie RVO-TNO, gepresideerd door de voorzitter van de RVO, waarin het CIVO de VO vertegenwoordigt en waarin verder vertegenwoordigers van de KL, de KLu en de KM zitting hebben.

Hoewel het onderzoek aanvankelijk hoofdzakelijk betrekking had op de voeding en de voedingstoestand van krijgsmachtspersoneel, is het nadien de richting uitgegaan van de ontwikkeling en verbetering van levensmiddelen voor de veldtrantsoenen. De laatste paar jaar werd eveneens aandacht besteed aan de verteerbaarheid van enige zetmeelrijke voedingsmiddelen terwijl het onderzoek naar

de voeding en voedingstoestand van het krijgsmachtspersoneel opnieuw ter hand werd genomen. In dit artikel wordt aan deze laatste onderzoekingen enige aandacht besteed.

### Enzymatische verteerbaarheid van enige zetmeelrijke voedingsmiddelen

Bij de landmacht is aardappelpureepoeder in gebruik. Dit produkt geniet de voorkeur boven droge aardappelpuree in vlokvorm, wegens de grotere pakkingsdichtheid. Er bestaat een groot verschil in de bereidingswijze van beide produkten. Het poeder wordt namelijk gemaakt door middel van een zogenaamd add back-procédé. Hierbij wordt de verse aardappelpuree gemengd met reeds gedroogd poeder, waardoor een massa ontstaat met gereduceerd vochtgehalte. Dit mengsel wordt door het droogapparaat geleid, waarna een deel van het eindprodukt wordt teruggevoerd om door de verse puree te worden gemengd.

Door middel van verteringsproeven in vitro werd geconstateerd, dat de enzymatische verteerbaarheid van het aardappelzetmeel door het langzaam drogen en opnieuw bevochtigen nadelig wordt beïnvloed. Bij de bereiding van aardappelpuree in vlokform daarentegen wordt verse aardappelpuree in korte tijd op een hete wals gedroogd. Door dit enkelvoudig droogproces wordt het aardappelzetmeel zelfs nog iets beter verteerbaar, waarschijnlijk doordat het zetmeel op de wals nog iets gaarder wordt gekookt [2, 3]. Onder bepaalde omstandigheden kan het nuttigen van een grote hoeveelheid aardappelpuree gemaakt van poeder, bij personen die daarvoor gevoelig zijn, aanleiding geven tot lichte verteringsbezwaren.

Een andere groep van voedingsmiddelen, die bekend staat om de onaangename nevenverschijnselen na het nuttigen van een maaltijd, wordt gevormd door de peulvruchten. Het zetmeel van gaargekookte verse bruine bonen blijkt echter redelijk goed enzymatisch verteerbaar te zijn. Bij de mens ziet men evenwel nauwelijks een oploop van bloedglucose en serum- $\alpha$ -aminozuur stikstof na peulvruchtenconsumptie. Dit zou er op wijzen dat het zetmeel of heel langzaam, of slecht verteerd wordt. Het betrof hier slechts enkele oriënterende proeven [5, 6]. Amerikaanse onderzoekers menen uit gekookte peulvruchten een met verdunde alcohol extraheerbare flatulentie bevorderende verbinding te kunnen afzonderen. Bij biologische proeven op het instituut bleek ons echter niets van zulk een extraheerbare verbinding. De verhoogde uitscheiding van vluchtige vetzuren in de feces van proefpersonen na consumptie van peulvruchten wees echter op gistingsverschijnselen van onverteerd gebleven koolhydraten in de dikke darm bij de mens [4]. Door berekening komt men namelijk bij droge peulvruchten tot een percentage van 15 tot 20% aan onverteerbare koolhydraten, terwijl het chemisch bepaalde ruwe celstofgehalte slechts 2% bedraagt. Dit bracht ons er toe om een enzymatische bepaling uit te werken voor het percentage aan onverteerbare bestanddelen van voedingsmiddelen.

### Voedingstoestand

De onderzoeken over de voeding en voedingstoestand van het krijgsmacht personeel zijn vooral gericht op de vraag of er sprake is van overvoeding van dit personeel. Een aantal militaire artsen maakt zich zorgen over mogelijke overvoeding in het leger. De voeding wordt steeds overvloediger en vetrijker. Vooral de grote consumptie van kantineartikelen draagt hiertoe bij. Dit zou nog gecompenseerd kunnen worden door grotere li-

chamelijke activiteit, maar deze wordt juist steeds minder.

In de eerste plaats willen wij concrete gegevens verzamelen die een antwoord op bovenstaande vraag kunnen geven. Door onderzoek van de lichaamssamenstelling wordt nagegaan of de hoeveelheid lichaamsvet groter is dan wordt aanbevolen. Dit geschiedt of door het meten van een groot aantal lichaamsmaten dan wel — exacter — door het bepalen van het soortelijk gewicht van het lichaam door onder water wegen.

Een andere benaderingswijze is via de chemische bepaling van lipiden en cholesterol in het bloed. Bij de kleine groepen die tot nu toe zijn onderzocht is wel gebleken dat bij oudere militairen en jongere beroepsmilitairen die reeds enige jaren in dienst zijn, deze waarden bedenkelijk hoog liggen. Belangrijke gegevens levert ook het voedingsonderzoek op: door enquête wordt getracht een beeld te krijgen van de hoeveelheid voedingsmiddelen die per dag wordt geconsumeerd. Hieruit is gebleken dat inderdaad de kantineartikelen een ongewenst groot deel van de totale voeding uitmaken.

Tenslotte heeft de ascorbinezuur-(vitamine C)-voorziening van de krijgsmacht ons weer bezig gehouden. Jaren geleden is gebleken dat er in het voorjaar een aantal lage vitamine-C-waarden in het bloed voorkwamen. Sedertdien zijn verschillende veranderingen in de voeding aangebracht. Deze hebben echter niet kunnen verhinderen dat wederom in het voorjaar van 1971 lage vitamine-C-waarden in het bloed werden gevonden.

Al deze onderzoeken vonden nog bij veel te weinig personen plaats om een goed inzicht te verkrijgen. Zij dienen dus nog te worden voortgezet.

### Literatuur

- [1] E. W. Hellendoorn: Voedingsonderzoek ten behoeve van de Nederlandse krijgsmacht. TNO-Nieuws 24 (1969) nr. 1, 20-26; Conserva 17 (1968/69) nr. 7, 173-178.
- [2] E. W. Hellendoorn, M. van den Top & J. E. M. van der Weide: Digestibility in vitro of dry mashed potato products. J. Sci. Fd. Agric. 21 (Febr. 1970) 71-75.
- [3] E. W. Hellendoorn: Aspects of retrogradation in some dehydrated starch containing precooked food products. Stärke 23 (1971) 63-67.
- [4] E. W. Hellendoorn: Intestinal effects following ingestion of beans. Food Technol. 23 (June 1969) 87-92.
- [5] R. Luyken: Bloedsuikerstijging na consumptie van aardappelen, gedroogde aardappelprodukten en bruine bonen. Rapport R 3216, CIVO-TNO, 1970.
- [6] R. Luyken et al.: De stijging van proline en  $\alpha$ -aminozuurstikstof in serum bij de mens na nuttigen van verschillende eiwitbronnen. Rapport R 3384, CIVO-TNO, 1971.

# TNO-PUBLIKATIES

## Technisch Physische Dienst TNO-TH

J. C. TUKKER: *De trillingbestrijding*. Polytechnisch Tijdschrift, 26 (1971), nr. 25 (blzn 51-55).

Voor het bereiken van een aanvaardbaar akoestisch klimaat in de Medische Faculteit Rotterdam zijn vele voorzieningen getroffen.

Uit dit artikel, waarin slechts enkele van deze voorzieningen zijn besproken, blijkt dat de trillingwerende maatregelen slechts vrij eenvoudige voorzieningen eisten om effectief werkzaam te zijn.

J. BUITEN: *Prevention of noise and vibration annoyance aboard a sea-going passenger and car-ferry equipped with diesel engines*.

Part II. Measures applied and comparison of computed values with measurements.

Ned. Scheepsstudiecentrum TNO, report nr. 140 S, February 1972.

For the construction of a new passenger and car-ferry with diesel engine propulsion, the requirements from the point of view of comfort were that noise and vibration should not be worse than aboard a quiet ship equipped with steam turbine engines. Report 139 S emphasized the philosophy behind the calculations, starting from certain given main data and requirements. In this second report the acoustical measures applied are described and in addition the results of the measurements of noise and vibration taken aboard during the trials and first crossing are presented. Comparison of the computed (predicted) values with the data of the measurements show differences that in general can be accepted.

Dr. ir. L. A. FONTIJN: *An electron exposure system for recording and printing*.

Proefschrift ter verkrijging van de graad van Doctor in de Technische Wetenschappen aan de TH-D. 27 maart 1972.

Aandacht wordt gegeven aan de apparatuur voor het met elektronen belichten van fotoresist en fotografische film, die in principe kan worden toegepast bij grafische technieken. De belichtingsmethode berust op de elektronenoptische afbeelding van beeldelementen, die in grootte en vorm afzonderlijk worden bepaald zonder de stroomdichtheid te beïnvloeden.

Een rastercombinatie wordt eveneens aangegeven, alsmede de elektronengevoeligheid van diverse fotoresists en fotografische films. De verschijnselen behorende bij de elektronen-indringing in materie, de resultaten met elektronengraven en de mogelijkheden met licht-optische belichting zijn nader beschreven.

Mme L. WALTER LEVY, J. PERROTEY,\*) Drs. J. W. VISSER: *Sur les systèmes cristallins des oxalates et des chorooxalates de magnésium*.

Bulletin de la Société Chimique de France, 1971 nr. 3 (blzn 757-761).

\*) Laboratoire de chimie minérale de la Faculté des Sciences de Caen, Esplanade de la Paix, 14-Caen.

Les sels  $MgCl_2$ ,  $MgC_2O_4$ ,  $10H_2O$ ,  $MgCl_2$ ,  $MgC_2O_4$ ,  $8H_2O$ ,  $MgC_2O_4$ ,  $2H_2O$  et  $MgC_2O_4$  ont été préparés et leurs mailles élémentaires ont été déterminées. La structure du sel anhydre est vraisemblablement lacunaire, celle du dihydrate fraîchement préparé présente des défauts d'empilement.

WD

## Organisch Chemisch Instituut TNO

B. C. PANT and J. G. NOLTES: *Cleavage reactions of the lead-carbon bond. II. The reaction of tetraorganolead compounds with 1-chloro-1, 2, 3-benzotriazole*.

J. Organometal. Chem., 36 (1972) 293-296  
Publ. 346

H. A. MEINEMA and J. G. NOLTES: *Investigations on organoantimony compounds. VI. Preparation and properties of thermally stable dialkylantimony (V) compounds of the types  $R_2Sb(OR')_3$ ,  $R_2Sb(OA)_3$  and  $R_2Sb(O)OH$*

J. Organometal. Chem. 36 (1972) 313-322  
Publ. 373

H. A. MEINEMA, A. MACKOR and J. G. NOLTES: *Investigations on organoantimony compounds. VII. The stereochemistry of (acetylacetonato) organoantimony (V) compounds,  $R_nSbCl_{4-n}(Acac)$  ( $n = 1-4$ )*

J. Organometal. Chem., 37 (1972) 285-295  
Publ. 376

H. M. DEKHUIJZEN and J. C. OVEREEM: *Cytokinin activity of  $N^6$ ,  $O^2$ -dibutyryl cyclic amp and  $N^6$ -butyryladenine*

Phytochemistry, 1972, Vol. 11, 1669-1672  
Publ. 380

H. A. MEINEMA and J. G. NOLTES: *Investigations on organoantimony compounds. VIII. Geometric isomerism in hexacoordinate diphenyl- and 2,2'-biphenyleneantimony (V)  $\beta$ -diketonates*

J. Organometal. Chem., 37 (1972) C31-C34 (Preliminary communication)  
Publ. 387

G. J. M. VAN DER KERK: *Systemic Fungicides. New solutions and new problems*

Proc. 6th Br. Insectic. Fungic. Conf. (1971) 791-802  
Publ. 389

A. KAARS SIJPESTEIJN: *Biochemische achtergronden van de natuurlijke resistentie van planten tegen schimmelmziekten*

Vakbl. Biol. 6, 52 (1972), 110-116  
Publ. 401

G. J. M. VAN DER KERK: *Organotin compounds*.

Conference on tin consumption, London: 13-17 March, 1972.

Tin Research Institute, London, 1972  
Publ. 402

WD

## Instituut voor Graan, Meel en Brood TNO

M. E. REINDERS and G. R. van BASTELAERE: *Die Suche nach optimalen Bedingungen für das Verpressen von Mischfutterpellets*.

Die Mühle 108 (9) 111-113 (1971) Teil I

Die Mühle 108 (10) 135-137 (1971) Teil II

Duitse versie van de publikatie van dezelfde auteurs:

„Het zoeken naar de optimum condities voor het persen van mengvoederpellets.”

De Molenaar 73: 820-834 en 852-856 (1970)

In dit artikel wordt de vraag aan de orde gesteld hoe men de persomstandigheden moet kiezen om een hoge uurproductie bij het persen van mengvoerders te verkrijgen, gepaard aan een optimale kwaliteit van de pellets. Gaat men de factoren na, die hierop invloed kunnen hebben, dan komen de temperatuur en het vochtgehalte van het meel als belangrijkste naar voren. Dit werd duidelijk bevestigd gevonden bij een systematisch opgezette proefenserie, waarbij zeugenmeel onder gevarieerde proefomstandigheden tot pellets werd geperst. Tabellen en grafieken worden gegeven voor (a) de invloed van de componenten van een meelmengsel op de uurproductie en de slijtvastheid van de pellets, (b) de invloed van temperatuur en vochtgehalte op de uurproductie en de slijtvastheid, (c) het verband tussen temperatuur en uurproductie, (d) het verband tussen temperatuur en vochtgehalte van de pellet, (e) de invloed van de pellettemperatuur en het vochtgehalte op de specifieke produktie, (f) het verband tussen vochtgehalte en afslijtingspercentage, (g) het verband tussen specifieke produktie, vochtgehalte, pellettemperatuur en afslijtingspercentage. Bij het zeugenmeel waarmee de proeven werden uitgevoerd, leidde een temperatuur van 65 °C en een vochtgehalte van 15,5% van het meel tot de beste resultaten.

G. H. ARNOLD, E. K. MEPPÉLINK en K. DILZ.  
*Stikstofbemesting van granen.*  
Stikstof 6 (67) 279-287 (1971)

De bemoedigende resultaten van de in 1969 genomen proef voor de produktie van wintertarwe met verbeterde bakkwaliteit hadden tot gevolg, dat in 1970 dezelfde groep tarwetelers met in totaal ongeveer 160 ha Manellatarwe besloot op de ingeslagen weg voort te gaan. Vóór het schieten werd de tarwe met 2 liter chloormequat per ha bespoten. Naast de normale praktijkgift in het voorjaar werd bij het uitkomen van het laatste blad 50 kg N per ha toegediend.

Op 18 van de 23 ter begeleiding van dit projekt aangelegde proefvelden werd door de overbemesting een duidelijke opbrengstverhoging verkregen. Gemiddeld over alle proefvelden was deze verhoging 260 kg korrel per ha, hetgeen reeds voldoende is om de gemaakte kosten voor chloormequatbespuiting en overbemesting te compenseren.

Het eiwitgehalte van de korrel steeg door de overbemesting gemiddeld van 11,4 tot 12,7 procent, terwijl de sedimentatiewaarde van 21 tot 26 opliep. Deze laatste stijging is nog onvoldoende om — volgens de in Frankrijk en Duitsland gehanteerde normen — de geproduceerde Manella-tarwe in een hogere kwaliteitsklasse te kunnen plaatsen. Een ander ras zou hierin mogelijk verbetering kunnen brengen.

Uit bakproeven bleek, dat de overbemesting heeft geresulteerd in een belangrijke stijging in broodvolume en overige broodeigenschappen, mits voldoende meelverbetermiddel werd toegevoegd. Als meelverbetermiddel bleek zowel ascorbinezuur als kaliumbromaat te voldoen.

Dank zij de hoge opbrengsten van gemiddeld ongeveer 5500 kg per ha (17% vocht) kon een partij van ruim 850 ton tarwe ingezameld worden. Uit bakproeven

bleek dat deze partij, evenals in 1969, een voor Nederlandse tarwe goede bakkwaliteit bezat.

G. J. DOEKES: *Beter tarwe-eiwit, betere broodbloem.*

Aangeboden voor de rubriek TNO-Informatie van:

Bakkerswereld 31 (28) 11, 13 (11-3-1971)

Het Bakkersvakblad 30 (12) 23-25 (18-3-1971)

De Christelijke Bakkerspatroon 42 (12) 23-25 (18-3-1971)

De Katholieke Bakker 38 (12) 23-25 (18-3-1971)

Herinnerd wordt aan het bekende feit dat de bakkwaliteit van tarwe vooral berust op het eiwitgehalte van het graan en de geardeheid van het eiwit. Betoogd wordt dat het van belang is de samenstelling van het tarwe-eiwit te onderzoeken. Een der methoden hiertoe is elektroforese, waarmee de eiwitcomponenten kunnen worden gescheiden; hierdoor is het mogelijk, bij tarwerassen verschillen in eiwitsamenstelling waar te nemen, met name in het gliadine (een bestanddeel van gluten, dat ongeveer 80% van het eiwit uitmaakt en van groot belang is voor broodbereiding). Een en ander wordt met voorbeelden toegelicht.

A. GRAVELAND: *Modification of the lipoxigenase reaction by wheat glutenin.*

Proefschrift, Utrecht 28-4-1971.

Het doel van het in dit proefschrift beschreven onderzoek was inzicht te verkrijgen in de lipoxigenasereactie in tarwebloem/water suspensies en degen van tarwebloem.

Lipoxigenase oxydeert van de lipidecomponenten die in tarwebloem voorkomen alleen linolzuur, linoleenzuur, glycerol-1-monolinolaat en glycerol-1-monolinoleaat. In vrije toestand vormt het lipoxigenase uit linolzuur twee isomere hydroperoxyden, die in de hier gebruikte systemen gedeeltelijk gereduceerd worden tot overeenkomstige monohydroxy-zuren.

Door adsorptie aan de gluteninefractie wordt de lipoxigenasereactie gemodificeerd waardoor uitsluitend twee isomere hydroxy-epoxyzuren worden gevormd, afhankelijk van het milieu tot overeenkomstige trihydroxyzuren worden gehydrolyseerd.

De reactie vindt niet plaats indien van voorgevormd linolzuurhydroperoxyde wordt uitgegaan. Is echter aan het systeem cis, cis-linolzuur toegevoegd en bovendien moleculaire zuurstof uitgesloten, dan vindt de reactie wel plaats. Dit heeft geleid tot de veronderstelling dat de vorming van hydroxy-epoxyzuur stamt uit het peroxy-radicaal. Dit peroxy-radicaal wordt onder de beschreven reactiecondities uit hydroperoxyde gevormd door abstractie van een waterstof-radicaal uit de hydroperoxyde groep door middel van een linolzuur-radicaal.

Vooralsnog was niet uit te maken of deze verandering in het reactieverloop het gevolg was van een veranderde tertiaire structuur van de lipoxigenase in geadsorbeerde toestand, dan wel veroorzaakt werd doordat glutenine actief participeert b.v. door SS/SH uitwisselingsreacties met het enzym.

B. BELDEROK en E. K. MEPPÉLINK: *Is verbouw van „Kwaliteits-tarwe” in Nederland mogelijk?*

Het Bakkersvakblad 30 (35) 4 (26-8-1971)

De Christelijke Bakkerspatroon 42 (35) 4 (26-8-1971)

Katholieke Bakker 39 (35) 4 (26-8-1971)

De Banketbakkerij  
De Meelpost  
De Molenaar 74 (35) 948, 950 (1971)  
Bakkerswereld 32 (2) 33, 35 (9-9 1971)

Onder de huidige omstandigheden is de teelt van „kwaliteitstarwe” in Nederland (nog) niet lonend, omdat (a) de hiervoor geschikte rassen niet beschikbaar zijn en (b) er onvoldoende mogelijkheden zijn voor het maken van verzamelpartijen.

Toch heeft het streven naar verbetering van de kwaliteit van de Nederlandse tarwe wel degelijk zin: een dergelijke tarwe zal betere afzetmogelijkheden hebben, waardoor de positie van onze tarwe op de markt sterker wordt. Anderzijds dient rekening te worden gehouden met de invoering in de EEG van een classificatieschaal voor tarwe met een indeling in enige kwaliteitsklassen.

A. H. BLOKSMA: *Internationaal Congres in Wenen*.  
Bakkerswereld 31 (51) 17 (19-8-1971)  
Banketbakkerij  
Bakkersvakblad 30 (34) 4 (19-8-1971)  
Christelijke Bakkerspatroon 42 (34) 4 (19-8-1971)  
Katholieke Bakker 39 (34) 4 (19-8-1971)  
Voedingsmiddelentechnologie  
Meelpost  
Bakkerij 78 (34) 3-4 (20-8-1971)

Verslag van de vergaderingen van de International Association for Cereal Chemistry van 24 mei tot 2 juni. De bijeenkomsten begonnen met een ééndaags symposium over de bereiding van bakprodukten uit andere melen dan tarwe. Daarop volgde een symposium over de standaardisering van de bakproef. De Technische Commissie besprak gedurende twee dagen de voortgang van de werkzaamheden in de 30 werkgroepen. Het bestuur vergaderde. Tot slot was er een tweedaagse bijeenkomst van de werkgroep, waarin documentatiecentra op graangebied samenwerken.

A. H. BLOKSMA: *Rheology and chemistry of dough*.  
Wheat, Chemistry and Technology; Chapter 11. Y. Pomeranz, Editor. AACC Monograph III, 2nd. ed., St. Paul (Minn.), USA, 1971

Samenvatting hoofdstuk AACC-Monografie  
Uitvoerig overzicht over de reologie van deeg. Deze wordt besproken tegen de achtergrond van de functie van deeg als tussenprodukt bij de bereiding van brood uit tarwe. Getracht wordt, de waargenomen reologische eigenschappen te verklaren aan de hand van de samenstelling en structuur van deeg. Oxydatie-reductie-reacties en hun invloed op de reologische eigenschappen van deeg krijgen veel aandacht. Tekst, figuren en tabellen 47 pagina's; 329 literatuurplaatsen.

D. de RUITER: *Summary of an inquiry on work done in the field of composite flours in general, and on the work of the Institute for Cereals, Flour and Bread TNO in particular*.

Verslag van een internationale enquête gehouden begin 1971 t.b.v. Werkgroep 32 „Composite Flours” van I.C.C.

Voordracht van het verslag gehouden 23 mei 1971 te Wenen op het Symposium van de werkgroep 32.

De ICC-werkgroep Composite Flours heeft een enquête gehouden om te inventariseren wat er over de hele we-

reld gedaan is op het gebied van de verwerking van niet-tarwe-melen tot brood en andere bakprodukten en deegwaren. Een overzicht wordt gegeven van de antwoorden. Gevraagd is o.a. naar de onderzochte grondstoffen, de aard der produkten die ervan gemaakt werden, de technologie v.d. bereiding, onopgeloste problemen. Verder wordt een overzicht gegeven van het werk dat aan het IGMB/TNO gedaan is op dit gebied.

G. H. ARNOLD, E. K. HEPPELINK en K. DILZ: *Verslag van het project Verbouw van „Kwaliteitstarwe”. Proefnemingen in Groningen 1969, 1970, 1971*.  
Uitg. Stichting Ned. Graan-Centrum, Wageningen 1972, 67 pp.

Het project beoogt een gezamenlijke produktie van grote uniforme partijen tarwe met verbeterde bakkwaliteit, te verkrijgen door teelt met een bepaald stikstofbemestingschema. Het praktijkproject wordt begeleid door onderzoekingen van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid en het IGMB/TNO. De Groninger akkerbouwers zijn in de afgelopen drie jaren in de opzet geslaagd en er is zowel voor de telers als de collecterende handel veel waardevolle ervaring opgedaan. Er zijn opbrengstverhogingen en verhoging van het korreleiwitgehalte bereikt. De bakkwaliteit werd verbeterd. De landbouwkundige en financiële aspecten worden uitvoerig besproken.

C. SMAK: *Broodbereiding in Nederland*.  
Voedingsmiddelentechnologie 3 (8) 32-35 (1972)

(Voordracht gehouden op Symposium Brood van de Ned. Ver. v. Voedingsleer en Levensm. technol., Hilversum). De in ons land gangbare wijze van broodbereiding wordt geschetst aan de hand van de bereiding van onze meest geproduceerde broodsoort. Er wordt op gewezen hoe in het verleden en in recente tijd bepaalde maatschappelijke ontwikkelingen de broodbereiding hebben beïnvloed. Besproken worden verder de in de naaste toekomst te verwachten ontwikkelingen, problemen van produktie en distributie, verpakking, en oudbakken worden van brood.

F. BOTHMA: *De betekenis van het brood in de Nederlandse voeding*.  
Voeding 33 (2) 63-75 (1972)

(Voordracht op Symposium Brood van de Ned. Ver. v. Voedingsleer en Levensm. technol., Hilversum). De bijdrage van het brood in de Nederlandse voeding wordt hier globaal berekend door, uitgaande van de samenstelling van het brood en de consumptiecijfers, voor elk der nutriënten de hoeveelheid te berekenen die er per hoofd per jaar van opgenomen wordt. Deze cijfers worden daarna bekeken tegen de achtergrond van de totale voeding. Teneinde de reikwijdte van verschuivingen in het consumptiepatroon te peilen, wordt de bijdrage van het brood berekend voor de denkbeeldige gevallen dat de totale broodconsumptie in de vorm van wit brood dan wel geheel als bruin brood zou worden genuttigd. Ook een kwantitatieve verschuiving van de consumptie naar een grens van enerzijds 50% brood minder, anderzijds 100% meer, wordt berekend. De consequenties van dergelijke verschuivingen in het keuzepatroon der broodsoorten en de broodconsumptie ten opzichte van de totale voeding worden besproken.

**Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek**

J. M. M. VAN BAKEL EN J. J. A. KERSTENS: *Top wilting in asparagus*.  
Neth. J. Pl. Path. 77 (1971) 55-59  
Mededeling no. 582

Wilting and dying off of young shoots of the „second flush” of asparagus are typical symptoms of one of the soil-borne diseases of this crop. Fungi could not be isolated from these shoots. A positive correlation was found between an increase of the pF-value of the soil and the occurrence of „topwilting”.

J. W. SEINHORST: *The structure of the glandular part of the esophagus of tylenchydae*.  
Nematologica 17 (1971) 431-443  
Mededeling no. 584 en 583

The glandular part of the esophagus of tylenchids in which it is said to overlap the intestine differs from that of species having a glandular bulb in one or more of the following respects: ventral shift of the esophageal lumen to a position between the subventral glands, lateral shift of this lumen to a position between the dorsal and one subventral gland, forward displacement of the esophago-intestinal junction and elongation of the subventral glands or of the dorsal gland. The ventral shift of the esophageal lumen occurs, for example, in *Rotylenchus*, *Hoplolaimus*, *Radopholus* and *Nacobus*; the lateral shift together with elongation of the subventral glands, in *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Heterodera* and *Meloidogyne*; the lateral shift together with elongation of the dorsal gland, in *Telotylenchus*, *Trichotylenchus*, *Morulaimus*, *Belonolaimus* and *Aphasmatylenchus*. The latter genera are closely related to certain genera with a glandular bulb.

J. W. SEINHORST: *On the genera Trichotylenchus and Telotylenchus*.  
Nematologica 17 (1971) 413-416  
Mededeling no. 583 en 584

*The genera Trichotylenchus* Whitesead and *Telotylenchus* Siddiqi are redefined to accommodate species with an asymmetrical esophagus but no elongated dorsal esophageal gland. The species *Tylenchorhynchus uliginosus* Siddiqi, *T. papyrus* Siddiqi, *T. palustris* Mernay & Germani and *T. bifascians* Andrassy are transferred to *Trichotylenchus*.

J. W. SEINHORST EN H. DEN OUDEN: *The relation between density of heterodera rostochiensis and growth and yield of two potato varieties*.  
Nematologica 17 (1971) 347-369  
Mededeling no. 585

The potato variety „Multa” was more tolerant to attack by *Heterodera rostochiensis* than several other varieties

in two field experiments. The results of a pot experiment with the varieties „Multa” and „Libertas” suggest that attack by this nematode reduces plant weight in two ways: at medium to high densities there is a reduction of the rate of growth of the roots associated with necrosis of root tips caused by the penetration of second stage larvae and at lower densities because of the development of giant cells. At high nematode densities the first cause of damage checked the growth of the plants almost entirely in the first weeks after planting and also kept tuber yield low. The second type of damage only resulted in a small reduction of the yield. In both varieties, when grown at a low nitrogen fertilizer level, haulms were considerably longer and also a little heavier finally at high than at low nematode densities. This suggests growth stimulation. However, the relation between nematode density and plant weight, as found in the experiments, could be explained without having recourse to this hypothesis, by assuming that the invasion necrosis retarded the development of the plants and delayed the moment tuber information began but did not influence the growth of the tubers. The development of the plants was thereby shifted partly to a period with longer days and higher temperatures resulting in taller plants. Tolerance limits were 1.5 eggs per g of soil for „Libertas” at low nitrogen fertilizer level and 6 eggs per g of soil for „Multa” at the same fertilizer level. Minimum yields of „Libertas” and „Multa” were 10% and 30% of the maximum yields respectively.

J. W. SEINHORST EN K. KUNIYASU: *Interaction of pratylenchus penetrans and fusarium oxysporum forma pisi race 2 and of rotylenchus uniformis and F. oxysporum F. pisi race 1 on peas*.  
Nematologica 17 (1971) 444-452  
Mededeling no. 586

Wilting of peas, var. „Rondo”, caused by *Fusarium oxysporum* forma *pisi* race 2 was enhanced by *Pratylenchus penetrans* attack at an initial density of this nematode of about 500 or more nematodes per 500 g soil. Some wilting occurred in the absence of the nematode but none at any nematode density in the absence of the fungus. *P. penetrans* alone possibly reduced stem and seed weight at initial densities exceeding 20,000 nematodes per 500 g soil. *P. penetrans* + *Fusarium* did not reduce stem weight but reduced seed weight below that which occurred at smaller initial densities at about 500 and more nematodes per 500 g soil. Seed weight in pots with *P. penetrans* + *Fusarium* at 0 to 500 nematodes per 500 g soil was about 80% of that at the same nematode densities in pots without *Fusarium*.

The presence of the fungus probably reduced the rate of multiplication of *P. penetrans* at all initial densities of this nematode. Rates of multiplication at high initial densities indicate that the attack by the nematodes reduced the quantity of food available to them by damaging the roots. This damage was not reflected in the weight of the above-ground parts of the plants. At low initial densities the rate of multiplication of the nematode was reduced because of underpopulation.

The rate of multiplication of *Rotylenchus uniformis* on pea (var. „Rondo”) was increased by the presence of *F. oxysporum* forma *pisi* race 1.



**NEDERL. GEREEDSCHAPPEN FABRIEK N.V.  
HOOGVEEN**

Alle speciaal- en precisiewerk, als:  
SNIJ-, TREK- EN BUIGSTEMPELS, PERS- EN SPUIT-  
MATHRIJZEN, BOOR-, FRAIS- EN KEURMALLEN, KLEINE  
MACHINES, MACHINEDELEN, INSTRUMENTEN, ETC.

## Boekbesprekingen

„Proceedings of the 2-nd International Symposium on Condition and Meat Quality of Pigs”, gehouden op het Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek „Schoonoord” Zeist, 22-24 maart 1971

Uitgave: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 1971

Het Engelstalige boek (328 pagina's) bevat 44 bijdragen die op dezelfde wijze als tijdens het symposium zijn gerangschikt in 4 hoofdstukken:

1. Spierstofwisseling
2. Bedwelming
3. Transport
4. Vers vlees en vleesprodukten

Ieder hoofdstuk eindigt met een discussie, terwijl het boek besloten wordt met de „slot-conclusies”. Verder is een lijst met auteurs en een trefwoorden-register aanwezig.

Aangezien het onderwerp van het symposium, vleeskwaliteit en stressgevoeligheid, binnen nauwe grenzen vastgelegd was, kon uitvoerig ingegaan worden op de nieuwste stand van het onderzoek bij verschillende, in hoofdzaak, Europese onderzoekinstellingen. Hierbij werd ook nog niet volledig afgesloten onderzoek gepubliceerd, terwijl men eveneens kennis kon nemen van de richting van het onderzoek van de instituten en de problematiek van het vleeskwaliteitsonderzoek in de verschillende landen.

Drs. P. G. v. d. Wal

PROF. IR. L. H. DE LANGEN: *Het besturen van een onderneming.*

Uitg. Wolters Noordhoff N.V. Groningen 1971. Prijs f 36,—.

Het komt slechts zelden voor dat docenten op het gebied van leiding en organisatie in het bedrijfsleven over eigen ervaring beschikken in het leiden van een onderneming. De auteur van dit boek beschikt juist in ruime mate over deze ervaring. Hij heeft deze opgedaan in rangen onder die van directeur, als commissaris boven directies staande en tenslotte als directeur van de AKU. Daardoor is zijn boek een belangrijke praktische aanvulling geworden van de vele theoretische beschouwingen die over dit onderwerp reeds bestaan. De auteur is uitgegaan van de college stof die hij gebruikte als hoogleraar te Groningen; het is hem daarbij niet geheel gelukt de herinnering aan het gesproken woord uit te wisselen met de levendigheid van de tekst ten goede komt. Mede door het gebruik van vele praktijkvoorbeelden is het boek ook voor de geïnteresseerde leek uitermate boeiend.

De lezer wordt uitvoerig voorgelicht over de taken van commissarissen en directie en de onderlinge verhouding tussen beiden. Aandacht wordt geschonken aan de nieuwe wetgeving en de invloed daarvan op de onderneming. Afzonderlijke beschouwingen zijn gewijd aan de communicatie binnen de onderneming, het investeringsbeleid en de strategie van de onderneming. Tenslotte, wie zich vaak heeft geërgerd aan vele nutteloze of inefficiënte vergaderingen zal ook daarvoor een praktische leidraad aantreffen.

## „Boek”-bespreking en . . . aansporing

Het jaar 1972 is, zoals bekend mag worden geacht, door Unesco tot jaar van het boek verheven; boek in de ruime zin van tijdschriften, etc. inclusief. Met dit gegeven voor ogen vraag ik aandacht voor vier dingen: een rubriek van een internationaal tijdschrift, een Duits mededelingenblad en twee woordenboeken.

**Babel**, te raadplegen in de bibliotheek van de Technische Hogeschool te Delft, is het tijdschrift van de Fédération Internationale des Traducteurs. Deze federatie is de door Unesco geïnspireerde overkoepeling van landelijke vertalersgenootschappen. In dit tijdschrift worden volgens realistische criteria technisch-wetenschappelijke woordenboeken beoordeeld, in een speciale rubriek.

**Plus und Minus** is een gestencilde uitgave van de uitgeverij Bruckner te Wiesbaden, onder redactie van Dr. A. Kucera. In dit blad worden (soms zeer uitvoerige) recensies op technisch-wetenschappelijke terminologielijsten en woordenboeken, met duidelijke vermelding van „man en paard”, opgenomen.

**Universeel technisch woordenboek** is een nieuwe naam; voorheen heette deze uitgave van Kluwer het viertalig technisch woordenboek van Ten Bosch. Het deel Engels-Nederlands verscheen in 1971. Titelblad en voorwoord maken duidelijk dat een nieuwe koers wordt gevaren. Zo luidt het redactioneel correspondentie-adres: Lexicografisch Instituut Schuurmans Stekhoven, Werkgroep Engels, Den Haag. Het boek is bedoeld voor de taalgieden GB, US respectievelijk B, NL en ZA; uit deze, o.a. van auto-nummerplaten bekende afkortingen, blijkt het streven naar universaliteit ten aanzien van het, via verschillende „soorten” Engels en Nederlands te bestrijken, grote gebied van allerlei vakterminologie.

In 1971, met op het titelblad 1972, verscheen de tweede (geheel herziene en uitgebreide) editie van de **German-English dictionary** van Dr. K. Wildhagen en Dr. W. Hérancourt. Hoewel dit boek niet „technisch” of „wetenschappelijk” in zijn naam vermeldt, is het wel degelijk een goede extra bron voor de Engelse (en Duitse) termen op diverse gebieden van toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek.

Natuurlijk verzoeken de samenstellers van de vier hierboven genoemde hulpmiddelen bij de communicatie de hulp van deskundigen; bij voorkeur in de vorm van aanvulling en correctie door hun lezers. Deze vermelding, mijnerzijds, zal een aansporing tot dit soort sportieve medewerking mogen inhouden; zeker in 1972, Unesco's jaar van het boek, tijdschrift, etc.

J. B. A. Nijssen

**BREKEN,  
MALEN, ZEVEN,  
WINDZIFTEN,  
DROGEN  
EN MENGEN**

Onze huizen stellen  
hun installaties  
beschikbaar voor  
het nemen van proeven!

**CHEMAVOX**  
AGENTUUR EN  
COMMISSIEHANDEL

Regentesselaan 1,  
Postbus 4008, Rijswijk (Z.H.)  
telefoon 070-90 41 44\*  
telex 32296

*Diepvriezen in de brood- en banketbakkerij.*  
Instituut voor Graan, Meel en Brood TNO.  
N.V. Uitgeversmaatschappij Agon Elsevier. 2e druk  
f 19,75.

Dat de belangstelling voor het diepvriezen in de Nederlandse bakkerij nog steeds toeneemt blijkt wel uit het feit dat van dit in 1965 verschenen boek een 2e druk noodzakelijk werd. Dit gaf de samenstellers tevens de mogelijkheid de tekst aan te passen aan de jongste ontwikkelingen op technisch en technologisch gebied. De indeling is overigens gelijk gebleven. In het eerste deel wordt aan de hand van praktijkvoorbeelden besproken waarom men in verschillende bedrijven tot diepvriezen overgaat. Daarbij wordt in enkele hoofdstukken informatie gegeven over het proces en de installaties. In het tweede deel worden voor de voornaamste bakkerijproducten aanwijzingen gegeven over de beste wijze van invriezen, bewaren en ontdooien.

*Schutzanstrich von Stahlkonstruktionen in der Industrie*  
Richtlinien und Technische Vorschriften des Vereins Deutscher Eisenschüttenleute, der Arbeitsgemeinschaft Industriebau und des Deutschen Normen Ausschusses. Curt, R., Vincentz Verlag, Hannover, 1971; 87 blz.; DM 10.—

Een aantal door verschillende groepen uitgegeven voorschriften, normbladen en richtlijnen, die in de D.B.R. bestaan op het gebied van verflagen, zijn in dit boekje op overzichtelijke wijze gebundeld. De verschillende bedrijfsafdelingen en bedrijfsdiensten (Planning, constructie; bouwafdeling, inkoop, controle, korrosietechnici, etc.) kunnen in een tabel aflezen welke bladen van belang zijn voor een goede uitvoering van hun taak.

De in de richtlijnen besproken onderwerpen betreffen o.m. vorm en uitvoering van staalkonstrukties in verband met de noodzaak en de mogelijkheid van het aanbrengen van verflagen (SEB 104.222-68); de in de verschillende omstandigheden vereiste voorbehandelingen en mogelijke verfbedekkingen (AGI-K 20) met verwijzingen naar DIN-normbladen op dit terrein; uitvoering van de voorbehandeling (SEB 104.210-68); richtlijnen voor controle bij afname en uitvoering; etc.

Het is voor belanghebbenden gemakkelijk, dat deze verzameling voorschriften in een boekje is bijeengebracht, vooral voor het verrichten van verfwerk en het uitvoeren van bestellingen.

Dr. J. W. Boon

HERBERT H. UHLIG: *Corrosion and Corrosion control*; 2e editie (1971).

Uitgever John Wiley Sons Inc. Prijs £ 7.—

Van het bekende studieboek van H. Uhlig, eveneens samensteller van het vermaarde „Corrosion Handboek”, is thans een tweede uitgave verschenen. Vergelijking van de nieuwe uitgave met de vorige (1965) geeft dezelfde zorgvuldige uitvoering te zien, terwijl tevens blijkt dat het boek is bijgewerkt ten aanzien van meer recente ontwikkelingen bij de verklaring van corrosieverschijnselen en corrosiebestrijding. Zo is bijvoorbeeld een gedeelte opgenomen betreffende nieuwe inzichten ten aanzien van spanningscorrosie en putvormige aantasting (zgn. pitting) van roestvaste staalsoorten, waarbij evenwel wordt voorbijgegaan aan de resultaten van recente in Duitsland verrichte onderzoeken.

Ondanks de kleine tekortkomingen, waaraan een werk als het onderhavige moeilijk kan ontkomen, blijft deze inleiding in de corrosiewetenschap en techniek een van de boeken die niet mogen ontbreken op de boekenplank van diegenen die bij hun werk of studie met corrosieproblemen worden geconfronteerd.

B. H. Wijngaard

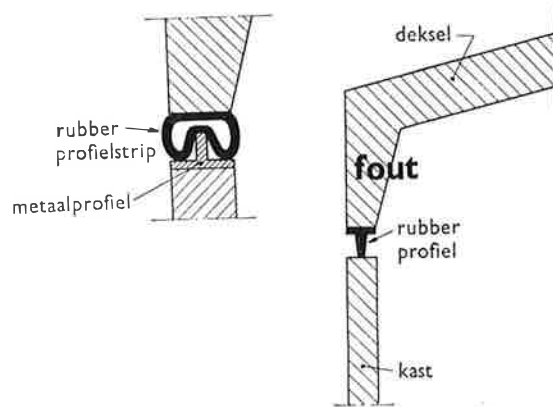
*Richtlijnen voor de bestrijding van industrieel lawaai*  
bedoeld voor: Ontwerp-bureaus, Technische diensten, Geneeskundige diensten, Veiligheidsinspecties, Inkoopafdelingen.

Industrieel lawaai vermindert de verstaanbaarheid, belemmert de arbeidsconcentratie en kan doofheid veroorzaken. Stuk voor stuk redenen om te zorgen dat overmatig geluid afkomstig van werktuigen en machines waar mogelijk wordt vermeden of beperkt.

Hoe dit kan worden bereikt wordt in de onlangs verschenen richtlijnen van de Studiecommissie inzake Bestrijding van Geluidhinder uiteengezet. Aan de hand van een negentigtal figuren worden goede en foute situaties gesignaleerd en de in aanmerking komende maatregelen beschreven, volgens onderstaand voorbeeld.

Hoewel getalwaarden omtrent het te bereiken effect buiten het bestek van deze uitgave vallen, vindt men daarin toch een beknopte beschouwing over geluidmeting en -beoordeling, zulks tot beter begrip van de behandelde stof.

Ten behoeve van inkoop- en onderhoudsafdelingen wordt ook een aantal algemeen preventieve maatregelen genoemd en tenslotte wordt aandacht geschonken aan nut en bezwaren van gehoorbeschermingsmiddelen. De opzettelijk laag gehouden prijs van het boekje bedraagt f 4,75 inclusief BTW en verzendkosten. Bestellingen — in Nederland uitsluitend per giro (no. 99889 ten name van de Gezondheidsorganisatie TNO) — worden uitgevoerd na ontvangst van het bedrag voor het gewenste aantal exemplaren.



#### *Inkasten lawaaibron*

*Bij het inbouwen van apparatuur moet gelet worden op de hermetische sluiting van b.v. de deksels.*

*Een lichte goedsluitende deur heeft meer effect dan een zware deur met kieren.*

*Let op het sleutelgat en de onderdorpel.*

*De afsluiting volgens de rechter figuur is vrijwel altijd onvolledig (kieren).*

*Met de constructie volgens de linker figuur wordt met behulp van het metaalprofiel een hermetische afsluiting verkregen.*



# BERICHTEN

## Directie Metaalinstituut TNO

Per 1 september 1972 is benoemd tot directeur van het Metaalinstituut TNO Dr. Ir. F. E. van Wely, adjunct-directeur van de Nijverheidsorganisatie TNO voor de ontwikkeling van vrij speurwerk.

Tot die datum zal Dr. H. H. Mooij, algemeen directeur van de Nijverheidsorganisatie TNO, als waarnemend directeur blijven fungeren.

□

## TNO en de ontwikkelingslanden

Op het Victoriameer vaart onder Tanzaniaanse vlag de Mdiria, een verbouwde garnalenhekkotter met een Tanzaniaanse bemanning en een TNO-schipper. Dit schip waarborgt de aanvoer van vis voor het experimentele visverwerkingsstation Nyegezi te Mwanza in Tanzania, waar een TNO-team samen met hun Tanzaniaanse kollega's onder meer de mogelijkheden onderzoekt tot vestiging van een industrie voor viseiwit-concentraat.

In Manilla, Filippijnen, funktioneert een aan de Universiteit verbonden Institute for Small Scale Industries. Aan het tot stand brengen van dit instituut werd door TNO gedurende een drietal jaren medewerking verleend.

In Bogotà, Colombia, werkt een proefbakkerij aan de ontwikkeling en marketing van nieuwe broodtypen, waarbij gebruik wordt gemaakt van lokaal beschikbare goedkope grondstoffen, zoals cassavemeel en sojameel. Dit project werd door TNO voorbereid in Nederland, en nu werken TNO-technici samen met Colombiaanse bakkers aan de voortgang ervan. In Damman en Jeddah, Saudi Arabia, zijn sinds enkele jaren keuringsdiensten van waren operationeel, die technisch en organisatorisch worden begeleid door TNO-experts. Door dit project is een begin gemaakt met een effectieve voedingsmiddelencontrole in het woestijnland, en ook hier heeft opleiding van nationale technici op elk niveau een hoge prioriteit.

Het bovenstaande is een bloemlezing van projecten in ontwikkelingslanden, waarbij TNO geheel of grotendeels verantwoordelijk is, of is geweest, voor de technische realisatie van hulpprogramma's, die in het kader van bilaterale hulp of via internationale organisaties werden geëntameerd. Verzoeken tot technische participatie van TNO zijn gekomen van de Directie Technische Hulpverlening van het (Nederlandse) Ministerie van Buitenlandse Zaken, de Organisatie van Amerikaanse Staten, de Voedsel en Landbouw Organisatie van de United Nations (FAO) en andere. In het algemeen prefereert TNO die vormen van samenwerking, waarbij de experts in dienst blijven van de organisatie en als team door middel van een overeenkomst ter beschikking worden gesteld. In de loop der jaren zijn echter ook talrijke experts aan internationale organisaties „uitgeleend”. In voorkomende gevallen voert TNO de projecten uit in samenwerking met Nederlandse industrieën of Nederlandse ingenieursbureaus.

Een ander aspect van TNO-deelneming aan technische hulpverlening wordt gevormd door de opleiding van technici uit ontwikkelingslanden in Nederland, zowel individueel als cursorisch. Het is in de praktijk gebleken dat deze vorm van kennisoverdracht niet gemist kan worden naast advisering en training in de projecten ter plaatse.

Wanneer de voortekenen niet bedriegen, zullen de geschetste werkzaamheden van TNO in de komende jaren een sterke uitbreiding ondergaan. Regering en parlement zijn overtuigd van het nut en de noodzaak van ontwikkelingshulp, en de „Nationale Raad van Advies inzake hulp aan minder ontwikkelde landen” heeft de regering geadviseerd over dit onderwerp een beginselverklaring in de Grondwet op te nemen. Waar de hulpverlening feitelijk en straks formeel gezien wordt als een zaak van algemeen belang volgt uit de aard en doelstellingen der Organisatie TNO dat participatie niet incidenteel, maar structureel moet worden gezien.

Teneinde de participatie aan hulpprogramma's op de meest doelmatige wijze te realiseren heeft TNO onlangs enige organisatorische maatregelen getroffen. Opgericht is de (interne) *Commissie TNO voor Technische Assistentie bij Hulpverlening aan Ontwikkelingslanden*<sup>1)</sup> die gepresideerd wordt door Ir. J. van Mameren, die tevens voorzitter is van de Voedingsorganisatie TNO<sup>1)</sup>. De belangrijkste taak van deze beleidscommissie is de richtlijnen aan te geven hoe de kennis en kunde, alsmede het instrumentarium, die bij TNO aanwezig zijn kunnen worden gebruikt voor de deelneming aan ontwikkelingsprojecten.

Ter inventarisatie van het bij TNO aanwezige relevante potentieel, alsmede ter voorbereiding en coördinatie van de deelneming van TNO aan ontwikkelingsprojecten is tegelijkertijd ingesteld het Bureau Internationale Projecten TNO, onder directie van Drs. J. C. Gerritsen<sup>2)</sup>.

1) Adres van de Commissie: Juliana van Stolberglaan 148, Postbus 297, 's-Gravenhage. Telefoon 070-814481.

2) Adres van het Bureau: Koningin Marialaan 21, Postbus 778, 's-Gravenhage. Telefoon 070-814481.

## JESSE ELECTRO-APPARATEN- EN TRANSFORMATORENFABRIEK

- transformatoren tot 300 kVA - 100 kV
- complete voedingsapp. en gestabiliseerde gelijkrichters
- isolatie- en kabelmeetapparaten
- AEG seleen- siliciumcellen en thyristoren ●
- direct uit voorraad, 24 uur service ●

LEIDEN - VERVERSTRAAT 8 - 01710 - 2 03 80

De aldus geformaliseerde en georganiseerde technische deelneming van TNO aan ontwikkelingsprojecten kan in beginsel de volgende kenmerken dragen:

- technische voorbereiding en begeleiding van projecten in Nederland;
- adviezen aan regeringen van ontwikkelingslanden over de mogelijkheden van de uitvoering van projecten en de opzet van research;
- uitzending van individuele experts of van teams, waarbij het element van kennisoverdracht ter plaatse essentieel is;
- training van technici en wetenschappers uit ontwikkelingslanden, individueel of cursorisch in Nederland.

In de aanvang van dit overzicht werden een viertal lopende projecten genoemd. Een tweetal in de afgelopen jaren uitgevoerde studies moge hier volgen:

- In 1968 heeft TNO voor Marokko de opzet ontworpen van een keten koel- en vrieshuizen door het gehele land, voor opslag van bederfelijke levensmiddelen zoals groente, fruit, vlees en vis.
- In 1969 heeft TNO aan de Braziliaanse regering een uitgebreid advies uitgebracht over de wijze waarop de industriële research in dat land zou kunnen worden georganiseerd.

Enkele nieuwe, in voorbereiding zijnde of lopende projecten zijn:

- Onderzoekingen over de voorbereiding van sisal voor Tanzania.
- Onderzoek over de bereiding van instant koffie voor Oeganda.
- Studie over het oprichten van slachthuizen voor Indonesië.
- Organisatie van een cursus „Fish preservation” voor technici uit ontwikkelingslanden in Nederland.

TNO

### 7e Internationale elektrowarmtecongres

Het 7e Internationale elektrowarmtecongres zal van 18 t/m 22 september 1972 in het Paleis voor Cultuur en Wetenschap te Warschau worden gehouden. Dit congres wordt door de Union Internationale d'Electrothermie (UIE) in samenwerking met het Poolse comité voor elektrowarmte georganiseerd.

Vroegere congressen op dit gebied vonden plaats in 1936 en 1947 te Scheveningen, in 1953 te Parijs, in 1959 te Stresa, in 1963 te Wiesbaden en in 1968 te Brighton. De internationale elektrowarmtecongressen bieden fabrikanten en gebruikers van elektrische ovens of verwarmingsinstallaties, vertegenwoordigers van elektriciteitsbedrijven en wetenschap de mogelijkheid ervaringen uit te wisselen en kennis te nemen van de jongste ontwikkelingen op dit gebied.

Op genoemd congres zal bijzondere aandacht worden geschonken aan de nieuwe verwarmingsmethoden en hun toepassingen in de moderne technologie, de economische aspecten en de toekomstmogelijkheden van de elektrowarmte.

In totaal zullen ca. 140 rapporten worden behandeld, die daartoe in de volgende 8 secties zijn onderverdeeld:

1. reductie-, raffinage- en smeltprocessen;
2. verwarming en warmtebehandeling van metalen;
3. verwarming en warmtebehandeling van niet metallische materialen;
4. ovenconstructies en elementen;
5. automatische regeling van elektrowarmteprocessen;
6. onderzoekingen en berekeningen;
7. economische en energietechnische problemen;
8. ruimteverwarming en klimatisering.

Tijdens de plenaire en de werksittingen zal gebruik kunnen worden gemaakt van de drie officiële talen van de UIE (Duits, Engels en Frans) maar ook van Pools. Voor een simultaan vertaling in de drie andere talen zal worden gezorgd. Elke deelnemer aan het congres zal van te voren preprints van de te behandelen rapporten ontvangen. Na het congres zal een congresverslag worden uitgegeven waarin de behandelde rapporten en verslagen van de discussies zullen worden opgenomen. Tijdens het congres zal een tentoonstelling van tijdschriften en boeken alsmede apparatuur op het gebied van de elektrowarmte worden gehouden. Bovendien zullen verschillende films op dit gebied worden getoond.

De deelnemingskosten voor dit congres bedragen \$ 95,— per persoon, indien deze vóór 15 augustus 1972 zijn overgemaakt. Na die datum \$ 105,—. Het congresverslag kost \$ 85,— resp. \$ 90,—, indien genoemde datum in acht wordt genomen.

Uitvoeriger gegevens over dit congres en over de deelneming daaraan kunnen bij de Stichting NIVÉE, Utrechtseweg 310 te Arnhem, telefoon (085) 457057 worden ingewonnen.

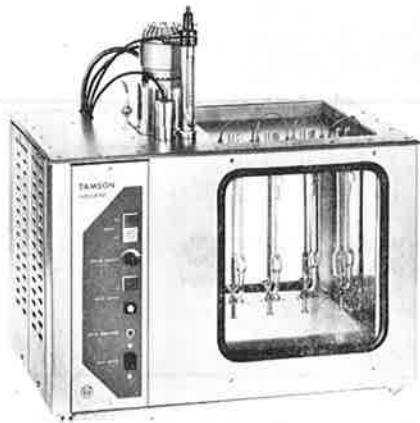
#### *Voorzitterschap Nijverheidsorganisatie TNO*

Prof. Ir. H. W. Slotboom heeft de wens te kennen gegeven ultimo 1972 af te treden als voorzitter van de Nijverheidsorganisatie TNO.

Bij Koninklijk Besluit van 2 juni 1972, no. 38, is benoemd tot lid van het bestuur van de Nijverheidsorganisatie drs. F. Lagerwey, thans directeur van N.V. Philips-Duphar. Het bestuur van de N.O. is voornemens de heer Lagerwey tot voorzitter te kiezen.

**THERMOSTAATBADEN  
VISCOSIMETERBADEN  
THERMOMETER-IJKBADEN  
RONDPOMP THERMOSTATEN  
MET ZUIG- EN PERSPOMP**

kontaktloze elektronische schakeling  
zeer grote temperatuurnauwkeurigheid



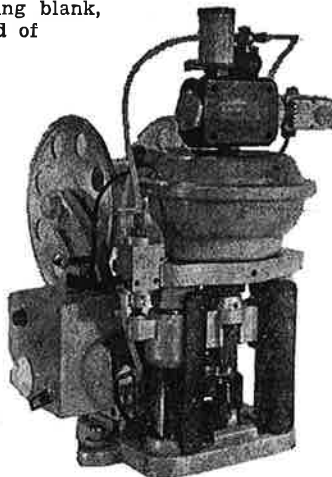
**TAMSON**

ZOETERMEER - TELEFOON 01790-4141

**LOUPOT draadverbinders**

kabelschoenen, clips, soldeerpennen enz. los of  
aan band inclusief volautomatische plaatsings-  
machine ook voor kleine series.

Uitvoering: messing blank,  
vertind, verzilverd of  
verguld



**Zeva**

machines, gereedschappen  
en materialen voor de  
vervaardiging van  
elektronische apparatuur

Vijf Eikenweg  
Industrieterrein  
Oosterhout  
Oosterhout (N.Br.)  
tel. 01620-3941\*  
telex 54456

**voor wie onze  
catalogus '72  
nog niet heeft  
ontvangen,**

is de coupon bestemd onderaan deze advertentie.  
Vul hem in en stuur hem op, dan ontvangt u  
per kerende post ons compleet leverings-  
programma in plastics en roestvrijstaal:

**flessen, jerricans, verpakkingen voor eenmalig  
gebruik, dozen en potten, schalen, emmers,  
schenkkannen, lepels en scheppen, pannen, opslag-  
en transportcontainers, idem stapelbaar,  
laboratorium artikelen, medische artikelen,  
trechters, stoppen en kappen voor afdichting en  
bescherming, verbindingstukken, kranen, slang  
en flexibele buis, pompen en hevelapparaten,  
constructiewerk**

Een "naslagwerk" dat u niet mag missen!  
Vul de bon in, doe het nu!

Dorpsstraat 54  
Tel. 02908-1845\*



Postbus 4  
Telex 13381

**emergo bv  
landsmeer**



s.v.p. invullen met blokletters en zenden  
aan Emergo BV, Postbus 4, Landsmeer

Zend mij  
uw catalogus '72

**coupon**

Naam

Adres

t.a.v.

# Geef dat hinderlijke geluid 'n oplawaai!

## geluidsisolatie

trillingdemping  
geluidsabsorptie

**BARYFOL  
SCHALLSCHLUCK**  
Produkten  
voor lawaaibestrijding

Fabrikaat: Dr. A. Stankiewicz GmbH-Celle West-Duitsland.



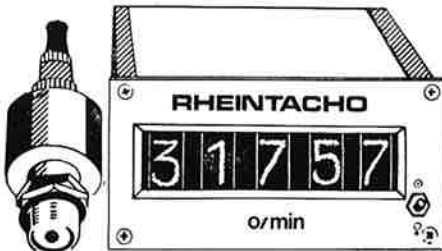
Is het geluidsniveau in uw fabriek, kantoor of boot te hoog?  
Wenst u nadere gegevens? Bel of schrijf dan:



Heybroek & Co's Handelmij N.V.  
Leidsegracht 38-40, Amsterdam  
Telex 11494, Telef. 020 - 24 69 73.  
Postbus 555.

## digitale toerentalaanwijs- installatie

Ons leveringsprogramma omvat:  
precisie handtachometers -  
elektrische afstandtachometer-  
installaties - toerentalschrijvers -  
toerentalschakelrelais.



Vraag vrijblijvend uitvoerige  
dokumentatie en offerte.

tel. 010  
154644



**SCH  
SCH**  
**SCHMEINK N.V.**  
Calandstraat 110 - Schiedam  
Postbus 240 - Telefoon 010-154644

ROESTVRIJ STAAL IN

## BLADEN, STAVEN, PROFIELEN, BUIZEN

(DIKWANDIGE, DUNWANDIGE, CAPILLAIRE)

Wij leveren uit voorraad en/of af fabriek:  
AFD. METALEN: Aluminium, Koper en  
Messing in: bladen, staven, buizen,  
draad, profielen. Lagerbrons, Fosfor-  
brons-blad. Blik en vertinde staalplaat.  
Tin, tinsoldeer, lodenbuis, bladlood. Ge-  
perforeerde ijzeren platen. Bladzink van  
de "Vieille Montagne".  
AFD. KUNSTSTOFFEN: Nylon staf- en  
lagermateriaal.

**N.V. METAALHANDEL**  
**V/H SURIE & LINGEMAN**

BLASIUSSTR. 128-136, POSTBUS 4083, AMSTERDAM, TEL. 020-354511



### ZUURSTOFSPOREN MEETAPPARAAT

## „OSME”

voor het meten van zuurstofsporen in stikstof, waterstof, helium, neon, crypton, argon, xenon en ethyleen. Totaal meetbereik: 0-500 ppm, verdeeld over 3 schalen.

Technisch Handelsbureau

*Thermotex*

Den Haag - tel. 070-391870 - Pr. Hendrikstr. 180-182

Voor instrumenten- en apparatenbouw, laboratorium en industrie (ook plastic industrie)

### grote gietstukken

ook

### enkelvoudige en kleine series

Onze specialiteit:

helder anodiseerbaar aluminium  
magnesium legeringen  
precisie coquille gietwerk in grote series.

### METAALGIETERIJ KABUR B.V.

Aanvragen te richten aan ons kantoor, Toorenveltstraat 26, Oegstgeest, tel. 01710 - 51405.  
Gieterij, Oegstgeesterweg 103 en 196, Rijnsburg, tel. 01718 - 12542.



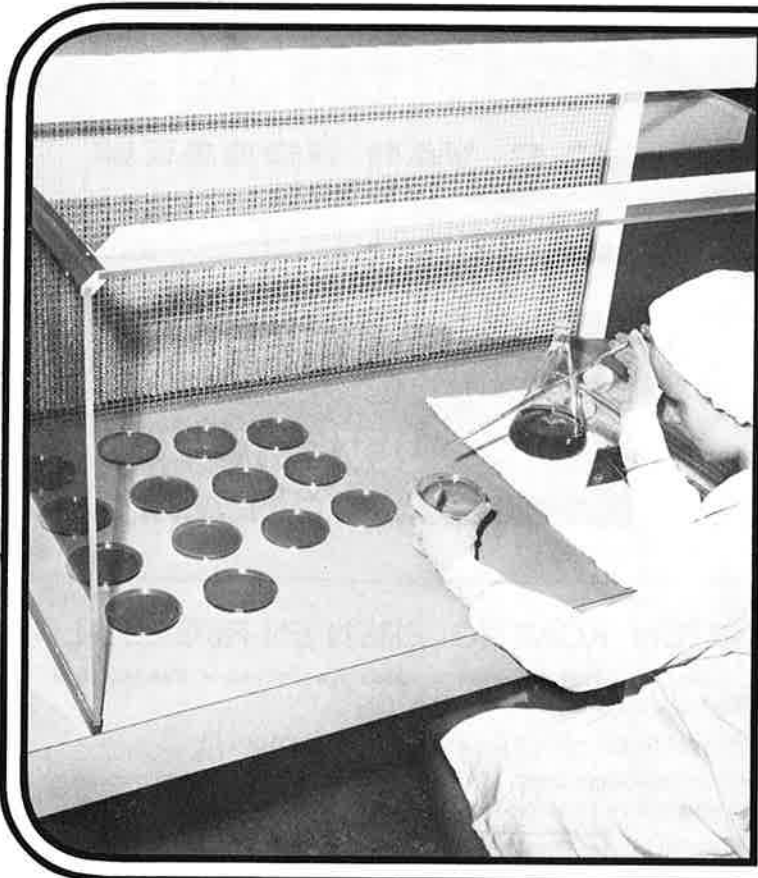
industriële  
instrumentele  
analyse

### QUANTOPACT

de kleine emissie spectrometer met directe aflezing voor de analyse van max. 18 elementen in metalen en „niet-metalen” monsters

APPLIED RESEARCH LABORATORIES N.V. POSTBUS 7719 SCHIPHOL OOST TEL 020-451477

# TNO is er ook voor uw bedrijf



# stofarme werk- banken

De nieuwe Vinitex stofarme werkbank haalt elk stofje uit de lucht. Onverbidlijk. En schept de juiste werkomstandigheden voor b.v. "cleane" montage, het bereiden van steriele geneesmiddelen of microbiologische proeven. De werkruimten worden geventileerd volgens het laminair flow systeem en voldoen geheel aan stofklasse 100. Na aflevering lekttest, snelheidsmeting of deeltjestelling mogelijk. Méér technische informatie geeft onze brochure. Als u ons vandaag belt, hebt u hem omgaand op uw bureau. U bent ook welkom in onze showroom in Den Haag.

**pielkenrood-vinitex n.v.**

Industrieweg 13, Assendelft, tel. 02980 - 8 56 51, telex 13659.

## BEDIENINGSLESSENAARS, PANELEN, INBOUWKASTEN



**MINKELS PLAATWERK** Dr. Abr. Kuyperlaan 16 VEGHEL Tel. 04130-63681 en 67009 Telex 50045



## Shaw Hygrometers

Al 20 jaar het meest verkocht. Voor meting van watergehalten in lucht, gassen en vloeistoffen. Met verschillende elementen: bereik van 1 ppm tot verzadiging. Eenvoudig en snel.

Elementlevensduur: 10 jaar en meer.

Leverbaar met: recorder, alarm, digitaal etc., ook dauwpuntmeter.

Importeur: **CETON-TILBURG\*** Tel. 04250 - 23725  
m.i.v. 26-6-'72 tel. 013 - 423725

\* Gespecialiseerd in vocht-, temperatuur-, meet- en regelapparatuur, programmeerders.



Hoogste precisie, coating welhaast onoverwoestbaar, in tien kleuren, dubbel instelbaar door ingebouwde Ballofix, Kiwa en Giveg garantiemerken.

Importeur: **C. C. VAN ROSSEM**

Postbus 250 - Leiden - Telefoon (01710) 30142

TNO is er ook voor Uw bedrijf



## DIT KUNNEN WIJ VOOR U METEN, KONTROLEREN EN REGELEN:

rook- en stofdichtheid • tijd • temperatuur • poeder- en meeltransporten • aardingsweerstand • filterlekken • stroom en spanning • toerental • stollingstijd

(en als wij het niet in ons programma hebben, maken wij het voor U!)

elektronische meet- en regelapparatuur, tevens ontwikkeling en fabricage volgens specificatie, ook in kleine series en enkel-fabricage.

**MEDIFO NV**

Uw documentatie ligt klaar: Postbus 346, Haarlem - Tel. 023 - 310531