

NL82A0015

INIS-mf--7670

Energieonderzoek Centrum Nederland

jaarverslag 1981

ECN

Bestuur

Ir. G.W. van Stein Callenfels	Voorzitter
Prof. dr. C.M. Braams	Vice-voorzitter
Dr. ir. H.L. Beckers	
Ir. J.P. Campen	
Ir. R. van Erpers Royaards	
Ir. F.H.M. van Eyndhoven	
Dr. R.F. Heyn	
Ir. G. Kardaun	
Ir. W.W. Nijs	
Ir. W.C. Reij	
Dr. E. van Spiegel	
Prof. dr. J. Volger	
Mr. J.J. Westenbrink	

Wetenschappelijke Advies-Raad

Prof. dr. J.J. van Loef	Voorzitter
Dr. ir. M.E.A. Hermans	
Prof. ir. C.J. Hoogendoorn	
Prof. ir. P. Jongenburger	
Prof. ir. J.J.C. van Lier	
Dr. L. Lindner	
Dr. ir. L.J. Revallier	
Prof. dr. H. de Waard	
Prof. dr. H.P.J. Wijn	

Directie

Drs. R.W.R. Dee
Prof. dr. J.A. Goedkoop
Ir. J. Pelsler

Samenstelling op 1 juni 1982

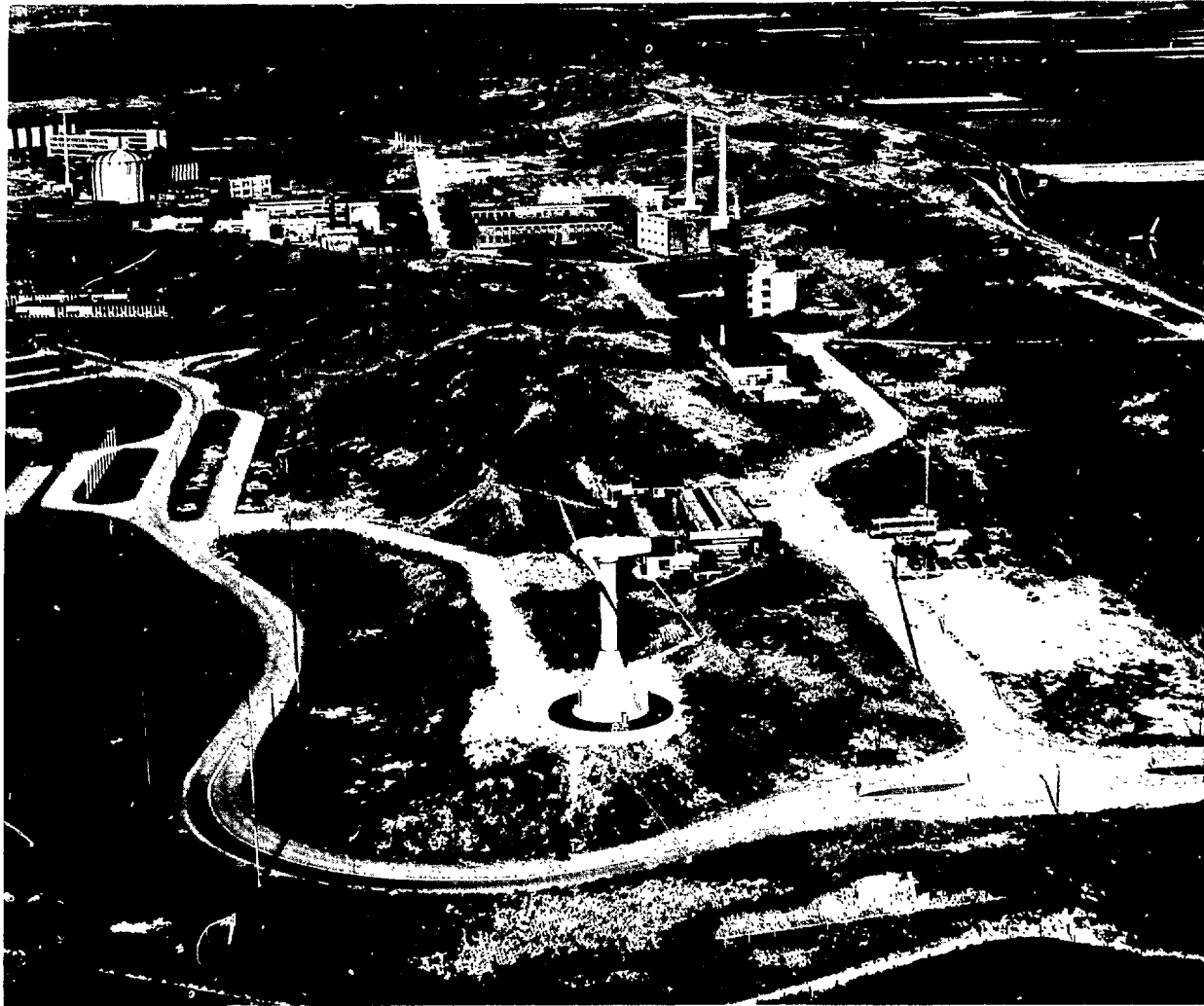
Energieonderzoek Centrum Nederland

jaarverslag 1981

ECN

Inhoud

Voorwoord	5
Inleiding	7
Energie Studie Centrum	8
Kernsplijtingsenergie	12
Kernfusie en supergeleiding	24
Verbrandingsenergie	27
Stromingsenergie	38
Niet-energetische toepassingen van de kernsplijting	42
Bedrijfsvoering van onderzoekreactoren	46
Gezondheidsbescherming	48
Bureau Energie Onderzoek Projecten	49
Rekencentrum	53
Verwerking van radioactieve reststoffen	54
Voorlichting, bibliotheek, documentatie en opleiding	55
Personeel	59
Financieel verslag	61
Accountantsverklaring	73
Publikaties 1981	74
Lijst van afkortingen	84

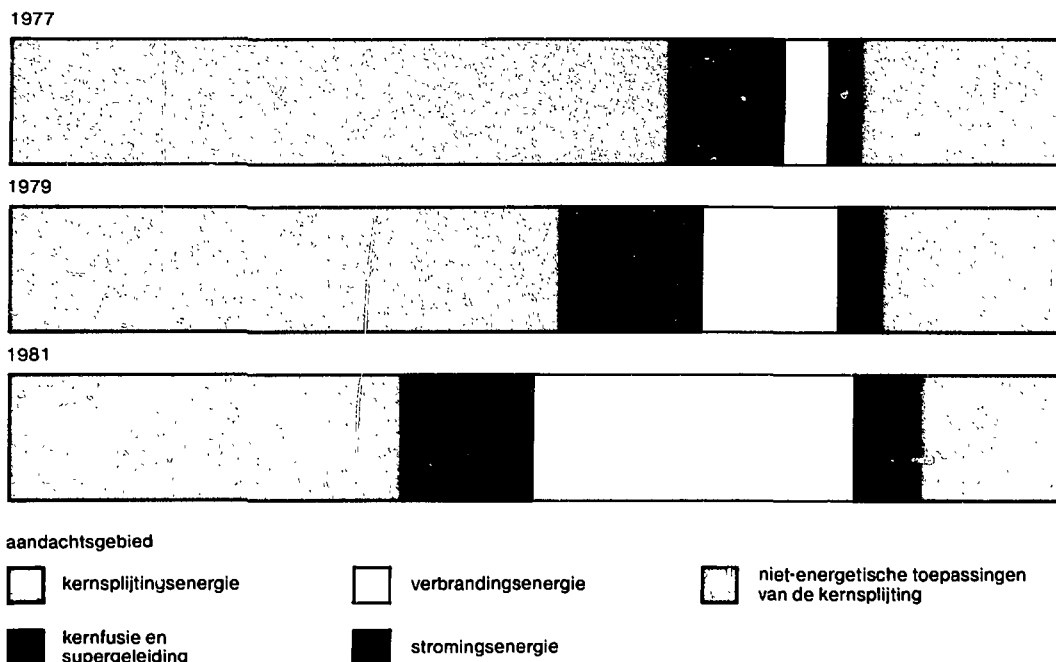


Oostelijk deel van het onderzoekcentrum te Petten met gebouwen van ECN, Byk-Mallinckrodt en het Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek (GCO) van de Europese Gemeenschappen.

Bij de publikatie van dit jaarverslag, dat op 22 april 1982 door het Bestuur is goedgekeurd past allereerst een woord van waardering aan dr. ir. H. Hoog, die halverwege het verslagjaar het voorzitterschap heeft neergelegd. Sinds 1971, het jaar waarin hij tot voorzitter werd benoemd, is de Stichting veranderd van een Reactor Centrum Nederland, dat zich uitsluitend bezighield met de toepassing van kernreacties, tot een instelling die het gehele terrein van de energievoorziening bestrijkt. Aan die ontwikkeling, die op wens van de Overheid werd ingezet, heeft hij zelf belangrijk bijgedragen, speciaal toen bij die herprogrammering het terrein van de verbrandingsenergie werd betreden. Van groot nut voor ECN waren daarbij, behalve zijn werklust en levendige geest, de ervaring en het wereldwijde netwerk van relaties die hij meebracht uit zijn veelzijdige loopbaan in de olie-industrie.

Kort na zijn aftreden is dr. ir. Hoog benoemd tot lid van de Stuurgroep voor de Maatschappelijke Discussie Energiebeleid. Aldus zullen de zojuist genoemde verworvenheden, aangevuld met die van de tien jaar voorzitterschap van ECN, ten goede komen aan een activiteit die, naar men mag hopen, zal bijdragen tot een grotere nuchterheid bij de evaluatie van een aantal facetten van het Nederlands energiebeleid. Gezien de termijnen die gemoeid zijn met onderzoek en ontwikkeling van energiesystemen is immers een grotere consistentie daarin van veel belang voor een zinvolle werkzaamheid van een research- en ontwikkelingscentrum, zoals ECN is.

Die werkzaamheid is, zoals bij beschouwing van dit jaarverslag zal blijken, thans als resultaat van de herprogrammering verdeeld over zeer uiteenlopende gebieden. Oppervlakkig dóórzien zal misschien een indruk van versnippering geven; bij meer gedegen lezing zal echter blijken dat uiteenlopende problemen veelal worden aangepakt met dezelfde methoden en, maar dat komt in het verslag niet tot uiting, ook door dezelfde mensen.



Percentage verdeling van de ECN-inspanning over de aandachtsgebieden van het onderzoek in de jaren 1977, 1979 en 1981.

Voor de richtingsbepaling en de handhaving van de kwaliteit van zijn werk maakt ECN gebruik van talrijke adviezen. Waardering verdienen de deelnemers aan de ook dit jaar weer belegde consultaties over de beleidsvoornemens in de verschillende aandachtsgebieden. In het verslag wordt een belangrijk advies weergegeven van de Wetenschappelijke Advies Raad. Behalve dit en andere adviezen van de WAR hebben Bestuur en Directie ook, voor wat het Energie Studie Centrum betreft, kunnen steunen op de gedachtenwisselingen in en de adviezen van de voor het ESC ingestelde Programmacommissie.

Ten slotte vermeld ik dat op 29 april één der directieleden werd benoemd tot Officier in de Orde van Oranje Nassau. Het Bestuur meent deze onderscheiding mede te mogen opvatten als een terechte blijk van waardering voor de toewijding en inzet van de gehele staf van ECN.

In het eerste jaar van mijn nieuwe functie, ben ik gesterkt in mijn overtuiging dat ECN ook voor de komende jaren een wezenlijke bijdrage zal kunnen leveren in de oplossing van een aantal knelpunten bij de realisering van het energiebeleid in Nederland.

Ir. G.W. van Stein Callenfels
Voorzitter van het Bestuur

Ir. Campen sielt de AFBC-installatie in bedrijf door het plaatsen van een kolencontainer boven de aanvoertransportband.



De verschuiving van de werkzaamheid van ECN naar niet-nucleaire energiesystemen werd in 1981 ook voor de buitenstaander zichtbaar door de inbedrijfstelling van een grote windturbine en, minder opvallend, een steenkoolverbrandingsinstallatie. Het zijn onderdelen van het reeds lang lopende Nationale Onderzoekprogramma Windenergie respectievelijk het Nationale Onderzoekprogramma Kolen in wording.

Het denkbeeld van zulke nationale energieonderzoekprogramma's is ongeveer vijf jaar geleden voortgekomen uit de toenmalige Landelijke Stuurgroep Energie Onderzoek. Daarbij ligt het accent op de zekerstelling van de nationale energievoorziening, een zaak die toen actueel was als gevolg van de eerste oliecrisis. Karakteristiek voor de nationale programma's is hun integrale karakter: zij omvatten voor een bepaald energiesysteem behalve de eigenlijke technologie daarvan ook, voor zover van toepassing, planologische, milieu- en volksgezondheidsaspecten.

Werd vijf jaar geleden het energievraagstuk veelal beschouwd als een zaak voor zichzelf, thans is dat veel minder het geval. De koppeling tussen energieverbruik en werkgelegenheid, evenzo die tussen de ontwikkeling van de nationale economie en het tempo waarin de aardgasvoorraden worden uitgeput, worden thans in wijde kring begrepen. Het energiebeleid wordt nu gezien als een deel van de totale economische politiek en zeker niet meer belangrijker geacht dan bij voorbeeld het industriebeleid.

Als gevolg hiervan wordt door de Overheid bij het energieonderzoek een sterkere nadruk gelegd op het industriepolitieke element. Voor ECN uit zich deze accentverschuiving in een toenemende aandrang werk te verrichten dat kan leiden tot nieuwe ontwikkelingen bij de industrie, dit naast het in de afgelopen jaren sterk gegroeide onderzoek ten behoeve van overheidsinstellingen, zoals die welke belast zijn met het toezicht op veiligheid, volksgezondheid en milieuzorg.

Hoe de verhouding tussen deze verschillende typen werk thans ligt kan worden afgeleid uit de vijf hoofdstukken in dit jaarverslag die aan het eigen onderzoek van ECN zijn gewijd, gerangschikt naar de aandachtsgebieden waarover dat thans is verdeeld. Daar gaat aan vooraf het verslag over de werkzaamheden van het Energie Studie Centrum.

De rapportage over het onderzoek wordt gevolgd door hoofdstukken over die dienstverlenende afdelingen die ook naar buiten optreden. Speciale vermelding verdient daarbij het Bureau Energie Onderzoek Projecten dat in opdracht van de Overheid het beheer voert over een aantal van de eerder genoemde nationale energieonderzoekprogramma's.

Het jaarverslag wordt afgesloten met personele en financiële gegevens en een lijst van publikaties.

Het nationale energiemodel SELPE

De energieproblematiek wordt gekenmerkt door een grote complexiteit, met veel onderling samenhangende beleidsaspecten. Over de ontwikkeling van veel relevante beleidsparementen bestaat grote onzekerheid. Een voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van de energieprijzen. Toch dienen er beleidsbeslissingen te worden genomen en dienen ongewenste ontwikkelingen te worden vermeden. Er bestaat daarom bij de Overheid de behoefte om met behulp van integrale energiescenario's meer inzicht te verwerven in de diverse beleidsmogelijkheden. Een energiemodel is een goed hulpmiddel voor het uitwerken van scenariovarianten. Bij Energie Studie Centrum (ESC) is zulk een integraal energiemodel ontwikkeld: SELPE. Met dit model kunnen beleidsalternatieven worden geanalyseerd en bovendien bepaalde economische en milieugevolgen hiervan worden gekwantificeerd.

SELPE in zijn huidige vorm was begin 1981 operationeel. Begin 1982 zal een uitvoerige beschrijving van het model en de erin opgenomen informatie worden gepubliceerd. SELPE beschrijft de Nederlandse energievoorziening vanaf invoer en winning via vele conversies en via distributie tot en met de eindvraag. De modelvariabelen zijn energiestromen in de vorm van in- en uitvoer van energiedragers en de in- en outputs van energiesystemen (zoals elektriciteitsproductie, warmte/krachtopwekking, kolenvergassing of zonne-energie). Naast bestaande zijn ook een aantal toekomstige energiesystemen in het model opgenomen. Het model werkt door middel van lineaire programmering.

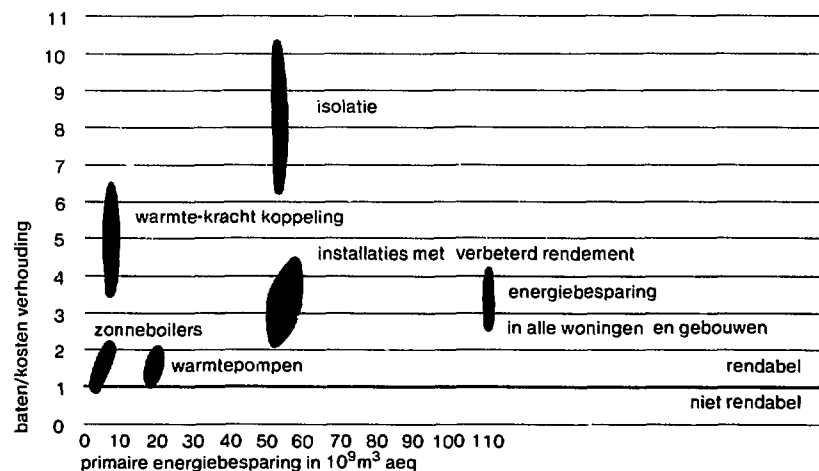
Ten behoeve van het ministerie van Economische Zaken zijn in nauw overleg met het Centraal Plan Bureau (CPB) een aantal modelberekeningen uitgevoerd, gebruik makend van door het ministerie van Economische Zaken opgegeven veronderstellingen ten aanzien van economische uitgangspunten en prijsontwikkelingen voor de komende 20 jaar (het 'ongewijzigd beleidsscenario').

In het kader van de ontwikkeling van SELPE is apart gepubliceerd over de lasten en baten van de Nederlandse elektriciteitsvoorziening. Er is bij het ESC een uitvoerig onderzoek gedaan naar de historische kosten van de energievoorziening en - daarbinnen - dus ook van de elektriciteitsvoorziening.

In genoemde publikatie wordt een gedetailleerd overzicht gegeven van brandstofkosten, kapitaalkosten, overige produktiekosten en distributielasten. Apart wordt stilgestaan bij de kosten van de kerncentrales te Borssele en Dodewaard.

Voor de door het Nederlands Astmafonds op 27 november georganiseerde conferentie 'Energie en CARA' is op de basis van berekeningen met SELPE een bijdrage geleverd in het inzicht in de relatie energie-opwekking/emissies/immissies/optreden van luchtwegaandoeningen. Uitgaande van een betrekkelijk laag energieverbruiksscenario zijn emissieniveaus voor 1990 en 2000 berekend in afhankelijkheid van diverse emissie- verminderende maatregelen.

Baten/kostenverhouding versus primaire energiebesparing voor een aantal energiebesparende technieken in de gebouwde omgeving.



Het internationale energiemodel MARKAL

In het laatste kwartaal van 1981 is een aanvang gemaakt met het project MARKAL. Dit betreft de deelname van Nederland aan de derde fase van het Energy Technology Systems Analysis Project van het International Energy Agency (IEA-ETSAP). Het doel van deze multinationale studie is het leveren van een basis voor de formulering van een gemeenschappelijke IEA-strategie voor onderzoek, ontwikkeling en demonstratie van nieuwe energiesystemen. Met behulp van het lineair programmeringscomputermodel MARKAL worden hiertoe scenario's voor de lange termijn doorgerekend, waarmee de mogelijke rol van nieuwe technieken en energiebronnen in de energievoorziening kan worden geanalyseerd.

Het energieverbruik in de industrie

Om een gefundeerde keus te kunnen maken van industriesectoren waaraan dieptestudies zullen worden gewijd, zijn voor 65 industriesectoren de energiegebruikerscijfers en de economische karakteristieken bijeengezocht. Door het energiegebruik te relateren aan de omzet, de toegevoegde waarde en het aantal werknemers in de sector konden de energie-intensiteiten worden vastgelegd. Het bleek mogelijk, hiermee bepaalde bedrijfstakken nader te detailleren, waardoor de meer energiegevoelige delen duidelijker naar voren komen.

Het ESC is ook betrokken geweest bij het werk van de Werkgroep Inventarisatie Energiegegevens van de Sociaal Economische Raad over de gevoeligheid van bedrijven en sectoren voor de stijgende energiekosten. Hierover voerde het Bureau Krekel, Van der Woerd en Wouterse een omvangrijke studie uit. Het ESC heeft een bijdrage kunnen leveren aan de begeleiding en sturing van de werkzaamheden in een hiertoe ingesteld projectteam en klankbordcommissie. Het hoofd ESC werd eind 1981 benoemd tot adviserend lid van de SER-Commissie Energie. Aan het eind van het jaar werd een begin gemaakt met de voorbereidende werkzaamheden voor een tweejarig project, dat tot doelstelling heeft de gevolgen van het energiebeleid voor investeringen, werkgelegenheid en betalingsbalans te evalueren. Dit project heeft het acroniem SEGES afgeleid uit Sociaal-Economische Gevolgen van Energie Scenario's.

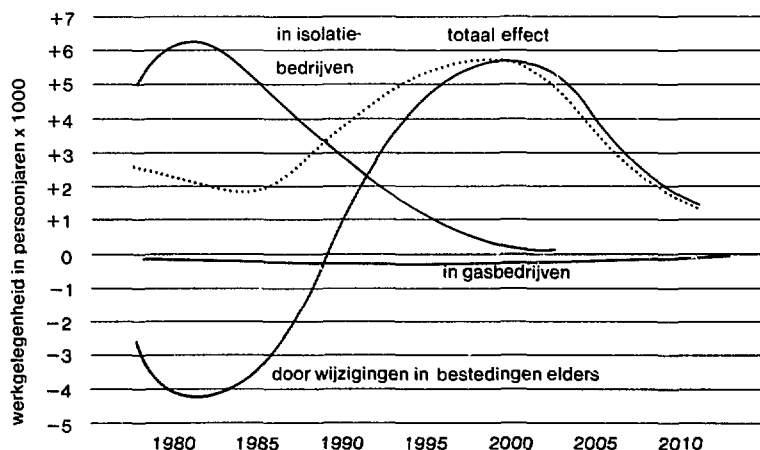
In nauwe samenwerking met medewerkers van het ministerie van Economische Zaken is een studie uitgevoerd omtrent de toekomstige vervanging van stoomketels in het Rijnmondgebied.

Het energieverbruik in de gebouwde omgeving

Met het doel een overzicht te krijgen van de mogelijkheden om in de gebouwde omgeving energie te besparen heeft het ministerie van Economische Zaken aan het ESC en het Centrum voor Energievraagstukken van TNO in 1979 een opdracht verleend tot het verrichten van een vergelijkende studie. Deze studie werd in het verslagjaar voltooid.

In september 1981 verscheen het ESC-rapport 'De werkgelegenheidseffecten van het

Werkgelegenheidseffecten van na-isolatie in de jaren 1980-2010. Zowel de directe als indirecte werkgelegenheidseffecten van het Nationaal Isolatie Programma zijn in aanmerking genomen.



Nationaal Isolatie Programma'. Deze studie wil een eerste bijdrage leveren aan een zorgvuldige analyse van ontwikkelingen op het raakvlak van energiebeleid en werkgelegenheid. Naast de directe en indirecte werkgelegenheidseffecten van het NIP zijn tevens de regionale en kwalitatieve aspecten, alsmede de consequenties op de lange termijn in aanmerking genomen. De gebruikte cijfers zijn gebaseerd op een enquête onder isolatiebedrijven.

Onderzoek naar energiebesparing door gedragsbeïnvloeding

Afgerond is een veldexperiment waarin verschillende methoden werden onderzocht om energiebesparend gedrag te bevorderen. De resultaten zijn neergelegd in het rapport 'Energiebesparing - hoe is het mogelijk? Een sociaal-psychologisch onderzoek naar de bevorderingen van energiebesparing door gedragsbeïnvloeding bij gezinshuishoudingen'. Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met de Rijksuniversiteit Leiden.

De resultaten laten zien dat de gehanteerde methoden effectief kunnen zijn. De effectiviteit neemt toe in de genoemde volgorde. Besparingen kunnen oplopen tot 10 à 15%. De onderzoekresultaten zijn ook in verband gebracht met de houdingen van de respondenten tegenover energiebesparing en het algemenere energievraagstuk.

Ook is - in samenwerking met de RU Leiden - een onderzoek uitgevoerd naar de houdingen van mensen tegenover energiebesparend gedrag. Deze studie welke in opdracht van de Rijksvoorlichtingsdienst geschiedde, had ten doel informatie te leveren ter onderbouwing van een voorlichtingsbeleid over energiebesparing dat ingaat op de specifieke opvattingen en doelgroepen. In het onderzoek werd onder andere ingegaan op meningen, houdingen, sociale normen, intenties en gedragingen. Eerst werd een steekproef gedaan in de regio Leiden (n=300); vervolgens is een landelijk onderzoek uitgevoerd.

De energie-aanbodproblematiek

In opdracht van het ministerie van Economische Zaken is een studie verricht naar de inzetmogelijkheden van steenkool voor de toekomstige energievoorziening van de Nederlandse industrie. Het hoofdrapport 'Kolen als industriële brandstof' behandelt de in te zetten hoeveelheden en de hierbij optredende knelpunten. In de vier bij het hoofdrapport horende deelrapporten wordt achtereenvolgens aandacht besteed aan kolengestookte ketelinstallaties, de bestrijding van zwaveldioxide (SO₂) en stikstofoxiden (NO_x), steenkoolas en ten slotte aan steenkool als grondstof voor de chemische industrie. Dit laatste rapport is opgesteld in samenwerking met het Centrum voor Energievraagstukken van TNO.

In het hoofdrapport is met behulp van gegevens betreffende het energieverbruik in de industrie berekend, welke hoeveelheden steenkool in het jaar 2000 als brandstof kunnen worden ingezet. Hiertoe zijn een negental inzetroutes doorgerekend, waarbij is uitgegaan van een situatie zonder kolenvergassing en voorts van twee varianten waarin is verondersteld dat aardgas voor respectievelijk 25% en 50% door kolengas wordt vervangen. Het aandeel kolengas is arbitrair gekozen; vooralsnog gelden deze percentages slechts als indicatie van de koleninzet bij vergassing. Voor iedere variant zijn de resultaten berekend bij drie verschillende groeipercentages voor het energieverbruik in de industrie voor de periode 1977-2000. Hiervoor zijn de in deel 1 van de Energienota genoemde CPB-groeiprognoses gebruikt, alsmede een groei van één procent per jaar. De groeicijfers voor het lage en hoge CPB-scenario voor de economische groei zijn gemiddeld 2,5% en 4%; overigens is de hoge variant inmiddels niet erg waarschijnlijk meer. De belangrijkste conclusie van het hoofdrapport is dat, tenzij voor een aantal knelpunten oplossingen worden gevonden, directe verbranding van steenkool in de industrie beperkt zal blijven tot 10 à 15% van het industriële energieverbruik in het jaar 2000. Voorts blijkt uit de resultaten dat met name in de gevallen waarin vergassing wordt toegepast de koleninzet aanzienlijk zal kunnen toenemen. Een bijkomend voordeel is dat bij vergassing de gevormde hoeveelheden zwavel- en stikstofoxiden aanzienlijk lager liggen dan bij rechtstreekse verbranding in conventionele ketels van dezelfde hoeveelheid steenkool.

In de loop van het verslagjaar is een aanvang gemaakt met een nieuwe studie, welke voortbouwt op de hierboven omschreven resultaten; de Energie Inzet Studie. Het gaat hierbij om het verkrijgen van meer inzicht op de gevolgen welke substitutie van olie en aardgas zou hebben voor de Nederlandse energiehuishouding, alsmede op de manier waarop substitutie kan plaatsvinden. In overleg met het ministerie van Economische Zaken worden

thans twee onderwerpen bestudeerd, namelijk warmte/krachtkoppeling in de industrie en de regionale vergassing van steenkool.

Het eind 1980 aangevangen onderzoek naar de beleving van risico's van energiesystemen is vervolgd. De ministeries van Volksgezondheid en Milieuhygiëne en van Wetenschapsbeleid stelden een belangrijke subsidie beschikbaar voor de verdere afronding van het werk. Ook de Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid stelde een subsidie beschikbaar. Er hebben twee vooronderzoeken plaatsgevonden. Het ene betrof een kwalitatieve studie, bestaande uit een systematische analyse van circa 20 interviews onder de bevolking. Dit vooronderzoek leverde gegevens op ten behoeve van het hoofdonderzoek dat uit een landelijke enquête zal bestaan. Het andere vooronderzoek betrof vooral de literatuurverkenning en het testen van onderzoekprocedures ter voorbereiding van het deelproject omtrent de reacties van mensen op (voor hen) nieuwe informatie omtrent risico's. In het onderzoek wordt nagegaan hoe mensen de risico's van energietechnologieën beoordelen en waarderen.

De milieu-aspecten van energie

ESC neemt als vertegenwoordiger van Nederland deel aan een project van de OESO dat ten doel heeft een systeem te ontwikkelen om gevolgen en risico's voor het milieu en de gezondheid bij gebruik van verschillende energiedragers met elkaar te kunnen vergelijken. Hiertoe is de energievraag als uitgangspunt gekozen en wordt er gestudeerd per sector (huishoudelijk, industrieel en verkeer en vervoer). De elektriciteitssector wordt vanwege zijn complexe structuur apart onderzocht. Hoofddoel is het systematisch onderbouwen van beleidsvragen en dus het creëren van een snel en duidelijk toegankelijke beschrijving. Dit project - COMPASS genaamd - bevindt zich in de afronding van de eerste fase: de huishoudelijke sector en de elektriciteitsvoorziening.

Ondersteuning met gegevens

Ter ontwikkeling van een relevant en geordend gegevensbestand van systemen voor de productie en het gebruik van energie is het project Data Base gestart. Hierin zijn twee wezenlijke aspecten te onderscheiden namelijk de opzet en uitvoering van het informatiesysteem en het verzamelen, verwerken en beoordelen van de in het systeem op te nemen gegevens en bestanden.

Het totale systeem - ESC DATA BANK geheten - zal in eerste aanleg dienen ter ondersteuning van de diverse bij het ESC in uitvoering zijnde en te nemen projecten. Daarop zal de ontwikkeling worden afgestemd. In tweede aanleg en later in de tijd zal ernaar worden gestreefd derden (NEOM, EZ, REO, AER, etc.) te interesseren en ook voor hun studiewerk een bepaalde ondersteuning aan te bieden.

SIBAS

Op 1 juli 1981 is opgericht SIBAS (Samenwerkende Instellingen ten behoeve van Beleidsanalytische Studies) waarin participeren:

Energieonderzoek Centrum Nederland
Laboratorium voor Grondmechanica
Maritiem Research Instituut Nederland
Nederlands Economisch Instituut
Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
Nederlandse Centrale Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
Waterloopkundig Laboratorium.

Voor ECN onderhoudt ESC de contacten met SIBAS. Het doel van SIBAS is het uitvoeren van beleidsanalytische studies ter ondersteuning van besluitvormingsprocessen. De toenemende complexiteit en verwevenheid van problemen dwingen tot een meer integrale aanpak. Het doel van beleidsanalyse is beleidsvoerders en controlerende instanties als het parlement, maar ook de samenleving als geheel waarbinnen beleidskeuzes gerealiseerd moeten worden, overzichtelijke informatie te geven over alternatieven en hun effecten voordat de beslissing wordt genomen.

Opdrachten worden in SIBAS-verband uitgevoerd door projectteams die worden samengesteld uit het potentieel van de samenwerkende instellingen. Op deze wijze is een bundeling van expertise verkregen, met name op het vlak van de maatschappijwetenschappen.

Op 20 december was het dertig jaar geleden dat voor de eerste maal een kernreactor een significant elektrisch vermogen produceerde. Dit gebeurde met de Amerikaanse EBR 1, een met vloeibaar metaal gekoelde snelle reactor. Sindsdien hebben onderzoekers, ontwerpers en bouwers van snelle reactoren niet stil gezeten. Over enkele jaren zal in Frankrijk een snelle kweekreactor een elektrisch vermogen gaan leveren ruim zesduizend maal zo groot als dat van de EBR 1. In de onlangs verschenen UNIPED-studie over de rol van de snelle kweekreactor in de Europese Gemeenschap wordt er nog eens nadrukkelijk voor gepleit, ondanks de onzekerheid ten aanzien van de toekomstige vraag naar elektriciteit en de beschikbaarheid van uranium voor de gemeenschapslanden, te streven naar de commerciële introductie van snelle reactoren rond het jaar 2000. Daarbij wordt wel het voorbehoud gemaakt dat thermische kernsplijtingsreactoren tot zolang een economisch aantrekkelijke en aanvaardbare rol in de elektriciteitsopwekking blijven spelen.

In ons land is de parlementaire besluitvorming over dit onderwerp opgeschort hangende een 'maatschappelijke' discussie over de toekomstige energievoorziening. Gevolgvend aan een wens van de Tweede Kamer heeft de Overheid daarom het zogenaamde interimprogramma kernenergieonderzoek vastgesteld, waarmee wordt beoogd de periode te overbruggen waarin geen definitieve besluitvorming is te voorzien. Het onderzoek dient derhalve te omvatten datgene wat ten minste noodzakelijk is voor het veilig bedrijf van de bestaande kerncentrales en voor het instandhouden van de kennis nodig voor bouw, bedrijf en veiligheidsbeoordeling van nieuwe kerncentrales.

Watergekoelde reactoren

In het interimprogramma is een aantal concrete aspecten van de thans gangbare vermogensreactoren aangegeven waarover kennis beschikbaar moet zijn. Voor ECN zijn deze onderwerpen niet nieuw. Het lopende onderzoek was reeds in belangrijke mate afgestemd op de behoeften van de Overheid. Toch zal het interimprogramma enige accentverschuivingen met zich meebrengen in de werkzaamheden zoals die in het volgende worden beschreven.

Gebruik van reactorsignalen voor bewaking van kerncentrales

Fluctuatievervalsingen in de kerncentrale Borssele kunnen sinds kort via een nieuwe telefoonverbinding in Petten worden opgenomen en verwerkt. De signalen zijn afkomstig van drukopnemers in het primaire systeem, van neutronendetectors die zowel binnen als buiten de reactorkern zijn geplaatst en voorts van temperatuur- en trillingsopnemers. Het voor dit jaar afgesproken programma, dat zowel periodieke metingen omvat als metingen tijdens de reactorstop- en startprocedure, is in goede samenwerking met PZEM afgewerkt.

Tijdens een symposium in Japan is deelgenomen aan een internationale 'Benchmark'-test. Daarbij zijn ruisopnamen van drie kerncentrales, waaronder Borssele, door 25 verschillende analysegroepen uitgewerkt. Deze ruistechnieken worden ook toegepast bij het ECN-onderzoek op het gebied van windenergie en wervelbedverbranding.

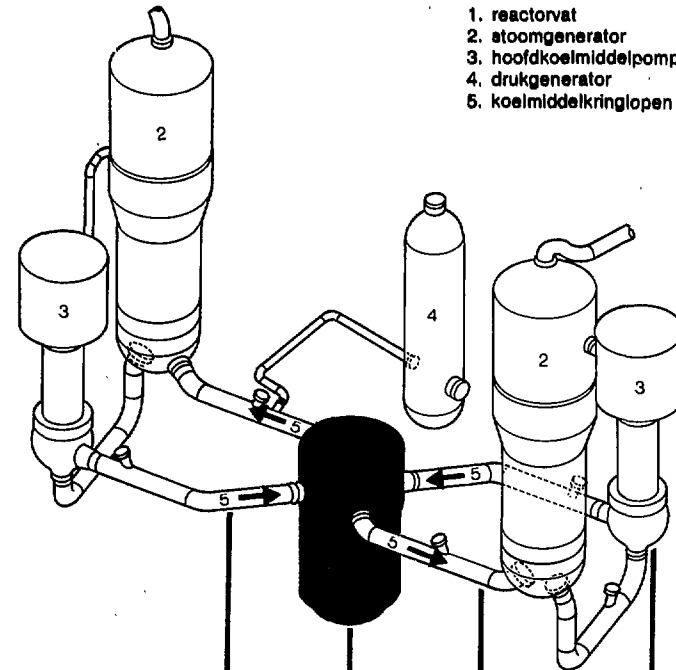
Koelmiddelverlies

Het meeste onderzoek met betrekking tot verlies van koelmiddel uit een kernreactor wordt in internationale samenwerking gedaan. In dit kader komen telkens betere rekenprogramma's beschikbaar die het procesverloop tijdens een dergelijk voorval voorspellen. Onder aanname van een goedwerkend noodkoelsysteem zijn de processen bij grote pijpbreuken nu wel voldoende onderkend en is de integriteit van de splijststofhuls daarbij niet langer in het geding. Eenzelfde tendens is waarneembaar voor de gevolgen van kleine breuken.

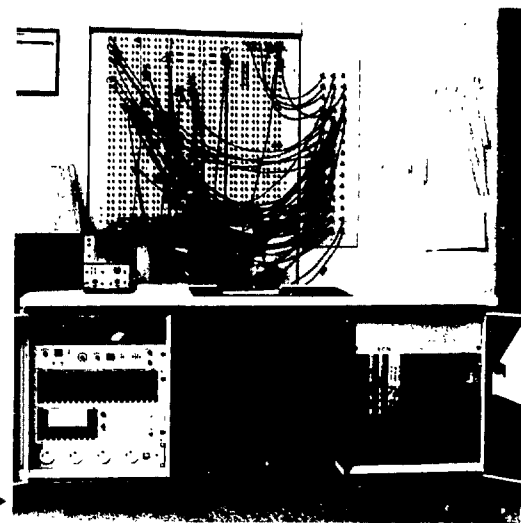
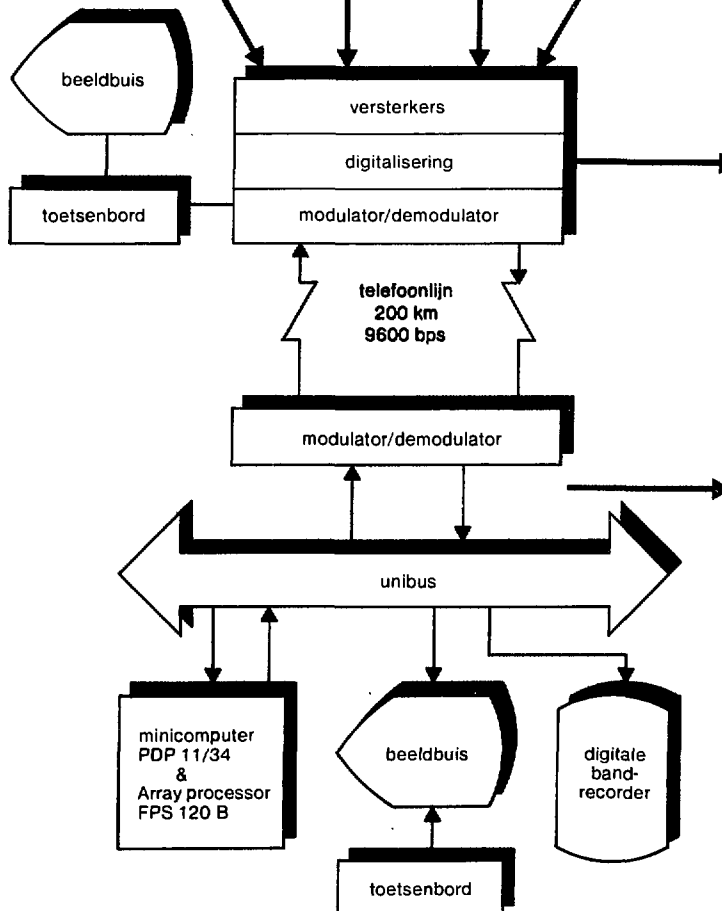
Belangrijke bijdragen tot het inzicht in de optredende processen en de verificatie van de betreffende rekenprogramma's bij ECN werden verkregen door de Nederlandse deelname aan de Loss-Of-Fluid Tests in Idaho, alwaar een ECN-medewerker is gedetacheerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een speciaal voor dit doel gebouwde kernreactor. Twee van de in LOFT uitgevoerde experimenten gaven steun aan de richtlijn van de US-NRC om in geval van een verlies van koelmiddel de hoofdcirculatiepompen zo snel mogelijk af te schakelen. Andere LOFT-experimenten hebben aangetoond dat natuurlijke circulatie een zeer effectieve manier van koelen van de kern is zolang de stoomgenerator voor warmte-afvoer beschikbaar is. Recent uitgevoerde middelgrote breukexperimenten, waarbij de kern droog komt te staan zodat de splijststofhulstemperatuur snel stijgt, toonden aan dat dan zelfs een vertraagd functionerend noodkoelsysteem in staat is om de splijststofhulstemperatuur ver

1. reactorvat
2. stoomgenerator
3. hoofdcoolmiddelpomp
4. drukgenerator
5. koelmiddelkringlopen

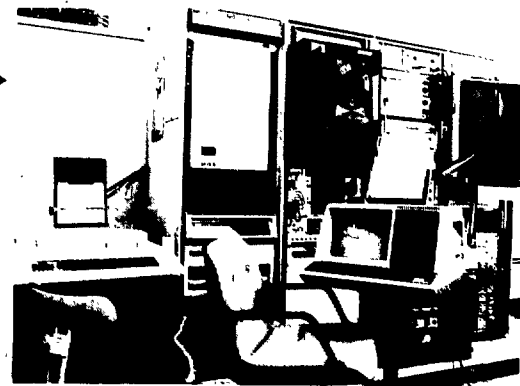
Continue bewaking van reactorsignalen door middel van ruistechnieken. De bewaking met behulp van ruistechnieken maakt het mogelijk om al in een zeer vroeg stadium veranderingen te constateren en te interpreteren.



- soorten signalen:
- druk
 - neutronen (in/ex-core)
 - trillingen
 - temperatuur



apparatuur in kerncentrale



real-time data bewakingssysteem bij ECN

beneden de maximaal toelaatbare waarde te houden.

In opdracht van de Kernfysische Dienst van het ministerie van Sociale Zaken zijn voor de beide Nederlandse kerncentrales berekeningen uitgevoerd met betrekking tot diverse bedrijfsstoringen. Aan het bij ECN ontwikkelde programma CHARME voor uitstromingsberekeningen werden een aantal modificaties aangebracht die onder andere betrekking hebben op waterslageffecten bij afblaaskleppen, de dimensionering van geluiddempers op afblaasleidingen en breuk in olietransportleidingen, waarvoor belangstelling is gebleken bij de industrie.

Betrouwbaarheidsanalyse

Om de betrouwbaarheid van systemen zoals het reactorbeveiligingssysteem te kunnen beoordelen en de risico's van nucleaire installaties te schatten is in de afgelopen jaren het rekenprogramma RECAL ontwikkeld, waarmee de aanspreekkans van een systeem met mogelijk defecte componenten kan worden berekend. In de nieuwere theorie van de gefaseerde missie wordt eveneens de kans berekend dat het systeem aanspreekt, dus beschikbaar is, maar ook dat het zijn missie uitvoert, dat wil zeggen dat het systeem gedurende een van tevoren vastgestelde tijd blijft functioneren. Deze theorie van de gefaseerde missie werd verwerkt in een rekenprogramma pakket PHAMISS.

In EEG-verband wordt aan de hand van een bestaand complex reactorbeveiligingssysteem een betrouwbaarheidsstudie uitgevoerd door elk van de deelnemers aan een 'benchmark'-studiegroep. De zo onafhankelijk van elkaar verkregen resultaten worden daarna met elkaar vergeleken. In opdracht van de Overheid wordt een rapport gereedgemaakt terzake van de beproeving, het repareren en gebruik met betrekking tot de niet-beschikbaarheid van componenten en systemen. De hierin behandelde methodiek is vanzelfsprekend ook van toepassing op niet-nucleaire systemen. Zo wordt het programma PHAMISS gebruikt bij Nevesbu-Scheepsbouw. Het programma RECAL wordt gebruikt bij Neratoom, TNO en Fokker.

Onderzoek noodkoeling

Met de Europese Commissie is een contract gesloten voor experimenteel werk op het gebied van de warmte-overdracht in het begin van de noodkoelfase bij een drooggevallen reactorkern. Reeds voltooid zijn metingen aan een elektrisch verwarmde gesimuleerde splijfstofstaaf in een ringvormig kanaal en aan een bundel van vier zulke staven. Uit de eerste resultaten valt af te leiden dat in aanwezigheid van een koudere, niet direct verhitte, wand de warmte-overdracht in het droge gedeelte van het kanaal sterk toeneemt. De meetgegevens bestaan uit wandtemperaturen van de verwarmingselementen, de snelheid van de stoom en de hoeveelheid water die door de stoom wordt meegesleurd. Voorbereid wordt nu een soortgelijk experiment met een bundel met 36 staven. Aan het ontwerp en de fabricage daarvan worden hoge eisen gesteld om de vervormingen die bij de experimenten zullen optreden zo klein mogelijk te houden. Het ontwerp en de detaillering voor de testsectie bevinden zich in de eindfase.

Gedrag van splijfstofstaven

Afgerond is nu het vergelijkend nabestralingsonderzoek aan splijfstofstaven met tabletten en met bolletjes UO_2 of $(U/Pu)O_2$ die destijds in de HFR werden bestraald. De resultaten van dit in samenwerking met de Europese Commissie uitgevoerde onderzoek zijn uitvoerig gerapporteerd.

In een splijfstofbundel die zich al sedert 1974 in de Halden- kokend-waterreactor bevindt, wordt ook reeds tijdens het verblijf in de reactor informatie over het splijfstofgedrag verkregen. Hiertoe zijn twee bolletjes- en twee tabletstaven van dit element voorzien van verlengingsmeters voor de splijststofkolom en voor de metalen buiswand. Tot nu toe is hierbij geen verschil in gedrag tussen beide splijstoftypen gevonden, hetgeen ook pas na nog veel langere bestraling wordt verwacht. De tweede ECN-splijstofbundel in Halden is ontladen na het bereiken van een versplijtingsgraad van 35 MWd/kg UO_2 .

Onderzoek dat in Geesthacht wordt verricht aan vier van de ECN-splijstofstaven die 1.200 dagen in de reactor van het koopvaardijchip 'Otto Hahn' hebben gefunctioneerd, vordert slechts langzaam. Het betreft pennen met korreltjes UB_4 geïncorporeerd in splijstoftabletten. Aan het eind van 1981 waren alleen de visuele inspectie, de wervelstroommetingen en de diametermetingen verricht. In Petten is begonnen met onderzoek van 45 splijstofstaven uit de kerncentrale Dodewaard. Met het dit jaar operationeel gemaakte Amerikaanse splijstofgedrag rekenprogramma FRAPCON-2 zijn

berekeningen uitgevoerd aan splijtstofstaven uit het zwaarst belaste element in deze kerncentrale.

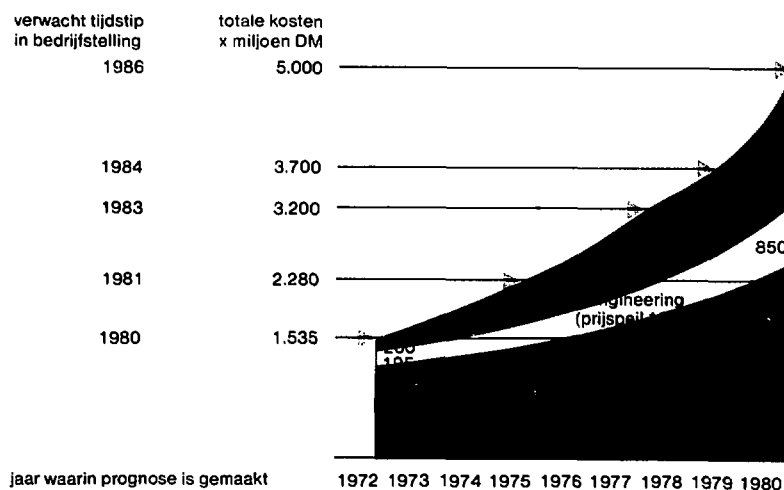
Op 10 december werd door ECN de overeenkomst ondertekend die voorziet in voortzetting van het OESO Halden-project voor de jaren 1982 tot en met 1984. ECN heeft in Halden een medewerker gedetacheerd, hetgeen de contacten op werkniveau zeer ten goede komt. In het kader van een door het Battelle Memorial Institute gecoördineerd 'High Burnup Effects Program' (HBEP) zijn aan acht splijtstofstaven, die in een Duitse kerncentrale waren verspleten tot 25 of 35 MWd/kg en vervolgens onderworpen aan een 'bumping irradiation' in de HFR, door ECN visuele inspectie, dimensiemetingen en gammaspectrometrie uitgevoerd. De resultaten, alsmede de isotopensamenstelling van de splijtingsgassen, zijn tussentijds gerapporteerd aan de overige participanten.

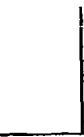
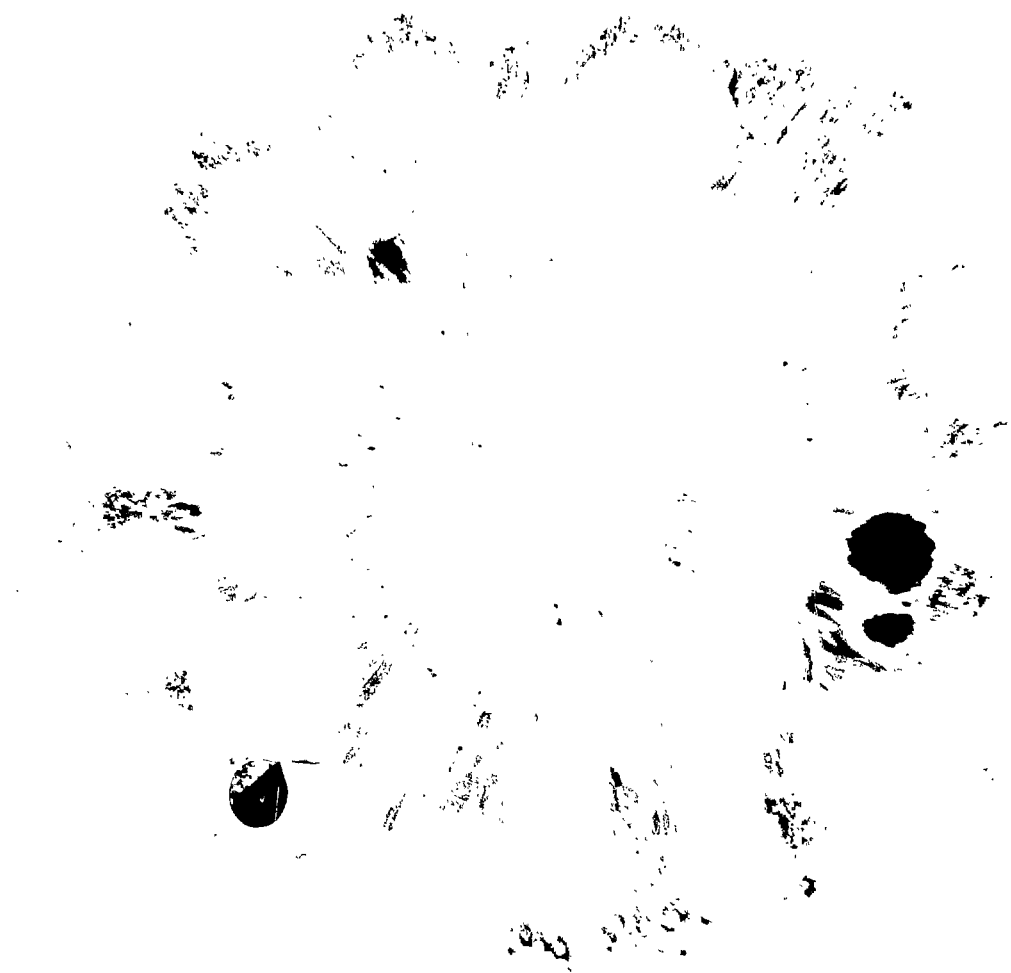
Natriumgekoelde reactoren

Op 22 oktober werd in de in aanbouw zijnde kerncentrale Kalkar een internationaal 'Bruter Bericht' gehouden. Deze bijeenkomst verving het tot nu toe elke één of twee jaar gehouden 'SNR-300 Statusbericht' over de voortgang van de bouw van de reactor en het daaraan gekoppelde onderzoek in de Bondsrepubliek, België en Nederland. De reden hiervan moet uiteraard gezocht worden bij de geringe voortgang in de bouw van de centrale. Ditmaal werd in plaats daarvan gerapporteerd over de voortgang van de snelle reactorontwikkeling in al die landen die daarmee bezig zijn, te weten de 'DeBeNe'-combinatie, Frankrijk, Japan, de VS, de USSR en het Verenigd Koninkrijk. In het algemeen werd op grond van de verkregen ervaring zeer positief geoordeeld over de technische ontwikkeling van de LMFBR. Om politieke, maar vooral ook om economische redenen, zal het echter nog lang duren alvorens er van commerciële toepassing sprake kan zijn. Het Kalkar-project zelf kreeg een belangrijke impuls door de toespraak van de Duitse minister van Wetenschappen die aankondigde dat de bouw, ondanks plafonnering van de bijdragen van Nederland en België, door Duitsland zal worden voortgezet. De kosten van de Kalkar-centrale, die inmiddels zijn opgelopen tot ruim DM 5 miljard, zouden daarbij mede gedragen moeten worden door meer Duitse elektriciteitsbedrijven dan alleen de RWE, die met het Belgische Electronucleaire en de Nederlandse SEP de reactor zal exploiteren.

De Nederlandse regering heeft inmiddels verdere deelname aan het Kalkar-project afhankelijk gesteld van toekomstig overleg tussen de overheidspartners in het project, waarin nagegaan zal worden op welke wijze de Nederlandse bijdrage kan worden beëindigd zodra dat contractueel mogelijk is. Eén en ander heeft nu reeds een belangrijke invloed op de omvang van het ECN-aandeel in het DeBeNe-onderzoek, dat overigens in een groeiende samenwerking met Frankrijk en Italië wordt uitgevoerd.

Prijsontwikkeling van de kerncentrale Kalkar sinds het begin van de bouw. De gesamde meerkosten van DM 3,5 miljard zijn te verhalen in DM 1,8 miljard voor inflatie, DM 0,7 miljard voor extra technische vereisten en DM 1,0 miljard voor uitgaven die nodig waren om telkens de laatste aan te passen aan de nieuwste stand van de techniek.





Overbelasting van splijstofpennen

Op 4 mei werd het laatste van een serie experimenten uitgevoerd waarin het gedrag van splijstofpennen wordt onderzocht als, uitgaande van nominaal vermogen, abrupt de koeling van de met natrium gevulde capsule met pen wordt onderbroken. In de loop van de afgelopen ruim 10 jaar zijn in de HFR 24 van deze 'Loss-Of-Cooling' (LOC)-experimenten gedaan bij variabele LOC-tijden en na kortere of langere voorbestraling van de splijstofpen. In het laatste experiment bedroeg de versplijtingsgraad 40 MWd/kg UO_2 . Met dit onderzoek is beoogd de invloed van diverse parameters op de wijze van falen van de pen te leren kennen. Veelal was er sprake van een aanzienlijk wegsmelten van de stalen



omhulling zonder dat de integriteit van de splijstof werd aangetast. Alleen bij de langere gekozen LOC-tijden kwam het tot sterke zwelling en uitstroming van gesmolten UO_2 . Daarbij is echter nimmer een hevige interactie tussen gesmolten splijstof en natrium geconstateerd. De invloed van de voorbestraling op de afloop van het experiment lijkt in zoverre gunstig dat bij vergelijkbare LOC-tijden de hoeveelheid gesmolten splijstof voor pennen met hoge versplijtingsgraad kleiner is dan bij verse splijstofpennen.

Sedert een aantal jaren wordt ook gewerkt aan een serie experimenten waarbij een met natrium gekoelde splijstofpen in de HFR zal worden blootgesteld aan een oververmogen. Beoogd wordt een parametrische studie van het transiënte gedrag, waarbij de nadruk zal liggen op het onderkennen en beschrijven van processen die voorafgaan aan mogelijk falen van de splijstofpen. Het meetprogramma, dat 18 experimenten omvat, is in

belangrijke mate afgestemd op de ontwikkeling door Belgonucléaire van de transiënte splijtstofgedragscode COMETHE. Door verificatie van deze code zal het mogelijk zijn de stap te overbruggen van experiment naar werkelijke reactortransiënten. De eerste bestralingsinrichting kwam gereed en de splijtstoffen is daarin geplaatst. In een apart beproevingscircuit is veel nuttige informatie verkregen omtrent het transiënte gedrag van de bestralingsfaciliteit alsmede van de daarbij gebruikte natriumpomp, warmtewisselaar en instrumentatie.

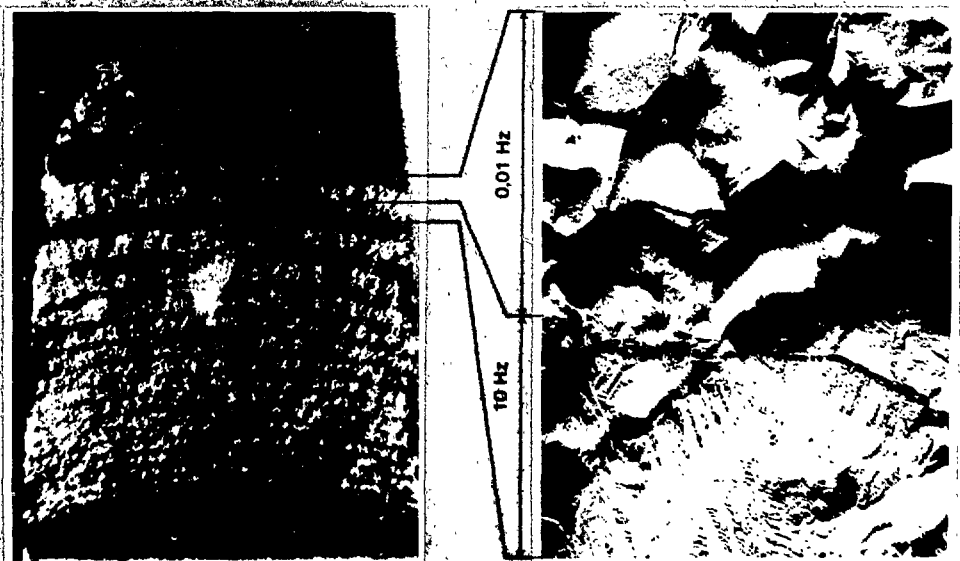
Werkzame doorsneden voor splijtings- en corrosieproducten

Voortgegaan is met de evaluatie van werkzame doorsneden voor kernreacties van neutronen met splijtingsproducten, corrosieproducten en nucliden in de primaire kringloop van een snelle vermogensreactor. Resultaten voor de zes stabiele Pd-isotopen en het langlevende ^{107}Pd werden toegevoegd aan de RCN-3 bibliotheek voor splijtingsproductdoorsneden, die thans gegevens voor 37 materialen bevat. Alle doorsneden in deze bibliotheek berusten op modelberekeningen, aangepast aan recente meetresultaten. Een gedeelte van deze bibliotheek wordt opgenomen in de nieuwe 'gemeenschappelijke evaluatie' van de NEA databank, waartoe besloten is door de deelnemers uit Europa en Japan als tegenhanger van de Amerikaanse ENDF/B-V bibliotheek. Andere Nederlandse bijdragen aan deze bibliotheek betreffen de doorsneden van zes corrosieproducten en het constructiemateriaal Mo waarvan de evaluatie eveneens gereedkwam. Op verzoek van het NEA 'Committee on Reactor Physics' werd voor 24 van de belangrijkste splijtingsproducten nog een vergelijking gemaakt tussen de evaluaties uit verschillende recente bibliotheken en de daarbij in gebruik zijnde evaluatiemethoden. Ten slotte konden de resultaten van berekeningen over energiegroepen gemiddelde doorsneden voor individuele splijtingsproducten en samengestelde pseudo-splijtingsproducten aan de Duitse partners worden afgeleverd. Deze gegevens zijn rechtstreeks toepasbaar op de Kalkar-reactor.

Stralingsbeschadiging van constructiematerialen

Onderzoek van kruip en rek, na neutronenbestraling van het roestvast staal DIN 1.4948, dat als constructiemateriaal wordt toegepast in de kerncentrale Kalkar, werd voortgezet met metallografische inspectie van drie charges van het basismateriaal en twee typen lasverbindingen. Op grond van rasterelektronenmicroscopie van breukvlakken en lichtmicroscopie van axiale doorsneden kan voorlopig worden vastgesteld dat

Opname van een scheuroppervlak en een detail daaruit van een profiel uit roestvast staal DIN 1.4948 dat met wisselende belastingen is beproefd in een zgn. vermoeiingsoefening. De lichtgekleurde banden in de overzichts-foto komen overeen met de scheuruitbreiding tijdens 500 belastingcyclussen met een frequentie van 0,01 Hz; de donkere banden met die tijdens 1000 wisselingen met een frequentie van 10 Hz. De detailfoto toont de overgang in het breukmechanisme van tandvleugel (bij 10 Hz) naar intermetallijn (lange de korrelgrenzen) bij 0,01 Hz.



neutronenbestraling de interkristallijne scheurgroei in sterke mate bevordert. Verder is geconstateerd dat de verbrossing toeneemt met toenemende kruiptemperatuur en afnemende kruipspanning. Eén en ander is in overeenstemming met een eerder waargenomen grote verandering in kruipductiliteit.

In het begin van het jaar werd het onderzoek afgesloten inzake het effect van kleine, maar snelle wisselingen (1 en 10 Hz) in mechanische belasting zoals die in de snelle reactor veroorzaakt kunnen worden door trillingen geïnitieerd door de natriumcirculatiepompen of door temperatuurfuctuaties daar waar natriumstromen van verschillende temperatuur elkaar ontmoeten. De belangrijkste conclusie uit dit onderzoek is dat zowel voor het bestraalde als onbestraalde materiaal een vermoeiingsgrens kan worden vastgesteld, dat wil zeggen dat beneden een bepaalde amplitude van de sinusoidale belastingswisselingen, ook na zeer grote aantallen belastingscycli, geen breuk optreedt. Bestraling met neutronen veroorzaakt een geringe toename van de vermoeiingsgrens, hetgeen ook op grond van eerder verkregen inzichten kon worden verwacht.

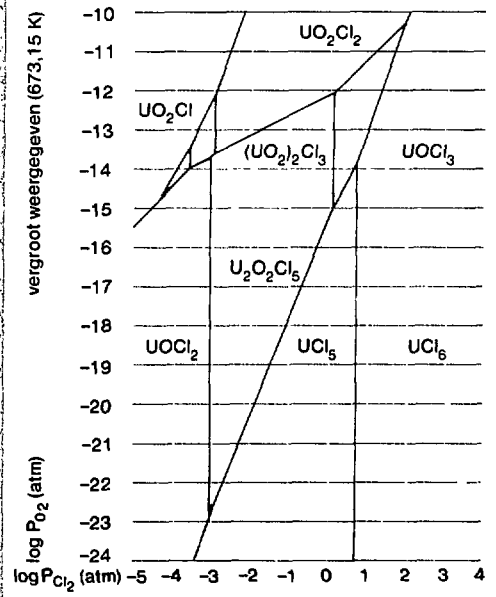
Bij langzame vermoeiingsproeven (10^{-3} Hz) leidt de migratie van helium - dat ontstaat door vangst van thermische neutronen in sporen in het staal aanwezig borium - wel degelijk tot groot verlies van ductiliteit met als gevolg een sterke afname van de bestendigheid tegen vermoeiing. Een begin is gemaakt met geprogrammeerde 'low cycle fatigue' beproeving aan onbestraalde en bestraalde staven.

In het kader van een uitwisselingsprogramma tussen het Japanse PNC, DeBeNe en het Franse CEA werden berekeningen gemaakt voor een Japans kruipexperiment bij $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ aan een pijpbocht. Uit de berekeningsresultaten blijkt dat het elastoplastische gedrag goed kan worden voorspeld. Momenteel worden de berekeningen van de partijen die aan het uitwisselingsprogramma deelnemen geëvalueerd. Ten slotte is tussen DeBeNe en Frankrijk overeengekomen ter vergelijking met de bestralingen in de HFR een aantal proefstaven van het in Kalkar gebruikte constructiestaal te bestralen in de Franse snelle reactor Phénix. Laatstgenoemde bestralingen zijn inmiddels begonnen. Omgekeerd zullen Franse staalmonsters in de HFR worden bestraald.

Splijstofcyclus

Het laatste deel van dit hoofdstuk betreft de splijstofbewaking, de opberging van nucleair afval in een zoutformatie en thermochemisch onderzoek van splijstoffen. Wat dit laatste betreft wordt volstaan met de vermelding van het proefschrift 'Thermochemical

In het raam van het systeem-standaard onderzoek ter ondersteuning van de splijstofcyclus is de splijstofcyclus voor het systeem-standaard onderzoek van splijstoffen vastgesteld. De splijstofcyclus is vastgesteld voor een systeem-standaard onderzoek van splijstoffen. De splijstofcyclus is vastgesteld voor een systeem-standaard onderzoek van splijstoffen. De splijstofcyclus is vastgesteld voor een systeem-standaard onderzoek van splijstoffen.



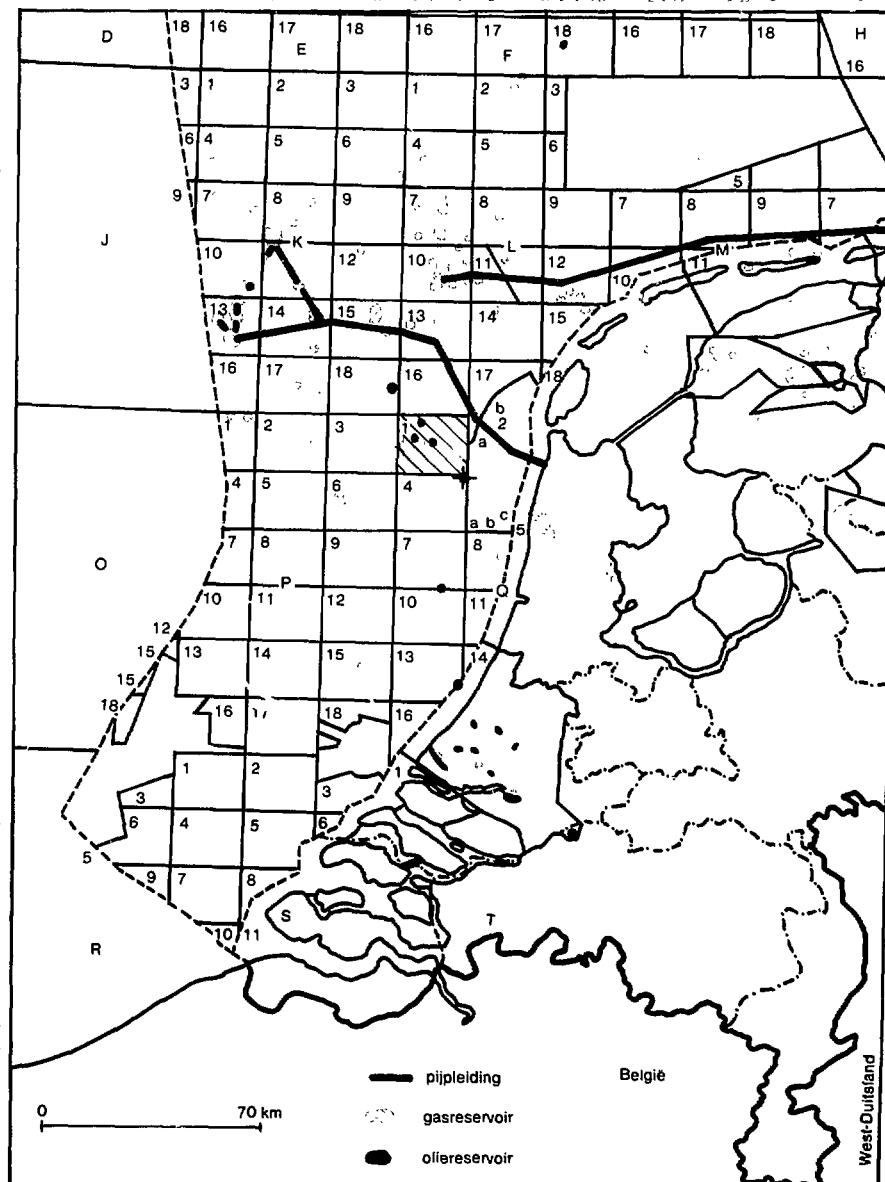
Ter illustratie hiervan is een gedeelte van het faseendiagram van het systeem U-Cl-O, berekend voor $400\text{ }^{\circ}\text{C}$, afgebeeld. De coördinaten zijn de dampdrukken van chloor en zuurstof. In de figuur zijn de gebieden aangegeven waarin een bepaalde fase stabiel is. Men kan zien dat bij voorbeeld voor het verkrijgen van vloeitig UCl_5 en UCl_6 een chloordruk van ongeveer 1 atm nodig is, en dat sommige oxychloriden een zeer beperkt samenstellinggebied hebben.

investigations on intermetallic UMe_3 compounds (Me = Ru, Rh, Pd) waarmee G. Wijbenga op 9 december in Amsterdam de doctorsgraad verwierf. Voorts werd een studie onder contract met de Europese Commissie voltooid naar de winning van uranium uit ruw fosforzuur door vloeistof-vloeistof extractie. De methode bleek met de onderzochte extractiemiddelen goed bruikbaar, doch is bij de huidige uraniumprijzen niet economisch.

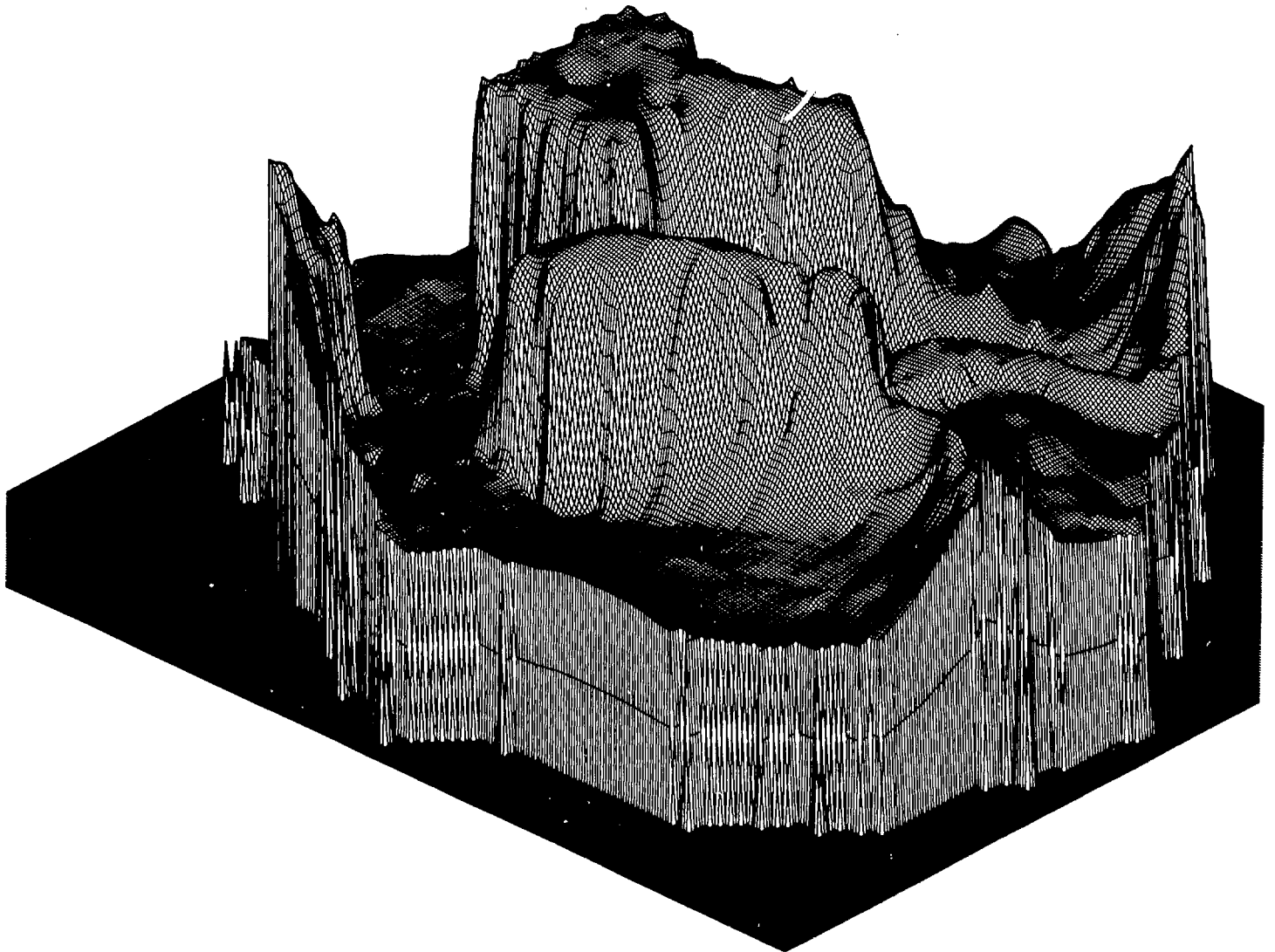
De opberging van nucleair afval

In augustus stelde de regering het Integraal Landelijk Onderzoek Nucleair Afval (ILONA) vast, waarvan de coördinatie aan ECN is opgedragen. In ILONA zijn alle werkzaamheden gebundeld die in ons land plaatsvinden met betrekking tot de opberging van radioactieve reststoffen, zowel die welke rechtstreeks door de Overheid werden geëntameerd, als de onderzoeken waarvoor contracten met de Europese Commissie zijn gesloten. Vier opties

In de blokken L4, 5, 7 en 8 op het Nederlandse continentale plat bevinden zich onder de zeebodem twee zoutkoepels, waarvan rechts een ruimtelijk beeld is gegeven. Afgebeeld is de bovengrens van het Zechstein steenzout. Het vierkant onder de afbeelding is 34×34 km. In verticale zin is de tekening ongeveer $3 \times$ uitgerekt. Met dank aan de Rijks Geologische Dienst.



zijn momenteel in onderzoek: geologische opberging te land, opberging in een zoutkoepel onder de Noordzee, verwijdering door plaatsing in de bodem van de diepzee en interimopslag te land. Laatstgenoemd onderzoek heeft de eerste prioriteit en heeft ten doel op korte termijn te komen tot een inrichting voor veeljarige opslag van afgewerkte splijtstofelementen en/of kernsplijtingsafval. Het ontwerpwerk zal in hoofdzaak door KEMA en ECN worden gedaan. De diepzee-opberging wordt bestudeerd in het internationaal verband van de OESO-NEA 'Seabed Working Group', waarbij ook de Europese Commissie zich heeft aangesloten. ECN werkt hieraan ook rechtstreeks mee. Contractstudies die betrekking hebben op de landoptie worden uitgevoerd door de RU Utrecht, de RU Leiden, de TH Delft en ECN. Bij de zee-opties is de Rijksgeologische Dienst in belangrijke mate betrokken en in dit verband zijn ook het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) op Texel en het Delta Instituut te Yerseke met studies begonnen.

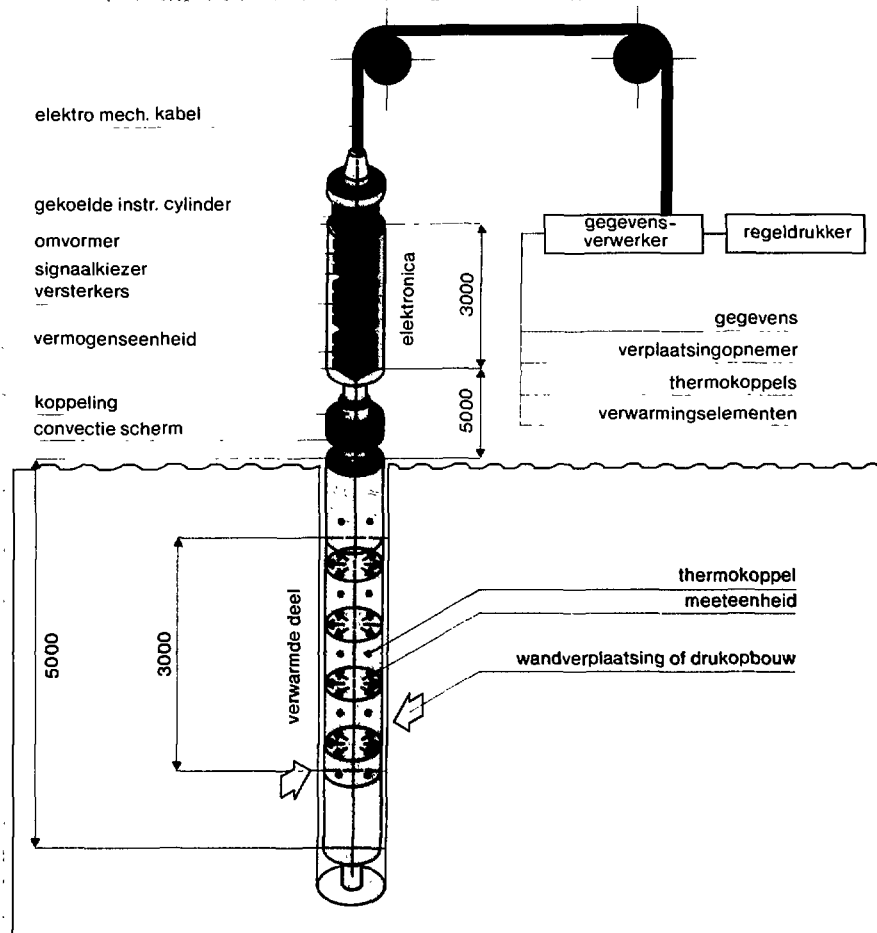


Veiligheidsstudies betreffende de afvalopberging in een zoutkoepel werden voortgezet, waarbij een hernieuwde evaluatie werd gemaakt van de tijdsduur waarover de zoutmassa rondom een opbergmijn aanraking door circulerend grondwater kan weerstaan. Van belang voor het veiligheidsonderzoek zijn ook experimenten in de Asse-mijn bij Brunswijk, waar een onderzoek naar de kruip van zout bij omgevingstemperatuur op 1.050 m diepte in een boorgat werd voltooid. De meetpunten vallen tot het eind goed op de theoretisch afgeleide kruipkromme. Inmiddels zijn de componenten aangemaakt van een verwarmde, 20 m lange, meetsonde, waarmee onder in hetzelfde boorgat bij een temperatuur van 200 °C de gesteentedruk op de wand zal worden gemeten. Met ijking en samenbouw werd begonnen. Nadat de meetmethodiek werd vastgesteld, is een aanvang gemaakt met het ontwerp van de sonde waarmee de vrije convergentie van het boorgat, eveneens bij 200 °C, zal worden gemeten. Ten behoeve van de vervormingsberekeningen van een thermisch belaste zoutkoepel werden computerprogramma's aangepast en de eerste - globale - berekeningen uitgevoerd.

Splijstofbewaking

Uit de aanwezigheid van een uraniumverrijkingsindustrie in Nederland vloeit voort dat ECN zich, op verzoek van de Overheid, bezighoudt met technieken die door de internationale inspectie-organen kunnen worden gebruikt om misbruik in de zin van het non-proliferatieverdrag tijdig te de ceteren. Deze technieken worden momenteel door enkele betrokken landen en internationale organisaties geëvalueerd in een 'Hexapartite

Principe-achets van de verwarmde sonde voor meting van de drukopbouw na plaatsing in een zoutformatie. Het instrumentatiedeel bevindt zich op enige afstand boven de verwarmde sectie, beschermd door een warmteschild.



Safeguards Project', dat twee jaar zal duren. Via dit project zijn door Los Alamos National Laboratory twee 'neutron area monitors' beschikbaar gesteld, die speciaal ontworpen zijn voor het meten van het neutronveld in verrijgingsinstallaties. In de nieuwe tranche van de fabriek in Almelo zijn metingen uitgevoerd om het verschil vast te leggen tussen de situatie zonder uraniumhexafluoride in de installatie en tijdens de inbedrijfname, waarbij stapsgewijs UF_6 in de verschillende delen van het procesgebied wordt toegelaten.

Voltooid is een studie van bemonsteringsprocedures en verificatie van de boekhoudgegevens van een mengoxyde- splijtstofelementenfabriek in opdracht van de Europese Commissie. Een nieuwe Micromass 54E vaste stof massaspectrometer is in gebruik genomen en er zijn enkele additionele voorzieningen getroffen voor het werken met uraniummonsters. Analyses zijn onder meer uitgevoerd in het kader van internationale vergelijkingsprogramma's, de certificering van enkele nucleaire referentiematerialen van de Europese Gemeenschappen zowel als analyses van splijtstofbewakingsmonsters afkomstig van Euratom inspecties.

Om de kans op misbruik van de splijtstof voor onderzoekreactoren te elimineren wordt de toepassing overwogen van splijtstofelementen met een veel lagere uraniumverrijgingsgraad (20%). In de HFR werd een aanvang gemaakt met de beproeving van een tweetal van deze elementen. In dit programma wordt samengewerkt door ECN, GCO- Petten, Argonne National Laboratories en verschillende Europese splijtstoffabrikanten.



Op 17 juli 1981 brachten vertegenwoordigers van Australië, Japan, Nederland (een ECN-medewerker), de IAEA en het Directoraat Veiligheidscontrole van Euratom een bezoek aan het Gas-Centrifuge Enrichment Project van het Amerikaanse Ministerie van Energie in Piketon (nabij Portsmouth, Ohio). De eerste produktie van verrijkt uranium zal daar in 1985 aanvangen, de totale verrijkingcapaciteit van 8000 ton SWU per jaar zal in 1994 bereikt worden. Het bezoek aan de in aanbouw zijnde installatie droeg bij tot een beter begrip van de technische problemen voor de splijtstofbewaking van deze installatie, die ook in het 'Hexapartite Safeguards Project' besproken wordt.

In juli heeft de Europese Commissie het nieuwe vijfjarenplan 1982- 1986 voor het thermonucleaire onderzoek bij de Raad van Ministers ingediend. Dit plan was gebaseerd op adviezen van een ad hoc Fusion Review Panel. Als uitgangspunt wordt nu duidelijk gekozen voor de verdere ontwikkeling van het Tokamak-concept voor de opsluiting en verwarming van het plasma. Ook in de komende periode vormt het Joint European Torus project (JET) te Culham het zwaartepunt van het programma. Daarnaast zal technologisch ontwikkelingswerk ter voorbereiding op een eerste experimentele reactor een toenemende inspanning vergen. Deze volgende stap wordt aangeduid met NET (Next European Tokamak). Het technologieprogramma blijft voorlopig beperkt tot onderwerpen die op grond van systeem- en ontwerpstudies voor NET werkelijk noodzakelijk onderzocht moeten worden. Het besluit tot de bouw van NET wordt pas tegen het eind van de tachtiger jaren verwacht, na evaluatie van de resultaten van JET en na aangetoonde mogelijkheden voor het ontwikkelen van de essentiële reactorcomponenten. Door deze koersbepaling ontstond in het afgelopen jaar meer directe belangstelling voor de bijdragen van ECN op punten van systeemstudies, materiaalonderzoek en magneettechnologie.

Systeemstudies fusiereactoren

Samen met FOM en KEMA is gewerkt aan de afronding van een reeks reactorstudies die zijn gebaseerd op het schroef-pinch principe. Deze methode voor magnetische opsluiting en verhitting van plasma wordt door het FOM Instituut voor Plasmafysica al geruime tijd toegepast in de reeks SPICA-experimenten. De afronding betrof een verdere verfijning van het plasmafysisch model, een verbeterd concept voor de elektrische voeding van de magneten, optimalisatie van de geometrie en een meer gedetailleerde vergelijking met andere reactorconcepten. De belangrijkste conclusie is dat een schroef-pinch reactor met injectie van vaste brandstof en supergeleidende magneten een aantrekkelijk economisch perspectief biedt. Voor realisatie dient wel een aantal cruciale problemen opgelost te worden zoals stabiliteit van het plasma bij brandstofinjectie, het intermitterend bedrijf van supergeleidende magneten en het bedekken van de wand van de torus met een isolerende laag van voldoende levensduur. Gezien deze onzekerheden werd het voorlopig niet zinvol geacht om het reactorconcept verder te detailleren.

In toenemende mate werd ECN betrokken bij de voorstudies voor NET. In de huidige fase vallen die vrijwel samen met de Europese inbreng in de definitie van een International Tokamak Reactor-project (INTOR) onder auspiciën van IAEA. Door ECN werden aspecten van reactorveiligheid bestudeerd, zoals onder meer de gevolgen van koelmiddel-verlies-ongevallen en plasmadisrupties. Een tweede categorie van bijdragen betrof neutronen- en fotonentransportberekeningen om afgeleide grootheden zoals stralingsschade, thermische belasting, tritiumweekfactor, activering en afscherming te bepalen. Voor de uitermate gecompliceerde Tokamak-geometrie werd hiertoe een systeem van rekencodes ontwikkeld, dat ook toegepast werd bij de planning van neutronendiagnostiek voor het JET-experiment. Een belangrijk onderdeel van het werk vormde de hernormering en aanvulling van de compilaties van de werkzame doorsneden van neutronreacties, waarbij gebruik werd gemaakt van recente metingen en van berekeningen met kernmodellen.

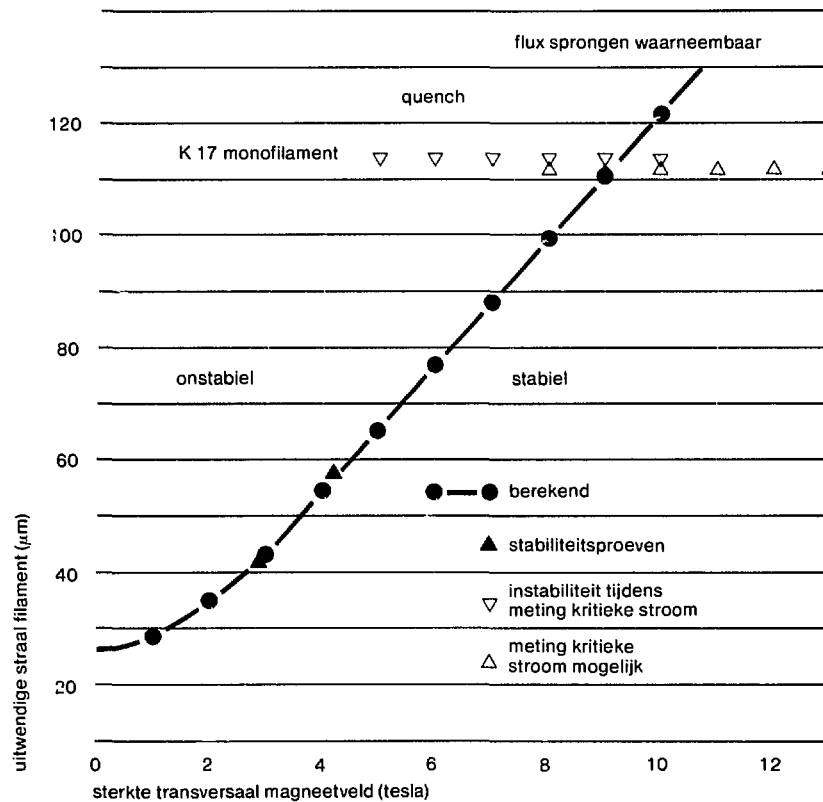
Materiaalonderzoek

In voorafgaande jaren is een reeks vanadium- en niobiumlegeringen achtereenvolgens in een cyclotron met heliumionen en in de HFR met snelle neutronen beschoten om de stralingsschade in de eerste wand van een fusiereactor althans te benaderen. In de verslagperiode werd het elektronenmicroscopisch onderzoek van veranderingen in de microstructuur van dit bestraalde materiaal voortgezet. In verband met geringere activering denkt men in de toekomst vooral vanadiumlegeringen als constructiemateriaal toe te passen. Voor de eerste fusiereactor-experimenten zoals NET en INTOR wordt nog AISI 316 roestvast staal gespecificeerd. Inmiddels werden voorbereidingen getroffen om proefstaven van dit staal in de kern van de HFR te bestralen om de effecten op mechanische eigenschappen zoals kruipsterkte, vermoeling en scheurgroeisnelheid bij voor NET relevante temperaturen en belastingscycli te bepalen.

Supergeleiding

In de eerste plaats dient te worden vermeld dat het onderzoek naar methoden voor intrinsieke stabilisatie van multifilamentdraad werd afgerond. Het vormde tevens de basis voor de promotie van de ECN- medewerker H.J. Veringa aan de TH Twents. Andere punten van stabiliteitsonderzoek betroffen de invloed van mechanische deformatie op de kritieke

Stabiliteit van supergeleiders opgebouwd uit holle filamenten van Nb_3Sn . De stabiele en onstabiele gebieden zijn gescheiden door een theoretisch afgeleide curve. De twee zwarte driehoekjes hebben betrekking op volgens de ECN-methode gemaakte geleiders met elk zeven filamenten, met buitendiameters van 41 respectievelijk 58 μm . Ze geven de experimenteel bepaalde veldsterkte aan waarboven bij verdere verhoging geen fluxsprongen meer optreden. De open driehoekjes betreffen een monofilamentgeleider.

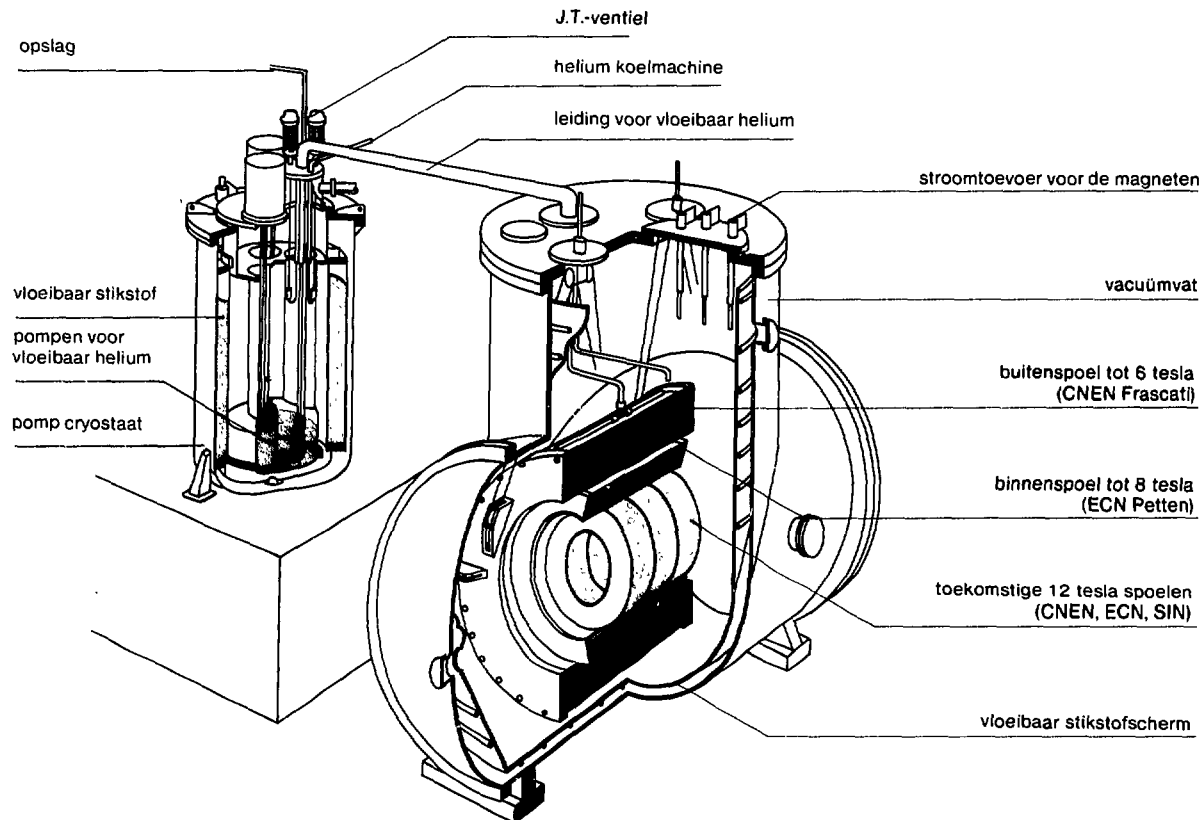


stroomdichtheid van niobium-tindraad en de propagatie van lokale verstoringen in afhankelijkheid van de parameters die de koeling bepalen.

De ontwikkeling van niobium-tin multifilamentdraad gemaakt volgens ECN-procédé werd in samenwerking met Holec voortgezet. Zwaartepunten waren een reeks extrusie-experimenten en chemisch onderzoek van het niobium-tin fasediagram, dat uitgebreid wordt naar andere binaire en ternaire verbindingen van hetzelfde structuurtype. Daarnaast werd begonnen met de samenstelling van een kleine produktielijn die uitsluitend op draadtrekken gebaseerd is. Hiermee zullen proefdraden worden vervaardigd om de ontbrekende kwaliteitsbepaling aan grotere lengtes en proefspoelen te kunnen uitvoeren. Verder zal dit materiaal worden ingezet bij ontwikkeling van samengestelde geleiders, waarvoor onder meer een kabelvechtmachine werd aangeschaft.

Uit de NET/INTOR-studies blijkt dat voor de toroidale magneetspoelen zware geleiders van 10 à 20 kA bij 12 tesla moeten worden ontwikkeld. Daarvoor zijn slechts twee reële mogelijkheden: niobium-titaan gekoeld met superfluide helium zoals voorzien voor het Franse Tore Supra-experiment of toepassing van het rekgevoelige niobium-tin. Het ontwikkelingswerk van ECN volgt de tweede lijn. Om dergelijke geleiders te kunnen beproeven wordt in samenwerking met het Italiaanse Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare (CNEN-Frascati) en Schweizerische Institut für Nuklearforschung (SIN) de SULTAN Supraleitertestanlage te Villigen gebouwd. De Europese Commissie verleent aan dit project 20% voorkeurssteun boven de normale 25% subsidie die voor de gehele deelname van ECN aan het Europese Fusieprogramma geldt. De Nederlandse bijdrage aan SULTAN betreft in eerste instantie een niobium-titaan solenoïde van 8 tesla. Deze 3 ton zware spoel met een inwendige diameter van 108 cm en een hoogte van 113 cm wordt

Testfaciliteit SULTAN voor supergeleiding, in aanbouw te Villigen in Zwitserland.



gezamenlijk door ECN en Holec gebouwd. In de verslagperiode werd de hele fabricagegang aan de praktijk getoetst door vervaardiging van een dummyspoel uit koperdraad. De productie van de benodigde 5,5 km samengestelde niobium-titaan geleider liep echter bij de Amerikaanse leverancier aanzienlijke vertraging op, zodat de spoel uiteindelijk pas in 1982 gewikkeld kan worden. In een tweede fase van het SULTAN-project zal het magneetveld door toevoeging van een drietal niobium-tinspoelen tot 12 tesla worden opgevoerd. Eén daarvan zal - bij succesvolle ontwikkeling van de benodigde geleider - door ECN worden geleverd.

Er heeft verder overleg plaats gehad om te komen tot een ruimer samenwerkingsverband met TH's, TNO en industrie op het gebied van toegepaste supergeleiding. Hieruit kwam een samenwerking voort met FDO en Holec voor ontwikkeling van magnetische separatoren en onderzoek van hun toepassingsmogelijkheden. ECN richt zich daarbij in eerste instantie op vliegfiltering.

WAR-advies

In augustus werd het werk van ECN ten behoeve van het Europese Kernfusieprogramma in detail geanalyseerd door de Wetenschappelijke Advies Raad. Er werd geconstateerd dat de Europese Gemeenschap in Petten met de HFR en het LSO over een unieke combinatie van mogelijkheden beschikt, die van essentieel belang is voor onderzoek van materialen voor fusiereactoren. Naast versterking van dit materiaalonderzoek werd geadviseerd om de aandacht te richten op de problematiek van tritiumextractie uit de kweekmantel. Waardering werd uitgesproken over het zowel innoverende als op de praktijk gerichte werk aan supergeleiding en in het bijzonder voor de nauwe samenwerking met de industrie.

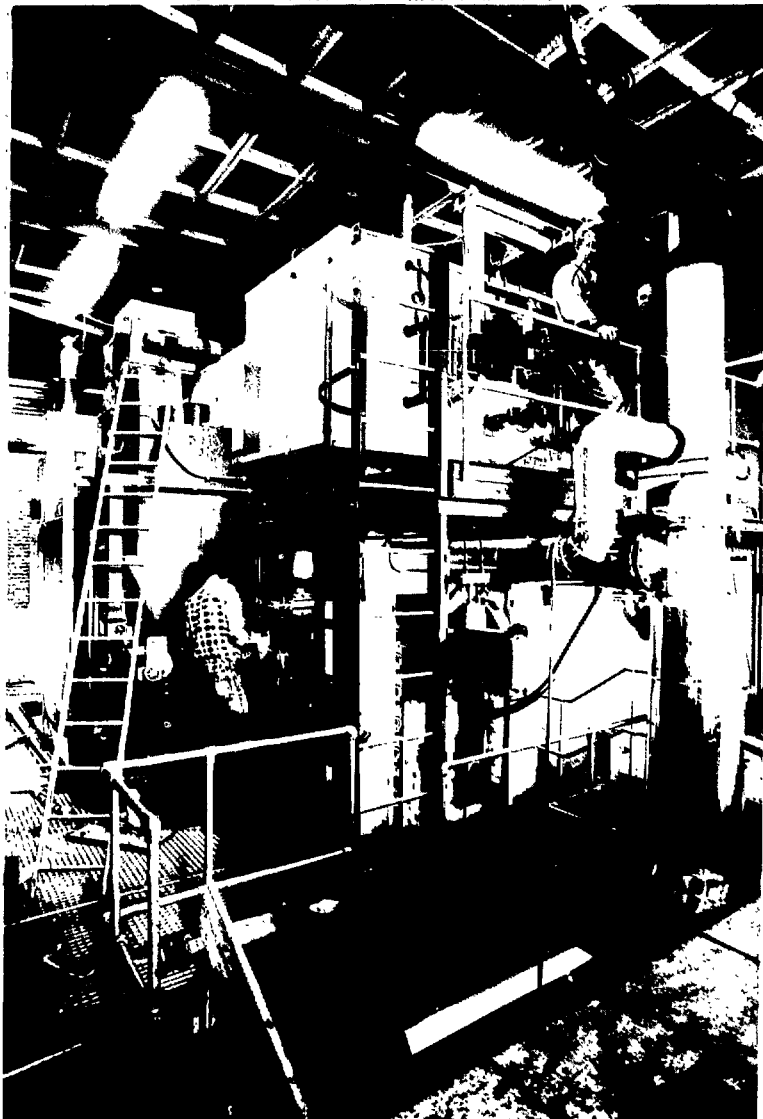
Op 24 maart 1981 werd de Overheid een voorstel voor een Nationaal Onderzoek-programma Kolen aangeboden, opgesteld door een commissie die eind 1979 de opdracht had gekregen te adviseren over een samenhangend programma voor onderzoek, ontwikkeling en demonstratie op kolengebied. Aan het einde van het verslagjaar heeft de regering over dit voorstel zijn standpunt bepaald. Daarin is vooral aandacht besteed aan knelpunten die een snelle uitbreiding van het steenkoolgebruik in de weg kunnen staan en aan demonstratie-projecten en mogelijkheden voor ontwikkelingswerk bij de ketel- en apparatenbouw-industrie.

Intussen was het ECN-programma verbrandingsenergie vooral gericht op de opbouw van kennis waarmee verband kan worden gelegd tussen steenkooleigenschappen, technologie en milieuverontreiniging. Het milieu-onderzoek en de steenkoolkarakterisering zijn reeds grotendeels opgenomen in landelijke programma's die nog in het verslagjaar door BEOP zijn geformuleerd. De verwerving van technologische kennis is inmiddels zover gevorderd dat diensten aan de industrie konden worden verleend.

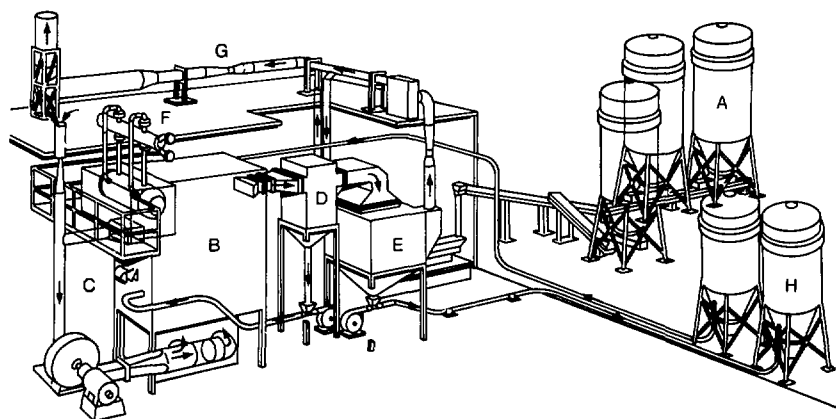
AFBC-demonstratie

Op 3 november stelde de plv. directeur-generaal voor Energie van het ministerie van Economische Zaken de AFBC-installatie in gebruik die is opgenomen in het systeem voor de verwarming van het onderzoekcentrum te Petten. Het is de eerste gebruiksinstallatie

AFBC-installatie.



Schema van de 2-MW AFBC-Installatie, aangesloten op het heetwatervoorzieningsysteem van het onderzoekcentrum te Petten. De installatie is opgesteld in het ketelhuis. De steenkool wordt uit transporteerbare gesloten silo's (A) naast het ketelhuis via een kolendroger in de ketel (B) gebracht. Met een compressor (C) wordt de fluidisatie-lucht in de ketelbodem gevoerd. De in de ketel geproduceerde warmte wordt via een warmtewisselaar (F) aan het centrale verwarmingssysteem overgedragen. De rookgassen worden na stofreiniging in cyclonen (D) en een doekfilter (E) afgevoerd door een op het dak liggende pijp (G) waarin rookgasonderzoek wordt uitgevoerd. Het verbrandingsresidu uit de ketel en de rookgasfilters wordt pneumatisch naar buiten gebracht en opgeslagen in een afgesloten silo (H).



waarin de wervellaagverbranding van steenkolen in ons land wordt gedemonstreerd. Hij heeft een capaciteit van 2 MW en dekt ongeveer 60% van de warmtebehoefte met een jaarlijks verbruik van 2.000 ton steenkool en 200 ton kalksteen voor ontzwaveling in de vuurhaard.

De levering was opgedragen aan Bronswerk Utrecht. De ketel is een eigen ontwerp van deze firma en steunt op een vuurhaard-licentie van Mustad in Noorwegen. De ervaring met de bouw en inbedrijfstelling heeft een beduidende rol gespeeld in de verwerking en uitvoering van orders voor drie grotere installaties, die Bronswerk in 1981 uit het buitenland heeft verkregen.

De installatie is gefinancierd zowel door de Overheid als door NEOM die ook toezicht houdt op het door ECN uit te voeren demonstratieprogramma. Dit programma omvat de meting van technische en economische bedrijfskarakteristieken en van de milieu-effecten van het systeem. Tijdens de voorbereiding van dit programma werd deelgenomen aan het

Textuur-analyse-systeem (TAS). Dit systeem wordt bij ECN gebruikt voor geautomatiseerde analyse van vaste stoffen naar vorm en lichtreflectie. Verschillende programma's zijn of worden ontworpen voor het microscopisch onderzoek van metalen, keramische materialen en kolen. De deeltjesgrootte en -vorm van aerosolen wordt bepaald door scanning van foto's die langs elektronenmicroscopische weg verkregen zijn.



voortgangsoverleg dat BEOP als beheerder van het AFBC-onderzoek bij TNO en de TH Twente organiseert. De ervaringen van ECN worden hierbij ingebracht.

Met TNO zijn afspraken gemaakt over de vergelijking van rookgasanalyses en in overleg met de TH Twente is een Belgische kalksteen als toeslagstof gekozen. De keuze van de eerst te gebruiken steenkool, eveneens afkomstig uit België, is mede gebaseerd op ervaring van de Kon. Mij. De Schelde te Vlissingen. Voor de afvoer van de as is voor een proefperiode een regeling getroffen met de Vulstoffen Combinatie Nederland.

Over de voortgang is tevens gerapporteerd in het kader van de IEA-overeenkomst voor informatie-uitwisseling over AFBC-demonstratieprojecten. Aan het internationale technische overleg in dit verband werd ook deelgenomen door Bronswerk en NEOM.

Het demonstratieprogramma maakt een integrale beschouwing mogelijk van het verband tussen steenkoolkarakteristieken, de werking van het systeem en de eigenschappen van rookgas en residu. Hierbij wordt voortgebouwd op het onderzoek dat in het volgende wordt beschreven.

Steenkoolkarakteristieken

De samenstelling van verschillende soorten steenkool bepaalt hun gedrag in verbrandings- en vergassingssystemen en de eigenschappen van rookgassen en vaste afvalstoffen. Het gaat daarbij zowel om het gehalte van de diverse organische steenkoolcomponenten – maceralen – als om het gehalte van verontreinigingen en hun invloed op het gedrag van de steenkool.

Voor de analyses van de maceraalsamenstelling en inkolingsgraad met behulp van reflectiemicroscopie kwam een textuuranalysesysteem beschikbaar. Met deze geautomatiseerde apparatuur worden de analysegegevens verwerkt tot gegevens over de hoeveelheid van de verschillende maceralen en de inkolingsgraad van het beschouwde preparaat. Programmatuur hiervoor werd ontwikkeld in samenwerking met Bergbau Forschung te Essen. Voor nauwkeuriger analyses wordt een polarisatie-reflectiemicroscopie met fotomultiplier gebruikt. Dit apparaat is ook toegerust met een fluorescentielichtbron.

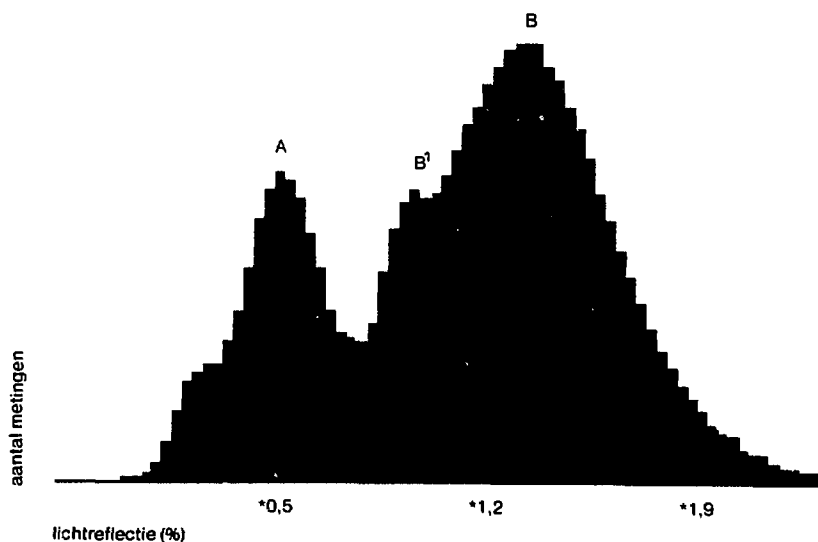
De bepaling van elementgehalten in het asbestanddeel van steenkolen geschiedt zowel met behulp van de elektronenmicroscopie als door middel van chemisch-analytische methoden. Vooral de radiochemische analyse met behulp van neutronenactivering biedt een unieke mogelijkheid tot nauwkeurige, gelijktijdige bepaling van een groot aantal elementen, waaronder toxische sporelementen.

Reflectiehistogram van een steenkoolmateriaal, gemeten met het textuuranalysesysteem (TAS).

De twee voornaamste kenmerken van deze kool zijn:

- een lage inkolingsgraad. Uit de ligging van het maximum van piek A blijkt dat het hier om een vlamkool gaat;
- een zeer hoog inertiegehalte. Dit blijkt uit de relatieve piekinhoud van B x B'.

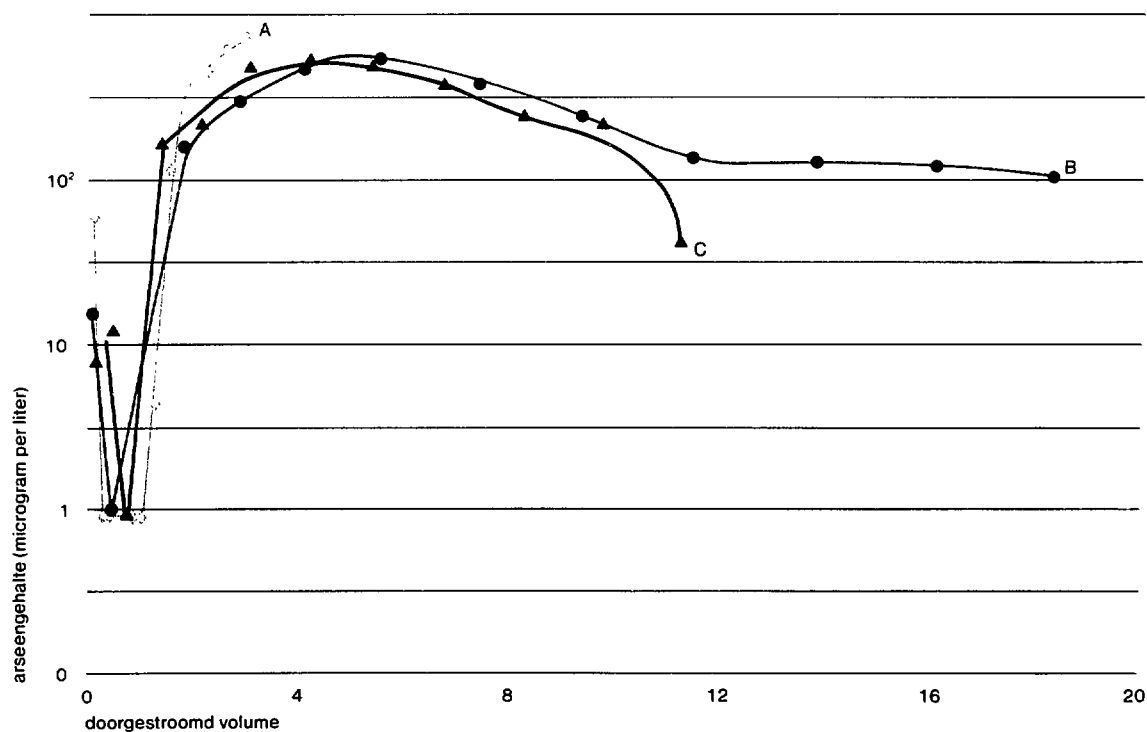
Azandertijde veldre beoordeling leert dat B' en B beide tot de inertiegroep behoren.

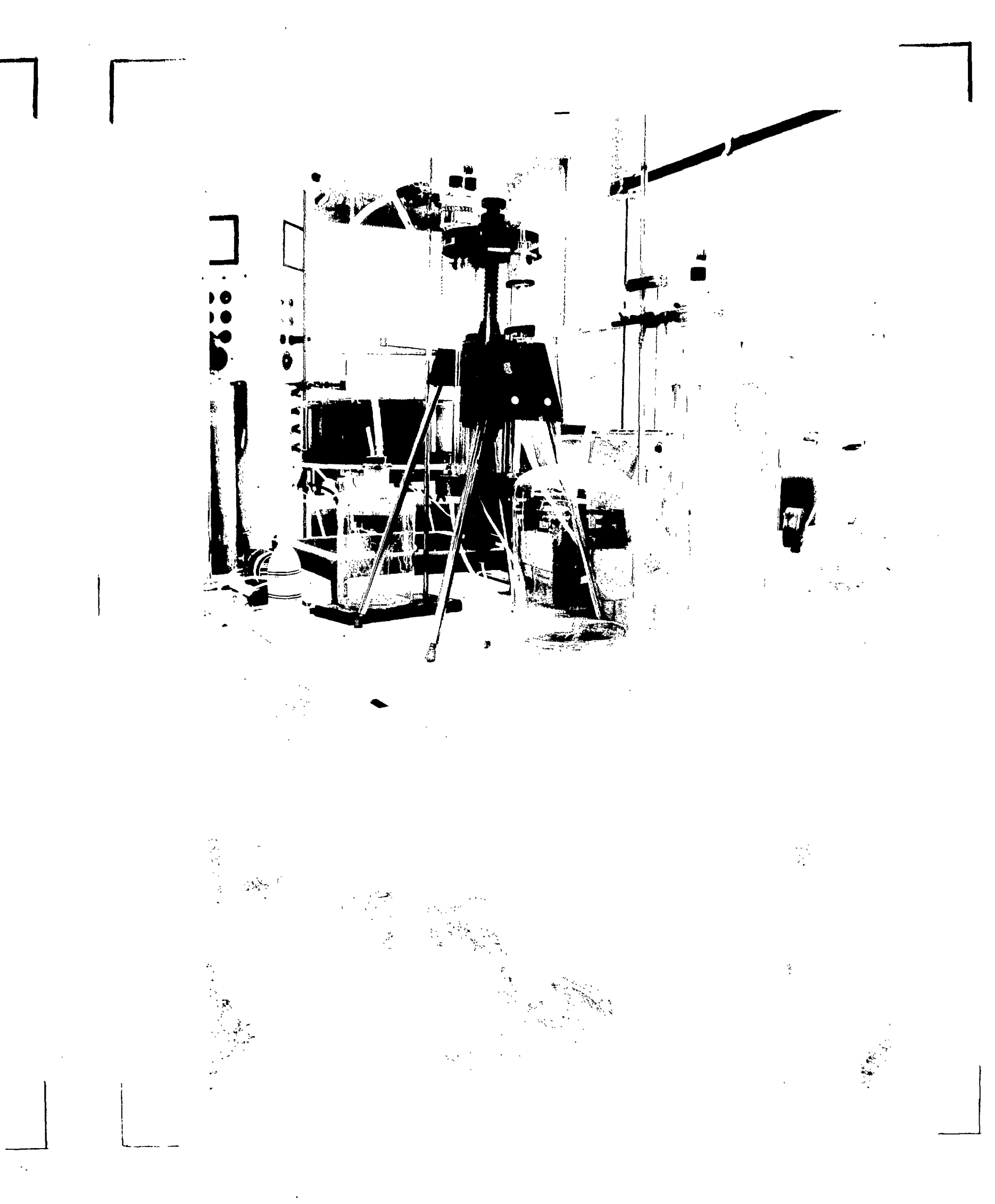


Deze karakteriseringsmethoden vonden in het verslagjaar toepassing op een toenemend aantal gebieden. Onder andere werden analyses uitgevoerd van:

- verschillende soorten steenkool waarmee 120 uren-stoekproeven werden uitgevoerd in een kleine experimentele AFBC-opstelling, ter bepaling van het verband tussen maceraalsamenstelling en verbrandingseigenschappen;
- de Belgische steenkool voor het proefbedrijf van de AFBC-demonstratieketel;
- steenkoolmonsters voor potentieel gebruik voor Lurgi-vergassing, in opdracht van NV Gasunie;
- een gewassen steenbergprodukt ter beoordeling van het mogelijk gebruik voor wervellaagverbranding;
- steenkoolmonsters van de Stichting Steenkoolbank Nederland, Pennsylvania State University en ringonderzoeken van buitenlandse organisaties, ter vergelijking met maceraalanalyses van derden, waaronder industriële laboratoria;
- steenkool gestookt in de Amer-centrale van de PNEM, ter bepaling van de verdeling van toxische spoorelementen over rookgas en vliegias, in samenwerking met NV KEMA;
- steenkolen van diverse herkomst, ter bepaling van het gebruik van spoorelementen als onderscheidingsmiddel van steenkolen uit verschillende bekkens en als paleogeografische indicatoren voor de wordingsgeschiedenis van kolenbekkens;
- steenkool en daarvan magnetisch afgescheiden fracties ter bepaling van de verdeling van anorganische elementen over de producten van dit specifieke reinigingsproces, in opdracht van de betrokken industrie;
- steenkool voor uitloogproeven bij ECN.

Uitloging van vliegias in verschillende kolomexperimenten. (Kolom A, diameter 10 cm, hoog 80 cm; kolom B, diameter 10 cm, hoog 15 cm; kolom C, diameter 35 cm, hoog 15 cm. Stroomsnelheid 0,05 ml/uur x cm²). Het arseengehalte in de eluaten is na preconcentratie bepaald d.m.v. neutronenactiveringanalyse. De hoeveelheid doorgestroomd water is uitgedrukt in het vrije volume van de kolom. De drie kolommen zijn te zien op nevenstaande foto.





Verbrandingsresiduen

Het gehalte aan toxische spoorelementen in het afval van steenkoolgebruik en de milieubelasting door het vrijkomen daarvan vormen noodzakelijke gegevens voor het ontwikkelen van eisen die aan opslag en verwerking moeten worden gesteld.

Het onderzoek van ECN richt zich sinds de aanvang in 1979 op het verkrijgen van betrouwbare gegevens over de uitlooeigenschappen van alkalisch en zuur reagerende vliegasoorten. In 1981 zijn de lange-duur-proeven met percolatiekolommen voortgezet, de invloed van variabelen als kolomdiameter en zuurstofconcentratie op de resultaten onderzocht, en is een vergelijking gemaakt met de uitkomst van korte-duur-schudproeven.

Geconstateerd is dat alkalische vliegaspakketten, afkomstig van kalkrijke steenkool of van gebruik van kalk als ontzwavelingstoetslag, in contact met zoetwater gedurende lange tijd metalen vasthouden of zelfs resorberen als gevolg van reactie met de vliegasmatrix. Dit vermogen gaat eerst op de lange duur verloren. In zeewater blijken de metalen uit alkalische as wel direct vrij te komen, zoals dat ook het geval is bij uitloging van zuur reagerende vliegas in zoet water. De resultaten van vergelijkende schudproeven bleken een goede overeenkomst te vertonen met die van de lange-duur-kolomexperimenten.

Op verzoek van de landelijke contactgroep voor asuitlogingsonderzoek heeft ECN het voorzitterschap op zich genomen van een studiegroep voor standaardisering van uitloogproeven. In dit kader is begonnen met een eerste ringonderzoek waarin de analysesresultaten van de deelnemende instituten voor drie verschillende vliegasmonsters worden vergeleken.

Een belangrijke schakel in de keten van asuitloging tot eventuele grondwaterbesmetting is de interactie tussen het percolaat en de bodem waarin verontreinigingen geadsorbeerd kunnen worden. In samenwerking met Provinciale Waterstaat Limburg is een bemonstering uitgevoerd rond de Herman-groeve te Eygelshoven, waar de laatste jaren vliegas is gestort. De analyses hebben uitgewezen dat de concentratie van toxische componenten in het grondwater ver onder de normen voor drinkwaterbereiding liggen.

In samenwerking met KEMA werd in de Amer-centrale een driedaagse bemonsteringscampagne uitgevoerd van steenkool, vliegas uit de vier elektrostatische precipitatoren (ESP's), en vliegas uit het rookgas dat deze filters was gepasseerd. Het doel was een massabalansbepaling voor toxische spoorelementen. Uit de analyses van de vliegasmonsters kon worden opgemaakt dat elementen als kwik en broom in dampvorm met het rookgas worden meegevoerd, terwijl elementen als arseen, seleen en antimoon na verdamping in de vuurhaard weer condenseren op de vliegasdeeltjes. Met dalende temperatuur neemt in en na de opeenvolgende ESP's hun verrijking aan steeds kleinere asdeeltjes toe. Dit oppervlakte-effect is geverifieerd door etsing van de buitenlaag van de asdeeltjes: de toxische elementen konden vrijwel geheel worden verwijderd en de resterende massa bleek relatief inert.

Uit radioactiviteitsmetingen is de conclusie getrokken dat in de onderzochte vliegasmonsters zeer weinig uranium, thorium en radioactieve dochterprodukten aanwezig zijn. Met het oog op de milieuhygiëne is echter nader onderzoek nodig van de concentratie-opbouw van radon en dochterprodukten in de binnenlucht, afkomstig van bouwmaterialen waarbij bij voorbeeld vliegas is verwerkt. Meest significant is daarbij de inwendige stralingsbelasting door het inademen van binnenlucht-aerosol waaraan zich radon-dochterprodukten hebben gehecht. Het onderzoek van de adsorptie van deze produkten aan sigarettenrook in een reactievat is aangevangen met de ontwikkeling van bemonsteringstechnieken en methoden voor berekening van de opbouw van radon-dochterprodukten en hun radioactiviteit. Voorts werd begonnen met de bestudering van het verband tussen de aanhechting van de dochteratomen en de aerosol-karakteristieken. Deze activiteit is ingebracht in een landelijk programma voor onderzoek van stralingsaspecten in de woonomgeving, waarin ECN voorts een bijdrage levert met een groot aantal achtergrondmetingen in Noord-Holland.

Luchtverontreinigingsonderzoek

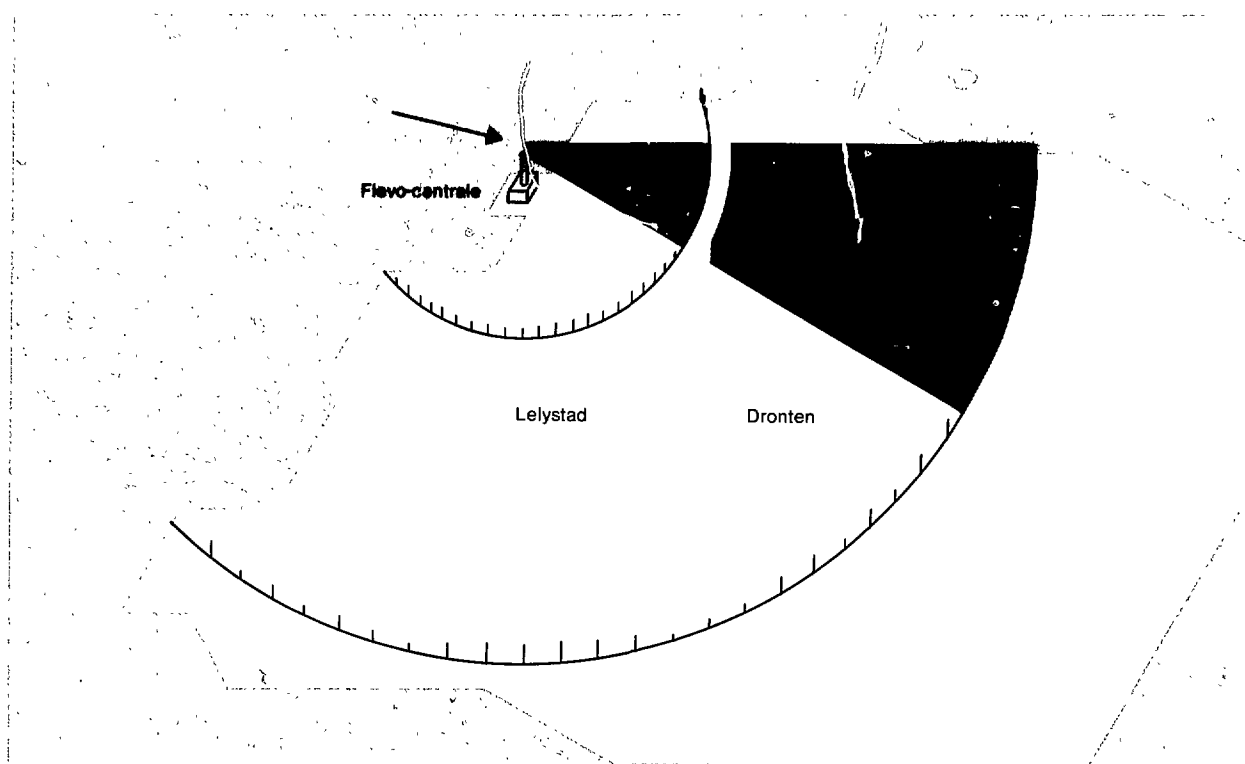
Met het onderzoek van luchtverontreiniging en de rol die verschillende stoffen daarin spelen, levert ECN gespecialiseerde bijdragen aan de nationale kennisverwerving, in samenwerking met KNMI, KEMA, TNO, RID, RIV en universitaire instituten. De activiteiten betreffen de bepaling van zuren en hun ammoniumzouten in de buitenlucht, regenwateranalyse en de rol van aerosolen.

In dit kader is een door ECN ontwikkeld meetsysteem bij TNO beproefd, waarbij

problemen met de absolute meting vooral terug te voeren bleken op de dissociatie van de ammoniumzouten voor analyse. De resultaten toonden tevens aan, dat fysisch-chemisch onderzoek van het gedrag van ammoniumzouten in de buitenlucht vereist is om veldmetingen van chloriden, nitraten en sulfaten te kunnen interpreteren.

Ten behoeve van toekomstige werkzaamheden in het landelijke project voor de meting van sulfaten en nitraten in de buitenlucht worden snelle meetmethoden voor zuren en hun ammoniumzouten ontwikkeld, in samenwerking met TNO en de Universiteit van Dortmund.

Een regenwateronderzoek op het vliegveld van Lelystad heeft aangetoond, dat de ontwikkeling van regenvangers en geautomatiseerde analysemethoden bij ECN tot een duidelijke kwaliteitsverbetering van de metingen heeft geleid. Bij vergelijking van de resultaten met die van eerdere campagnes op vliegveld De Kooy blijkt dat de voornaamste verzurende component ook bij Lelystad salpeterzuur is, terwijl sulfaat voornamelijk aanwezig is als ammoniumsulfaat. In tegenstelling tot de situatie op De Kooy wordt bij Lelystad tevens ammoniumnitraat aangetroffen.



Door ECN, KEMA, IMOU en personeel van de Flevo-centrale zijn experimenten uitgevoerd om het uitwassen door neerslag van zwavelen stikstofverbindingen uit pluimen vast te stellen. Bij deze experimenten werden o.a. 60 regenvangers op twee bogen (5 en 15 km van de centrale) geplaatst en werd gedurende enige uren regen gemonsterd. In de figuur zijn de posities van de regenvangers weergegeven. De verticale strepen zijn een maat voor de gevonden sulfatgehaltes. De positie van de pluim is globaal weergegeven. De sulfaat- en N^+ -concentraties onder de pluim zijn ca. 2 maal zo hoog als elders (3,2 versus 1,5 ppm SO_4^{2-}).

In samenwerking met KEMA en het Instituut voor Meteorologie en Oceanografie van de RU te Utrecht is een aanvang gemaakt met veldonderzoek van het uitwassen van rookpluimen door neerslag rond de Flevo-centrale. Dit geschiedt met behulp van 60 regenvangers, opgesteld in bogen op 5 en 15 km afstand van de centrale en met mobiele monsternamen onder de pluim.

Het milieuhygiënisch aerosolonderzoek dat in opdracht van het ministerie van

Volksgezondheid en Milieuhygiëne werd uitgevoerd, kon in het verslagjaar worden afgesloten. De resultaten hebben betrekking op de samenstelling van zeezout-aerosol en op de rol van aerosolen in de luchtverontreiniging boven Nederland.

Uit de veldmetingen en parallel uitgevoerd laboratoriumwerk zijn de volgende conclusies getrokken. In aerosol dat door verdamping van waterdeeltjes boven zee ontstaat, zijn enkele metalen geconcentreerd tot een niveau van 1.000 tot 10.000 maal dat van hun concentratie in zeewater. Deze factor is weinig afhankelijk van de deeltjesgrootte. De absolute hoeveelheden metaal die hierdoor in de lucht komen, zijn te verwaarlozen met uitzondering van lood.

De emissie van SO_2 in mariene lucht leidt onder invloed van zonlicht tot fotochemische omzetting in zwavelzuur dat zich vervolgens bij voorkeur hecht aan de kleinste deeltjesfractie van het zeezout-aerosol. Deze submicrone fractie wordt hierdoor de drager van atmosferische verzuring na substitutie van chloride door sulfaationen onder vorming van HCl en NaHSO_4 . Met dit in het laboratorium bevestigde mechanisme dat relatief traag verloopt tijdens lange-afstandstransport over zee, is de verzuring van atmosfeer en neerslag in Denemarken en Zuid-Zweden te verklaren. De analoge fotochemische omzetting van NO is wegens de hogere vormingssnelheid van salpeterzuur veel meer een lokaal Nederlands probleem, zoals ook uit het hiervoor genoemde regenwateronderzoek is gebleken.

Het laboratoriumonderzoek van de fotochemische processen, uitgevoerd in smog-kamers, heeft aangetoond dat aerosolen bij hoge massaconcentraties een vertragende invloed hebben op de reactiemechanismen waarbij de zuren en ozon worden gevormd. Dit tijdelijke effect wordt verklaard met wegvangst van radicalen die in het proces een rol spelen, waarna later echter weer secundaire fotochemisch-reactieve stoffen vrijkomen. Bij lage aerosolconcentraties, zoals deze onder normale omstandigheden voorkomen in de buitenlucht, is dit effect waarschijnlijk niet van betekenis.

Steenkooltechnologie

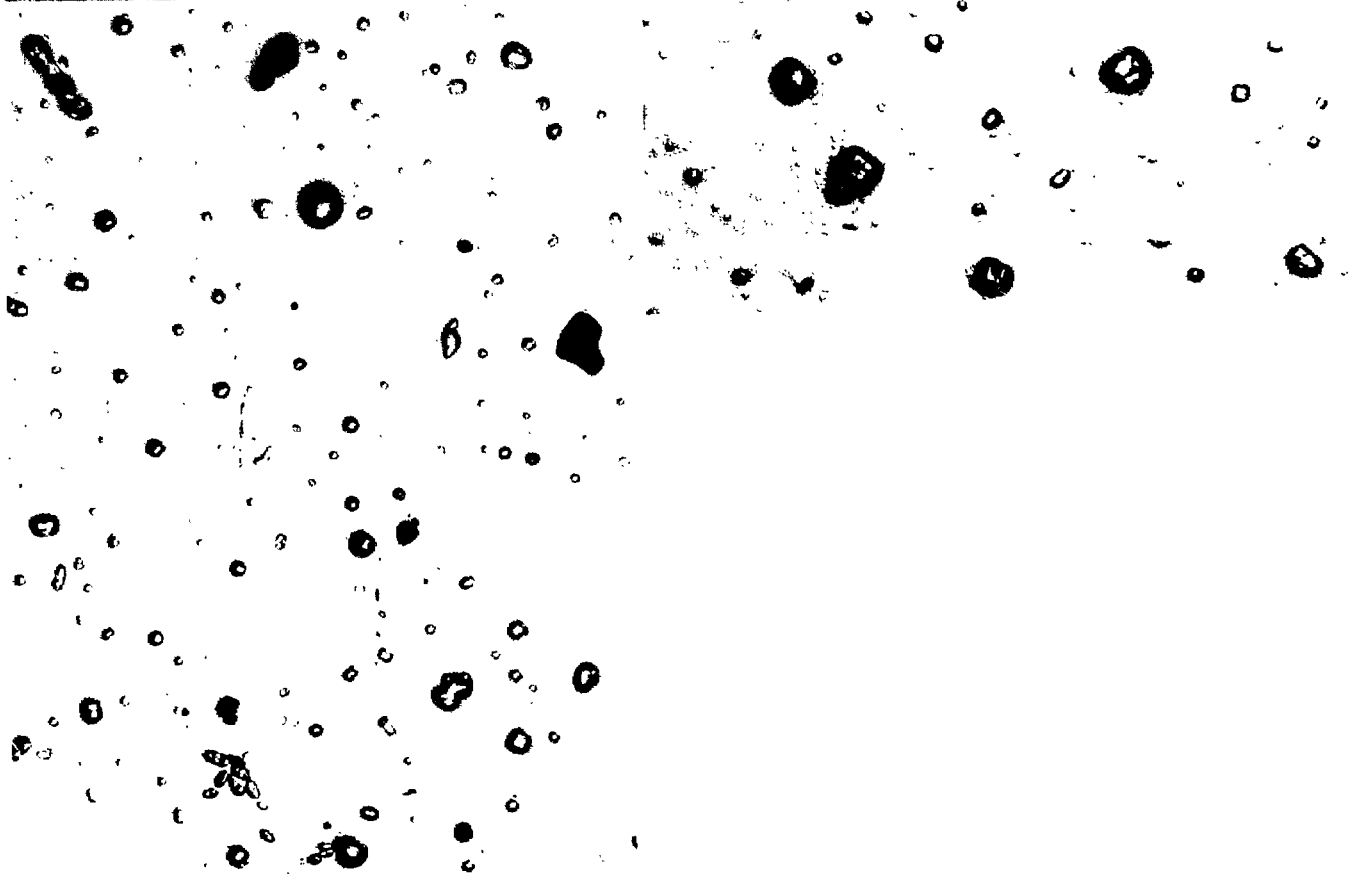
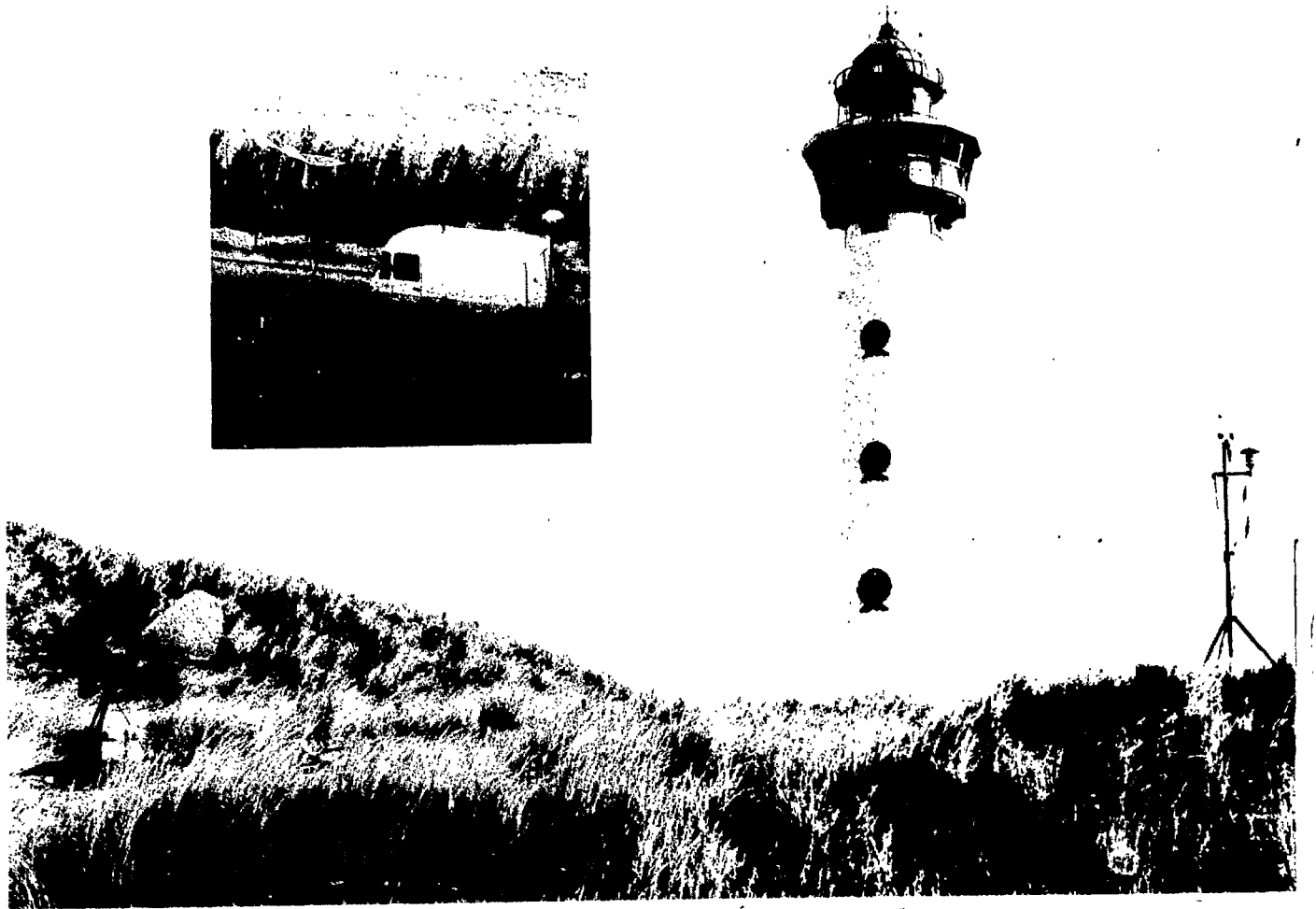
Het onderzoek bij ECN van technologische aspecten van het steenkoolgebruik is gericht op mogelijke ontwikkelingen op langere termijn. In het verslagjaar hadden de werkzaamheden betrekking op stofvangst uit rookgassen en de verwerving van kennis over systemen voor wervellaagverbranding onder verhoogde druk.

De vangst van de kleinste stofdeeltjes uit rookgassen is een milieu-technisch probleem, omdat zij door gangbare filtersystemen worden doorgelaten, ingeademd worden en blijkens het eerder beschreven vliegasonderzoek verrijkt zijn aan toxische stoffen. Voor de verbetering van het vangstrendement voor deze kleine deeltjes bestaan diverse concepten die uitgaan van wassen of van conditionering waarbij, bij voorbeeld coagulatie tot grotere deeltjes wordt nagestreefd. De technische realiseringmogelijkheden zijn niet duidelijk en ECN beoogt deze nader te evalueren. Hiervoor is in het verslagjaar een kalibratie- en beproevingscircuit ingericht, waarin de eigenschappen van rookgas-aerosolen nauwkeurig kunnen worden gedefinieerd en de principes van diverse nieuwe methoden voor vliegasverwijdering kunnen worden onderzocht.

De resultaten kunnen leiden tot experimenten in een opstelling die is ontworpen voor de beproeving van filtersystemen die werken bij hoge rookgasdruk en -temperatuur. Deze beproeving is van belang met het oog op de verbetering van het omzettingsrendement van kolenverwerkende systemen, vooral wanneer zij gekoppeld zijn aan een gasturbine. Het onderzoek, dat zich in de eerste fase richt op verbetering van het vangstrendement van cyclonen, is opgezet in overleg met diverse bedrijven, waaronder in ons land Stork Ventilatoren. Tevens wordt samengewerkt met het NLR en de TH Delft.

De werkzaamheden op het gebied van wervellaagverbranding onder verhoogde druk (PFBC) hadden ten doel de mogelijkheden tot beoordeling van PFBC-systemen in eigen land te verbeteren, de kennisopbouw terzake bij de geïnteresseerde bedrijven te ondersteunen en de industrie vroegtijdig praktische ervaring te doen verwerven met de problemen die een onder verhoogde druk werkend systeem stelt.

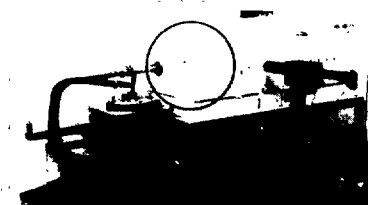
In dit kader heeft Kon. Mij. de Schelde (KMS) voor ECN een voorontwerp van een proefinstallatie met een PFBC-vuurhaard van 1 m^2 vervaardigd, waarin KMS en Stork KAB eigen concepten voor deelsystemen zouden kunnen beproeven. Voor de evaluatie van deze concepten werden bij ECN desgevraagd experimenten uitgevoerd, naast het lopende onderzoek van karakteristieken die bepalend zijn voor het ontwerp en de regeling van de



MHD-conversie

Systeemstudies op het gebied van magneto-hydrodynamische conversie (MHD) werden uitgevoerd in het kader van het Nederlands MHD-project, in samenwerking met FDO en andere deelnemers. In maart werden de resultaten van de studie voor een 1.200 MWth centrale met gesloten MHD/stoomcyclus gerapporteerd. Evenals met de in 1980 uitgevoerde studie van een overeenkomstige centrale met open MHD-cyclus, werden hiermee de hoofdgegevens verschaft voor verdere deelstudies van componenten door de industrie.

In dit kader ontwikkelde ECN ook een programma waarmee de condities in het open MHD-kanaal worden berekend, uitgaande van de eigenschappen van het rookgas. Een inzicht in het verloop van temperatuur, gassnelheid, elektrische stroom en spanning in de grenslaag aan de kanaalwand is maatgevend voor het ontwerp van de daaraan blootgestelde elektroden. Deze vormen een belangrijk technologisch knelpunt in de MHD-ontwikkeling. De realisering van elektrodemodulen die bestand zijn tegen de extreme omstandigheden in het MHD-generatorkanaal is onderwerp van het experimentele onderzoek dat ECN in het kader van het landelijke samenwerkingsproject uitvoert. De bepaling met behulp van laserflitsen van temperatuur-vereffeningscoëfficiënten is thans ontwikkeld tot een betrouwbare methode om dit ontwerpgegeven voor constructiematerialen te verkrijgen. Daarnaast is de ontwikkeling voortgezet van technieken om elektroden met deklagen van keramisch materiaal te bekleden en hun mechanische eigenschappen en bestendigheid tegen hoge temperaturen te beproeven. Voor het aanbrengen van keramische deklagen door middel van plasmaspuiten is een homogeen uitgangspunt met hoge dichtheid vereist. Voor lanthaanchromiet zijn in dit opzicht resultaten bereikt die volgens de literatuur niet praktisch realiseerbaar leken te zijn. Het optreden van scheurtjes in zirkoonoxide-deklagen die op model-elektroden zijn aangebracht, leidde tot de conclusie dat een betere beheersing van de temperatuur van substraat en deklagen tijdens het spuitproces vereist is. Voor de beproeving van elektrodematerialen op temperatuureffecten is een kanaal gebouwd waarin de materialen aan temperaturen tot 2.000 K kunnen worden blootgesteld.



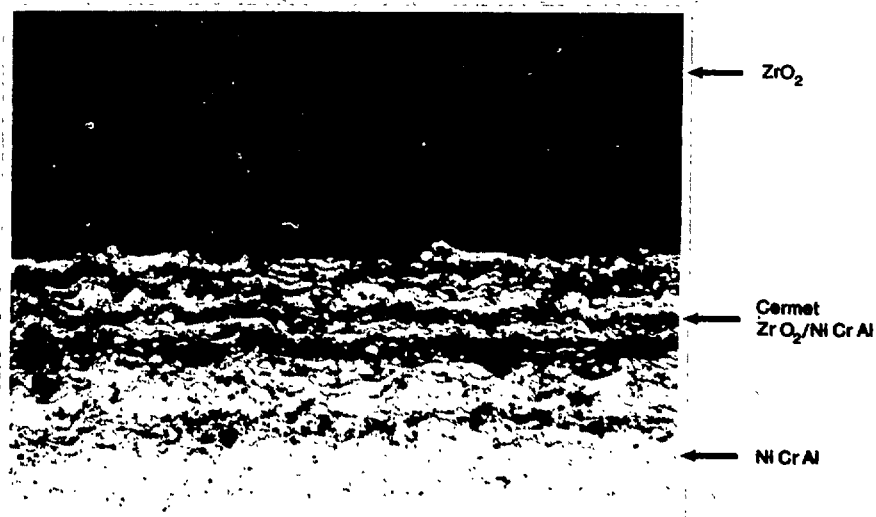
HTF



Elektrode testpoeltje



Elektrode met keramische toplaag



ZrO₂

Cermet
Zr O₂/Ni Cr Al

Ni Cr Al

Links: opstelling voor de beproeving bij hoge temperatuur (2000 K) van gekoelde elektroden met een keramische toplaag voor een MHD-generator.
Boven: plasma-spray zirkoonoxide-laag, opgespoten op een MHD-elektrode. De structuur is zo dicht dat deze deklaag vrij is van scheurvorming.

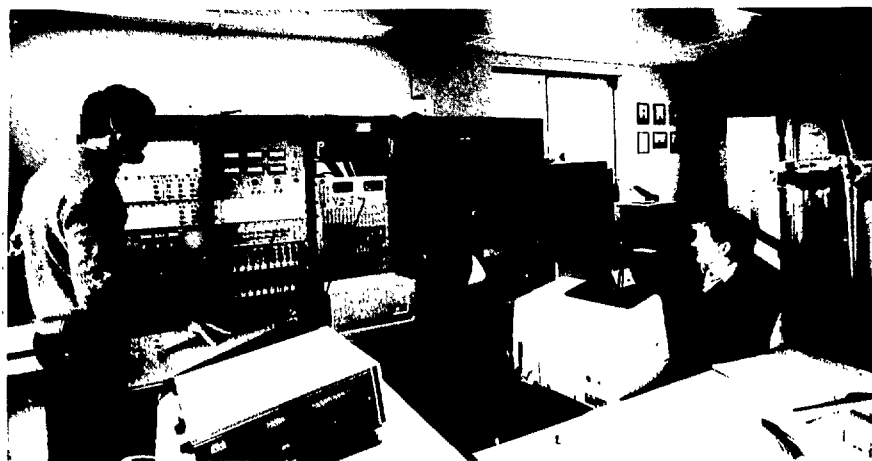
Op 1 maart 1981 is het in 1976 aangevangen Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie (NOW) formeel geëindigd. Het evaluatierapport waarin ECN de resultaten van de verschillende deelactiviteiten in opdracht van BEOP heeft samengebracht, kwam in mei gereed. Hoewel de doelstelling van het NOW, het verkrijgen van een kwantitatief inzicht in de mogelijke bijdrage van windenergie aan de nationale energievoorziening, niet ten volle bleek te zijn bereikt, waren de conclusies voor de Overheid aanleiding om een voortgezet programma te doen uitvoeren. Dit NOW-II beoogt zowel de introductie van gedecentraliseerde toepassingen van kleine windturbines als de ontwikkeling van centrale elektriciteitsopwekking in parken van grote windturbines te bevorderen.

De activiteiten van ECN op het gebied van windenergie zijn geheel gericht op het leveren van bijdragen aan het NOW en strekken zich uit over het totale terrein van gedecentraliseerde toepassingen tot centrale opwekking. Zij vormen verreweg het grootste deel van het ECN-programma Stromingsenergie. De werkzaamheden op zonne-energiegebied waren in het verslagjaar wederom beperkt tot ondersteuning van BEOP en van de bemeting van projecten voor zwembadverwarming. Ten slotte wordt tot dit programma gerekend de bijdrage aan het landelijke onderzoek van energieopslag in vliegwheels.



Windturbines op het proefveld te Petten.

Regelkamer 25 m HAT.



Windenergie

Tot 1981 hadden de werkzaamheden van ECN voornamelijk betrekking op grote windturbines en de integratie van windturbineparken in het bestaande systeem van elektriciteitsvoorziening, in verband gebracht met windaanbod en systeemkarakteristieken. In het verslagjaar werd met gebruik van de eerder opgebouwde kennis en ervaring en door uitbreiding van de personeelsinzet, een grotere inspanning mogelijk op het gebied van de beoordeling van kleine windturbines en gedecentraliseerde toepassingen daarvan. Met deze inspanning bleek echter slechts een deel van de vele vragen om ondersteuning van het NOW en advies aan partijen daarbuiten te kunnen worden beantwoord. Deze vragen hadden betrekking op algemene voorlichting van particulieren en gemeentelijke instanties, de evaluatie en begeleiding van proefprojecten die BEOP in het kader van het NOW doet uitvoeren, en de beproeving van kleine windturbines op het teststation van ECN te Petten. Deze beproevingen betreffen de karakteristieken van de elektriciteitsopwekking, het gedrag van het kruimechanisme, en de meting van toerental, toren- en wiekbelasting en rek in de bladwortels. In 1981 zijn, soms voorlopend op de plaatsing in proefprojecten, twee windturbines getest. De testduur was mede afhankelijk van het tussentijds aanbrengen van constructiewijzigingen door de turbinefabrikant wanneer de beproevingsresultaten daartoe aanleiding gaven.

Een essentiële stap in de introductie van windenergie voor gedecentraliseerde toepassingen is de ontwikkeling van technische voorschriften voor bouw en bedrijf van de windturbines. Met dit doel heeft BEOP een adviesgroep Voorschriften Windturbines geformeerd. ECN vervult het secretariaat van deze groep waarin voorts wordt deelgenomen door de Arbeidsinspectie, het ministerie van V en M, de Vereniging van Nederlandse Gemeenten, KEMA, NLR en TNO.

Op 29 juni is bij ECN de 300 kW horizontale as-turbine met 25 m rotordiameter (25 m HAT) door de minister van Economische Zaken in bedrijf gesteld. De beproeving van deze door FDO in samenwerking met andere deelnemers aan het NOW ontworpen en gebouwde installatie leidde tot modificaties in diverse systeemdelen. De bedrijfsvoering en de uitvoering van het meetprogramma door ECN maken thans deel uit van het NOW-II. De specificatie van de regeling en het meetonderzoek vond plaats in een werkgroep onder leiding van ECN, waarin ook FDO, NLR, TH Delft en TH Eindhoven deelnemen. De verwerking van de meetgegevens tot grootheden waaraan de constructie-eisen voor grotere windturbines van 1 à 2 MW kunnen worden ontleend, vindt eveneens plaats in dit samenwerkingsverband met de industrie.

Tot de werkzaamheden in de eerste fase van het meetprogramma behoorden:

- de bepaling van het totale traagheidsmoment om de rotoras;
- de uitvoering van metingen van het askoppel bij stilstand als functie van de bladhoek, als ontwerpgegevens voor een nieuwe blokkeerinrichting;

- de uitvoering van trillingsmetingen aan bladen en toren ter controle van berekende eigenfrequenties.

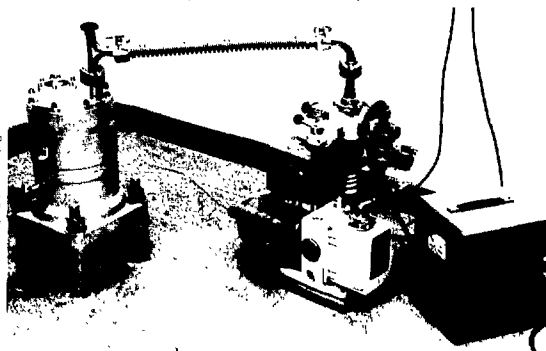
Bij de veiligheidsbeoordeling van de 25 m HAT werd gesteund op de ervaring met methoden uit de nucleaire techniek. Voor het opstellen van het veiligheidsadvies zijn schattingen gemaakt van de persoonlijke en collectieve risico's in geval van bladbreuk. Als basis voor de berekening van de wiekbelasting werd een rotormodel opgesteld waarmee de aerodynamica en massacrachten kunnen worden bepaald. Met deze werkzaamheden is de grondslag gelegd voor de beoogde opbouw van een algemeen toepasbare competentie tot beoordeling van het gedrag van windturbines onder normale en gestoorde bedrijfscondities.

Het NOW-II voorziet voor de komende jaren onder andere in de bouw van een eerste experimentele windcentrale. Ter voorbereiding daarvan zijn meer gegevens gewenst over de voorspelbaarheid van het windaanbod en over de gevolgen van het opnemen van

Overzicht proefprojecten NOW

Project	Toepassing	Systeem	Beheerder	Windturbine	Stand van zaken eind 1981
Floriade 1982 Amsterdam	Elektriciteitsopwekking met experimentele VAT	parallel aan net (met mutator)	GEB Amsterdam	15 m VAT 102 kW	windturbine in constructie bij polymarin in Medemblik
Kinderdijk	Polderbemaling	mechanische as tussen windturbine en pomp	Waterschap 'De Overwaard'	10 m HAT	aanvraag bouwvergunning
Breezand	Elektriciteitsvoorziening voor bloembollenbedrijf drijfkracht en verwarming (warmtepomp)	parallel aan net (asynchroon)	DYNAF	14 m HAT Windmatic 45 kW	- windturbine opgesteld - warmtepompinstallatie ontworpen - meetprogramma opgesteld - meetapparatuur besteld
Proefstation Rundvee- houderij (PR) Lelystad	Elektriciteitsvoorziening voor rundveebedrijf	parallel aan net (asynchroon)	PR IMAG	11 m HAT Paques 17 kW	- meetprogramma opgesteld (IMAG) - voortzetting wacht op resultaat van test bij ECN
De Wâlden	Polderbemaling	parallel aan net (met mutator) elektrische as tussen molen en pomp	Waterschap De Wâlden	16 m HAT Polenko 60 kW	- elektrisch systeem ontworpen - offerte HOLEC binnen - meetprogramma in de maak
Rijnsburg	Elektriciteitsopwekking in eilandbedrijf	combinatie windturbine transmatic generator dieselmotor	Nolens Trading	10 m HAT Lagerwey	- windturbine gedemonteerd - systeem wordt gewijzigd - mathematisch model in de maak
Camperduin	Elektriciteitsvoorziening van een woonwijk	parallel aan net (met mutator)	PEN	2 x 10 m HAT Lagerwey $P_{tot} = 30$ kW	- elektrisch systeem wordt getest (THE) - aanvraag bouwvergunning en offerte
Dronten	Elektriciteitsvoorziening van een sporthal	parallel aan net (asynchroon)	PGEM	10 m HAT Lagerwey 11 kW	windturbine wordt getest bij ECN

De acht proefprojecten, uitgevoerd in het kader van het NOW, waarbij ECN is betrokken. De bemoeienis van ECN strekt zich uit over plaatsingsadvies op basis van beschrijving van windsnelheid en toren-basisanalyse van de opbrengst, beoordeling van systeemontwerp en controle op ontwerpberoe-ningen en werkbeoordeling en begeleiding van meetprogramma's en eindevaluatie.



Opstelling voor de beproeving van vliegwielen.
Links op de foto de veiligheidsbehuizing en rechts de vacuumpomp.

windvermogen in het elektriciteitsproductiesysteem. Met name de vraag welke invloed het aan te koppelen windvermogen heeft op de samenstelling van het brandstoffenpakket en op de omvang en aard van het benodigde thermische vermogen, moet nog in meer detail worden bestudeerd. In overleg met KEMA heeft ECN daarom in het verslagjaar de ontwikkeling voortgezet van statistische methoden voor onderzoek van de inpasbaarheid van windvermogen. Daarbij worden kansverdelingen voor windaanbod, elektriciteitsvraag en thermische productie gebruikt en kunnen diverse regelbepalingen van de thermische centrales slechts ten dele in rekening worden gebracht. Dit heeft een nadelige invloed op de realiteitswaarde van de resultaten. Ter verbetering van het inzicht in deze problematiek is contact gelegd met buitenlandse bouwers van modellen die in detail de dagelijkse bedrijfsvoering van de produktiemiddelen simuleren en waarmee ook de invloed van de toepassing van energieopslag kan worden beoordeeld. Het laatste is vooral van belang omdat de tot nu toe door ECN bereikte resultaten suggereren dat een beduidend windvermogen kan worden ingepast zonder gebruik te maken van kostbare opslagsystemen, zoals spaarbekken volgens het zogenaamde plan Lieveense.

De ervaring van ECN met het leggen van verbanden tussen windaanbodegegevens, elektriciteitsvraag en systeemkarakteristieken werd ingebracht in de voorstudie van het ENERGO-project van Rijkswaterstaat. Dit project beoogt de inrichting van een klein experimenteel spaarbekken, een bestaande bouwput in de monding van de Oosterschelde, voor bedrijf in combinatie met een windturbinepark. ECN heeft tevens zijn medewerking toegezegd aan de uitvoering van een gedetailleerde haalbaarheidsstudie, wanneer daartoe in navolging van de aanbevelingen uit de voorstudie wordt overgegaan.

In internationaal verband zijn enkele nieuwe activiteiten aangevangen waarbij ECN is betrokken. Op initiatief van ECN is een samenwerking begonnen met buitenlandse teststations voor kleine windturbines. Door de Europese Commissie werd een beperkt windenergieprogramma voorbereid als onderdeel van het tweede vierjarenprogramma (1979 - 1983) voor energieonderzoek van de EG. Voor enkele onderdelen is ECN aangewezen voor het leveren van de Nederlandse bijdrage aan de uit te voeren gezamenlijke acties.

Energieopslag in vliegwielen

In 1981 is een prototype van de bij ECN ontwikkelde motor/generator voor stationaire vliegwieltoepassingen gereed gekomen. Uit metingen is gebleken dat het voldoet aan de ontwerpeisen, zowel in motor- als in generatorbedrijf. Voor de mechanische beproeving en de rendementsbepaling is een testopstelling met vacuumbehuizing gebouwd, waarin een laging is aangebracht die het beoogde bedrijf bij 18.000-54.000 omwentelingen per minuut toelaat.

Ter voorbereiding van de uiteindelijke beproeving van het motor/generatorsysteem in vliegwielbedrijf, zijn voorzieningen getroffen voor de eerst benodigde afzonderlijke meting van karakteristieken van vliegwielen. Het ligt in de bedoeling om in een hiervoor gebouwde grotere opstelling de kunststof vliegwielen te testen die door Fokker en TNO zijn ontwikkeld in het kader van het nationale onderzoekprogramma op dit gebied.

Niet-energetische toepassingen van de kernsplijting

Op het onderzoekcentrum in Petten bevinden zich twee onderzoekreactoren, waarvan de neutronen mede worden gebruikt voor niet-energetische toepassingen. Het betreft werkzaamheden op medisch-biologisch gebied, industriële toepassingen van radioactiviteit en onderzoek in de chemie, fysica van de vaste stof en kernfysica.

Bio-medische toepassingen

Zeer veel bestralingen werden in de HFR uitgevoerd voor de bereiding van radio-isotopen. Voor een belangrijk deel vinden deze isotopen toepassing in de medische diagnostiek in ziekenhuizen. De voornaamste opdrachtgever voor het doen van deze bestralingen is het Cyclotron en Isotopen Laboratorium van de firma Byk Mallinckrodt BV, dat eveneens op het onderzoekcentrum gevestigd is. Daarnaast worden bestralingen voor buitenlandse opdrachtgevers uitgevoerd. Het belangrijkste produkt dat bereid wordt is radioactief molybdeen, dat enerzijds verkregen wordt door bestraling van natuurlijk molybdeen en anderzijds door bestraling van uranium-235, waaruit vervolgens elders het als splijtingsprodukt gevormde molybdeen met hoge specifieke activiteit wordt afgescheiden. Het radioactieve molybdeen wordt door de opdrachtgever ingebracht in een molybdeen-technetium generator. Ook voor medische toepassingen werden bestralingen uitgevoerd met goud, kwik of koper als trefplaatmateriaal.

Eén van de chemische vormen waarin het technetium in ziekenhuizen wordt toegepast is als een mengsel van technetium (tin) ethaan-1-hydroxy-1, 1 diphosphonaat complexen. Dit mengsel van complexen dient als botscanmiddel. De bereiding, samenstelling en biodistributie in proefdieren van deze complexen vormen onderwerp van een proefschrift waarop J.A.G.M. van den Brand op 18 november in Utrecht de doctorstitel verwierf. Het genoemde proefdieronderzoek werd op het Interuniversitair Reactor Instituut uitgevoerd. Onderzoek naar de bepaling van spoorelementen had plaats in biologische materialen zoals haar, nagels, bloed en uit bloed afgescheiden eiwitfracties. Het haaronderzoek gebeurde in samenwerking met het Coronel Instituut van de Universiteit van Amsterdam en het IAEA, het onderzoek aan eiwitfracties in samenwerking met het Academisch Ziekenhuis van de Vrije Universiteit. In het bloedserum van een aantal donors werd het gehalte aan seleen en enkele andere elementen bepaald. In samenwerking met de afdeling Celbiologie en Genetica van de Erasmus Universiteit werden de effecten van splijtingsneutronen bij de LFR zowel als van röntgenstraling in de thymus van de muis onderzocht. Met behulp van immunologische technieken werd een begin gemaakt met een inventarisatie van de ontwikkelingsstadia van de thymocyten. Samen met de Medical Research Council in Harwell werd een onderzoek naar leukemie-inductie voortgezet met een neutronendosis van 0,4 Gray (40 rad) en verschillende doseringssnelheden. Om de effecten vast te stellen van splijtingsneutronen op de spermatogenese bij de muis zijn de veranderingen onderzocht in de stralingsgevoelige stamcelpopulatie, alsmede de differentiatie van het zich herstellende spermatogene weefsel en de effecten van een gecombineerde neutronenbestraling en toediening van het cytostaticum hydroxyureum. Dit onderzoek gebeurde in samenwerking met het Laboratorium voor Histologie en Celbiologie van de Universiteit in Utrecht.

Marien-biologisch onderzoek had plaats om inzicht te krijgen in de wijze waarop radionucliden en chemisch-toxische elementen door mariene organismen worden opgenomen en in welke mate accumulatie kan optreden. Onderzocht werd de verdeling van antimoon-125 in krabben en garnalen en de invloed van de temperatuur op de uitscheidingsnelheid van dit nuclide door garnalen. Met behulp van seleen-75 werd een duidelijke invloed van de chemische vorm van dit element gevonden op de uitscheiding ervan door garnalen.

Industriële toepassingen van radioactiviteit

De commerciële productie van radioactieve isotopen in de HFR geschiedt niet alleen voor de medische markt, ook wordt irridium geactiveerd om te worden gebruikt voor gammaraadiografie, vooral van lasnaden. Doorlichting met neutronen geschiedt bij beide Pettense reactoren, in de eerste plaats bij het onderzoek van bestraalde splijtstofelementen, maar daarnaast voor het oplossen van industriële problemen. Zo zijn neutrografische opnamen gemaakt van isolatiemateriaal voor hoogspanningstoepassingen en van de remklep van een vliegtuigvleugel. Voorbereidingen zijn getroffen voor het onderzoek van waterstofverbrossing in een chemische reactor.

Gammastraling van pas uit de HFR ontladen splijtstofelementen wordt incidenteel gebruikt voor sterilisatie van chirurgisch implantatiemateriaal, maar had in het verslagjaar meer belangstelling van verffabrikanten voor het vaststellen van de stralingsbestendigheid van de produkten die zij aanbieden voor gebruik in nucleaire installaties.

Een nieuwe toepassing van neutronen uit de HFR is de dotering van industriële halfgeleidermaterialen door transmutatie.

Radiochemische analyse

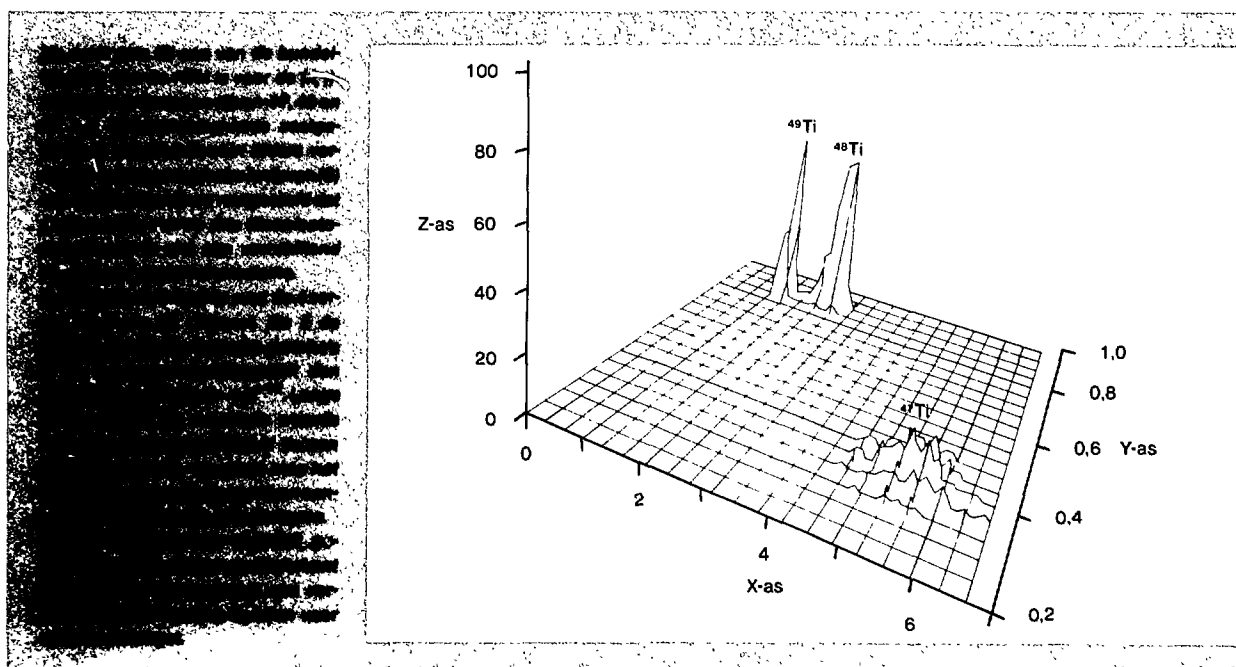
Bij sommige van de bovengenoemde onderzoeken werden radiochemische technieken toegepast, evenals dit het geval was bij de bepaling van elementgehalten in steenkool en verbrandingsresten, zoals eerder in dit verslag werd besproken.

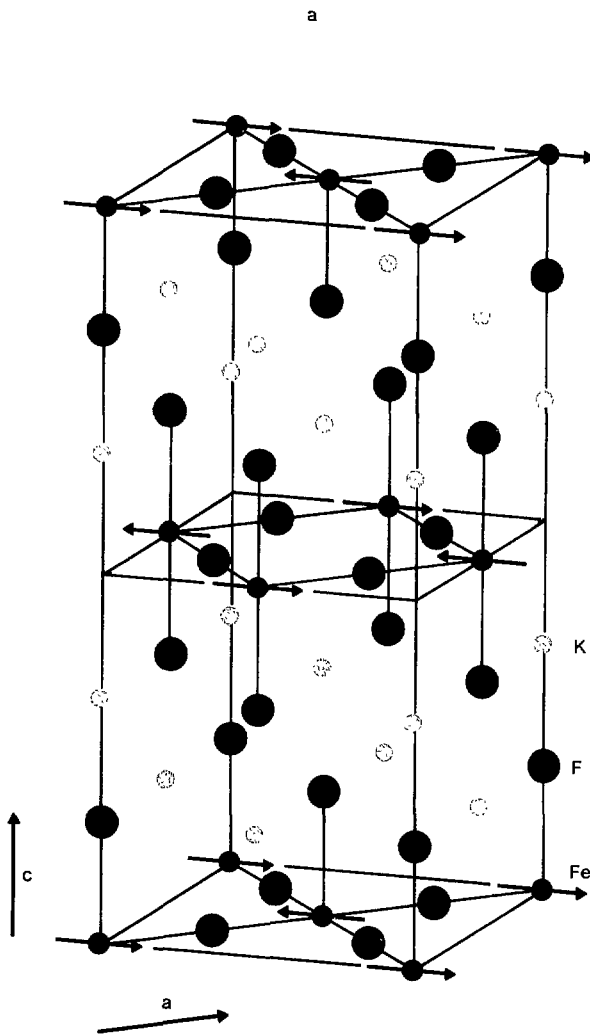
Daarnaast werden radiochemische methoden toegepast in de analyse van monsters van diverse andere herkomst. Mineralen en gesteenten van verschillende instituten voor aardwetenschappelijk onderzoek werden onderzocht in samenwerking met de Stichting Aardwetenschappelijk Onderzoek, gebruik makend van door ZWO beschikbaar gestelde apparatuur. Een ZWO-medewerker is voor dit onderzoek in Petten gedetacheerd. In samenwerking met het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening en het Rijksinstituut voor de Zuivering van Afvalwater werden multi-element-analyses uitgevoerd in zee-, oppervlakte-, grond-, regen- en drinkwater, evenals in slib afkomstig uit de Rijn, de Noordzee en de Waddenzee.

Een opstelling in de HFR voor activering met epithermische neutronen kwam gereed, evenals een geautomatiseerde opstelling voor het doen van vangstgamma-analyses bij één van de bundelkanalen van de reactor.

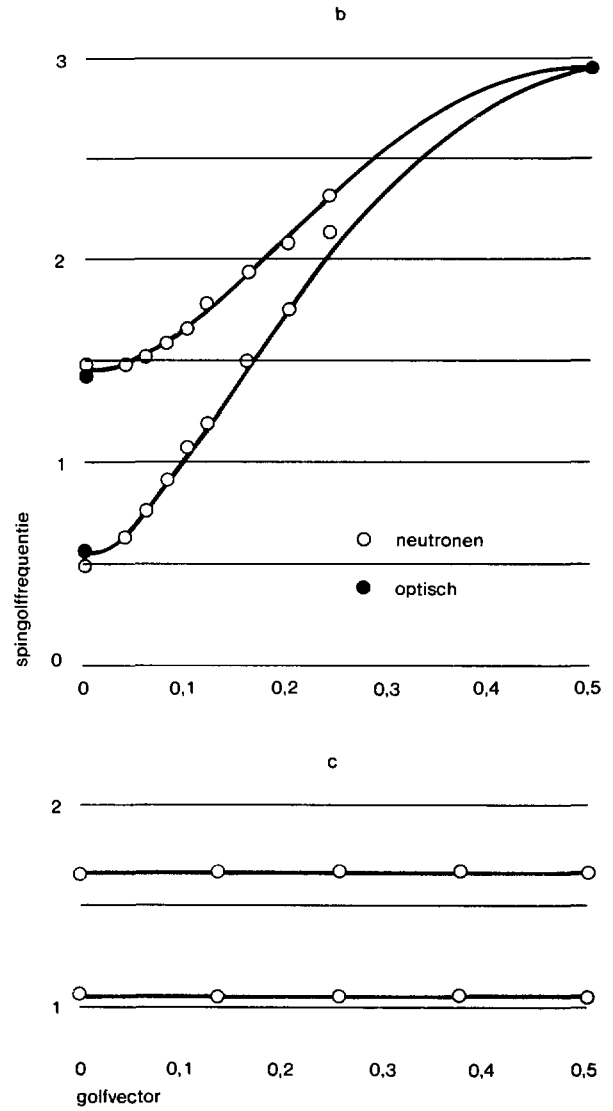
Kernfysica

Het kernfysisch onderzoek met behulp van bundelopstellingen bij de HFR gebeurt in samenwerking met de Stichting FOM. Daarbij werd een begin gemaakt met de studie van zeer lichte kernen na neutronenvangst. Een nieuwe kernoriëntatie-opstelling bij één van de bundelkanalen werd in gebruik genomen. Theoretisch onderzoek van de (n,γ) -reactie werd uitgevoerd aan de sterktefuncties van elektromagnetische multipoolstraling en aan de systematiek van met de (n,γ) -reactie bereikbare gebonden kerntoestanden. Voor de reactie ${}^3\text{He}(n,\gamma)$ met een neutronenbindingsenergie van 20,5 MeV en een werkzame doorsnede van enkele microbarns verloopt de concurrerende (n,p) -reactie zeer snel (σ 5000 b bij





In het kristalrooster van K_2FeF_6 liggen de ijzerionen in lagen loodrecht op de kristallografische bc -vlakken. Ook liggen de magnetische momenten van die ionicen ongeveer evenwijdig aan de bc -vlakken. De helft is evenwijdig aan een magnetische richting en een helft daaraan tegengesteld.



De dispersie van de spin golven in K_2FeF_6 is sterk afhankelijk van de richting van de golfvector. De dispersie van de spin golven is sterk afhankelijk van de richting van de golfvector. De dispersie van de spin golven is sterk afhankelijk van de richting van de golfvector.

thermische energie). Door een groep van de TH Delft wordt het (n, γ)-proces onderzocht bij 24 keV, waar de werkzame doorsnede voor de (n,p)-reactie twee ordes van grootte kleiner is ^{10}B (n, $\alpha\gamma$)-reactie. Deze reacties worden bestudeerd in een zeer intense bundel van onderhevig aan sterke concurrentie van een geladen deeltjesreactie, namelijk de ^{10}B (n, $\alpha\gamma$)-reactie. Deze reacties worden bestudeerd in een zeer intense bundel van gepolariseerde neutronen. In samenwerking met het Moskouse Instituut voor Theoretische en Experimentele Fysica werd de voorbereiding van de bestudering van de pariteitsbijmenging in de ^{10}B (n, $\alpha\gamma$)-reactie voortgezet. In het begin van het jaar werden met de Russische Staatscommissie voor Kernenergie nieuwe afspraken gemaakt voor uitwisselingen in 1981 en 1982 voor dit experiment, evenals voor onderwerpen buiten het gebied van de experimentele kernfysica.

Voor de reactie ^{23}Na (n, γ) is door verbeterde polarisatiemetingen aangetoond dat de kleine component die via kanaalspin $2+$ verloopt waarschijnlijk als direct proces dient te worden verklaard. Door toepassing van het statistische model en het reuzenresonantiemodel van de atoomkern kon het ^{49}Sc (n, γ)-spectrum begrepen worden.

In samenwerking met Brookhaven National Laboratory (VS) is een tiental spins toegekend aan p-toestanden van de kern ^{66}Cu met behulp van gamma- polarimetrie en zijn vervalschema's opgesteld voor de kernen $^{64,66}\text{Cu}$. Met gepolariseerde ^{63}Cu -kernen werden experimenten uitgevoerd aan de ^{63}Cu (n, γ)-reactie.

Vaste-stoffysica

De neutronbundels van de HFR leveren een belangrijke bijdrage tot het onderzoek van de vaste stof, dat wordt uitgevoerd aan de Nederlandse universiteiten en hogescholen. Dat heeft ook dit jaar gestalte gekregen in een groot aantal vormen van samenwerking en dienstverlening. Daardoor konden drie proefschriften tot stand komen aan de universiteiten in Utrecht en Leiden en de Technische Hogeschool in Twente.

Een neutronendiffractometer, voornamelijk in gebruik voor structuuronderzoek aan poeders, is geheel gereviseerd, voorzien van vernieuwde instrumentatie en van een minicomputer voor besturing en datacollectie. Voor onderzoek bij lage temperaturen is een nieuwe vloeibaar-helium-cryostaat in gebruik genomen.

Een door ZWO gefinancierde diffractometer is gebruikt voor onderzoek van kristalstructuren ten behoeve van kristallografische laboratoria te Groningen en Delft en voor textuuronderzoek.

In samenwerking met het Institute of Nuclear Physics te Krakau zijn met behulp van gepolariseerde neutronen spindichtheidsverdelingen onderzocht in legeringen van 3d-metalen en met name in die legeringen waarvan de eigenschappen niet door normale middeling kunnen worden beschreven. Daarbij kon ook het verband tussen extinctie bij strooiing van neutronen en de microstructuur nauwkeurig worden vastgesteld.

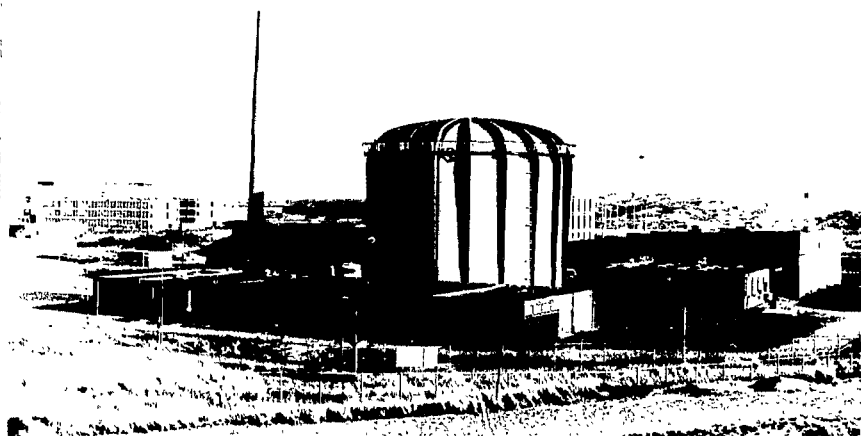
In een onderzoek naar het effect van gebroken magnetische correlaties kon het mechanisme van een fase-overgang in de antiferromagnetische ketenstructuur $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ worden vastgesteld. Een onderzoek van de magnetische fasegrenzen in $\text{CoBr}_2 \cdot \{0.48\text{D}_2\text{O} \cdot 0.52\text{H}_2\text{O}\}$ is afgesloten. Intermediaire ferromagnetische toestanden in de ketenstructuur $\text{CsFeCl}_3 \cdot 2\text{D}_2\text{O}$ konden worden herkend.

Metingen van de ontwikkeling van diffuse strooiing van neutronen in binaire legeringen na warmtebehandeling en van de groei van satelietreflecties hebben de kinetiek van spinodale ontmenging op een interessante wijze doen verklaren en dit verschijnsel duidelijk doen onderscheiden van klontering. Dit onderzoek is nagenoeg afgerond en beëindigd.

Hoekcorrelatiemetingen van positronenannihilatie in $\text{Co}_{0.92}\text{Fe}_{0.08}$ konden op bevredigende wijze worden verklaard met behulp van berekeningen uitgaande van een modelpotentiaal. Het fermi-oppervlak van de elektronenstructuur vertoonde overeenkomst met dat van nikkel.

Bij de bouw van een door ECN en de Stichting FOM gezamenlijk gefinancierde opstelling voor twee-dimensionale meting van positronenannihilatie zijn de preparaat-cryostaat met magneet, de convertoren en diverse andere delen gereed gekomen. De computer voor dataverwerking werd geïnstalleerd. Met CERN en het Nationaal Instituut voor Kernfysica en Hoge Energie Fysica werd nuttig samengewerkt aan de bouw van dradenkamerdetectoren.

De Hoge Flux Reactor. Op de achtergrond links een gedeelte van de laboratoria van het Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek van de Europese Gemeenschappen.



HFR

De HFR was in 1981 gedurende 269,44 dagen in bedrijf. De bedrijfsvoering wordt door ECN uitgevoerd in opdracht van het Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek (GCO) te Petten. Technische problemen van grote omvang deden zich niet voor, wel moest de bedrijfsvoering van de reactor gedurende enige dagen worden opgeschort teneinde een met het primaire koelwater meegevoerd hoog-radioactief isotopenbusje op te sporen en te verwijderen. Om bij deze operatie voor de vereiste afscherming te zorgen werd een deel van de kelder van het primair pompgebouw tijdelijk onder water gezet.

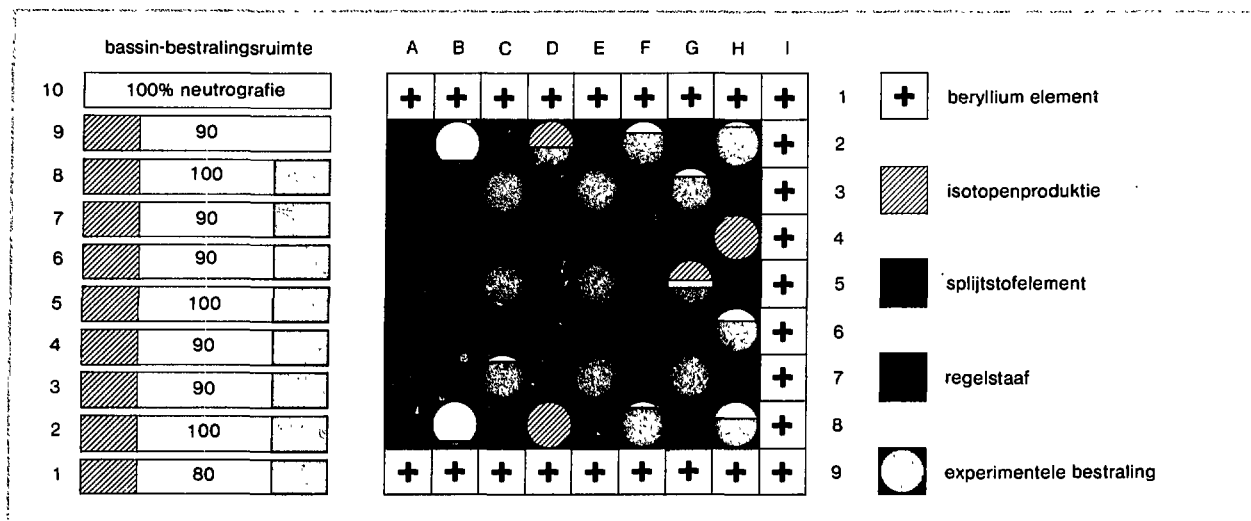
Een ander technisch probleem betrof de chemische aantasting van de elektrische installatie en motoren in het secundair pompgebouw ten gevolge van een kortstondige chloorlekkage. Een deel van deze installaties moest worden vernieuwd.

De voorgenomen vervanging – in 1983 – van het reactorvat van de HFR wierp in vele opzichten z'n schaduw vooruit. Het ontwerp voor een nieuw vat kwam in een definitief stadium, uitmondend in een bestelling door GCO van dit vat bij de Kon. Mij. 'de Schelde'. De aflevering wordt voorzien in 1983. Verband houdend met de aan de ingebruikneming van dit vat verbonden vergunningsprocedure werd aangevangen met het schrijven van een aangepast veiligheidsrapport. Met de Nederlandse autoriteiten – voornamelijk de Kernfysische Dienst en de Dienst voor het Stoomwezen – werd veel overleg gepleegd over ontwerpcriteria, materiaalkeuze, kwaliteitscontrole en een materiaalbewakingsprogramma voor het nieuwe vat. Hierbij werd onder meer gebruik gemaakt van de recente onderzoekresultaten van in de HFR bestraalde aluminiummonsters en van een fundamentele analyse van de oorzaken van de bij hoge stralingsdoses geconstateerde verbrossing van dit materiaal.

Ten slotte werd een aanvang gemaakt met de voorbereiding van de eigenlijke vervangingsoperatie, waartoe een aantal speciale ontmantelingstechnieken zullen moeten worden ontwikkeld en beproefd. Uitgangspunt hierbij is dat de vervanging zonder onaanvaardbare radiologische consequenties voor het betrokken personeel moet worden uitgevoerd.

Ook in 1981 werd zeer intensief van alle beschikbare bestralingsmogelijkheden gebruik gemaakt, waarbij gedurende enkele cycli de maximaal haalbare bezettingsgraad (~ 80%) weer werd benaderd. Het gebruik voor Nederlandse doeleinden was voor wat betreft het materiaalonderzoek vooral gericht op de invloed van neutronen op de mechanische eigenschappen van constructiematerialen voor kweekreactoren. Een aanvang werd genomen met de beproeving van splijtstofelementen – voor onderzoekreactoren – met een zodanig lage uraniumverrijkingsgraad (20%) dat de kans op misbruik voor militaire toepassingen wordt geëlimineerd. In dit programma wordt samengewerkt door ECN, GCO-Petten, Argonne National Laboratory en verschillende Europese splijtstoffabrikanten.

Op één na waren alle neutronenbundelkanalen in gebruik voor onderzoek – voornamelijk



door Nederlandse instellingen van wetenschappelijk onderwijs – van materiaalstructuren en atoomkernen.

De toepassing van de verschillende faciliteiten voor activeringsanalyse was ook in 1981 in toenemende mate gericht op het onderzoek naar de consequenties van kolenverbranding op het milieu. Binnen het kader van het Nederlandse gebruik van de HFR mag, ten slotte, ook de productie van radio-isotopen voor medisch-diagnostische en technische toepassingen niet onvermeld blijven.

Het gebruik van de HFR door de Duitse Bondsrepubliek was ook in 1981 in belangrijke mate gericht op het onderzoek naar de omstandigheden en oorzaken van het falen van LWR-splijstofelementen onder wisselende belastingscondities. Voorts werd het omvangrijke bestralingsprogramma gericht op de karakterisering van constructiematerialen en splijststoffen voor gasgekoelde reactoren in gelijke mate voortgezet. Bij dit laatste onderzoek vormde de in begin 1981 in gebruik genomen opstelling voor de automatische bemonstering en analyse van vrijkomende splijtingsprodukten een belangrijk hulpmiddel.

Door de Europese Gemeenschap wordt in geleidelijk toenemende mate van de reactor gebruik gemaakt voor staalbestralingen in het kader van haar reactorveiligheidsprogramma.

Ter ondersteuning van het gebruik van de HFR werden verschillende nieuwe voorzienings- en onderzoekinstallaties geïnstalleerd en werd de centrale verwerkingsinstallatie voor bestralingsgegevens verder uitgebreid en verbeterd. De voorzieningen, welke benodigd zijn voor de toepassing van neutrografie – met behulp van één van de neutronbundels – voor onderzoek van in vermogensreactoren bestraalde splijstofelementen kwamen tegen het einde van het verslagjaar.

LFR

De Lage Flux Reactor is ook dit jaar weer intensief gebruikt. Voor het onderzoek naar de effecten van neutronen of weefsel werden 85 bestralingen uitgevoerd. Ten behoeve van de activeringsanalyse werden ca. 500 monsters bestraald, voornamelijk van steenkolen en vliegias. Zowel voor interne als voor externe opdrachtgevers is de neutrografie-opstelling bij de LFR regelmatig gebruikt.

Practica zijn met de LFR uitgevoerd ten behoeve van de ondersteuning van de theorielessen van de reactorbasiscursus voor de opleiding van reactorbedrijfstechnici en ten behoeve van andere opleidingen (o.a. natuurkunde-studenten en lerarenopleiding).

Het gebruik van de neutronengenerator, die in hetzelfde gebouw als de LFR staat opgesteld, voor analyses met activering door snelle neutronen nam duidelijk in omvang toe. In totaal werden 407 bestralingen uitgevoerd. Dit gebruik betreft vooral de bepaling van het fluor-, silicium- en zuurstofgehalte in steenkolen en vliegias.

Radiologische veiligheid

De collectieve stralingsdosis van de ECN-medewerkers in Petten bedroeg dit jaar 0,50 mansievert. Deze dosis werd ontvangen door 291 radiologische werkers, wat neerkomt op een gemiddelde jaardosis van 1,70 mSv (170 mrem).

De individueel ontvangen stralingsdoses waren als volgt verdeeld:

dosisinterval in mSv	0-0,5	0,5-2	2-5	5-10	10-50	boven 50
aantal personen	178	43	34	25	11	0

Als gevolg van een in het koelsysteem van de HFR gespoeld hoog-radioactief isotopenbusje, ontving één niet-radiologische werker een dosis die groter was dan de voor deze categorie wettelijke toegestane dosislimiet voor 1 jaar. De stortingsoperatie van radioactief afval in de Atlantische Oceaan verliep, ondanks vertragingen door demonstraties en slecht weer tijdens de dumping, uit radiologisch oogpunt bevredigend. De collectieve stralingsdosis opgelopen bij transport, overslag en dumping van het in Nederland geladen afval, bedroeg 0,04 mansievert. Bij de dumping van het in België geladen afval werd 0,05 mansievert geregistreerd.

Conventionele veiligheid

Naast de gebruikelijke veiligheidsinspecties, geluidsmetingen, gaslekmetingen, explosiemetingen en keuringen van apparatuur onder druk, werd er dit jaar veel aandacht besteed aan de veiligheid van het bedrijf van de op het terrein aanwezige windturbines. Voor de op het testveld te beproeven kleine windturbines werd een beoordelings- en bedrijfsprocedure vastgesteld. Voor de 25 m HAT werden schattingen gemaakt van de grootte van persoonlijke en collectieve risico's in geval van bladbreuk. De berekende risico's bleken voldoende klein in vergelijking met andere beroepsrisico's. Beproeving en bedrijf van de windturbine zal er mede op gericht zijn de kans op bladbreuk voldoende te reduceren.

Bedrijfsgeneeskunde

In het kader van het periodiek geneeskundig onderzoek van ECN-medewerkers werden er dit jaar 584 medische keuringen verricht. Het aantal speciale onderzoeken, waartoe behoren electrocardiogrammen en spirometrische, ergometrische en audiometrische bepalingen, bedroeg 532. De bedrijfsgeneeskundige dienst werd in totaal 480 maal geraadpleegd voor diverse aangelegenheden. Er werden 42 meest kleine ongevallen gemeld. Ter controle van mogelijke inwendige besmetting met radionucliden werden er dit jaar 72 metingen van de radioactiviteit van het lichaam uitgevoerd en werden er 855 urinemonsters onderzocht op mogelijke uitscheiding van radionucliden. Er werden geen gevallen gevonden waarbij inwendige besmetting een bijdrage leverde tot de stralingsbelasting van de betrokkene. Met behulp van de gegevens uit recente ICRP-publikaties werden er nieuwe maatstaven berekend voor de beoordeling van de ernst van huid- en wondbesmettingen met radioactief materiaal. Deze gegevens werden opgenomen in de 6e druk van de handleiding voor de behandeling van persoonlijke stralings- en besmettingsongevallen.

Lozingscontrole

In de daarvoor in aanmerking komende gebouwen wordt de in de omgeving geloosde lucht continu bemonsterd op radioactiviteit. De geloosde hoeveelheden bleven ook dit jaar ver beneden de in de betreffende vergunningen genoemde limieten. Ook bij de lozing van afvalwater via een pijpleiding in de Noordzee, bleven de geloosde hoeveelheden standaard α - en β -activiteit, zoals gedefinieerd in de lozingsvergunning, beneden de daarvoor gestelde limieten.

Dienstverlening aan derden

Het aantal abonnementen op de ECN-film dosismeter bedroeg aan het eind van het verslagjaar 1503. Het aantal speciale brandweerabonnementen bedroeg 639. Ten behoeve van derden werden er 127 medische keuringen en 38 speciale onderzoeken verricht. Tevens werden er 494 lichaamstellingen en 251 urine-analyses uitgevoerd.

In 1981 is goede voortgang geboekt in de nationale onderzoekprogramma's die door het Bureau Energie Onderzoek Projecten (BEOP) grotendeels in opdracht van het ministerie van Economische Zaken, worden beheerd. Over deze voortgang zal hieronder per programma worden gerapporteerd.

In juni van het verslagjaar werd door het ministerie van Economische Zaken medegedeeld dat men de coördinatie en het beheer van de nationale onderzoekprogramma's bij één instelling wilde centraliseren, waarin ook de activiteiten van BEOP zouden worden ondergebracht. Voor deze centrale organisatie werd aan de NEOM gedacht. Inmiddels is over deze materie nader advies gevraagd aan de Raad voor Energie Onderzoek.

Het beheer van de vijf bij BEOP onder beheer gebrachte programma's is intussen een veeleisende en groeiende taak gebleken. Hierbij blijkt BEOP in toenemende mate een belangrijk informatiepunt te zijn met betrekking tot de vele vragen over de toepassing van alternatieve energiebronnen. Over de programma's wind- en zonne-energie werd op 18 mei resp. 1 oktober een congresdag gehouden te Utrecht waar over de stand van zaken werd gerapporteerd.

Om op de behoefte aan informatie in te spelen werd na overleg met het ministerie van Economische Zaken besloten tot de uitgave van een periodieke nieuwsbrief over de programma's wind- en zonne-energie. De uitgave zal in het begin van 1982 starten.

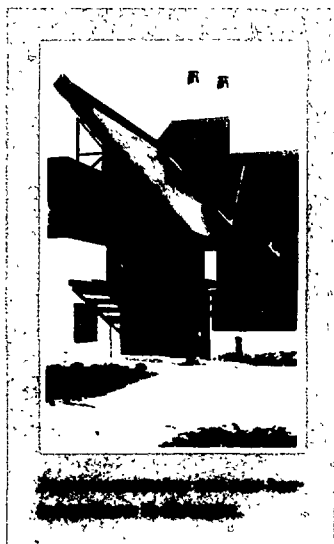
Op de gebruikelijke manier onderhoudt BEOP een aantal buitenlandse contacten op haar werkterrein. Nieuwe contacten werden gelegd met Griekenland, waar belangstelling bestaat voor in Nederland ontwikkelde kennis en technologie met het oog op de introductie van de toepassing van windenergie, met name op de talloze eilanden. Wellicht kunnen hiermee leveringsmogelijkheden voor de Nederlandse industrie worden geschapen.

Door bemiddeling van BEOP werd een ingenieur uit de Volksrepubliek China voor de duur van 2 jaar gedetacheerd bij de dit jaar binnen ECN gevormde projectgroep Windenergie.

Energie-opslag in vliegtuigen

Uit de eerste fase van het programma is gebleken dat de beste toepassingsmogelijkheden liggen in de vervoerssector. Daarnaast wordt gedacht aan toepassing bij kleine windturbines om de spanning van de opgewekte elektriciteit bij variabele windsnelheid constant te houden. Concrete studievoorstellen voor toepassing in stadsbussen en stoptreinen wachten op de goedkeuring van het ministerie van Economische Zaken. Ook is een praktijkproef voor toepassing bij kleine windturbines in samenwerking met de TH Eindhoven en Rijkswaterstaat in voorbereiding.

Zonne-energie



Ten aanzien van de hoofdlijnen van het Nationaal Onderzoekprogramma Zonne-energie (NOZ) zijn een aantal belangwekkende conclusies te trekken. Zo behoeft zwembadverwarming met behulp van zonne-energie geen deel meer uit te maken van het NOZ. Er blijken namelijk installaties op de markt te zijn die economisch vrijwel rendabel zijn. Bovendien wordt in eerste instantie de technisch/economische demonstratie van dergelijke systemen gecoördineerd door de EEG. Voorts is besloten om binnen het programmadeel zonneboilers veel sterker de aandacht te leggen op grootschalige technische demonstraties. Hiertoe zijn budgetverschuivingen aangebracht, die het mogelijk maken dat het NOZ niet alleen de onderzoekaspecten financiert, doch ook in de investeringen van de hardware deelneemt. Thans zijn twaalf projecten met een omvang van 25 tot 150 installaties in de woningbouwsector in uitvoering of voorbereiding. Zeer verheugend is het op gang komen van een nieuwe ontwikkeling die moet leiden tot een kunststof zonneboilersysteem waarvan de exploitatiekosten bijna gehalveerd zijn ten opzichte van die van de huidige systemen. Een prototype wordt thans getest.

De meeste aandacht gaat echter uit naar zonne-energiesystemen voor ruimteverwarming. Hierbij valt een verschuiving te constateren van praktijkexperimenten naar het ontwikkelen van componenten en systemen. Dit is een gevolg van moeilijkheden bij het realiseren van praktijkproeven. Opvallend is de relatief belangrijke rol die lucht als warmtetransportmedium speelt bij beide groepen van projecten. Van de praktijkproeven met ruimteverwarmingssystemen van de eerste generatie kwamen inmiddels resultaten beschikbaar. Voorlopig kunnen hieruit duidelijk twee conclusies worden getrokken. Ten eerste is het streven naar een zo hoog mogelijk dekkingspercentage van de warmtebehoefte middels zonne-energie economisch niet verdedigbaar. Ten tweede heeft

een onvoldoende inzicht in factoren als de werking van de installaties, kengetallen van verschillende componenten en de rol van het bewonersgedrag, geleid tot een aantal tegenvallende prestaties. Gezien de enorme hoeveelheid gegevens die tot nu toe verkregen is, is de verwachting gewettigd dat systemen van de tweede generatie technisch aanzienlijk beter aan de verwachtingen zullen voldoen en een minder ongunstig economisch perspectief zullen bieden.

Rekenmodellen met bijbehorende computerprogrammatuur zijn ontwikkeld voor zowel complete zonneboiler- als zonneverwarmingsinstallaties en voor verschillende warmte-opslagsystemen. Hiermede zijn parameter- en systeemstudies uitgevoerd. Bovendien zijn de modellen in internationaal verband vergeleken met buitenlandse programma's, waarbij reeds is komen vast te staan dat de Nederlandse modellen zeer goed voldoen. Ook de validatie en verificatie van de rekenprogramma's, zowel nationaal als internationaal, heeft goede vorderingen gemaakt. Hierbij wordt gebruik gemaakt van metingen in proefprojecten en met de in EEG-verband geplaatste Pilot Test Facility die inmiddels reeds meer dan twee jaar in gebruik is en waarmee tevens een computerprogramma uitgevoerd wordt. Op grond van eerder verkregen resultaten van daartoe uitgevoerde studies is eind vorig jaar besloten een proefproject betreffende seizoenopslag van warmte in de bodem te realiseren. Gezien de omvang van dit project, is door het ministerie van Economische Zaken een additionele financiering ter beschikking gesteld. Verwacht wordt dat met de bouw medio volgend jaar een aanvang kan worden gemaakt.

Ten aanzien van de projecten van algemeen belang kan nog het volgende worden opgemerkt. Ten eerste is het van essentieel belang gebleken testinstallaties zoals de Pilot Test Facility en de kunstzoninstallatie ter beschikking te hebben voor het technisch-wetenschappelijk oplossen van praktijkproblemen. Ten tweede blijkt nog onvoldoende informatie beschikbaar te zijn over de zonnestraling in Nederland. Ten derde zal op korte termijn extra aandacht moeten worden besteed aan de voorlichting, gezien de grote vraag om informatie. Aan het eind van de verslagperiode waren in totaal 105 projecten uitgevoerd, in uitvoering of in voorbereiding.

Kolen

In maart heeft de Programma Voorbereidings Commissie (PVC) voor het Nationaal Onderzoekprogramma Kolen (NOK) zijn rapport 'Voorstel voor een Nationaal Programma van Onderzoek, Ontwikkeling en Demonstratie op het gebied van steenkolen' aan de ministers van Economische Zaken en van Volksgezondheid en Milieuhygiëne aangeboden.

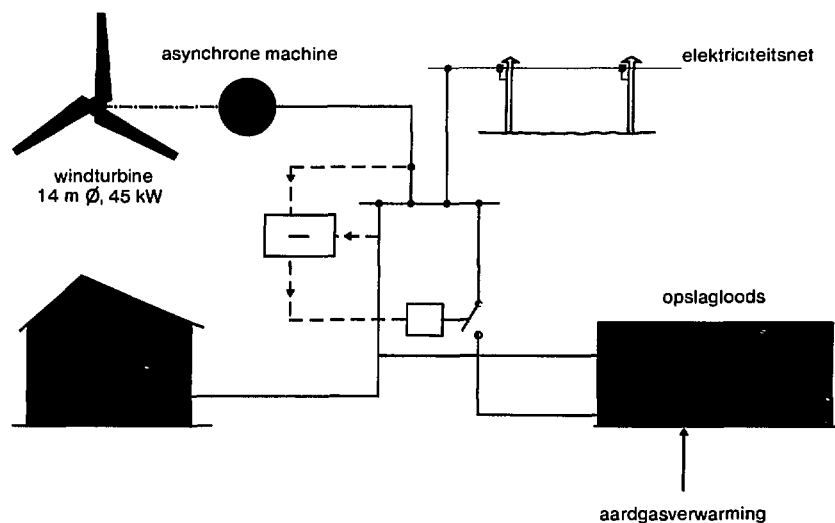
In april is dit programmavoorstel aan de Tweede Kamer toegezonden. Op 27 november heeft de regering haar standpunt over het PVC-advies bepaald. Vooruitlopend op dit regeringsstandpunt heeft BEOP op basis van het PVC-rapport en inhakend op initiatieven uit de onderzoekwereld een aantal programmavoorstellen geformuleerd die in september aan de betrokken ministeries zijn aangeboden. Deze voorstellen betroffen ca. 50 projecten ten bedrage van in totaal meer dan f 60 miljoen, verdeeld over de volgende onderwerpen:

- Invloed kolenstoken op luchtverontreiniging
- Steenkoolzuivering
- Veiligheid
- AFBC
- PFBC
- Branderontwikkeling
- Rookgasontzwavelingsgips
- Steenkoolreststoffen

Aan het slot van de verslagperiode zijn deze projecten met uitzondering van vier op PFBC betrekking hebbende projecten door de Overheid goedgekeurd. Buiten het NOK-verband, maar met gedeeltelijke NOK-subsidie is in dezelfde periode door de Overheid aan BEOP opgedragen het programma-management te verzorgen van een integraal programma betreffend stralingsaspecten van woonhygiëne en verwante radio-ecologische problemen (11 projecten, kosten ruim f 5 miljoen). In 1981 zijn voortgezet het reeds lopende universitaire programma op het gebied van karakterisering, vergassing en liquefactie van steenkool, alsmede de AFBC-projecten bij TNO, waar op 14 april de AFBC-ketel formeel in gebruik werd gesteld.

Gestart zijn nieuwe projecten op het gebied van kolenreststoffen, kolenzuivering en

**Proefproject Bloembollenbedrijf
Ponninga, Breezand.**



vliegasopwerking door middel van magnetische scheiding, opkoling verhinderende lagen en lage NO_x -branders. Afgerond in 1981 is een voorstudie microbiologische steenkoolzuivering en een uitgebreide studie naar de technische mogelijkheden en marktverwachtingen van PFBC.

In 1981 kwamen 24 contracten tot stand, belopende een bedrag van f 26 miljoen, terwijl eind 1981 in voorbereiding waren 59 contracten voor een totaalbedrag van ruim f 45 miljoen.

Windenergie

Het Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie (NOW-I) is op 1 maart 1981 formeel gesloten. De resultaten van het vijfjarig onderzoek- en ontwikkelingswerk zijn vastgelegd in het evaluatierapport 'Perspectieven voor windenergie in Nederland' d.d. april 1981. Dit rapport is op 13 mei 1981 aan de minister van Economische Zaken aangeboden. De conclusies en aanbevelingen uit het rapport kunnen als volgt worden samengevat:

- Windenergie biedt in het kader van de diversificatiegedachte voldoende perspectieven om toepassing ervan krachtig te stimuleren.
- Alvorens tot een verantwoorde introductie op grotere schaal kan worden overgegaan, dient eerst nog een groot aantal knelpunten te worden opgeruimd.
- Eliminatie van de knelpunten kan mede geschieden door de uitvoering van een vervolgprogramma.
- De resultaten van het NOW laten de opstelling van een nationale strategie in hoofdlijnen toe met betrekking tot het gebruik van de wind als energiebron.

BEOP heeft op verzoek van de Begeleidingscommissie Windenergie op basis van bovenstaande conclusies en aanbevelingen een voortgezet programma (NOW-II) geformuleerd met als doelstelling: het bevorderen van een verantwoorde introductie van het gecentraliseerde en gedecentraliseerde gebruik van de wind als energiebron in de Nederlandse energievoorziening, zodanig dat in het jaar 2000 ten minste geïnstalleerd zijn:

- 1.000 grote eenheden in windcentrales (totaal vermogen 1.500 à 2.000 MW);
- 15.000 kleinere windmolens (totaal vermogen 450 MW).

Het is een negenjarig programma, onderverdeeld in drie fasen van elk drie jaar, dat op 25 juni 1981 ter goedkeuring is voorgelegd aan de minister van Economische Zaken. De minister heeft op 11 december 1981 aan BEOP opgedragen om de eerste fase tot uitvoering te brengen. Belangrijke deelprojecten zijn: ontwerp en bouw van een grote (meer dan 1 MW) windturbine met horizontale as en de voorbereiding voor de installatie van een kleine windelektriciteitscentrale.

De 15m VAT op de Floriade.



Tastbare resultaten van het NOW-I zijn:

- De 25 m HAT te Petten, officieel in bedrijf genomen in juni 1981. Na de gebruikelijke aanloopproblemen kon in december 1981 een begin worden gemaakt met de uitvoering van het eigenlijke meetprogramma.
- Ingebruikname van een testgelegenheid voor kleine windmolens.
- Voorbereiding en gedeeltelijke ingebruikname van een tiental proefprojecten voor de gedecentraliseerde toepassing van windenergie.

Magneto-hydrodynamische energieconversie

Begin 1981 werd besloten tot de uitbreiding van de studiefase (fase I) van het Nederlands MHD-project met één jaar. Een accentverlegging was nodig omdat de resultaten zullen worden ingebracht in een door de Overheid gewenste vergelijking met die van studies over een kaliumdampvoorschakelsysteem en een STEG-systeem met geïntegreerde vergasser. De uitbreiding betrof in de eerste plaats meer gedetailleerde studies van een aantal componenten, uitgevoerd door o.a. Stork Ketel en Apparatenbouw, ESTEL Technical Services, FDO-Technische Adviseurs, Holec Machines en Systemsgroup. Voorts werd uitvoerig aandacht besteed aan het systeemontwerp van een 600 MWe MHD-stoomcentrale als basis voor de bovengenoemde vergelijking. Tegen het eind van 1981 kwam het eindrapport vrijwel gereed.

Daar de studie van het kalium-stoomsysteem ernstige vertraging ondervond door administratieve problemen bij de buitenlandse partners, is na overleg besloten in eerste instantie alleen het MHD-stoomsysteem en het STEG-systeem met elkaar te vergelijken.

Op grond van de uitgevoerde deelstudies zijn door verschillende industrieën voorstellen gedaan voor onderzoekprojecten in fase II van het MHD-project. Het betreft o.a. de beproeving van een MHD-brander en de ontwikkeling van de generatorconstructie. In overleg met de Stuurgroep van het Nederlands MHD-project werd door BEOP een begin gemaakt met de formulering van een voorstel voor een programma voor deze tweede fase. Een beslissing hierover zal door de Overheid worden genomen nadat de vergelijking tussen MHD en STEG tot stand is gekomen.

In het kader van de samenwerking met het Amerikaanse Department of Energy vonden in 1981 drie vergaderingen van het Joint Committee plaats. Een uitbreiding van de samenwerking voor 1982 en volgende jaren is in discussie. Apparatuur afkomstig van de Amerikaanse partners die hier zal worden beproefd, wordt nu in de MHD-opstelling bij de Technische Hogeschool Eindhoven geïnstalleerd.

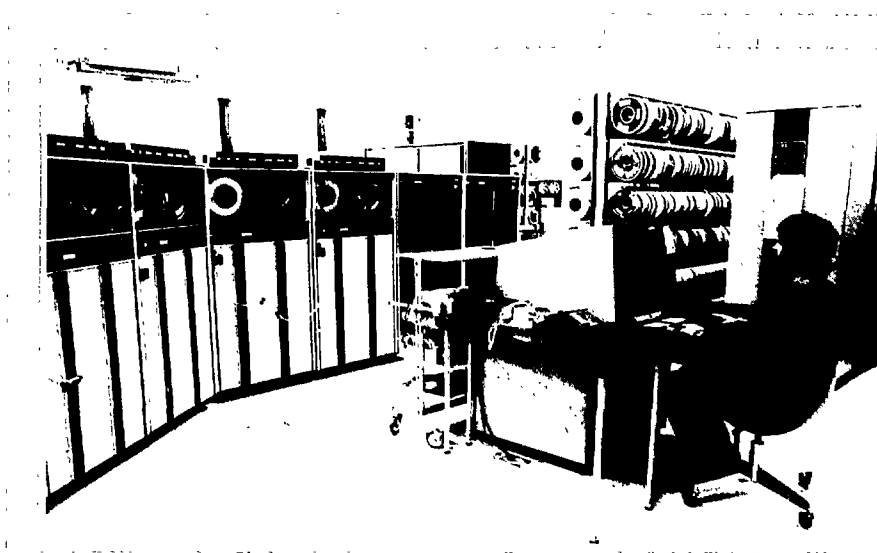
Het gemeenschappelijk rekencentrum van ECN en Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation (NSP) beleefde in het verslagjaar wederom een groei van het werkaanbod. De opmerkelijke toename met 25% tot 4.000 systeemuren per jaar vond niet geleidelijk plaats maar concentreerde zich grotendeels in het laatste kwartaal. Binnen het totale werkaanbod nam het interactief gebruik een belangrijker plaats in dan in de voorgaande jaren. Dit gebruik groeide met 60% tot 600 systeemuren met behoud van voor de gebruikers acceptabele wacht- en verwerkingstijden. Hiervoor waren onder meer uitbreidingen noodzakelijk van secundair geheugen en communicatie-apparatuur. De verwachting is dat de vraag naar interactieve verwerking sterk zal blijven toenemen, hetgeen van het rekencentrum inspanningen zal vergen zowel op het gebied van de apparatuur als van de programmatuur. Onder andere bij toepassingen van computergrafiek en van tekst-editing zal de dienstverlening zich richten op de gebruikersvriendelijkheid van de hulpmiddelen. Het interactief gebruik vindt plaats via 140 aangesloten conversationale eindstations, waarvan een 25-tal grafische mogelijkheden bezit. Naast deze aansluitingen zijn in het communicatienet opgenomen de verbindingen met de 'remote-batch'-systemen van de externe gebruikers, van wie het aantal inmiddels de 70 is gepasseerd.

In de dienstverlening van het rekencentrum speelt de toegepaste mechanica een voorname rol. De explosieve groei van het computergebruik op dit gebied wortelt enerzijds in de kwaliteit van de gevoerde pakketten als NASTRAN, PISCES, MARC en ANSYS en anderzijds in de toegenomen specialistische ondersteuning door het rekencentrum. Een dit jaar uitgevoerd en afgesloten onderzoek zal het komend jaar resulteren in uitbreiding van de programmatische hulpmiddelen. In het bijzonder ter voor- en nabewerking van de met genoemde pakketten uitgevoerde berekeningen.

Meer dan voorheen werd aandacht besteed aan toepassingen op statistisch gebied. Dit leidde onder meer tot de aanschaf van het statistisch pakket BMDP.

De numeriek-wiskundige programmatheek NUMRCN wordt door het rekencentrum beheerd en ontwikkeld. Van deze uitgebreide collectie werd een nieuwe versie aan de gebruikers ter beschikking gesteld.

Ten behoeve van ECN werden analyse- en programmeringswerkzaamheden verricht, onder meer voor de administratie van roerend goed en voor de verlofadministratie. Bovendien werd een groot aantal adviezen aan medewerkers van ECN verstrekt, zowel van programmatische als van numeriek-wiskundige aard. Naast de gebruikelijke schriftelijke voorlichting bood het rekencentrum zijn gebruikers cursussen en introducties op de gebieden van technische mechanica, programmering en computergebruik aan.



Bedieningsconsole van de CYBER-175 in het rekencentrum.

Verwerking van radioactieve reststoffen

Het bouwkundige werk aan de nieuwe opslagfaciliteit voor vloeibaar afval is nagenoeg voltooid en begonnen werd met de aanleg van leidingen. De hogedrukkers voor het verwerken van vaste afvalstoffen uit eigen productie en verzameld door de ophaaldienst functioneerde naar behoren en trok wederom veel, ook buitenlandse, belangstelling.

De inwerkingtreding in 1980 van de Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne maakte het particulieren en actiegroepen mogelijk effectief te ageren tegen de jaarlijkse stortingsoperatie in juni van laag-actief vast afval in de Atlantische Oceaan. Zij vroegen en verkregen bij de Raad van State, afdeling voor geschillen van bestuur, schorsing van de door de minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne aan ECN verleende vergunning tot uitvoering van die storting. In de hoorzitting die tijdens de behandeling van de beroepen door de Raad van State werd gehouden hadden bezwaarden de hulp ingeroepen van buitenlandse getuigedeskundigen. De bezwaren werden niet-ontvankelijk verklaard dan wel ongegrond en de storting kon begin september op de gebruikelijke plaats worden verricht. Het betrof wederom een operatie tezamen met België en Zwitserland, waarvoor twee zusterschepen van 3450 ton, de Louise en Kirsten Smits, werden gebruikt. Het Nederlandse aandeel in de totale lading van 9413 vaten met een gewicht van 6918 ton, bedroeg 2606 dumpvaten van 200, 400 en 600 l en 409 betonnen B- containers met een geschatte radioactiviteit als volgt: α -stralers, inclusief radium, 6,8 Ci; β , γ -stralers behalve H^3 , 1770 Ci en tritium 83 Ci. Zoals gebruikelijk stond de operatie onder toezicht van een Nederlandse en een NEA-escorting officer.

De volgende numerieke gegevens over het afvalverwerkingsbedrijf kunnen hier worden genoemd. Via de pijpleiding in zee werd van het ECN-terrein 15.300 m³ afvalwater geloosd met een totale standaard β -activiteit van 2,593 curie. De ophaaldienst voerde uit het land 532,4 m³ samenpersbare en 7,1 m³ niet-samenpersbare resten aan ter verwerking, 361 reeds gevulde B-containers, alsmede 3,981 m³ kadavers. Aan vloeibare reststoffen werden 1.336 vaten van 60 l ontvangen die in Petten werden gescheiden in 64,317 m³ anorganische en 11.684 m³ organische vloeistof. Bovendien werden 859 vaten van 60 l ontvangen met plastic potjes met telvloeistof, die na behandeling 9,182 m³ organische vloeistof opleverden. Er werden 2.126 voorwerpen gedecontamineerd en 41.934 kg bedrijfskleding gewassen.

Nieuwbouw verwerking van radioactieve reststoffen.



De behoefte aan informatie over de energieproblematiek in het verslagjaar bleek – evenals trouwens in de voorafgaande jaren – zeer groot. Zo komen bij ECN vele verzoeken binnen tot toezending van documentatiemateriaal. Ook blijken velerlei organisaties, die discussieavonden beleggen over de problemen van de toekomstige energievoorziening, veel prijs te stellen op de medewerking van ECN-sprekers. ECN tracht aan al deze verzoeken zo goed mogelijk te voldoen.

Persvoorlichting

Dagelijks ontvangt ECN verzoeken tot informatie van medewerkers van kranten, tijdschriften, radio en TV. Deze verzoeken hebben zowel betrekking op het werk van ECN als op de gehele energieproblematiek. In het verslagjaar besteedden de media veel aandacht aan ECN-activiteiten: tweemaal in het bioscoopjournaal, een twintigtal malen in TV-rubrieken en journaaluitzendingen, een dertigtal malen in radioprogramma's en ruim driehonderd maal in kranten- en tijdschriftartikelen. In het verslagjaar werden twee persconferenties georganiseerd en werden 13 persberichten verzonden.

Conferenties en tentoonstellingen

Dit jaar organiseerde ECN twee conferenties over resp. de resultaten van het Nationaal Programma Windenergie en het Nationaal Programma Zonne-energie, beide in samenwerking met het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en de Stichting Toekomstbeeld der Techniek. De conferentie over zonne-energie werd mede georganiseerd onder auspiciën van de Nederlandse Vereniging voor Zonne-energie (ISES-Nederland) en de Nederlandse Technische Vereniging voor Verwarming en Luchtbehandeling. Voor beide conferenties bestond een grote belangstelling.

Op 2, 3 en 4 juni vond in Veldhoven de door ECN en de Stichting Energie Anders gezamenlijk georganiseerde Nationale Windenergie Conferentie plaats. Tijdens deze conferentie werden in een veertigtal inleidingen de uiteenlopende visies over de toepassing van windenergie naar voren gebracht van een groot aantal groeperingen.

ECN leverde voorts een bijdrage bij de organisatie van de door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, afdeling voor Kerntechniek, op 29 september belegde conferentie 'Verworvenheden bij opwerking en opslag van kernsplijtingsafval' en de op 27 november

Conferentie Zonne-energie in Nederland.



door het Nederlands Astmafonds georganiseerde conferentie 'Energie en CARA, luchtkwaliteit en longaandoeningen'.

In het verslagjaar nam ECN met een stand deel aan twee tentoonstellingen, nl. van 10 t/m 14 maart aan de Nationale Energiebeurs te Borne en van 4 t/m 8 mei aan de Machevo te Utrecht. Tevens was ECN met een voorlichtingsstand vertegenwoordigd op de door de Organisatie voor Duurzame Energie georganiseerde Windwerkdag op 25 april te Utrecht en op de tentoonstelling ter gelegenheid van het Congres 'Nieuwe energietoepassingen en het welstandstoezicht' op 28 oktober te Apeldoorn, belegd door de Federatie Welstandstoezicht.

Publikaties

De resultaten van het door ECN verrichte onderzoek worden gepubliceerd in wetenschappelijke tijdschriften en rapporten. In de bijlage op pag. 74 is een lijst van publikaties opgenomen.

In het tijdschrift Energiespectrum werden vele artikelen over een breed scala van onderwerpen op het terrein van energieonderzoek en energievoorziening gepubliceerd. In twee speciale nummers werden de teksten afgedrukt van de conferenties over windenergie en zonne-energie. Bij de keuze van onderwerpen was een belangrijke overweging voor de redactie de mate waarin een artikel informatie bevat die relevant is voor de Maatschappelijke Discussie Energiebeleid. Zo werd onder andere aandacht besteed aan:

- de INFCE-studie, voor wat betreft de opberging van radioactief afval;
- het KEMA-rapport over de toekomstige energiesituatie in Nederland (TESIN);
- het energiebeleid en de steenkoolvoorziening van Nederland;
- de experimentele windturbine te Petten;
- de problemen betreffende de opslag van kolenafval versus die van kernsplijtingsafval;
- boeken die van belang zijn voor de discussie over energieproblemen;
- basisnormen voor de stralingshygiëne;
- de nieuwe ICRP-normen en de consequenties daarvan voor de ondergrondse opberging van radioactief afval;
- de veiligheidsbeoordeling van het opbergen van radioactief afval in zout;
- een evaluatie van de resultaten van het Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie;
- de risico-analyse van het storten van laag-radioactief afval in de diepzee;
- de IIASA-studie 'Energie in een eindige wereld';
- nieuwe inzichten over de consequenties van een ongeluk met een kerncentrale;
- kolen als prijsleider op de energiemarkt;
- de resultaten van analytisch-chemisch onderzoek van neerslag in Nederland.

Bezoeken aan het centrum

De belangstelling voor de mogelijkheid in groepsverband een bezoek aan het onderzoekcentrum te Petten te brengen is nog steeds groot. In het verleden bestond de meerderheid van deze groepen uit personen met een technische of wetenschappelijke belangstelling voor ons werk. De laatste jaren is er evenwel een duidelijke toename te constateren van aanvragen van groepen met vooral interesse voor de algemene energieproblematiek. Het aantal aanvragen is echter zo groot dat helaas niet aan alle verzoeken voldaan kan worden omdat het werk anders te veel gestoord zou worden.

Veel belangstelling bestaat er ook voor ons werk op het gebied van de windenergie. Om tegemoet te komen aan de vele aanvragen voor nadere informatie is een maandelijks bezoekdag ingesteld, waarvan veelvuldig gebruik wordt gemaakt.

Bibliotheek

De automatische boekencatalogus bevat nu 15.000 titels. Er is een toenemende belangstelling van de zijde van andere bibliotheken om dit bestand door middel van een dial-up verbinding en gebruikmakend van het retrieval-programma TROIKA te raadplegen. Definitieve afspraken hierover met het samenwerkingsverband van acht onder Economische Zaken ressorterende bibliotheken, waartoe nu ook het ECN behoort, zijn in een vergevorderd stadium.

De aanwinsten van boeken en rapporten zijn ongeveer gelijk aan die van het vorige jaar. De daling over 1981 van het aantal Docket microfiches ten opzichte van 1980 komt door het feit dat in de aantallen van 1980 ook die van 1979 verwerkt waren.

De sterke stijging van gemiddeld 30% in de prijzen van de tijdschriftabbonementen in 1981 is een grote zorg. Als deze ontwikkeling zich in 1982 in deze mate voortzet, zal het zeer

	1981	1980
Bibliotheek		
Aanwinsten: boeken	1616	1744
rapporten (paper copy)	2412	2483
rapporten (microfiche)	25718	28526
docket microfiche	22125	48375
Totaal tijdschriftenbestand (lopende abonnementen)	611	574
Uitleningen (boeken en rapporten): t.b.v. intern gebruik	6838	5927
t.b.v. extern gebruik	2717	1571
totaal aanvragen	9555	7498
Niet aanwezig bij aanvraag (boeken en rapporten)	443	917
Documentatie		
Beschikbare geautomatiseerde informatiebestanden	396	293
Literatuurvragen beantwoord d.m.v. on-line terminal	1532	972
Literatuur aanvragen beantwoord d.m.v. manuele techniek	24	20
Attenderingsprofielen	104	111

moeilijk worden het bestand aan tijdschriften, noodzakelijk als informatiebron voor het te verrichten onderzoek op het gebied van de energievoorziening, te handhaven, laat staan uit te breiden.

ECN is in 1981 toegetreden tot een samenwerkingsverband van bibliotheken van enige onderzoekinstellingen en universiteiten om te komen tot een overeenkomst met de National Technical Information Service (NTIS), waarbij de deelnemers, op basis van door hen aan NTIS geleverde rapporten, tegen sterk gereduceerde prijzen rapporten van de NTIS kunnen betrekken.

Documentatie

Het aantal ter beschikking staande informatiebestanden is dit jaar weer sterk toegenomen. Mede hierdoor is ook het gebruik van automatische informatiebestanden gestegen. In 1981 werden door middel van on-line information retrieval 1532 literatuurvragen beantwoord, hetgeen een stijging van 58% is ten opzichte van 1980. Om aan deze groeiende vraag, ook in de toekomst, tegemoet te kunnen komen, is een tweede beeldscherm-terminal met printer aangeschaft voor transmissiesnelheden van zowel 1200/75 baud als 300 baud.

Ook dit jaar heeft de Nederlandse Overheid nog geen overeenkomst afgesloten met het Department of Energy van de VS voor het on-line gebruik van de Energy Information Data Base (EDB). Wel is overeengekomen met het ministerie van Economische Zaken, dat ECN aangewezen zal worden als uitvoerder van de in de overeenkomst vastgelegde Nederlandse verplichtingen, zoals het invoeren in de EDB van in Nederland gepubliceerde literatuur op het gebied van het energieonderzoek.

Het aantal bewerkte documenten voor invoer in het International Nuclear Information System (INIS) bedroeg 28, hetgeen een stijging ten opzichte van 1980 inhoudt van 75%.

Opleiding

Voor de opleidingsactiviteiten van het ECN bestond dit jaar wederom grote belangstelling. Dit betrof zowel externe cursussen, voor deelnemers van buiten, als interne cursussen, voor eigen personeel. Evenals in voorgaande jaren trok de cursus windenergie met 74 deelnemers de grootste belangstelling. Het aantal aanmeldingen voor de traditionele 14-daagse cursus kerntechniek was in het voorjaar zo gering dat de cursus niet doorging. Mede op aandrang van de Kernfysische Dienst en van de zijde van de Nederlandse kerncentrales is de cursus alsnog georganiseerd in het najaar voor slechts 11 deelnemers.

In het kader van de opleiding voor reactoroperator werd de vierweekse basis cursus reactorkunde gehouden voor personeel van de in aanbouw zijnde kerncentrale Doel 4. De



Een practicum reactorregeling bij de LFR voor bedrijfspersoneel van de Belgische kerncentrale te Doel.

H(oger) O(nderwijs) R(eactor) van het IRI en van de HFR. De belangstelling voor ENR-cursussen, introductiecursus NASTRAN, introductiecursus UNIPLOT/UNIPOST en Workshop NASTRAN, was eveneens groot.

In samenwerking met de NV KEMA werd naast een tweedaagse bedrijfsconferentie 'Kernenergie' ook een tweedaagse bedrijfsconferentie 'Alternatieve Energiebronnen' gehouden. Dergelijke bijeenkomsten worden georganiseerd door de Stichting Contactcentrum Bedrijfsleven Onderwijs ten behoeve van docenten aan hogere beroepsonderwijs-instellingen.

De volgende externe cursussen werden georganiseerd:

- cursus CAMAC
- cursus windenergie in Nederland
- cursus energievoorziening met fossiele brandstoffen
- cursus statistische verwerking van meetresultaten
- cursus warmteoverdracht
- cursus ontwerpcodes en materiaaleigenschappen
- cursus stralingshygiëne
- cursus kerntechniek
- cursus ioniserende straling, radioactieve besmetting en stralingsbescherming
- workshop dynamische berekeningen aan constructies met behulp van NASTRAN
- introductiecursus NASTRAN
- introductiecursus UNIPLOT/UNIPOST

Aan sommige cursussen waren practica verbonden van verschillende duur. Het totaal aantal niet-ECN deelnemers aan externe cursussen bedroeg 400.

Voor eigen personeel werden verscheidene interne cursussen georganiseerd op verschillende vakgebieden. Het ECN-bewakingspersoneel werd in samenwerking met de Rijkspolitie opgeleid om aan de vakbekwaamheidseisen te kunnen voldoen overeenkomstig het gestelde in de nieuwe Beschikking Particuliere Beveligingsorganisaties.

In samenwerking met Digital Equipment werd een cursus RT-11 Systeem Programmering georganiseerd. In deze geavanceerde cursus werd met name aandacht besteed aan het programmeren in relatie met het operating systeem.

Daarnaast werd een aantal beknopte cursussen stralingsbescherming en conventionele veiligheid gehouden voor nieuwe medewerkers en een 70-tal praktikanten, voornamelijk van middelbare en hogere technische scholen, die hun stageperiode bij het ECN doorbrachten.

In het kader van de IAESTE (International Association for Exchange of Students for Technical Experience) waren 3 buitenlandse studenten enige maanden in Petten werkzaam. 11 Studenten van Nederlandse universiteiten en hogescholen maakten in Petten een stage door ten behoeve van hun doctoraal- of ingenieursexamen, terwijl 12 academici een ECN-toelage ontvingen voor het verrichten van wetenschappelijk onderzoek ter voorbereiding van een academische promotie.

In de samenstelling van het personeel hebben zich in het verslagjaar geen belangrijke wijzigingen voorgedaan. In het kader van de herprogrammering verkreeg ECN van het ministerie van Economische Zaken toestemming, de maximaal toegestane personeelsbezetting, uitgedrukt in arbeidsplaatsen, van 884 tot 894 uit te breiden. Blijkens het onderstaande overzicht bedroeg op 31 december 1981 het aantal arbeidsplaatsen in totaal 889,3 en het aantal in dienst zijnde personen 907.

	Max. toegestane bezetting in arbeidsplaatsen per 31-12-1981	Bezetting in persoonsjaren			Totaal	Bezetting in personen
		Den Haag	Petten	Elders		
Academici	167,2	5	160,4	2	167,4 (154,6)*	168 (155)
Techn. Personeel	510,2	-	508,4	-	508,4 (501,8)	509 (502)
Adm. Personeel	119,0	31,9	89,4	-	121,3 (116,4)	131 (124)
Hulppersoneel	97,2	3,8	88,4	-	92,2 (99,5)	99 (105)
Totaal	894	40,7	844,8	2	889,3 (872,3)	907 (886)

*) Tussen haakjes de cijfers per 31-12-1980.

Op het gebied van de arbeidsvoorwaarden kunnen geen nieuwe ontwikkelingen worden gemeld. Een beoordeling van deze arbeidsvoorwaarden door het ministerie van Economische Zaken heeft nog niet tot conclusies geleid. In verband hiermede konden enkele wenselijk geachte wijzigingen in de arbeidsvoorwaarden niet worden aangebracht.

De Ondernemingsraad kreeg na de verkiezingen in mei een gedeeltelijke nieuwe samenstelling. Van de zaken die veel aandacht van de OR hebben gevraagd, kunnen worden genoemd: de ontwikkelingen rond ECN, BEOP en ESC, de samenvoeging van twee afdelingen in Petten en de functiewaardering. De ontwikkeling van doelmatige werkprocedures werd door de OR zeer belangrijk geacht.

Een door de directie benoemde stuurgroep werkoverleg deed de aanbeveling, op een drietal plaatsen binnen ECN een proefneming te doen met gestructureerd werkoverleg. Overeenkomstig deze aanbeveling werd met de voorbereidingen tot dit proefoverleg een begin gemaakt.

Balans per 31 december 1981	62
Staat van baten en lasten over 1981	64
Toelichting op de balans per 31 december 1981	66
Toelichting op de staat van baten en lasten over 1981	70

Balans per 31 december 1981

Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland	31 december 1980	31 december 1981
	<i>f</i>	<i>f</i>
Vaste activa		
- bedrijfsgebouwen en terreinvoorzieningen	10.608.354	13.602.823
- bedrijfsinstallaties en -inrichting	8.142.504	12.087.514
- instrumenten en overige inventaris	12.757.991	7.633.689
- woningen	213.026	207.141
	<u>31.721.875</u>	<u>33.531.167</u>
Immateriële activa		
- octroolrechten	PM	PM
Deelnemingen en vorderingen op deelnemingen	PM	PM
Vorderingen en overlopende posten	25.286.742	27.019.457
Liquide middelen	2.647.033	6.586.139
	<u>59.655.650</u>	<u>67.136.763</u>

	<u>31 december 1980</u>	<u>31 december 1981</u>
	f	f
Vermogen	31.721.875	32.531.167
Langlopende lening	-	1.000.000
Schulden en overlopende posten	27.933.775	33.605.596
	<u>59.655.650</u>	<u>67.136.763</u>

Staat van baten en lasten over 1981

Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland		1980*	1981
		<i>f</i>	<i>f</i>
Lasten	Personeelskosten	72.429.761	74.174.853
	Directe kosten voor onderzoek en ontwikkeling en voor opdrachten van derden	12.659.576	16.210.732
	Kosten van derden voor nationale onderzoek- en ontwikkelingsprogramma's	11.820.055	17.174.413
	Overige bedrijfskosten	9.625.398	12.317.001
		<hr/>	<hr/>
		106.534.790	119.876.999
	Afschrijvingen op alsmede saldo van voor- en nadelen bij afstotingen van vaste activa	6.874.752	10.110.668
		<hr/>	<hr/>
		<u>113.409.542</u>	<u>129.987.667</u>

* na herindeling

		1980*	1981
		<i>f</i>	<i>f</i>
Baten	Exploitatiebijdragen Staat der Nederlanden		
	- algemene exploitatiebijdrage	64.038.081	65.620.996
	- bestemmingsbijdragen inzake nationale onderzoek- en ontwikkelingsprogramma's	11.820.055	17.174.413
	- overige bestemmingsbijdragen	984.760	3.463.887
	Vergoedingen verstrekt door de Commissie van de Europese Gemeenschappen inzake het centrum te Petten	17.030.909	19.538.097
	Opbrengsten van derden voor adviezen en werkzaamheden en andere baten	11.759.740	13.456.006
	Waarde toegekend aan in eigen werkplaatsen vervaardigde activa	674.615	282.044
	Interest	226.630	341.556
		<u>106.534.790</u>	<u>119.876.999</u>
	In mindering gebracht op het vermogen tengevolge van toegepaste afschrijvingen, etc.	6.874.752	10.110.668
		<u><u>113.409.542</u></u>	<u><u>129.987.667</u></u>

Toelichting op de balans per 31 december 1981

Vaste activa	Stand per	Mutaties in 1981 ter zake van		Stand per
	31 december 1980	afstotingen etc.	aanschaffingen	31 december 1981
	f	f	f	f
<i>Bedrijfsgebouwen en terreinvoorzieningen</i>				
Bedrijfsgebouwen	27.041.158		4.339.745	31.380.903
Terreinvoorzieningen	2.220.703		2.479	2.223.182
	29.261.861		4.342.224	33.604.085
Kantoorpanden Den Haag	346.248			346.248
	29.608.109		4.342.224	33.950.333
Afschrijvingen	18.999.755		1.347.755	20.347.510
	10.608.354		2.994.469	13.602.823
<i>Bedrijfsinstallaties en -inrichting</i>				
Aanschaffingswaarde	33.924.111	17.250	5.058.085	38.964.946
Afschrijvingen	25.781.607	17.250	1.113.075	26.877.432
	8.142.504	-	3.945.010	12.087.514
<i>Instrumenten en overige inventaris</i>				
Instrumenten, machines en inventaris	65.375.075	18.365.451	2.483.722	49.493.346
Transportmiddelen	873.791	36.940	73.756	910.607
	66.248.866	18.402.391	2.557.478	50.403.953
Afschrijvingen	53.490.875	13.026.466	2.305.855	42.770.264
	12.757.991	5.375.925	251.623	7.633.689
<i>Woningen</i>				
Aanschaffingswaarde	334.033			334.033
Afschrijvingen	121.007		5.885	126.892
	213.026		5.885	207.141
Totaal vaste activa	31.721.875	5.375.925	7.185.217	33.531.167

Waarderingsgrondslagen

Op de tot medio van het boekjaar in gebruik genomen vaste activa worden afschrijvingen toegepast, gebaseerd op de volgende percentages per jaar van de aanschaffingswaarde:

bedrijfsgebouwen	5%
tijdelijke gebouwen en terreinvoorzieningen	10%
kantoorpanden Den Haag en woningen in Noord-Holland	2%
bedrijfsinstallaties en -inrichting	10%
instrumenten en overige inventaris	20%

Activa, welke in het tweede halfjaar in gebruik worden genomen, worden in het volgende boekjaar in de berekening van de afschrijvingen betrokken.

Nadere toelichting

Bedrijfsgebouwen en terreinvoorzieningen.

In 1981 zijn ten behoeve van het onderzoekcentrum Petten investeringen in bedrijfs-

gebouwen en terreinvoorzieningen verricht tot een bedrag van circa f 4.342.000. Van de tot en met ultimo 1981 geïnvesteerde bedragen had circa f 4.069.000 betrekking op nog niet gereedgekomen werken; onderhanden waren onder meer de uitbreiding van het LSO-cellenfront (f 1.359.000) en de modernisering en vergroting van de opslagfaciliteit voor vloeibaar afval (ruim f 2.073.000).

De uitbreiding van het kantoorgebouw (ruim f 1.304.000) werd medio 1981 in gebruik genomen.

Onder de post terreinvoorzieningen zijn opgenomen de kosten van wegen, terreinverlichting en -afrastering en bronbemaling; het terrein zelf is in 1957 van Staatsbosbeheer in erfpacht verkregen tot 1 augustus 2007.

Bedrijfsinstallaties en -inrichting

Ten behoeve van de bedrijfsinstallaties zijn in 1981 investeringen verricht tot een bedrag van ruim f 5.058.000. Het per ultimo 1981 in de investeringen begrepen bedrag aan onderhanden werk beliep ruim f 1.758.000, waarvan ruim f 1.698.000 betrekking had op de modernisering en vergroting van de opslagfaciliteit voor vloeibaar afval.

In november 1981 werd de installatie voor wervellaagverbranding van steenkolen onder atmosferische druk in gebruik genomen; met deze installatie was een bedrag van ruim f 3.010.000 gemeoid.

Instrumenten en overige inventaris

In het verslagjaar is het geautomatiseerde systeem voor het beheer van roerende goederen in gebruik genomen. In het kader hiervan is besloten om met ingang van 1981 de voor de uitvoering van onderzoeksprojecten benodigde instrumenten en machines alsmede het kantoormeubilair niet meer te activeren doch ten laste van de staat van baten en lasten te brengen; de desbetreffende aanschaffingen beliepen in 1981 f 2.528.940 respectievelijk f 243.406. De aanschaffingen in voorgaande jaren met een boekwaarde per balansdatum van f 4.910.317 voor instrumenten en machines en f 432.850 voor kantoormeubilair, zijn in 1981 afgeboekt.

Woningen

Deze post heeft betrekking op twaalf woningen in Noord-Holland.

Immateriële activa

Octrooirechten

De octrooirechten hebben betrekking op Nederlandse vindingen op energetisch gebied. De kosten voor verkrijging en instandhouding van deze rechten worden als exploitatiekosten verantwoord.

Deelnemingen en vorderingen op deelnemingen

Deze post, geheel betrekking hebbende op Ultra-Centrifuge Nederland NV (UCN) bestaat uit:

	1980	1981
	f	f
1 Aandeel, nominaal groot	870	870
Langlopende achtergestelde renteloze lening verkregen uit hoofde van		
- omzetting van het aandelenkapitaal van UCN	21.000	21.000
- overgedragen kennis	15.000.000	15.000.000
	15.021.870	15.021.870
Af: Voorziening	15.021.870	15.021.870
	PM	PM

De laatstgenoemde lening is in 1976 verkregen als vergoeding voor overgedragen kennis van het ultracentrifugeprocédé. Aan deze lening is vooralsnog geen waarde toegekend. Aflossingen welke op de lening mochten worden ontvangen zullen in het desbetreffende jaar als bate worden verantwoord.

Vorderingen en overlopende posten	Staat der Nederlanden, inzake te verrekenen bijdragen over 1981	f
	- algemene exploitatiebijdrage	.1.561.004
	- bestemmingsbijdragen inzake nationale onderzoek- en ontwikkelingsprogramma's	5.475.456
	- overige bestemmingsbijdragen	845.178
	- algemene investeringsbijdragen	399.717
	- investeringsbijdrage ten behoeve van de installatie voor wervellaagverbranding	361.070
		<u>6.520.417</u>
	Commissie van de Europese Gemeenschappen, voornamelijk inzake het centrum te Petten	4.710.926
	Byk-Mallinckrodt CIL BV, inzake dienstverlening ten behoeve van hun vestiging te Petten	293.645
	Overige debiteuren inzake verrichte diensten en leveranties	4.996.026
	Inspectie der Invoerrechten en Accijnzen, te ontvangen omzetbelasting	2.330.002
	Centraal Beheer Pensioenverzekering NV, depotrekening ten behoeve van voorziening voor mogelijke toekomstige verbetering van de pensioenregeling	2.889.665
	ECN-NSP-Rekencentrum v.o.f., in rekening-courant	3.706.163
	Diverse vorderingen en overlopende posten	1.572.613
		<u><u>27.019.457</u></u>
Vermogen	Vermogen per 31 december 1980	f 31.721.875
	Toenemingen	
	- investeringsbijdragen Staat der Nederlanden	
	algemene bijdrage	9.476.717
	bijdrage ten behoeve van de bouw van een installatie voor wervellaagverbranding	1.481.070
		<u>42.679.662</u>
		f
	Verminderingen	
	- afschrijvingen op vaste activa	10.110.668
	- aan de Staat der Nederlanden gerestitueerde opbrengst van afgestoten activa	37.827
	<u>10.148.495</u>	
	<u><u>32.531.167</u></u>	

Als voorschot op de voor 1981 berekende investeringsbijdragen ad f 9.476.717 is f 9.077.000 ontvangen; het verschil ad f 399.717 is in de balans per ultimo 1981 onder de post Vorderingen en overlopende posten opgenomen.

Ter zake van de installatie voor wervellaagverbranding is een bedrag van f 361.070 onder de post Vorderingen en overlopende posten opgenomen; dit betreft het verschil tussen de bijdrage ad f 1.481.070 en de ontvangen voorschotten ad f 1.120.000.

De bijdragen van de Staat der Nederlanden over het jaar 1980 zijn inmiddels vastgesteld op het voor 1980 berekende bedrag ad f 7.353.540.

Langlopende lening

Door de Nederlandse Energie Ontwikkelings Maatschappij NV (NEOM) is krachtens een overeenkomst d.d. 16 september 1981 ten behoeve van de financiering van de bouw van een installatie voor wervellaagverbranding van steenkolen onder atmosferische druk, het zogenoemde AFBC-demonstratieproject, per ultimo 1981 een langlopende lening van f 1 miljoen met een looptijd van 15 jaar en een rentevoet van 11,8 procent verstrekt. Betaling van rente en aflossing vindt jaarlijks, voor het eerst per 1 april 1983, plaats indien

en voor zover in het voorgaande jaar besparingen in vergelijking tot het bedrijf met een gasgestookte ketel zijn bereikt.

Bij beëindiging van de overeenkomst zal een alsdan eventueel nog resterende verplichting, welke voortvloeit uit ontoereikende besparingen, komen te vervallen.

Schulden en overlopende posten	Crediteuren inzake leveringen en diensten van derden	8.463.287
	Crediteuren inzake kosten van derden voor nationale onderzoek- en ontwikkelingsprogramma's	8.637.905
	Crediteuren inzake uitbreiding van het onderzoekcentrum Petten	2.949.685
	Voorziening voor mogelijke toekomstige verbetering van de pensioenregeling	2.889.665
	Sociale lasten en overige personeelskosten	7.007.087
	Aan derden in rekening gebrachte vergoedingen voor toekomstige verwerking van vloeibaar organisch radioactief afval	1.408.626
	Diverse schulden en overlopende posten	2.249.341
		<u>33.605.596</u>
		<u>33.605.596</u>

Pensioenverplichtingen

Ingevolge de met de verzekeraar, Centraal Beheer Pensioenverzekering NV, gesloten overeenkomst worden de uit salarisverhogingen voortvloeiende lasten gefinancierd door middel van een verhoging van de premies over de resterende diensttijd van de werknemer. Voor medewerkers, die de ECN-dienst vóór de pensioendatum verlaten, wordt de eventueel nog resterende contante waarde van de backservice-verplichtingen bij vertrek ineens gestort. Zodanige stortingen worden in het jaar van vertrek als last in de staat van baten en lasten verantwoord.

In de jaarlijks te betalen premies is een bestanddeel begrepen dat betrekking heeft op vroegere dienstjaren, de zogenoemde backservice. De premies worden in samenhang met het systeem voor de berekening van de exploitatiebijdrage van de Staat der Nederlanden in het desbetreffende jaar als last in aanmerking genomen; een voorziening voor nog niet verrekende onvoorwaardelijk verworven pensioenaanspraken wordt daarom niet in de balans opgenomen.

Teneinde te voorkomen dat door een te grote toeneming van de backservice-verplichtingen de financiering in gevaar zou komen, is in 1977 met de verzekeraar een nadere regeling getroffen inhoudende dat, voor zover ECN de middelen daartoe beschikbaar zou hebben, de premies verschuldigd voor vroegere dienstjaren in de vorm van koopsommen zouden kunnen worden voldaan.

Mede als gevolg van de vanaf 1977 jaarlijks verrichte aanvullende stortingen is de contante waarde per balansdatum van de nog in toekomstige jaren te vereffenen backservice-verplichtingen blijkens een berekening van de verzekeraar, op basis van de evenredig-deelmethode, tot nihil gereduceerd (ultimo 1980 f 7,8 miljoen).

Hierdoor alsmede ten gevolge van premieherzieningen zijn de ten laste van 1981 komende premies voor pensioenlasten (inclusief aanvullende stortingen) aanzienlijk lager dan die in voorgaande jaren.

Voorts is in 1981 rekening gehouden met het verwachte effect van de prijsontwikkeling in 1981 op de pensioenverplichting betrekking hebbende op de dienstjaren tot en met 1981.

Verplichtingen ingevolge regeling voor vervroegde uittreding

In het verslagjaar is op basis van de bij de overheid geldende regeling een zogenoemde VUT-regeling getroffen, waarop de medewerkers die de 62-jarige leeftijd hebben bereikt, aanspraak kunnen maken.

De hieruit voor de stichting voortvloeiende kosten worden overeenkomstig een door het ministerie van Economische Zaken gedane toezegging door dit ministerie vergoed; over het jaar 1981 is ter zake f 39.559 onder Overige bestemmingsbijdragen opgenomen.

Toelichting op de staat van baten en lasten over 1981

Lasten		1980	1981
		<i>f</i>	<i>f</i>
Personeelskosten	Salarissen, vakantietoeslag, toelagen e.d.	52.892.463	55.691.349
	Sociale lasten	8.979.214	9.814.097
	Pensioenlasten	8.495.663	6.407.070
	Overige personeelskosten	2.062.421	2.262.337
		<u>72.429.761</u>	<u>74.174.853</u>

Voor een toelichting op de daling van de pensioenlasten wordt verwezen naar het hoofd Pensioenverplichtingen (blz. 69).

Directe kosten voor onderzoek en ontwikkeling en voor opdrachten van derden Deze post ad *f* 16.210.732 (1980 *f* 12.659.576) omvat de kosten van voor de research-afdelingen en werkplaatsen in het verslagjaar aangeschafte materialen, kleine apparatuur, hulpstoffen, chemicaliën enz. en van de door derden verleende diensten alsmede ingaande 1981 de voor de uitvoering van onderzoekprojecten aangeschafte instrumenten en machines ad *f* 2.528.940 (zie ook blz. 67).

Kosten van derden voor nationale onderzoek- en ontwikkelingsprogramma's Deze post ad *f* 17.174.413 (1980 *f* 11.820.055) heeft betrekking op door derden berekende kosten in het kader van de nationale onderzoek- en ontwikkelingsprogramma's welke onder beheer van Bureau Energie Onderzoek Projecten (BEOP) worden uitgevoerd in opdracht van de ministeries van Economische Zaken en Onderwijs en Wetenschappen. Een programmagewijze specificatie is opgenomen onder de post Exploitatiebijdragen Staat der Nederlanden, - bestemmingsbijdragen inzake nationale onderzoek- en ontwikkelingsprogramma's.

		1980	1981
		<i>f</i>	<i>f</i>
Overige bedrijfskosten	Exploitatie- en onderhoudskosten onderzoekcentrum Petten		
	- onderhoud		
	gebouwen	641.893	855.177
	bedrijfsinstallaties en -inrichting	574.565	974.345
	terreinen	158.381	131.058
	- wijzigingen aan gebouwen en installaties	410.946	472.251
		<u>1.785.785</u>	<u>2.432.831</u>
	- elektrische energie, gas, brandstoffen en water	2.243.151	3.136.625
	- verzekeringen, belastingen en erfpacht	503.869	592.967
	- huur en overige kosten technologiehal e.a.	371.004	386.004
	- schoonhouden en diversen	603.250	703.270
		<u>5.507.059</u>	<u>7.251.697</u>
	Exploitatie- en onderhoudskosten kantoorpanden Den Haag	185.262	145.523
	Overige kosten		
	- bureaunkosten	984.893	1.502.654*
	- kosten van technische en wetenschappelijke informatie en van voorlichting	838.669	1.053.238
	- reis- en verblijfkosten	1.482.786	1.707.690
	- diversen	626.729	656.199
		<u>9.625.398</u>	<u>12.317.001</u>

		1980	1981
		<i>f</i>	<i>f</i>
Afschrijvingen op vaste activa	Bedrijfsgebouwen, -installaties, -inrichting en terreinvoorzieningen	2.386.653	2.460.830
	Instrumenten en overige inventaris	4.497.793	2.305.855
	Woningen	5.886	5.885
	Boekverliezen en -winsten op afgestoten activa etc., per saldo	./.15.580	5.338.098
		<u>6.874.752</u>	<u>10.110.668</u>

* inclusief *f* 243.406 voor aanschaffing van kantoormeubilair (zie blz. 67)

De wijze waarop deze afschrijvingen zijn bepaald is in de toelichting op de desbetreffende balansposten vermeld (zie blz. 66).

Baten

Exploitatiebijdragen Staat der Nederlanden

Algemene bijdrage

Als voorschot op de voor 1981 berekende bijdrage ad f 65.620.996 is f 66.182.000 ontvangen; het verschil ad f 561.004 is in de balans per ultimo 1981 onder de post Vorderingen en overlopende posten in mindering gebracht. De algemene bijdrage over 1980 is inmiddels vastgesteld op het voor 1980 berekende bedrag ad f 64.038.081.

Bestemmingsbijdragen inzake nationale onderzoek- en ontwikkelingsprogramma's

Als voorschot op de voor 1981 berekende bijdragen ad f 17.174.413 is f 11.698.957 ontvangen; het verschil ad f 5.475.456 is in de balans per ultimo 1981 onder de post Vorderingen en overlopende posten opgenomen.

De specificatie luidt als volgt:

	Berekende bijdrage	Ontvangen voorschot	Nog te ontvangen
	f	f	f
- in opdracht van het ministerie van Economische Zaken inzake:			
Windenergie	2.266.595	1.500.000	
MHD-voorschakelsystemen	1.593.821	1.200.000	
Energieopslag in vliegtuigen	59.815	-	
Zonne-energie	3.825.657	1.500.000	
Kolen	9.235.068	7.320.000	
	16.980.956	11.520.000	5.460.956
- in opdracht van het ministerie van Onderwijs en Wetenschappen inzake:			
Kleinschalige toepassingen van windturbines	193.457	178.957	14.500
	17.174.413	11.698.957	5.475.456

De bijdragen over 1980 zijn inmiddels vastgesteld op de voor 1980 berekende bedragen ad in totaal f 11.820.055.

Overige bestemmingsbijdragen

Als voorschot op de voor 1981 berekende bijdragen ad f 3.463.887 is f 2.618.709 ontvangen; het verschil ad f 845.178 is in de balans per ultimo 1981 onder de post Vorderingen en overlopende posten opgenomen.

De specificatie van deze post is:

	Berekende bijdrage	Ontvangen voorschot	Nog te ontvangen
	f	f	f
Steenkooltechnologie			
doelsubsidie	2.000.000	1.400.000	
tijdelijke uitbreiding personeel	623.025	510.096	
MHD-blow down-experiment bij THE	310.000	239.568	
'Loss Of Fluid Test' (LOFT) in de VS	422.258	400.000	
Energie-modelstudies	69.045	69.045	
Regeling vervroegd uittreden	39.559	-	
	3.463.887	2.618.709	845.178

De bijdragen over 1980 zijn inmiddels vastgesteld op de voor 1980 berekende bedragen ad in totaal f 984.760.

Vergoedingen verstrekt door de Commissie van de Europese Gemeenschappen inzake het centrum te Petten

Onder deze post zijn opgenomen:

de bedrijfsvoering van de HFR

Ingevolge de met de Commissie gesloten overeenkomst komen de kosten van de aan ECN opgedragen bedrijfsvoering van de HFR voor rekening van de Commissie. Voor de berekening van deze kosten worden jaarlijks tarieven overeengekomen. De vergoeding van de Commissie is als volgt samengesteld:

	1980	1981
	f	f
Personeelskosten van de HFR-bedrijfsgroep met inbegrip van een opslag voor algemene diensten	6.661.500	7.232.040
Materialen, onderhoud en wijzigingen	1.551.173	2.315.858
Bijdrage in de kosten van de hulpafdelingen en algemene voorzieningen	4.952.000	5.303.000
Overige verleende diensten	1.667.479	1.554.212
	<u>14.832.152</u>	<u>16.405.110</u>

verleende diensten

Ingevolge de met de Commissie van Europese Gemeenschappen gesloten overeenkomst verleent ECN diensten aan het (aan het eigen onderzoekcentrum te Petten grenzende) Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek (GCO) op basis van jaarlijks overeen te komen tarieven. Ter zake werden de volgende vergoedingen berekend:

	1980	1981
	f	f
Bijdrage in de kosten van de hulpafdelingen en algemene voorzieningen	1.056.240	1.284.416
Overige verleende diensten	1.142.517	1.848.571
	<u>2.198.757</u>	<u>3.132.987</u>
Totaal	<u>17.030.909</u>	<u>19.538.097</u>

Opbrengsten van derden voor adviezen en werkzaamheden en andere baten

	1980	1981
	f	f
ECN-NSP-Rekencentrum v.o.f.	4.327.904	5.292.049
Commissie van de Europese Gemeenschappen	1.011.022	2.049.769
Byk-Mallinckrodt CIL BV	1.032.516	1.250.757
Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH	772.930	277.115
Ultra-Centrifuge Nederland NV	360.971	203.000
NV Gemeenschappelijke Kernenergiecentrale Nederland	267.689	158.141
NV Provinciale Zeeuwse Energie-Mij	326.933	280.710
Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, inzake milieuhygiënisch aerosolonderzoek	488.809	320.801
Overige opdrachtgevers inzake		
- verwerking radioactief afval	1.918.207	1.702.644
- bestralingsopdrachten	82.995	122.050
- diensten afdeling Gezondheidsbescherming	224.861	260.550
- diversen, waaronder analyses	367.206	506.019
Andere baten		
- vergoedingen wegens beschikbaarstelling personeel	485.353	495.379
- opbrengsten uit octrooien en licenties	15.489	20.231
- bijdragen van het bedrijfsleven	225.000	625.000
- cursussen, publikaties, documentatiewerkzaamheden	108.090	128.354
subtotaal	<u>12.015.975</u>	<u>13.692.569</u>
Af: In bovenstaande begrepen vergoedingen welke betrekking hebben op de toekomstige verwerking van vloeibaar organisch radioactief afval	256.235	236.563
	<u>11.759.740</u>	<u>13.456.006</u>

Ter toelichting op de baten uit hoofde van de dienstverlening aan ECN-NSP-Rekencentrum v.o.f. wordt het volgende opgemerkt.

Ingevolge een overeenkomst met het Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation (NSP) zijn de computerfaciliteiten per 1 januari 1976 samengevoegd en ingebracht in ECN-NSP-Rekencentrum v.o.f. De met het rekencentrum verband houdende kosten worden door de beide vennoten aan de v.o.f. in rekening gebracht. De totale kosten van de v.o.f. worden, onder aftrek van de opbrengsten van derden, in een tussen de vennoten onderling overeengekomen verhouding doorbelast aan de vennoten.

De door ECN aan de v.o.f. doorbelaste personeelskosten, algemene kosten, kosten infrastructuur en afschrijvingen etc. zijn in bovenstaande post als baten verantwoord. De materiële kosten en de door derden verleende diensten (waaronder de huurtermijnen van de computerinstallatie) zijn niet onder de post Directe kosten voor onderzoek en ontwikkeling en voor opdrachten van derden opgenomen doch rechtstreeks doorberekend aan de v.o.f.

Het door de v.o.f. aan ECN in rekening gebrachte aandeel in de exploitatiekosten is begrepen onder de post Directe kosten voor onderzoek en ontwikkeling en voor opdrachten van derden. Tevens wordt onder deze post opgenomen de vennootschapsbelasting, verschuldigd over het aandeel van ECN in de winst op voor derden uitgevoerde computerberekeningen.

Waarde toegekend aan in eigen werkplaatsen vervaardigde activa

Deze post omvat de kostprijs van de in de balans opgenomen vaste activa welke in het verslagjaar in eigen werkplaatsen zijn vervaardigd.

Accountantsverklaring

Wij hebben de in dit verslag opgenomen jaarrekening 1981 van de Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland te 's-Gravenhage gecontroleerd. Op grond van dit onderzoek zijn wij van oordeel, dat deze jaarrekening een getrouw beeld geeft van de grootte en de samenstelling van het vermogen van de Stichting op 31 december 1981 en van de baten en lasten over 1981.

's-Gravenhage, 6 mei 1982.

KLYNVELD KRAAYENHOF & CO.

- Abrahams, K., K. Allaart and A.E.L. Dieperink.
Nuclear structure. New York enz., Plenum Press, 1981. NATO Advanced Study Institutes Series.
- Akkermans, J.M., and H. Gruppelaar.
Random-walk model of precompound decay: dynamics and multi-particle emission. Z. Phys., A, **300**(1981), 345-358.
- Alblas, B.P., W. van der Lugt, O. Mensies and C. van Dijk.
Structure of liquid potassium-cesium alloys. Physica, **106B**(1981), 22-32.
- Asman, W.A.H., J. Slanina and J.H. Baard.
Meteorological interpretation of the chemical composition of rain-water at one measuring site. Water Air Soil Pollut., **16**(1981), 159-175.
- Aten, J.B.Th., P.P.W. van Buul, J.A.G. Davids, Chr.J. Huyskens, F.H. Sobels en O. Vos.
Straling in de samenleving. Bronnen, effecten en toepassingen van ioniserende straling. Alphen aan den Rijn, Stafleu, 1981. Medisch Biologisch Perspectief, deel 4.
- Bansil, A., and P.E. Mijnarends.
Disorder smearing of a positron in a random alloy of muffin-tin potentials. In: Program of the 1981 March meeting of the American Physical Society, Phoenix, 16-20 March 1981, BG6; Bull. Am. Phys. Soc., **26**(1981), 237.
- Bansil, A., R.S. Rao, P.E. Mijnarends and L. Schwartz.
Electron momentum densities in random alloys: effects of self-consistent treatment of disorder. In: Physics of transition metals, 1980. Invited and contributed papers from the international conference, Leeds, 18-22 August 1980, 49-52. Bristol enz., Institute of Physics, 1981. Institute of Physics Conference Series No. 55. Tevens in: Bull. Am. Phys. Soc., **26**(1981), 219.
- Bansil, A., R.S. Rao, P.E. Mijnarends and L. Schwartz.
Electron momentum densities in disordered muffin-tin alloys. Phys. Rev., B, **23**(1981), 3608-3616.
- Beurskens, H.J.M.
Gedecentraliseerde toepassingen van windenergie. Energiespectrum, **5**(1981), 182-188.
- Beurskens, H.J.M.
Gedecentraliseerde toepassingen van windenergie. In: Nationale Windenergie conferentie 1981, Veldhoven, 2-4 juni 1981. Band 1, A3. Den Haag/Hoek van Holland, ECN/Stichting Energie Anders, 1981.
- Beurskens, H.J.M., and G.G. Piepers.
The Netherlands research and development programme on wind energy. In: International symposium on 'Applications of fluid mechanics and heat transfer to energy and environmental problems', Patras, 29 June-3 July 1981. Volume 2, Session VI, 138-169. University of Patras, 1981.
- Boer, A.A. de. Ingenieurs en de kosten van energie. Econ. Stat. Ber., **66**(1981), 493-495.
- Boer, A.A. de. Het project-Lievense: terug naar af. Econ. Stat. Ber., **66**(1981), 778-779.
- Boer, A.A. de.
Het juiste gebruik van kostenberekeningen. Energiespectrum, **5**(1981), 230-232.
- Boer, A.A. de, en J. Smit. Conclusies en aanbevelingen van het Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie. In: Nationale Windenergie conferentie 1981, Veldhoven, 2-4 juni 1981. Band 1, A2. Den Haag/Hoek van Holland, ECN/Stichting Energie Anders, 1981.
- Boer, J. de, K. Abrahams, J. Kopecky and P.M. Endt.
Investigation of the $^{31}\text{P}(n,\gamma)^{32}\text{P}$ reaction. Nucl. Phys., **A352**(1981), 125-137.

- Borg, N.J.C.M. van der, H.J. Nolthenius and W.L. Zijp.
Flux density covariance matrix for unfolding of the HFR E5 neutron spectrum. Rapport ECN-94 (1981).
- Bosma, R., en K.A. Duijves. Kolen als industriële brandstof. Rapport ESC-9 (1981).
- Bosma, R., en K.A. Duijves.
Bestrijding van SO₂- en NO_x-emissie bij steenkoolverbruik. Rapport ESC-10 (1981).
- Bosma, R., and F. van Oostvoorn.
Oil substitution in the Netherlands. A case of 'negative oil substitution'. Rapport ESC-4 (1981).
- Brand, J.A.G.M. van den.
Technetium (tin) ethane-1-hydroxy-1, 1-diphosphonate complexes. Preparation, composition and biodistribution. Rapport ECN-98 (1981). Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht, 18 november 1981.
- Brand, J.A.G.M. van den, H.A. Das, B.G. Dekker and C.L. de Ligny.
Gel chromatographic separation and identification of the Tc(Sn)EHDP complexes using the radiotracers ³²P, ^{99m}Tc, ¹¹³Sn. Int. J. Appl. Radiat. Isot. **32**(1981), 637-644.
- Brandt, B., H.Th. Klippel and W. Schuurman.
On fusion and fission breeder reactors. The IASA report RR-77-8 reviewed and updated. Rijnhuizen Report 81-129 (1981).
- Bruggink, J.J.C. De werkgelegenheidseffecten van het Nationaal Isolatie Programma. Rapport ESC-15 (1981).
- Bruggink, J.J.C.
Commentaar: Het nut van energiebalansen voor de besluitvorming rond kernenergie. In: Rekenen op kernenergie. Een bijdrage tot de brede maatschappelijke discussie, p. 74-78. Leiden, Stenfert Kroese, 1981.
- Bureau Energie Onderzoek Projecten.
Perspectieven voor windenergie in Nederland. Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie 1976 - 1981. Resultaten en aanbevelingen. Rapport BEOP-4 (1981).
- Bureau Energie Onderzoek Projecten.
Onderzoekprogramma Energie-opslag in vliegwielen. Resultaten en aanbevelingen. Rapport BEOP-5 (1981).
- Bureau Energie Onderzoek Projecten.
Nationaal Ontwikkelingsprogramma Windenergie. Voorstel voor de jaren 1981 tot 1990. Rapport BEOP-7 (1981).
- Buistraan, M., B. Brandt, G.C. Damstra, J.A. Hoekzema, G.Th. Klippel, K. Lievense, W. Schuurman, H.J. Veringa and K.A. Verschuur.
The belt-shaped screw-pinch reactor. Rapport ECN-110 (1981). Also published as Rijnhuizen Report 81-139.
- Buistraan, M., B. Brandt, G.C. Damstra, J.A. Hoekzema, H.Th. Klippel, W. Schuurman, H.J. Veringa and K.A. Verschuur.
The belt-screw-pinch reactor and other high-beta systems. In: Fusion technology 1980. Proceedings of the eleventh symposium, Oxford, 15-19 September 1980. Volume 2, 1169-1177. Oxford enz., Pergamon Press/CEC, 1981. Rapport EUR-7035-EN (Vol. 2)(1981).
- Carpaij, W.J.M.
Occupational health care in an energy research centre. In: Organizational and social aspects of occupational health. Proceedings of the 19th International congress on occupational health, Dubrovnik, 25-30 September 1978. Volume 4, 1583-1587. Zagreb, Institute for Medical Research and Occupational Health, 1980. Arch. Ind. Hyg. Toxicol., **30**(1979), Suppl., 1583-1587.

- Carpaij, W.J.M., and A.S. Keveling Buisman.
The care of radiation casualties. Physician's manual. Sixth revised edition 1981. Petten, ECN/Health Protection Department, 1981.
- Cervenka, S. Systemstudie van een 1200 MWth kolengestookte gesloten MHD-cyclus, gecombineerd met een stoomkringloop. *Energiespectrum*, **5**(1981), 286-291.
- Cordfunke, E.H.P.
The enthalpy of formation of IrO_2 and thermodynamic functions. *Thermochim. Acta*, **50**(1981), 177-185.
- Cordfunke, E.H.P., and W. Ouweltjes.
Standard enthalpies of formation of uranium compounds. VI. MUO_3 (M = Li, Na, K, and Rb). *J. Chem. Thermodyn.*, **13**(1981), 187-192.
- Cordfunke, E.H.P., and W. Ouweltjes.
Standard enthalpies of formation of uranium compounds. VII. UF_3 and UF_4 (by solution calorimetry). *J. Chem. Thermodyn.*, **13**(1981), 193-197.
- Das, H.A. Uitlooggedrag in het milieu is radioanalytisch te volgen. *Chem. Mag. (Bijv. Chem. Weekbl. no. 10)*, (1981), maart, p. 135.
- Das, H.A., and J. Zonderhuis.
On the use of parent-daughter relations in routine instrumental neutron activation analysis. *J. Radioanal. Chem.*, **63**(1981), 317-324.
- Das, H.A., M. Dejkumhang, R.F.M. Herber, D. Hoede and H.A. van der Sloot.
Instrumental neutron activation analysis of human hair and related radiotracer experiments on washing and leaching. Rapport ECN-107 (1981).
- Dekker, J.W.M.
Metingen aan de 25m Horizontale As Windturbine (HAWT), ECN, Petten. In: Nationale Windenergie conferentie 1981, Veldhoven, 2-4 juni 1981. Band 2, G3. Den Haag/Hoek van Holland, ECN/Stichting Energie Anders, 1981.
- Duijves, K.A. Kolengestookte ketelinstallaties. Rapport ESC-11 (1981).
- Duijves, K.A. Steenkoolas, Rapport ESC-12 (1981).
- Dijkum, P.H. van, en T. Kram.
Introductiescenario's zonneboilers. Energetische en economische gevolgen van de introductie van zonneboilers en andere verbeterde warmwaterapparatuur in Nederland. *Verwarming Ventilatie*, **38**(1981), 235-241.
- Dijkum, P.H. van, and T. Kram.
Future role of heat pumps in the Netherlands. In: New energy conservation technologies and their commercialization. Proceedings of an international IEA conference, Berlin, 6-10 April 1981. Volume 1, 595-598. Berlin enz., Springer, 1981.
- Dijkum, P.H. van, T. Kram en F.R. Bogtstra.
Energiebesparing gebouwde omgeving. Een technische en economische vergelijking van besparingsmogelijkheden in de gebouwde omgeving. Rapport ESC-16 (1981).
- Elen, J.D. Fusion technology programme. Semi annual report January-June 1981. Rapport ECN-100 (1981).
- Elen, J.D., W.M.P. Franken, I. Horvath, G. Pasotti, M.V. Ricci, J.A. Roeterdink, N. Sacchetti, M. Spadoni, C. Spoorenberg, G. Vécsey and P. Weymuth.
The superconductor test facility SULTAN. *IEEE Trans. Magn.* **MAG-17**(1981), 490-493.
- Elen, J.D., E.M. Hornsveld, C.A.M. van Beijnen, W.M.P. Franken, P. Nammensma, J.A. Roeterdink en H.J. Veringa.
Technische supergeleiders voor elektromagneten. *Ingenieur*, **93**(1981), 20, 6-10.

Elen, J.D., J.W. Schinkel, A.C.A. van Wees, C.A.M. van Beijnen, E.M. Hornsveld, T. Stahlie, H.J. Veringa and A. Verkaik.
Development of stabilized Nb₃Sn wire containing a reduced number of filaments. IEEE Trans. Magn., **MAG-17**(1981), 1002-1005.

Energieonderzoek Centrum Nederland Jaarverslag 1980. Den Haag, ECN, 1981.

Faanhof, A., J.R.W. Woittiez and H.A. Das.
Errors in instrumental neutron activation analysis based on short-lived radionuclides. J. Radioanal. Chem., **62**(1981), 151-159.

Feer, Y. van der. Basisnormen voor de stralingshygiëne. Energiespectrum, **5**(1981), 79-84.

Franken, W.M.P., and C.J.G. Spoorenberg.
The design of the SULTAN inner coil. Rapport ECN-109 (1981).

Franken, W.M.P., M.W. Brieko, A.E. Gijze, J.A. Heil, J.A. Roeterdink and H.M. van Rij.
Design and construction of an eight tesla insert coil. IEEE Trans. Magn., **MAG-17**(1981), 2011-2014.

Geerken, B.M., R. Griessen, C. van Dijk and E. Fawcett.
Coexistence of commensurate and incommensurate spin-density-wave phases in antiferromagnetic CrMn. In: Physics of transition metals, 1980. Invited and contributed papers from the international conference, Leeds, 18-22 August 1980, 343-346. Bristol enz., Institute of Physics, 1981. Institute of Physics Conference Series No. 55.

Goedkoop, J.A.
INFCE, radioactief afval en de kleine landen. Energiespectrum, **5**(1981), 6-10.

Goedkoop, J.A.
Boeken voor maatschappelijke discussianten. Energiespectrum, **5**(1981), 52-55.

Goedkoop, J.A.
De Nederlands-Noorse Reactor School. Energiespectrum, **5**(1981), 74-78.

Goedkoop, J.A. Wat is de huidige stand van de techniek bij opwerking en opslag van kernafval. Ingenieur, **93**(1981), 40, 7-10.

Goedkoop, J.A.
Kernsplijtingsafval in perspectief. In: Verworvenheden bij opwerking en opslag kernsplijtingsafval. Voordrachten gehouden op 29 september 1981 voor de Afdeling Kerntechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en de Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland, 5-17. KIVI, 1981.

Gruppelaar, H., and J.B. Dragt.
Cross section adjustments using integral data. In: Proceedings of the conference on nuclear data evaluation methods and procedures, BNL, Upton, 22-25 September 1980. Volume 1, 133-159. Rapport BNL-NCS-51363 (Vol.1)(1981).

Guicherit, R., en J.F. van de Vate.
Voorkomen en effecten van omzettingsprodukten van SO₂ en NO_x in de Nederlandse buitenlucht. Delft/Petten, TNO/ECN, 1981.

Hamstra, J. Kolenafval versus kernsplijtingsafval. Energiespectrum, **5**(1981), 48-51.

Hamstra, J.
De veiligheid van nucleaire afvalopberging in zoutkoepels. Ingenieur, **93**(1981), 40, 21-24.

Hamstra, J.
De veiligheid van nucleaire afvalopberging in zoutkoepels. In: Verworvenheden bij opwerking en opslag kernsplijtingsafval. Voordrachten gehouden op 29 september 1981 voor de Afdeling Kerntechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en de Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland, 128-148. KIVI, 1981.

Hamstra, J.
Draft plugging procedure for deep HLW disposal boreholes in rock salt. In: Proceedings of the workshop on borehole and shaft plugging, Columbus, 7-9 May 1980, 183-192. Paris, OECD, 1980.

Hamstra, J.
The importance of scenario analysis in the iterative process of achieving 'as low as reasonably achievable' solutions for future consequences of underground disposal. In: Proceedings of the workshop on radionuclide release scenarios for geologic repositories, Paris, 8-12 September 1980, 36-37. Paris, OECD, 1981.

Hamstra, J., en Y. van der Feer.
Nieuwe ICRP-normen en de ondergrondse opberging van radioactief afval. *Energiespectrum*, 5(1981), 98-104.

Hamstra, J., and B. Verkerk.
The Dutch geologic radioactive waste disposal project. Final report. Research and development programme on 'Radioactive waste management and storage'. Rapport EUR-7151-EN (1981).

Harry, R.J.S.
Techniques and standards for non destructive analysis. *ESARDA Bull.*, (1981), 1, p. 4.

Harry, R.J.S.
NDA measurements on finished fuel assemblies. *ESARDA Bull.*, (1981), 1, p. 10-11.

Harry, R.J.S., J.K. Aaldijk and J.P. Braak.
Some measurements for centrifuge enrichment plant safeguards. In: 3rd Annual symposium on safeguards and nuclear material management, Karlsruhe, 6-8 May 1981, 65-71. Ispra ESARDA/JRC, 1981. (ESARDA-13).

Hobson, D.C., K.R. Thoms, C.V. Dodd and T. van der Kaa.
Analyses of surface displacements of zircaloy fuel cladding in the Hobbie creepdown irradiation experiments. Rapport NUREG/CR-1844 (ORNL/NUREG-74) (1981).

Hoede, D., and H.A. Das.
Accuracy and precision of instrumental neutron activation analysis based on gamma-spectrometry with a planar intrinsic Ge detector. *J. Radioanal. Chem.*, 62(1981), 171-186.

Hoog, H.
Opening of the congress. In: Advanced energy conversion. A challenge to industry. Proceedings of the international congress, Utrecht, 4-8 May 1981. *Resour. Conserv.*, 7(1981), 7-15.

Janssen, A.J., T.D. Oei and J.B. Dragt.
Statistical methods for the assessment of wind power integration into the electricity supply system. Rapport ECN-101 (1981).

Janssen, A.J., T.D. Oei and J.B. Dragt.
Over de integratie van windvermogen in de openbare elektriciteitsproductie. In: Nationale Windenergie conferentie 1981, Veldhoven, 2-4 juni 1981. Band 2, E3. Den Haag/Hoek van Holland, ECN/Stichting Energie Anders, 1981.

Jeavons, A., K. Hood, D. Townsend and P. Swart.
CAT and MICE: computer-assisted tomography with a microprogrammable engine. In: Topical conference on the application of microprocessors to high-energy physics experiments, Geneva, 4-6 May 1981, 276-277. Proceedings. Geneva, CERN, 1981. Rapport CERN-81-07.

Johnson, G.K., and E.H.P. Cordfunke.
The enthalpies of formation of uranium mononitride and α - and β -uranium sesquinitride by fluorine bomb calorimetry. *J. Chem. Thermodyn.*, 13(1981), 273-282.

Joon, K. Verrichtingen en resultaten van het Nationaal Onderzoekprogramma. Energiespectrum, **5**(1981), 304-311.

Joon, K. Het Nationaal Onderzoekprogramma Zonne-energie. Projectoverzicht eerste fase (1978-1981). Rapport BEOP-1 (1978) (uitg. 1981).

Joon, K. Stand van zaken m.b.t. het Nationaal Onderzoekprogramma Zonne-energie per 30 juni 1979. Rapport BEOP-2 (1980).

Joon, K. Stand van zaken m.b.t. het Nationaal Onderzoekprogramma Zonne-energie per 31 maart 1980. Rapport BEOP-3 (1980).

Joon, K. Stand van zaken m.b.t. het Nationaal Onderzoekprogramma Zonne-energie per 31 december 1980. Rapport BEOP-6 (1981).

Kamp, H.A.J. van der, and H. Gruppelaar. Evaluation of neutron cross sections for the Pd isotopes (RCN-3 data library). Rapport ECN-108 (1981).

Kanhere, D.G., R.M. Singru and R. Harthoorn. Electron momentum distribution and Compton profiles of Ag. Phys. Status Solidi B, **105**(1981), 715-722.

Kaprzyk, S., B. van Laar and F. Maniawski. A projection operator method for the analysis of magnetic neutron form factors. J. Magn. Mater., **23**(1981), 105-114.

Klippel, H.Th. Transient analysis for fusion blanket power accidents. In: Fusion technology 1980. Proceedings of the eleventh symposium, Oxford, 15-19 September 1980. Volume 1, 189-196. Oxford enz., Pergamon Press/CEC, 1981. Rapport EUR-7035-EN (Vol. 1)(1981).

Klippel, H.Th. Transient analysis for blanket power accidents. In: FINTOR-D. A demonstration Tokamak power reactor, 171-185. Brussels/Luxembourg, ECSC/EAEC, 1981, Rapport EUR-7322-EN (1981).

Koenders, N.J. De lasten en baten van de elektriciteitsvoorziening in Nederland. - Waarin opgenomen de historische kosten van kernenergie -. Rapport ESC-8 (1981).

Kopecky, J. Quadrupole radiation strength in neutron capture. Rapport ECN-99 (1981).

Kram, T., A.M.W. van der Sanden en R.J. Visser. Optimale capaciteit van warmtepompsystemen voor collectieve ruimteverwarming. Rapport ESC-14 (1981).

Laar, B. van. 'Hyde Park' session on flippers, crystal effects and interpretation of magnetic form factors. Nukleonika, **25**(1980), 851-853.

Laken, R.A. van der. The Dutch MHD-Programme. In: Specialists meeting on coal fired MHD power generation, Sydney, 4-6 November 1981, p. 1.7.1 - 1.7.5. Sydney, Institution of Engineers, 1981. National conference publication 81/13.

Linde, A. van der, H.J.B. Lucas Luijckx and J.H.N. Verheugen. Fabrication, irradiation and post-irradiation examinations, of MO_2 and UO_2 sphere-pac and UO_2 pellet fuel pins irradiated in a PWR loop. Rapport ECN-91 (1981).

Looijesteijn, C.J. Beschrijving van de experimentele windturbine te Petten. In: Nationale Windenergie conferentie 1981, Veldhoven, 2-4 juni 1981. Band 2, G1. Den Haag/Hoek van Holland, ECN/Stichting Energie Anders, 1981.

Looijesteijn, C.J., en G.P. Valter.

De experimentele windturbine te Petten. *Energiespectrum*, **5**(1981), 34-39.

Maniawski, F., B. van Laar and S. Kaprzyk.

Neutron magnetic form factors of Ni-rich NiV alloys. *J. Phys., F. Met. Phys.*, **11**(1981), 1895-1900.

Midden, C.J.H., G.A. Westerterp, H.J.A. Zieverink, W.H. Weenig, J.E. Meter en R.J. Houwen.
Energiebesparing, hoe is het mogelijk? Een sociaal-psychologisch onderzoek naar de bevordering van energiebesparing door gedragsbeïnvloeding bij gezinshuishoudingen
Samenvatting. Rapport ESC-5SAM (1981).

Mijnheer, B.J., H. Haringa, H.J. Nolthenius and W.L. Zijp.

Neutron spectra and neutron kerma derived from activation and fission detector measurements in a d-T neutron therapy beam. *Phys. Med. Biol.*, **26**(1981), 641-655.

Nammensma, P.A., and H.J. Veringa.

The effect of strain on Nb₃Sn superconductors. *IEEE Trans. Mang.*, **MAG-17**(1981), 2289-2292.

Netherlands Energy Research Foundation ECN.

Summary of activities July 1 1980 - July 1981. The Hague, ECN, 1981.

Nolthenius, H.J., and W.L. Zijp.

Consistency between data from the ENDF/B-V dosimetry file and corresponding experimental data for some fast neutron reference spectra. Rapport ECN-103 (1981).

Ooms, P.C.A., G.P. Leendertse, H.A. Das and U.A.Th. Brinkman.

Multielement isotope dilution analysis by means of radiometric titration. *J. Radioanal. Chem.*, **67**(1981), 5-14.

Oostvoorn, F. van.

Energiescenario's en emissies. Bijdrage aan de conferentie 'Energie en Cara' op 27 november 1981, De Doelen, Rotterdam. Rapport ESC-WR-81-01 (1981).

Oostvoorn, F. van, P.G.M. Boonekamp and N.J. Koenders. A L.P. model of the Dutch energy sector. In: Modelling of large-scale energy systems. Proceedings of the IIASA/IFAC symposium, Laxenburg, 25-29 February 1980, 207-213. Oxford enz., Pergamon, 1981. IIASA Proceedings Series, Volume 12.

Pelser, J. Evaluatie resultaten Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie.

Energiespectrum, **5**(1981), 163-167.

Piepers, G.G. Voorstellen voor een voortgezet Nationaal Onderzoekprogramma

Windenergie. *Energiespectrum*, **5**(1981), 201-204.

Piepers, G.G. Kan Nederland in de toekomst van de wind leven? *Maatschappijbelangen*, (1981), mei, 235-247.

Piepers, G.G.

The potential of wind energy. In: Advanced energy conversion. A challenge to industry. Proceedings of the international congress, Utrecht, 4-8 May 1981. *Resour. Conserv.*, **7**(1981), 37-47.

Piepers, G.G.

Nationale onderzoekprogramma's windenergie. In: Nationale Windenergie conferentie 1981, Veldhoven, 2-4 juni 1981. Band 1, A1. Den Haag/Hoek van Holland, ECN/Stichting Energie Anders, 1981.

Plakman, J.C. Fast reactor programme. Fourth quarter 1979 progress report. Rapport ECN-95 (1981).

Prij, J., and J.H.J. Mengelers. On the derivation of a creep law from isothermal bore hole convergence. Rapport ECN-89 (1981).

Quakernaat, J., en K.A. Duijves. Chemie en kolen. Rapport ESC-13 (1981).

Raaphorst, J.G. van.
De chemie binnen de splijstofbewaking. Chem. Mag. (Bijv. Chem. Weekbl. no. 1), (1981), jan., p. 11.

Ramakers, S.G.M.
Testveld voor kleine windturbines te Petten. In: Nationale Windenergie conferentie 1981, Veldhoven, 2-4 juni 1981. Band 2, G4. Den Haag/Hoek van Holland, ECN/Stichting Energie Anders, 1981.

Rieffe, H.Ch.
FITOCO. A program for the conversion of fine group flux density and cross section data to coarse group values. Rapport ECN-92 (1981).

Rieffe, H.Ch., H.J. Nolthenius and W.L. Zijp.
ENTOSAN. A program for the calculation of fine group cross section values from ENDF/B data. Rapport ECN-93 (1981).

Ruiter-Bootsma, A.L. de, and J.A.G. Davids.
Survival of spermatogonial stem cells in the CBA mouse after combined exposure to 1-MeV fission neutrons and hydroxyurea. Radiat. Res., **85**(1981), 38-46.

Schenter, R.E., D.L. Johnson, F.M. Mann, F. Schmittroth and H. Gruppelaar.
Evaluations of fission product capture cross sections for ENDF/B-V. In: Nuclear cross sections for technology. Proceedings of the international conference, Knoxville, 22-26 October 1979, 662-666. Washington, U.S. Government Printing Office, 1980. National Bureau of Standards Special Publication 594.

Schutte, C.K. SUEDI. ENR Rapport-7 (1981).

Sens, P.F.
Het Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie. Energiespectrum, **5**(1981), 172-177.

Slagter, W.
Predictions of velocity and temperature distributions in nominal and non-nominal bundle geometries. In: First Specialists meeting organized by the IAHR Committee on liquid metals thermal-hydraulics, Cambridge, 5-6 October 1981, paper 4. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology, 1981.

Slagter, W., and H.A. Roodbergen.
Prediction of developing turbulent flow by the finite element method. In: Numerical methods in laminar and turbulent flow. Proceedings of the Second international conference, Venice, 13-16 July 1981, 267-278. Swansea, Pineridge Press, 1981.

Slagter, W., H.A. Roodbergen and N.H. Dekker.
Prediction of fully developed turbulent flow in noncircular channels by the finite element method. In: Turbulent forced convection in channels and bundles. Theory and applications to heat exchangers and nuclear reactors. Volume 1, Advanced study institute book, 325-340. Washington enz., Hemisphere, 1979.

Slanina, J.
Omzettingsprodukten van SO₂ en NO_x en neerslag: een zuur verhaal. In: Voorkomen en effecten van omzettingsprodukten van SO₂ en NO_x in de Nederlandse buitenlucht. Bijlage 2, no. 3, p. 27. Delft/Petten, TNO/ECN, 1981.

Slanina, J., en W.A.H. Asman.
Analytisch-chemisch onderzoek van neerslag in Nederland. Energiespectrum, **5**(1981), 292-299.

Slanina, J., F.P. Bakker, P.A.C. Jongejan, L. van Lamoen and J.J. Möls.
Fast determination of anions by computerized ion chromatography coupled with selective detectors. *Anal. Chim. Acta*, **130**(1981), 1-8.

Slanina, J., L. van Lamoen-Doornenbal, W.A. Lingerak, W. Meilof, D. Klockow and R. Niessner. Application of a thermo-denuder analyser to the determination of H₂SO₄, HNO₃, and NH₃ in air. *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, **9**(1981), 59-70.

Slot, H.A. van der.
Classification of coal by trace analysis using INAA-clusteranalysis and leaching of precipitator ash. In: Nuclear methods in environmental and energy research. Fourth international conference, Columbia, 14-17 April 1980, 621-635, USDOE, US Government Printing Office, 1981. Rapport CONF-800433 (1981).

Slot, H.A. van der, and J.C. Duinker.
Isolation of different suspended matter fractions and their trace metal contents. *Environ. Technol. Lett.*, **2**(1981), 511-520.

Slot, H.A. van der, J. Zonderhuis en C.A. van Stigt.
Spoorelementen in steenkool en steenkoolas. *Energiespectrum*, **5**(1981), 150-162.

Smit, J. Windenergie. Energiebron voor de toekomst? *Nat. Tech.*, **49**(1981), 322-341.

Staal, H.U. High cycle fatigue properties of irradiated and unirradiated stainless steel DIN 1.4948 plate at 823 K. Rapport ECN-90 (1981).

Tolk, A. Chemistry Department of the Netherlands Energy Research Foundation ECN, Petten. In: *ACHEMA Jahrbuch 80/82*. Band 1, Forschung und Lehre des Chemie-Ingenieur-Wesens, 731-733. Frankfurt am Main, DECHEMA, 1981.

Valter, G.P.
Elektrische installatie voor de 25m HA-windturbine te Petten. In: Nationale Windenergie conferentie 1981, Veldhoven, 2-4 juni 1981. Band 2, G2. Den Haag/Hoek van Holland, ECN/Stichting Energie Anders, 1981.

Vate, J.F. van de. Enkele opmerkingen over verspreiding en depositie van atmosferisch aerosol. *Extern* **10**(1981), 223-325.

Venema, W.J., R. Griessen, R.S. Sorbello, H.L.M. Bakker and P.E. Mijnaerends.
Effect of zero-point motion on the electronic structure of PdH(D). In: Physics of transition metals, 1980. Invited and contributed papers from the international conference, Leeds 18-22 August 1980, 579-582. Bristol enz., Institute of Physics, 1981. Institute of Physics Conference Series No. 55.

Veringa, H.J. Intrinsic stability of technical superconductors. Final report ECN project 4362. Rapport ECN-96 (1981). Proefschrift Technische Hogeschool Twente, Enschede, 10 september 1981.

Verkerk, B. Bijdrage tot de veiligheidsbeoordeling van het opbergen van radioactief afval in zout. *Energiespectrum*, **5**(1981), 124-132.

Verkerk, B. Lange-termijn veiligheid van geologische opberging van nucleair afval. *NVS-nieuws*, **6**(1981), 4, 41-59.

Verkerk, B.
Comparison of long-term release consequences for spent fuel and vitrified waste repositories in a salt formation. *Radioact. Waste Manage.*, **1**(1981), 337-357.

Verschuur, K.A.
Parameter study on poloidal neutron response distributions in toroidal blanket geometries. In: *Fusion technology 1980. Proceedings of the eleventh symposium*, Oxford, 15-19 September 1980. Volume 1, 197-204. Oxford enz., Pergamon Press/CEC, 1981. Rapport EUR-7035-EN (Vol. 1)(1981).

Verschuur, K.A.
Poloidal distribution of the neutronics responses. In: FINTOR-D. A demonstration. Tokamak power reactor, 85-88. Brussels/Luxembourg, ECSC/EAEC, 1981. Rapport EUR-7322-EN (1981).

Vons, L.H.
Het droogboorexperiment in de ASSE-II zoutmijn. Ingenieur, **93**(1981), 40, 17-20.

Vons, L.H.
Overzicht van de huidige ontwerpwerkzaamheden aan het definitief opslaan van kernsplijtingsafval (KSA) in een zoutkoepel. In: Verworvenheden bij opwerking en opslag kernsplijtingsafval. Voordrachten gehouden op 29 september 1981 voor de Afdeling Kerntechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en de Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland, 80-127. KIVI, 1981.

Weers, A.W. van. Risico-analyse van het storten van laag-radioactief afval in de diepzee. Energiespectrum, **5**(1981), 233-244.

Weers, A.W. van, and P.W.F. Louwrier.
Uptake and retention of ^{124}Sb in the common mussel, shrimp and shore crab. In: Impacts of radionuclide releases into the marine environment. Proceedings of a symposium, Vienna, 6-10 October 1980, 381-399. Vienna, IAEA, 1981. STI/PUB/565.

Wees, F.G.H. van
Huidige en toekomstige stoomketelcapaciteit in Nederland. Rapport ESC-6 (1981).

Wees, F.G.H. van.
Energiegebruik van industriesectoren in relatie tot economische karakteristieken. Peiljaar 1977. Rapport ESC-7 (1981).

Wijbenga, G.
Thermochemical investigations on intermetallic UMe_3 compounds (Me = Ru, Rh, Pd). Rapport ECN-102 (1981). Proefschrift Universiteit van Amsterdam, 9 december 1981.

Zijlstra, G.J.
Het kernenergiebeleid en de structuur van de kernenergiesector. In: Energie als maatschappelijk probleem, hfst. 9, 172-205. Asser., Van Gorcum, 1981.

Zijp, W.L. Comparison of neutron spectrum unfolding codes. Final report for the period 1976-01-01 - 1978-07-31. Rapport IAEA-R-1811-F (1979).

Zijp, W.L., and J.H. Baard. Nuclear data guide for reactor neutron metrology. Part 1: Activation reactions; Part 2: Fission reactions. Rapport EUR-7164-EN (Parts 1 and 2). Brussels, ECSC-EEC-EAEC, 1981.

Zijp, W.L., and H.J. Nolthenius.
Experience with neutron spectrum unfolding codes. Rapport ECN-105 (1981).

Zijp, W.L., H.J. Nolthenius and H.Ch. Rieffe.
Damage cross-section library DAMSIG81. Rapport ECN-104 (1981).

Zijp, W.L., H.J. Nolthenius and H.Ch. Rieffe.
Cross-section library DOSCROS81 (in a 640 group structure of the SAND- II type). Rapport ECN-111 (1981).

Zijp, W.L., W.P. Voorbraak, H.Ch. Rieffe and H.J. Nolthenius.
Comparison of two fine group cross section libraries resulting from the ENDF/B-V dosimetry file. Rapport ECN-97 (1981).

Zijp, W.L., C. Ertek, E.M. Zsolnay, E.J. Szondi, H.J. Nolthenius and D.E. Cullen.
First results of the REAL-80 exercise. Rapport ECN-106 (1981). Tevens rapportno. IAEA/RL/86 en BME-TR-RES-5/81.

Lijst van afkortingen

AER	Algemene Energie Raad
AFBC	Wervellaagverbranding onder atmosferische druk
BEOP	Bureau Energie Onderzoek Projecten
CPB	Centraal Planbureau
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland
EDB	Energy information Data Base
EEG	Europese Economische Gemeenschap
ENR	ECN-NSP-Rekencentrum
ESC	Energie Studie Centrum
FDO	Fysisch-Dynamisch-Onderzoek, Technische Adviseurs BV
FOM	Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie
GCO	Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek (van de Europese Gemeenschappen)
HAT	Horizontale As Turbine
HFR	Hoge Flux Reactor
HOR	Hoger Onderwijs Reactor
IAEA	International Atomic Energy Agency
IAESTE	International Association for Exchange of Students for Technical Experience
IEA-ETSAP	International Energy Agency-Energy Technology Systems Analysis Project
ILONA	Integraal Landelijk Onderzoek Nucleair Afval
INFCE	International Nuclear Fuel Cycle Evaluation
INIS	International Nuclear Information System
INTOR	International Tokamak Reactorproject
IRI	Interuniversitair Reactor Instituut
ISES-Nederland	Nederlandse Vereniging voor Zonne-energie
JET	Joint European Torus
KEMA	NV tot Keuring van Elektrotechnische Materialen
LFR	Lage Flux Reactor
LSO	Laboratorium voor Sterkradioactieve Objecten
MHD	Magneto-hydrodynamische energieconversie
NEA	Nuclear Energy Agency
NEOM	Nederlandse Energie Ontwikkelings Maatschappij
NET	Next European Tokamak
NIOZ	Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee
NIP	Nationaal Isolatie Programma
NOK	Nationaal Onderzoekprogramma Kolen
NOZ	Nationaal Onderzoekprogramma Zonne-energie
NOW	Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie
NRC	Nuclear Regulatory Commission
NSP	Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation
NTIS	National Technical Information Service
OESO	Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling
PFBC	Wervellaagverbranding onder verhoogde druk
PVC	Programma Voorbereidings Commissie
PZEM	Provinciale Zeeuwse Energie Maatschappij
REO	Raad voor Energie Onderzoek
SER	Sociaal Economische Raad
SIBAS	Samenwerkende Instellingen t.b.v. Beleidsanalytische Studies
TNO	Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
WAR	Wetenschappelijke Advies Raad
ZWO	Nederlandse Organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek