

Techniek in Nederland *in de* TWINTIGSTE EEUW

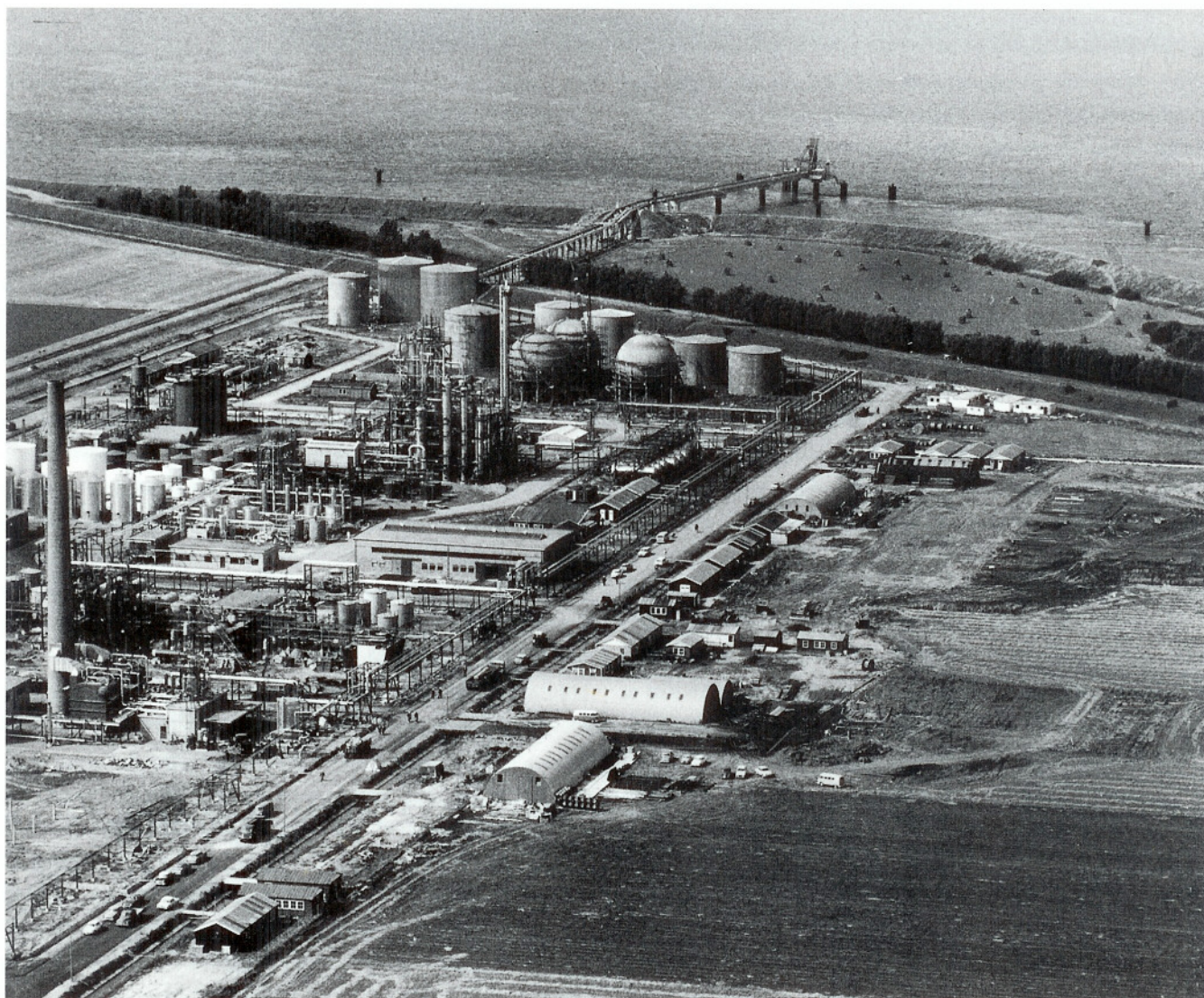
II

DELFSTOFFEN
ENERGIE
CHEMIE

Deel 3
Chemie
Hoofdstuk 7
Incl. noten

Na de Tweede Wereldoorlog deed de overheid er alles aan om van Nederland een industriële natie te maken. Amerikaanse bedrijven werden met aantrekkelijke fiscale voorwaarden en investeringspremies naar ons land gelokt. In de zomer van 1961 besloot het Amerikaanse bedrijf Dow een groot chemisch complex in Terneuzen op te richten. Nadat een jaar later grond was aangekocht, ging in mei 1963 de eerste paal de grond in. Het Amerikaans-Nederlandse ingenieursbureau

Fluor-Schuytvlot superviseerde de bouw. Het terrein lag gunstig omdat chemicaliëntankers uit Amerika het bedrijf via een aanlegsteiger in de Westerschelde direct van grondstoffen konden voorzien. In 1965, toen deze foto werd genomen, waren de propyleenoxidefabriek (midden boven) en de daarnaast gelegen polyglycolinstallatie vrijwel klaar. De locatie groeide uiteindelijk uit tot een van de grootste petrochemische complexen van Nederland.



Industrialisatie en industrie-complexen:

de chemische industrie tussen overheid, technologie en markt

Overheid en industrialisatie

De eerste chemische complexen: DSM-Geleen en Shell Pernis

'The sky is the limit' – Schaalvergroting in de jaren zestig

Vervlechting in het Pernis-Botlek-Europoort-complex

Het Pernis-Botlek-Europoort-complex en het milieu

Voor nieuwe producten als plastics en synthetische wasmiddelen moest niet alleen een markt worden gecreëerd, ze moesten ook worden geproduceerd. Na de Tweede Wereldoorlog voerde de overheid een beleid dat ervoor moest zorgen dat die productie voor een groot deel in Nederland zou plaatsvinden. Mede daardoor werd de chemische industrie na 1950 de snelst groeiende industriële sector in Nederland. Tussen begin 1948 en juli 1952 werd er door de overheid, de Herstelbank en het particuliere bedrijfsleven meer dan 530 miljoen gulden geïnvesteerd, waarmee de beleidsdoelstelling van 300 tot 400 miljoen ruim werd overschreden.¹ Dit was nog maar de start van het industrialisatieproces. De geweldig stijgende vraag naar eindproducten in de naoorlogse periode gaf een enorme stimulans aan de Nederlandse chemische industrie. De petrochemische industrie, die de grondstoffen voor kunststoffen en andere synthetische producten leverde, maakte een snelle groei door, vooral na 1960. Er verrezen langs de Nieuwe Waterweg, in Zuid-Limburg en bij Delfzijl grote industriecomplexen, die bovendien vaak onderling waren verbonden door pijpleidingen voor het transport van etheen en nafta. Over het hoe en waarom van die ontwikkelingen gaat dit hoofdstuk.

Dat het groeiproces tussen 1950 en 1970 inderdaad snel verliep, blijkt wanneer we een 'Memorandum to the Board' van de Koninklijke/Shell uit januari 1951 over 'The Netherlands chemical industry, with special reference to the Group's position in this field' als ijkpunt nemen. Dat document geeft een helder beeld van de toen heersende verhoudingen, die in scherp contrast staan tot de situatie twee decennia later.²

Een opvallende conclusie van het memorandum is de constatering dat de Nederlandse chemische industrie in vergelijking tot het buitenland weinig geïntegreerd en zeer heterogeen, kleinschalig en

individualistisch was. Grote chemische fabriekscomplexen zoals door ICI en IG Farben waren gesticht, ontbraken ten enenmale. Belangrijke fusies en onderlinge samenwerkingsverbanden, die de grondslag voor verticale integratie zouden kunnen vormen, hadden niet plaatsgevonden. Het zich krachtig ontwikkelende Stikstofbindingsbedrijf (SBB) van Staatsmijnen leek, met een omzet van ongeveer 100 miljoen gulden, nog het meest op de buitenlandse voorbeelden, maar zelfs dat grootste Nederlandse chemische bedrijf was vele malen kleiner dan bijvoorbeeld ICI. Bedrijven als de Koninklijke Nederlandsche Zwavelzuurfabrieken (Ketjen), Albatros Superfosfaatfabrieken, de Koninklijke Nederlandsche Zoutindustrie (KNZ), de Electro Zuur- en Waterstoffabriek, de Nederlandsche Patent- en Kristalsodafabriek (Solvay), de Koninklijke Gist- en Spiritusfabriek, het farmaceutische bedrijf Organon en de chemische tak van de Algemene Kunstzijde Unie (AKU) waren het meest grootschalige dat Nederland te bieden had, maar in internationaal verband hoorden ze op zijn best tot de 'middelgrote' ondernemingen.

In het licht van de discussie in hoofdstuk vier is dit een opmerkelijk oordeel. Daar bleek immers dat omstreeks 1900 de Nederlandse chemische nijverheid in vrijwel dezelfde bewoordingen werd getypeerd. Het lijkt wel alsof de concentratiebeweging tijdens en vlak na de Eerste Wereldoorlog en de expansie van de jaren twintig en dertig geen enkel effect hebben gehad. Dit is echter schijn. De betreffende bedrijven groeiden tussen 1915 en 1950 wel degelijk, maar de grote concerns in het buitenland deden dit nog sterker. Tussen 1950 en 1970 zou dit plaatje echter compleet veranderen. Het Pernis-Botlek-Europoort-complex ontstond en ontwikkelde zich tot een van de grootste chemische industriecomplexen ter wereld. Daarnaast wisten Shell Chemie, DSM en het door fusies

gevormde Akzo zich in de jaren zeventig op te werken tot de groep van de vijftig grootste chemische wereldconcerns. De door de BPM in 1950 nog zo node gemiste fusies en overnames vonden dus later wél plaats. Tegelijk ontwikkelde de Nederlandse chemische industrie zich van een betrekkelijk marginale bedrijfstak tot een van de dragende pijlers van de nationale economie en tot een industrie die een centrale rol vervulde binnen de onderling vervlochten chemische industrie van Noordwest-Europa. De onderlinge vervlechting van productieprocessen, die tussen 1930 en 1960 aarzeland op gang kwam, zette zich vooral na 1960 op grote schaal voort. Ze vond toen niet alleen binnen één fabriek plaats, maar ook tussen verschillende fabrieken van één concern en zelfs tussen fabrieken van verschillende concerns, zowel op nationale als op Europese schaal.

Het grote publiek reageerde verdeeld op deze ontwikkelingen. De grote chemische industriecomplexen bij Rotterdam en in Zuid-Limburg zijn voor sommigen toonbeelden van ongekende vooruitgang, terwijl ze voor anderen symbolen zijn van de haast arbeiderloze fabriek en van de voortdurende dreiging van explosiegevaaren en milieucatastrofes. Waar er voor en vlak na de Tweede Wereldoorlog nog grote maatschappelijke consensus heerste over het nut en de noodzaak van industrialisatie op chemisch gebied, sloeg deze positieve houding later betrekkelijk plotseling om. De chemische sector kreeg een slechte naam en werd een sector waar, in meerdere opzichten, 'een luchtje aan zat'.

In dit hoofdstuk schetsen we enige hoofdlijnen van dit spectaculaire groeiproces en van de maatschappelijke tegenreactie die dit oproep. Aanvankelijk traden de nationale overheid en een aantal semi-overheidsorganen sturend op. Voortbouwend op een noodgedwongen dirigisme dat in de crisisjaren was ontstaan en zich in de oorlogsjaren verder had kunnen ontplooiën, zette de overheid een industrialisatiebeleid in waarin aan de chemische industrie een belangrijke rol was toebedeeld. Een daadwerkelijke versnelling van het industrialisatieproces kwam echter pas omstreeks 1960 tot stand, toen veranderingen in de grondstoffsituatie, de markt en de technologie het groeiproces gingen domineren.

Overheid en industrialisatie

De eerste tien jaar na de oorlog was er een breed maatschappelijk draagvlak voor een snelle opbouw van de Nederlandse chemische industrie. Het industrialisatie- en vestigingsbeleid van de overheid speelde daarbij een grote rol. Daarna veranderde dit meer dirigistische optreden in een beleid gericht op indirecte stimulering en het scheppen van voorwaarden. Afgezien van de korte episode van de Eerste Wereldoorlog (hoofdstuk 4), begon deze actieve rol van de overheid in de jaren dertig, toen de zware economische depressie leidde tot beëindiging van het gevoerde 'laissez-faire'-beleid. In

1936 richtte het ministerie van Handel, Nijverheid en Scheepvaart het Bureau Industrialisatie op, dat in het kader van de werkloosheidsbestrijding voor het eerst een landelijk industrialisatiebeleid ging formuleren. Een jaar later volgde de oprichting van het Centraal Instituut voor Industrialisatie (CIVI – later Centraal Instituut voor Industrieontwikkeling), dat het op gang komende provinciale beleid ging coördineren en dat een intermediair werd tussen overheid en bedrijfsleven. In 1938 bracht het Bureau Industrialisatie een 'Nota inzake industrialisatie' uit, waarin de richting werd aangegeven waarin de industrialisatie zich zou dienen te bewegen.³

Vlak voor en tijdens de oorlogsjaren nam de greep van de overheid op het economisch leven nog sterker toe. De Bedrijfsvergunningenwet (1938) hielp het Rijk om de oprichting van fabrieken tegen te houden als deze een onverantwoord beroep deden op schaarse grondstoffen en kredieten. Daarnaast waren er rijksbureaus voor bijvoorbeeld de distributie van grondstoffen en producten. Ook het CIVI ging een zeer actieve rol spelen. Onder leiding van J.W.H. Uytendogaart – die na een carrière bij Staatsmijnen en de AKU sinds 1938 een hoge staffunctie bij de BPM bekleedde – coördineerde het CIVI de ontwikkeling van nieuwe chemische producten waaraan door de oorlogssituatie gebrek was. Talloze chemici en ingenieurs van de praktisch stil liggende BPM werden, met behoud van een deel van hun BPM-salaris, in dienst genomen van (semi)overheidsinstituten om te voorkomen dat ze in Duitsland zouden worden tewerkgesteld. Geneesmiddelen en synthetische rubber vormden enkele van de vele producten waarvoor productieprocessen werden uitgewerkt. Na de oorlog werd Uytendogaart de hoogste baas van de chemische productiebedrijven van de BPM (Pernis, Mekog etc.).⁴

Na 1945 noopten de omstandigheden de overheid deze dirigistische lijn voort te zetten. Tal van grondstoffen en artikelen waren nog schaars en een steeds oplopend tekort op de betalingsbalans vroeg om een zeer voorzichtig beleid ten aanzien van het uitgeven van buitenlandse deviezen. De overheid hield de touwtjes strak in handen, zoals het Teepol-voorbeeld in het vorige hoofdstuk liet zien. Het voor de oorlog ingezette industrialisatiebeleid kreeg een nog hogere prioriteit, omdat de overheid meende dat alleen door de productie van importvervangende en exportbevorderende industriële producten de betalingsbalans in evenwicht kon komen en omdat er op grote schaal werkgelegenheid moest worden geschapen.⁵

De in september 1949 gepubliceerde *Nota inzake de industrialisatie in Nederland* voer echter reeds een middenkoers tussen dirigisme en volledige ondernemersvrijheid. Versterking van de basisindustrie, met name de metaal en de chemie, was hierin een van de belangrijkste beleidsvoornemens. Tot 1963 – toen de nagestreefde 'harmonische' opbouw van de industrie naar het oordeel van de regering was bereikt – verschenen nog zeven Industrialisatienota's.

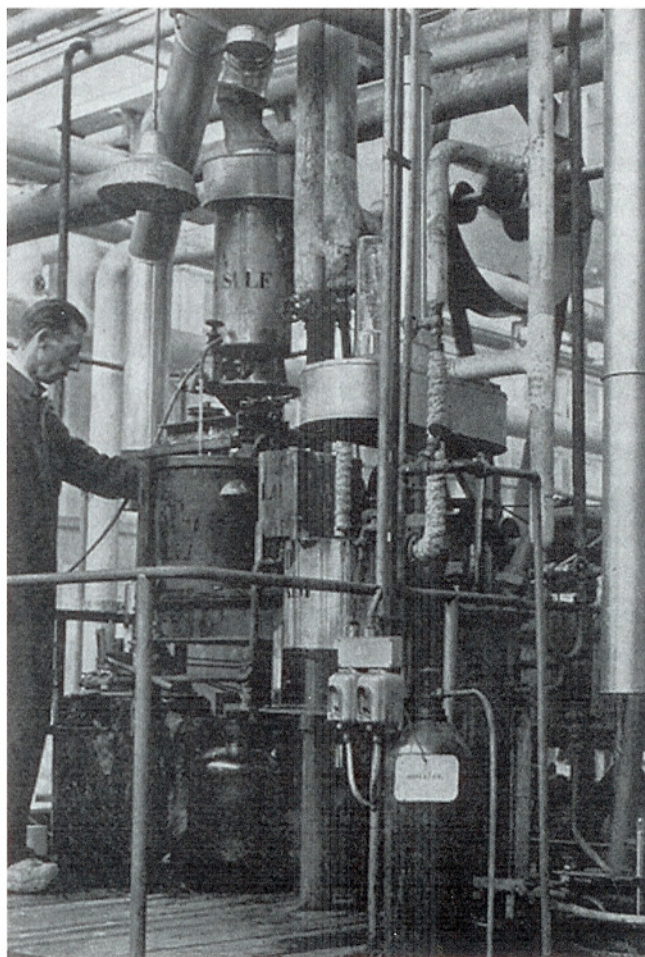
Daarin werd gaandeweg ook een regionaal economisch beleid ontwikkeld, gericht op investeringen in relatief achtergebleven gebieden als Groningen, Drenthe en Midden-Limburg (later werd ook Zuid-Limburg onderwerp van beleid). Afgezien van deze nadruk op selectief regionaal beleid kenmerkten de nota's zich tevens door een toenemende liberalisering en een afnemend dirigisme.⁶

Het industrialisatiebeleid en de chemische sector

In het industrialisatiebeleid kreeg de chemische industrie van meet af aan een centrale rol toebedeeld. Reeds voor de oorlog legde de chemicus en politicus Henri Gelissen in een rede over 'de betekenis van de chemische industrie voor het economisch leven in Nederland' de nadruk op de uitstekende verkeerseconomische ligging van ons land, waardoor er volop ruimte was voor chemische bedrijvigheid die geïmporteerde grondstoffen veredelde tot weer uit te voeren producten.⁷

Latere studies zouden, evenals de industrialisatienota's, op die aanzet voortbouwen. Alle aandacht ging uit naar sectoren met een grote potentie om de export te bevorderen dan wel om producten te leveren die import vervingen. De metaalindustrie, de chemische industrie en de textielindustrie scoorden daarbij het hoogst. Van de twee tot drie miljard gulden die tussen 1947 en 1952 in de industrie geïnvesteerd zouden moeten worden om de welvaart en werkgelegenheid in Nederland op peil te houden, dienden 300 tot 400 miljoen gulden in de chemische industrie te worden besteed, hoewel die sector toen nog geen acht procent van de industriële omzet voor haar rekening nam en nauwelijks vier procent van de werkgelegenheid in de industrie.⁸

Dat er een breed draagvlak was voor een versnelde opbouw van de Nederlandse chemische industrie, leidt dan ook geen twijfel. Welke prioriteiten moesten er echter binnen de chemische sector worden gesteld? Vóór de Tweede Wereldoorlog had het Bureau Industrialisatie, in het licht van de grote werkloosheidsproblematiek, benadrukt dat het in productie nemen van hoogwaardige, arbeids- en kennisintensieve producten het hoofddoel van het industrialisatiebeleid moest zijn. Specialisatie in plaats van massaproductie was geboden, omdat juist daardoor 'hersenenwerk' en 'handenarbeid' werden gestimuleerd. In 1948 werd het roer wat betreft de chemie echter omgegooid toen J.W. Bartelds van het Centraal Planbureau (CPB) in een voordracht voor de Nederlandse Chemische Vereniging korte metten maakte met die beleidslijn. Door zijn gunstige ligging in de Rijndelta was Nederland bij uitstek geschikt voor de vestiging van kapitaalintensieve chemische basisindustrie. Dáár lag volgens hem de toekomst en de werkgelegenheidsdoelstellingen dienden daaraan ondergeschikt te worden gemaakt. Bovendien, zo redeneerde hij, zouden de indirecte effecten van de opbouw van die basisindustrie groot zijn, ook met betrekking tot arbeidsintensieve sectoren. Vanaf dat moment zouden deze inzichten van het CPB het overheidsbeleid op dit terrein



De productie van kunststoffen en kunstvezels vormde een van de speerpunten van het naoorlogse industrialisatiebeleid. Staatsmijnen en AKU werkten samen bij de productie van nylon-6. Staatsmijnen maakte de grondstof caprolactam. In een in Emmen gebouwde fabriek

polymeriseerde AKU die grondstof tot nylon-6 en verspon dit vervolgens tot kunstvezels voor textiel. Begin jaren vijftig produceerde de AKU ook zelf enige tijd caprolactam in de hier getoonde kleine proefinstallatie.

bepalen. De groei van de chemische basisindustrie kreeg de hoogste prioriteit, waarbij hoogstens de vraag of daarbij het gebruik van binnenlandse grondstoffen centraal moest staan een punt van onderling debat was.⁹

De op het CIVI werkzame chemici E.H. Boasson en E.L. Krugers Dagneaux stelden bij de ontwikkeling van hun plannen de verwerking van binnenlandse grondstoffen centraal, vooral vanwege de betalingsbalans. Eind jaren veertig brachten zij in enkele nota's de productie van chloor, natronloog en soda uit steenzout onder de aandacht, evenals het gebruik van Drents aardgas als grondstof voor de chemische industrie. Dezelfde nadruk op de verwerking van binnenlandse grondstoffen vinden we ook terug in de eerste integrale studie die het CIVI van de gehele Nederlandse chemische industrie ondernam: het in augustus 1949 opgestelde 'Industrialisatieschema voor de chemische sector'.¹⁰

Deze studie was geheel vanuit de grondstoffensituatie ingedeeld.

Het had ten doel te analyseren hoe een 'harmonisch' opgebouwde Nederlandse chemische industrie er uit zou kunnen zien – waarmee bedoeld werd een industrie waarin de grondstoffenvoorziening en de verwerking van tussen- en eindproducten naadloos op elkaar zouden aansluiten – om op basis daarvan beslissingen over kredietverlening te nemen én om ondernemers een leidraad te bieden met betrekking tot de richting waarin zij investeringen zouden moeten doen. De redeneertrant van het stuk sloot goed bij die van ondernemers aan, die immers op dezelfde manier naar hun eigen chemische complexen keken. Voor het eerst werd deze zienswijze nu echter op kwantitatieve wijze op de gehele Nederlandse basis- en tussenproductenindustrie toegepast. De kleinschalige eindproductenindustrie bleef grotendeels buiten beschouwing. Het CIVI becijferde dat de helft van de 300 tot 400 miljoen die in de chemische industrie geïnvesteerd moest worden, aan stikstof-, soda-, chloor- en natronloofabrieken dienden te worden besteed. Naast zwavelzuur en superfosfaat, waar Nederland al sterk in was, vormden deze fabrieken de kern van de anorganisch-chemische basisindustrie.

De drie speerpunten van het overheidsbeleid

In navolging van deze publicaties van het CPB en het CIVI en van een studie van de chemicus en EZ-ambtenaar G.A. Kohnstamm, ging de financiële steun van de overheid inderdaad grotendeels naar de chemische basisindustrie. Wanneer we de kortstondige aandacht voor de kennis- en arbeidsintensieve farmaceutische industrie buiten beschouwing laten, waren er drie terreinen waarop de concrete overheidsstimulering binnen de chemische sector zich concentreerde: (a) de stikstofmeststoffenindustrie, (b) de kunststoffenindustrie en dan vooral de grondstoffenvoorziening op dat gebied, en (c) de soda-industrie.¹¹

Van deze drie had direct na de oorlog de opbouw van de stikstofmeststoffenindustrie de hoogste prioriteit. De grondstoffen daarvoor, lucht en steenkool, waren in eigen land voorhanden. Zelf kunstmest maken voorkwam dat er voor de belangrijke landbouwsector schaarse buitenlandse valuta moesten worden aangewend. Bovendien lag de belangrijke Duitse industrie in puin, zodat er goede exportmogelijkheden waren, die de betalingsbalans beter in evenwicht konden brengen. Met steun van de overheid werden vooral het SBB, maar ook de Mekog en 'Sluiskil' zeer sterk uitgebreid. Hierdoor werd de Nederlandse stikstofindustrie in één klap een belangrijke partij op de wereldmarkt. Ze zou die positie decennia lang weten te behouden.¹²

Het tweede speerpunt was de kunststoffen- en kunstvezelindustrie. Na bezoeken aan Amerika benadrukte de 'Commissie voor de industrialisatie op kunststoffengebied', onder voorzitterschap van Kohnstamm, begin 1947 dat in Nederland met name de (groot-schalige) grondstoffen- en tussenproductenindustrie voor kunststoffen tot ontwikkeling moest worden gebracht. Daarnaast kreeg

het in de oorlog opgerichte en inmiddels naar TNO overgegangene Kunststoffeninstituut de taak technische ondersteuning en scholing te bieden aan de (kleinschalige) eindproducten- en kunststofverwerkende industrie.¹³

Mede op basis van de analyses van deze commissie werden er vanaf 1946 tal van activiteiten door het bedrijfsleven ondernomen om de binnenlandse productie van grondstoffen voor plastics en kunst-harsen ter hand te nemen, die tot dan toe in ruil voor dure dollars moesten worden geïmporteerd. Tussen 1946 en 1950 overlegden de vier grootste spelers op dit terrein – Philips, AKU, BPM en Staatsmijnen – voortdurend met elkaar om te bezien hoe kon worden samengewerkt. De vorming van één groot nationaal polymeren-concern was daarbij een van de opties. Staatsmijnen en de BPM hadden de technologie voor de productie van grondstoffen en tussenproducten in huis, terwijl Philips, AKU en, in mindere mate, de BPM veel kennis hadden over polymerisatie- en polycondensatieprocessen, over de verwerking van eindproducten en over de fysica en chemie van macromoleculen. Dit grootse plan – dat in de persoon van Kohnstamm sterk door de overheid werd gesteund – liep echter op niets uit. De BPM besloot haar eigen weg te gaan en stortte zich op de productie en verdere verwerking van PVC.

Na vier jaar met Staatsmijnen over talloze samenwerkingsvormen onderhandeld te hebben, haakte ook Philips af toen de directie van het elektronicaconcern in 1949-1950 definitief besloot dat de afdeling Chemische Bedrijven niet tot een kernactiviteit mocht uitgroeien. Alleen de samenwerking tussen Staatsmijnen en AKU op het gebied van kunstvezels bleef over. Staatsmijnen bouwde in Geleen – op basis van eigen research en van na de oorlog openbaar geworden IG-Farben-technologie – een fabriek voor caprolactam, de grondstof voor nylon-6, die een capaciteit van 1000 ton/jaar had toen deze in 1952 in bedrijf kwam. In de speciaal voor dat doel met staatssteun gebouwde AKU-fabrieken in Emmen werd caprolactam vervolgens verwerkt tot Enkalon (= nylon) garen en vezels.¹⁴

Het derde zwaartepunt van het industrialisatiebeleid op chemisch gebied betrof de oprichting van een Nederlandse sodafabriek. Het CIVI rapporteerde in oktober 1948 over de noodzaak van de bouw van een sodafabriek van ongeveer 100.000 ton/jaar bij Hengelo of de stad Groningen. De aanwezige zoutvoorraden spraken voor de Twentse optie, maar de noodzaak grote hoeveelheden afvalstoffen te lozen daartegen. Toen de NAM in 1951 de zoutpijler bij Winschoten ontdekte, veranderde het gehele plaatje. Delfzijl werd nu de ideale vestigingsplaats. Tussen 1951 en 1954 verschenen er verschillende beleidsstudies en probeerde de overheid een consortium te vormen dat de grote kapitaalsom voor de fabriek bijeen zou brengen. Daarbij kwam het goed van pas dat Staatsmijnen, Ketjen, KNZ en Mekog (BPM) in augustus 1947 de gehele verkoop van basischemicaliën hadden gebundeld in het toen opgerichte Nederlandsch Verkoopkantoor voor Chemische Producten (NVCP). Het was dit samenwerkingsverband rond de KNZ dat de overheid wilde benutten om de

oprichting van de sodafabriek een breed draagvlak te geven.¹⁵

De rol van de overheid was cruciaal. De KNZ stond achter de oprichting van de fabriek, omdat zout – als een van de voornaamste grondstoffen van soda – uitstekend in haar programma paste, maar het benodigde kapitaal van 57 miljoen gulden ging de mogelijkheden van dat bedrijf verre te boven. Bovendien hadden de andere NVCP-partners grote bedenkingen tegen het plan:

Staatsmijnen omdat dat bedrijf net zelf een sodafabriek in aanbouw had en de BPM omdat men de rentabiliteit laag inschatte. Voor de overheid was de industrialisatie van Noord-Nederland echter een dusdanige prestigezaak dat minister van Economische Zaken J. Zijlstra alles op alles zette om het project erdoor te krijgen. Staatsmijnen werd door EZ zwaar onder druk gezet om het eigen sodaproject te laten vallen. Zijlstra wist ook de BPM/Mekog binnenboord te houden. Deze deed voor het bijna symbolische bedrag van fl. 250.000,- mee, om de bestaande goede relaties met de regering te bewaren. Voor EZ was deze kwestie van levensbelang omdat de Staat maar liefst 21 miljoen van de benodigde 57 miljoen financierde, zodat openbare steun van vier grote chemische bedrijven het vertrouwen moest inboezemen om de desbetreffende wet door het parlement te loodsen. In 1954 kon, na drie jaar van voorbereiding en onderhandelingen, de NV Nederlandse Soda-Industrie eindelijk worden opgericht. Ruim drie jaar later was de fabriek gereed en kon ze in juli 1958 worden geopend.¹⁶

De sodafabriek werd geheel in het KNZ-concern geïntegreerd. De participatie van de drie NVCP-bedrijven was slechts een tijdelijke constructie. De Mekog en Ketjen verkochten hun aandelenpakket weldra aan de KNZ en ook Staatsmijnen ruilde in 1958 haar aandelenbezit in de sodafabriek om voor aandelen KNZ. Voor het Hengelse zoutbedrijf werd de sodafabriek in Delfzijl het startpunt voor de vestiging van meerdere fabrieken op die plaats, waaronder een chloor-alkali elektrolysefabriek (1958), een zoutfabriek (1959) en een methyaminefabriek (1968). Na de fusie met AKU in 1969 werd ook de naastgelegen, in 1964 in bedrijf gekomen fabriek voor dimethyltereftalaat (DMT), de grondstof voor de Emmense Terlenka-fabrieken, geïntegreerd in dit KNZ/Akzo-complex. De overheid kon tevreden zijn. Naast de Breedbandfabriek van de Hoogovens, fungeert de Nederlandse Soda-Industrie in Delfzijl in de literatuur steevast als een van de paradepaardjes van de naoorlogse industrialisatiepolitiek.¹⁷

De eerste chemische complexen: DSM-Geleen en Shell Pernis

Ondanks de vele initiatieven die de overheid en het bedrijfsleven vanaf 1945 namen, moet men zich geen overdreven voorstelling maken van de omvang van de industrialisatie op chemisch gebied in de jaren vijftig. Deze was niet alleen bescheiden vergeleken met

latere ontwikkelingen, maar ook binnen de context van het toenmalige industrialisatiebeleid blijkt dat het leeuwendeel van de investeringen slechts voor rekening van enkele bedrijven kwam. In nota's als het 'Industrialisatieschema voor de chemische sector' van het CIVI uit 1949 waren een harmonische opbouw en complexvorming als wenselijkheden naar voren gebracht. Een nadere uitwerking van die begrippen werd in juli 1952 door de toenmalige researchdirecteur van Staatsmijnen, G. Berkhoff, gegeven. Zijn betoog was een krachtig pleidooi voor verticale integratie. Uitgaande van een stevige positie op grondstoffengebied, dienden chemische bedrijven ook de fabricage van tussen- en eindproducten op zich te nemen, zodat producten met een steeds hogere toegevoegde waarde zouden ontstaan. Zo zou er een chemisch complex ontstaan waarin de productenstroom zich steeds fijnmaziger vertakte over de verschillende fabrieken en installaties. Dit was gunstig voor de winst van het bedrijf, maar ook voor de nationale betalingsbalans. Export van producten met een hoge toegevoegde waarde was een van de grote taken die de overheid, volgens Berkhoff, aan de Nederlandse chemische industrie had toegedacht.¹⁸

Deels herleefde hier de droom van Boldingh (hoofdstuk 4), maar nu geherformuleerd in economische termen en – belangrijker nog – uitgesproken door een vertegenwoordiger van een bedrijf met een ijzersterke positie op grondstoffengebied. Complexen van dit type kende Nederland nog nauwelijks. Volgens Berkhoff waren er slechts twee: het chemische complex van de BPM in Pernis en het complex van Staatsmijnen. Daarmee spoorde zijn oordeel geheel met de analyse van het 'Memorandum to the Board' van de BPM uit 1951. Aan een beschrijving van de ontwikkeling van die twee chemische industriecomplexen is het vervolg van deze paragraaf gewijd.

Het chemische complex van Staatsmijnen

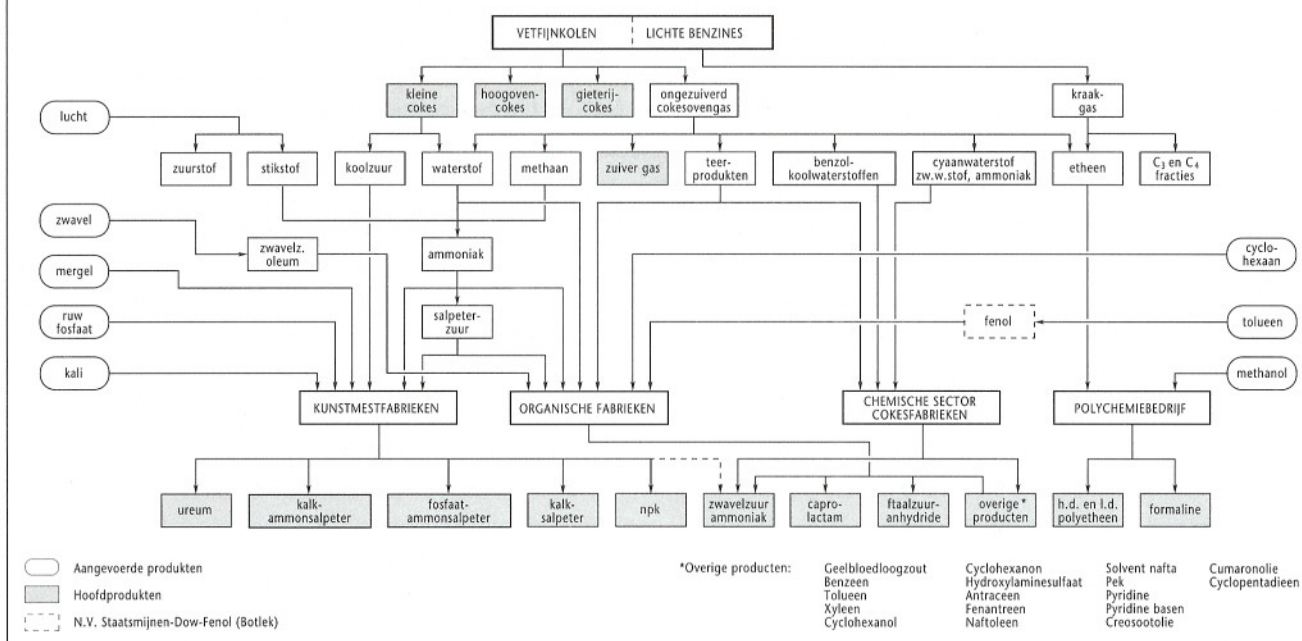
Voordat Staatsmijnen vanaf ongeveer 1947 een omvangrijk uitbreidings- en diversificatie-programma in gang zette, bestond haar afdeling Chemische Bedrijven uit twee samenhangende clusters van productie-installaties: de chemische sector van de cokesfabrieken en het SBB. In de chemische sector van de cokesfabrieken, die vanaf 1920 bestond, werden bijproducten van de cokes- en gasfabricage opgewerkt tot min of meer zuivere chemische handelsproducten, bijvoorbeeld benzeen, toluen, xyleen, naftaleen, antraceen en ammoniumsulfaat. Eind jaren dertig werd begonnen met de verwerking van etheen uit cokesovengas tot producten als alcohol en dichloorethaan (voor synthetische rubber). Ten behoeve van de productie van alcohol en andere organische chemicaliën was er ook een contactzwavelzuurfabriek gebouwd, die sinds begin 1939 in bedrijf was. De kern van het SBB werd door de in mei 1930 opgestarte ammoniakfabriek gevormd (hoofdstuk 5). De geproduceerde ammoniak werd vervolgens in andere fabrieken

Na de Tweede Wereldoorlog ondernam kunstmestproducent Staatsmijnen een groot diversificatieprogramma, waarbij het bedrijf achtereenvolgens de productie van grondstoffen voor kunstvezels en plastics, de eigenlijke polymeerproductie en de bereiding van verschillende fijnchemicaliën opnam. Bij Geleen en Beek ontstond een van de grootste Nederlandse chemische complexen, waarbij het linksboven zichtbare noordcomplex uit de kunstmestfabrieken voortkwam en het op de voorgrond gelegen zuidcomplex uit het polychemiebedrijf. Rechts vooraan is op deze foto uit 1993 de klaarinrichting voor afvalwater zichtbaar. Daarboven, achter de loodsen, de NAK III (naftakraker III). Tussen de NAK III en het noordcomplex liggen de NAK IV en de rubber-, polypropreen- en polyetheenfabrieken (foto boven). Omstreeks 1960 werd duidelijk dat de vraag naar etheen en waterstof de eigen productie ging overstijgen. Het bedrijf besloot tot de bouw van naftakrakers. Hiermee kwam een proces van grootscheepse schaalvergroting op gang.

De door Linde AG ontworpen naftakraker III, die eind 1971 in bedrijf kwam, was bij oplevering gemeten naar het bouwoppervlak de grootste chemische fabriek die DSM tot dan toe gebouwd had. De bouwkosten bedroegen 100 miljoen gulden, een gigantisch bedrag in die tijd (foto midden). Ook bij de productie van waterstof voor de bereiding van ammoniak stapte Staatsmijnen na 1960 af van de carbochemische grondstoffen (okesoven- en synthesesgas) en verving deze door het zojuist in Nederland ontdekte aardgas. Er werden methaankrakers gebouwd om het benodigde waterstof uit het in aardgas aanwezig methaan te bereiden. De foto toont de bouw van een van die installaties, halverwege de jaren zestig (foto onder).



PRODUCTENSHEMA CHEMISCHE BEDRIJVEN STAATSMIJNEN CA. 1964



en installaties omgezet in salpeterzuur en in kunstmeststoffen als kalkammonsalpeter (KAS), fosfaatammonsalpeter (FAS) en kalksalpeter (KS). Een lodenkamer-zwavelzuurfabriek completeerde het SBB-complex.¹⁹

Het naoorlogse diversificatieprogramma bouwde op deze aanzetten voort. Staatsmijnen wilde de nieuwe producten zoveel mogelijk maken uit reeds voorhanden zijnde grondstoffen en tussenproducten. De eerste grote uitbreiding in de chemische sector kwam in 1949 tot stand, toen de synthesesgasfabriek in bedrijf kwam, bedoeld om de waterstof- en daarmee de ammoniak- en de salpeterzuurproductie op te voeren. Om het daarbij vrijkomende koolzuur te verwerken, startte men de bouw van een sodafabriek. Toen het regeringsbeleid met betrekking tot Delfzijl dit plan doorkruiste, verbouwde men die fabriek tot een ureumfabriek. Ureum kon, op basis van IG Farben-technologie en van research die 'Sluiskil' en Staatsmijnen hadden verricht, eveneens uit koolzuur (en ammoniak) worden gemaakt. Vlak na de oorlog bestond er binnen de kunststoffenindustrie een grote vraag naar deze grondstof voor thermoharders, terwijl tevens de mogelijkheid bestond het product als meststof te gebruiken. Toen de fabriek in 1956 uiteindelijk in bedrijf kwam, koos Staatsmijnen voor die laatste toepassing, omdat de kunststoffenindustrie inmiddels in haar behoefte had weten te voorzien. De vele verbeteringen die de chemici en ingenieurs van Staatsmijnen in het productieproces van ureum hadden weten aan te brengen, maakten de nieuwe fabriek tot een van de meest succesvolle in haar soort. Via dochteronderneming Stamicarbon verstrekte het bedrijf over de gehele wereld licenties op dit gebied. Tientallen ureumfabrieken werden op basis van deze DSM technologie gebouwd. DSM ontwikkelde

Schema van de grondstof-product-relaties binnen het Staatsmijnencomplex omstreeks 1964. Steenkool vormde toen nog de voornaamste grondstofbron. Enkele jaren later was het bedrijf geheel op aardgas en aardolie overgeschakeld. Naast kunstmeststoffen werden er in

1964 organische producten en kunststoffen geproduceerd. De fenolfabriek in de Botlek was toen in aanbouw. Daarmee zette het bedrijf de eerste stap buiten Zuid-Limburg.

ook de technologie voor de productie van de thermoharder melamine, waarvoor ureum de grondstof was.²⁰

Ondertussen had Staatsmijnen voor de kunstharsenindustrie en de nylonfabriek van de AKU een aantal fabrieken voor organische producten gebouwd, uitgaande van grondstoffen als benzeen en naftaleen. In april 1951 kwam de ftalzuuranhydridefabriek in bedrijf, in 1952 gevolgd door productie-installaties voor fenol, cyclohexanon/cyclohexanol en caprolactam. Deze laatste fabriek werd – door de steeds stijgende vraag naar synthetische vezels en de voortdurende uitbreiding van de AKU-fabriek in Emmen – weldra het trekpaard van het gehele cluster Organische Fabrieken. De productie steeg al snel naar 13.500 ton in 1960 en zelfs 45.000 ton in 1963. In 1969 was het bedrijf – dat sinds 1 januari 1967 in de N.V. DSM was omgezet, omdat het opereren op internationale chemische markten niet als taak van de nationale overheid werd gezien – met een productiecapaciteit van 130.000 ton/jaar de tweede caprolactamproducent van Europa. Om in de daarmee samenhangende fenolbehoefte te voorzien, bouwde Staatsmijnen samen met Dow een fenolfabriek in de Botlek, die in 1964 in bedrijf kwam. In 1956 nam de directie het besluit om zich ook op het terrein van de eigenlijke polymeertechnologie te gaan bewegen. Na moeizame licentieonderhandelingen met de Duitse chemicus Karl Ziegler, zijn Amerikaanse licentiehouder Koppers & Co. en het Britse ICI

startte Staatsmijnen de bouw van het Polychemiebedrijf in Beek, waar aanvankelijk vooral polyetheen geproduceerd zou gaan worden. In maart 1959 kwam een fabriek voor LD (lage dichtheid) polyetheen in bedrijf, op basis van een door ICI ontwikkeld hogedrukproces. De capaciteit ervan was 7000 ton/jaar. Ruim drie jaar later volgde een even grote fabriek voor HD (hoge dichtheid) polyetheen, volgens het lagedrukproces van Ziegler. In 1969 was de capaciteit van deze fabrieken inmiddels uitgebreid tot 110.000 ton LD en 30.000 ton HD polyetheen per jaar.²¹ Net zoals bij caprolactam het geval was, zorgde ook hier de steeds stijgende vraag naar kunststoffen voor een proces van achterwaartse integratie: er moesten etheenfabrieken worden gebouwd om het Polychemiebedrijf van grondstof te voorzien. De productie van etheen uit cokesovengas bleek al snel onvoldoende. Het bedrijf besloot daarom een naftakraker te bouwen met een capaciteit van 25.000 ton etheen per jaar. Deze kwam in juli 1961 in bedrijf. Met het verwerken van nafta (lichte benzine) zette Staatsmijnen tevens de eerste stap richting petrochemie. Mede in verband met de op handen zijnde sluiting van de mijnen, schakelde het bedrijf in de jaren zestig geheel over van steenkool op aardolie als grondstof. In 1966 kwam een tweede naftakraker in bedrijf en in 1971 een derde (tabel 7.1). Daarnaast schakelden de ammoniakfabrieken over van cokesovengas en synthesesgas op aardgas als waterstofbron.²² De bouw van naftakrakers (ook etheen- of stoomkrakers geheten) had grote invloed op de dynamiek van het bedrijf. In eerste instantie kan men de opbouw van de etheencapaciteit bij DSM als een vorm van achterwaartse integratie zien. Weliswaar was men polyetheen gaan maken op basis van het reeds aanwezige cokesovengas (voorwaartse integratie), maar nadat die kunststoffenfa-

brieken in bedrijf waren, was het toch vooral de vraag vanuit de markt die de dynamiek bepaalde. Ook bij de industrialisatie in de Botlek en Terneuzen begonnen verschillende bedrijven (Dow, ICI) met de bouw van fabrieken voor tussen- en eindproducten, terwijl de benodigde basischemicaliën van elders werden aangevoerd. Pas nadat de markt voldoende ontwikkeld was en de vraag naar kunststoffen voortdurend steeg, werd er *up-stream* capaciteit bijgebouwd om in de groeiende behoefte aan basischemicaliën te voorzien. Naast de marktvraag naar kunststoffen was er echter nog een tweede factor die in de jaren zestig meer en meer de dynamiek van de branche ging bepalen. Het betrof de technische ontwikkeling en schaalvergroting van de naftakrakers die in gang gezet was door de voortdurend stijgende vraag naar etheen. Door verbeteringen aan de fornuizen en door de integratie van talloze kleine technische innovaties in een geheel nieuw totaalontwerp, slaagden Amerikaanse en Duitse *engineering contractors* als Stone & Webster, Lummus, M.W. Kellogg, Sels, C.F. Braun, Foster-Wheeler en Schmidt, in samenwerking met de ingenieurs van producenten als Esso (SO = Standard Oil) en Shell, er tussen 1960 en 1965 in een geheel nieuwe generatie stoomkrakers te ontwerpen. Lag de maximale etheenproductie per installatie in de jaren vijftig nog bij 20.000 tot 40.000 ton/jaar, omstreeks 1965 was dit reeds tot boven de 100.000 ton gestegen, terwijl enkele jaren later 300.000 ton of meer de standaard was. Hierdoor daalde tussen 1955 en 1970 de kostprijs van etheen van 81 dollar/ton tot onder de 30 dollar/ton.²³ Voor etheenproducenten als DSM had deze ontwikkeling grote gevolgen. De kostprijs van etheen werkte door in de kostprijs van alle producten die uit etheen werden gemaakt. Het zou daarom economische zelfmoord zijn om een eigen verouderde etheen-

Tabel 7.1: Nafta- of stoomkrakers en etheencapaciteit, 1960-1975

Bedrijf	Locatie	Begin productie	Ontworpen capaciteit (ton etheen)	Engineering contractor
Staatsmijnen	Geleen/Beek	juli 1961	25.000	Stone & Webster
Staatsmijnen	Geleen/Beek	eind 1966	100.000	Stone & Webster
Shell	Pernis	1967	135.000	Stone & Webster
Dow	Terneuzen	najaar 1969	400.000	Lummus
Gulf Chemie	Europoort	begin 1970	300.000	??
DSM	Geleen/Beek	nov. 1971	350.000	Linde/Sels
Dow	Terneuzen	1972	400.000	Lummus
Shell	Moerdijk	1973	450.000	Stone & Webster

Bronnen: *Chemisch Weekblad* 57 (1961) 481, *CW* 61 (1965) 295, *CW* 65 (1969), nrs. van 25 apr., 30 mei, 27 juni, 18 juli, 1 aug., 28 sep., 24 okt., 14 nov.; *Olie* 17 (1964) 234, 302; *Onder de vlam* 9 (1965/1966), nrs. van 5 feb., 29 okt. 1965, 21 jan. 1966; *Rotterdam Chemisch Centrum* (Rotterdam 1968) 11, 18; F. de Boer, 'Elf-provinciën-nummer', *NCI* (mei 1968) 97; [DSM], *Industriële activiteiten* (Heerlen 1970); E. Wever, *Olieraffinaderij en petrochemische industrie* (Groningen 1974) 92, 97, 115, 117-121; D. Mittmann, *Die chemische Industrie im nordwestlichen Mitteleuropa* (Wiesbaden 1974)

250-251, 293, 304, 322; *Shell Nederland Chemie 25 jaar* (Rotterdam 1974) 10-13; P. Tans, 'Van Staatsmijnen tot DSM', *Het land van Herle* 27 (1977) 97-99; *DSM Magazine* jan. 1977 en april 1978; *Bedrijfstakverkenning 1980*. 8. *Chemische-, rubber- en kunststofverwerkende industrie* ('s-Gravenhage 1980) 195; P. de Schipper, *Achter de dijken. Dow in Terneuzen, 1962-1997* (Brugge 1997) 141, 143, 167; P.F.G. Vincken, *Van Staatsmijnen in Limburg tot DSM* (typoscript, Brunssum 1999) 128-134; brief H. Strijkers, Centraal Archief DSM, 10 november 1999, met bijlagen.

fabriek in bedrijf te houden. Als er niet voldoende goedkope etheen kon worden ingekocht, zat er weinig anders op dan zelf een nieuwe fabriek met een capaciteit van ruim 300.000 ton per jaar neer te zetten, zelfs als men een dergelijke grote hoeveelheid etheen eigenlijk niet nodig had. Andere etheenproducenten trokken dezelfde conclusie. Tussen 1969 en 1973 kwamen er in Nederland maar liefst vijf stoomkrakers in bedrijf, met elk een capaciteit van meer dan 300.000 ton. Dit zorgde niet alleen voor een enorme groei van de etheenproductie, maar onvermijdelijk ook tot overcapaciteit omdat de markt een verzevenvoudiging van het aanbod binnen vier jaar onmogelijk kon opnemen, temeer daar overal in het buitenland ook gigantische krakers werden neergezet. De etheenproductie is daarmee een fraai voorbeeld van de zaagtandachtige dynamiek van de chemische basisindustrie, waarbij investeringsgolven worden opgevolgd door crisisjaren van overproductie, waarin de kleinere producenten uit de markt worden gedrukt en oude, kleinere installaties worden gesloten, waarna – na het aantrekken van de vraag – er weer een nieuwe investeringsgolf volgt. Deze dynamiek bestond op zich ook voor 1960 reeds, maar kreeg door de hierboven beschreven technische ontwikkelingen veel dramatischer proporties.²⁴

De economische voordelen van schaalvergroting schuilen niet alleen in het efficiëntere materiaalgebruik en in de verlaging van de vaste kosten, maar spelen ook aan de marktkant. Door de lagere prijs kunnen er nieuwe marktsegmenten ontsloten worden (verdergaande 'penetratie'), terwijl dit bovendien een betere bezetting van de verkoop- en distributiekanaal tot gevolg heeft. Een hele cyclus komt zo op gang: schaalvergroting geeft kostenverlaging, geeft marktpenetratie, geeft volume groei, geeft schaalvergroting, enzovoort. Het is overigens niet allemaal rozengeur en maneschijn: schaalnadelen zijn er ook, zoals we in hoofdstuk acht zullen zien. De bouw van steeds grotere naftakrakers zorgde ervoor dat DSM samen met vijf Duitse bedrijven de Aethylen-Rohrleitungs-Gesellschaft oprichtte, die een pijpleidingennetwerk tussen de verschillende productiecentra ging aanleggen, waardoor de fluctuaties tussen vraag en aanbod beter konden worden opgevangen. Vanaf 1968 tot halverwege de jaren zeventig raakten alle belangrijke chemische productiecentra in de vierhoek Antwerpen-Rotterdam-Dortmund-Frankfurt via etheenleidingen met elkaar verbonden. Vijftig procent van de etheenproductie van DSM-Geleen werd toen geëxporteerd.²⁵

Ook zette DSM de reeds ingeslagen expansiekoers voort door nieuwe fabrieken op te richten die de toegenomen etheenproductie konden verwerken. De bouw van nieuwe naftakrakers leidde zo tot verdere – 'feedstock driven' – complexvorming *downstream*. Naast het opvoeren van de polyetheenproductie, bouwde DSM vanaf 1965 installaties voor de productie van synthetische rubbers (EPT en EPDM; 1967 in bedrijf) waarvoor etheen en propeen grondstoffen waren, een fabriek voor acrylonitril (1969) op basis van het

ook door de naftakrakers geproduceerde propeen, en een PVC-fabriek (1971). Voor de productie van het voor de PVC-fabriek benodigde monovinylchloride (MVC) richtte DSM met Belgische partners de Limburgse Vinyl Maatschappij op, met een MVC-fabriek in Tessenderlo die via een etheenleiding met het complex in Geleen/Beek was verbonden. Na 1970 kwam ook een aromaten-fabriek in bedrijf, waarvan de producten eveneens binnen het DSM-complex verder werden verwerkt.²⁶

Door de bouw van deze en enkele andere fabrieken, alsmede door de deelname aan verschillende binnen- en buitenlandse ondernemingen (bijvoorbeeld de Unie van Kunstmest-Fabrieken (UKF) in 1971, samen met Shell en Akzo), maakte de chemische sector van het bedrijf vooral na 1967 een enorme groei door. In dat jaar werd ook de naam Staatsmijnen veranderd in DSM. In 1958 werd één derde van de omzet door de chemische producten gegenereerd. Ruim 70% daarvan kwam voor rekening van de kunstmestsector. Na 1970 waren de verhoudingen drastisch gewijzigd. Twee derde van de omzet kwam nu uit de chemie (daarnaast waren er de aardgas-verkopen via de Gasunie), waarvan nog maar 36-39% voor rekening van de kunstmest kwam. De kunststoffen en de grondstoffen voor garens, vezels en plastics waren het trekpaard geworden van het bedrijf. Terwijl de omzet van kunstmeststoffen tussen 1958 en 1970 nog niet verdubbelde – ze steeg van 154 tot 230 miljoen – steeg de omzet in de sector van kunststoffen en kunstvezels met meer dan een factor tien, van 35 miljoen in 1958 naar 415 miljoen gulden in 1970.²⁷

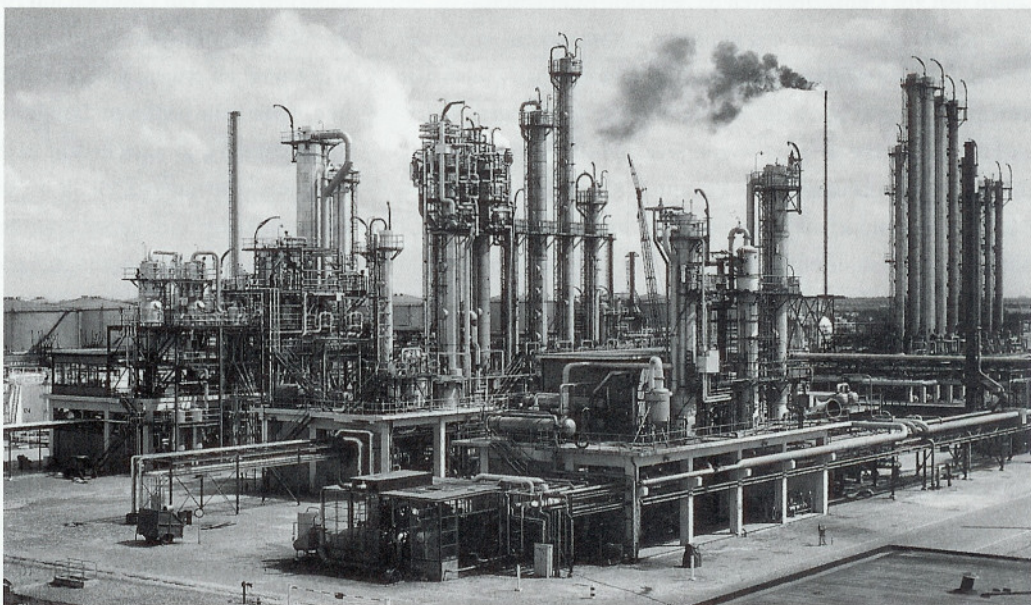
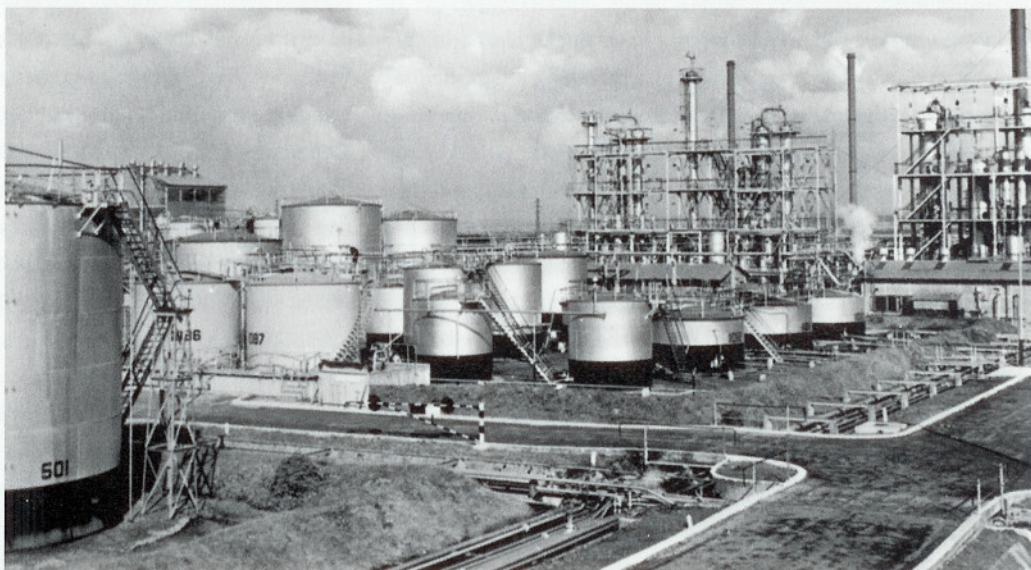
Het complex van Shell Chemie in Pernis

Het chemiecomplex van de BPM in Pernis ontwikkelde zich in nauwe wisselwerking met de groei van de daar gevestigde raffinaderij. Na 1945 groeide deze raffinaderij uit tot de grootste van Europa en één der grootste in de wereld, waarbij de verwerkingscapaciteit steeg van 1 miljoen ton ruwe olie vlak na de oorlog tot 25 miljoen ton in 1969. Tussen 1945 en 1960 investeerde Shell ongeveer anderhalf miljard gulden in het complex, waarvan 20 tot 25% in de chemische bedrijven. Dat was ongetwijfeld het grootste bedrag dat in die tijd door enig bedrijf in chemische installaties in Nederland werd geïnvesteerd.²⁸

De Koninklijke/Shell Groep bouwde haar raffinaderij in Pernis na de oorlog uit tot een zogeheten *balancing refinery*, een raffinaderij die allerlei ruwe oliesoorten kon verwerken en die daardoor taken van andere Shell-raffinaderijen in Europa kon overnemen als deze volbezet waren, of als daar reparaties werden uitgevoerd. Het BPM-complex in Pernis kon die speciale rol vervullen door de vele bijzondere installaties die daar werden gebouwd. Naast verschillende soorten *Crude Distillers* (voor ruwe olie) waren er *Cat Crackers* (katalytische kraakinstallaties), een thermische Dubbskraker, hydrogeneringsfabrieken, paraffinekrakers, ontzwavelingsinrichtingen en tal van andere installaties. Dit maakte de raffi-

Het BPM-complex in Pernis omstreeks 1949, met middenonder de van 1935 tot 1937 gebouwde en na de oorlog vergrote ruwe olieraffinaderij, met een thermische Dubbs-kraker, en middenrechts, tussen het tankpark en de raffinaderij aan de overzijde van het water, de juist gereed zijnde Teepol- en PVC-fabrieken (foto boven). Na 1949 bouwde het bedrijf het chemisch complex in vier richtingen uit.

De wasmiddelensectie (foto midden) kwam het eerst in bedrijf. Daarna volgden de plastics (PVC) en lakharsen, de oplosmiddelen (foto onder) en, ten slotte, de landbouwchemicaliën. Bij de productie van oplosmiddelen speelden extractie- en destillatietorens een grote rol.



naderij tot een zeer heterogeen ensemble, met veel verschillende stromen grondstoffen, tussen- en eindproducten. In de jaren zestig werden er meer dan 1200 verschillende producten voor de markt geproduceerd, waarvan overigens bijna twee derde uit verschillende merken smeerolie bestond.²⁹

Tot de bouw van de eerste naftakraker in 1967 waren de chemische bedrijven van de BPM voor hun grondstoffenvoorziening grotendeels van de raffinaderij afhankelijk. De veelzijdigheid van de raffinaderij maakte dat een meer ingewikkelde relatie tussen de raffinaderij en het chemiecomplex in Pernis bestond dan tussen de cokesfabrieken van Staatsmijnen en de daarvan afhankelijke chemische bedrijven. Liepen er in dat laatste geval in hoofdzaak slechts drie grondstofstromen van de cokesfabrieken naar de chemische sector (waterstof voor ammoniak, benzeen voor caprolactam en etheen voor polyetheen), in het geval van de BPM leverde de raffinaderij belangrijke hoeveelheden etheen, propeen, butenen, hogere olefinen, waterstof en zwavel. Op basis van de tussen 1930 en 1945 in Amerika opgedane ervaringen en ondersteund door het Amsterdamse laboratorium, wist Shell de talloze productstromen van de raffinaderij optimaal te benutten voor het maken van producten met een hogere toegevoegde waarde. Begin jaren zestig benaderde Shell Pernis dan ook heel behoorlijk het toen heersende ideaalbeeld van een geïntegreerd chemisch complex waar productstromen steeds verder werden veredeld. In verhouding tot de omringende bedrijven vormde het complex een universum op zich. Het was omstreeks 1960 nog expliciet beleid van de Groep geen olefinen (etheen, propeen, butenen) aan derden te verkopen, maar alles zelf te verwerken. Shell zette de eindproducten af op de gehele Europese markt. Slechts tien tot twintig procent bleef in Nederland. Shell Pernis was, in de woorden van de geograaf E. Wever, 'a closely integrated plant (...), which (...) has hardly any significance as a supplier of raw materials to the other plants in Pernis-Botlek-Europoort' (zie figuur).³⁰

Dat het Pernis-complex zich tot een zo veelzijdig geheel zou ontwikkelen, was in 1945 niet vanzelfsprekend. Aan de keuze Shell Pernis uit te bouwen tot een groot complex zou een episode van botsende visies met betrekking tot de rol van de chemie binnen Shell voorafgaan. In januari 1946 hield de toenmalige leider van het Amsterdamse BPM-laboratorium, J.Ph. Pfeiffer, een krachtig pleidooi om de door Pernis-directeur H.H. Buss ingeslagen expansiekoers te verlaten. Volgens Pfeiffer hoorde alleen de productie van basischemicaliën in Pernis plaats te vinden. De productie en verdere ontwikkeling van speciale producten stelden geheel andere eisen, die een direct contact met de marketing- en researchafdelingen noodzakelijk maakten. Hij stelde voor om voor deze producten, die tot dan toe alleen in de proeffabrieken bij het Amsterdamse laboratorium werden gemaakt, een apart industrie-complex te bouwen in de buurt van Amsterdam. Pfeiffers pleidooi vond echter geen gehoor.³¹

Tussen augustus 1946 en begin 1947 besloot de directie van de Groep dat ze zich ook in Nederland op grote schaal in de chemie zou gaan begeven en dat Pernis hiervoor de centrale productie-locatie zou worden. Op 21 mei 1947 maakte de BPM dit besluit op een persconferentie bekend. De petrochemie had de toekomst, zo was de boodschap. Toch waren de eerste stappen van BPM Pernis op het gebied van de chemie niet exclusief petrochemisch van aard. Van de eerste drie chemische producten die men maakte, zwavel met behulp van het Claus-proces uit de gasen van de ontzwavelingsinstallatie, Teepol uit de producten van de paraffinekraker, en PVC, werden de eerste twee inderdaad uit aardolieproducten gemaakt, maar PVC aanvankelijk niet. Voor de PVC-productie werd tot 1951 dichloorethaan (DCE) gebruikt, vervaardigd uit etheen dat afkomstig was uit cokesovengas. Het werd gemaakt in een in de Tweede Wereldoorlog gebouwde fabriek van de Mekog in IJmuiden en vormt zo een fraaie illustratie van de in hoofdstuk vijf behandelde interactie tussen de carbo- en de petrochemie. Met de ingebruikstelling van de eerste Cat Cracker in Pernis, halverwege 1951, beschikte Pernis echter over kraakgasen waaruit etheen kon worden gewonnen, zodat PVC voortaan uit petrochemische grondstoffen kon worden bereid.³²

Nadat de chemische fabrieken in Pernis in september 1949 feestelijk waren geopend en in 1951 het 'Memorandum to the Board' was besproken, besloot de directie van de BPM het chemische complex in Pernis in vier richtingen uit te bouwen: (1) oppervlakteactieve stoffen voor de was- en reinigingsmiddelenindustrie; (2) plastics, harsen en rubbers voor de kunststoffen- en verfindustrie; (3) oplosmiddelen voor tal van industrieën, waaronder eveneens de

Tabel 7.2: Omzet van de chemische bedrijven van Shell in Nederland, 1950-1964 (in duizenden tonnen en miljoenen guldens)

Jaar	Pernis Chemie (10 ³ tonnen)	Pernis Chemie (10 ⁶ f)	Mekog (10 ⁶ f)	Totaal (10 ⁶ f)
1950	?	9,8	27,5	37,3
1951	?	14,1	39,0	53,1
1952	?	19,3	55,9	75,2
1953	?	22,5	55,9	78,4
1954	?	29,7	56,0	85,7
1955	?	42,3	67,0	109,3
1956	?	8,4	56,3	124,7
1959	232	167,0	72,0	239,0
1961	253	?	?	?
1963	402	?	?	?
1964	428	?	?	?

Bronnen: Archief Shell, Den Haag, inv.nr. 82A, no. 1396; E. Wever, 'Pernis-Botlek-Europoort: Un complexe a base de petrole?', *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* 57 (1966) 134; F. de Boer, 'Elf-provinciën-nummer', *NCI* (mei 1968) 86.

lak- en verfindustrie; en (4) pesticiden en andere chemicaliën voor de landbouw. Vanwege de geringe omvang van de Nederlandse markt koos men er heel bewust voor om van Pernis een 'multi-purpose plant' te maken en geen fabriek voor grootschalige basischemie. In de jaren die volgden, werd dit plan vrijwel onverkort uitgevoerd.³³

De sector oppervlakactieve stoffen opende de rij toen in 1949 de Teepolfabriek in productie kwam. De sector kunststoffen en kunstharsen volgde in 1950 met de PVC-fabriek, waarna in 1953 de epoxyharsenfabriek in bedrijf kwam. In 1953 kwam de oplosmiddelenfabriek gereed en in 1954 startte ten slotte ook de vierde ontwikkelingsrichting van het complex toen de installaties voor de insecticiden aldrin en dieldrin in bedrijf kwamen. Op alle terreinen werd betrekkelijk kleinschalig begonnen, maar omstreeks 1960

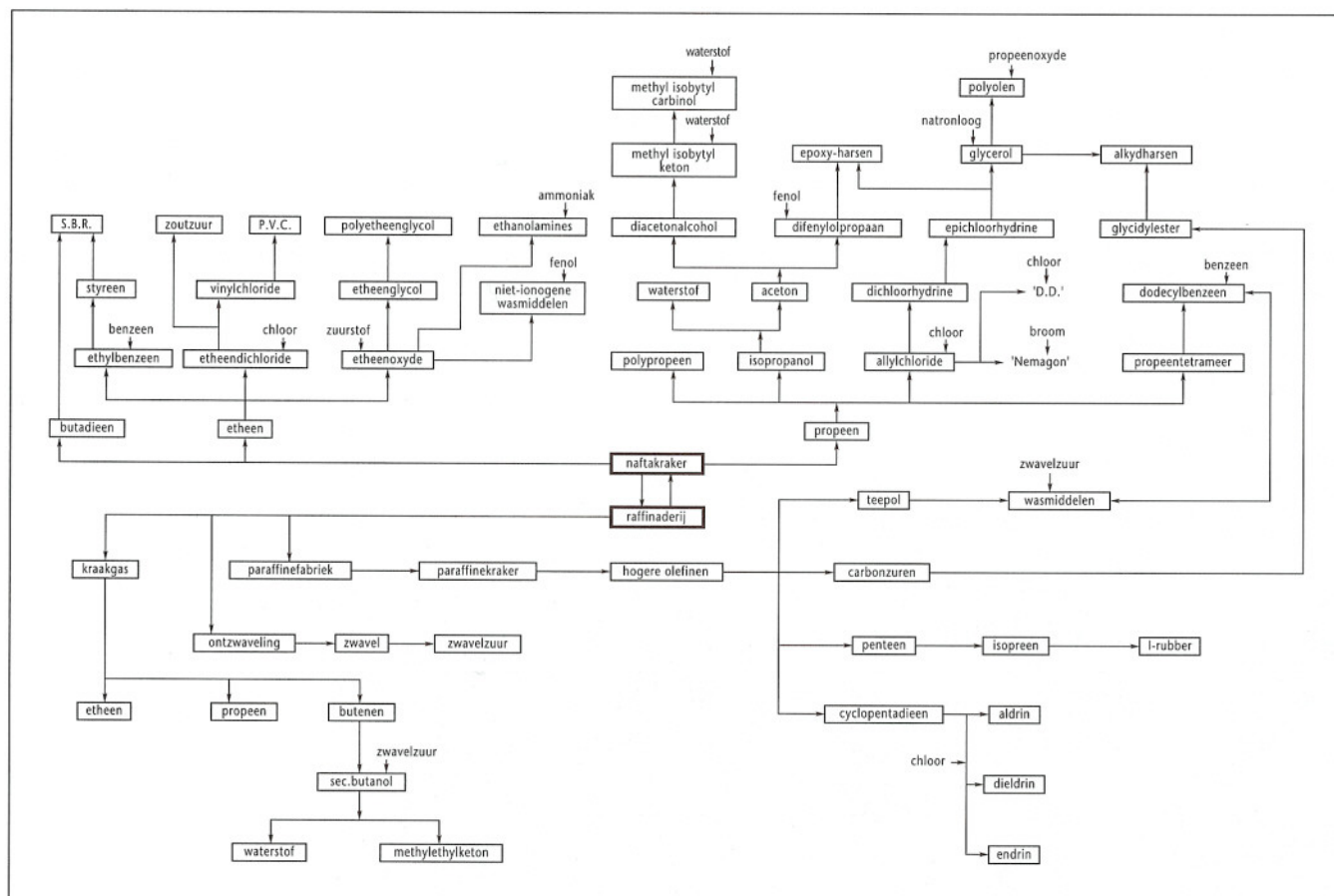
veranderde dat, toen – na uitvoerig marktonderzoek – in één klap op grote schaal werd gestart met de productie van styreen-butadien-rubber (SBR). De dat jaar geopende fabriek had een capaciteit van 50.000 tot 60.000 ton/jaar. Ook in de andere sectoren sloeg daarna de schaalvergroting toe. Begin jaren zeventig was Shell Pernis bijvoorbeeld ook de grootste oplosmiddelenproducent van Europa.³⁴

Door het forse investeringsprogramma en de willige markt steeg de omzet van het Pernis-complex explosief. In 1959 verdrong Shell Chemie – inclusief de Mekog – Staatsmijnen van haar positie als grootste chemische bedrijf van Nederland (met een omzet van 239 miljoen gulden, tegen 230 miljoen voor Staatsmijnen). Na 1960 zette het bedrijf het investeringsprogramma onverminderd voort, waarbij de totale chemicaliënafzet steeg van ongeveer 232.000 ton in 1959 naar 428.000 ton in 1964 (tabel 7.2). Het was vooral de kunststoffensectie die de sterkste groei doormaakte. In 1962 kwamen fabrieken voor polybutadien en isopreenrubber in bedrijf en in 1963 een fabriek voor polypropreen (PP). De technologie voor die laatste fabriek was afkomstig van het Italiaanse Montecatini, waarmee Shell een joint-venture oprichtte, de Rotterdamse Polyolefinen Maatschappij (60% Shell, 40% Montecatini), die de fabriek in eigendom had. Vooral na 1970 voerde Shell de capaciteit van de fabriek sterk op en ontwikkelde zich tot een van de groot-

Basisschema van het petrochemisch complex van Shell Pernis omstreeks 1970.

Het complex was vrijwel een universum op zich: alle grondstoffen werden door de raffinaderij en de midden jaren zestig gebouwde naftakraker geleverd. Vandaar vertakte de grondstoffen- en tussenproductenstroom zich in verschillende richtingen: wasmiddelen (middenrechts), plastics en rubber (linksboven),

oplosmiddelen (linksonder en middenboven) en pesticiden (rechtsonder). Omdat verschillende tussenproducten voor meerdere productgroepen bruikbaar zijn, volgt het hier gepresenteerde stoffenschema slechts in grove lijnen de markt bepaalde vierdeling naar productgroepen.



ste PP-fabrikanten ter wereld. Propeen was ook uitgangsstof voor de productie van propeenoxide en de daaruit gemaakte polyolen en van bioafbreekbare wasmiddelen, die uit propaan en benzeen werden gemaakt. Beide fabrieken kwamen in 1964 in bedrijf.³⁵

De grondstoffenvoorziening hield geen gelijke tred met de stormachtige groei van de fabrieken van kunststoffen en andere eindproducten. Shell besloot dan ook in 1963 om *up-stream* capaciteit bij te bouwen in de vorm van twee paraffinekrakers en een nafta-kraker die 135.000 ton etheen, 90.000 ton propaan en 25.000 ton butadien kon leveren. Door de schaal waarop gebouwd werd, sloeg – net als bij DSM het geval was – het tekort aan grondstoffen door de bouw van de krakers weer om in een overschot.

Tegelijkertijd met de bouw van de etheenkraker werd dan ook met de bouw van een heel complex andere fabrieken begonnen, die de toegenomen productie aan basischemicaliën zouden kunnen verwerken. Hiertoe behoorden een fabriek voor etheenoxide – dat verder verwerkt kon worden tot etheenglycol en wasmiddelen – een fabriek voor ethylbenzeen, uitbreidingen van de PVC-fabrieken en een chloorfabriek waar het afvalproduct zoutzuur tot chloor kon worden geoxideerd. In 1966 en 1967 kwam dit uitgebreide complex fabrieken in bedrijf. De totale chemicaliënproductie van Shell Pernis steeg mede door deze uitbreidingen tot 805.000 ton in 1971.³⁶

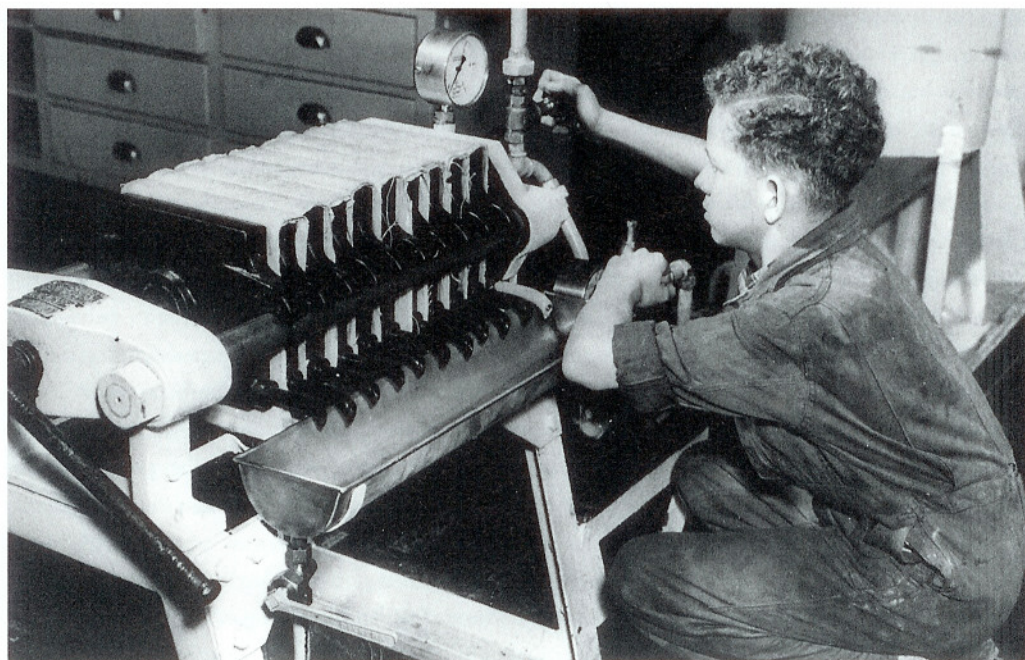
Begin jaren zeventig was het einde van de uitbreidingsmogelijkheden van Shell Pernis bereikt. Het terrein was vol. Shell besloot daarom aan de Moerdijk een geheel nieuw chemisch complex te bouwen, waarvan het karakter sterk afweek van het complex in Pernis. Terwijl Shell Pernis uitmuntte in de productie van een groot aantal, zowel groot- als kleinschalig geproduceerde, chemische

verbindingen en het complex in de loop der jaren geëvolueerd was, was Moerdijk een *grass-roots* complex voor basischemicaliën dat als één geheel rond een centrale etheenkraker van 450.000 ton/jaar werd ontworpen.³⁷

De rol van chloor in het Shell-Pernis-complex

De bouw van een chloorfabriek onderstepte de centrale betekenis die deze stof speelde binnen het Pernis-complex. Reeds kort na 1927 had Shell besloten dat chloor een van de meest geschikte reagentia was voor het uitvoeren van petrochemische processen (hoofdstuk vijf). In Pernis werd chloor in vrijwel alle afdelingen gebruikt. Het was onmisbaar bij de productie van PVC, van pesticiden als aldrin en dieldrin en bij de bereiding van epoxyharsen en glycerine (zie figuur). Hierdoor ontwikkelde de BPM zich tot de grootste chloorverbruiker van Nederland. Het bedrijf kreeg het vloeibare chloor per trein van de KNZ-fabriek in Hengelo. Reeds in 1952 berekende de BPM echter dat voor de toen op stapel staande uitbreidingen ongeveer 17.000 tot 27.000 ton chloor nodig zou zijn, hetgeen de toenmalige productiecapaciteit van de KNZ ruimschoots oversteeg.³⁸

In de daarop volgende jaren breidden de twee Nederlandse chloorproducenten (KNZ en Solvay) hun capaciteit voortdurend uit. De KNZ nam in 1958 een nieuwe chloor-alkalifabriek in Delfzijl in gebruik en besloot in januari 1960 in de Botlek, niet ver van het Shell-complex, een nieuwe chloorfabriek te bouwen. Deze fabriek – die in een aparte NV, Zoutchemie Botlek, was ondergebracht – kwam in 1961 in bedrijf. De installatie was via een chloorpijpleiding rechtstreeks met Shell Chemie verbonden. Tussen 1961 en 1973 steeg de productie van de – in 1961 met een capaciteit van 60.000



De naoorlogse groei van de chemische industrie bracht een groot tekort aan geschoold personeel met zich mee. Bovendien zorgde de introductie van meet- en regelapparatuur ervoor dat er andere kwaliteiten van het bedieningspersoneel werden gevraagd dan voor de oorlog. In 1955 werd op initiatief van de Nederlandse Chemische Vereniging en een aantal bedrijven de Stichting Opleiding Chemiciëns (later Vapro = Stichting Vakopleiding Procesindustrie) opgericht, die opleidingen voor bedieningspersoneel ging verzorgen. Aan de hand van modellen – hier van een filterpers – werden de eerste schreden gezet.

Tabel 7.3: Productie van chloor in Nederland, 1931-1970

Bedrijf	Locatie	Begin	Einde	Grondstof	Proces	Ontwerp-capaciteit (ton chloor)	Jaarcapaciteit in 1970 (ton chloor)
KNZ	Boekelo	1931	1940	zout	diafragma	1.000	n.v.t.
KNZ	Boekelo	1934	1936	zout	kwik	1.000	n.v.t.
KNZ	Hengelo	1936	1970	zout	kwik	2.800	40.000
Nepakris	Linne-Herten	1939	1999	zout	kwik	2.500	90.000
KNS	Delfzijl	1958	1983	zout	kwik	40.000	40.000
ZCB	Botlek	1961	1984	zout	kwik	60.000	70.000
Shell	Pernis	1967	1970?	zoutzuur	oxidatie	100.000?	?
KNS	Delfzijl	1969	n.v.t.	pekkel	diafragma	70.000	60.000
KNZ	Hengelo	1970	n.v.t.	zout	kwik	60.000	60.000

Toelichting: KNZ = Koninklijke Nederlandsche Zoutindustrie; Nepakris = Nederlandse Patent- en Kristalsodafabriek (Solvay-dochter); KNS = Koninklijke Nederlandsche Soda-Industrie; ZCB = Zoutchemie Botlek. In de rubriek 'proces' staan verschillende methoden om de elektrolyse uit te voeren (behalve in het geval van Shell, waar het een niet-elektrolytisch proces betrof).

Bronnen: Brief Akzo Nobel Chemicals, 16 febr. 2000; inlichtingen G.A. Segers, Herten, 28 febr. 2000; *De Nederlandse industrie sinds 1945: een wereld van groei* (z.p. 1952) 173; *Chemisch Weekblad* 45 (1949) 34-35; Archief

Shell: *Industrialisatieschema voor de chemische sector* (1949) 10-11; P. Lucas, *Overzicht bemoeiingen gemeentebestuur Rotterdam* (Rotterdam z.j.) dl. 2, 199; H. Koopmans, *Vijftig jaar scheikundige nijverheid* (Delft 1967) 56, 59, 80, 102; R.J. Forbes ed., *Het zout der aarde* (Hengelo 1968) 304-305, 345-351; D. Mittmann, *Die chemische Industrie in nordwestlichen Mitteleuropa* (Wiesbaden 1974) 326-333; [Akzo Nobel], *Locatie Delfzijl* (Delfzijl 1995); [Akzo Nobel], *80 jaar zout. De zoutwinning en zoutverwerking van 1918-1998* (Hengelo 1998); A. Bloemen e.a. ed., *De soda* (Roermond 2000) (= laatste uitgave van *Kroniek. Personeelsblad van Solvay Chemie B.V.*).

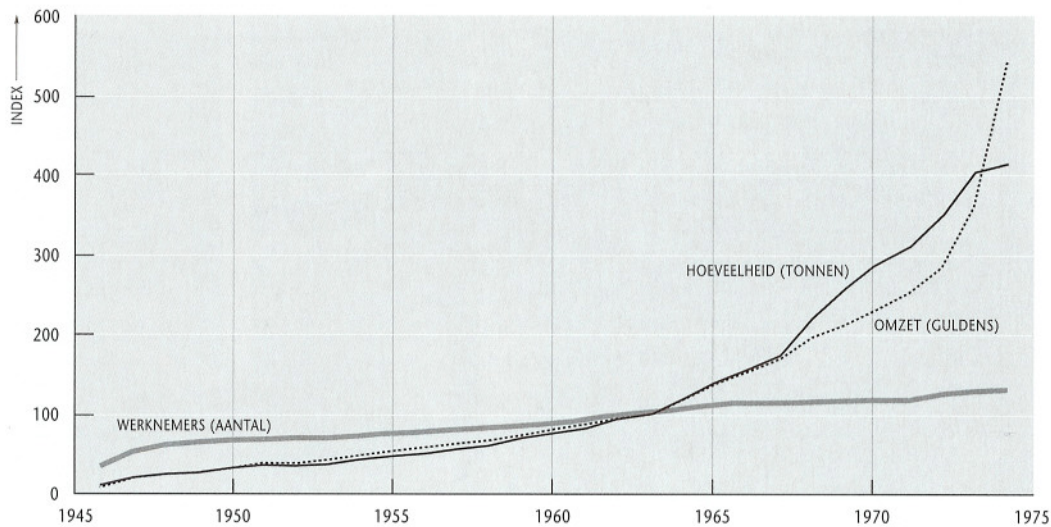
ton reeds op de groei gebouwde (tabel 7.3) – fabriek van Zoutchemie Botlek (later Akzo-Botlek) van 30.000 naar 100.000 ton chloor per jaar. Desondanks kon de fabriek bij lange na niet in de chloorbehoefte van Shell Pernis voorzien en bleef transport per spoor nodig. Shell ontwikkelde ook een eigen chloorproces, waarbij de grote hoeveelheden zoutzuur die als bijproduct vrijkwamen bij de bereiding van vinylchloride (MVC) weer werden omgezet in chloor. De in 1967 opgestarte fabriek werd geen succes, vooral omdat het proces te kampen had met zware corrosie. Bovendien werd de Shell-technologie in economisch opzicht al snel voorbijgestreefd door het zogeheten oxychloreringsproces dat begin jaren zestig door Amerikaanse fabrikanten was ontwikkeld. De KNZ (Akzo), die licenties voor dat proces wist te verwerven, bouwde begin jaren zeventig een MVC-fabriek van 300.000 ton/jaar in de Botlek, die toen de grootste van Europa was. Het voor de oxychlorering benodigde zoutzuur – dat met etheen en zuurstof tot DCE reageerde, waaruit vervolgens door kraken MVC werd bereid – kocht Akzo van Shell, terwijl het geproduceerde MVC aan de PVC-fabriek van Shell werd geleverd. De chloorfabriek van Shell werd buiten bedrijf gesteld.³⁹

‘The sky is the limit’ – Schaalvergroting in de jaren zestig

De geschetste ontwikkeling van de twee grootste chemische complexen heeft een aantal kenmerken die ook gelden voor de gehele Nederlandse chemische industrie. Productdifferentiatie trad, op

kleinere schaal, ook bij andere bedrijven op. De enorme groei in de jaren zestig gold ook voor de Nederlandse chemische industrie als geheel. Het kenmerk van kleinschaligheid dat in het ‘Memorandum to the Board’ naar voren kwam, was eind jaren vijftig echter nog van toepassing. Er waren toen 120 chemische bedrijven in Nederland met meer dan honderd werknemers, maar de gemiddelde omzet ervan was slechts vijftien miljoen gulden.⁴⁰ In de jaren zestig veranderde de plaats van de Nederlandse chemische industrie in de nationale en Europese economie echter geheel.

In grafiek 7.1 is aan de hand van een drietal indicatoren – personeelsaantal, omzet in guldens en productie in tonnen – de relatieve groei van de Nederlandse chemische industrie tussen 1947 en 1974 in beeld gebracht, waarbij 1963 als basis voor de indexering is genomen. Tussen 1947 en 1974 steeg het aantal werknemers in de chemische industrie van 27.000 naar 99.000, de totale omzet van 770 miljoen gulden tot meer dan 20 miljard gulden en de hoeveelhedsindex van 21 in 1947 tot 415 in 1974.⁴¹ De grafiek brengt een aantal belangrijke ontwikkelingen scherp in beeld. Zo wordt zichtbaar dat er tussen 1947 en 1974 een voortdurende stijging van de arbeidsproductiviteit plaatsvond, uitgedrukt in het aantal tonnen dat per werknemer werd geproduceerd. Men kan daarbij vijf periodes onderscheiden. In de jaren 1947 tot 1952 was de stijging van de arbeidsproductiviteit gering. De periode 1952-1963 laat echter reeds een grotere stijging zien, samenvallend met een voortschrijdende introductie van meet- en regelinstrumenten en een op gang komen van de schaalvergroting. Daarna volgen twee periodes



Grafiek 7.1: De groei van de omzet, de productie en het aantal werknemers in de Nederlandse chemische industrie, 1946-1974 (1963 = 100)

Bron: [CBS], *75 jaar statistiek van Nederland* ('s-Gravenhage 1975), tabel k77; J. ten Hove, 'De chemische industrie in Nederland, 1800-1990' in *Delfstoffenwinning en chemische industrie* (Amsterdam 1993) 59.

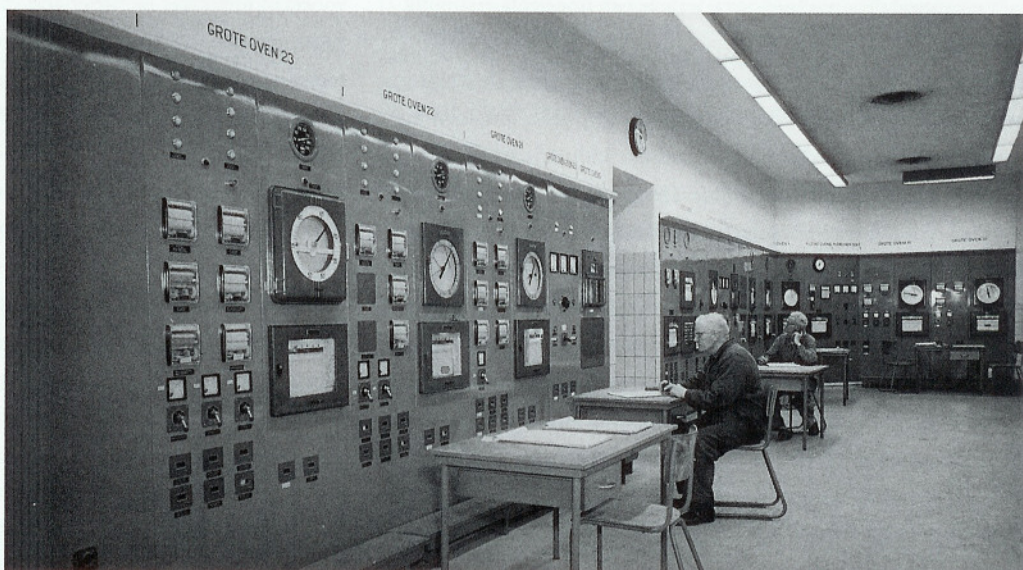
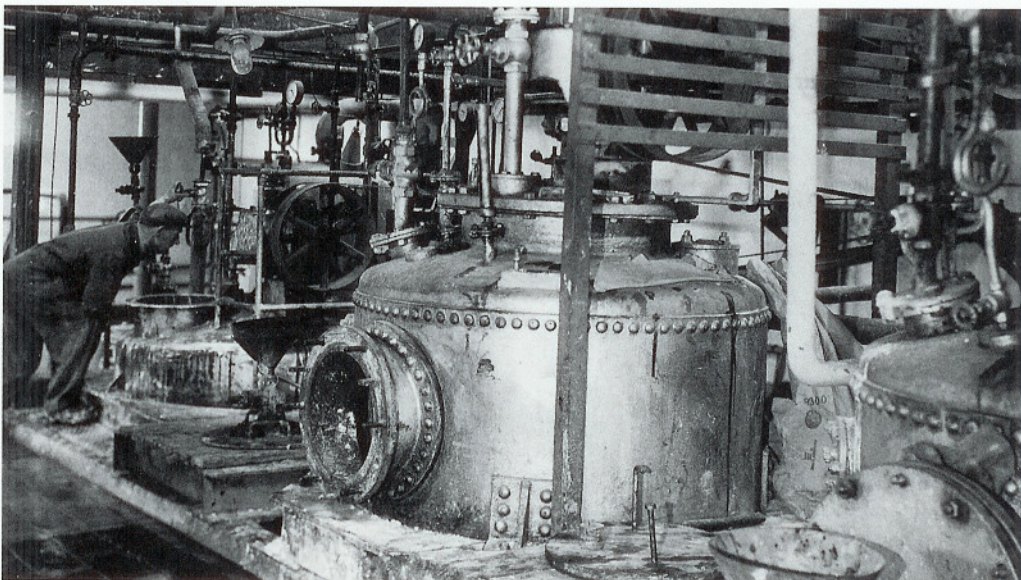
waarin de arbeidsproductiviteit met sprongen steeg: de jaren 1963-1967 en vooral de jaren 1967-1973, waarin een nog grotere stijging plaatsvond. De stijging van het aantal werknemers bleef in die jaren ver achter bij de omzet- en de productiestijging. De vijfde periode, ten slotte, wordt door de jaren na 1973 gevormd, toen het groeitempo van de Nederlandse chemische industrie mede onder invloed van de oliecrisis stagneerde. De spectaculaire groeifase tussen 1963 en 1973 wordt gekenmerkt door de opkomst van zeer grootschalige bulkchemie. Deze was arbeidsextensief, zodat die structuurverandering van de chemische sector op zich reeds zorgde voor een stijging van de gemiddelde arbeidsproductiviteit. Door een toenemend gebruik van meet- en regelapparatuur en de introductie van microprocessoren en computers, waren die grootschalige fabrieken bovendien met steeds minder arbeiders te bedienen. Omdat die grote fabrieken vrijwel steeds een continue procesvoering kenden, waren ze veel gemakkelijker te automatiseren dan bij ladingsgewijze productie het geval zou zijn geweest.⁴² De structuurverandering richting bulkchemie is zichtbaar in de grafiek. Vanaf 1961 en vooral 1963 voltrok het industrialisatieproces zich sneller dan daarvoor onder overheidsregie was geschied. Interessant is ook dat de indexcijfers voor de omzet in guldens en de productie in tonnen tot 1967 min of meer gelijk opgaan. Dit betekent dat het gemiddeld prijspeil van de industrie gelijk bleef. De groei van de industrie vond evenredig over de gehele linie plaats. De omzet van goedkope bulkproducten en die van dure specialiteiten groeiden vrijwel in hetzelfde tempo. Na 1967 veranderde de situatie dramatisch toen er enkele zeer grootschalige fabrieken voor goedkope bulkproducten in bedrijf kwamen. De etheenkrakers zijn daar een voorbeeld van, evenals de nog te behandelen grootschalige ammoniakfabrieken. Het gemiddeld prijspeil ging dalen ten opzichte van het referentiejaar 1963. Enerzijds door prijsdalingen over de gehele linie, anderzijds ook door een structuurverandering in de sector, bleef de groei van de omzet achter bij de stijging van de geproduceerde hoeveelheden.

Een groeiend deel van de productie van basischemicaliën werd voortaan niet meer in Nederland verder verwerkt. Er trad een fundamentele structuurwijziging op die maakte dat Nederland dé toeleverancier van bulkchemicaliën werd voor een groot deel van de chemische industrie van Noordwest-Europa. Dat de omzetcurve na 1973 de hoeveelheidscurve weer inhaalde, heeft niet te maken met een nieuwe structuurverandering, maar met een vanaf 1970 snel toenemende inflatie en, vooral, met de grote prijsstijgingen die het gevolg waren van de oliecrisis van 1973.⁴³ Hoe zijn deze ontwikkelingen te begrijpen? Waarom groeide de Nederlandse chemische industrie vanaf ongeveer 1960 zo snel en waarom vond er een taakverdeling plaats binnen de West-Europese chemische industrie, waarbij Nederland zich tot producent van basischemicaliën ontwikkelde? Eén doorslaggevende reden laat zich niet aanwijzen. Er was sprake van meerdere ontwikkelingen, die elkaar onderling versterkten.

Allereerst speelde de overgang van carbo- naar petrochemie een rol. Deze vond plaats onder invloed van de zeer lage naoorlogse olieprijsen en door culturele en politieke veranderingen binnen West-Europa. Deze maakten dat men het aloude autarkiestreven losliet en accepteerde dat cruciale grondstoffen van overzee werden aangevoerd, onder de bescherming van Amerikaanse politieke en militaire garanties. Tegelijkertijd nam aardolie in de rangorde van de primaire energiedragers de koppositie van steenkool over, waardoor er ook voor chemische doeleinden meer aardolie beschikbaar kwam. Tussen 1957 en 1963 schakelde de zeer omvangrijke Duitse chemische industrie, die net als DSM veelal dicht bij de kolenbekkens gevestigd was, grotendeels over van steenkool op aardolie en aardgas als grondstof. In 1957 werd nog 76 procent van alle organische chemicaliën in Duitsland uit steenkool geproduceerd, in 1963 was dit gedaald tot 37 procent.⁴⁴

Voor de positie van de Nederlandse chemische industrie had deze omschakeling van de Duitse chemische industrie grote consequenties. Was de Duitse chemie tot die tijd op binnenslands gewonnen

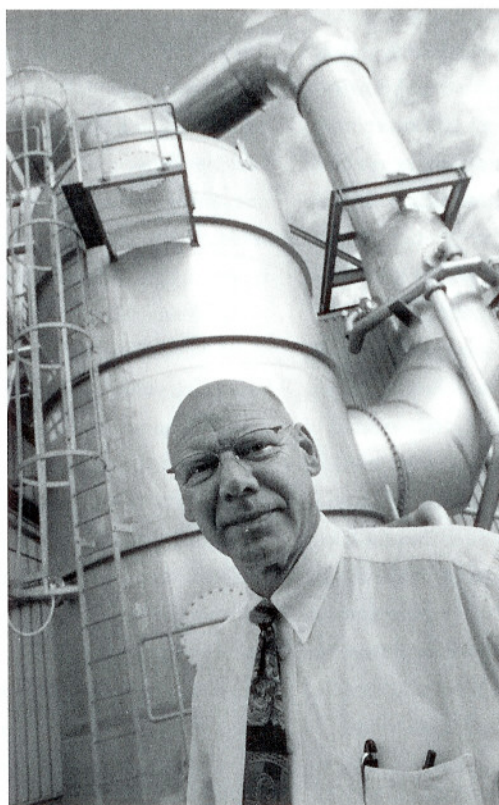
De chemische industrie hoorde tot de eerste sectoren waar op grote schaal geautomatiseerde regelsystemen werden ingevoerd. Veiligheidsaspecten speelden aanvankelijk de grootste rol, economische overwegingen kwamen daar al weldra bij, terwijl er na 1960 ook processen werden geïntroduceerd die uitsluitend uitvoerbaar waren op grond van de aanwezigheid van regelsystemen. De eerste meet- en regelapparatuur werd reeds ver voor de Tweede Wereldoorlog geïntroduceerd. De hendels en knoppen die door de arbeider bediend moesten worden, bevonden zich aanvankelijk bij de productie-installatie, zoals hier bij de productie van theobromine in de Chemische Fabriek 'Naarden' (foto boven). In de jaren dertig verschenen de eerste centrale meetkamers. Hier een afbeelding van de meet- en regeleenheid van een van de ammoniakfabrieken van de Mekog in 1957 (foto midden). Na 1965 verschenen de microprocessoren en computers ten tonele, zoals in deze meetkamer van een van de Akzo Nobel-fabrieken in Delfzijl uit de jaren negentig (foto onder).



Bloed en veren

Dirk van der Duim: Ik ben in 1968 begonnen bij de technische dienst. Het bedrijf stond toen aan de vooravond van zijn automatisering. Daardoor had men bij de productie grote behoefte aan technisch geschoold personeel, maar de meesten hadden geen diploma's op zak. Er heerste een bepaald statusverschil tussen de gestudeerde mensen van de technische dienst en de ongeschoolde mensen bij de productie, die ook nog in ploegendienst werkten. Om problemen in de toekomst te voorkomen, heeft de toenmalige bedrijfsleider jonge mensen uit de technische dienst gevraagd om bij de productie te komen. Als tegenprestatie stelde hij na twee jaar een leidinggevende functie als ploegenchef in het vooruitzicht. Als vroeger iemand binnen de productie goed functioneerde, eindigde hij zijn loopbaan als ploegenchef. Daar werd door oudere mensen ook op gerekend. Ik was pas 23 jaar en net getrouwd, maar ik heb als eerste ja gezegd. Dat veroorzaakte een enorme rel.

Door de automatisering is de proceskennis, die vroeger bij de technische dienst zat, in handen gekomen van de productie. Vroeger bepaalde de technische dienst voor een groot deel de inrichting van dit bedrijf en nu is dat bijna helemaal omgedraaid.



Dirk van der Duim (1946), hoofd productie bij Rendac Bergum B.V. (een hoogwaardige procesindustrie die uit slachtafval verteerbare eiwitten voor de veevoederindustrie maakt)

Dat vind ik eigenlijk het meest opmerkelijke wat zich hier heeft afgespeeld. In dertig jaar is het toch maar gebeurd dat je voor de productie eerst mensen 'van het land plukte' en nu hbo'ers in dienst hebt.

Dit is een groot bedrijf. We krijgen verschillende grondstoffen binnen: slachtafval, kadavers, bloed, veren, varkenshaar en pluimveeafval. Dat zijn in feite verschillende fabrieken en dus verschillende processen. Die moest ik mij eerst eigen maken voordat ik leiding mocht geven. Ik ben onderaan begonnen als bedieningsman (nu heet dat procesoperator). Ik bestuurde en controleerde de processen.

Bij bepaalde processen, zoals bij hydrolyse van varkenshaar en veren, ontstaan grote hoeveelheden H_2S . Dat is een hele erge stankstof en bovendien zeer giftig. Als je daarvan te veel inademt, ben je op slag dood. Ik heb een ingebouwde hekel aan die geur. Je gaat het accepteren, maar je went er nooit aan. Wat je nu ruikt, is een mengsel van verschillende geuren. Die leer je op den duur wel te onderscheiden. Toen ik bij de productie begon, vond bij iedere machine bediening plaats. Dat is in de loop der jaren gigantisch veranderd. Van dat ene kleine zwarte kastje naast de machine zijn we overgegaan naar een toetsenbord en een beeldscherm in een bedieningscabine. Tegenwoordig worden alle processen door paneloperators geleid vanuit bedieningscabines. Door een netwerk kunnen de processen ook op afstand, bijvoorbeeld vanuit mijn kantoor, worden gecontroleerd en bestuurd.

De geestelijke belasting van onze procesoperators is misschien wel tien keer zo zwaar geworden. Dat komt door de gecompliceerdheid van het proces. Door de automatisering moeten mensen heel abstract kunnen denken. Vroeger stond je bij het apparaat, dan hoorde je, voelde je, rook je en zag je wat er gebeurde. Als je eerst bij de machines hebt gestaan en langzaam overschakelt naar het beeldscherm, dus als die abstractie geleidelijk naar voren komt, dan kun je je nog een voorstelling van de werkelijke situatie maken. Maar nu worden mensen gelijk in een bedieningscabine geplaatst en die hebben, zeker in het begin, geen idee meer hoe een machine in de praktijk aanvoelt.

Tabel 7.4: De vestiging van aardolieraffinaderijen in Nederland, 1937-1974

Bedrijf	Locatie	Begin productie	Ontwerp-capaciteit (1000 ton)	Capaciteit in 1970 (1000 ton)
BPM/Shell	Pernis	1937	700	24.500
Caltex/Texaco	Pernis	1950	900	5.000
Esso	Botlek	1960	4.500	16.000
Gulf/Kuwait (Q8)	Europoort	1963	3.000	4.500
British Petroleum (BP)	Europoort	1967	5.000	5.800
Mobil	Amsterdam	1968	4.000	4.000
Total	Vlissingen	1974	6.500	n.v.t.

Bronnen: 50 jaren Caltex in Nederland (z.p., z.j.) 27-37; *Chemisch Weekblad* (CW) 52 (1956) 517; CW 54 (1958) 13, 274, B117; CW 56 (1960) 396-398; CW 57 (1961) 480; CW 65 (1969) 9 en 30 mei, 28 sept., 17 okt.; CW 66 (1970) 3 apr.; R.P. van de Kastelee, 'Die petrochemische und verwandte organisch-chemische Industrie in den Benelux-Ländern', *Chemische Industrie* 15 (1963) 304-308; *De Essobron* 16 (2) (maart 1966); *Rotterdam Chemisch*

Centrum (Rotterdam 1968); W.J.P. Kok, C.J.A. Meijer en G.A. Ruiten, *Protest tegen Progil* (Groningen 1971) 9, 27-28; E. Wever, *Olieraffinaderij en petrochemische industrie* (Groningen 1974) 114, 119-120, 144; D. Mittmann, *Die chemische Industrie im nordwestlichen Mitteleuropa* (Wiesbaden 1974) 289-296, 325; *Van Rotterdam Charlois naar Rotterdam Pernis, 1902-1977* (Rotterdam 1977).

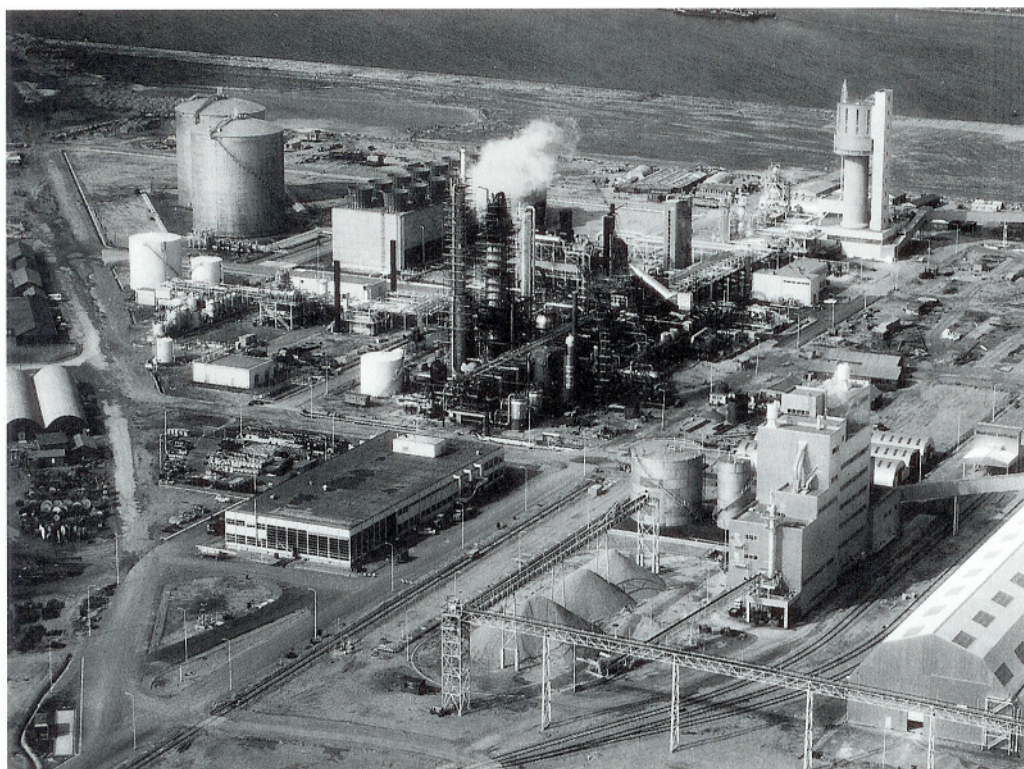
steenkool gebaseerd, nu werd men afhankelijk van de aanvoer van aardolieproducten uit het buitenland. De Rotterdamse haven groeide uit tot een van de belangrijkste oliehavens voor het Duitse achterland. In de jaren zestig maakte de raffinagecapaciteit in het Pernis-Botlek-Europoort-gebied een geweldige groei door (tabel 7.4). Via pijpleidingen werden ruwe olie en nafta naar het Duitse achterland vervoerd om daar verder verwerkt te worden.⁴⁵

Het was kostenbesparend een deel van deze olie en nafta eerst in de buurt van de raffinaderijen te veredelen en de tussenproducten naar het Duitse achterland te vervoeren. Dit droeg bij tot de grootscheepse groei van de chemische basisindustrie in de Rijnmond in de jaren zestig en zeventig. Tussen 1965 en 1973 steeg de productie van petrochemische basischemicaliën als olefinen en aromaten van 440.000 ton naar 3.200.000 ton, waardoor binnen Europa het Nederlandse aandeel op dit gebied van acht op ruim zestien procent kwam. Het grootste deel van deze basischemicaliën werd in Nederland verwerkt, in de koortsachtig *downstream* bijgebouwde fabrieken. Van de vervolgens geproduceerde tussenproducten (etheenoxide, propeenoxide, isopropanol, styreen e.d.) en halffabrikaten (PVC, polyetheen, polypropeen, polystyreen e.d.) bleef echter maar zestig respectievelijk veertig procent in Nederland. De rest ging voor verdere veredeling naar Duitsland, België en de andere EEG-landen. Zo ontwikkelde zich, hand in hand met de opkomst van Nederland als centrum voor de olieraffinage, een regionale taakverdeling binnen de West-Europese chemische industrie. Dat de Nederlandse chemische eindproductenindustrie na 1967 geen gelijke tred hield met deze ontwikkeling (grafiek 7.1) moet grotendeels worden verklaard door de technologische voor-sprong die de buitenlandse industrie reeds had op dat terrein en door de kortere afstand van die industrie tot relevante markten, zoals, in het geval van Duitsland, de metaal-, auto-, elektrotechnische en kunstvezelindustrie.⁴⁶

De groei van die markten vormt een tweede belangrijke factor.

Vooral de vorming van de Euromarkt had grote gevolgen. Het EEG-verdrag van 1956 maakte dat de in- en uitvoerbelemmeringen tussen Nederland en de vijf andere verdragspartners (Duitsland, Frankrijk, Italië en de twee andere Beneluxstaten) in een aantal fases werden weggenomen. Dit zorgde voor een aanzienlijke uitbreiding van de markt en vormde zo een belangrijke economische voorwaarde voor schaalvergroting. Bovendien bracht de nieuwe situatie Amerikaanse en Britse bedrijven ertoe om grote investeringen in Nederland te doen. Eerder dan de bedrijven uit de EEG-staten zagen zij de kansen van de nieuwe Euromarkt en de mogelijkheden die de nieuwe situatie zou kunnen bieden. Dat zij vooral voor Nederland kozen, had te maken met de uitstekende havenfaciliteiten rond Rotterdam, waardoor er een goede aanvoer van grondstoffen vanuit het moederbedrijf kon plaatsvinden, en daarnaast met het arbeidsklimaat, de taalvaardigheid van de Nederlanders en het zeer actieve overheidsbeleid om buitenlandse investeringen aan te trekken. Nog vóór het afsluiten van het EEG-verdrag kocht Dow in januari 1955 een industrieterrein in de Botlek. Daarna volgden Esso (in de Botlek, 1956), Du Pont (in Dordrecht, 1959), Hercules (in Zwijndrecht, 1960), ICI (in Rozenburg, 1962) en tal van andere bedrijven (vgl. tabel 7.6). De investeringen door buitenlandse bedrijven zorgden voor een enorme groei-impuls, die de investeringen door Nederlandse bedrijven waarschijnlijk ruim overtrof. Daarnaast zorgde ook de na 1960 sterk gestegen koopkracht voor een vergroting van de markt. De toen overal in Europa toenemende welvaart deed ook de vraag naar chemische producten stijgen (hoofdstuk 6).⁴⁷

De door de toenemende vraag geïnduceerde schaalvergroting werd technisch mogelijk gemaakt door een aantal technische doorbraken die plaatsvonden in de jaren vijftig en zestig. Zij vormen een derde factor van belang. Naast de reeds behandelde naftakrakers, waren het vooral de ammoniakfabrieken die door het op de markt komen van nieuwe staalsoorten, door intensief katalysatoronder-



De aardgasvondst bij Slochteren leidde tot een geweldige groei van de Nederlandse kunstmestproductie. Esso Chemie bouwde omstreeks 1967 aan de Nieuwe Waterweg de grootste ammoniakfabriek van Nederland en verschillende fabrieken voor de verdere verwerking tot stikstofmeststoffen, zoals een salpeterzuurfabriek, een KAS-fabriek voor de productie van KalkAmmon-Salpeter en een ureumfabriek. Rechtsboven de betonnen 'prill'-toren van de ureumfabriek, waar strooibare ureum-prills werden geproduceerd door vloeibaar ureum te laten stollen door dit een vrije val in de toren te laten maken. In 1976 kon men met slechts 400 werknemers 500.000 ton ammoniak, 180.000 ton ureum, 230.000 ton salpeterzuur, 350.000 ton KAS en 100.000 ton UAN (ureumammonium-nitraat) produceren.

zoek en door verbeterd procesontwerp een sterke ontwikkeling doormaakten. Hierdoor kon de ammoniakproductie geweldig worden opgevoerd. Terwijl omstreeks 1950 de productiecapaciteit van de synthese-eenheden voor ammoniak ongeveer 20.000 ton per jaar was, lukte het ingenieursbureaus als Kellogg, C.F. Braun en Bechtel om in de jaren zestig zogeheten *single train* (dat wil zeggen: uit één keten van reactoren bestaande) ammoniakfabrieken te ontwerpen met een capaciteit van 350.000 of meer ton ammoniak per jaar. Net als bij de etheenkrakers was ook hier de resulterende kostprijsverlaging dusdanig dat na ongeveer 1965 geen van de ammoniakfabrikanten het zich nog kon permitteren afzijdig te blijven van deze ontwikkeling. Tussen 1967 en 1971 kwamen in Nederland vijf grote *single train* ammoniakfabrieken in bedrijf (tabel 7.5). Door de 'Groene Revolutie' in ontwikkelingslanden schatte men de marktverwachtingen hoog in.⁴⁸

Deze schaalvergroting van etheen- en ammoniakfabrieken droeg niet alleen bij tot de reeds gesignaleerde productiegroei, maar leidde op den duur binnen Europa ook tot een concentratie van de productie binnen enkele grote fabrieken. Deze fabrieken concentreerden zich in die gebieden waar de productiekosten het laagst waren. Voor basischemicaliën was Nederland hierbij in het voordeel. Raffinaderijen, maar ook fosfaatmestfabrieken en andere fabrieken voor ertsverwerking, werden bij voorkeur bij goed toegankelijke zeehavens gevestigd. Rotterdam had hier een vrijwel onaantastbare positie. Ook de raffinaderijen in Amsterdam en Vlissingen waren via pijpleidingen met Europoort verbonden. Etheenkrakers, op hun beurt, bouwde men het liefst dicht bij die

raffinaderijen. In 1978 was Nederland, met een aandeel van 20%, na Duitsland de grootste etheenproducent van de EEG. Op het gebied van de ammoniakproductie stond het land, met wederom 20%, na Frankrijk bovenaan. Per hoofd van de bevolking was Nederland in beide gevallen koploper. Twee derde van de in Nederland geproduceerde stikstofmeststoffen (ammoniak) werd in dat jaar geëxporteerd, bijna tachtig procent van de fosfaatmeststoffen en uiteindelijk eveneens bijna tachtig procent van de etheenproductie (grotendeels in de vorm van tussenproducten en halffabrikaten). Deze cijfers vormen een duidelijke illustratie van de mate waarin de grootschalige industrie zich in Nederland vestigde om van daaruit de internationale markt te bedienen.⁴⁹ Een vierde en laatste factor die een rol speelde bij de radicale structuurverandering van de Nederlandse chemische industrie in de jaren zestig, was de aardgasvondst bij Slochteren. Reeds direct na de eerste aardgasvondsten bij Coevorden, Tubbergen en elders in Oost-Nederland hadden het CIVI, het Economisch-Technologisch Instituut voor Overijssel en de KNZ plannen ontwikkeld voor de opbouw van een chemische industrie op basis van aardgas, waar ook de BPM bij betrokken werd. Er kwam echter weinig van terecht. Hierdoor werd BPM-dochter Mekog de eerste om tussen 1957 en 1960 te worden omgebouwd voor het gebruik van aardgas als grondstof. Dit werd via een pijpleiding vanaf de putten bij Rijswijk naar IJmuiden getransporteerd. Het zou vermoedelijk bij dit betrekkelijk bescheiden chemische gebruik van aardgas zijn gebleven als niet in 1959 het Groningse gas was ontdekt. Nederland werd hierdoor plotseling een belangrijke aardgasproducent.

Tabel 7.5 De omschakeling van de Nederlandse ammoniakindustrie op aardgas

Bedrijf	Locatie	Begin productie	Ombouw of nieuwbouw	Capaciteit (ton NH ₃)	Engineering contractor
Mekog	IJmuiden	dec. 1960	ombouw	170.000	Shell
Staatsmijnen	Geleen	1964-1965	ombouw	560.000	Selas/Topsoe
Nederl. Stikstof Mij.	Sluiskil	1966-1967	ombouw en nieuwbouw	2 x 170.000	Bechtel
Ammoniak Unie	Pernis	juni 1967	nieuw	350.000	Kellogg
Esso Chemie	Europoort	1968	nieuw	460.000	C.F. Braun/Fluor
Mekog	IJmuiden	mrt. 1971	nieuw	350.000	Kellogg
DSM	Geleen	apr. 1971	nieuw	350.000	Kellogg/Bechtel
Nederl. Stikstof Mij.	Sluiskil	zomer 1971	nieuw	350.000	C.F. Braun

Bronnen: *Chemisch Weekblad* (CW) 57 (1961) 482; CW 61 (1965) 295; CW 65 (1969) 30 mei, 6 juni; H. Hoog, 'De Europese chemische industrie gebaseerd op aardolie', *De Ingenieur* 74 (14 sept. 1962) M33, M38; *Staatsmijnen Nieuws* 13 (1964) 11 dec., idem 14 (1965) 30 juli; *De Essobron* 16 (2) (maart 1966) 33; *Chemische Courant* (1966) 13-14, 59-63, 349, idem (1971) 22 jan., 19 mrt., 7 mei, 26 nov.; H. Koopmans, *Vijftig jaar scheikundige nijverheid* (Delft 1967) 95, 99-100; Joh. de Vries, *Hoogovens IJmuiden, 1918-1968* (IJmuiden 1968) 597-599; D. Mittmann, *Die chemische Industrie im*

nordwestlichen Mitteleuropa (Wiesbaden 1974) 293, 303; P. Puype en G. Beauchez eds., *Van kiem tot korrel. Nederlandsche Stikstof Maatschappij N.V., 1929-1979* (z.p. 1979) 160; *Van superfosfaat tot mengmest. 75 jaar lokatie Pernis* (z.p. 1985) 14-15; J.A. Vens, *Super op de plaat* (Pernis 1986) 134, 138-140, 169; D. de Wit, *Windmill* (Vlaardingen 1990) 41, 75-77, 155; R.H. Multhaup en G.P. Eschenbrenner, *Technology's harvest* (Houston 1996) 141, 195-196; Archief Shell, inv.nrs. 82A, no. 1495; RAL, Archief DSM, 16.26/34, inv. 5.

Bovendien voerde de overheid in de jaren zestig een stimulerend industrieel beleid door zeer lage tarieven aan grootverbruikers te berekenen. De bestaande ammoniakproducenten (DSM, NSM en Mekog) bedachten zich niet lang en schakelden op aardgas over voor de productie van waterstof zodra hun fabriek werd aangesloten op het landelijke aardgasnet. In december 1964 bereikte dit net de DSM-fabrieken in Geleen en in 1966-1967 ten slotte Sluiskil.⁵⁰ De lage binnenlandse aardgas prijzen voor grootverbruikers werkten ook als een magneet op nieuwe producenten. Een plan van Shell, Hoogovens, Staatsmijnen en KNZ om bij Delfzijl een nieuwe ammoniakfabriek te bouwen ging dan wel niet door, maar de BASF richtte in 1964 samen met Mekog (Shell/Hoogovens) de Ammoniak Unie op. Deze joint venture richtte in Pernis een door Kellogg ontworpen ammoniakfabriek op met een capaciteit van 350.000 ton; toen de grootste in zijn soort in Europa. Esso Chemie volgde niet veel later met een nog grotere *single train* fabriek op basis van Gronings aardgas. De bestaande producenten konden nu niet achterblijven en zetten eveneens nieuwe grootschalige fabrieken neer. Door deze investeringen steeg de capaciteit van de Nederlandse ammoniakindustrie tot ongeveer 2,7 miljoen ton ammoniak per jaar in 1972, hetgeen – afhankelijk van de bezettingsgraad – betekende dat maar liefst veertien tot twintig procent van het gehele binnenlandse aardgasverbruik in ammoniak werd omgezet. Niet lang daarna bouwden Akzo en DSM een zeer grote methanol-fabriek te Delfzijl, ook op basis van aardgas. Samen met het verbruik van nafta in de etheenkrakers maakte dit dat het gebruik van energiedragers als grondstof voor de chemische industrie een bepaald niet te verwaarlozen factor ging vormen in de nationale energiebalans. In 1977 werd 21% van de binnenlandse energieconsumptie als *grondstof* in de chemische industrie gebruikt.

In Duitsland was dit slechts negen en in België zes procent, hetgeen het specifieke karakter van de Nederlandse chemische industrie ten opzichte van de buurlanden duidelijk illustreert.⁵¹

Dat de jaren zestig een waterscheiding in de ontwikkeling van de Nederlandse chemische industrie vormden, is onmiskenbaar.

De vier genoemde factoren veranderden het 'socio-technisch landschap' waarbinnen de Nederlandse chemische industrie functioneerde en leidden tot complexvorming van een tot dan toe ongekende omvang, zoals we in de volgende paragraaf zullen zien.

Vervlechting in het Pernis-Botlek-Europoort-complex

Nieuwe chemische bedrijven vestigden zich bij voorkeur aan de Nieuwe Waterweg, vanwege de gunstige ligging en door de goede infrastructuur ter plaatse, waaronder de aanwezigheid van opslag-faciliteiten en een bloeiende chemicaliënhandel. Dit ondanks het beleid van de overheid de industrialisatie van 'achtergebleven gebieden' als Groningen en Zeeland te stimuleren. Een belangrijke rol speelde daarbij het actieve wervingsbeleid van de gemeente Rotterdam. In 1952 ging F. Posthuma, de latere directeur van het Gemeentelijk Havenbedrijf, voor een verkennend onderzoek naar Amerika. Daar kwam hij tot de conclusie dat er voor Rotterdam grote mogelijkheden waren om raffinaderijen en chemische bedrijven aan te trekken. Toen de gemeente in 1955 het eerste terrein aan de Botlek in erfpacht uitgaf, ging het inderdaad om een Amerikaans chemisch bedrijf: Dow Chemical. Oliemaatschappij Esso volgde niet veel later. Tegelijkertijd was, naar aanleiding van grootse plannen van Esso voor een tankerhaven en een pijpleiding

Tabel 7.6: De ontwikkeling van het Pernis-Botlek-Europoort-complex, 1910-1972

Start productie	Onderneming	Locatie	Producten	Volgnr.	Levering en afname aan/van andere fabrieken	Vestigings-factor
1910	Fabriek van Chemische Producten 'Vondelingenplaat'	Pernis	organische chemicaliën; kleurstoffen; mercaptanen	1	zwavelwaterstof van 3	haven
1911	Superfosfaatfabriek 'Holland'/Albatros	Pernis	superfosfaat; zwavelzuur	2	zwavelwaterstof van 3; zwavelzuur van 6; fosfaatmeststoffen aan 1	haven
1947	BPM/Shell Pernis Chemische Fabrieken	Pernis	zwavelwaterstof; zwavel; zuurteer; PVC; synthetische wasmiddelen; kunstharsen; oplosmiddelen; pesticiden; glycerine; zoutzuur; chloor; synthetische rubbers; etheen; propeen etc.	3	chloor van 8; zuurstof van 17; MVC van 8; zwavelwaterstof aan 1 en 2; zuurteer aan 6; zoutzuur en etheen aan 8; propeen aan 11 en 26	haven
1960	Ketjen Carbon	Botlek	roet	4		haven
1960	Continental Columbian Carbon Nederland	Botlek	roet	5		haven
1960	Albacid (Albatros-Cyprus Mines)	Pernis	zwavelzuur	6	zuurteer van 3; zwavelzuur aan 2 en 9	complex
1961	Dow Chemical	Botlek	styreen-butadiëen latex; folies	7		haven
1961	Zout Chemie Botlek (KNZ)/Akzo Botlek		chloor; monovinylchloride (MVC); methylamines; choline	8	etheen van 3 en 24; zoutzuur van 3 MVC aan 3, 8 en 15	complex
1962	Titaandioxidefabriek ('Tiofine') (Billiton-Albacid)	Botlek	titaandioxide/titaanwit	9	zwavelzuur van 6 en 21	complex/haven
1962	Mekog	Pernis	salpeterzuur; NPK-meststoffen	10	fosfaatmeststoffen van 2	complex
1962/63	Rotterdamse Polyolefinen Maatschappij (Shell-Montecatini)	Pernis	polypropeen	11	propeen van 3	complex
1963	ICI	Rozenburg	acrylharsen; nylon; polyester; polyetheen; tereftalaatpolymeren; fosgeen; zoutzuur etc.	12	chloor van 8; etheen van 3 en Dow Terneuzen; koolmonoxide van 27; zoutzuur aan 8	haven
1964	Staatsmijnen-Dow Fenol NV/Chemische Industrie Rijnmond	Botlek	fenol	13	tolueen van 14	complex
1964	Esso Chemie	Botlek	benzeen, tolueen, xylenen; cyclohexaan	14	tolueen aan 14	complex
1964/65	Herbicide-Chemie Botlek (60% KNZ)	Botlek	onkruidverdelgers	15	chloor van 8	complex
1966	Aluminium & Chemie Rotterdam	Botlek	koolstofelektroden	16		haven
1966	Cryoton	Botlek	zuurstof; stikstof	17	zuurstof aan 3	complex
1966	Climax Molybdenum	Botlek	molybdeenoxide	18		haven
1966	Ketjen (KZK)	Botlek	zwavelzuur	19	zwavelzuur aan 2, 9 en 18	complex
1966	Konam (KZK-Celanese)	Europoort	methanol; formaldehyde; oplosmiddelen; organische chemicaliën	20	propeen van Dow Terneuzen	haven/complex
1967	Ammoniak Unie (Mekog-BASF)	Pernis	ammoniak	21	ammoniak aan 2 en 10	complex
1967	Nederlandse Cyanamid Mij.	Botlek	acrylamide; amidevezels	22	zwavelzuur van 19	complex
1968	Esso Chemie	Europoort	ammoniak; stikstofmeststoffen	23		haven
1970	Gulf Chemie	Europoort	etheen; cumeen; styreen; polyetheen	24	etheen aan 8	complex
1972	Air Products	Botlek	zuurstof; koolmonoxide	25	zuurstof aan 26; koolmonoxide aan 12	complex
1972	Oxirane Chemie/Arco	Botlek	propeenoxide; propeenglycol	26	propeen van 3, 24 en Dow Terneuzen; zuurstof van 25	complex

Bronnen: E. Wever, 'Pernis-Botlek-Europoort: Un complexe a base de pétrole?', *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* 57 (1966) 131-140; Rotterdam Chemisch Centrum (Rotterdam 1968); D. Mittmann, *Die chemische Industrie im nordwestlichen Mitteleuropa* (Wiesbaden 1974) 290-323; E. Wever, *Olieraffinaderij en petrochemische industrie* (Groningen 1974) 114-137; *Facts and figures on Rotterdam's oil and chemical sector* (Rotterdam 1996).

naar Duitsland, ook reeds met de planvorming voor een nog groter 'Europoort'-terrein een begin gemaakt. In juni 1958 werd daar met de eerste havenaanleg begonnen.⁵²

Hand in hand met de aanleg van havens en industrieterreinen en gestimuleerd door de industriepolitiek van de Nederlandse overheid en de gemeente Rotterdam, kwam er een proces op gang dat ervoor zorgde dat het Pernis-Botlek-Europoort-gebied uitgroeide tot één groot petrochemisch en raffinagecomplex. In tabel 7.6 is de vestiging van chemische bedrijven ten zuiden van de Nieuwe Waterweg in hoofdlijnen samengevat.

Na een aarzelend begin voor en na de Tweede Wereldoorlog vond de echte expansie van het complex in de Rijnmond pas in de jaren zestig plaats. Dow huurde weliswaar grond vanaf 1955, maar besloot pas later tot de bouw van een fabriek. Hierdoor waren de eerste chemische fabrieken die aan de Botlek in bedrijf kwamen, twee bedrijven die roet (carbon black) maakten uit van elders aangevoerde zware aromatische oliefracties (later ook uit aardgas), dat toepassing vond als vulstof in autobanden en kunststoffen en daarnaast in de drukinkt- en verfindustrie.

In tabel 7.6 is tevens aangegeven welke primaire vestigingsfactor een rol speelde bij de beslissing tot de bouw van een fabriek. De aanwezigheid van de haven was steeds van belang. Wanneer daarnaast de aanwezigheid van bestaande of in aanbouw zijnde chemische fabrieken een rol speelde, is dat in de tabel met de term 'complex' aangeduid. Duidelijk blijkt dat aanvankelijk de aan- en afvoermogelijkheden van de havens de grootste rol speelden, terwijl later ook de aanwezigheid van chemische bedrijven op zich weer nieuwe bedrijven aantrok. Complexvorming begon toen een eigen dynamiek te krijgen. De rol van de haven als factor verdween echter niet.⁵³

Wat de tabel voorts laat zien, is de overheersende rol van buitenlandse investeringen in de spronggewijze chemische industrialisatie van de jaren zestig. Amerikaanse ondernemingen gaven daarbij de toon aan. Van de 22 chemische ondernemingen die tussen 1960 en 1972 in het Pernis-Botlek-Europoort-gebied hun poorten openden, waren er acht volledig Amerikaans, vijf Nederlands-Amerikaanse joint ventures, één volledig Brits en vier joint ventures tussen Nederlandse en respectievelijk Italiaanse, Deense, Zwitserse en Duitse ondernemingen. Slechts vier bedrijven waren volledig Nederlands (Zout Chemie, Mekog, Cryoton, Ketjen).

De verandering van de Nederlandse chemische industrie onder invloed van buitenlands kapitaal en de economische eenwording van Europa kan nauwelijks duidelijker worden geïllustreerd.⁵⁴

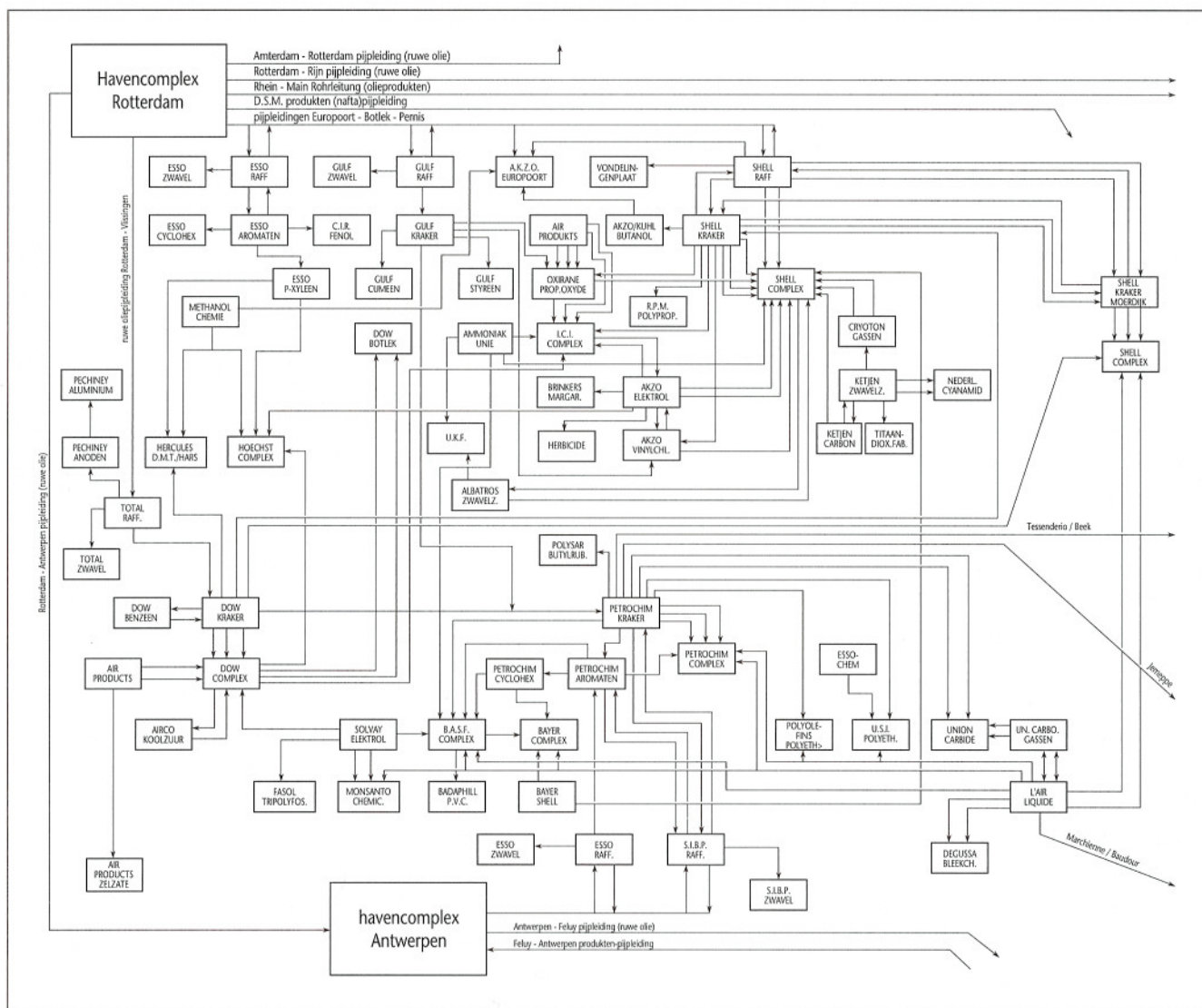
De tabel illustreert ook de belangrijke rol van de Koninklijke Zout-Ketjen (KZK) in het Botlek-gebied. Vanaf de jaren vijftig waren Ketjen en de Koninklijke Nederlandsche Zoutindustrie beide duidelijk op expansiekoers en de tabel illustreert de verdere groei en diversificatie van deze bedrijven na hun fusie tot KZK in augustus 1961. Daarvoor had de KNZ in 1959 reeds de Albatros

superfosfaatfabrieken overgenomen, die in december 1961 werden ingebracht in de Verenigde Kunstmestfabrieken Mekog-Albatros. Vanaf begin 1962 was KZK zo via haar dochterondernemingen KNZ (100%), Ketjen (100%), Albatros (40%) en Mekog (40%), die als werkmaatschappijen bleven bestaan, direct of indirect betrokken bij niet minder dan elf fabrieken in dit gebied (Albatros, Ketjen Carbon, Albacid, Zout Chemie, Tiofine, Mekog, Herbicide, Cryoton, Ketjen, Konam, Ammoniak Unie). De relaties tussen deze fabrieken, die in materieel opzicht vooral te maken hadden met onderlinge leveranties van zwavelzuur en chloor, hadden zodoende hun economisch-juridische pendant in de vorm van het KZK-concern, dat dit alles zoveel mogelijk coördineerde en registreerde. Met een omzet van 435 miljoen gulden in 1963 had de KZK Staatsmijnen inmiddels verdrongen van de tweede plaats onder de Nederlandse chemische ondernemingen. Na fusies met Organon (1967) en AKU (1969) werden verschillende van deze ondernemingen volledig geconsolideerd en geïntegreerd binnen het Akzo-concern. De Verenigde Kunstmestfabrieken Mekog-Albatros gingen echter over op de UKF (Unie van Kunstmestfabrieken) en werden later een onderdeel van DSM.⁵⁵

De levendige activiteit op het fusiefront die uit deze korte voor geschiedenis van Akzo spreekt, was eveneens typerend voor de jaren zestig en verbonden met processen van schaalvergroting en complexvorming. De technische schaalvergroting in de jaren zestig, waarvan de etheen- en ammoniakproductie voorbeelden vormen, vergde kapitaalinvesteringen die de financieringsmogelijkheden van de Nederlandse chemische bedrijven – afgezien van de eeuwige uitzondering Shell – verre te boven gingen. Het aangaan van een fusie of joint venture met een kapitaalkrachtige partner was dan geboden.⁵⁶

Bovendien vergde schaalvergroting, juist door de enorme risico's, een betere coördinatie van de afzet. Het ideaal uit 1950 van een 'harmonisch' opgebouwd chemisch bedrijf, waarbij de capaciteit van de fabrieken voor basischemicaliën, tussenproducten en eindproducten nauwkeurig op elkaar was afgestemd, werd wreed onderuitgehaald toen de mega-schaalvergroting van de jaren zestig zich aandien de. Zoals we aan het voorbeeld van DSM hebben gezien, was het vaak onmogelijk om de volledige productie van een etheenkraaker van 400.000 ton direct binnen het eigen bedrijf te plaatsen. Lange-termijncontracten met andere bedrijven, gevolgd door de aanleg van pijpleidingen en gemeenschappelijke fabrieken, konden dan een oplossing zijn. Zo induceerde schaalvergroting complexvorming en beide op hun beurt vaak weer verdere economische en juridische samenwerking in de vorm van fusies en joint ventures.⁵⁷

Halverwege de jaren zestig werd het voor directieleden van Staatsmijnen, KNZ/KZK en de AKU steeds duidelijker dat een onderlinge fusie zeer wenselijk was om de verdere groei op chemisch gebied te coördineren en te financieren. Door hun samenwerking op het gebied van caprolactam en nylon hadden Staatsmijnen en



AKU reeds verschillende malen overwogen de onderlinge banden verder aan te halen. Het feit dat Staatsmijnen een volledig staatsbedrijf was, had dit echter steeds in de weg gestaan. De mijnsluiting en het voornemen Staatsmijnen om te vormen tot een NV brachten de zaak echter in een stroomversnelling. Vanaf 1964 onderhandelde directeur J.S.A.J.M. van Aken zowel met de AKU als met de KZK om de mogelijkheden tot een volledige fusie te verkennen. Volgens hem was er een grote mate van synergie mogelijk omdat de internationale ervaring en de research van de AKU, de grondstoffenpositie van de KZK en de engineering, research en grondstoffenpositie van Staatsmijnen elkaar konden versterken. Omdat de mijnsluitingsproblematiek een volledige concentratie op Zuid-Limburg vereiste, stak minister Den Uyl van Economische Zaken hier echter een stokje voor. De gedachte aan een fusie bleef evenwel bestaan. Uiteindelijk wisten alleen AKU en KZO (Koninklijke Zout-Organon) elkaar in 1969 te vinden. In november kwam de fusie tussen beide ondernemingen tot stand onder de naam Akzo. DSM ging alleen verder en wist zelfstandig aan vol-

Het petrochemisch complex Rotterdam-Moerdijk-Terneuzen-Antwerpen begin jaren zeventig. De vele fabrieken zijn onderling door spoorwegverbindingen en

door ruwe-olie-, nafta-, etheen-, chloor- en zuurstofleidingen verbonden.

doende kapitaal te komen om de bouw van grote etheenkrakers, ammoniak-, kunstmest- en kunststoffenfabrieken te financieren.⁵⁸ Na 1965 kreeg de complexvorming en vervlechting tussen bedrijven niet alleen een grotere reikwijdte in economische en organisatorische zin, maar ook in geografisch opzicht. In juli 1961 besloot de Amerikaanse chemiereus Dow, geholpen door regionale stimuleringsregelingen op provinciaal en gemeentelijk niveau en vooruitlopend op overeenstemming met de Nederlandse staat over een passend fiscaal regime, haar tweede Nederlandse fabriek in Terneuzen te bouwen. In etappes wist het bedrijf een enorm bedrijfsterrein te verwerven waarop een der grootste petrochemische complexen van Nederland verrees, gericht op de productie van styreen, etheen en hun derivaten en de daaruit te produceren halffabrikaten voor kunststoffen.⁵⁹ Vanaf ongeveer 1965 was dit complex via een etheenpijpleiding verbonden met de Antwerpse

chemische industrie en sinds 1967 met het Shell-complex bij Rotterdam. De schaal waarop de nieuwe generatie naftakrakers opereerde, maakte zulke dwarsverbindingen tussen chemische complexen noodzakelijk. Doordat de complexen rond Rotterdam, Terneuzen, Antwerpen en later Moerdijk ook door middel van aardolie-, nafta- en zuurstofpijpleidingen met elkaar werden verbonden, ontstond aan het begin van de jaren zeventig, in de woorden van de geograaf Wever, een 'supercomplex' dat de gehele petrochemische industrie tussen Europoort en Antwerpen omspande (zie figuur). Er ontstond een sterke vervlechting en coördinatie tussen bedrijven, waarbij de industrie bij Rotterdam, Moerdijk en Terneuzen de rol toebedeeld kreeg om de basischemicaliën (olefinen, aromaten, ammoniak) te leveren, terwijl de verwerking tot tussen- en eindproducten voor een groot deel in het Antwerpse plaatsvond.⁶⁰

Het Pernis-Botlek-Europoort-complex en het milieu

Het grote industriecomplex in de Rijnmond was niet alleen een paradepaardje van het Nederlandse industrialisatieproces, maar in zekere zin ook de kraamkamer van het actiegroepenwezen en de milieuwetgeving in Nederland. Lucht- en watervervuiling door chemische bedrijven waren bepaald geen nieuwe fenomenen, maar door de geweldige samenballing van chemische industrie binnen een betrekkelijk klein gebied nam de hinder voor omwonenden in ongekende mate toe. Reeds in de jaren vijftig werd het steeds duidelijker dat het met de industrie rond Pernis op dit gebied de verkeerde kant uitging. Over de superfosfaat- en zwavelzuurfabrieken in Pernis en Vlaardingen klaagden omwonenden reeds sinds de oprichting van die fabrieken aan het begin van de eeuw (hoofdstuk 2). Daar kwam nu de luchtvervuiling van de snel groeiende BPM- en Caltex-raffinaderijen bij. Na de oorlog waren raffinaderijen zwavelhoudende ruwe olie uit het Midden-Oosten gaan verwerken. Daaruit werd de zwavel weliswaar zoveel mogelijk verwijderd, maar dit lukte niet volledig waardoor er toch aanzienlijke hoeveelheden zwavelverbindingen in de atmosfeer kwamen. Zo verwerkte de BPM-raffinaderij rond 1947 één miljoen ton ruwe olie per jaar, waarin ongeveer 20.000 ton zwavel zat. Een groot deel van deze hoeveelheid verdween via diffuse bronnen in de atmosfeer (autobenzine, stook- en dieselolie). Ongeveer de helft werd echter op de raffinaderij tijdens hydrogenerings- en kraakprocessen in waterstofsulfide ('rotte-eierengas') omgezet, dat aanvankelijk werd verbrand. Het vrijkomende zwaveldioxide leidde tot corrosie en tot klachten van omwonenden. De BPM besloot hierop het waterstofsulfide deels aan de Albatros-fabriek te leveren en het deels in een door Shell ontwikkelde ontzwavelingsinstallatie in zwavel om te zetten. Desondanks kwamen er omstreeks 1947

jaarlijks vele honderden tonnen zwavel bij Pernis in de atmosfeer. De groei van de raffinaderij vergrootte vervolgens de problematiek aanzienlijk. In 1954 kon de BPM-raffinaderij reeds tienmaal zoveel ruwe olie verwerken dan in 1947 en in 1958 vijftien maal zoveel. Volgens schattingen stootte de industrie rond Rotterdam omstreeks 1960 ongeveer 78.000 ton zwavelverbindingen uit, waarvan de olieraffinaderijen alleen al 30.000 ton voor hun rekening namen.⁶¹ Halverwege de jaren vijftig kreeg Shell steeds meer klachten binnen over de stankoverlast van de raffinaderij. Vanaf 1956 startte het bedrijf met systematisch onderzoek van luchtmonsters en in 1959 kreeg het de beschikking over een rijdend laboratorium om indien nodig 'uit te rukken naar de plaatsen waar de stankklachten vandaan kwamen'. Tezelfdertijd begon het bedrijf ook met meteorologisch onderzoek om, in samenwerking met de Koninklijke Luchtmacht en het KNMI, de luchtcirculatie in de atmosfeer boven Pernis nader te onderzoeken. Ook de waterverontreiniging door raffinaderijen werd in die jaren een bron van zorg.⁶² Na 1960 verergerde de situatie binnen enkele jaren door de toen plaatsvindende gigantische industrialisatie en schaalvergroting in het Pernis-Botlek-Europoort-gebied. In 1960 kwam de grote Esso-raffinaderij in bedrijf en andere raffinaderijen en chemische fabrieken volgden. Met name de in 1960 door Shell in bedrijf genomen synthetische-rubberfabriek was een grote bron van zwaveldioxide-uitstoot. De klachten van omwonenden namen toe, terwijl de burgers in de jaren zestig ook steeds mondiger werden. Openlijke protesten en acties bleven dan ook niet uit. Sinds de publicatie van Rachel Carsons *Silent Spring* in mei 1962 en een grote brand bij de Vlaardingse ENCK-kunstmestfabriek in 1963, was het publieke imago van de chemie sterk achteruitgegaan. Er verschenen artikelen in de pers met titels als 'De giftige cocktail van de techniek', 'Vlaardingse lucht' en 'Blijft Nederland bewoonbaar?', terwijl tevens de 'Vereniging tegen Luchtverontreiniging in het Nieuwe Waterweggebied' werd opgericht. Dit was een van de eerste milieu-actiegroepen in Nederland.⁶³ Ondanks deze verontrusting – of wellicht juist vanwege – probeerde de georganiseerde chemische industrie aanvankelijk naar buiten toe een houding uit te stralen dat er niets aan de hand was. Zo schreef de directeur van het bureau van de Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI), mr. G.A. van Haeften, begin 1965 nog luchtigjes in *Elseviers Weekblad* dat Nederland 'dank zij de afvoermogelijkheden van vervuild water, [en] dank zij ons winderig klimaat' wellicht binnen Europa nog een van de beste locaties voor chemische industrie was.⁶⁴ Binnenskamers begon men de zaak echter serieuzer te nemen, deels vanwege de verontreiniging zelf, maar ook vanwege het steeds negatiever wordende publieke imago. In 1963 richtten de grote oliemaatschappijen, op initiatief van Shell en BP, de Stichting CONCAWE (Conservation of Clean Air and Water, Western Europe) op, die zich, vanuit het in Den Haag gevestigde kantoor, bezig hield met

kwesties als schoorsteenhoogten, afvalwater, bodemvervuiling, pijpleidingen en geluidshinder. Ook de VNCI werd actiever. In augustus 1965 kwamen in het kantoor van die vereniging de public-relationsmedewerkers van een aantal grote chemische bedrijven bijeen om te bezien wat men tegen de negatieve publiciteit kon doen. De VNCI stelde vervolgens een professionele voorlichter aan, Eibert H. Bunte, die in 1968 onder twee verschillende titels – *Leven met chemie* en *Chemie in opmars* – een populair boekje over de chemische industrie het licht deed zien, waarin ook een hoofdstuk aan de milieuproblematiek was gewijd. Vergeleken met de artikelen van Van Haeften was de toon echter nog niet veel veranderd, want ook volgens Bunte ‘boffen’ we maar in Nederland, omdat er ‘doorgaans ... boven ons open land frisse winden [waaien], die verontreinigingen snel wegblazen’.⁶⁵

De culminatie van deze verdunningsfilosofie was de 213 meter hoge schoorsteen die Shell Pernis onder het motto ‘the sky is the limit’ bouwde ‘als wapen in de strijd tegen de luchtverontreiniging’. In 1964 nam Shell het besluit tot de bouw van deze schoorsteen, waarmee een bedrag van 16 miljoen gulden was gemoeid en die een vijftientigtal schoorstenen van 80 tot 100 meter hoogte verving. Vier jaar later kwam de schoorsteen in bedrijf. Ontwerp en bouw van het gevaarte – dat door de meteorologisch vastgestelde ‘inverselaag’ prikte – vormden een fraai staaltje van technisch kunnen, dat bovendien tot een merkbare afname van de overlast in Vlaardingen leidde. De schoorsteen was echter nauwelijks in bedrijf, of de eerste klachten van de tuinders in het Westland kwamen. De frisse winden voerden de uitlaatgassen inderdaad over Vlaardingen heen, maar lieten ze op grotere afstand weer neerdalen. De omwenteling in het denken over het milieu die zich in de jaren zestig aandeed, waarbij niet louter meer in termen van ‘hinder’ voor de mens werd gedacht, maar over verspreiding, accumulatie en transformatie van chemische verbindingen in bodem, water en lucht (zie hoofdstuk 6), vond in die tijd binnen de industrie nog nauwelijks plaats. Het zou tot het begin van de jaren zeventig duren eer de individuele bedrijven en ten slotte ook de VNCI een andere koers gingen varen.⁶⁶

Inmiddels hadden de centrale en lokale overheden vanwege de hinder stappen ondernomen. In juni 1963 werd de ‘Raad Inzake de

Luchtverontreiniging’ in het leven geroepen, als adviesorgaan van de minister van Sociale Zaken en Volksgezondheid. Deze raad, waarin ook de industrie vertegenwoordigd was, bereidde mede de Wet op de Luchtverontreiniging voor, die in 1970 door het parlement werd aangenomen. Samen met de in 1968 aangenomen Wet inzake de Verontreiniging van Oppervlaktewateren vormde deze de eerste moderne milieuwetten in Nederland, die op milieugebied de taak overnamen die de Hinderwet toen bijna honderd jaar had vervuld. Reeds voordat deze wetten van kracht werden, waren de gemeenten in het Rijnmondgebied echter al tot actie overgegaan. De groeiende uitstoot van het Pernis-Botlek-Europoort-complex bracht zes gemeenten er in 1965 toe om een ‘Raad voor de Milieuhygiëne in het Nieuwe Waterweggebied’ in het leven te roepen, die een ‘Centrale Meld- en Regelkamer Luchtverontreiniging’ zou voorbereiden. In 1967 kwam deze meld- en regelkamer in bedrijf, twee jaar later gevolgd door een door Philips aangelegd automatisch meetnet van ‘snuffelpalen’. De milieuoverlast die de fabrieken in het Rijnmondgebied veroorzaakten, was daarmee nog lang niet voorbij, maar de objectivering van de klachten die zo ontstond verschaft wel een basis voor onderhandelingen tussen de lokale overheden en de industrie. Zo werd er een geleidelijk proces op gang gebracht waarin de industrie er uiteindelijk in zou slagen de uitstoot naar water en lucht aanzienlijk terug te dringen, daarmee voorkomend dat de milieuproblematiek in de Rijnmond een nieuw argument voor een landelijk industrieel spreidingsbeleid werd.⁶⁷

De met de opkomst van grote industriecomplexen samenhangende groei van de stankhinder werd omgebogen, zodat de grootschalige chemische basisindustrie zich in dat opzicht een stabiele plaats in het Nederlandse industrielandchap wist te veroveren.

In economisch opzicht was de situatie echter minder rooskleurig. De oliecrisis van 1973 luidde een periode van herbezinning in, waarbij er vraagtekens werden geplaatst bij de eenzijdige ontwikkeling richting basischemie die de Nederlandse chemische industrie tussen 1960 en 1973 had doorgemaakt. Kennisintensiteit en fijnchemie werden toen de nieuwe sleutelwoorden.

Ernst Homburg, Aat van Selm en Piet Vincken

Chemie/hoofdstuk 7

Industrialisatie en industriecomplexen: de chemische industrie tussen overheid, technologie en markt

Archieven

Archief Shell, Den Haag.

Centraal Archief DSM, Heerlen.

Philips Concern Archief (PCA), Eindhoven.

Rijksarchief in de provincie Limburg (RAL), Maastricht, Archief DSM.

Shell Research and Technology Centre, Amsterdam, rapporten bibliotheek.

Noten

- 1 F. Messing, *De Nederlandse economie 1945-1980: herstel, groei, stagnatie* (Haarlem 1981) 26-27, 59, 62, 154; H. de Liagre Böhl, J. Nekkers en L. Slot eds., *Nederland industrialiseert! Politieke en ideologische strijd rondom het naoorlogse industrialisatiebeleid, 1945-1955* (Nijmegen 1981) 226-227; J.L. van Zanden en R.T. Griffiths, *Economische geschiedenis van Nederland in de 20e eeuw* (Utrecht 1989) 226-227; R.T. Griffiths, *The economy and politics of the Netherlands since 1945* (Den Haag 1980) 21.
- 2 Archief Shell, Den Haag, inv.nr. 82A, no. 1396.
- 3 H.M. Hirschfeld, *Actieve economische politiek in Nederland in de jaren 1929-1934* (Amsterdam, Brussel etc. 1946); H.M. Hirschfeld, *Herinneringen uit de jaren 1933-1939* (Amsterdam en Brussel 1959); P.E. de Hen, *Actieve en re-actieve industrialisatiepolitiek in Nederland* (Amsterdam 1980); *Werk en streven van prof. dr. ir. H.C.J.H. Gelissen* (Maastricht 1960); De Liagre Böhl, Nekkers en Slot eds., *Nederland industrialiseert!*, 176-178, 180; W.J. Dercksen, *Industrialisatiepolitiek rondom de jaren vijftig: een sociologisch-economische beleidsstudie* (Assen en Maastricht 1986) 31-32.
- 4 Uytendogaart gaf ook gegevens over de V1- en V2-lanceerinrichtingen aan geallieerde inlichtingendiensten door. Archief Shell, inv.nr. 190D, no. 838. Zie voorts De Hen, *Actieve*, 209, 214, 251-252, 256; [J.H. Schweppe ed.], *Research aan het IJ. LBPMA 1914 - KSLA 1989: De geschiedenis van het 'Lab Amsterdam'* (Amsterdam 1989) 90-117; P.F.G. Vincken, *De Nederlandse werkgeversorganisaties en de Tweede Wereldoorlog. Met name op het terrein van de chemische industrie* (prescriptie Faculteit Cultuurwetenschappen, Universiteit Maastricht 1996); P.F.G. Vincken, *Chemische industrie en de Tweede Wereldoorlog. De macht van de bezetter* (doctoraalscriptie Faculteit Cultuurwetenschappen, Universiteit Maastricht 1997).
- 5 De Hen, *Actieve*, 98-100, 229, 256, 267-278, 386; De Liagre Böhl, Nekkers en Slot eds., *Nederland industrialiseert!*, 179-212, 221-223; P. van der Eng, *De Marshall-hulp, een perspectief voor Nederland, 1947-1953* (Houten 1987) 158-189; J. Luiten van Zanden, *Een klein land in de 20e eeuw. Economische geschiedenis van Nederland 1914-1945* (Utrecht 1997) 179-182; 'Centraal Instituut voor Industrieontwikkeling (CIVI)', *Chemisch Weekblad* (verder CW) 44 (1948) 402-403; R.P. van de Kastele, 'Enige chemisch-technisch economische onderwerpen', CW 44 (1948) 469-473; E.C. Wassenaar, 'Industrialisatie van Nederland', *Olie* 2 (1948/49) 128-133.
- 6 *Nederlands economisch herstel* (Den Haag 1952) 63-73; De Hen, *Actieve*, 278-290; De Liagre Böhl, Nekkers en Slot eds., *Nederland industrialiseert!*, 213-236; Dercksen, *Industrialisatiepolitiek*; Van Zanden en Griffiths, *Economische geschiedenis*, 184-209; Messing, *De Nederlandse economie*, 26-28, 38-40, 59-60, 62, 68, 70, 154; Van Zanden, *Een klein land*, 192-195; CW 46 (1950) 746-747, 768, 785-786; *Tien jaar economisch leven in Nederland. Herstelbank 1945-1955* ('s-Gravenhage 1955).
- 7 H. Gelissen, 'De betekenis van de chemische industrie voor het economische leven in Nederland', *Economisch-Technisch Tijdschrift* 17 (1937) 78-85.
- 8 Wassenaar, 'Industrialisatie'; De Hen, *Actieve*, 238, 270; De Liagre Böhl, Nekkers en Slot eds., *Nederland industrialiseert!*, 186-188, 204-209; E.H. Boasson, 'Where are we going?', CW 44 (1948) 445-446; E.H. Boasson, 'Mogelijkheden van een anorganisch-chemische industrie', CW 45 (1949) 33-43; *Tien jaar*, 20-21, 35, 38-39; Messing, *De Nederlandse economie*, 25, 45, 52, 55, 61; A. de Graaff, 'De industrie' in P.B. Kreukniet ed., *De Nederlandse volkshuishouding tussen twee wereldoorlogen* (Utrecht en Antwerpen 1952) VIII-4; G. Grünning, *Plaats en toekomst Nederlandse chemische industrie* (interne notitie, Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, Den Haag 1980); W. Brakel, *De industrialisatie in Nederland gedurende de periode van de Marshall-hulp* (Leiden 1954); 'Marshallplan en chemische industrie', CW 44 (1948) 201; Dercksen, *Industrialisatiepolitiek*, 146-147; Van der Eng, *De Marshall-hulp*, 173, 179, 187; Van Zanden en Griffiths, *Economische geschiedenis*, 193-195, 199, 243.
- 9 De Hen, *Actieve*, 238, 270; J.G. Hoogland, 'Industrialisatie en chemische industrie', CW 43 (1947) 724-727; J.W. Bartelds, 'Toekomst-mogelijkheden der Nederlandse industrie', CW 44 (1948) 529-536; J.G. Hoogland, 'Ontwikkeling der chemische industrie in Nederland', CW 45 (1949) 557-559.
- 10 E.H. Boasson, *De industrie der keuzenzoutelektrolyse* (CIVI-rapport, 's-Gravenhage 1947); E.H. Boasson, *Sodafabricage in Nederland* (CIVI-rapport, 's-Gravenhage 1948); E.L. Krugers Dagneaux, 'De verwerking van aardgas tot chemische producten', CW 48 (1952) 589-597; Boasson, 'Mogelijkheden'. Archief Shell, inv.nr. 104, CI-rapport no. 853, [CIVI], 'Industrialisatieschema voor de chemische sector'. Een voorloper van de kwantitatieve aanpak van het CIVI, die zich echter tot de zwavelzuur- en de kunstmestindustrie beperkte, is P.S. Pels, *Een economisch-statistisch onderzoek naar de chemische industrie in Nederland* (Haarlem 1944).
- 11 G.A. Kohnstamm, *De toekomst van Nederlands industriële ontwikkeling: een technisch-economische studie* ('s-Gravenhage 1947); *Tien jaar*, 90; Messing, *De Nederlandse economie*, 52; Dercksen, *Industrialisatiepolitiek*, 150; Van Zanden, *Een klein land*, 194; De Hen, *Actieve*, 288-289.
- 12 *Staatsmijnen in Limburg. Gedenkboek bij gelegenheid van het vijftigjarig bestaan* (Heerlen 1952) 294-295; CW 43 (1947) 351-352, 45 (1949) 736-737; *Nederlands economisch herstel*, 63-72; [CIVI], 'Industrialisatieschema', 15; Wassenaar, 'Industrialisatie'; Dercksen, *Industrialisatiepolitiek*, 146-147, 150; Van der Eng, *De Marshall-hulp*, 179; R.L. Kenyon, 'The European chemical industry: The Netherlands', *Chemical and Engineering News* 30 (1952) 3698-3705; H. Heerings en W. Smit, *Internationale herstructurering in de kunstmestsector* (Amsterdam 1986). Rijksarchief in de provincie Limburg (RAL), Maastricht, Archief DSM, 17.16/24B, 10 aug. 1950. Archief Shell, inv.nr. 97, no. 11958.
- 13 CW 42 (1946) 86-87, 114, 138-140, 161-162; E.J. Hamers, 'Kunststoffen', *Economisch-Statistische Berichten* 33 (1948) 587-589; W.L.J. de Nie en J.J. Zonsveld, 'Omvang en structuur van de industrie der plastica', *Plastica* 1 (1948) 83-89, 117-124.

- 14 RAL, Archief DSM, 17.26/24A, P.H. de Bruijn, 'De samenwerking Staatsmijnen – AKU op het polyamidengebied'; 17.26/36B, inv. 71 (over samenwerking met Philips). Philips Concern Archief (PCA), Eindhoven, inv.nr.'s 816 en 817, met dank aan Geert Verbong. Centraal Archief DSM, Heerlen: H.J. Merx, *Chronologisch overzicht van de geschiedenis van het Stikstofbindingsbedrijf, 1925-1952* (typoscript, Heerlen 1955) 59; H.J. Merx, *Chronologisch overzicht van de geschiedenis van de cokesfabrieken en het gasdistributiebedrijf, 1912-1952* (typoscript, Heerlen 1955) 75. G. Berkhoff, 'De taak der chemische industrie in de economische ontwikkeling van Nederland', *CW* 49 (1953) 177-191; A. Metzner, *Die chemische Industrie der Welt* (Düsseldorf 1955) dl. 1, 407-418; M. Dendermonde, *Nieuwe tijden, nieuwe schakels. De eerste vijftig jaren van de A.K.U.* (Wormerveer z.j.) 137-147; P. Tans, 'Van Staatsmijnen tot DSM', *Het land van Herle* 27 (1977) 95-96; Dercksen, *Industrialisatiepolitiek*, 254; Van der Eng, *De Marshall-hulp*, 178-179; G.P.J. Verbong, 'De kunststoffenverwerkende industrie', in E.J.G. van Royen ed., *Philips en zijn toeleveranciers. Uitbesteden en toeleveren in de regio Brabant, 1945-1991* (Eindhoven 1991) 127-141, m.n. 128; H. Strijkers, *Veertig jaar caprolactam bij DSM, 1952-1992* (z.p., z.j.); G. van Vegchel, *De metamorfose van Emmen. Een sociaal-historische analyse van twintig kostbare jaren, 1945-1965* (Amsterdam/Meppel 1995) 92-126; F. Baars en T. Lindijer, *Nette meisjes gevraagd. Kousenfabrieken HIN N.V. 1905-1969* (Haarlem 1997) 85-87; P.F.G. Vincken, *Van Staatsmijnen in Limburg tot DSM: de organische dynamiek van een bedrijf* (typoscript, Brunssum 1999).
- 15 Hoogland, 'Industrialisatie en chemische industrie'; Bartelds, 'Toekomstmogelijkheden'; Boasson, *Sodafabricage*; Boasson, 'Mogelijkheden'; *Nederlandsch Verkoopkantoor voor Chemische Producten N.V.* (Amsterdam 1957) 2e druk; [CIVI], 'Industrialisatieschema'. Archief Shell, inv.nr. 82A, no.'s 1397-1398.
- 16 Archief Shell, inv.nr. 82A, no.'s 1397-1398. Centraal Archief DSM, Heerlen: Merx, *Stikstofbindingsbedrijf*, 43, 47, 51, 64, 69. Metzner, *Die chemische Industrie*, 400-402; Dercksen, *Industrialisatiepolitiek*, 150-151; *Olie* 9 (1956) 278-281; *CW* 54 (1958) 318; *Olie* 12 (1959) 242-244; Vincken, *Van Staatsmijnen in Limburg tot DSM*.
- 17 R.J. Forbes ed., *Het zout der aarde. Samengesteld ter gelegenheid van het vijftigjarig bestaan van de NV Koninklijke Nederlandsche Zoutindustrie te Hengelo* (Hengelo 1968) 306, 347-351; D. Mittmann, *Die chemische Industrie im nordwestlichen Mitteleuropa in ihrem Strukturwandel* (Wiesbaden 1974) 326-333; F. de Boer, 'Elf-provinciën-nummer', *NCL. Orgaan van de Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie* (mei 1968) 6-8; J. ten Hove, 'De chemische industrie in Nederland, 1800-1990' in *Delfstoffenwinning en chemische industrie* (Amsterdam 1993) 39-40; Tien jaar, 90; Messing, *De Nederlandse economie*, 52; Van Zanden, *Een klein land*, 194; Dercksen, *Industrialisatiepolitiek*, 150; De Hen, *Actieve*, 288-289; Brakel, *De industrialisatie*, 44.
- 18 [CIVI], 'Industrialisatieschema'; P.S. Pels, 'Chemie en welvaart', *CW* 48 (1952) 967-969; Berkhoff, 'De taak der chemische industrie'.
- 19 Centraal Archief DSM, Heerlen: Merx, *Stikstofbindingsbedrijf*; Merx, *Cokesfabrieken*. Voorts: *Staatsmijnen in Limburg. Gedenboek*; [Staatsmijnen in Limburg], *Stikstofbindingsbedrijf* (z.p. c1949); [Staatsmijnen in Limburg], *Productieprocessen van de chemische bedrijven in schema's* (z.p. c1964).
- 20 RAL, Archief DSM, 17.26/24B, 'Notities betreffende het Staatsmijnbedrijf ten behoeve van de opstelling van de industrialisatienota 1950'. *CW* 45 (1949) 736-737; *CW* 48 (1952) 469-495; Kenyon, 'The European chemical industry'; Dercksen, *Industrialisatiepolitiek*, 146-147; Van der Eng, *De Marshall-hulp*, 179; F.A.M. Messing, *Geschiedenis van de mijnsluiting in Limburg. Noodzaak en lotgevallen van een regionale herstructurering, 1955-1975* (Leiden 1988) 65-66, 74, 267-272; Tans, 'Van Staatsmijnen tot DSM'; Vincken, *Van Staatsmijnen in Limburg tot DSM*; *Stamicarbon: selling the know-how, experience and patents of the 'Staatsmijnen' chemical works* (z.p. 1959); *Stamicarbon nv, a subsidiary of DSM. Processes* (z.p. 1968); *Stamicarbon bv. The licensing subsidiary of DSM. Reference list* (z.p. 1985).
- 21 RAL, Archief DSM, 17.26/24A, De Bruijn, 'Samenwerking Staatsmijnen-AKU', 15; 17.26/34, inv. 1, 'Geschiedenis Staatsmijnen-chemie', 6. *CW* 57 (1961) 481; *CW* 61 (1965) 295; *CW* 65 (1969), 25 apr.; *Industriële activiteiten* (Heerlen 1970); Tans, 'Van Staatsmijnen tot DSM', 95-96; *DSM Magazine*, april 1978; K.F. Mulder, *Choosing the corporate future. Technology networks and choice concerning the creation of high performance fiber technology* (dissertatie RU Groningen 1992); Vincken, *Van Staatsmijnen in Limburg tot DSM*.
- 22 RAL, Archief DSM, 17.26/35A, inv. 60 en 621, en 17.26/46, inv. 261.8 en 310. Messing, *Geschiedenis van de mijnsluiting*, 279-305, 344-345; R.P. van de Kastele, 'Die petrochemische und verwandte organisch-chemische Industrie in den Benelux-Ländern', *Chemische Industrie. Zeitschrift für die deutsche Chemiewirtschaft* 15 (1963) 304-308; P. Ottens, *Van carbo- naar petrochemie. De ontwikkeling van de chemische bedrijven van Staatsmijnen/DSM in Limburg, 1952-1977, met bijzondere aandacht voor de veranderingen in input-output relaties* (doctoraalscriptie Sociale Geografie, RU Groningen 1978); Vincken, *Van Staatsmijnen in Limburg tot DSM*, 128-134.
- 23 P.H. Spitz, *Petrochemicals. The rise of an industry* (New York etc. 1988) 437-461; Chr. Freeman en L. Soete, *The economics of industrial innovation* (Cambridge, Mass. 1997) 3e druk, 98-105; E. Wever, *Olieraffinaderij en petrochemische industrie. Ontstaan, samenstelling en voorkomen van chemische complexen* (dissertatie RU Groningen 1974) 22, 38-41, 52-53, 90-92.
- 24 Spitz, *Petrochemicals*, 453-456, 459; Messing, *Geschiedenis van de mijnsluiting*, 455-456; E.J.G. Toxopeüs, 'De petrochemische industrie', *CW* 63 (1967) 161-165.
- 25 Mittmann, *Die chemische Industrie*, 35-36, 43-45, 75-77, 79-85, 132-136, 294-298; Wever, *Olieraffinaderij*, 91-92, 120-121; Messing, *Geschiedenis van de mijnsluiting*, 350-352; De Boer, 'Elf-provinciën-nummer', 117; *CW* 65 (1969) 27 juni; *CW* 66 (1970) 13 jan.; Tans, 'Van Staatsmijnen tot DSM', 98; *DSM Magazine*, april 1978.
- 26 *CW* 65 (1969), 6 juni, 27 juni, 11 juli, 1 aug., 19 dec.; *CW* 66 (1970), 13 jan.; De Boer, 'Elf-provinciën-nummer', 115-117; Mittmann, *Die chemische Industrie*, 130-136; Tans, 'Van Staatsmijnen tot DSM', 97-99; Messing, *Geschiedenis van de mijnsluiting*, 350-362, 447-456; Vincken, *Van Staatsmijnen in Limburg tot DSM*.
- 27 Messing, *Geschiedenis van de mijnsluiting*, 66-67, 268-272, 350-362, 447-456.
- 28 *Van Rotterdam Charlois naar Rotterdam Pernis, 1902-1977* (Rotterdam 1977) 70-71, 74, 82, 92-94, 97, 100-102; *CW* 47 (1951) 894; E.J.G. Toxopeüs, 'De petrochemische industrie en Rotterdam', *Chemisch Weekblad* 59 (1963) 666-668. Archief Shell, inv.nr. 82A, no. 1395.
- 29 W.A. Klimbie, 'De Koninklijke/Shell Groep in Nederland', *Olie* (juni 1965) 225-228; Wever, *Olieraffinaderij*; *Van Rotterdam Charlois*; [Shell Pernis], *In kort bestek* (z.p. 1958).
- 30 Archief Shell, inv.nr. 82B, no. 763. Metzner, *Die chemische Industrie*, 402-403, 418-422, 430; H.I. Waterman, 'De ontwikkeling van de chemische industrie en de chemische technologie in de afgelopen 25 jaar in Nederland', *CW* 49 (1953) 743-746; J. Overhoff en A.E. Schouten, 'Enkele aspecten der petrochemische industrie', *CW* 49 (1953) 746-758; Toxopeüs, 'De petrochemische industrie en Rotterdam'; E. Wever, 'Pernis-Botlek-Europoort. Un complexe a base de petrole?', *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* 57 (1966) 131-140, m.n. 132-134; De Boer, 'Elf-provinciën-nummer', 85-87; Wever, *Olieraffinaderij*; Mittmann, *Die chemische Industrie*, 299-302; *Shell industrie chemicaliën gids* ('s-Gravenhage 1971) 5e druk.
- 31 Archief Shell, inv.nr. 190A, no. 179A, J.Ph. Pfeiffer, 'Memorandum about the manufacture of special products whose preparation requires close contacts with the buyers on the one hand and research on the other', 11 januari 1946.

- 32 Archief Shell, inv.nr. 82A, no.'s 1030, 1390, 1396, 1495, 1700; inv.nr. 97, no.'s 10892, 11026, 11958; inv.nr. 190A, no. 179A. Shell Research and Technology Centre, Amsterdam, rapporten bibliotheek: *AD Progress report 1950* (KSLA-rapport no. 18005); *Maandverslagen Chemische Sectie. N.V. B.P.M., Installatie Pernis, 1950* (KSLA-rapport no. 18009). *Van Rotterdam Charlois*, 60; CW 43 (1947) 351-352; D.H. Wester, *Mensch – scheikunde – samenleving* (Den Haag 1948) 2e druk, 369; *Olie 2* (1948/49) 350-352; Vincken, *Van Staatsmijnen in Limburg tot DSM*.
- 33 Archief Shell, inv.nr. 82A, no.'s 1396, 1700. Metzner, *Die chemische Industrie*, 402-403, 421-422.
- 34 'Synthetische glycerine', *Olie 2* (1948/49) 144-146; Metzner, *Die chemische Industrie*, 402-403, 421-422; *Olie 13* (1960) 103, 267, 363; CW 57 (1961) 481; CW 61 (1965) 295; De Boer, 'Elf-provinciën-nummer', 40, 86; Wever, *Olieraffinaderij*, 119; *Shell Nederland Chemie 25 jaar* (Rotterdam 1974); *Van Rotterdam Charlois*. Archief Shell, inv.nr. 97, no. 10578.
- 35 *Olie 13* (1960) 303, 358; CW 57 (1961) 481; CW 59 (1963) 559-560; CW 61 (1965) 295; Wever, 'Pernis-Botlek-Europoort', 134; H. Koopmans, *Vijftig jaar scheikundige nijverheid in Nederland* (Delft 1967) 104, 106; *Rotterdam Chemisch Centrum* (Rotterdam 1968); De Boer, 'Elf-provinciën-nummer', 86; CW 65 (1969) 19 dec.; Wever, *Olieraffinaderij*, 117-118, 124; Mittmann, *Die chemische Industrie*, 300; *Shell Nederland Chemie 25 jaar*.
- 36 Van de Kastele, 'Die petrochemische und verwandte organisch-chemische Industrie'; Wever, 'Pernis-Botlek-Europoort', 139-140; *Olie 17* (1964) 234, 302; *Onder de vlam 9* (1965/66), nrs. van 5 febr., 29 okt. 1965, 21 jan. 1966; *Rotterdam Chemisch Centrum* (Rotterdam 1968) 11; De Boer, 'Elf-provinciën-nummer', 86; CW 65 (1969) 18 juli; Mittmann, *Die chemische Industrie*, 299-300; Wever, *Olieraffinaderij*, 117-118, 130; *Shell Nederland Chemie 25 jaar*, 10-13.
- 37 CW 65 (1969) 28 sept.; Mittmann, *Die chemische Industrie*, 274, 322; Wever, *Olieraffinaderij*, 117-118, 123; *Shell Nederland Chemie 25 jaar*, 12-13.
- 38 Archief Shell, inv.nr. 82A, no.'s 1394-1396, contracten chloortransport.
- 39 S. Polet ed., *Verkenning in het onbekende. Vijftig jaar Koninklijke Shell Laboratorium Amsterdam* (z.p., z.j.); P.J. van den Berg, *Collegediktaat Chemische Werkwijzen* (TH Delft 1963-1964) 138-139, 145-146; Koopmans, *Vijftig jaar*, 102; Wever, *Olieraffinaderij*, 119; Spitz, *Petrochemicals*, 395-417. Met dank aan ir. A. Hamburger, Bloemendaal, voor e-mail d.d. 29 december 1999. Zie ook J. van Eijndhoven, *Weg! zijn. Gif trein. Risiko's bij productie, opslag en vervoer van gevaarlijke stoffen in een dichtbevolkt land* (Amsterdam 1984).
- 40 Metzner, *Die chemische Industrie*, 407-408, 433-441; *De chemische industrie in Nederland. Symposium, maart 1958, Amsterdam* ('s-Gravenhage 1958); CW 54 (1958) 481-506. Archief Shell, inv.nr. 82A, no. 1396.
- 41 [CBS], *75 jaar statistiek van Nederland* ('s-Gravenhage 1975), tabel k77; Ten Hove, 'De chemische industrie', 59.
- 42 H.J. de Heer, 'Automatisering. Stand van zaken bij de chemische industrie', *Economisch-Statistische Berichten*, 16 oktober 1957; *Zesde nota inzake de industrialisatie van Nederland*, Tweede Kamer, zitting 1957-1958, no. 5161 (Den Haag 1958) 24; [Schweppe ed.], *Research aan het IJ*, 133, 136, 180-181, 192, 195, 219; M. Pyke, *Automation: its purpose and future* (Londen z.j.) 55-82; E.H. Bunte, *Chemie in opmars* (Amsterdam en Brussel 1968) 134-142; P.M.E.M. van der Grinten, *Regelende rekenmachines* (inaugurele oratie RU Groningen, 1970); *Bedrijfstakverkenning 1980. 8. Chemische-, rubber- en kunststofverwerkende industrie* ('s-Gravenhage 1980) 110; G. Alberts, 'Optimaal regelen' in E. van Oost e.a. eds., *De opkomst van de informatietechnologie in Nederland* (Den Haag 1998) 101-117.
- 43 Mittmann, *Die chemische Industrie*; Van Zanden en Griffiths, *Economische geschiedenis*, 223-228; *Bedrijfstakverkenning 1980*, 98-99.
- 44 W. Molle en E. Wever, *Oil refineries and petrochemical industries in Western Europe. Buoyant past, uncertain future* (Aldershot en Brookfield, Vermont 1984) 28; Messing, *Geschiedenis van de mijnsluiting*, 17; R.G. Stokes, *Opting for oil. The political economy of technological change in the West German chemical industry, 1945-1961* (Cambridge 1994) 233-252; Metzner, *Die chemische Industrie*, 398-399; H. Hoog, 'De Europese chemische industrie gebaseerd op aardolie', *De Ingenieur* 74 (37) (14 sept. 1962) M33-M40; Van de Kastele, 'Die petrochemische und verwandte organisch-chemische Industrie'; 'De ontwikkeling van de Nederlandse procesindustrie: bevorderende en remmende factoren', CW 65 (1969) 21 mrt., 13-16.
- 45 N.V. Rotterdam-Rijn Pijpleiding Maatschappij. *Publication issued on the occasion of the official opening of the Rotterdam-Rhine Pipeline on the 27th of June 1960* (Den Haag, 1960); Mittmann, *Die chemische Industrie*, 292-298; F. de Goey, *Ruimte voor industrie. Rotterdam en de vestiging van industrie in de haven* (Rotterdam 1990) 24, 88.
- 46 *Bedrijfstakverkenning 1980*, 109-114; Mittmann, *Die chemische Industrie*; H. Bathelt, *Chemiestandort Deutschland. Technologischer Wandel, Arbeitsteilung und geographische Strukturen in der Chemischen Industrie* (Berlijn 1997); Ten Hove, 'De chemische industrie', 36-37; CW 65 (1969) 23 mei.
- 47 R. Cox, 'Het internationale karakter van de chemische industrie', CW 57 (1961) 566-576; Metzner, *Die chemische Industrie*, 392, 400; De Goey, *Ruimte voor industrie*; Wever, *Olieraffinaderij*; Mittmann, *Die chemische Industrie*; Ten Hove, 'De chemische industrie', 34, 36; Koopmans, *Vijftig jaar*, 93-136; Van de Kastele, 'Die petrochemische und verwandte organisch-chemische Industrie'; G.A. van Haeften, *De chemische industrie in Nederland* (Den Haag 1965) 12-14; H. Koopmans, 'Nederland ligt gunstig voor ontwikkeling van chemische industrie', CW 63 (1967) 49-54; P. de Schipper, *Achter de dijken. Dow in Terneuzen, 1962-1997* (Brugge 1997) 85-101.
- 48 Spitz, *Petrochemicals*, 426-437; L.C. Axelrod en T.E. O'Hare, 'Production of synthetic ammonia' in V. Sauchelli ed., *Fertilizer nitrogen: Its chemistry and technology* (New York 1964) 58-88; R.H. Multhaup en G.P. Eschenbrenner, *Technology's harvest. Feeding a growing world population* (Houston, Londen, etc. 1996); Wever, *Olieraffinaderij*, 22.
- 49 *Bedrijfstakverkenning 1980*, 105-125, 194-197; K. Steenbakkers, 'Petrochemical complexes and formations' in M. de Schmidt en E. Wever eds., *Complexes, formations and networks* (Utrecht en Nijmegen 1991) 41-52, m.n. 46-47.
- 50 G.J. Borghuis, *Veertig jaar NAM. De geschiedenis van de Nederlandse Aardolie Maatschappij, 1947-1987* (Assen 1988) 1, 17, 20-22, 24, 30-31, 35, 46, 48, 52, 56-60; W. Kielich, *Ondergronds rijk: 25 jaar Gasunie en aardgas* (Groningen en Amsterdam 1988) 15, 17-18, 24, 27-34, 49, 52, 55-56, 58-61, 69-70; Van de Kastele, 'Die petrochemische und verwandte organisch-chemische Industrie'; Messing, *Geschiedenis van de mijnsluiting*, 217-219, 272-277. Archief Shell, inv.nr. 82A, no. 1495.
- 51 Archief Shell, inv.nr. 82A, no. 1495. Van de Kastele, 'Die petrochemische und verwandte organisch-chemische Industrie'; De Goey, *Ruimte voor industrie*, 134-139; Mittmann, *Die chemische Industrie*, 256-258; *Bedrijfstakverkenning 1980*, 31-34, 109.
- 52 *Rotterdam Chemisch Centrum*, 13, 15-17, 19; Mittmann, *Die chemische Industrie*; Wever, *Olieraffinaderij*; B. Gezelle en M. van Overbeeke eds., *Rotterdam: de havenwereld van een wereldhaven* ('s-Gravenhage 1989) 92-97, 100-101, 122-127, 152-157; De Schipper, *Achter de dijken*, 85-101; De Goey, *Ruimte voor industrie*, 70-94, 134-147; G.E.R.P.B. Niessen, *Vorming van het bedrijfsvestigingspatroon in Nederland sinds 1890. Theorie, overheidsbeleid en realiteit* (prescriptie Faculteit Cultuurwetenschappen, Universiteit Maastricht 1998). Archief Shell, inv.nr. 82A, no. 1396.
- 53 Mittmann, *Die chemische Industrie*; Wever, 'Pernis-Botlek-Europoort'; Wever, *Olieraffinaderij*; Toxopeüs, 'De petrochemische industrie en Rotterdam'; De Boer, 'Elf-provinciën-nummer', 79-94; *Rotterdam Chemisch Centrum*; Steenbakkers, 'Petrochemical complexes'.

- 54 Van de Kastele, 'Die petrochemische und verwandte organisch-chemische Industrie'; Koopmans, *Vijftig jaar*, 124-126; M. de Schmidt, 'Foreign industrial establishments located in the Netherlands', *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* 57 (1966) 1-19.
- 55 Forbes ed., *Het zout der aarde*; A. Leemans, *Zilver in platina. Vijfentwintig jaar Cyanamid-Ketjen Katalysator* (Amersfoort 1983); Mittmann, *Die chemische Industrie*; Wever, *Olieraffinaderij*; Rotterdam *Chemisch Centrum*; De Boer, 'Elf-provinciën-nummer', 79-94. RAL, Archief DSM, 17.26/24A, 'Mogelijkheden inzake de ontwikkeling van Staatsmijnen-Chemie'.
- 56 De uitzonderingspositie van Shell komt bijvoorbeeld naar voren in een intern stuk van DSM. Na twintig bedrijven in Nederland behandeld te hebben (waaronder de dochterondernemingen van Dow, Du Pont en ICI!), besluit het stuk met de zin: 'Bij deze opsommingen is uiteraard het chemische bedrijf van Shell buiten beschouwing gelaten.' Ook uit archiefstukken van Philips spreekt dezelfde houding. RAL, Archief DSM, 17.26/24A, 'Overzicht Nederlandse chemische industrie', 14 oktober 1965; PCA, inv.nr.'s 816 en 817: i.h.b. notitie Van de Kastele, 21 apr. 1947.
- 57 Wever, *Olieraffinaderij*, 22; Toxopeüs, 'De petrochemische industrie en Rotterdam'; Toxopeüs, 'De petrochemische industrie'; Steenbakkers, 'Petrochemical complexes'.
- 58 RAL, Archief DSM, 17.26/24A, 'Mogelijkheden inzake de ontwikkeling van Staatsmijnen-chemie'. Messing, *Geschiedenis van de mijnsluiting*, 247-248, 270-271, 359-362, 447-450, 454-465, 592-593; B. Klaverstijn, *Samentwijken. Via fusie naar integratie* (Arnhem 1986) 38-41; Ten Hove, 'De chemische industrie', 34-35; Vincken, *Van Staatsmijnen in Limburg tot DSM*.
- 59 De Schipper, *Achter de dijken*; E.N. Brandt, *Growth company. Dow Chemical's first century* (East Lansing, MI 1997) 373-421; De Boer, 'Elf-provinciën-nummer', 97.
- 60 Wever, *Olieraffinaderij*, 114; P. Reinshagen, 'Overzicht van de Nederlandse chemische industrie', bijlage bij het *Chemisch Weekblad* van 19 september 1969; H. Geraets en F. Wegenwijs, 'Het industrialisatieproces in Midden-Zeeland', *Zone. Tijdschrift voor ruimtelijke theorie en politiek*, nr. 8 (1978) 15-57; Mittmann, *Die chemische Industrie*; *Bedrijfstakverkenning* 1980, 31-34, 109-114, 194; De Goey, *Ruimte voor industrie*, 148-170. Voor een relativering van het belang van pijpleidingen, zie Steenbakkers, 'Petrochemical complexes', 47.
- 61 J.P. Hoefnagels, *Van milieuzorgen naar milieuzorg. Een beschrijving en verklaring van de invloeden op de milieuzorg van de chemische industrie in Rijnmond vergeleken in de periodes 1968-1972 en 1985-1991. Een bedrijfs-geschiedenis* (doctoraalscriptie Erasmus Universiteit Rotterdam 1993) 11; M.I. Rigter, *Van CMRK tot DCMR. De vervuiling van Rijnmond te lijf* (doctoraalscriptie Economische en Sociale Geschiedenis, RU Utrecht 1993) 15-16; H.C.M. Edelman, 'Wij vergif-tigen de lucht!', *Katholieke Illustratie* 89 (1955) 2564-2567; [OEEC], *Air and water pollution. The position in Europe and in the United States* (Parijs 1957) 148-152; R.J. Forbes, 75 jaar aardolietechniek', *Olie* (juni 1965) 219-224, m.n. 223; IJ. Buurma, *Vuile lucht* (z.p. 1968) 38, 80. Archief Shell, inv.nr. 82A, no. 1396, 'Some aspects of the development of oil chemistry in the Netherlands', 9 febr. 1949, p. 8.
- 62 *Raffinaderij Rotterdam-Pernis* ('s-Gravenhage 1956) 7e druk, 26-27; *Van Rotterdam Charlois*, 99, 101; Rigter, *Van CMRK tot DCMR*, 23-24; R. Vrijburg, 'Abwasser der Erdölraffinerien', *F.E.G.-Informationsblatt*, nr. 2 (juli 1959) 25-28; M.J.K. Heinen, 'Luchtverontreiniging in de omgeving van de Nieuwe Waterweg', *Technisch Gemeentebled* 46 (1960) 144-146; De Goey, *Ruimte voor industrie*, 103-104.
- 63 Rigter, *Van CMRK tot DCMR*, 24; M.G. Baard, 'Een historisch onderzoek naar de reacties van de Esso-raffinaderij op het milieubeleid van de overheid', *Jaarboek voor de Geschiedenis van Bedrijf en Techniek* 8 (1991) 224-247; Hoefnagels, *Van milieuzorgen*, 11, 30-31; H. Versloot, 'Vlaardingse lucht', *Socialisme en democratie* 20 (1963) 739-741; Buurma, *Vuile lucht*, 38-39, 78-85, 112-113; K. Boender, *Milieuprotest in Rijnmond: sociologische analyse van milieusolidariteit onder elites en publiek* (Rijswijk 1985); De Goey, *Ruimte voor industrie*, 196-197; J. Cramer, *De groene golf: geschiedenis en toekomst van de Nederlandse milieubeweging* (Utrecht 1989).
- 64 Van Haften, *De chemische industrie*, 31-32.
- 65 *Shell en het leefmilieu. Het leefmilieu en Shell* (Rotterdam 1970) 18; J.F. Clausen ed., *Machevo-congres 1965: Lucht en water verontreiniging* (IJmuiden 1965); Hoefnagels, *Van milieuzorgen*, 11, 30-31; E.H. Bunte, *Leven met chemie* (Den Haag, 1968); Bunte, *Chemie in opmars*, 151; C.L.M. Poels, 'De ontwikkeling van het milieubesef, 1950-1965', *ROM Magazine* 14 (6) (juni 1996) 22-24.
- 66 *Van Rotterdam Charlois*, 109-111; Bunte, *Chemie in opmars*, 145; Rigter, *Van CMRK tot DCMR*, 38-39; Buurma, *Vuile lucht*, 43-44, 54; J.H.M.B. Magnée, *Industrie en milieuwetgeving. De invloed van de chemische industrie op de milieuwetgeving aangaande water- en luchtverontreiniging, 1960-1975. Een studie vanuit politologisch perspectief* (doctoraalscriptie Cultuur- en Wetenschapsstudies, Universiteit Maastricht 1996); Gerd Spelsberg, *Rauchplage. Zur Geschichte der Luftverschmutzung* (Keulen 1988) 2e druk, 211-212.
- 67 Buurma, *Vuile lucht*, 70-71; Magnée, *Industrie en milieuwetgeving*; NCI (1965) 332; Rigter, *Van CMRK tot DCMR*, 32-56; 'De ontwikkeling van de Nederlandse procesindustrie'; De Goey, *Ruimte voor industrie*, 145-147, 196-201, 216-221; Cramer, *Groene golf*; J.L. van Zanden en S.W. Verstegen, *Groene geschiedenis van Nederland* (Utrecht 1993); A.J. Hoffman, 'Trends in corporate environmentalism: The chemical and petrochemical industries, 1960-1993', *Society & Natural Resources* 9 (1996) 47-64; Hoefnagels, *Van milieuzorgen*.

Chemie/hoofdstuk 7**Industrialisatie en industriecomplexen: de chemische industrie tussen overheid, technologie en markt**

- A. Bloemen e.a. ed., *De soda* (Roermond 2000) (= laatste uitgave van *Kroniek. Personeelsblad van Solvay Chemie B.V.*).
- E.H. Boasson, 'Mogelijkheden van een anorganisch-chemische industrie', *Chemisch Weekblad* 45 (1949) 33-43.
- F. de Boer, 'Elf-provinciën-nummer', *NCI. Orgaan van de Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie* (mei 1968).
- IJ. Buurma, *Vuile lucht* (z.p. 1968) (= ANWB Recreatie-brochure no. 6).
- W.J. Dercksen, *Industrialisatiepolitiek rondom de jaren vijftig: een sociologisch-economische beleidsstudie* (Assen en Maastricht 1986).
- R.J. Forbes ed., *Het zout der aarde. Samengesteld ter gelegenheid van het vijftigjarig bestaan van de NV Koninklijke Nederlandsche Zoutindustrie te Hengelo* (Hengelo 1968).

- F. de Goey, *Ruimte voor industrie. Rotterdam en de vestiging van industrie in de haven* (Rotterdam 1990).
- G.A. van Haften, *De chemische industrie in Nederland* (Den Haag 1965).
- P.E. de Hen, *Actieve en re-actieve industrialisatiepolitiek in Nederland* (Amsterdam 1980).
- R.P. van de Kastele, 'Die petrochemische und verwandte organisch-chemische Industrie in den Benelux-Ländern', *Chemische Industrie. Zeitschrift für die deutsche Chemiewirtschaft* 15 (1963) 304-308.
- B. Klaverstijn, *Sementwijnen. Via fusie naar integratie* (Arnhem 1986).
- G.A. Kohnstamm, *De toekomst van Nederlands industriële ontwikkeling: een technisch-economische studie* ('s-Gravenhage 1947).
- H. de Liagre Böhl, J. Nekkers en L. Slot eds., *Nederland industrialiseert! Politieke en ideologische strijd rondom het naoorlogse industrialisatiebeleid, 1945-1955* (Nijmegen 1981).
- F.A.M. Messing, *Geschiedenis van de mijnsluiting in Limburg. Noodzaak en lotgevallen van een regionale herstructurering, 1955-1975* (Leiden 1988).
- A. Metzner, *Die chemische Industrie der Welt* (Düsseldorf 1955) 2 dln. [Ministerie van Economische Zaken], *Bedrijfstakverkenning 1980. 8. Chemische-, rubber- en kunststofverwerkende industrie* ('s-Gravenhage 1980).
- D. Mittmann, *Die chemische Industrie im nordwestlichen Mitteleuropa in ihrem Strukturwandel* (Wiesbaden 1974).
- Nederlandse chemische en pharmaceutische producten en hun fabrikanten* ('s-Gravenhage 1956) 3e druk.
- 'De ontwikkeling van de Nederlandse procesindustrie: bevorderende en remmende factoren', *Chemisch Weekblad* 65 (21 mrt. 1969) 13-16.
- P. Ottens, *Van carbo- naar petrochemie. De ontwikkeling van de chemische bedrijven van Staatsmijnen/DSM in Limburg, 1952-1977, met bijzondere aandacht voor de veranderingen in input-output relaties* (doctoraalscriptie Sociale Geografie, RU Groningen 1978).
- J. Overhoff en A.E. Schouten, 'Enkele aspecten der petrochemische industrie', *Chemisch Weekblad* 49 (1953) 746-758.
- Van Rotterdam Charlois naar Rotterdam Pernis, 1902-1977* (Rotterdam 1977) (= jubileumuitgave van *Onder de vlam* 21 (16 september 1977)).
- Rotterdam Chemisch Centrum*, speciaal nummer van het tijdschrift *Rotterdam-Europoort-Delta* (Rotterdam 1968).
- P. de Schipper, *Achter de dijken. Dow in Terneuzen, 1962-1997* (Brugge 1997).
- Shell Nederland Chemie 25 jaar* (Rotterdam 1974) (= jubileumuitgave van *Onder de vlam* 18 (2 september 1974)).
- R.G. Stokes, *Opting for oil. The political economy of technological change in the West German chemical industry, 1945-1961* (Cambridge 1994).
- H. Strijkers, *DSM Chemicals: een terugblik, 1975-1991* (z.p., z.j.).
- H. Strijkers, *Veertig jaar caprolactam bij DSM, 1952-1992* (z.p., z.j.).
- P. Tans, 'Van Staatsmijnen tot DSM', *Het land van Herle. Tijdschrift en contactorgaan voor vrienden en beoefenaars van de historie van oostelijk Zuid-Limburg* 27 (1977) 88-103.
- E.J.G. Toxopeus, 'De petrochemische industrie', *Chemisch Weekblad* 63 (1967) 161-165.
- [VNCI], *Handboek voor de Nederlandse chemische industrie* (Alphen aan den Rijn 1977-1990).
- E. Wever, 'Pernis-Botlek-Europoort: Un complexe a base de pétrole?', *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* 57 (1966) 131-140.
- E. Wever, *Olieraffinaderij en petrochemische industrie. Ontstaan, samenstelling en voorkomen van chemische complexen* (dissertatie RU Groningen 1974).