

X

Het Nederlandse Innovatie Systeem, 1870-1990

JASPER FABER

1. Inleiding

De kennisverwerving van industriële bedrijven veranderde in de twintigste eeuw ingrijpend van karakter. Rond 1900 was veel kennisverwerving kennisimport en deden sommige directeuren een enkele keer zelf wat onderzoek.¹ In de loop van de eeuw werd kennisverwerving echter een steeds belangrijker onderdeel van het bedrijfsbeleid.² Ook de mogelijkheden om kennis te verwerven namen toe. Universiteiten en hogescholen werkten steeds vaker samen met de industrie, particuliere laboratoria waren een tijd lang de mogelijkheid om onderzoek uit te besteden, een functie die later ook werd vervuld door overheidsinstellingen en TNO. Steeds meer bedrijven gingen ertoe over om zelf kennis te genereren, en daardoor namen ook de mogelijkheden voor samenwerking toe. Al deze ontwikkelingen kunnen beschreven worden als de opbouw van een kennisinfrastructuur, en ook met een term die in de economische literatuur gangbaar is geworden, *een innovatiesysteem*.³

Innovatiesystemen beïnvloeden de uitkomst van spoorwerk en ontwikkeling.⁴ Geen enkel bedrijf kan geheel in zijn eigen kennis voorzien. Bij het ontwikkelen van een innovatie is er bijvoorbeeld vaak kennis nodig van toeleveranciers of af-

1 H.W. Lintsen, 'Kennisverwerving in de Nederlandse industrie in de 19e eeuw', in: *Tijdschrift voor de geschiedenis der geneeskunde, natuurwetenschappen, wiskunde en techniek* 9 (1986) 175-189.

2 Jasper Faber, *Kennisverwerving in de Nederlandse industrie 1870-1970* (Amsterdam 2001).

3 Bengt-Åke Lundvall (red.), *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning* (New York 1995); Chris Freeman en Luc Soete, *The economics of industrial innovation* (derde druk, Cambridge 1997); Charles Edquist (red.), *Systems of innovation* (Londen 1997).

4 'Spoorwerk en ontwikkeling' was lange tijd de gangbare vertaling van 'research and development'. Ik gebruik hier de term 'spoorwerk' in plaats van het meer gangbare 'on-

nemers, en bij het speurwerk kan een bedrijf expertise in een bepaalde discipline missen. Als bepaalde kennis in een innovatiesysteem niet aanwezig is of niet makkelijk ontwikkeld en uitgewisseld kan worden, belemmert dat de ontwikkeling van bepaalde innovaties. Het omgekeerde is ook waar. In een comparatieve analyse van de innovatiesystemen in verschillende landen heeft Richard Nelson aangetoond dat er een wisselwerking is tussen nationale innovatiesystemen de specialisatie van de nationale industrie.⁵ Het nationale innovatie systeem en de economische ontwikkeling van een land zijn nauw met elkaar verbonden.

Hoewel er enkele pogingen zijn gedaan om het Nederlandse innovatiesysteem (NIS) te beschrijven, ontbreekt het aan een lange-termijnperspectief op de ontwikkeling ervan.⁶ Dit is een groot gemis omdat zaken als de mentaliteit van wetenschappers, wetgeving, of de betrokkenheid van de overheid bij de economie, een innovatiesysteem vele decennia lang beïnvloeden. Dit artikel concentreert zich daarom op de ontwikkeling van het NIS in de twintigste eeuw, op de invloed van overheid, wetenschap, handel en industrie en op de samenhang tussen NIS, industriële structuur en economische ontwikkeling.⁷ Het begint met een beknopte omschrijving van het begrip innovatiesysteem, en behandelt daarna de historische ontwikkeling ervan in vijf paragrafen. In de conclusie wordt een verband gelegd tussen de ontwikkeling van het innovatiesysteem en de economische groei.

2. Innovatiesystemen

Het begrip innovatiesysteem wordt soms breed gedefinieerd als de samenhangende factoren die innovaties in een land beïnvloeden.⁸ In een bedrijfshistorische context kan de definitie echter preciezer zijn: een innovatiesysteem is een netwerk van instellingen die innovaties beïnvloeden, zoals bedrijven, opleidings- en onderzoeks-

derzoek' ook om aan te geven dat het doel niet vermeerdering van kennis is, maar het vinden van nieuwe ideeën die, toegepast in producten, economisch voordeel opleveren.

5 Richard R. Nelson (red.), *National innovation systems: a comparative analysis* (New York 1993).

6 D. Jacobs, P. Boekholt en W. Zegveld, *De economische kracht van Nederland: een toepassing van Porters benadering van de concurrentiekracht van landen* ('s-Gravenhage 1990); Pim den Hertog, Theo J.A. Roelandt, Patricia Boekholt en Hendrien van der Gaag, 'Assessing the distribution power of national innovation systems: pilot study the Netherlands' (working paper TNO Apeldoorn 1995).

7 Voor een analyse van het innovatiesysteem in de landbouw wordt verwezen naar het artikel van Harro Maat in dit *NEHA-Jaarboek*.

8 Richard R. Nelson en Nathan Rosenberg, 'Technical innovation and national systems', in: Nelson (red.), *National innovation systems*, 3-21, aldaar 4.

instituten, waarbij de relaties binnen het netwerk bepaald worden door instituties zoals wet- en regelgeving en sociale en culturele gebruiken.⁹

Een innovatiesysteem is een systeem, maar niet in de zin dat het volgens een vooraf opgesteld plan tot stand is gekomen, dat de onderdelen zorgvuldig zijn uitgekozen en de relaties met beleid tot stand gebracht. Enkele onderdelen mogen misschien gepland zijn, andere zijn min of meer toevallig in het systeem beland of zijn met een geheel andere bedoeling opgezet. De term systeem wordt veeleer gebruikt om aan te geven dat het uit ongelijksoortige onderdelen bestaat die met elkaar in verbinding staan en die samen als één geheel functioneren. Het is een netwerk, en als het begrip innovatiesysteem niet reeds algemeen aanvaard zou zijn, zou het wellicht beter zijn om te spreken van een innovatienetwerk.

Binnen innovatiesystemen zijn twee soorten structuren te onderscheiden: institutionele netwerken en persoonlijke netwerken. Tot de eerste soort hoort alle formele, contractueel vastgelegde, kennisuitwisseling, zoals bijvoorbeeld gebeurt in spuurwerkverenigingen, bij de uitbesteding van een onderzoek aan TNO, of bij de aanstelling van een hoogleraar als adviseur. De tweede soort zijn bijvoorbeeld vriendschappen en het 'elkaar kennen', bijvoorbeeld door een gemeenschappelijke opleiding. Eric von Hippel heeft laten zien dat in sommige sectoren in de Verenigde Staten (VS) de kennisoverdracht in dit soort informele netwerken veelvuldig voorkwam.¹⁰ Beide netwerken grijpen natuurlijk in elkaar, zeker in een land als Nederland, waar veel onderzoekers een gemeenschappelijke opleiding hadden en het aantal mensen dat zich met spuurwerk en ontwikkeling (S&O) bezighield niet erg groot was.

De grenzen van een innovatiesysteem zijn niet altijd duidelijk aan te geven. Welke afbakening ook gekozen wordt, altijd blijken de grenzen permeabel te zijn voor kennis en innovaties. Er zijn daarom maar weinig dwingende redenen te geven om voor een bepaalde begrenzing te kiezen; de keuze hangt af van de doelstelling van het onderzoek. Ik heb ervoor gekozen om als hoogste niveau het Nederlandse innovatiesysteem (NIS) te kiezen. Binnen de nationale grenzen zijn de wetten en regels die de kennisuitwisseling binnen het innovatiesysteem beïnvloeden gelijk. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan de octrooiwet, of wetten over contacten tussen bedrijven, of regels met betrekking tot contacten tussen hoogleraren – ambtenaren – en bedrijven. Bovendien is uitwisseling van kostbare kennis een zaak van vertrouwen en dat is eenvoudiger te kweken binnen een culturele entiteit dan over culturele grenzen heen.¹¹ Omdat natiestaten gekenmerkt worden door een zekere culturele homogeniteit, zal ook vanwege deze culturele factoren een innovatiesysteem nationale kenmerken vertonen. Tot slot maakt een inpassing van

9 Lars Gelsing, 'Innovation and the development of industrial networks', in: Lundvall (red.), *National systems*, 116-128.

10 Eric von Hippel, *The sources of innovation* (Oxford 1988).

11 Bent-Åke Lundvall, 'Introduction', in: Lundvall (red.), *National systems*, 1-19.

de bedrijven in een nationaal systeem het mogelijk om een verbinding te leggen met de ontwikkeling van de Nederlandse industrie en de Nederlandse economie.

3. Kennis en innovaties omstreeks 1900

In de negentiende eeuw liep de Nederlandse industrie in technisch opzicht niet voorop maar volgde ze de buitenlandse ontwikkelingen.¹² Kennisverwerving was vooral kennisimport en als er al sprake was van een innovatiesysteem, dan was dat eerder een import- en diffusiesysteem dan een systeem voor de creatie en ontwikkeling van nieuwe kennis. Veel fabrikanten maakten daarom een buitenlandse reis om op de hoogte te raken van technische ontwikkelingen, of ze stuurden hun opvolgers naar een bevriende onderneming in het buitenland.¹³ Een andere manier om kennis te importeren was door buitenlandse technici of ingenieurs in te huren. Deze manier was waarschijnlijk kostbaarder dan de bovenstaande twee, maar minder arbeidsintensief. Daarnaast was er een wezenlijker verschil. Een buitenlandse reis leverde eenmalig kennis op, terwijl een buitenlandse technicus zijn vernuft kon aanwenden om voortdurend verbeteringen in het bedrijf door te voeren.

Kennisverwerving binnen Nederland

Een fabrikant had in de negentiende eeuw nogal wat mogelijkheden om kennis te importeren. In eigen land waren er echter weinig personen of instellingen op wie hij een beroep kon doen bij het ontwikkelen van innovaties. Weliswaar bestonden er rond de eeuwwisseling zo'n achttien particuliere laboratoria die werk deden voor handel en industrie, maar zij beperkten zich hoofdzakelijk tot chemische analyses.¹⁴ Slechts een enkel laboratorium legde zich ook toe op het uitwerken van procédés en het geven van chemisch-technische adviezen. Voor vragen op het gebied van werktuigbouw, verwarming en elektrotechniek konden bedrijven soms een beroep doen op ingenieursbureaus of technische handelsondernemingen, maar ook hier was de keus niet groot.¹⁵

12 J.W. Schot, 'Innoveren in Nederland', in: H.W. Lintsen et al. (red.), *Geschiedenis van de techniek in Nederland: de wording van een moderne samenleving 1800-1890*, deel VI (Zutphen 1994) 216-239.

13 Lintsen, 'Kennisverwerving'.

14 Ingrid Vledder, Eddy Houwaart en Ernst Homburg, 'Particuliere laboratoria in Nederland, deel 1: opkomst en bloei, 1865-1914', in: *NEHA-Jaarboek 62* (1999) 249-290, aldaar 255-257.

15 Faber, *Kennisverwerving*, 76-77, 129, 199; Arjan van Rooij en Ernst Homburg, *building the plant. A history of engineering contracting in the Netherlands* (Zutphen 2002) 42-59.

Er waren aan het einde van de negentiende eeuw geen overheidslaboratoria die opdrachtonderzoek deden en hoogleraren en fabrikanten werkten zelden intensief samen. Universitaire wetenschappers legden zich in die tijd meer en meer toe op de zuivere wetenschap, terwijl de leraren aan de Polytechnische School niet de faciliteiten hadden om op grote schaal opdrachten uit te voeren.¹⁶ Deze situatie werd overigens noch door de overheid, noch door wetenschappers als onbevredigend ervaren, en ook fabrikanten zagen technisch onderzoek niet als een overheidstaak. Voor zover ze zich uitspraken over de wenselijkheid van overheidslaboratoria, bepleitten ze de oprichting van keuringslaboratoria.¹⁷

Een fabrikant die een vinding wilde ontwikkelen, moest dus vaak zelf aan de slag. Voorbeelden hiervan zijn legio. Om er een te noemen, Meindert Honig experimenteerde twintig jaar in zijn stijfselfabriek om maïszetmeel van een goede kwaliteit te krijgen.¹⁸ In dit geval tevergeefs, want hij kreeg geen vat op de kwaliteit van het maïszetmeel. Daarom liet hij zijn zoon Klaas scheikunde studeren en stuurde deze in 1887 naar het 'Chemische Staatslaboratorium' in Hamburg. Terug in de fabriek slaagde Klaas erin de kwaliteit van het zetmeel te verbeteren en ontwikkelde hij diverse nieuwe toepassingen. Ook andere fabrikantenzonen en aspirant-fabrikanten gingen steeds vaker een technisch of natuurwetenschappelijk vak studeren voor ze begonnen te werken. Een bekend voorbeeld is J.C. van Marken, de eerste die aan de Polytechnische School afstudeerde als technoloog, die vervolgens (na een buitenlandse reis, dat wel) de Nederlandsche Gist- en Spiritusfabriek (NSGF) oprichtte.¹⁹

Een opleiding was natuurlijk geen garantie tegen problemen. Van Marken kwam in de gistfabriek voor het raadsel van de wisselende kwaliteit van de gist te staan, die hij met zijn scheikundige achtergrond niet kon oplossen. Het aantrekken van een tweede technoloog, die onderzoek deed naar de voeding van de gist, bracht ook geen uitkomst. In het jaarverslag van 1884 concludeerde Van Marken dat 'hoe langer zoo meer gebleken [is], dat de scheikunde alleen niet de wetenschap is, die voldoende licht kan verspreiden in de duisternis, waarin het bedrijf der gisting nog altijd blijft gehuld'.²⁰ Hij kondigde de oprichting van een microbiologisch onder-

16 G.P.J. Verbong en E. Homburg, 'Theorie en praktijk: Chemische kennis en de chemische industrie', in: H.W. Lintsen et al. (red.), *Geschiedenis van de techniek in Nederland: de wording van een moderne samenleving 1800-1890*, deel V (Zutphen 1994) 243-269.

17 Jasper Faber, 'CJ van Nieuwenburg over organisatie van wetenschappelijk technisch werk: stemmen uit de industrie over toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek 1900-1919', in: *Gewina* 21 (1998) 15-29.

18 Chantal Vancoppenolle, *Tussen paternalistische zorg en zakelijk management: C.J. Honig als eindpunt van persoonsgericht sociaal ondernemersgedrag in een Zaanse familiebedrijf (1930-1957)* (Amsterdam 1993) 26-30.

19 B. Elema, *Opkomst, evolutie en betekenis van research gedurende honderd jaren gistfabriek* (Delft 1970) 5.

20 Geciteerd in: Elema, *Opkomst*, 6.

zoekslaboratorium aan, waar de bioloog M.W. Beijerinck werd aangesteld om de productieprocessen te verbeteren en nieuwe producten te ontwikkelen. Het in 1885 opgerichte laboratorium van de NGSF wordt algemeen beschouwd als het eerste industriële speurwerklaboratorium in Nederland.²¹

Netwerken en ingenieursverenigingen

Aan het einde van de negentiende eeuw begonnen zich rond verschillende bedrijfstakken netwerken te vormen die later een onderdeel zouden worden van het NIS. De machine-industrie vormt een goed voorbeeld. De bedrijven in deze sector hadden zich lange tijd bijna uitsluitend toegelegd op het bouwen van stoommachines, maar in de jaren 1880 en 1890 begonnen ze steeds vaker ook arbeidswerktuigen te fabriceren.²² Deze verandering viel samen met de verandering in de opleiding van het hogere technische personeel. Vóór 1870 was er nauwelijks personeel met een formele hogere technische opleiding. Het technisch kader in de fabrieken bestond uitsluitend uit werktuigbouwkundigen die hun opleiding in de praktijk hadden gekregen.²³ Daarna vonden enkele in Delft opgeleide werktuigbouwkundigen geleidelijk emplooi in de machine-industrie. De jonge ingenieurs hadden echter een meer wetenschappelijke opvatting van hun vak, waarin de universaliteit van de kennis een belangrijke rol speelde.²⁴ Zij wilden niet alleen door toenemende ervaring betere ingenieurs worden, maar ook door uitwisseling van kennis en gezamenlijke studie. Daarom richtten de werktuigbouwkundigen in 1889 de Nederlandsche Vereeniging van Werktuig- en Scheepsbouwkundigen (NVWS) op. De vereniging groeide in tien jaar van 32 leden naar 316, waaruit de behoefte aan een dergelijke studievereniging blijkt.²⁵ De NVWS organiseerde regelmatig bijeenkomsten over technische onderwerpen, waardoor de leden hun kennis konden verbreden en verdiepen en op de hoogte bleven van nieuwe ontwikkelingen in hun vakgebied. Daarnaast bevorderde de NVWS natuurlijk het contact tussen werktuigbouwkundigen van verschillende fabrieken waardoor informele uitwisseling van kennis mogelijk werd.

In andere sectoren begonnen zich sectorale innovatiesystemen te vormen. Zowel in de suikerindustrie als in de gewapend-betonbouw bestonden in 1900 net-

21 Verbong en Homburg, 'Theorie en praktijk', 254.

22 J.C.A. Everwijn, *Beschrijving van handel en nijverheid in Nederland, deel I* (Den Haag 1912) 52-59.

23 W.H.P.M. van Hooff, *In het rijk van de Nederlandse Vulcanus: de Nederlandse machinijverheid 1825-1914* (Amsterdam 1990) 129-132.

24 Cornelis Disco, *Made in Delft: professional engineering in the Netherlands 1880-1940* (Proefschrift Universiteit van Amsterdam 1990) 206.

25 Nil Disco, en Harry Lintsen, 'De vervlechting van ingenieursberoep en industrie 1890-1925', in: *Tijdschrift voor Sociale Geschiedenis* 9 (1983) 343-369.

werken van bedrijven, spuurwerk- en controlelaboratoria, een opleidingsinstituut en een studievereniging.²⁶ In andere sectoren, zoals de elektrotechniek, was het netwerk minder divers en bestond het alleen uit bedrijven en een studievereniging.²⁷ Veel studieverenigingen gingen in het begin van de twintigste eeuw op in het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, dat daarmee een belangrijk centrum werd van ingenieursgemeenschappen. Chemici vonden elkaar in de Nederlandsche Chemische Vereeniging. De opleidingen in Delft waren verbeterd en steeds meer Delftse ingenieurs vonden een betrekking in de industrie. Na de verheffing van de Polytechnische School tot Technische Hogeschool in 1905 zou dit nog toenemen. Zowel de gemeenschappelijke opleiding als de ontmoetingsplaatsen binnen de verenigingen zouden in de twintigste eeuw vaste onderdelen worden van een Nederlands innovatiesysteem dat zich inmiddels had gevormd. Daarmee hadden rond de eeuwwisseling enkele belangrijke onderdelen van dat NIS hun plaats gekregen.

4. Verandering van wet en mentaliteit, 1910-1930

Tussen 1910 en 1930 werd de basis gelegd voor een Nederlands nationaal innovatiesysteem. De invoering van de octrooiwet in 1912 beïnvloedde de verhandelbaarheid en de waarde van technische kennis. Een aantal bedrijven richtte spuurwerklaboratoria op, waarvan sommigen uitgroeiden tot de grootste in Nederland. De Eerste Wereldoorlog bood de Nederlandse industrie een gouden kans om markten op de weggevalen buitenlandse concurrentie te veroveren. De oorlogsschaarste vestigde bovendien de aandacht van wetenschappers op het belang van de industrie.

Invoering van de octrooiwet

Nederland had in 1869 de octrooiwet afgeschaft, waardoor er geen juridische bescherming meer was van intellectueel eigendom.²⁸ De meeste betrokkenen, zowel ingenieurs als industriëlen, hadden baat bij de afwezigheid van een octrooiwet.²⁹ Ondernemers als F.G. Waller en C.F. Stork betoogden dat ze dankzij de afwezig-

26 Martijn Bakker, *Ondernemerschap en vernieuwing: de Nederlandse bietsuikerindustrie 1858-1919* (Amsterdam 1989) 251-257; P.W. Scharroo, *Cement en beton, oud en nieuw: geschiedkundig overzicht van de ontwikkeling van de betontechniek van de oudste tijden tot heden* (Amsterdam [1946]) 136-147.

27 Disco, *Made in Delft* 220-223.

28 Frits Gerzon, *Nederland, een volk van struikrovers?* (Den Haag 1986) 1-8.

29 R. Stokvis, 'Industrialisering en technische creativiteit: het octrooiwetloze tijdperk in Nederland (1869-1910)', in: *Amsterdams Sociologisch Tijdschrift* 19 (1993) no 4, 42-59.

heid van de octrooiwet veel minder geld hoefde te besteden aan licenties.³⁰ Rond de eeuwwisseling kwam er echter een toenemende internationale druk op Nederland om opnieuw een octrooiwet in te voeren. Toen andere landen dreigden de bescherming van Nederlandse handels- en fabrieksmerken op te schorten, ging de Nederlandse regering overstag, met instemming van de meeste industriëlen.³¹ In 1910 werd een nieuwe octrooiwet aangenomen die in 1912 in werking trad.

De directe invloed van de octrooiwet op de Nederlandse industrie in zijn geheel was aanvankelijk gering. De meeste bedrijven maakten helemaal geen innovatieve producten, noch op grond van zelf ontwikkelde kennis, noch op grond van gekopieerde kennis. De bedrijven die wel innovatieve producten maakten en in het buitenland afzetten, waren al bekend met octrooien. Wat wel veranderde was de waarde van de kennis, omdat de verhandelbaarheid van kennis toenam. Kennis verkopen is immers notoir lastig, omdat de koper niet vooraf kan weten wat hij koopt. Weet hij het wel, dan hoeft hij het niet meer te kopen. Door nu het eigendom van kennis te regelen in een octrooiwet, wordt het eenvoudiger om kennis te evalueren vóór de koop.

Nederlandse bedrijven die gewoon waren buitenlandse producten te kopiëren, moesten voortaan kennis kopen of zelf in hun kennisbehoefte voorzien. Dit speelde vooral in de elektrotechnische industrie en in de machine-industrie. Het is dan ook niet verwonderlijk dat het aantal werktuigbouwkundige en elektrotechnische ingenieurs in de industrie tussen 1908 en 1913 met 67% steeg.³² Hierbij moet wel worden opgemerkt dat deze percentages de aantallen in Delft opgeleide ingenieurs betreffen, en dat er waarschijnlijk sprake was van vervanging van ingenieurs zonder een formele opleiding door Delftse ingenieurs. In de procesindustrie was de situatie anders. De stijging van de aantallen chemici en scheikundig ingenieurs bleef achter bij de aantallen werktuigbouwkundigen en elektrotechnici. In de procesindustrie is het veel moeilijker vindingen van andere bedrijven na te maken omdat daarvoor niet alleen de geöctrooieerde kennis en een analyse van het product volstaat, maar kennis van het hele procédé nodig is.

Grote en kleine industriële speurwerklaboratoria

Tussen 1906 en 1925 richtte een aantal grote industriële bedrijven speurwerklaboratoria op, die door hun grootte het industriële speurwerk weldra zouden gaan domineren. Internationaal georiënteerd als deze bedrijven waren, had de oprichting niets of weinig van doen met de invoering van de octrooiwet in Nederland,

30 G.H.E. Bergsma, 'Octrooiwetgeving', in: *De Ingenieur* 25 (1910) 224-243, aldaar 236.

31 Gerzon, *Nederland*.

32 J.J. Hutter, 'Nederlandse laboratoria 1860-1940: een kwantitatief overzicht', in: *Tijdschrift voor de geschiedenis der geneeskunde, natuurwetenschappen, wiskunde en techniek* 9 (1986) 150-174, aldaar 162.

maar veeleer met de positie ten opzichte van buitenlandse concurrenten. Een voorbeeld is de Koninklijke Petroleum Maatschappij, die sinds 1906 een klein speurwerklaboratorium had, waar de technoloog W.C. Knoops min of meer zelfstandig onderzoek deed.³³ Pas enkele jaren later begon de directie de resultaten van het speurwerk te gebruiken om de winstgevendheid van de olieverwerking op te voeren. Het onderzoek werd toen onder andere gericht op het nitreren van de aromaten om tussenproducten voor kleurstoffen te maken. De aanleiding voor het opvoeren van de winstgevendheid was de felle concurrentiestrijd met Standard Oil waarin Koninklijke/Shell verwickeld was. Het lab groeide snel; in 1914 werkten er 14 mensen, drie jaar later 22 en in 1925 tachtig. Tegen die tijd was het het grootste speurwerklaboratorium in Nederland. Ook Philips richtte zijn Natuurkundig Laboratorium op vanwege de dreiging van de internationale concurrentie.³⁴ Later werd het laboratorium de drijvende kracht achter de diversificatie van het bedrijf.³⁵

Kleinere bedrijven kregen in deze periode eveneens steeds vaker een speurwerkafdeling. Zo richtte Noury & van der Lande, een meel- en oliefabriek te Deventer, in 1916 een laboratorium op om een vinding voor het bleken van meel verder te ontwikkelen.³⁶ Het bedrijf had eerder al onderzoek laten doen naar bleking van meel door een zelfstandig gevestigde scheikundige, maar besloot na de eerste positieve resultaten de man in dienst te nemen. Het Hengelose elektrotechnische bedrijf Heemaf nam in 1914 een elektrotechnisch ingenieur in dienst om nieuwe apparaten te ontwikkelen.³⁷ De laatste voorbeelden suggereren dat speurwerkafdelingen bij kleinere bedrijven minder vaak werden opgericht om de internationale concurrentiepositie veilig te stellen en vaker om een nieuwe vinding te ontwikkelen.

De meeste nieuw opgerichte speurwerkafdelingen onderhielden contacten met hoogleraren van universiteiten of, vaker nog, de TH. Zo kreeg Koninklijke/Shell onder meer advies van de Delftse hoogleraar H.I. Waterman, Philips van L.S. Orn-

33 Ernst Homburg, Arie Rip en James Small, 'Chemici, hun kennis en de industrie', in: J.W. Schot et al. (red.), *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw*, deel II (Zutphen 2000) 299-315.

34 A. Heerding, *Geschiedenis van de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, deel 2: een onderneming van vele markten thuis* (Leiden 1986) 147-182, 384-391.

35 Marc J. de Vries, *80 years of research at the Philips Natuurkundig Laboratorium (1914-1994): the role of the Nat.Lab. at Philips* (manuscript, z.p. 2002); Kees Boersma, *Inventing structures for industrial research. A history of the Philips Nat.Lab. 1914-1946* (Amsterdam 2002); Kees Boersma en Marc J. de Vries, 'De veranderende rol van het Natuurkundig Laboratorium in het Philips-concern gedurende de periode 1914-1994', in dit *NEHA-Jaarboek*.

36 Faber, *Kennisverwerving*, 202-205.

37 Faber, *Kennisverwerving*, 155-156.

stein uit Utrecht, en Noury & van der Lande van J. Böeseken uit Delft.³⁸ De contacten waren vaak tot stand gekomen omdat oud-studenten die in een industrieel laboratorium werkten, hun leermeester om advies vroegen. Zij gingen hier doorgaans graag op in. Voor hoogleraren betekende een adviseurschap immers niet alleen een verhoging van hun inkomen, maar ook een manier om hun studenten een baan in het industriële onderzoek te bezorgen.³⁹

Hoeveel industriële speurwerklaboratoria er in de eerste helft van de twintigste eeuw werden opgericht, is moeilijk vast te stellen. De bronnen ontbreken en bovendien is het onderscheid tussen een speurwerklaboratorium en een keuringslaboratorium, of tussen een ontwerpafdeling en een speurwerkafdeling niet altijd duidelijk te maken. Desalniettemin is het duidelijk dat het aantal speurwerklaboratoria enorm toenam, zowel bij zeer grote bedrijven als ook bij kleinere.

De Eerste Wereldoorlog

De Eerste Wereldoorlog bracht voor de Nederlandse industrie twee tegengestelde invloeden met zich mee. Door de bemoeilijkte verbindingen werden grondstoffen schaars, maar het wegvallen van de Duitse concurrentie bood mogelijkheden om de afzet op binnenlandse en buitenlandse markten te vergroten. Welke van deze twee krachten overheerste, verschilde van sector tot sector, maar voor de Nederlandse economie als geheel was de oorlog niet ongunstig.⁴⁰

Door de schaarste en het wegvallen van de buitenlandse concurrentie ontstond een vraag naar producten die Nederlandse bedrijven eerder niet hadden gemaakt. Om de fabricage te beginnen, moest vaak wetenschappelijke en technische kennis worden verworven. Zo moest de chemicus J.C. Hartogs, die in 1911 de NV Nederlandse Kunstzijdefabriek (Enka) had opgericht, zelf de benodigde zwavelkoolstof produceren.⁴¹ Hoewel de chroniqueur van Enka's eerste vijftig jaren er niets over meldt, ligt het voor de hand dat aan de oprichting van dit fabriekje uitgebreide proefnemingen vooraf zijn gegaan met advies of medewerking van Hartogs' leermeester, de Amsterdamse hoogleraar organische chemie A.F. Holleman. Zo leidde schaarste tot de verankering van kennisverwerving bij Enka.

38 Homburg, Rip en Small, 'Chemici', 310-311.

39 Geert J. Somsen, 'Selling science: Dutch debates on the industrial significance of university chemistry, 1903-1932', in: Anthony S. Travis, Harm G. Schröter, Ernst Homburg en Peter J.T. Morris (red.): *Determinants in the evolution of the European chemical industry, 1900-1939: new technologies, political frameworks, markets and companies* (Dordrecht enz. 1998).

40 Jan Luiten van Zanden, *Een klein land in de 20e eeuw: economische geschiedenis van Nederland 1914-1995* (Utrecht 1997) 128, 140.

41 Max Dendermonde, *Nieuwe tijden, nieuwe schakels: de eerste vijftig jaren van de A.K.U.* (z.p. [1961]) 25-30.

Door de stijgende kennisbehoefte nam het aantal ingenieurs en natuurwetenschappers in de industrie tussen 1913 en 1918 met ongeveer vijftig procent toe.⁴² Anders dan in de voorgaande periode, rond de invoering van de octrooiwet, groeide nu ook het aantal scheikundigen en scheikundig ingenieurs fors. Bovendien stelden tientallen bedrijven hoogleraren aan als adviseur of commissaris.⁴³

Niet alleen kregen bedrijven in de oorlog meer belangstelling voor wetenschap, academische wetenschappers kregen bij het zien van de oorlogsnoden belangstelling voor de toepassing van wetenschap. Op initiatief van de KNAW werd in 1917 de Commissie Lorentz opgericht, die met een forse overheidssubsidie onderzoek deed voor 'volkswelvaart en weerbaarheid'.⁴⁴ De mentaliteitsverandering bij academische wetenschappers zette zich in het interbellum door. De betrekkingen tussen bedrijven en hoogleraren namen toe in aantal. Sommige hoogleraren gingen bovendien zover dat ze laboratoriumruimte ter beschikking stelden voor opdrachtonderzoek.⁴⁵

Proefstations en voorlichtingsdiensten

Tussen 1910 en 1930 werden de eerste speurwerklaboratoria opgericht die met overheidssubsidie onderzoek deden voor de industrie. Dat was voor het NIS op dat moment veel minder belangrijk dan de hierboven geschetste ontwikkelingen, maar voor enkele sectoren groeiden deze laboratoria uit tot knooppunten van kennisdiffusie en centra van kennisverwerving. Bovendien liet de overheid hier voor het eerst blijken speurwerk voor en voorlichting aan de industrie van belang te vinden. In de loop van de twintigste eeuw zouden de door de overheid gesubsidieerde instellingen steeds belangrijker worden voor het NIS.

In 1910 werd de Rijksdienst voor Technische Voorlichting aan de Nijverheid (Rijksnijverheidsdienst) opgericht, vanaf 1913 ondersteund door het Rijksnijverheidslaboratorium.⁴⁶ Deze dienst gaf adviezen en inlichtingen op grond van literatuurstudie en was vooral belangrijk voor de kennisdiffusie. Andere diensten, zoals de Rijksrubberdienst (1913) en de Rijksvezeldienst (1919) deden keuringen en speurwerk voor handel en industrie. Hun oprichting paste binnen een streven van de rijksoverheid naar de bevordering van eerlijkheid in de handel, dat in deze

42 Hutter, 'Nederlandse laboratoria', 162.

43 RAZH, THD, inv.nr. 451; Homburg, Rip en Small, 'Chemici', 310-311.

44 *Mededeelingen betreffende de wetenschappelijke commissie van advies en onderzoek in het belang van volkswelvaart en weerbaarheid* 1 (1918) 3

45 H.G. Heijmans, *Wetenschap tussen universiteit en industrie: de experimentele natuurkunde in Utrecht onder WH Julius en LS Ornstein 1896-1940* (Utrecht 1994).

46 J. Eekels, H.H.C.M. Christiaans en R.H. Kaasschieter (red.), *Ondernemen en vernieuwen: hommage aan de kleine en middelgrote industrie naar aanleiding van 75 jaar Rijksnijverheidsdienst* (Delft 1985).

periode zichtbaar was, getuige de invoering van de Warenwet en de oprichting van een landelijk netwerk van Keuringsdiensten van Waren.⁴⁷

Resultaten van wetgeving en mentaliteitsverandering

Het innovatiegedrag van Nederlandse bedrijven was tussen 1910 en 1930 ingrijpend veranderd door de ontwikkeling van een nationaal innovatiesysteem. Kenniscreatie, spoorwerk was belangrijker geworden ten koste van kennisimport. De octrooiwet had kennis makkelijker verhandelbaar gemaakt. Bedrijven hadden spoorwerklaboratoria opgericht, er waren publieke spoorwerkinstituten en er was een toenadering zichtbaar van wetenschappers tot de industrie.

Welke invloed had het innovatiesysteem op de innovaties die bedrijven deden? De vraag is eenvoudiger te stellen dan te beantwoorden omdat innovaties niet worden geregistreerd. Er is ook niet een goede andere kwantitatieve maat die direct inzicht kan geven in de innovativiteit van de industrie. Wel zijn er gegevens over de octrooiactiviteit, die onder andere te maken hebben met de inventiviteit, het aantal uitvindingen. Het aantal aan Nederlanders verleende Amerikaanse octrooien tussen 1910 en 1930 steeg veel sneller dan het aantal aan Zwitsers, Belgen, Zweden, Noorwegen en Denemarken verleende octrooien.⁴⁸ Nu moeten dergelijke gegevens met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Een octrooi dient namelijk om een tijdelijk monopolie op een product te krijgen, en als een bedrijf een nieuw product in een bepaald land niet in de handel brengt, en dat ook niet van plan is, heeft het in beginsel weinig zin om dat product daar te octrooieren. De relatieve toename van het aantal Nederlandse octrooien in de VS kan dus ook gezien worden als een gevolg van de toename van het belang van de Amerikaanse markt voor Nederlandse bedrijven. In verband hiermee is het opvallend dat het aandeel van aan Nederlanders verleende Duitse octrooien, relatief ten opzichte van dezelfde vijf andere landen, tussen de jaren 1910 en 1920 veel minder sterk steeg. Hoe het ook zij, zeker is dat het aandeel van aan Nederlanders verleende octrooien zowel in de VS als in Duitsland sneller steeg dan dat van andere kleine landen, hetgeen een aanwijzing is voor een toename van de inventiviteit van Nederlandse bedrijven. De toename van de Nederlandse octrooiactiviteit kan waarschijnlijk voor het grootste deel toegeschreven worden aan de oprichting van spoorwerklaboratoria bij Philips en Koninklijke/ Shell. Uit een analyse van Spaanse octrooigegevens

47 A.H. van Otterloo, 'Nieuwe producten, schakels en regimes 1890-1920', in: J.W. Schot et al. (red.), *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw*, deel III (Zutphen 2000) 249-261; Jasper Faber, *'Een onafwijsbare plicht': chemici over het nut van natuurwetenschap en de rol van de overheid, 1900-1940* (Rapporten W&S Nijmegen 1996-5).

48 Van Zanden, *Klein land*, 63-66.

blijkt dat het grootste deel van de aan Nederlanders verleende octrooien voor re-kening kwam van Philips.⁴⁹

Een nadere analyse van de Nederlandse octrooien die in de periode tussen 1913 en 1932 verleend werden, laat zien dat met name in de chemie en de textiel (kunstzijde) het aantal octrooien tussen 1913 en 1927 sterk steeg.⁵⁰ Juist in deze sectoren waren veel speurwerklaboratoria opgericht en hadden bedrijven banden aangeknoopt met academische wetenschappers. De beschikbare indicatoren wijzen aldus in de richting van een groeiende inventiviteit als gevolg van een toegenomen kenniscreatie in de industrie en een toegenomen samenwerking van industriële bedrijven met externe kennisbronnen.

5. Groei en institutionalisering, 1930-1950

De jaren 1930 werden gekenmerkt door de ernstigste economische crisis in de twintigste eeuw. Door de noodsituatie voelde de overheid zich gedwongen een duidelijkere rol te gaan spelen op economisch gebied. Ook buiten de overheid waren er talrijke mensen die ideeën ontwikkelden om de werkloosheid tegen te gaan en de welvaart van Nederland te bevorderen. In niet weinig plannen werd een belangrijke rol toebedeeld aan speurwerk als basis voor een sterke en winstgevende industrie.⁵¹ Speurwerk voor de industrie werd steeds vaker gesubsidieerd. Het onderzoek werd geïnstitutionaliseerd binnen nieuwe organisaties die een duidelijke plaats binnen het NIS kregen. De drie belangrijkste organisaties die tussen 1930 en 1950 door de overheid werden opgericht, waren TNO, de Economisch-Technologische Instituten en ZWO. In de industrie nam het aantal speurwerklaboratoria toe. Ook bedrijven in sectoren waar voorheen weinig waarde werd gehecht aan wetenschappelijke kennis begonnen speurwerk te doen. Bovendien nam de samenwerking bij het speurwerk toe, wat het systeemkarakter van het NIS versterkte.

Drie onderzoeksorganisaties

De Centrale Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) werd in 1932 opgericht, maar kwam pas na de Tweede Wereldoorlog tot ontwikkeling.⁵² TNO was een soort federatie van instituten. Het belang voor het NIS verschilde van instituut tot instituut. Zo was het Vezelinstituut TNO de spil in een

49 José M. Ortiz-Villajos, *Tecnología y desarrollo económico en la España contemporánea. Estudio de las patentes registradas en España entre 1882 y 1935* (Doctoral Thesis, University of Alcalá de Henares Madrid 1997).

50 Faber, *Kennisverwerving*, 38-40.

51 Faber, 'Een onafwijzbare plicht', 20-28.

52 *Een kwarteeuw TNO 1932-1957, gedenkboek bij de voltooiing van de eerste 25 jaar*

netwerk van spuurwerkverenigingen in de katoenindustrie en onderhield het goede contacten met de meeste textielondernemingen.⁵³ Het Nationaal Luchtvaart Laboratorium (NLL) daarentegen droeg liever bij tot de ‘voortgang van den wetenschap’ dan dat het opdrachtonderzoek deed.⁵⁴ Het NLL was echter een uitzondering. De stijgende inkomsten van TNO uit opdrachten van het bedrijfsleven wijzen op een toenemend belang van de organisatie.⁵⁵

TNO was door zijn werkwijze vooral van nut voor de grotere bedrijven of voor samenwerkende bedrijven. Het belang was vooral gelegen in de diversiteit die de organisatie in het innovatiesysteem bracht. Daardoor konden bedrijven problemen die ze hadden eens van een andere kant laten bekijken. Noury & van der Lande slaagde er bijvoorbeeld steeds niet in een goed procédé voor de bereiding van ascorbinezuur te ontwikkelen, maar na inschakeling van TNO lukte het wel.⁵⁶

De Economisch-Technologische Instituten (ETI's) waren provinciale instellingen die in de jaren dertig in verschillende provincies werden opgericht. De stuwende kracht achter hun oprichting was de Tilburgse hoogleraar, directeur van de Provinciale Limburgse Electriciteits Maatschappij en latere minister van Handel en Nijverheid H.C.J.H. Gelissen. Gelissen was van mening dat de werkloosheid en het welvaartsverlies alleen bestreden konden worden door industrialisatie.⁵⁷ De ETI's waren bedoeld om de industrialisatie te bevorderen door bedrijven bij te staan op bedrijfseconomisch en op technisch gebied. In hun werkwijze verschilden de ETI's sterk van TNO. Terwijl TNO onderzoek deed op aanvraag van bedrijven, waren de ETI's zelf actief om kennis bij bedrijven te brengen. ETI's deden echter maar op zeer beperkte schaal technisch onderzoek. Hun belang voor het NIS bestond niet zozeer in het creëren van nieuwe kennis (al deden ze dat incidenteel wel), maar vooral in het aanbieden van kennis aan bedrijven en het stimuleren van innovaties. In de loop van de jaren vijftig verloor het technische advies aan belang en gingen de ETI's zich vooral richten op sociaal-economisch onderzoek.

De Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (ZWO) werd in 1950 opgericht, maar de voorbereidingen waren al vlak na de oorlog begonnen. Het kabinet constateerde namelijk al op 13 september 1945 dat ‘in Nederland het wetenschappelijk onderzoek, in vergelijking bij de landen, die een leidend aandeel hebben gehad in de zojuist beëindigde oorlog, niet meer op hetzelfde hoge peil stond als in vroeger jaren en dus met kracht ter hand moest worden

werkzaamheid van de organisatie TNO (Den Haag 1957) 9-28; vgl. Marjan van de Goor, ‘Organisatie van wetenschap: op weg naar een nationaal wetenschapsbeleid’, in dit *NEHA-Jaarboek*.

53 Faber, *Kennisverwerving*, 67-69.

54 C. Koning, ‘Luchtvaart en onderzoek’, in: *T.N.O.-Nieuws* 1 (1946) 5-6.

55 *Een kwarteeuw*, 125.

56 Faber, *Kennisverwerving*, 225-226, 236-237.

57 Faber, ‘*Een onafwijsbare plicht*’, 20-28.

genomen'.⁵⁸ Dit werd vooral als probleem ervaren omdat bij de ontwikkeling van de atoombom was gebleken dat fundamentele wetenschappelijke kennis snel kon leiden tot toepassingen. Het kabinet besloot daarom direct fondsen vrij te maken voor de bevordering van het zuiver-wetenschappelijk onderzoek. Gebeurde dit aanvankelijk met het doel om de welvaart te verhogen, gaandeweg kregen wetenschappelijke doelstellingen de overhand. ZWO bleef nog wel een beperkte bijdrage leveren aan het NIS omdat het academici de mogelijkheid bood ervaring op te doen met wetenschappelijk onderzoek.

De oprichting van de drie organisaties toont aan dat de overheid voor zichzelf een taak zag weggelegd in het stimuleren en financieren van spuurwerk. De achterliggende reden daarvoor was het verhogen van de welvaart. In de jaren 1930 werd een gunstig effect verwacht van toegepast onderzoek, in de jaren 1950 werd ook van het zuiver-wetenschappelijke onderzoek economisch nut verwacht. Tezamen zorgden TNO en ZWO voor een uitbreiding van het aantal ervaren onderzoekers en van de totale uitgaven voor wetenschappelijk onderzoek en spuurwerk. In 1950 werd naar schatting *f* 165 miljoen uitgegeven aan spuurwerk, waarvan *f* 15 miljoen (9%) voor rekening kwam van TNO en ZWO, en toen was ZWO nog maar net begonnen.⁵⁹

Uitbreiding van het industriële spuurwerk

In het begin van de jaren 1930 bestonden er nog sectoren waarin nauwelijks enig spuurwerk werd gedaan, zoals de katoen- en wolindustrie, de scheepsbouw, grote delen van de voedingsmiddelenindustrie en de keramische industrie. In 1940 was de situatie veranderd. Niet elk bedrijf deed spuurwerk, maar in elke industrietaak waren bedrijven te vinden die structureel wetenschappelijke en technische kennis genereerden om producten en processen te vernieuwen of te verbeteren. Het totaal aantal spuurwerkafdelingen in de industrie werd in 1941 op honderd geschat, waarin zo'n 2500 wetenschappers werkten.⁶⁰

De grootste laboratoria waren in 1940 het NatLab van Philips en het laboratorium van Koninklijke/Shell. Naar schatting namen ze samen meer dan de helft van de uitgaven aan spuurwerk voor hun rekening.⁶¹ In 1940 richtten de Staatsmijnen

58 Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek, *Voorbereiding en werkzaamheden in de oprichtingsperiode 1945-1949* ('s-Gravenhage 1950) 5; vgl. Van de Goor, 'Organisatie van wetenschap'.

59 CBS, *Spuur- en ontwikkelingswerk in Nederland 1959, I, Onderzoek buiten universiteiten en hogescholen* (Zeist 1961) 29.

60 B.M. Sweers, 'Toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek ten behoeve van de Nederlandse nijverheid', in: *Economisch-Statistische Berichten* (1941) 378-381.

61 W.J.D. van Dijk, 'Het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek als noodzakelijke factor voor de ontwikkeling van onze industrie', in: *Economisch-Statistische Berichten* 27 (1942) 284-288.

het Centraal Laboratorium op ter concentratie en versterking van het speurwerk, dat voordien op verschillende plaatsen binnen het bedrijf werd gedaan.⁶² Hoewel het lab vanwege de oorlog niet zo snel kon groeien als oorspronkelijk de bedoeling was, groeide het na de oorlog uit tot een van de vijf grootste industriële speurwerklaboratoria in Nederland, naast NV Research van AKU, het NatLab, het Koninklijke/Shell laboratorium en het laboratoria van Unilever. Het Centraal Laboratorium was de belangrijkste kennisbron voor de Staatsmijnen bij de transformatie van een mijnbouwbedrijf in een chemische industrie.

De aanwezigheid van vijf grote laboratoria was een typisch kenmerk van het NIS. Niet alleen werd daar het grootste deel van het speurwerk in Nederland gedaan (in 1959 ruim 66%), de bedrijven beïnvloedden ook de rest van het NIS.⁶³ Onderzoekers uit deze laboratoria werden bijvoorbeeld meer dan eens hoogleraar. Zo werden van 1929 tot 1946 negen medewerkers van het NatLab hoogleraar.⁶⁴ In deze gevallen hoeft er geen sprake te zijn geweest van actieve bemoeienis van Philips; de keuze voor het hoogleraarschap kan door de NatLab medewerkers zijn gemaakt zonder rekening te houden met de belangen van hun werkgever. Anders was dit met de bijzondere leerstoelen die Philips financierde na 1946. Degenen die deze posities bezetten waren vaak enkele dagen per week werkzaam op het NatLab, en de rest van de tijd aan een universiteit of hogeschool. Op die manier kon Philips het onderzoek in een bepaalde faculteit beïnvloeden, getalenteerde studenten op het spoor komen en informele banden met de academische gemeenschap opbouwen. Soortgelijke overwegingen kunnen ten grondslag hebben gelegen aan benoemingen van medewerkers van AKU op cruciale posities in het innovatiesysteem rond de textielindustrie. Een medewerker werd hoogleraar werktuigbouwkunde aan de TH Delft, met bijzondere aandacht voor de textieltechniek, een ander werd bijzonder hoogleraar polymeer-technologie.⁶⁵ Ook de directeur van een instituut van TNO dat nieuwe ontwikkelingen in de textieltechniek in kaart bracht, was afkomstig van AKU.⁶⁶

In sommige gevallen werkten de grote laboratoria samen, of stemden ze het onderzoek op elkaar af. Zo kwamen de Staatsmijnen en AKU kort na de Tweede Wereldoorlog overeen dat de eerste de grondstoffen zou produceren voor de synthetische vezels die AKU zou gaan maken. Het speurwerk werd langs overeenkomstige lijnen verdeeld.⁶⁷ Dit gebeurde in een gezamenlijke inspanning om, on-

62 H.W. Lintsen (red.), *Research tussen vetkool en zoetstof: zestig jaar DSM Research 1940-2000* (Zutphen 2000) 14-29; Arjan van Rooij, 'Aangekochte technologie en industriële research bij het Stikstofbindingsbedrijf van de Staatsmijnen in de jaren 1930', in dit *NEHA-Jaarboek*.

63 CBS, *Speur- en ontwikkelingswerk*.

64 De Vries, *80 years*.

65 J. Beyer, *Ingenieursopleiding en textielindustrie* (Inaugurele rede Delft 1955); D.W. van Krevelen, *In retrospect* (Amsterdam 1980).

66 Faber, *Kennisverwerving*, 97.

der aanmoediging van de overheid, en in samenwerking met het kunststofinstituut TNO een Nederlandse kunststoffenindustrie op te zetten. Op een ander gebied dat na de Tweede Wereldoorlog sterk in opkomst was, bestrijdingsmiddelen voor land- en tuinbouw, waren het Philips Duphar en Koninklijke/Shell die de dienst uitmaakten. Samen met Noury & van der Lande hadden ze zitting in de biocidencommissie TNO, die het onderzoek van TNO op dit gebied leidde. In feite bepaalden de twee grote bedrijven het onderzoek, want Noury & van der Lande stapte na enige tijd uit de commissie uit frustratie omdat er niet naar dit bedrijf geluisterd werd.⁶⁸

Resultaten van groei en institutionalisering

Tussen 1930 en 1950 waren de veranderingen in het NIS minder ingrijpend dan in de twee decennia ervoor. Het NIS verdiepte en verbreedde zich door een toenemend aantal bedrijven in een toenemend aantal industriële sectoren dat speurwerk deed. De uitgaven aan S&O door bedrijven stegen van f 10 miljoen in 1938 tot f 17 miljoen in 1947.⁶⁹ En hoewel deze cijfers schattingen zijn met een grote onzekerheid, is de tendens onbetwist. De oprichting van TNO, ETI's en in mindere mate ZWO had de mogelijkheden voor samenwerking uitgebreid. Bovendien was er een toenemende samenwerking tussen bedrijven onderling en tussen bedrijven en universiteiten.

Wat hadden de veranderingen voor gevolgen voor de innovativiteit van de Nederlandse industrie? De aantallen Amerikaanse octrooien bleven stijgen, zowel absoluut als relatief ten opzichte van vijf andere kleine Europese landen.⁷⁰ In de jaren 1930 steeg het aandeel van Nederland zelfs meer dan twee keer zo veel als de vijf andere landen. In het volgende decennium steeg het Nederlandse aandeel slechts vier procent meer dan de andere landen. Nederland bleef achter ten opzichte van het neutrale Zweden en Zwitserland, maar verstevigde zijn positie ten opzichte van de andere bezette landen, België, Denemarken en Noorwegen. Op grond van Nederlandse octrooigegevens valt op dat de stijging van het aantal octrooien zich in enkele sectoren veel sterker manifesteerde dan in andere. Vooral de papierindustrie, de fotografie en de grafische industrie werden veel actiever op dit front.⁷¹ In de meeste andere sectoren is geen duidelijke tendens waar te nemen. Het aantal octrooien dat de Nederlandse industrie nam steeg dus, maar de stijging verschilde per sector.

67 Lintsen (red.), *Research*, 32-43.

68 Faber, *Kennisverwerving*, 232.

69 Van Dijck, 'Het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek'; CBS, *Speur- en ontwikkelingswerk in Nederland 1959, I, Onderzoek buiten universiteiten en hogescholen* (Zeist 1961) 28.

70 Van Zanden, *Klein land*, 63-66.

71 Faber, *Kennisverwerving*, 49.

6. ‘Nederlands toekomst: research’, 1950-1970

De jaren vijftig en zestig waren de bloeiperiode van het Nederlandse speurwerk en ontwikkeling. In geen enkele andere periode was er zoveel over het belang van speurwerk gesproken. De overheid, grote bedrijven, speurwerkinstituten en allerlei maatschappelijke organisaties verkondigden de boodschap dat speurwerk goed was en meer speurwerk beter. Een treffend voorbeeld is te vinden in een boek dat het Verbond van Nederlandsche Werkgevers (VNW) uit liet geven in 1952. In het boek, dat een overzicht geeft van de ontwikkeling van de Nederlandse industrie na de Tweede Wereldoorlog, staat tegenover bladzijde 385 een foto van een laboratorium. Wij kijken door het raam naar binnen en zien een aantal mensen aan het werk. Twee dames met schorten en twee heren in labjassen zijn bezig mengsels te breiden uit de vele stoffen die in potten op de tafels staan. In de achtergrond is een man bezig met een titratie, terwijl rechts een man op een balans iets afweegt. Wat deze mensen precies aan het doen zijn blijft onduidelijk, net als de aard van het bedrijf waar ze in werken. Het doet er ook niet toe, want de boodschap die de foto moet overdragen is algemeen en niet voor een specifieke sector bedoeld. Het onderschrift van de foto luidt namelijk: ‘Nederlands toekomst: research’.⁷² Als laatste foto in het boek blijft hij het langst in de herinnering van de lezers, en dat is ook de bedoeling. Het VNW wilde nog eens aan fabrikanten en directeuren duidelijk maken dat ze toch vooral speurwerk moesten doen om hoogwaardige producten te kunnen maken.

Industrialisatiebeleid

Van 1950 tot 1964 voerden de achtereenvolgende ministers van Economische Zaken, te beginnen met J.R.M. van den Brink, een industrialisatiebeleid. Industrialisatie werd als noodzaak gezien om de betalingsbalans van Nederland te herstellen en werk te geven aan de snel groeiende bevolking. Tegelijkertijd constateerde Van den Brink juist op het gebied van de ‘technische research en ontwikkeling’ een achterstand.⁷³ Hij wees op het belang van TNO en kondigde aan nieuwe instituten te willen oprichten, met name op het gebied van de metallurgie en de metaalbewerking. Maar ook de bedrijven zelf moesten aan de slag. Naast de grote ondernemingen, die eigen laboratoria hadden, ‘[was] het dringend gewenst, dat ook de minder grote ondernemingen in toenemende mate worden doordrongen van het

72 Verbond van Nederlandsche Werkgevers, *De Nederlandse industrie sinds 1945: een wereld van groei* (z.p. 1952) tegenover 385.

73 Verbond van Nederlandsche Werkgevers, *Nederlandse industrie*, 17.

belang van de research arbeid in eigen bedrijf'.⁷⁴ De industrie moest streven naar 'een groter gehalte aan "brains" in onze producten'.⁷⁵

EZ deed ook zelf actief pogingen om kennis in Nederland te importeren, met name Amerikaanse kennis. Het stimuleerde de vestiging van Amerikaanse bedrijven in Nederland. Bovendien werd op de ambassade in Washington een technisch-wetenschappelijk attaché aangesteld, die als taak had 'industrie en spuurwerkinstututen in Nederland voor te lichten over de ontwikkelingen op spuurwerkgebied in de Verenigde Staten en Canada'.⁷⁶ Aan industriële bedrijven werd met enige nadruk gevraagd van zijn diensten gebruik te maken. En of het aan de attaché te danken was of niet, in de daarop volgende jaren namen nogal wat bedrijven licenties uit de VS.⁷⁷

Het was niet vreemd dat de minister vond dat kennis juist uit Amerika moest komen. Het paste geheel in het populaire idee, dat bijvoorbeeld ook aan de oprichting van ZWO ten grondslag had gelegen, dat de VS tijdens de oorlog een voor-sprong op wetenschappelijk en technisch gebied hadden kunnen opbouwen. Dit idee werd nog eens versterkt toen in het kader van de Marshall Hulp vertegenwoordigers van werkgevers, werknemers en technici uit de industrie studiereizen maakten naar de VS.⁷⁸ De reizen werden gecoördineerd door de Commissie Opvoering Productiviteit (COP). Branchegewijs trokken tientallen zogenaamde *productivity teams* naar de VS om in bedrijven daar manieren voor de opvoering van de productiviteit te bestuderen. De reizen waren in verschillende industriesectoren aanleiding om spuurwerk gezamenlijk ter hand te nemen of met extra kracht voort te zetten. Meestal gebeurde dit na het oprichten van een zogenaamd productiviteitscentrum, een organisatie die bedrijven in een sector adviseerde over het opvoeren van de productiviteit.

Fundamenteel wetenschappelijk onderzoek

Het is niet uit te maken of het een gevolg was van het industrialisatiebeleid, maar steeds meer bedrijven richtten spuurwerkafdelingen op of breidden bestaande labs uit. De uitgaven aan S&O en de aantallen octrooien stegen. De kreet 'meer brains in onze producten' werd vaker gebruikt.⁷⁹ Enkele bedrijven sloegen nieuwe wegen in op basis van hun eigen spuurwerk. CSM diversifieerde bijvoorbeeld in de

74 Verbond van Nederlandsche Werkgevers, *Nederlandse industrie*, 36.

75 Minister van Economische Zaken J. Zijlstra, *Vijfde Nota inzake de Industrialisatie van Nederland* (Den Haag 1955).

76 Zijlstra, *Vijfde Nota*.

77 Faber, *Kennisverwerving*, 52.

78 Frank Inklaar, *Van Amerika geleerd: Marshall-hulp en kennisimport in Nederland* (z.p. 1997)

79 Faber, *Kennisverwerving*, 97.

sucrochemie en begon in 1949 met de productie van kunstharsen en een jaar later met vitamine B.⁸⁰ En Noury & van der Lande legde zich toe op de productie van hulpstoffen voor de kunststoffenindustrie, die grotendeels in eigen laboratorium ontwikkeld werden.⁸¹

Verschillende bedrijven verwachtten grote dingen van hun speurwerk en verloren daarbij het zicht op de markt wel eens uit het oog. Bij DSM bijvoorbeeld verwachtte men met lysine een markt open te leggen voor synthetische ingrediënten voor voedingsmiddelen.⁸² En Koninklijke Scholten-Honig zocht zo lang naar een manier om maïszetmeel om te zetten in suiker tot het bedrijf er aan onderdoor ging.⁸³ Natuurlijk, dit zijn maar enkele voorbeelden, en ze mogen niet de aandacht afleiden van de vele positieve resultaten van het speurwerk in deze periode, en van de vele bedrijven die zich niet lieten verleiden door al te fantastische vooruitzichten. Echter, het doorzetten van technisch en wetenschappelijk veelbelovende projecten, zelfs als de commerciële vooruitzichten slecht zijn, lijkt in deze periode vaker te zijn voorgekomen dan in andere tijden.

Het NatLab kwam in de ban van het fundamenteel onderzoek. In 1946 verliet Holst het NatLab om door een driemanschap opgevolgd te worden. Zij waren vertrouwd met de ideeën van Vannevar Bush, dat fundamenteel wetenschappelijk onderzoek zou steeds weer nieuwe terreinen ontsluiten voor de techniek, en in navolging van onder andere Bell Laboratories van AT&T richtten zij zich meer en meer op fundamenteel onderzoek. Het werk in het NatLab hoefde voortaan geen directe relatie meer te hebben met producten van Philips, hooguit moest er een verband zijn met eventuele toekomstige producten, maar daarbij hoefde de marktverwachting geen rol te spelen. In de praktijk werd het speurwerk vaak meer gestuurd door wetenschappelijke interesse dan door de zoektocht naar mogelijke toepassingen.⁸⁴ Het geloof in de waarde van fundamenteel onderzoek breidde zich ook tot andere industriële laboratoria uit. Zelfs de speurwerkvereniging van enkele katoenspinnerijen beleed de noodzaak van fundamenteel onderzoek, al ging het lang niet zover als het Natlab.⁸⁵

80 Keetie E. Sluyterman, *Driekwart eeuw CSM: cash flow, strategie en mensen* (Diemen 1995) 128-130.

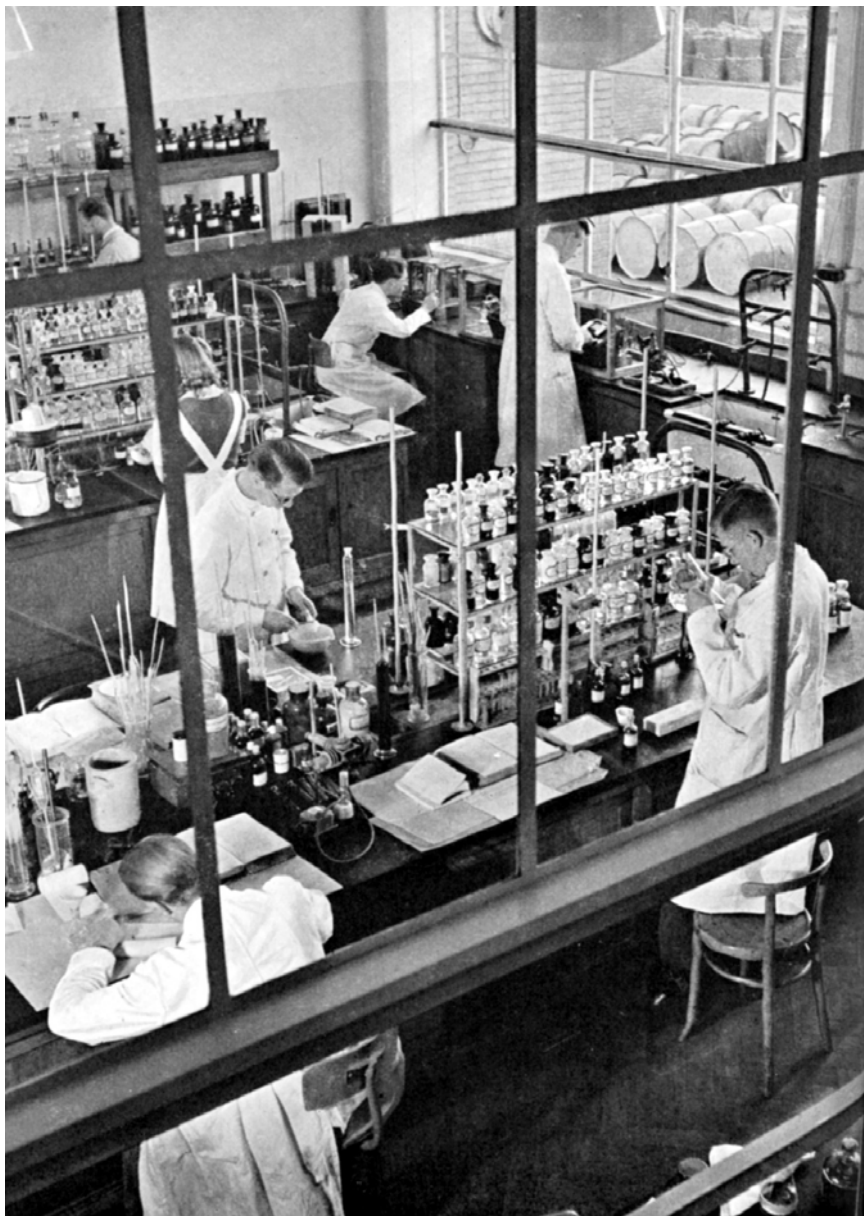
81 Faber, *Kennisverwerving*, 242-245.

82 Lintsen (red.), *Research*, 72-81.

83 Paul de Laat, *Een kwestie van vertrouwen: sociale effecten van de invoering van matrix-structuren in R&D organisaties, een case-studie van de organisatie-ontwikkeling bij Scholten-Honig Research* (Groningen 1990).

84 De Vries, *80 years*; Boersma en De Vries, 'De veranderende rol'.

85 Faber, *Kennisverwerving*, 100.



'Nederlands toekomst: research!' (bron: Verbond Nederlandse Werkgevers, De Nederlandse industrie sinds 1945: een wereld van groei (z.p., 1952), tegenover pagina 385).

Speurwerk en ontwikkeling in de mode

Het grote belang dat de overheid hechtte aan speurwerk resulteerde in regelmatige speurwerkenquêtes door het CBS, die een bron van kennis zijn over de ontwikkeling van het NIS in deze periode. Dankzij deze enquêtes is voor het eerst een serie kwantitatieve gegevens over uitgaven aan speurwerk beschikbaar, die door het gebruik van dezelfde methode onderling vergelijkbaar zijn. De gegevens bevestigen de indruk van een toenemend belang van speurwerk voor de industrie. De uitgaven voor speurwerk en ontwikkeling van ondernemingen namen tussen 1959 en 1973 toe van f 336 miljoen tot f 1790. Ongeveer twee derde van dit geld kwam voor rekening van de vijf grootste bedrijven, Koninklijke/Shell, Unilever, Philips, Staatsmijnen en AKU. Naast deze vijf bedrijven waren het vooral bedrijven in de metaalnijverheid (waartoe ook de elektrotechnische industrie wordt gerekend), de chemie en de voedings- en genotmiddelenindustrie die veel speurwerk deden.

De groeiende uitgaven aan speurwerk en ontwikkeling gingen in de jaren vijftig gepaard met een stijging van de Nederlandse octrooiaanvragen in de VS en Duitsland.⁸⁶ In beide landen was het Nederlandse aandeel hoger dan dat van de andere kleine landen, met uitzondering van Zwitserland. Hoewel het in de volgende decennia daalde, bleef de rangorde vrijwel gehandhaafd. Alleen in de VS streefde Zweden Nederland voorbij.

De jaren 1950 en 1960 waren de gouden periode van het speurwerk in Nederland. Het idee dat Nederland, arm aan grondstoffen, in economisch opzicht moest vertrouwen op de hoge opleiding van zijn bevolking werd door verschillende instanties uitgedragen. Vreemd genoeg was er veel minder aandacht voor de resultaten van S&O. Dit gold voor de overheid, die wel de uitgaven aan S&O liet meten maar niet de resultaten, zoals aantallen octrooien of innovaties, maar ook voor verschillende organisaties en zelfs voor enkele bedrijven, die zich lieten verblinden door de wetenschappelijke of technische schoonheid van het speurwerk en daardoor geen oog meer hadden voor de commerciële uitkomsten.

7. Het Nederlandse innovatiesysteem na 1970

Na een groot aantal jaren exponentiële groei van de uitgaven voor S&O namen ze in 1973 voor het eerst af. Hoewel daarmee de groei nog niet direct voorbij was – in 1974 namen de uitgaven weer toe – luidde de tijdelijke teruggang (en de teruggang in de conjunctuur die daaraan ten oorzaak lag) een nieuwe periode in voor het Nederlandse innovatiesysteem. Eerst nam de groeivoet van de uitgaven af, en na 1989 ook de uitgaven zelf. Een groot deel van deze teruggang kwam voor rekening van Philips. Er werden steeds meer kritische geluiden gehoord over het nut van speurwerk en binnen bedrijven werd speurwerk steeds meer onderworpen aan

86 Van Zanden, *Klein land*, 63-66.

rationalisatie. Tal van nieuwe methoden van speurwerkmanagement werden geïntroduceerd. Een van de meest populaire methoden aan het einde van de jaren 1970 was de zogenaamde matrixorganisatie, waarin een groep binnen de speurwerkafdeling zowel binnen de verticale lijnhierarchie van het laboratorium als binnen een horizontale eenheid met de productafdelingen viel. Bedrijven als DSM en Koninklijke Scholten-Honig probeerden op die manier de verbanden tussen de speurwerkafdelingen en de rest van het bedrijf te versterken en de doorstroom van kennis uit het speurwerk naar de productie te vereenvoudigen.⁸⁷

Net zoals binnen de bedrijven de aandacht verschoof van speurwerk naar innovaties, verschoof ook de aandacht van beleidsmakers naar innovaties, zij het met enkele jaren vertraging. Vanaf het einde van de jaren 1980 initieerde het Ministerie van Economische Zaken een aantal onderzoeken om de innovativiteit van het Nederlandse bedrijfsleven te meten. Uit de verschillende onderzoeken komt een duidelijk beeld naar voren.⁸⁸ De voedingsmiddelenindustrie, de landbouw en de fabricage van landbouwmachines zijn in Nederland innovatiever dan in het buitenland. Hetzelfde geldt voor delen van de chemie, met name de polymeerchemie, delen van de elektrotechniek en de scheepsbouw. Daarentegen blijven de innovativiteit van onder meer de farmacie, de textiel en de metaalindustrie zowel binnen Nederland als in internationaal verband achter.

8. Innovatiesysteem en economische ontwikkeling

Hoewel de eigenaardigheden van het Nederlandse innovatiesysteem pas in een internationale vergelijking echt duidelijk worden, kunnen hier op grond van de bovenstaande beschrijving wel enkele typische kenmerken worden benoemd. Nederland voerde laat een octrooiwet in, waardoor kennis pas laat beschermd kon worden. Dit had vooral gevolgen voor de machine-industrie en de elektrotechnische industrie die voor de nationale markt produceerde. De kleine schaal van de machine-industrie, ondanks de aanwezigheid van bijvoorbeeld een grote textielsector, kan hier een gevolg van zijn geweest. De kleine schaal van zowel de industrie als het hoger onderwijs had tot gevolg dat veel industriële onderzoekers een gemeenschappelijke opleiding hadden gevolgd. Omdat bovendien slechts een klein aantal hoogleraren interesse had in een adviseurschap in de industrie, zeker vóór de jaren 1960, kon een industrieel-academisch netwerk ontstaan dat van de acade-

87 De Laat, *Kwestie*; Lintsen, *Research*, 84-103; Boersma en De Vries, 'De veranderende rol'.

88 Zie bijvoorbeeld Ministerie van Economische Zaken, *Meting 1, indicatoren voor de technologische plaatsbepaling van Nederland* (Den Haag 1989); Engelsman en Van Raan, *Nederland*; A.H. Kleinknecht, J.O.N. Reijnen en J.J. Verweij, *Innovatie in Nederlandse industrie en dienstverlening, een enquête onderzoek* (Den Haag 1990).

mische zijde niet meer dan enkele knooppunten had. Mede hierdoor, maar natuurlijk ook door het overwicht van de vijf grote laboratoria, was het mogelijk dat de grote bedrijven hun onderzoek deels op elkaar afstemden en daar organisaties als TNO bij betrokken.

De ontwikkeling van het Nederlandse innovatiesysteem vertoonde opvallende parallellen met de algemene economische ontwikkeling van Nederland. Volgens Van Zanden werd tussen 1880 en 1920 de institutionele basis gelegd voor de ontwikkeling in de rest van de twintigste eeuw met de opkomst van het industriële grootbedrijf, de vakbonden en de overheidsbemoediging met de economie.⁸⁹ De basis voor het Nederlandse innovatiesysteem werd zelfs binnen een nog kortere periode gelegd: tussen 1910 en 1920 werden de eerste invloedrijke S&O laboratoria opgericht door bedrijven, kreeg de samenwerking tussen universiteiten, hogeschool en industrie gestalte, richtte de overheid de eerste gesubsidieerde speurwerkinstituten voor de industrie op en bevorderde de octrooiwet de verhandelbaarheid van kennis. Eerder al waren ingenieursverenigingen en een vereniging van chemici opgericht. Daarmee waren rond 1920 in beginsel alle elementen aanwezig voor de kennisverwerving van de industrie in de rest van de eeuw. Tegelijkertijd begon de negentiende-eeuwse manier van kennisverwerving aan belang in te boeten. Nijverheidstentoonstellingen verdwenen vrijwel geheel en steeds minder aanstaande fabrikanten liepen stages bij buitenlandse bedrijven. Kennisdiffusie en import werd steeds minder belangrijk en het genereren van kennis steeds belangrijker. En in tegenstelling tot de diffusie en import was het ontwikkelen van kennis een zaak van specialisten, vaak ingenieurs of wetenschappers, en niet, of niet in de eerste plaats, van de fabrikant zelf.

De overgang van een import- en diffusiesysteem op een nationaal innovatiesysteem voltrok zich in een tempo dat verschilde van sector tot sector. Er lag bijvoorbeeld haast veertig jaar tussen de oprichting van speurwerklaboratoria in de chemische industrie en de oprichting van afdelingen voor speurwerk in de katoenindustrie, al zijn hier de uitersten wel mee genoemd. Het verschil in tempo had niet alleen te maken met moeilijk te beïnvloeden factoren als de internationale concurrentie en de winstmarge in bepaalde bedrijfstakken. Ook aspecten van het Nederlandse innovatiesysteem waren van belang, zoals de aanwezigheid van hoogopgeleide onderzoekers, speurwerkinstituten en hoogleraren die bedrijven wilden adviseren.

Kennisverwerving door bedrijven was de basis van technische vooruitgang, die de arbeidsproductiviteit en de kwaliteit van de producten verhoogde en daardoor bijdroeg aan de economische groei.⁹⁰ Volgens Van Zanden was in de jaren 1920

89 Van Zanden, *Klein land*, 242-248.

90 Angus Maddison, *Dynamic forces in capitalist development: a long-run comparative view* (Oxford enz. 1991) 66-72.

en in de jaren 1950 de economische groei hoger dan op grond van de toename van arbeid, kapitaal, scholing en kennisverwerving (geïnterpreteerd als S&O) verklaard kan worden. Het lijkt mij echter dat de afwijking mede veroorzaakt wordt door de onnauwkeurige maat voor S&O die hij gebruikt, namelijk Amerikaanse octrooien. Octrooien zijn immers een slechte maat voor S&O: vanwege het creatieve karakter van spuurwerk is er geen eenduidige relatie tussen de bestedingen aan S&O en de uitkomsten, en die zijn soms wel en soms niet octrooieerbaar, en zelfs als ze octrooieerbaar zijn, worden ze niet altijd geoctrooieerd.⁹¹ Bovendien bestaat technische vooruitgang niet uit spuurwerk, maar uit innovaties, en veel innovaties bouwen niet alleen voort op spuurwerk, maar ook op andere processen, zoals de aankoop van kennis, training en leren door te doen.⁹²

Wellicht kan een deel van de bovenmatige prestaties van de Nederlandse economie in de jaren 1920 en 1950 beter verklaard worden uit kwalitatieve en kwantitatieve veranderingen in spuurwerk. In beide decennia vond een uitbreiding van het industriële spuurwerk plaats, in ieder geval in aantallen spuurwerkafdelingen en waarschijnlijk ook in bestedingen en mensuren. Bovendien waren er kwalitatieve veranderingen die ertoe bijgedragen kunnen hebben dat de uitkomsten groter waren dan alleen op grond van de toename in bestedingen en arbeid verondersteld mocht worden. In de jaren 1920 namen de contacten tussen wetenschap en industrie toe, met name in de chemische en aanverwante sectoren. Daarmee kreeg de industrie toegang tot een nieuwe kennisbron, die het kon gebruiken als toevoeging op en ter verbetering van het eigen spuurwerk. In de jaren 1950 zorgde de uitbouw van TNO voor een soortgelijke ontwikkeling, alleen nu voor bijna alle sectoren van de industrie. Het is goed mogelijk dat de toegang tot de tweede bron van kennis de effectiviteit van het spuurwerk van de bedrijven heeft verhoogd, omdat problemen voorgelegd konden worden aan onderzoekers met een andere achtergrond en andere ervaring.

Het is niet mogelijk om de ontwikkeling van de Nederlandse industrie te beschrijven zonder aandacht te besteden aan het Nederlandse innovatiesysteem. Spuurwerk en ontwikkeling, industrieel-academische netwerken en door de overheid ondersteunde onderzoeksinstituten hadden een invloed op de ontwikkeling van de industrie. Het innovatiesysteem is echter slechts een deel van de verklaring van die ontwikkeling. Ook factoren als de ligging van Nederland, de afkeer van protectionisme bij de overheid en de eigenaardigheden van de Nederlandse kapitaalmarkt speelden een rol.

91 Freeman en Soete, *Economics*, 112-21; Bjørn L. Basberg, 'Patents and the measurement of technological change: a survey of the literature', in: *Research Policy* 16 (1987) 131-141.

92 Brouwer en Kleinknecht, 'Measuring the unmeasurable'.