

Speur- en ontwikkelingswerk onder het vergrootglas

DRS. M.W.J. VAN DEN BRINK*

Speur- en ontwikkelingswerk (S en O) levert een belangrijke bijdrage aan de technische vooruitgang. In dit artikel staat de verhouding tussen investeringen in kapitaalgoederen en menselijk kapitaal centraal. De auteur geeft in de eerste plaats een uitgebreide inventarisatie van de stand van zaken op dit gebied. Hij constateert dat de totale personeelsomvang in het speur- en ontwikkelingswerk (S en O-werk) weliswaar stagneert, maar dat de verhouding tussen het aantal werkzame personen in het S en O-werk en het totale arbeidsvolume in de marktsector is gestegen. In de publieke sector is er sprake van een daling, die hij wijt aan het luxe karakter van zuiver wetenschappelijk onderzoek, waardoor ten tijde van bezuinigingen allereerst op dit gebied besparingen worden gezocht. In de tweede plaats presenteert de auteur een eenvoudig arbeidsmarktmodel. Zijn conclusie is dat in 1990 een overschot aan lager opgeleiden en een tekort aan middelbaar en hoger opgeleiden dreigt. Ten slotte bespreekt de auteur de samenhang die er zijns inziens bestaat tussen de economische conjunctuur en het activiteitsniveau op S en O-gebied.

Inleiding

„Menselijk kapitaal” is een cruciaal element in het economisch proces, maar binnen de economische wetenschappen krijgt dit begrip niet de aandacht die het verdient. Dat komt eensdeels doordat deze categorie van vrij recente datum is en bij wijze van spreken nog bezig is over te waaien vanuit de Verenigde Staten. Anderdeels komt het doordat zij moet manoeuvreren tussen de Scylla van de traditionele categorie arbeid („de” arbeid) en de Charibdis van de traditionele categorie kapitaal („het” kapitaal). Over het algemeen wordt onder het begrip menselijk kapitaal verstaan de resultante van gezondheidszorg, onderwijs en speur- en ontwikkelingswerk (S en O) in termen van het arbeidsvermogen van de bevolking. Kennis neemt hierbij een centrale plaats in. Bestedingen in verband hiermee zijn in feite investeringen, of, misschien juister, hebben tegelijk het karakter van consumptie en van investeringen. Een en ander leidt ertoe dat begrippen als winst, arbeid, kapitaal, consumptie en investeringen bezig zijn van inhoud te veranderen.

Het uit de pas gaan lopen van de bestedingen voor menselijk kapitaal ten opzichte van die voor kapitaalgoederen moge blijken uit de volgende – tenzij anders vermeld aan het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) ontleende – cijfers: in 1940 bedraagt de netto financiering van de gezondheidszorg ca. 3% van het bruto nationaal produkt (bnp), in 1980 8%; voor overheidsuitgaven ten behoeve van onderwijs gelden voor dezelfde jaren respectievelijk de percentages 1 en 9; voor S en O 2. Van 1940 tot 1980 steeg het totale bedrag dat aan menselijk kapitaal werd besteed aldus van 4% tot 19% van het bnp. De bruto investeringen in kapitaalgoederen schommelen, grosso modo, tussen de 15 en 25%, waarbij de bevolkingsontwikkeling in het bijzonder van invloed is op de hoogte van het cijfer. De waarde van de kapitaalgoederenvoorraad wordt zowel in 1940 als in 1980 1) geschat op ca. 2,5 maal het bnp.

Investeringen in menselijk kapitaal zijn waarschijnlijk van groot belang voor de economie van een land: „Technische vooruitgang (al dan niet belichaamd in kapitaal en arbeid) trok sterk de aandacht na 1956, toen Abramowitz en Solow ontdekten dat de groei goeddeels werd veroorzaakt door een onbekende factor, die niet gemeten werd door de hoeveelheid arbeid en de hoeveelheid kapitaal. Over die onbekende factor werd veel onderzoek

verricht; zij werd uitgesplitst in scholing, onderzoek, schaalvergroting en dergelijke 2) (...).” S en O – ook wel onderzoek en ontwikkelingswerk of „research and development” – levert een belangrijke bijdrage aan technische vooruitgang. Volgens prof. dr. H. de Haan zelfs de belangrijkste. Volgens hem heeft Solow voor de VS gevonden dat 87,5% van de groei aan technische vooruitgang kan worden toegerekend. De Haan en Kuipers schatten dit effect op de Nederlandse economie op 53,5 percent 3). Hoe dit ook zij, het laatste woord hierover is zeker nog niet gesproken. Onder technologie wordt in dit artikel – onder verwijzing naar prof. dr. A.G.M. van Melsen – verstaan de leer van het maken – in ruime zin – 4), of wel toegepaste wetenschap.

In dit artikel wordt het S en O in Nederland beschreven vanuit een economisch gezichtspunt. Hierbij is dankbaar gebruik gemaakt van de schat aan informatie die ligt besloten in de sinds 1959 verschijnende publikaties van het CBS, *Speur- en ontwikkelingswerk in Nederland*. Publikaties met betrekking tot de jaren zestig betreffen 1964, 1967 en 1969. Met betrekking tot de jaren zeventig zijn jaarlijks publikaties verschenen. Om de vier jaar gaat het hierbij om „in depth reviews”; de laatste „in depth review” op het gebied van S en O heeft betrekking op 1981 en verscheen in 1984. Tenzij anders vermeld, zijn gegevens in de ta-

* Werkzaam bij het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, hoofddirectie Wetenschapsbeleid, directie Analyse en Evaluatie, hoofd-afdeling Materie en Informatie. Dit artikel is geschreven op persoonlijke titel. Dank van de schrijver gaat in het bijzonder uit naar mevrouw J.J. van Nijendaal, dr. H.J. Blaauw, dr. J.R.M. van den Brink, drs. J.T. Kolfoort, dr. J. Schriever en dr. P.A.J. Tindemans.

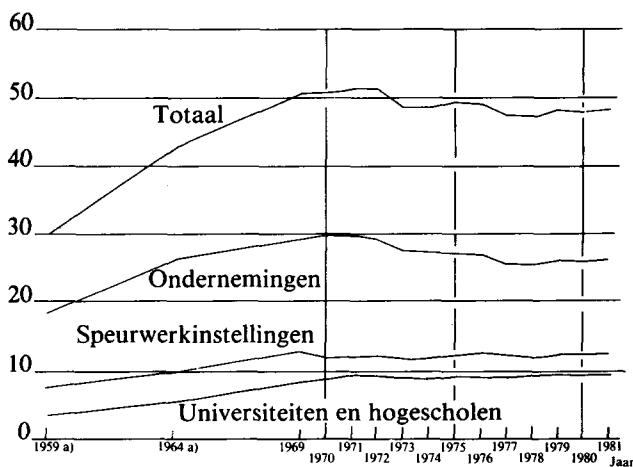
1) G.A. Kessler, De invloed van het Nederlandse monetaire beleid en wisselkoersbeleid op de ontwikkeling van de werkgelegenheid, *Maand-schrift Economie*, 1981, blz. 77.

2) J. Pen in: A.D. Wolff-Albers (red.), *Visies op onderzoek in enkele sociale wetenschappen, pre-adviezen ten behoeve van de beleidsnota maatschappij- en gedragswetenschappen*, 1982.

3) H. de Haan in: B. Goudzwaard (red.), *Economie, bewapening en ontwikkeling*, Studiekring Post-Keynesiaanse Economie, 1985.

4) A.G.M. van Melsen, *Geloof, wetenschap en maatschappelijke omwentelingen; wijsgerige beschouwingen over de crisis in de cultuur*, 1977, blz. 58 e.v.

Figuur. Personeel betrokken bij S en O op het terrein van de B-wetenschappen, 1959-1981 in arbeidsjaren $\times 1.000$



a) In de sector universiteiten en hogescholen is in de jaren 1959 en 1964 bij de bepaling van het aantal bij S en O betrokken personen geen rekening gehouden met (een deel van) het personeel der medische diensten en verplegingsdiensten der academische ziekenhuizen.

bellen ontleend aan deze publikaties. Aan het slot van dit artikel wordt een poging gedaan een en ander te beschouwen in wijder perspectief.

S en O-personeel

De figuur laat zien dat het personeel dat betrokken is bij S en O (B-wetenschappen) tussen 1959 en 1972 fors in omvang is toegenomen, met name bij de ondernemingen. Het is de periode van (spring)vloed in het economisch getijd, die duurt tot ca. 1974/5). Het is opmerkelijk dat tijdens deze periode tegelijk de basis wordt gelegd voor de huidige milieuvraagstukken, ondanks de scherpe stijging van de omvang van S en O-personeel.

Na 1972 is duidelijk sprake van afvlakking en in het bedrijfsleven (dat – door de markt – sneller wordt gedwongen de tering naar de nering te zetten) zelfs van daling van de S en O-werkgele-

genheid: de omvang van het personeel wordt nauwelijks meer uitgebreid in de sector speurwerkinstellingen, alsmede in de sector universiteiten en hogescholen en in de sector ondernemingen in geringe mate ingekrompen.

In 1965 is het totale arbeidsvolume werkzaam in de industrie – tot op heden – al maximaal en belooft ca. 1,4 mln. mensen (1983: ca. 0,9 mln.). Zes jaar later bereikt het S en O-personeel in het bedrijfsleven zijn tot op heden maximale omvang, te weten ca. 30.000 arbeidsjaren in 1971 (1981: ca. 26.000). Vijftien jaar nadat het totale arbeidsvolume werkzaam in de industrie zijn maximale omvang heeft bereikt, bereikt het onderdeel niet-industrie van de marktsector, bestaande uit landbouw en visserij en de commerciële dienstverlening, zijn tot op heden maximale arbeidsvolume, te weten ca. 3,1 mln. arbeidsjaren in 1980 (1983: ca. 2,9 mln.). Zeventien jaar nadat het totale arbeidsvolume in de industrie zijn maximale omvang heeft bereikt, krijgt de kwartaire sector zijn tot op heden maximale omvang, te weten ca. 732.000 arbeidsjaren in 1982 (1983: ca. 729.000).

Tabel 1 toont aan dat, ondanks de stagnatie in de groei van het S en O-personeel, de verhouding hiervan tot het totale arbeidsvolume per sector – verder te noemen S en O-personeelsquote – toch voortdurend is blijven toenemen, met als uitzondering in de sector overheid. Deze opmerkelijke ontwikkeling houdt waarschijnlijk verband met de trendmatig toenemende betekenis van S en O in de marktsector van de moderne, industriële samenleving enerzijds, en met het meer „zuiver wetenschappelijke” karakter van S en O in de overheidssector, dat in slechte tijden al gauw als „luxe” wordt beschouwd, anderzijds. Het is overigens de vraag of de aanzienlijke bezuinigingen op uitgaven voor S en O in de overheidssector tot een evenredige vermindering van het eindresultaat hebben geleid (meer wedijver, meer inzet voor het behoud van de baan). De daling van de S en O-personeelsquote voor de marktsector laat zich verklaren uit een sterke daling van de verhouding tussen het totale arbeidsvolume werkzaam in de industrie, die traditioneel een hoge S en O-personeelsquote kent, en het totale arbeidsvolume in het onderdeel niet-industrie van de marktsector, met een lage S en O-quote.

De figuur geeft een beeld van de totale omvang van het S en O-

5) A.H. Kleinknecht, *Innovation patterns in crisis and prosperity: Schumpeter's long cycle reconsidered*, proefschrift, 1984, verschijnt in 1986 bij Macmillan Publishing Company, Londen.

Tabel 1. Arbeidsvolume en S en O-personeelsquote naar bedrijfstak/-klasse in de sector ondernemingen (inclusief zelfstandigen) (B-wetenschappen) en sector overheid (A- en B-wetenschappen)

	1964		1973		1981	
	Arbeidsvolume in arbeidsjaren $\times 1.000$	S en O-personeel in procenten van het arbeidsvolume a)	Arbeidsvolume in arbeidsjaren $\times 1.000$	S en O-personeel in procenten van het arbeidsvolume	Arbeidsvolume in arbeidsjaren $\times 1.000$	S en O-personeel in procenten van het arbeidsvolume
Industrie, w.v.	1.366	1,88	1.141	2,25	964	2,51
– metaalindustrie	524	1,49	459	3,07	422	3,09
– chemische-, leer-, rubber- en kunststofverwerkende industrie	171	5,12	149	6,15	131	7,01
– voedings- en genotmiddelenindustrie	211	1,97	194	1,05	172	0,95
– hout-, papier- en grafische industrie	172	0,44	173	0,12	151	0,07
– textiel- en kledingindustrie	232 b)	1,63 b)	113	0,11	48	0,19
– bouwmaterialen-, aardewerk- en glasindustrie	56	0,61	49	0,20	40	0,30
Niet-industrie, w.v.	2.586	0,04	2.937	0,07	3.050	0,08
– transport, opslag, communicatie, zakelijke dienstverlening	851	n.b.	1.043	0,12	1.210	0,10
– landbouw en visserij	408	n.b.	309	0,11	273	0,14
– bouwnijverheid	452	n.b.	472	0,06	400	0,07
– handel, bank- en verzekeringswezen, delfstoffenwinning	835	n.b.	1.068	0,02	1.120	0,03
– openbare nutsbedrijven	40	0,40	45	0,16	47	0,13
Totaal ondernemingen	3.952	0,68	4.078	0,68	4.014	0,66
Totaal overheid	512	3,57	607	4,14	728	3,82
Totaal ondernemingen en overheid	4.464	1,01	4.685	1,13	4.742	1,15

a) De post „vijf grote industriële ondernemingen” is in vijf gelijke delen over de diverse bedrijfstakken/-klassen verspreid. De cijfers met betrekking tot S en O-personeel hebben betrekking op volledige dagtaken en, voor zover van toepassing, op ondernemingen in de grootteklassen boven 49 personen. Overheid exclusief THT.

b) Inclusief schoeisel.

n.b.: niet bekend.

Tabel 2. *Personeel betrokken bij S en O (A-wetenschappen), absoluut en in procenten van het totale personeel betrokken bij S en O (afronding op vijftallen van procenten)*

	1964 a)		1973		1981	
	absoluut	in procenten	absoluut	in procenten	absoluut	in procenten
Ondernemingen	680	0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Speurwerkinstellingen	1.200	10	2.070	15	2.930	20
Universiteiten en hogescholen	1.200	15	2.100	20	2.850	25

a) Volledige dagtaken. Ondernemingen in grootteklassen boven 49 personen.

personeel in Nederland. Personeel dat betrokken is bij S en O op het terrein van A-wetenschappen, is in deze grafiek niet afgebeeld. Volgens het CBS ging het in 1981 om ca. 6.000 personen. Het CBS vraagt de sector ondernemingen de laatste jaren echter niet meer naar de omvang van zijn personeel betrokken bij S en O op het gebied van A-wetenschappen. Volgens een eigen schatting gaat het hier om ca. 1.600 personen die niet in de officiële statistieken zijn vermeld.

Tabel 2 geeft een indruk van de omvang van het personeel dat is betrokken bij S en O op het gebied van de A-wetenschappen in Nederland, en van de verhouding waarin dit staat tot de omvang van het totale S en O-personeel. Opmerkelijk is dat S en O op het gebied van A-wetenschappen gestaag terrein heeft gewonnen ten opzichte van B-wetenschappen. De terreinwinst is tot 1981 zo groot dat hier niet geheel aan de indruk van een zeker „luxe“-verschijnsel kan worden ontkomen. Behalve dat het CBS geen gegevens meer verzamelt over personeel betrokken bij S en O in de A-wetenschappen in de sector ondernemingen, vraagt het ook niet meer naar S en O-personeel in ondernemingen in de grootteklassen beneden de 50 personen. In 1964 is nog wel geënquêteerd naar S en O-personeel bij ondernemingen in de grootteklassen tussen 9 en 50 personen.

Op grond van de uitkomst van een enquête die in 1984 is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en dat van Onderwijs en Wetenschappen 6), en informatie over aantallen ondernemingen in de sectoren industrie en niet-industrie naar grootteklasse 7), schat ik de omvang van het S en O-personeel in de B-wetenschappen in ondernemingen in de grootteklassen tussen 0 en 50 personen op ca. 2.400 mensen. Dit is ongeveer gelijk aan 75% van de omvang van het S en O-personeel in ondernemingen in de grootteklassen tussen 49 en 500 personen. Volgens de huidige statistieken van het CBS is het S en O uitgevoerd door kleinere en middelgrote ondernemingen (grootteklassen tussen 49 en 500 personen) tussen 1973 en 1981 toegenomen van ca. 8 tot 12% van het S en O uitgevoerd door al-

Tabel 3. *Academisch afgestudeerde en op het gebied van B-wetenschappen naar opleidingsachtergrond in procenten (afronding op vijftallen van procenten)*

	1964 a)	1973	1981
Ondernemingen			
- wiskunde en natuurwetenschappen	35	40	35
- technische wetenschappen	60	55	60
- landbouwwetenschappen	0	0	5
- medische wetenschappen	0	0	0
- maatschappij- en geesteswetenschappen	0	0	0
Speurwerkinstellingen			
- wiskunde en natuurwetenschappen	40	50	50
- technische wetenschappen	30	30	30
- landbouwwetenschappen	15	15	10
- medische wetenschappen	10	5	10
- maatschappij- en geesteswetenschappen	0	0	0
Universiteiten en hogescholen			
- wiskunde en natuurwetenschappen	45	30	30
- technische wetenschappen	15	20	20
- landbouwwetenschappen	5	5	5
- medische wetenschappen	35	40	45
- maatschappij- en geesteswetenschappen	0	0	0

a) Gedeeltelijke dagtaken zijn door twee gedeeld om volledige dagtaken te verkrijgen. Universiteiten en hogescholen exclusief THT.

le ondernemingen. In werkelijkheid is het huidige niveau naar schatting 21%. Gegeven de grote dichtheid van multinationale ondernemingen in ons land is dat een relatief hoge score. Deze recente informatie kan wellicht een halt toeroepen aan veel gehoorde klaagzangen over dit thema 8).

Al met al schat ik de totale omvang van personeel betrokken bij S en O (A- en B-wetenschappen) op ca. 58.600 arbeidsjaren (CBS: 54.500). Een niveau dat ca. 7,5% hoger ligt dan het door het CBS opgegeven niveau.

Als de aandacht wordt gericht op opleidingsachtergrond van het S en O-personeel, valt met betrekking tot het terrein van B-wetenschappen op dat in de periode van toenemend ontwikkelingswerk ten opzichte van speurwerk (1964-1973, zie verder tabel 6) in ondernemingen en speurwerkinstellingen meer wiskundigen en natuurwetenschapsmensen worden aangetrokken dan technische wetenschapsmensen (tabel 3). In de sector universiteiten en hogescholen is dit niet het geval. Deze ontwikkeling bij ondernemingen en speurwerkinstellingen kan wijzen op toenemend belang van „zacht goed“ en S en O-werkgelegenheid voor chemici ten opzichte van „hard goed“ (bij ontwikkeling). Voor speurwerk zou het tegenovergestelde gelden (periode 1973-1981).

Aan universiteiten en hogescholen worden gestaag meer technische wetenschapsmensen aangesteld ten opzichte van wiskundigen en natuurwetenschapsmensen. Wellicht is de reden hiervan dat hogescholen qua arbeidsvolume harder zijn gegroeid dan universiteiten. De relatieve toename van het aantal medische wetenschapsmensen springt eveneens in het oog.

Tabel 4. *Academisch afgestudeerd en op het gebied van A-wetenschappen naar opleidingsachtergrond in procenten (afronding op vijftallen van procenten)*

	1964 a)	1973	1981
Speurwerkinstellingen			
- economische wetenschappen	35	25	25
- sociale wetenschappen	40	40	35
- overige maatschappij- en geesteswetenschappen	10	30	30
- B-wetenschappen	15	10	10
Universiteiten en hogescholen			
- rechtsgeleerdheid	15	15	15
- economische wetenschappen	10	10	10
- letteren	35	25	25
- sociale wetenschappen	25	35	35
- overige A-wetenschappen	10	15	15
- B-wetenschappen	0	0	0

a) Zie tabel 3.

Tabel 4 geeft inzicht in de opleiding van het S en O-personeel op het terrein van de A-wetenschappen. Economen komen meer voor bij speurwerkinstellingen dan bij universiteiten en hogescholen. Sociale wetenschappen verliezen terrein bij speurwerkinstellingen in tegenstelling tot de situatie bij universiteiten en hogescholen. B-wetenschapsmensen verliezen ook terrein bij speurwerkinstellingen. Gezien het belang dat door het parlement wordt toegekend aan de integratie van wetenschap en technologie in de samenleving is dit zorgelijk. Ook het terreinverlies van letteren bij universiteiten en hogescholen is opvallend. Verder opsplitsen naar opleiding is wel mogelijk, maar voert in het kader van dit artikel te ver. De technologische ontwikkeling gaat gepaard met de nodige stroomversnellingen. Dit blijkt onder meer uit de problemen die het CBS heeft om nieuwe disciplines in zijn staten op te nemen en de groei van het aantal mensen onder de rubriek „overige“.

6) J.W.A. van Dijk en A. Kleinknecht, De positie van middelgrote en kleine ondernemingen in het Nederlandse innovatiebeleid, *ESB*, 26 september 1984, blz. 898.

7) *Een microscoop voor economen*, maart 1981, blz. 48/49.

8) Zie bij voorbeeld het - overigens interessante - *Project technologiebeleid*. Naar een op de marktsector gericht technologiebeleid, februari 1984.

Tabel 5. Verdeling van de uitgaven voor S en O over exploitatie en investeringen in procenten (afronding op vijftallen van procenten) en in mln. gld. in lopende prijzen (tussen haakjes)

	Exploitatie-uitgaven						Investeringsuitgaven		
	Personeel			Materieel			Gebouwen/ terreinen	en	Machines/ apparatuur
	1964	1973	1981	1964	1973	1981	1964	1973	1981
Ondernemingen	55	60	55	30	30	35	15	5	10
- B-wetenschappen	(377)	(1.083)	(1.978)	(186)	(555)	(1.170)	(100)	(152)	(335)
Spourwerkinstellingen									
- B-wetenschappen	50	65	60	20	20	25	30	15	10
	(142)	(465)	(885)	(61)	(162)	(349)	(80)	(108)	(183)
- A-wetenschappen	75	80	75	20	20	20	5	0	5
	(18)	(89)	(218)	(5)	(23)	(60)	(1)	(2)	(11)
Universiteiten en hogescholen									
- B-wetenschappen	40	60	60	15	25	30	45	15	10
	(99)	(351)	(667)	(41)	(135)	(323)	(106)	(98)	(95)
- A-wetenschappen	75	75	75	15	10	15	10	15	10
	(23)	(122)	(283)	(4)	(17)	(47)	(3)	(22)	(39)
Totaal	55	60	60	25	25	30	25	10	10
	(659)	(2.110)	(4.031)	(297)	(892)	(1.949)	(290)	(382)	(663)
	Totaal-generaal 1964 1.246								
	Totaal-generaal 1973 3.384								
	Totaal-generaal 1981 6.643								

S en O-bestedingen

In 1947 maken de totale uitgaven voor S en O 0,2% uit van het nationale inkomen (tegen factorkosten). Tussen 1949 en 1955 lagen deze uitgaven op een constant niveau van 1,0%. In 1959 bedraagt het percentage 1,6. In 1959 begint het CBS de omvang van het S en O in Nederland systematisch te meten. De bestedingen voor S en O worden sedertdien betrokken op de omvang van het bnp. In 1959 bedraagt het percentage aldus gemeten 1,4. In 1967, 1971 en 1972 - de drie maxima tot op heden - 2,2. Dan treedt geleidelijk aan stagnatie op. In 1981 wordt een percentage van 1,9 vastgesteld. Volgens de in dit artikel door mij voorgestelde correctie bedraagt het percentage ca. 2,1. Dergelijke correcties kunnen overigens ook worden aangebracht op buitenlandse cijfers.

Een aantal grote industrielanden heeft momenteel een - officieel - niveau bereikt dat zich beweegt rond de 2,5% (Japan 2,8%). Japan heeft zich ten doel gesteld zijn percentage te verdubbelen. Gezien de vrij hoge S en O-quote van de industrie, lijkt een gelijke doelstelling voor Nederland met name haalbaar door herindustrialisering en (althans op dit gebied) uitbreiding van de overheidssector. Hierbij mag niet worden vergeten dat de S en O-personeelsquote van het onderdeel niet-industrie van de marktsector - ook al bevindt deze zich op het laagste niveau - relatief het snelst toeneemt.

Tabel 5 geeft een overzicht van ontwikkelingen binnen het geheel der bestedingen aan S en O. Het niveau van de exploitatie-uitgaven is in de loop der tijd in omvang toegenomen ten opzichte van dat van de investeringsuitgaven. Met betrekking tot de A-wetenschappen ligt het niveau van de exploitatieuitgaven over het algemeen hoger dan dat van de B-wetenschappen, met name

het personele deel van de exploitatie-uitgaven. Zowel het personele als het materiële deel van de exploitatie-uitgaven neemt in de loop van de tijd in omvang toe. Het terugvallen van het investeringsdeel van de totale S en O-bestedingen wordt vrijwel algemeen als probleem gezien. De sector ondernemingen lijkt hier het snelst op te krabbelen, overigens vanuit een minimale uitgangssituatie.

Spourwerk, ontwikkelingswerk en werkgelegenheid

Uit tabel 6 kan worden afgeleid dat aan het einde van de periode van hoogconjunctuur - de jaren tussen 1964 en 1974 -, zowel in de markt- als in de overheidssector sprake is van een accentverschuiving van spourwerk naar ontwikkelingswerk. De vloedperiode in het economisch getij loopt ten einde: ontwikkelingsmogelijkheden worden bijna maximaal benut, terwijl de markt minder willig wordt. Het is het einde van een periode van gestage bevolkingsgroei. Waarschijnlijk is in deze fase in de leidende sectoren produktvernieuwing nog net belangrijker dan procesvernieuwing, die doorgaans tot verlies van werkgelegenheid leidt 9). Dr. A.H. Kleinknecht behandelt in zijn boeiende proefschrift onder meer een groep innovaties van Gellman (N = 500) op micro-/mesoniveau, en berekent significant-positieve correlaties met betrekking tot deze innovaties en - tegelijkertijd - produktiegroei voor de periode 1953 tot en met 1973. Volgens de door mij gevolgde aanpak kan in deze periode een significant-positieve correlatie worden aangetoond met betrekking tot de ontwikkeling van S en O-personeel, en de ontwikkeling van arbeidsvolumina in bedrijfstakken/-klassen daarna, een correlatie op mesoniveau dus (tabel 7): groei wordt bepaald door technische ontwikkeling.

In het begin van de jaren na de hoge groei lijkt verdere produktontwikkeling minder zin te hebben. De ebperiode in het economisch getij neemt een aanvang. Het relatieve aandeel van ontwikkelingswerk daalt en dat van spourwerk stijgt. Deze tendens doet zich ook weer tegelijk voor in de marktsector en de overheidssector 10). Minder ontwikkelingswerk betekent op korte termijn minder werkgelegenheid. Buitendien lijkt procesvernieuwing produktvernieuwing te gaan overheersen 11), wat doorgaans op kortere termijn eveneens ten koste van de werkgelegenheid gaat. Mijn berekeningen laten voor deze periode een significant-negatieve correlatie zien tussen de ontwikkeling van

Tabel 6. Procentuele verdeling van de S en O-activiteit op het gebied van B-wetenschappen over spourwerk en ontwikkelingswerk, in markt- en overheidssector (afronding op vijftallen)

		Spourwerk	Ontwikkelingswerk
Industrie, marktsector	1964	45	55
	1973	25	75
	1981	35	65
Niet-industrie, marktsector	1964	60	40
	1973	20	80
	1981	45	55
Spourwerkinstellingen, (semi-) overheidssector	1964	85	15
	1973	75	25
	1981	80	20
Universiteiten en hogescholen, overheidssector	1964	85	15
	1973	n.b.	n.b.
	1981	n.b.	n.b.

9) Kleinknecht, op. cit.

10) De verschuiving die uit de cijfers blijkt is waarschijnlijk enigszins geflatteerd. In 1977 is het CBS met betrekking tot S en O overgestapt van een tweedeling op een driedeling. Spourwerk wordt voortaan opgesplitst in fundamenteel en toegepast spourwerk. Met deze operatie is een deel van het vroegere ontwikkelingswerk terechtgekomen bij toegepast spourwerk.

Tabel 7. Correlatie tussen de ontwikkeling van het S en O-personeel en het arbeidsvolume naar bedrijfstak/-klasesector ondernemingen (inclusief zelfstandigen) a)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Regressiecoëfficiënten van correlatie tussen ontwikkeling S en O-personeel (jaar 1969 uitgedrukt in jaar 1964) en ontwikkeling arbeidsvolume (jaar i uitgedrukt in 1969)	0,70	0,68	(0,64)	(0,64)	0,69	0,72	0,72	0,72	0,69	0,68	0,68	0,69	0,70	0,71
Idem tussen ontwikkeling S en O-personeel (jaar 1973 uitgedrukt in jaar 1969) en ontwikkeling arbeidsvolume (jaar i uitgedrukt in 1973)					0,86	0,94	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,92	0,94	0,97
Idem tussen ontwikkeling S en O-personeel (gemiddelde, jaarlijkse verandering tussen 1974 en 1978) en ontwikkeling arbeidsvolume (gemiddelde, jaarlijkse verandering tussen 1979 en 1983)	Industrie -0,96							Niet-industrie (0,00)						

a) Regressiecoëfficiënten tussen haakjes zijn niet significant, bij eenzijdige overschrijdingskans van 5%. Deze tabel is gebaseerd op gegevens van het CBS, te weten *Nationale Rekeningen en Speur- en ontwikkelingswerk in Nederland* (diverse jaren). Details van de berekeningen worden op verzoek gaarne verschaft. Dit geldt overigens ook voor andere berekeningen van mijn hand die in dit artikel zijn weergegeven.

S en O-personeel en de ontwikkeling daarna van arbeidsvolumina in bedrijfstakken/-klassen in de industrie. Blijkbaar wordt krimp hier ook bepaald door technische ontwikkeling! Dit geldt niet voor het onderdeel niet-industrie van de marktsector (tabel 7). Kleinknecht berekent voor deze periode dalende (meest positieve) correlatiecoëfficiënten, en verklaart dit uit tanende invloed van radicale innovaties van tientallen jaren daarvoor.

Het is aannemelijk dat de vergaande winsterosie in de jaren zeventig tot deze situatie heeft bijgedragen, waarbij winst door ondernemers te weinig werd gepresenteerd als investeringsbron voor in het bijzonder menselijk kapitaal. Daarnaast mag niet worden uitgesloten dat een vrij recente systeemvernieuwing, automatisering, pas nu merkbare invloed begint te krijgen op de werkgelegenheid. Al deze processen lijken ongrijpbaar en onontkoombaar. Uit het voorgaande blijkt echter in ieder geval dat technologische verandering niet zonder meer werkgelegenheid afbreekt: zo blijkt in de jaren zestig verricht S en O werkgelegenheid op te leveren in de jaren daarna.

In de jaren zeventig blijkt het S en O echter werkgelegenheid af te breken. Onze samenleving zal technologische verandering met open vizier dienen te benaderen. Het is interessant dat uit de genoemde, recente enquête 12) onder innoverende bedrijven (N = 1.251) blijkt dat onder de doelstellingen en motieven voor innovatie-activiteiten de diversificatie en vervanging van verouderde producten, die doorgaans op korte termijn werkgelegenheid opleveren, zeer hoog scoren.

Het voorgaande mag niet de indruk wekken dat procesvernieuwing „slechter” zou zijn dan produktvernieuwing. Weliswaar levert procesvernieuwing op korte termijn vaak minder werkgelegenheid/meer werkloosheid op dan produktvernieuwing. Op lange termijn lijkt onze samenleving echter in ieder geval af te stevenen op kortere werktijden. In 1870 kende de Nederlandse industrie een zeventigjarige werkweek. Momenteel zijn we op weg naar een werkweek die maar half zo lang is. Deze aanzienlijke werktijdverkorting is ervaren als een toeneming van de welvaart. Produkt- en procesvernieuwing dienen kennelijk zoveel mogelijk met elkaar in evenwicht te zijn ten einde zware ontsporingen te voorkomen.

Speur- en ontwikkelingswerk als onderwerp van staatszorg

Departementen die in 1981 financieel het meest zijn betrokken bij S en O, zijn die van Onderwijs en Wetenschappen, Economische Zaken en Landbouw en Visserij. Daarna volgen de departementen van Verkeer en Waterstaat, Volksgezondheid en Milieuhygiëne en Overige. De departementen van Defensie en Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening sluiten de rij. Tabel 8 geeft een rangschikking naar onderwerpen van staatszorg binnen de totale bestedingen voor S en O in de sector speurwerkinstellingen. De stipnoteringen bij kolom 1 volgen uit vergelijking van de kolommen 1 en 2.

Opvallend is dat er vrij veel beweging zit in het verloop van de omvang der middelen voor S en O ten behoeve van de hier vermelde onderwerpen van staatszorg. Het geven van een uitputtend beeld van ontwikkelingen binnen deze onderwerpen voert in het kader van dit artikel te ver. Wel merk ik op dat de toppers van 1981 vrij vaak dezelfde zijn als die van 1973: landbouw (akkerbouw en tuinbouw); industrie en handel (produkten van industrietakken); energie (kernenergie). Bij sommige onderwer-

Tabel 8. Verdeling van de uitgaven van het rijk voor S en O naar onderwerp van staatszorg en groei, beide gerangschikt volgens afnemende grootte (exclusief uitgaven voor universitaire wetenschapsbeoefening)

Rekenkundig gemiddelde voor de periode 1973 tot en met 1981 in procenten	Groei (percentage 1981 gedeeld door percentage rekenkundig gemiddelde)	
Wetenschapsbeoefening in het algemeen	18,0	Informatica enz. 2,286
Landbouw	16,3	Ruimte-onderzoek en technologie 1,724
Menselijk milieu	11,2	Overig 1,162
Industrie en handel	10,5	Industrie en handel (Kern-)energie 1,133
Gezondheidszorg en gezondheidsbescherming	10,3	Menselijk milieu 1,018
• Ruimte-onderzoek en technologie	7,6	Sociaal- en geesteswetenschappelijk onderzoek 0,913
Sociaal- en geesteswetenschappelijk onderzoek	6,9	Landbouw 0,902
• (Kern-)energie	6,7	Defensie 0,867
Defensie	6,0	Wetenschapsbeoefening algemeen 0,867
• Overig	3,7	Gezondheidszorg en -bescherming 0,816
Aards milieu	2,2	Aards milieu 0,773
• Informatica	0,7	

Bron: CBS, *Speur- en ontwikkelingswerk in Nederland*, diverse jaren, hfst. De realisatie van het Wetenschapsbudget.

pen treedt verandering op: menselijk milieu (in 1973 nog afwezig, in 1981 luchtverontreiniging); sociaal- en geesteswetenschappelijk onderzoek (in 1973 onderwijs en cultuur, in 1981 sociaal-economische planning!); aards milieu (in 1973 bodem, in 1981 hydrologie). Het onderwerp infrastructurele voorzieningen en ruimtelijke ordening dat in het hier vermelde overzicht niet voorkomt, maar elders in CBS-publikaties met betrekking tot S en O wel wordt behandeld, kent in 1973 als toppe onderzoek van algemene aard, inclusief natuurbeheer en ruimtelijke ordening, en in 1981 verkeers- en vervoersvoorzieningen.

Aan het tweede verslag van werkzaamheden van de Commissie inzake de voortgang van het industriebeleid (VIB) kan een overzicht worden ontleend van voor Nederland interessante hoofdaandachtsgebieden, activiteitsvelden en activiteiten/produkten (voorbeelden). Wanneer het totale aantal kansrijke gebieden van dit overzicht wordt ondergebracht bij de respectievelijke bedrijfstakken en -klassen, dan blijkt dat de meest kansrijke gebieden zich over het algemeen bevinden bij die takken en klassen van de industrie, dan wel van de niet-industrie die hogere S en O-personeelsquotes bezitten (tabel 9).

Aan het Project technologiebeleid kan een overzicht worden ontleend van technologieprogramma's van de overheid 13). Hierbij valt op dat het leeuwedeel van deze programma's – meer dan de VIB beoogt – is gericht op industrietakken en -klassen met de hoogste S en O-personeelsquotes; er is bovendien sprake van een relatief zwakke gerichtheid op het onderdeel niet-industrie van de marktsector (hierbij kan met name worden gedacht aan de commerciële dienstverlening).

11) Kleinknecht, op.cit.

12) Van Dijk en Kleinknecht, op.cit.

Tabel 9. Verband tussen hoofdaandachtsgebieden en S en O-personeelsquote

Bedrijfstak/-klasse	Rangschikking van het totale aantal hoofdaandachtsgebieden, activiteitsvelden en activiteiten/produkten (voorbeelden)	Hoofdaandachtsgebieden	Rangorde	
			S en O personeelsquote 1982	
			geheel	afzonderlijk per Industrie/niet-industrie
Industrie				
- metaalindustrie	65	kantoorsystemen transportmiddelen medische technologie productiebesturingssystemen (consumenten)elektronica defensie-uitrusting „off-shore” veredelingschemie milieu	2	2
- chemische-, leer-, rubber- en kunststof-verwerkende industrie	20	agrarische- en voedingsmiddelenindustrie	1	1
- voedings- en genotmiddelenindustrie	11		3	3
- hout-, papier- en grafische industrie	2		9	6
- textiel- en kledingindustrie	0		5	5
- bouwmaterialen-, aardewerk- en glasindustrie	1		4	4
Niet-industrie				
- transport, opslag, communicatie, zakelijke dienstverlening	26	transito telecommunicatie en media medische technologie agrarische en voedingsmiddelenindustrie (water)bouw en infrastructuur	8	3
- landbouw en visserij	16		6	1
- bouwnijverheid	11		10	4
- handel, bank- en verzekeringswezen, delfstoffenwinning	7		11	5
- openbare nutsbedrijven	10		7	2

Tinbergen

Prof. dr. J. Tinbergen heeft in *ESB* enkele jaren geleden een origineel model aangereikt met betrekking tot de gehele Nederlandse arbeidsmarkt in 1975 en 1990 (14). Het is van een bijna heilige eenvoud. In dit model zijn drie opleidingsniveaus (m) onderscheiden, en drie activiteiten (n). Activiteit a betreft de traditionele sector landbouw, activiteit b de traditionele sectoren industrie en dienstverlening, zonder onderwijs en S en O en activiteit c de sector onderwijs en S en O (15). De opleidingscoëfficiënten per activiteit, welke een afspiegeling vormen van de verdeling van opleidingsniveau's, zijn in dit model star verondersteld. Op grond van gegevens over het aanbod van arbeid naar opleidingsniveau in 1990 en enkele andere veronderstellingen, kan het model worden opgelost en verkrijgt men een indicatie van de vraag naar arbeid. Bij wijze van oriëntatie berekent Tinbergen aldus dat de activiteit onderwijs tussen 1975 en 1990 zou moeten toenemen van ca. 6 tot 7% van het arbeidsvolume en de activiteit S en O van ca. 1 tot 7% ten einde vraag en aanbod zoveel mogelijk met elkaar in evenwicht te brengen. Met andere woorden: de forse toename van het aanbod van hoger opgeleiden leidt ertoe dat juist vanuit de vraagzijde kennisintensieve activiteiten gestimuleerd (dienen te) worden.

Zoals vermeld zijn de opleidingscoëfficiënten per activiteit in het model van Tinbergen star verondersteld. Geboeid door zijn aanpak heb ik een en ander nog eens berekend, maar nu tevens de opleidingscoëfficiënten veranderd met behulp van gegevens van *Arbeidskrachtentelling* van het CBS (diverse jaren) en een hierop toegepaste extrapolatie (tabel 10, onder A). Bij oplossing van de vergelijkingen blijken de activiteitsniveaus voor onderwijs en S en O in 1990 nog iets toe te nemen, te weten ieder tot ca. 8% van het arbeidsvolume. Het opmerkelijkste is echter een dreigend overschot aan lager opgeleiden in 1990, en een dreigend tekort aan middelbaar opgeleiden en – in mindere mate – aan hoger opgeleiden (16). Dat is het tegenovergestelde van wat Tinbergen berekent!

Dezelfde methode heb ik ook toegepast om een indruk te krijgen van de gewenste ontwikkeling van het totale arbeidsvolume dat is tewerkgesteld in de marktsector (o = 1), en de publieke sector (o = 2, tabel 10, onder B). De uitkomst leert dat de overheidsector in 1990 aan 0,287 van het totale arbeidsvolume werkgelegenheid verschaft (1975: 0,245, 1979: 0,283). In het licht van de historische ontwikkeling is dit niet zo opmerkelijk (17), maar gezien de huidige, algemene ontwikkeling van de arbeidsbezetting in de kwartaire sector, wel.

Zicht op een groter geheel

Hetgeen in de vorige – met name de laatste – paragrafen

Tabel 10. Werkgelegenheidsverdeling naar opleiding m (1, 2, 3) en activiteit n (1, 2, 3) en naar sector o (1, 2) in Nederland in 1990

	m = 1	m = 2	m = 3
A n = 1	0,070	0,900	0,030
n = 2	0,030	0,900	0,070
n = 3	0,125	0,075	0,800
B o = 1	0,100	0,800	0,100
o = 2	0,070	0,565	0,365

naar voren is gebracht, kan als volgt in de maatschappelijke werkelijkheid worden geplaatst. Prof. Chr. Freeman heeft onlangs enige voorbeelden gegeven van landen die in sociaal-economisch opzicht relatief goed functioneren. Het gaat om de landen: Japan, Noorwegen, Oostenrijk en Zweden. De oplossing van het werkgelegenheidsvraagstuk ligt, zo blijkt uit deze voorbeelden, kennelijk in een flexibele arbeidsmarktpolitiek, die de wetten van de schaarste eerbiedigt en marktconform handelt, maar die tegelijk scheppend omgaat met menselijk kapitaal, waarbij beroepskeuze, scholing en omscholing een belangrijke rol spelen. De mogelijkheid van flexibele technologie-akkoorden dient bij dit alles in ogenschouw te worden genomen en verder te worden uitgewerkt met ook hier weer (internationaal) marktconform gedrag als uitgangspunt voor alle betrokkenen (18). In het genoemde artikel van Tinbergen wordt aangedrongen op een nauwkeu-

13) Afgezien van het aanschaffingenbeleid van de overheid gaat het om lopende Innovatiegerichte Onderzoek Programma's (IOP's) op de gebieden: biotechnologie, bouw, hulpmiddelen voor gehandicapten, membraan-technologie, polymeer-composieten. IOP's in voorbereiding op de gebieden: verf, koolhydraten, flexibele productie-automatisering en industriële robots, technische keramiek, specifieke katalyse, technologie met betrekking tot geïntegreerde circuits, apertuursynthese, optoelektronica en bio-sensoren. Daarnaast programma's op de gebieden: micro-elektronica, informatietechnologie, milieutechnologie, energie-technologie, verkeers- en vervoerstechnologie, nieuwe materialen, medische technologie, defensie-uitrusting, ruimtevaart, bouwtechnologie en maritieme en mariene technologie.

14) J. Tinbergen, Enkele opmerkingen over herstructurering, *ESB*, 11/18 april 1979, blz. 364-366.

15) Volgens G. Huppel en W.T. de Groot, De quinaire sector, *ESB*, 2 november 1983, blz. 1016/1017.

16) Volgens mijn berekening gaat het resp. om de getallen 0,147; 0,119 en 0,028.

17) A. Waterbolck, *Economen Blad*, jg. 3, nr. 5, 4 maart 1981, blz. 1.

rige onderbouwing van positieve herstructurering. De aanpak die in 1981 in ESB is gepresenteerd door Boeckhout en Molle gecombineerd met de werkwijze van Tinbergen lijkt hiertoe een goed aanknopingspunt.

Meer consensus, harmonie en vertrouwen lijken momenteel dringend gewenst en mogelijk: in de sfeer van het geld kan momenteel een toename van bedrijfswinsten worden vastgesteld. Tegelijk ontwikkelt onze samenleving zich – zoals in de inleiding uiteengezet – in een richting waarbij investeringen in menselijk kapitaal in omvang toenemen ten opzichte van investeringen in kapitaalgoederen. Dit lijkt tevens het ei van Columbus te zijn: om vraaguitval te voorkomen bij het verrichten van investeringen, biedt meer investeren in menselijk kapitaal een uitweg. Het oude paradigma van J.M. Keynes betreffende het verband tussen consumptie, investeringen in kapitaalgoederen en besparingen, lijkt hiermee op losse schroeven komen te staan; immers, de omloopsnelheid van geld in de sfeer van menselijk kapitaal is groter dan die in de sfeer van kapitaalgoederen, wanneer het primaire vermogensbeslag dat gepaard gaat met investeringen in menselijk kapitaal ten opzichte van investeringen in kapitaalgoederen kleiner is, vanwege een grotere spreiding in de tijd en dus een geringere mate van omwegproductie.

Zo introduceert Freeman een technologische vermenigvuldigingsfactor die groot is, wanneer een groot programma van overheidsinvesteringen hemelsbrede adoptie bevordert van nieuwe technologie (diffusie) 19). Het gaat hierbij volgens hem niet om traditionele, keynesiaanse investeringsprogramma's van de overheid. Deze grote technologische multiplier gaat gepaard met toenemende kapitaalproductiviteit, verandering van institutioneel raamwerk en verscherpte aandacht voor investeringen in menselijk kapitaal. Freeman stelt voorts dat een belangrijke rol is weggelegd voor overheidsinvesteringen, met name voor het „doorkabelen” van infrastructuur, nodig voor de volle ontwikkeling van veel typen informatiediensten.

In het begin van dit artikel is erop gewezen dat het begrip menselijk kapitaal en het belang ervan nog niet algemeen is erkend. Prof. dr. L.H. Klaassen en prof. dr. W. Eizenga slaan de spijker op de kop waar zij stellen: „Wellicht dat wij, gewend zijnde aan het min of meer parallel lopen van fundamentele grootheden in de economie: consumptie, investeringen, werkgelegenheid enzovoort, toch zullen moeten zoeken naar een wat genuanceerde terminologie om de huidige situatie en de te verwachten ontwikkelingen in onze volkshuishouding te beschrijven. De huidige terminologie is misschien zelfs wat uit de tijd geraakt” 20). We zijn hiermee aangeland op het terrein van paradigma (wetenschapsmodel) en taxonomie (wetenschappelijke studie van classificatie en systematiek). Wellicht kan dit artikel een bijdrage leveren aan dit zoekproces.

Menselijk kapitaal bevindt zich op het grensvlak van arbeid en kapitaal. In deze positie is er een mogelijkheid dat „Human capital” verder zal uitgroeien tot verbindingsschakel dan wel „trait d'union” – of „missing link” – tussen traditionele arbeid en traditioneel kapitaal. Deze beschouwing kan ook in ander verband van belang zijn, met name voor convergentie van economische stelsels in de wereld. In ieder geval beschreef prof. I.D. Ivanov (Institute of World Economy, Moskou) deze gedachte, door mij naar voren gebracht, tijdens het 7e wereldcongres van de Internationale Economische Associatie in Madrid, 1983, als „challenging the present state of our economic thinking”. Prof. dr. A. Heertje schreef in verband hiermee in 1973 reeds dat door het bewuste handelen van de mens meer harmonie in de toepassingen der techniek wordt gelegd dan Marx heeft verondersteld 21).

M.W.J. van den Brink

18) Zie bij voorbeeld J.F. den Hertog, *Werkstructurering*, 1977.

19) Chr. Freeman, *Long waves and technical innovation*, paper presented at the conference on Technology and Economic Development, Science Policy Research Unit, september 1983, blz. 18.

20) L.H. Klaassen en W. Eizenga, Selectieve uitschakeling uit het arbeidsproces, een denkbare toekomst, *ESB*, 21/28 december 1983, blz. 1190.

21) A. Heertje, *Economie en technische ontwikkeling*, 1973, blz. 332. Zie bij voorbeeld ook: T.P. Carney, *False profits. The decline of industrial creativity*, Notre Dame Press, Londen, 1981; J. Pen, *Profits as a rich source of puzzlement*, *De Economist*, 1980; F. Wilken, *The Liberation of capital*, 1982.