

Jan Vranken (red.)



K.M. **R**obert K. Merton

WETENSCHAP, TECHNOLOGIE EN MAATSCHAPPIJ
IN HET 17DE-EEUWSE ENGELAND

20

AN
D

acco

ROBERT K. MERTON

SOCIALE WETENSCHAPPEN KLASSIEK
NR. 3

Onder leiding van
Lieven Vandekerckhove

redactiecomité

Karel Dobbelaere, Mark Elchardus, Frans Lammertijn,
Hendrik Van Geel, Jan Vranken

Deze uitgave verschijnt ook als:
Tijdschrift voor Sociologie

1990 (11), nr. 3

Jan Vranken (red.)

Robert K. Merton

Wetenschap, technologie en maatschappij in
het 17de-eeuwse Engeland

Acco Leuven / Amersfoort

Lb 93 63 689

Eerste druk: 1990

S 173

Gepubliceerd door Uitgeverij Acco

- in België: Tiensestraat 134-136, 3000 Leuven

- in Nederland: Koningin Wilhelminalaan 17 / Postbus 395, 3800 AJ Amersfoort

Omslagontwerp: Joris Pollers

Vertaling van: *Science, Technology and Society in Seventeenth Century England*, oorspronkelijk gepubliceerd als Boekdeel IV, Deel 2 van *Studies on the History and Philosophy of Science and on the History of Learning and Culture*.

© by R.K. Merton

© Synopsis: Acco (Academische Coöperatief c.v.), Leuven (België)

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any form, by mimeograph, film or any other means without permission in writing from the publisher.

D/1990/0543/197

NUGI 652

ISBN 90-334-2371-5

Inhoud

Verantwoording	11
Voorwoord bij de uitgave van 1970	13
<i>Hoofdstuk I: Inleiding</i>	21
<i>Hoofdstuk II: Sociale achtergrond: verschuivingen in professionele belangstelling</i>	23
— Bronnen	23
— Vragen over de vooronderstellingen	24
— Leger en vloot	24
— De Schone Kunsten	24
— De nieuwe opvoeding en geschiedschrijving	26
— Geneeskunde, godsdienst en wetenschap	26
<i>Hoofdstuk III: Brandpunten van belangstelling voor wetenschap en technologie — Verschuivingen terzake</i>	28
— Onderzoeksmethode	28
— Wetenschappelijke produktiviteit	28
— Indicatoren van belangstelling voor de wetenschappen	30
— Situering van een probleem	31
<i>Hoofdstuk IV: Puritanisme en culturele waarden</i>	33
— De sociologische benadering	33
— De protestantse ethiek	34
— 'Verheerlijking van God'	34
— IJver en ondernemendheid	35
— Keuze van een beroep	36
— De gezegende rede	36
— Nuttig onderwijs	37
— Natuurkunde: God in zijn schepping	37

— Middeleeuws contrast	38
— Wetenschap: de dienstmaagd der bruikbaarheid	39
<i>Hoofdstuk V: Drijfveren van de nieuwe wetenschap</i>	41
— De puriteinse spoorslag aan de wetenschap	41
— ‘Ter ere van de Grote Schrijver van de Natuur’	42
— ‘Het welzijn van de mensheid’	43
— Rationalisme en empiricisme	45
— De verschuivingen naar de wetenschap	46
— Het seculariseringsproces	46
— De integratie van godsdienst en wetenschap	47
— Gemeenschappelijke vooronderstellingen in wetenschap en puritanisme	49
— Het cruciale experiment	50
<i>Hoofdstuk VI: Puritanisme, piëtisme en wetenschap: het toetsen van een hypothese</i>	51
— Puriteinse elementen in de ‘Royal Society’	51
— De nieuwe opvoeding: dingen, geen woorden	52
— Continentale tegenhangers	52
— Nieuwe Wetenschap in New England	53
— Piëtistisch realisme	53
— Opvoedkundige belangstelling en religieuze affiliatie	54
— Overzicht van protestantse wetenschappers	54
<i>Hoofdstuk VII: Wetenschap, technologie en economische ontwikkeling: de mijnbouw</i>	56
— De groei van de mijnbouw	56
— De technische problemen	57
— Afgeleide wetenschappelijke interesses en belangen	58
— Wijzen van economische beïnvloeding	58
<i>Hoofdstuk VIII: Wetenschap, technologie en economische ontwikkeling: vervoer</i>	61
— Groei van het vervoer	61
— Verwante technologische problemen	61
— De betekenis van de economische invloed	61
— Het probleem van de lengtemeting	62
— Verder wetenschappelijk onderzoek	63
<i>Hoofdstuk IX: Wetenschap en militaire techniek</i>	65
— De groei van de bewapening	65
— Daarmee verbonden technologische behoeften: interne ballistiek	65
— Externe ballistiek	66
— Meer gedetailleerde beschouwingen	67

<i>Hoofdstuk X: Externe invloeden op het wetenschappelijk onderzoek</i>	69
— Over de procedure	70
— Samenvatting van de resultaten	70
— Addendum	71
<i>Hoofdstuk XI: Sommige sociale en culturele factoren in de wetenschappelijke vooruitgang</i>	72
— Samenleving, beschaving en cultuur	72
— Bevolkingsdichtheid	73
— Bevolkingsdichtheid in 17de-eeuws Engeland	73
— Sociale interactie	75
— De culturele context	78
— Utilitarisme	79
— Het geloof in de vooruitgang	81

Verantwoording

Het initiatief om een bibliotheek op te zetten van belangrijke sociaal-wetenschappelijke teksten onder synoptische vorm, is erop gericht, sociale-wetenschappers en al wie geïnteresseerd is in een goed begrip van het gemeenschapsleven, beter vertrouwd te maken met de klassieke auteurs uit onze disciplines. Want hoewel de klassieken uitdrukkelijk behandeld worden aan de universiteiten, worden ze slechts beperkt gelezen door jonge intellectuelen; en eenmaal de opleiding achter de rug, is de uitdaging van zulke lectuur veelal te groot om er, zonder professionele druk, nog eens echt werk van te maken. Het is nu juist om de stap naar de lectuur van de klassieken te vergemakkelijken, dat we van een reeks klassieke teksten een synopsis publiceren. Dit wil zeggen dat we een aantal teksten, die een fundamenteel inzicht in de organisatie van de samenleving formuleren en die daarom een plaats innemen in de geschiedenis van de sociale wetenschappen of zulke plaats aan het verwerven zijn, binnen handbereik brengen door er een nederlandstalige adaptatie van te maken. Zulke adaptatie of synopsis is geen vertaling van het oorspronkelijk werk, maar een samenvattende reproductie. De adaptatie geeft op de eerste plaats een getrouwe weergave van de *gedachtengang* die in het oorspronkelijk werk ontwikkeld werd; het is daarvoor niet nodig dit werk integraal te vertalen. We volgen de redenering van het begin tot het einde door de auteur het essentiële van zijn verhaal nòg eens te laten vertellen, maar dan onder verkorte vorm en in onze eigen taal.

Hoewel het dus de bedoeling is om bij het adapteren de oorspronkelijke tekst zo getrouw mogelijk te volgen, impliceert het samenvattend omzetten van deze tekst onvermijdelijk een zekere interpretatiemarge van de kant van de adaptor. Deze moet inderdaad van alinea tot alinea beslissen hoe hij zijn dubbele taak zal uitvoeren om enerzijds zo dicht mogelijk bij de tekst te blijven, die hij adapteert, en om er anderzijds slechts het essentiële van naar voor te brengen. Om deze reden zal geen enkele synopsis een letterlijke verwoording brengen — of beter: alléén maar een letterlijke verwoording — van het ideeëngoed zoals dit oorspronkelijk werd uitgedrukt, maar zal elke synopsis een continue en getrouwe samenvatting van dit ideeëngoed presenteren.

Lieven Vandekerckhove

Voorwoord

bij de uitgave van 1970

Toen deze monografie in 1938 voor het eerst gepubliceerd werd, op verzoek van mijn leraar George Sarton, was de wetenschapssociologie een sluimerende discipline. Daarin heeft dit boek geen verandering gebracht, althans niet onmiddellijk. Pas in de jaren zestig is de belangstelling voor de wetenschapssociologie gegroeid, niet in het minst omdat wetenschap nu pas als een soort sociaal vraagstuk gezien wordt of althans als een bron van sociale problemen. Deze ontwikkeling heeft ongetwijfeld deze heruitgave bevorderd.

Wanneer we op deze studie terugblikken, dan is een eerste vaststelling dat de belangrijkste vragen die gesteld werden nog steeds actueel zijn:

- Hoe werken samenleving, cultuur en wetenschap op elkaar in?
- Variëren aard en omvang van deze wisselwerking naargelang van de historische context?
- Waardoor worden deze omvangrijke verschuivingen qua toeloop naar de verschillende geestes- en natuurwetenschappen verklaard?
- Waardoor kunnen de verschuivingen in de belangstellingspunten van de onderzoekers verklaard worden? Het gaat daarbij zowel om de verschuivingen tussen de wetenschappen onderling, als om die binnen elke wetenschap, van het ene stel problemen naar het andere.
- Onder welke omstandigheden zijn deze verschuivingen de *gewilde* resultaten van een welbewust beleid? Onder welke omstandigheden zijn het meestal *onverwachte* gevolgen van de waarden die aangehangen worden door de wetenschappers en door diegenen die de wetenschappelijke steunpunten controleren?
- Hoe stond het met deze zaken toen de wetenschap geïnstitutionaliseerd werd en hoe evolueerde dit naderhand?
- Eens de wetenschap vormen van interne organisatie ontwikkeld heeft, hoe wordt dan de ontwikkeling van wetenschappelijke ideeën beïnvloed door de patronen en het tempo van de sociale interactie tussen wetenschappers?
- Welke gevolgen heeft het op het tempo en de richting van de wetenschappelijke vooruitgang, wanneer maatschappelijk nut als niet enkel een belangrijk maar zelfs exclusief cultureel criterium voor wetenschappelijk werk wordt gezien?

Deze vragen zijn voldoende algemeen van aard om van alle samenlevingen en van alle tijden te zijn, wanneer er tenminste een behoorlijk aantal mensen met wetenschap bezig is. Toch heeft de auteur van deze monografie — in de onschuld van zijn jeugd — ze op een historisch specifiek geval toegepast: op het Engeland van de zeventiende eeuw. Hij wist dan nog niet dat deze vragen blijvende betekenis hebben om zowel de plaats van de wetenschap in de samenleving als haar interne werking te begrijpen.

De theoretische manier waarop hij deze vragen aanpakte, heeft nog steeds een zeker belang.

Een belangrijke sociologische leidraad van dit empirisch onderzoek is de gedachte dat sociaal gestructureerde belangen, motiveringen en gedragingen uit verschillende institutionele sferen, onderling afhankelijk zijn. Een voorbeeld van deze interdependentie: individuen hebben verscheidene sociale statussen en rollen, zowel wetenschappelijke, religieuze, economische en politieke. Daardoor is er wisselwerking tussen institutionele sferen die ogenschijnlijk gescheiden en zelfstandige leefsferen zijn. Daarenboven zwermen de gevolgen van wat op één institutioneel terrein gebeurt, uit naar andere domeinen. Afzonderlijke institutionele sferen zijn dus alleen maar gedeeltelijk zelfstandig en niet volledig. Overigens zullen sociale instituties, zoals de wetenschap, enkel na een volgehouden ontwikkeling een betekenisvolle graad van zelfstandigheid verwerven.

Hoe klassiek deze opvatting van de interdependentie van sociale instellingen ook is, toch is ze niet voldoende uitgewerkt in haar implicaties. Zelfs nu zijn er wetenschappers die volhouden dat de wetenschap haar eigen weg gaat, onberoerd door de omgeving. Anderen houden het bij een opsomming van allerlei factoren. Nog anderen formuleren doctrines omtrent een universeel dominante factor, weze het de economische, de technologische of de politieke.

In dit onderzoek wordt noch een factortheorie noch een universele verklaring aangehouden. Ik ga ervan uit dat de aard en omvang van deze wisselwerking tussen institutionele domeinen verschilt van samenleving tot samenleving, afhankelijk van de stand der wetenschap en van de economische, politieke, godsdienstige en de militaire instellingen. Het industrieel-militair-wetenschappelijk complex van de hedendaagse grootmachten is vanzelfsprekend iets anders dan het complex van relaties tussen wetenschap, economie en overheid in het 17de-eeuwse Engeland.

Wat ik in mijn boek wellicht niet genoeg in de verf heb gezet, is dat het om een stel van onderlinge relaties gaat tussen wetenschappers, binnen een sociale en culturele omgevingsstructuur. Daarmee ging het onderzoek in tegen de gangbare veronderstelling die veel aandacht besteedde aan de invloed van wetenschap en technologie op de maatschappij, en weinig aan de impact van de maatschappij op de wetenschap. In deze studie wordt de idee van institutionele wisselwerking serieus genomen en de gemakkelijke veronderstelling van éénrichtingsbeïnvloeding verlaten.

Uit de reacties op dit boek moet ik opmaken dat vooral het stuk over de relaties tussen puritanisme en de institutionalisering van de wetenschap aandacht gekregen heeft. Nochtans gaat het hier om minder dan 1/3 van het hele boek. Verhoudingsgewijze wordt meer plaats ingenomen door de hypothesen over de economische en militaire invloeden op de waaier van wetenschappelijk onderzoek. Geen enkele van de mogelijke verklaringen voor deze scheeftrekking lijkt van toepassing te zijn. Maar misschien treft de ongelijke verdeling van de aandacht mij enkel omdat ik anders op het boek reageer.

Zelf voel ik me meer betrokken bij het deel dat gaat over de economische en militaire invloeden op de waaier van wetenschappelijk werk en dit om een veelheid van redenen. Ten eerste vertoont dit deel wat meer scherpte, zowel in de formulering van theoretische ideeën als in de onderzoeksmethode. Zo wordt er een redelijk helder onderscheid aangehouden tussen wetenschap en technologie; een essentieel onderscheid dat, zeker in de tijd dat deze monografie werd geschreven, niet gebruikelijk was. Daarenboven wordt op geen enkel moment getracht om vanuit één van de twee extreme opties te argumenteren: dat wetenschappers ofwel helemaal, ofwel helemaal niet door economische en militaire bekommernissen beïnvloed werden. Met andere woorden, wordt zowel het vulgaire marxisme als het vulgaire purisme afgewezen.

Een ander conceptueel onderscheid dat we uitgetekend hebben bij de analyse van de economische en militaire invloeden op de ontwikkeling van de 17de-eeuwse wetenschap blijft fundamenteel, alhoewel het dikwijls over het hoofd werd gezien. Het gaat om het onderscheid tussen motivationele en institutionele analyseniveaus. Het is theoretisch naïef om te veronderstellen dat hogergenoemde invloeden enkel werkzaam zijn via de motiveringen van wetenschappers bij de keuze van hun onderzoeksthema's. Niet dat er geen gevallen vóórkomen waarbij wetenschappers proberen om de praktische problemen op te lossen die onder hun aandacht worden gebracht (zie hfst. 10). Maar er is ook onderzoek dat slechts indirect met zo'n 'praktische belang' verbonden is en waarbij de onderzoeker zich daarom niet bekommert. In het gedrag van de wetenschappers, vandaag en toen, moeten subjectieve intentie en objectief gevolg analytisch van elkaar worden onderscheiden. Soms vallen ze samen, soms niet. Net zoals fundamenteel gericht onderzoek onverwachte toepassingen aan het daglicht kan brengen, kan onderzoek met toegepaste bedoelingen soms leiden tot nieuwe fundamentele inzichten in de werking van de natuur. Dat is gebleken uit de studie van de verschillende honderden rapporten aan de 'Royal Society'.

De betekenis van dit soort van analyse lijkt me nu minder te liggen in het inschatten van de externe invloeden op de waaier van onderzoeksproblemen. Ze ligt veeleer in een manier van redeneren, die zich niet laat dwingen om voor één van de twee vooronderstellingen te kiezen: ofwel voor een volledig zelfstandige ontwikkeling van de wetenschap ofwel voor een ontwikkeling die volledig door externe invloeden wordt bepaald. De auteur lijkt hier een werkwijze te pakken

te hebben die, hoe grof van korrel ze ook is, niet ongeschikt lijkt om ook vandaag nog inzicht te krijgen in het gamma van het wetenschappelijke werk.

Dit brengt ons onmiddellijk bij een ander kenmerk van de monografie. Wanneer mogelijk, worden voor verbetering vatbare kwantitatieve gegevens geproduceerd, waarop de belangrijkste besluiten steunen en waaraan die besluiten getoetst worden. Daardoor wordt, in plaats van stellingen te poneren, soms ont-nuchterend statistisch materiaal aangedragen waarmee de sterkte van de relaties kan geschat worden. Wat me, terugblikkend, toch doet toegeven dat sommige besluiten wellicht onvolledig zijn maar zeker niet overhaast getrokken. Daartoe werd het statistisch materiaal t \grave{e} zorgvuldig verzameld en bewerkt.

Alhoewel die statistische gegevens natuurlijk slechts benaderingen zijn van wat de auteur wel gewenst zou hebben aan empirisch materiaal, is het toch verheugend vast te stellen dat deze kwantitatieve aanpak vanaf het begin met instemming begroet werd door gerenommeerde historici als Joseph Needham en Marjorie Nicholson.

Ondanks die uitstekende redenen om ook aandacht te hebben voor de andere thema's uit de monografie, is de voorkeur van de wetenschappers altijd en vooral blijven gaan naar de hypothesen omtrent de verbanden tussen het puritanisme en de wetenschap. Waren de geschoolde en overtuigde puriteinen uit de 17de eeuw sociale wetenschappers geweest, dan hadden ze deze belangstelling ongetwijfeld vreemd gevonden. Want zij vonden het bijna vanzelfsprekend dat wetenschap er niet was om God te onttronen. Zij zagen er een middel in om eer te betonen aan Zijn wijsheid én aan het welgeordende van het heelal dat Hij schiep.

Waardoor is de gemeenplaats van toen omgeslagen in de paradox van vandaag? Laat mij een onverwachte sleutel aanreiken. Deze verhandeling werd geschreven aan een universiteit met een uitdrukkelijk puriteinse erfenis en het hoofdstuk over puritanisme richtte zich op een relatie tussen godsdienst en wetenschap die velen onwaarschijnlijk, zoniet absurd leek. De overtuiging was wijd verspreid dat de oorspronkelijke historische relatie tussen godsdienst en wetenschap er noodzakelijkerwijze een moest zijn van tegenstelling en strijd. Dat kon niet alleen aangetoond worden met een overvloed aan historisch materiaal. Even doorslaggevend was de vooropstelling dat wetenschap zich van nature met het aanvallen van dogmatische stellingen bezig houdt en vermits godsdienst vol zit van die zaken...

In deze studie tekenden we een wat verschillend soort van wisselwerking uit tussen het 17de-eeuws ascetisch protestantisme en de toenmalige wetenschap. We veronderstelden dat het puritanisme bijna terloops bijdroeg tot de legitimering van de wetenschap als een groeiend maatschappelijk instituut. Niet dat de auteur van meet af aan met deze hypothese werkte. Het onderzoek begon toen hij wat rondrommelde in het 17de-eeuwse Engeland, in een poging om enige

verklaring te vinden voor de opvallende bloei van de wetenschap in die tijd en op die plaats. Hij werd daarbij geleid door een eenvoudige sociologische wijzer: instituties van uiteenlopende aard zijn op verscheiden manieren op elkaar betrokken, zodat wat gebeurt in de economische of godsdienstige sfeer al gauw zichtbare banden krijgt met wat gebeurt in de sfeer van de wetenschap, en omgekeerd. Tijdens de lectuur van brieven, dagboeken, memoires en papers van 17de-eeuwse mannen van de wetenschap, werd de auteur zich stilaan bewust van hun veelvuldige religieuze betrokkenheid en, meer nog, van wat hun puriteinse gerichtheid leek te zijn. Pas dan en bijna alsof hij tijdens zijn universitaire opleiding niet voortdurend over hen aan de tand was gevoeld, schoot hem de intellectuele school te binnen van Max Weber, Troeltsch, Tawney en anderen over de interactie tussen de protestantse ethiek en de opkomst van het moderne kapitalisme. Hij nam Weber terug ter hand en las hem regel voor regel door, om te kijken of hij wat te vertellen had over de relatie tussen puritanisme en wetenschap en technologie. Natuurlijk was dat zo. Bleek dat Weber zijn klassiek essay besloot met de aanbeveling 'om de betekenis te onderzoeken van het ascetisch rationalisme voor een hele waaier van culturele en sociale ontwikkelingen, iets wat in de voorgaande schets slechts terloops ter sprake kwam', zoals de ontwikkeling van het filosofisch en wetenschappelijk empiricisme, de technische ontwikkeling en de ontwikkeling van geestelijke idealen. Eens gelezen, werd Webers aanbeveling een opdracht.

Hier wil ik de structuur onderzoeken van het betoog in mijn monografie, teneinde zó enkele van de — kritische én waarderende — misverstanden weg te werken die sinds de publikatie ervan verschenen zijn.

Eerst is er het misverstand als zou de auteur beweren dat er zonder puritanisme geen geconcentreerde ontwikkeling van de moderne wetenschap zou plaatsgevonden hebben in het 17de-eeuws Engeland. Dit soort van gevolgtrekking verdraagt een fundamenteel onvermogen om de logica te begrijpen van een historisch-sociologische analyse en interpretatie. In dit soort van analyse kan een specifieke concrete historische ontwikkeling nooit als onmisbaar voor andere gelijktijdige of latere ontwikkelingen worden gezien. In plaats van de historische concrete beweging van het puritanisme, hadden andere functioneel gelijkwaardige ideologische bewegingen aan de opkomende wetenschap de nodige legitimering kunnen geven. In de historische werkelijkheid heeft vooral het puritanisme daarvoor gezorgd. Maar daardoor wordt het niet onmisbaar. Evenmin als deze functionele opvatting van haar rol, het puritanisme tot een epifenomeen herleidt.

Dit brengt ons meteen bij een voorname veronderstelling die aan het hele boek ten grondslag ligt. De substantiële en voortdurende ontwikkeling van de wetenschap treedt alleen op in een bepaald soort van samenleving, waarin zowel de culturele als de materiële voorwaarden aanwezig zijn voor deze ontwikkeling. Dit wordt bijzonder duidelijk in de kinderjaren van de moderne wetenschap, vóórdat ze een gevestigde institutie werd met een eigen, manifeste waarde. Vooral wetenschap algemeen aanvaard werd als waardevol op zichzelf, moest ze

zichzelf rechtvaardigen en dat met behulp van andere waarden dan die van de kennis zélf. Deze onderliggende gedachte verenigt de verschillende thema's van de monografie: de betekenis die het puritanisme gehad heeft voor de institutionalisering van de wetenschap en de betekenis die de economische en militaire bruikbaarheid gehad heeft voor deze institutionalisering. Toen de auteur, die mijn laattijdige sympathie geniet, deze twee thema's samenbracht, leken ze nog vreemde bedgenoten. Aan de ene kant een voorbeeld van een 'idealistische' lezing van de geschiedenis: de band tussen puritanisme en wetenschap. Aan de andere kant een illustratie van een materiële kijk op de geschiedenis: de economische onderbouw die de bovenbouw bepaalt, waarvan de wetenschap deel uitmaakt. Zoals iedereen weet zijn 'idealistische' en 'materialistische' interpretaties voor altijd vreemden voor elkaar, veroordeeld tot voortdurende tegenspraak en intellectuele strijd.

Maar zoals dat dikwijls het geval is: wat iedereen weet, blijkt uiteindelijk niet zo te zijn. Beide factoren, puriteinse waarden én geloof in wetenschappelijke oplossingen voor economische, militaire en technologische problemen, hebben hun steentje bijgedragen tot de legitimering van de wetenschap. Voor de opkomende wetenschappers was alle steun overigens welkom, in hun poging om de sociale rol van de wetenschapper en de sociale organisatie van de wetenschap uit te bouwen. Maar naarmate de wetenschap bloeit, moeten ook de middelen toenemen opdat de wetenschap kan blijven groeien. Hier gaan economie en godsdienst hand in hand om argumenten te leveren voor de 'nuttigheid' van de wetenschap.

Dat religieuze, economische, technologische en militaire overwegingen externe verantwoordingen verschafften voor de ondersteuning en het cultiveren van de wetenschap, hoeft geen verder betoog. Dat nationalistische en etnocentrische motieven ook een niet onbelangrijke rol speelden, ligt minder voor de hand. Natuurlijk verklaren ook zeer persoonlijke factoren het streven om eerst te zijn met een wetenschappelijke ontdekking.

In die dagen — we hebben het over het einde van de jaren dertig van deze eeuw — werd nog weinig aandacht besteed aan de mogelijkheid dat teveel aandacht voor de bruikbaarheid van de wetenschap wel eens de vrije loop der verbeelding aan banden zou kunnen leggen. Maar misschien is het juist goed dat mensen niet té ver vooruitdenken want anders raken ze verlamd en durven niet meer handelen. Vooraleer de wetenschap een wezenlijke zelfstandigheid verwierf als institutie, had ze dit soort van externe legitimeringen nodig. Enkel daarna kon de wetenschap van langsom meer zelfstandigheid verwerven en haar legitimiteit halen uit haar bestaan zélf en niet alleen omwille van haar bijdrage tot de welvaart of tot het persoonlijk heil. Zelfstandigheid voor de zuivere wetenschap kon zo bepleit worden vanuit de praktische bruikbaarheid van de toegepaste wetenschap. Of zoals Ben Franklin ooit al repliceerde op de vraag welk nut een nieuwe ontdekking dan wel had: 'Waar is een pasgeborene goed voor?' Deze nieuwe houding drukt een tweevoudig vertrouwen uit: dat fundamentele ken-

nis op zichzelf goed is en dat daarenboven deze kennis te gelegener tijd tot allerlei praktische toepassingen zal leiden.

Sinds die tijd is de verantwoording voor het bestaan van de wetenschap heen en weer blijven slingeren tussen intrinsieke en utilitaire argumenten. Gewijzigde maatschappelijke omstandigheden vragen immers om andere strategieën en tactieken voor de legitimering en voor het verwerven van steun.

Nadat hij de geestelijke en materiële opbrengsten van de wetenschap geïdentificeerd had, zoals die in het 17de-eeuwse Engeland tot uitdrukking kwamen, stelde de auteur de vraag naar het soort van sociale structuur waarin doctrines over de nuttigheid van de wetenschap opduiken en succesrijk blijken. Hij beantwoordde deze vraag in grote trekken als volgt. De opkomende sociale klassen, met hun hoge verwachtingen, vonden beide soorten legitimering — intrinsieke én utilitaire — in overeenstemming met hun belangen. Wat niet betekent dat de wetenschapsontwikkeling beperkt is gebleven tot de ascetische protestanten. Zoals dat met alle gedrags- en houdingspatronen in de samenleving het geval is, ging het ook hier om een kwestie van méér of minder. Sommige sociale groepen ontwikkelden, om redenen die we al vermeldden, een verhoudingsgewijze grote belangstelling voor de wetenschap. Die belangstelling bestond zowel onder de bevolking als onder het vrij beperkt aantal individuen dat feitelijk met wetenschappelijk werk bezig was. Dat wordt door de 'sociale rekenkunde' in onze monografie voldoende aangetoond, alhoewel die 'sociale rekenkunde' toegepast op geschiedenis ook zijn valkuilen heeft, zoals we uit een aantal foute lezingen van onze berekeningen hebben geleerd.

Blijft wellicht het centrale punt in de hele discussie rond de relatie tussen puriteins ethos en de wetenschap (en daardoor, tussen dat ethos en commerciële en industriële activiteiten): wat werd door wat beïnvloed? De knoop zal wel nooit doorgehakt worden. Niet zozeer omdat er nooit voldoende materiaal voorhanden zal zijn, maar omdat het essentieel om een wisselwerking gaat. Naargelang van de samenleving en de tijd zal de éne of de andere factor in de relatie zwaarder gaan doorwegen. En beide zullen ongetwijfeld ook hun eigen ontwikkelingspotentieel hebben.

Zelfs nu ben ik geneigd om de wat ingetogen slotzin te onderschrijven van dit oude maar wellicht nog niet verouderde essay.

Robert K. Merton

November 1969

Hoofdstuk I

Inleiding

De verschillende gebieden van de cultuur hebben zich altijd al met verschillende snelheden ontwikkeld. Dat komt doordat de aandacht afwisselend gegaan is naar het ene of het andere domein, zonder dat nochtans één domein ooit volledig verwaarloosd werd. Zo verschoof gedurende de laatste drie eeuwen de belangstelling: van filosofie, godsdienst en kunst naar wetenschap en technologie.

Vanwaar komt zo'n wisseling? De interne geschiedenis van elk cultuurgebied biedt een stuk van de verklaring. Maar het is op zijn minst plausibel dat ook externe sociale en culturele omstandigheden een rol spelen. Welke sociale processen zijn betrokken bij deze verschuivingen? Welke sociologische omstandigheden hangen samen met een uitgesproken activiteit op één of ander van deze gebieden? In deze studie beperken we ons tot de sociologische factoren die te maken hebben met de opkomst van de moderne wetenschap en technologie.

Vooreerst moeten we opmerken dat er ook verschuivingen plaatsgrijpen binnen het grote gebied van wetenschap en technologie; zo van de ene wetenschap naar de andere, bijvoorbeeld van astronomie naar wiskunde. Dat gebeurt zowel in de vroegste ontwikkelingsstadia als nadien.

Welke sociologische factoren beïnvloeden deze verschuivingen inzake belangstelling? Komt dit door het gelijktijdig optreden van een aantal genieën, zoals Carlyle beweert? Maar waarom richten superieure geesten hun aandacht dan juist op dit éne terrein in plaats van haar over een groot aantal gebieden te verdelen? De verklaring moeten we niet zoeken in toevallige factoren, zoals bijvoorbeeld dat ze zouden voorbestemd zijn voor bepaalde wetenschappen. Méér waarschijnlijk is het een combinatie van sociologische omstandigheden, die maakt dat de aandacht van de groten tijdens een bepaald tijdperk door welbepaalde uitdagingen aangetrokken wordt.

Het 17de-eeuwse Engeland is een uitgelezen tijd en plaats om verschuivingen te bestuderen inzake wetenschap en technologie. Het is een tijdperk waarin namen opduiken als Gilbert, Wren, Newton, Harvey, Leeuwenhoek, om er maar enkele te noemen.

Vooraleer we evenwel de omstandigheden en factoren behandelen die verantwoordelijk zijn voor de snelle wetenschappelijke vooruitgang in deze periode, moeten we de term 'snel' ijken. Onze eerste stap is dan ook een onderzoek naar de wisselende belangstelling voor de wetenschap in 't algemeen. Tevens moeten we de verschillende brandpunten van wetenschappelijke aandacht identificeren. Welke wetenschappen werden het meest gekoesterd? Welke problemen binnen welke disciplines kregen de grootste aandacht? Pas als we deze grondstromen kennen, kunnen we de sociologische elementen opsporen die tot hun ontstaan bijdragen, althans ten dele. Het grootste deel van deze studie is dan ook gewijd aan de concrete beschrijving van de complexe onderlinge betrekkingen tussen déze binnenwetenschappelijke veranderingen en de ermee verbonden sociale en culturele ontwikkelingen. In het laatste deel worden in het kort enkele bijkomende elementen, demografisch en ideologisch van aard, behandeld.

Hoofdstuk II

Sociale achtergrond: verschuivingen in professionele belangstelling

Wanneer we de toenemende interesse voor wetenschap en technologie beter willen begrijpen, mogen we de verschuivingen inzake professionele aandacht in het algemeen niet over het hoofd zien. Waar situeert zich het verlies van wat de nieuwe natuurfilosofie aan belangstelling wint? Hoe groot zijn deze verschuivingen? Deze vragen zullen beantwoord worden tegen de achtergrond van de veranderende waarden van de tijd. De antwoorden zetten ons op weg naar een beter begrip van ons fundamenteel probleem.

Bronnen

Uit de *Dictionary of National Biography* selecteerden we uiteindelijk 5.882 17de-eeuwse personen, van wie de wetenschappelijke belangstelling in hún tijd al gekend was. Deze personen werden vervolgens naar belangstellingsgebied geklasseerd.

De *Dictionary of National Biography* werd weerhouden als minst betwiste en betwistbare bron voor wat genoemd kan worden een 'selecte beroepentelling'. Deze compilatie met 29.120 biografische ingangen vermeldt wellicht praktisch alle individuen die enige betekenisvolle mate van bekendheid verwierven in de Britse geschiedenis. Hoe ruim deze compilatie wel is, wordt hierdoor geïllustreerd dat ongeveer één op zesduizend van de Engelse volwassenen uit de 17de eeuw op een of andere manier vermeld wordt.

Alle personen uit de *Dictionary of National Biography* die in de 17de eeuw geboren en gestorven zijn werden geselecteerd, behoudens a) degenen die Engeland verlieten vooraleer ze hun professioneel belangstellingsgebied(en) kozen, en b) de vreemdelingen die zich in Engeland vestigden nadat dit gebeurde. Daarbij kwamen de individuen die in de 16de eeuw geboren werden of in de 18de eeuw stierven, maar die hun belangstelling in de loop van de 17de eeuw vastlegden.

Deze personen werden aan een of aan meerdere belangstellingsgebieden toegewezen, naargelang ze op één of meerdere gebieden werkzaam waren. Ook bij de samenstelling van deze belangstellingsgebieden werd zoveel mogelijk rekening gehouden met de historische feitelijkheden. Samenvattend kan gesteld wor-

den dat er occasioneel misschien wel een misrekening gebeurd is, maar dat er van enige systematische fout geen sprake kan zijn. Het algemene beeld dat door de gegevens geschapen wordt, is waarschijnlijk correct.

Vragen over de vooronderstellingen

Hoe geraakten deze individuen in de *Dictionary of National Biography*? Dat hing af van:

1. De bekendheid van een individu zoals die beoordeeld werd door de tijdgenoten, wat op zijn beurt afhing van (a) de eigentijdse inschatting van het terrein waarop hij actief was en (b) van de eigentijdse inschatting van het belang van het gegeven individu op dat vlak.
2. De opinie van de samenstellers van het *Dictionary of National Biography* over welke individuen en bezigheden belangrijk zijn in de Britse geschiedenis. Op het eerste gezicht wordt hierdoor de nuttigheid van de gegevens ondermijnd om als geschikte indicatoren te dienen. Zullen de vooroordelen van de samenstellers van het woordenboek immers niet het aantal personen beïnvloeden dat vermeldenswaard bevonden wordt? Krijgen bepaalde gebieden (politiek en leger) daardoor niet méér belangstelling dan andere gebieden van de wetenschap? Bij nader toezien blijkt dat niet zo te zijn. Inderdaad worden daardoor wellicht wél de verhoudingen tussen de verschillende velden beroerd maar niet die binnen elk veld. Dat voor een bepaald tijdstip een verhouding van 15:1 bestaat tussen politici en wetenschappers die in de *Dictionary of National Biography* vermeld worden, is wellicht het gevolg van de eigen klemtoon van de samenstellers ervan. Maar dat op een later ogenblik het aantal wetenschappers verdrievoudigd is, weerspiegelt ongetwijfeld een verschuiving van de belangstelling naar de wetenschap. Met andere woorden, als onze aandacht beperkt wordt tot de fluctuaties binnen elk veld en we niet proberen om het relatieve belang van de verschillende velden met elkaar te vergelijken, dan kunnen hoger beschreven gegevens volstaan.

Leger en vloot

Uit het aantal vermeldingen in de *Dictionary of National Biography* van militaire vooraanstaanden kan een eerste opvallende stijging van de belangstelling voor leger en vloot worden afgeleid voor de periode 1636-40, wanneer een staand leger wordt ingesteld in Engeland. De tweede stijging in de late jaren '80 valt samen met de campagne van Willem van Oranje.

De Schone Kunsten

Inzake schilderkunst en beeldhouwkunst veroorzaakt de aankomst van Van Dyck, in de vroege jaren '20 van de 17de eeuw, een toename van vermeldenswaardige beoefenaren die duurt tot de jaren '70. Opvallend is hier de overeenstemming tussen de gestegen belangstelling op deze terreinen en de aankomst van buitenlandse meesters die enige tijd in Engeland komen doorbrengen. Dit

soort van interactie tussen buitenlands en eigen talent zal ook belangrijk zijn als prikkel voor de ontwikkeling van de wetenschappen.

Ook voor de muziek vormen de jaren '70, wanneer Purcell de scène gaat domineren, een nieuw hoogtepunt, althans in termen van het aantal beoefenaars.

Ondanks occasionele korte periodes van heropbloei daalt in de loop van de 17de eeuw de belangstelling voor drama en lyrische poëzie, de twee vormen van literatuur die hun hoogste ontwikkeling bereikten rond 1600. Het sluiten van theaters door de Puriteinen in 1642 is voor een belangrijk stuk verantwoordelijk voor het lage aantal (beroepsmatig) geïnteresseerden in toneel. De dichtkunst blijft aanzienlijke, alhoewel verminderde interesse wekken. Voor deze relatieve teloorgang van de literatuur in de loop van deze eeuw worden het puritanisme, de nieuwe filosofie en de wetenschap met de vinger gewezen. Hun toenemend utilitarisme en realisme lijken niet bevorderlijk voor de beoefening van de schone letteren.

Voor het proza verlopen de zaken heel anders. Dezelfde factoren die aan de basis liggen van de achteruitgang van de poëzie, verklaren het stijgend succes van proza als literair uitdrukkingsmiddel. Deze ontwikkeling staat niet volledig los van een gelijkaardige ontwikkeling op het gebied van de wetenschap: beide bezigheden hebben te maken met de voorstelling en beschrijving van empirische fenomenen. In die tijd ligt de nadruk in het proza nog op het beschrijvende en het 'ware' veeleer dan op verbeelding en fictie, zoals vandaag het geval is.

De stijgende belangstelling voor proza en de dalende interesse voor poëzie en toneel geeft de nieuwe geest van het tijdperk weer. Het realistisch omgaan met de feitelijke levensomstandigheden krijgt de voorkeur op het wégluchten in romantische verbeelding. Ook de literatuur, die vanouds persoonlijk en gevoelsmatig is, wordt aan de wetenschappelijke norm van onpersoonlijke verwijzing onderworpen. Op het eind van de eeuw komt ook het toneel in de greep van deze wetenschappelijke criteria. Zelfs de poëzie krijgt dan een aantal kenmerken van het (realistisch) proza mee. De literaire normen van de tweede helft van de eeuw zijn niet langer die van de retoriek maar die van de wetenschappen, die streven naar zorgvuldige waarneming en juiste weergave van de meest verscheiden verschijnselen. Retoriek daarentegen vertekent de feiten in plaats van ze te beschrijven, retoriek tracht te overtuigen in plaats van te informeren; retoriek leidt tot duisterheid veeleer dan tot helderheid. De eerbied voor de wetenschap, zoals die dan ervaren wordt, leidt tot wantrouwen tegenover ongebreidelde verbeelding.

Vooral de wiskunde ontwikkelt zich snel en haar prestige groeit evenredig. In die mate zelfs dat er herhaaldelijk pogingen worden ondernomen om een taal uit te werken, even beknopt en exact als wiskundige symbolen. Taal zou een precisie-instrument worden, veeleer dan een bot en onnauwkeurig werktuig. Deze impliciete normen van utilitarisme en instrumentalisme zullen nog meer betekenis krijgen in het licht van de latere discussie: ze vormen de waarden waarrond de cultuur van die eeuw gaat kristalliseren.

De nieuwe opvoeding en geschiedschrijving

Verrassend genoeg neemt de belangstelling voor opvoeding en onderwijs niet uitgesproken toe, althans niet qua aantal (opmerkelijke) mensen dat er zich mee bezig houdt. Wel is er een betekenisvolle en besliste verandering in de doelstellingen van het onderwijs: in plaats van de studie van het woord komt de studie van het ding. Zoals in de literatuur vormen ook hier empiricisme en utilitarisme de nieuwe sleutelwoorden.

De grotere belangstelling voor geschiedschrijving tegen het einde van de 17de eeuw is een voorbode van een meer intensieve interesse voor de mens en zijn activiteiten, interesse die duidelijk wordt bij het begin van de volgende eeuw.

Geneeskunde, godsdienst en wetenschap

Aandacht voor geneeskunde en ontleedkunde neemt sterk toe rond het midden van de eeuw en blijft nadien min of meer constant. De positie van de beoefenaars van deze deskundigheden verbetert opmerkelijk in de ogen van het publiek. De opvallende piek rond 1640 moet toegeschreven worden aan bijzondere chirurgische en medische behoeften ten gevolge van de bloedige burgeroorlogen. Alleszins is de grotere belangstelling voor dit domein een aspect van een grotere belangstelling voor de wetenschap als geheel. Van alle beroepen is geneeskunde het meest verwant met wetenschap en daarom moet het ons niet verrassen een zeer hoge correlatie aan te treffen tussen beide domeinen.

Twee gebieden die voor deze studie belangrijk zijn, vertonen een opvallende maar contrasterende lange-termijntrend gedurende deze periode. De godsdienst blijft één van de dominante sociale krachten, maar het sociale prestige van de clerus neemt mettertijd af. Eén reden daarvoor is dat de doctrine van de hervorming de verantwoordelijkheid voor de eeuwige zaligheid bij het individu legt, veeleer dan bij de Kerk. Daarenboven verkondigt de clerus dezelfde utilitaire doctrine als elders gangbaar is. Ze houdt de gelovigen vóór dat de meest bruikbare waarheden voorrang hebben op de diepste en meest subtiële.

Daartegenover staat de aanhoudend stijgende belangstelling voor de wetenschap in de eerste helft van de eeuw. Deze belangstelling bereikt een piek tegen 1650, wat betekent dat het hoogtepunt inzake wetenschappelijke ontdekkingen en uitvindingen tussen 1660 en 1670 zal liggen. We mogen immers op een tijdsverschil van tien tot twintig jaren rekenen tussen het ogenblik van de initiële belangstelling en de eerste wetenschappelijke voortbrengselen.

Terwijl bij het begin van de eeuw theologie en geesteswetenschappen meestal nog veel hoger ingeschat worden dan de wetenschap, stijgt deze laatste duidelijk in aanzien tegen het midden van de eeuw. Niet enkel om utilitaire redenen wordt de studie van de wiskunde, meetkunde, plantkunde of geneeskunde aangeraden. Wetenschap raakt 'in'. Dat een heer van stand ongevoelig is voor de charmes van de wetenschap, vindt men stilaan bijna abnormaal. Alhoewel deze waardering onmiddellijk niet zoveel bijdraagt tot de ontwikkeling van de weten-

schap, is ze erg belangrijk als symbolische uitdrukking van het sociaal aanzien en van de waarde die aan het wetenschappelijk onderzoek gehecht worden.

Die toegenomen waardering voor de wetenschap wordt nog ondersteund door andere ontwikkelingen. Wetenschappelijke onderlegdheid wordt zelfs een middel om zich sociaal te verbeteren. Zo stijgt de positie van artsen op de sociale ladder merkbaar. De burgerij begint die wetenschappelijke bezigheden en hun praktische uitlopers steeds waardevoller te vinden; het zakenleven heeft daarvan immers heel wat voordeel. Maar ook voor de koning is de 'Royal Society' één van zijn hobbies en belangrijke personen stellen dikwijls aanzienlijke sommen ter beschikking voor onderzoeksdoeleinden. Deze toegenomen waardering drijft steeds meer individuen naar wetenschappelijke bezigheden, wat op zijn beurt een noodzakelijke voorwaarde, zo geen voldoende oorzaak, is voor de snellere vooruitgang van de wetenschap later in de 17de eeuw.

Alhoewel de universiteiten gedurende deze periode grotendeels buiten de hoofdstroom van de wetenschappelijke ontwikkelingen blijven, groeit ook dáár geleidelijk de belangstelling voor de wetenschappelijke disciplines. Nieuwe leerstoelen zijn dikwijls wetenschappelijke: wiskunde, sterrenkunde, plantkunde.

Dit overzicht van een aantal veranderingen in belangstelling in het 17de-eeuws Engeland doet een aantal vragen rijzen:

- welke factoren zijn van doorslaggevend belang voor de verschillende verschuivingen die hier worden aangeduid?
- in welke mate zijn deze fluctuaties verbonden met de toepassing van de normen van utilitarisme en toepasbaarheid? De bezigheden die het duidelijkst verbonden zijn met de bevordering van de menselijke welvaart winnen het meest aan prestige en populariteit. Zelfs bezigheden die gewoonlijk als doelop-zich worden beschouwd, zoals literatuur, veranderen van aard en worden middel voor een verderliggend doel.

Realisme, in de betekenis van concreet empiricisme, doordringt alle domeinen. In de schilderkunst overheersen het realistische genre en landschapsschilderingen; in de muziek wordt de realistische opera geïntroduceerd; in de literatuur het realistisch drama en het concreet beschrijvende essay. Sommige overijverige geesten zijn niet tevreden met het trage tempo van deze ontwikkelingen en willen het hele Engelse universitaire systeem grondig hervormen op basis van uitgesproken utilitaire beginselen.

Het is onwaarschijnlijk dat deze ontwikkelingen door puur toeval tot stand gekomen zijn, gezien hun duidelijk geïntegreerd karakter. In volgende hoofdstukken zullen we een aantal sociale en culturele elementen uit deze ontwikkelingen bestuderen, meer in het bijzonder deze die in verband staan met de grotere aandacht voor de wetenschap.

Hoofdstuk III

Brandpunten van belangstelling voor wetenschap en technologie Verschuivingen terzake

Een ongewoon hoog aantal personen die hun stempel zullen drukken op één of ander wetenschapsgebied, laten hun aandacht voor wetenschap en technologie voor het eerst blijken in het vijfde en zesde decennium van de 17de eeuw. Vooraleer we de oorzaken daarvan opsporen, is het wijs om de werkelijkheids-waarde van de vaststelling zélf na te gaan. Aan welke wetenschap wordt de grootste aandacht besteed? Steekt een of andere wetenschap met kop en schouders boven de andere uit gedurende deze periode of is er een voortdurende verschuiving inzake belangstelling van de ene naar de andere wetenschap?

Onderzoeksmethode

Bij dit deel van het onderzoek wordt het uit 1908 stammende *Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik* van Ludwig Darmstädter en 26 collegae gebruikt. Het is een chronologische lijst van belangrijke wetenschappelijke en technische ontdekkingen en uitvindingen.

Afgezien van een aantal technische problemen, rijst ook hier de vraag naar een aantal vooronderstellingen, die bij het gebruik van dit soort tabellering niet kunnen vermeden worden. We gaan ervan uit dat het aantal wetenschappelijke ontdekkingen, vermeld in het *Handbuch*, uitdrukking is van de mate van toenmalige belangstelling voor de wetenschap. Dat is misschien minder juist voor een eeuw die zoveel opmerkelijke wetenschappelijke genieën voortbracht als de 17de eeuw die hier bestudeerd wordt. Inderdaad kunnen enkele briljante wetenschappers — Newton, Boyle, Halley — méér opmerkelijke ontdekkingen voortbrengen dan honderd maal meer voetvolk. Op zichzelf vormt deze lijst dan wel geen goede indicator van de belangstelling voor de wetenschappen; in samenspel met ander materiaal kan ze voortdurend op haar betrouwbaarheid nagegaan worden.

Wetenschappelijke produktiviteit

Het contrast tussen de twee helften van de eeuw is opvallend inzake wetenschappelijke produktiviteit: het tweede gedeelte kent driemaal zoveel ontdekkingen als het eerste (135 tegenover 45). De eerste zestig jaar tonen geen duidelijk beeld; van 1661 tot 1670 komt er een uitgesproken toename, waarna de produktiviteit

weer sterk daalt. Zoals te verwachten, valt het dieptepunt — in het vijfde decennium — samen met de periode van de burgeroorlogen, een tijd van grondige maatschappelijke wanorde. Ook de ongeregelheden wanneer Willem van Oranje in 1688 het land binnenkomt, hebben een negatieve weerslag op de wetenschapsbeoefening.

Wellicht wordt het opvallende en vrij plotse verschijnen van zoveel fundamentele ontdekkingen in de jaren '60 verklaard door het beëindigen van deze burgerlijke ongeregelheden. Ook de sterk gestegen belangstelling voor de wetenschap tijdens de onmiddellijk daaraan voorafgaande decennia, heeft ongetwijfeld een rol gespeeld. De wetenschapontwikkeling had tevoren dus reeds enige stootkracht verzameld maar werd onderdrukt door de onzekerheden en de wanorde van twee decennia strijd.

Tabel 1: *Aantal belangrijke ontdekkingen en uitvindingen (op basis van Darmstädter, op. cit.). Engeland, 1601-1700*

Periode	Aantal	Periode	Aantal
1601-10	10	1651-60	13
1611-20	13	1661-70	44
1621-30	7	1671-80	29
1631-40	12	1681-90	32
1641-50	3	1691-00	17

Tabel 2: *Belangstelling voor wetenschap en technologie. Aantal eerste manifestaties per periode van 10 jaar (op basis van de 'Dictionary of National Biography'). Engeland, 1601-1700.*

Periode	Aantal	Periode	Aantal
1601-10	17	1651-60	46
1611-20	18	1661-70	41
1621-30	23	1671-80	43
1631-40	39	1681-90	38
1641-50	46	1691-00	35

Tussen het opduiken van de wetenschappelijke belangstelling voor een onderwerp en het afleveren van wetenschappelijke produkten is er enige correlatie, gegeven een tijdsperiode van tien jaar. De discrepanties in de eerste helft van de eeuw zijn wellicht toe te schrijven aan een waaier van concrete versturende omstandigheden. Alhoewel belangstelling voor de wetenschap beduidend toeneemt

tijdens deze periode is het qua opbrengst veeleer een rijpingsperiode. Interactie tussen wetenschappers blijft beperkt, vergeleken met de intensieve contacten en discussies die gepaard zullen gaan met de oprichting van het 'Invisible College' en later van de 'Royal Society'. Daarnaast is er de weerslag van de burgeroorlogen.

De interactie tussen interesse voor en opbrengst van een wetenschap blijft overigens altijd complex en verre van uniform. Grotere belangstelling voor een bepaald gebied kan, na een bepaalde periode, tot grotere produktiviteit op dit gebied leiden en deze toename in het aantal ontdekkingen kan op zijn beurt verhoogde belangstelling tot gevolg hebben. Maar dit proces treedt enkel op wanneer deze belangstelling tot het gebied van de wetenschappen beperkt blijft en niet naar andere gebieden verhuist.

Op basis van voorgaande gegevens lijkt het gerechtvaardigd om te besluiten dat in Engeland de wetenschap zich bijzonder uitgesproken ontwikkelt rond de helft van de 17de eeuw. De eerste helft brengt dan wel reuzen voort als Gilbert, Harvey en Bacon, maar dat blijven aparte figuren. Als onderdeel van een duidelijk omlijnde maatschappelijke beweging duikt de wetenschap pas op in de tweede helft van die eeuw. Bij de coterie van grote namen voegt zich dan nog de populariteit van de wetenschap zelf. Het wordt mode om door de geheimen van de natuur te stoeien.

Indicatoren van belangstelling voor de wetenschappen

Hoe wisselt de belangstelling voor de verschillende wetenschappen en technologische toepassingsgebieden? Informatie waarop zo'n studie gebaseerd kan worden, is er pas vanaf 1665: het gaat om de bijdragen in 'The Philosophical Transactions of the Royal Society of London'.

Uit de per drie jaren gegroepeerde gegevens worden een aantal precieze ontwikkelingen duidelijk. In de formele wetenschappen — logica, epistemologie en vooral wiskunde — verschijnen drie duidelijk afgebakende cycli. De eerste bereikt zijn piek in 1668-70, wanneer belangstelling voor de wiskunde wordt opgewekt door Newton, Wallis en James Gregory en door John Collins, Christopher Wren, J.J. Ferguson en Viscount Brouncker. Daarna is er een terugval totdat een tweede cyclus, van geringere omvang, zijn hoogtepunt bereikt in 1681-83. In 1694-96 komt dan de top van de derde cyclus met ondermeer de publicatie van de volledige wiskundige werken, vooral rond algebra, van John Wallis.

Uit dit overzicht zou men kunnen afleiden dat de verklaring van de korte-termijnfluctuaties in de wetenschappelijke belangstelling grotendeels moet gezocht worden in het verschijnen van belangrijke bijdragen van individuele wiskundigen. Met andere woorden, deze fluctuaties zouden bepaald worden door de interne geschiedenis van de wetenschap. Nog andere feiten lijken deze veronderstelling te ondersteunen, zoals dat de aandacht wordt afgeleid van verwante onderwerpen. Nochtans kunnen de bijdragen van een wetenschappelijk genie ook een tegengesteld effect hebben. Het prestige dat het werk van Newton genoot, weerhield

het merendeel van zijn directe opvolgers ervan om op zijn ontdekkingen verder te bouwen.

De belangstelling voor de natuurwetenschappen — sterrenkunde, fysica, scheikunde — wordt duidelijk geringer vanaf 1684-87. Tot dan eisten ze véruit het grootste deel op van de wetenschappelijke aandacht. Dit geleidelijke verval kondigt als het ware de 'Eeuw der Verlichting' aan, waarin de belangstelling veeleer naar de mens gaat dan naar de stof. De terugval lijkt nog meer uitgesproken in het licht van de merkwaardige toename van de interesse voor de cultuurwetenschappen — geschiedenis, archeologie, economie, filologie en politieke aritmetica —, die aan het licht wordt gebracht door onze indicatoren.

Alhoewel deze algemene trends voor een deel verklaard worden door maatschappelijke, niet-wetenschappelijke factoren, lijken de korte- termijnfluctuaties primair terug te voeren op de interne geschiedenis van elke wetenschap. Maar het ligt buiten de opzet van deze studie om een systematische geschiedenis te schrijven van de verschillende wetenschappen tijdens deze periode.

Situering van een probleem

Teneinde de rest van ons betoog van enige feitelijke achtergrond te voorzien, presenteren we nu een aantal gegevens, die de ontwikkelingen illustreren inzake wetenschappelijke belangstelling tijdens deze periode. Zoals we zagen, zijn er drie korte-termijncycli in de wiskundige wetenschappen. Voor de natuurwetenschappen blijft de belangstelling aanhoudend groot tot 1684-87, waarna een daling inzet. De biologische wetenschappen — natuurlijke geschiedenis, planten dierkunde — behouden een ongeveer constant aandeel van de wetenschappelijke aandacht behoudens een kleine toename in 1691-93. De aardwetenschappen — geodesie, geografie, en wat vandaag genoemd zou worden: oceanografie, geologie, mineralogie, paleontologie, meteorologie en klimatologie — handhaven hun aandeel. De fysisch-antropologische wetenschappen — anatomie en fysiologie — vertonen een zeer lichte daling van 1665 tot 1676, gevolgd door een meer uitgesproken stijging tot 1683, gevolgd door wéér een kleine cyclus. De cultureel-antropologische wetenschappen — geschiedenis, archeologie, economie, filologie en politieke aritmetika — nemen bijna voortdurend toe van 1668 tot 1702. De medische wetenschappen tenslotte — farmacie, farmacologie en geneeskunde — stijgen tussen 1665 en 1702.

Een uitermate veelzeggende samenvatting van de trends ontstaat door de wetenschappen in twee meer algemene categorieën onder te brengen: naargelang ze met de anorganische natuur of met de organische natuur bezig zijn. Tot de eerste (A) behoren de formele en de natuurwetenschappen, tot de tweede de biologische, de fysisch- antropologische en de medische wetenschappen (B). De aardkunde en de culturele wetenschappen worden niet opgenomen in dit klassemment. Belangstelling voor de anorganische wetenschappen blijft voortdurend hoger dan voor de organische tot op het einde van de jaren '80 wanneer de aandacht verschuift naar de tweede groep.

Tabel 3: *Verschuivingen in de belangstelling tussen groepen van wetenschappen.**

Periode	Fysische en formele wetenschappen Index van belangstelling	Organische wetenschappen Index van belangstelling
1665-67	42.7	38.5
1668-70	42.7	39.0
1671-73	45.4	40.1
1674-76	47.6	35.8
1677-78	44.6	41.2
1681-83	44.6	41.5
1684-87	46.3	34.7
1691-93	28.9	48.9
1694-96	23.8	47.4
1697-99	27.7	48.5
1700-02	17.7	57.9

Om verscheidene redenen mogen we veronderstellen dat de ontwikkelingen in deze cijfers niet alleen uitdrukking zijn van een ander editoriaal beleid van de uitgevers van de *Transactions*. Deze uitgevers, prominente leden van de Royal Society, stonden in voortdurend en direct contact met de leidende wetenschappers en bleven dus op de hoogte van hun wetenschappelijke belangstelling. Ze waren derhalve geneigd om die artikels te publiceren die hun lezers interesseerden. Dat de bijdragen geleverd werden door de leidende onderzoekers van de tijd, is een reden te meer om aan te nemen dat ze een goede weergave vormen van datgene waarmee ze bezig waren. Tenslotte zijn onafhankelijke bronnen het er in hoge mate over eens welke wetenschappen in het Engeland van 1665-1702 de belangstelling wegdroegen. Die volgorde ziet er zó uit:

1. Natuurwetenschappen
2. Biologische wetenschappen
- 3/4. Antropologische / Medische wetenschappen
5. Aardwetenschappen
6. Formele wetenschappen

Deze volgorde is niet uitsluitend het resultaat van wat er zich binnen elke wetenschap afspeelt. Ook wetenschappelijke activiteiten zijn waardebetrokken, ook wetenschappers bestuderen veeleer dié problemen die passen in de heersende waarden en belangen van de tijd.

* De cijfers zijn percentages van het totale aantal artikels gepubliceerd in de '*Transactions*'. Het is nodig om deze cijfers met zorg te interpreteren, wegens hun vrij betrekkelijke basis.

*Hoofdstuk IV***Puritanisme en culturele waarden**

Vanaf het midden van de 17de eeuw eisen wetenschap en technologie van langsom meer de aandacht op. Het gaat niet langer om een aaneenrijging van toevallige ontdekkingen maar om een georganiseerde beweging, zoals uit de oprichting van de 'Royal Society' blijkt. Maar dit alles komt niet vanzelf tot stand. Deze beweging wortelt in de cultuur die haar voortbrengt en die zorgt voor haar verdere groei.

De sociologische benadering

Godsdienst is in de 17de eeuw duidelijk een dominerende uitdrukking van de culturele waarden. Vandaar dat de stelling dat wetenschap en godsdienst steeds met elkaar overhoop liggen, zeker van belang is voor ons onderzoek. De socioloog zal geen kant kiezen in dit twistgesprek. Zijn opdracht is volbracht wanneer hij de gevoelens heeft blootgelegd die in religieuze waarden gekristalliseerd zijn en de culturele oriëntatie achter deze uitdrukking; wanneer hij heeft bepaald in welke mate ze de mensen naar wetenschappelijk onderzoek leiden of daarvan wéghouden, of wanneer hij heeft vastgesteld dat van enigerlei invloed misschien geen sprake is.

Het puritanisme is in dit tijdvak de religieuze beweging die bij uitstek gestalte geeft aan de dominante culturele waarden. Het hele menselijk handelen is ervan doordrongen. Zo wordt het puritanisme een gemeenschappelijke noemer voor heel uiteenlopende maatschappelijke activiteiten. Hoe verhoudt dit puritanisme zich dan tot de wetenschap in de feitelijke sociale ontwikkelingen van die tijd?

Om op die vraag een antwoord te vinden, moeten we onder het oppervlak van de theologische betogen gaan graven naar de gevoelens die aan deze betogen betekenis geven en die in woorden en daden tot uitdrukking komen, weze het niet steeds op ondubbelzinnige manier. Het gaat hier om een proces van onophoudelijke wisselwerking, waarbij ook het gedrag zelf inwerkt op de gevoelens en deze versterkt, er vorm aan geeft en ze soms wijzigt.

De protestantse ethiek

Binnen de zeer ruime waaier van onderling kibbelende en zelfs elkaar bestrijdende theologische doctrines in het 17de-eeuwse Engeland is er toch een kern van gemeenschappelijke waarden die door iedereen wordt aanvaard: het puritanisme.

Het calvinisme vormt het ideaaltype van dit puritanisme, dat niet tot één of andere sekte beperkt is en dat in de Anglikaanse Kerk bijna even volwaardig aanwezig is als in de groepen die zich later van deze Kerk zullen losscheuren. Aanhoudend hard werken wordt door alle denominaties geprezen, al verschilt de beweegreden. De calvinisten houden het erbij dat het een goede aanduiding vormt voor de staat van genade, de latere presbyterianen zien hard werken écht als een heilsmiddel. Met de middeleeuwse katholieken hebben de calvinisten dit gemeen dat ze deze wereld als 'het kwaad' beschouwen. Ze verschillen van elkaar inzake de oplossing. Eerstgenoemden schrijven terugtrekking voor in de geestelijke rust van het klooster. Voor de calvinisten evenwel moeten de verleidingen van deze wereld bedwongen worden door haar te veranderen en dat kan alleen door onophoudelijke, gedreven arbeid. Ondanks uiteenlopende rationalisering en theologische standpunten zal deze laatste overtuiging bij de verschillende puriteinse sekten uitmonden in een gelijkaardig sociaal gedrag.

De oorspronkelijke opvattingen van Calvijn mogen niet verward worden met deze van de calvinistisch-puriteinse beweging. Vooral de Engelse versie is duidelijk een verdere ontwikkeling, wég van de gedachten van de grote hervormer. Dat komt omdat vooral dié waarden wortel schoten in het Engelse leven, die verwant waren met beginnende ontwikkelingen op andere terreinen van de cultuur. Op deze manier raakt het puritanisme verbonden met onder meer het kapitalisme, met haar cultuur en met twee dominante componenten daarvan: wetenschap en technologie.

De belangrijkste puriteinse leerstellingen van de tijd vinden we het best weergegeven in de verzamelingen van zogenaamde 'casus conscientiae'. Dat zijn sermoenen en gelijkaardig onderricht dat hoofdzakelijk bedoeld was om het feitelijk gedrag van individuen te veranderen. Die sermoenen drukten niet alleen de gevoelens en de waarden uit die het denken en handelen van de gelovigen doordrongen, maar versterkten die dominante gevoelens en waarden nog. Vandaar dat we Richard Baxters *Christian Directory* analyseren, als typische verhandeling over het puriteinse ethos.

'Verheerlijking van God'

De puriteinen zagen de 'verheerlijking van God' als het alfa en het omega van alle bestaan. Evenwel kanaliseerde de institutionele controle deze verheerlijking in bepaalde richtingen. Eén van deze richtingen was bij uitstek praktisch van aard: nuttigheid voor de medemens en bruikbaarheid voor de samenleving.

Dienst aan het gemeen nut werd de hoogste dienst aan God. Maatschappelijk utilitarisme werd erkend als één van de leidraden voor aanvaardbaar en zelfs lovenswaardig gedrag en tevens als een hoogst effectieve manier om God te verheerlijken. Omdat het utilitaristische beginsel zich meteen leende tot concrete toepassing, werd dát het leidende geloofspunt in de dagelijkse praktijk. Deze definitie in fundamenteel utilitaristische termen verbond het protestantisme met de rest van de cultuur.

Ook de predestinatie is fundamenteel voor het calvinisme en in dit geval zelfs eigen aan het calvinisme. God schenkt verlossing aan sommigen, louter vanuit zijn eigen vrije wil en zonder rekening te houden met de tekorten of deugden van de uitverkorene. Vandaar de diepe, bijna desperate bekommernis van de puritein om te achterhalen of hij al dan niet tot die uitverkorenen behoort. Uitverkiezing wordt bevestigd door 'goede werken' die uiterlijke tekenen zijn van een innerlijke staat van genade. Met de term 'goede werken' wordt verwezen naar zaken die nuttig zijn en voordelig in een wereldse betekenis: op het eerste gezicht lijkt het om puur utilitarisme te gaan. Goede werken vereisen deelname aan de wereldse zaken, dus geen onthouding door een vlucht in het klooster.

Op deze manier ontloopt de calvinistische doctrine van de predestinatie de valkuil van een apatisch pessimisme. Ook die sekten die de notie van predestinatie niet aanvaarden, komen tot identieke *praktische* gevolgtrekkingen omdat 'goede werken', in de betekenis van werelds welslagen, voor hén noodzakelijk zijn om een staat van genade te *bereiken* (en dus niet alleen om zeker te zijn dat men die al *heeft*). We vinden hier een klare bevestiging van Max Webers dictum dat 'gelijkaardige ethische maximes kunnen samengaan met zeer verschillende dogmatische funderingen'. Vandaar ook de substantiële eenvormigheid in de maatschappelijke gevolgen van de verschillende protestantse dogma's.

Ijver en ondernemendheid

Op deze verschillende theologische uitgangspunten — predestinatie en rechtvaardiging door goede werken — wordt het raamwerk opgetrokken van een doctrine die het gedrag oriënteert, zijnde dat ijver in beroep(sbezigheden) een noodzaak is. Dit beginsel versmelt met zijn gevolgen. Omdat systematische, methodische en constante arbeid het bereiken van professioneel succes mogelijk maakt en omdat zo'n succes het teken van heil is, wordt succes een waardevol doel op zich. Op de eerste plaats is arbeid dus een middel om God te verheerlijken en om het publieke goed te bevorderen. Daarenboven leidt ijver in onze arbeid tot minder ledigheid en dus tot minder gelegenheid om aan een waaier van bekoringen toe te geven. Onze tijd moet alleen aan plichten besteed worden en geen uur mag men zich overgeven aan spel of onnodige slaap. Arbeid is noodzakelijk voor het behoud van de geestelijke vermogens.

Deze houding impliceert geen 'ausserweltliche Askese' maar 'innerweltliche Askese' om het met Max Webers woorden te zeggen. De puriteinse ethiek eist, in woorden die geen tegenspraak dulden, deelname aan de zaken van deze wereld.

Op een hypothetische vraag: 'Moet dan niet elke mens zijn best doen om aan alle wereldse en uitwendige inspanningen te verzaken en zich terug trekken in een beschouwend leven?' antwoordt men beslist en bondig: 'Nee. Niemand zal dat doen zonder een bijzondere noodzaak of roeping'. Ook hier lijkt het utilitaristisch criterium de bovenhand te halen op dat van Gods verheerlijking.

Keuze van een beroep

Niet alle beroepen zijn evenwaardig als middel om de voorgeschreven doelstellingen te bereiken en evenmin is elk individu capabel om de meest wenselijke roeping te volgen. De beginselen die moeten in acht genomen worden bij de keuze van een beroep verwijzen natuurlijk naar de uitgangspunten: men kiese dié bezigheid waarin men het meest dienstbaar is aan God en die het meest bijdraagt tot het gemene goed. Bij gelijke omstandigheden moet dat beroep gekozen worden dat het meest bijdraagt tot het publieke goed. In orde van wenselijkheid zijn dit: de geletterde beroepen — alhoewel enkel zij die een bijzondere roeping hebben tot de geestelijke stand zullen toetreden —, landbouw, handel en de ambachten. Onderwijs wordt hoog geacht door de puriteinen.

Dit zijn dus de fundamentele elementen van de puriteinse ethiek die samen de aanvaardbare 'levenswijze' bepalen. De vèrgaande controle die de godsdienst over de geest van de puriteinen uitoefent, mag vooral niet onderschat worden als we dit wereldbeeld goed willen begrijpen.

De gezegende rede

Eng verbonden met vóórmelde geloofspunten is een andere reeks principes, die meer onmiddellijk betrekking hebben op de sociale waardering van wetenschap en technologie. Ten eerste neigt men ertoe om de rede te loven. De rede is lofwaardig omdat enkel de door God uitverkoren mens erover beschikt: ze onderscheidt de mens van de dieren in het veld. Daarnaast helpt ze om de neigingen aan banden te leggen die tot de hoofdzonden leiden: zinnelijkheid, vleselijkheid en wellust.

Daarenboven maakt de rede het mogelijk om God nog volkomener te verheerlijken; ze helpt de mens om Zijn werken beter te waarderen. De rede krijgt een dwingend gezag vanwege het al vermelde streven om de verschillende onderdelen van de religie oordeelkundig te verbinden. Voor degenen die deze doctrines willen rationaliseren, is het een noodzaak om te 'bewijzen' dat *rede* en *geloof* niet onverzoenlijk zijn.

Het prijzen van de rede en het naar beneden halen van 'enthousiasme' — in de originele etymologische betekenis van het woord — is kenmerkend voor de rationalistische kant van de puriteinse leer. De Schrift is niet bedoeld om de rede of één van de wetenschappen te vervangen. Deze kunnen namelijk onafhankelijke en doelgerichte middelen zijn voor het verheerlijken van God.

Het dermate verheffen van dit empirisch-rationalisme heeft de weg geplaveid voor secularisering en bijbelkritiek en voor de rationalisering in industrie én wetenschap. Had de 17de-eeuwse puritein dié gevolgen kunnen voorzien van zijn bescherming van de Rede, hij zou haar ongetwijfeld afgewezen hebben en daarbij zouden huiveringen van vroomheid hem overvallen hebben.

Nuttig onderwijs

Verbonden met deze nadruk op rationalisme is de algemeen gekende belangstelling van de puriteinen voor onderwijs en opvoeding. Maar deze opvoeding moet in bepaalde richtingen gestuurd worden. Zeker niet naar letterkunde of kunst of andere 'onprofijtelijke studies' die niet meer dan tijdverspilling zijn. Evenmin naar het beoefenen van de scholastieke filosofie, want die zit vol met valse lessen die de mens veeleer van God wég voeren in plaats van naar hem toe. De belangrijkste klemtoon in de opvoeding moet godsdienstig van aard zijn. Maar niet iedereen die naar onderricht dorst, is even goed geschikt voor de eredienst. Daarom wordt het algemeen belang best gediend door de eigen individuele neiging te volgen bij de keuze van andere — wettelijke en wenselijke — roepingen. Wiskunde, deel van de 'organische kennis', heeft daarin een belangrijke plaats omdat ze zo fundamenteel is en zo verscheiden kan gebruikt worden. Natuurkunde, steeds begrepen als de studie van God in zijn schepping, is de uitverkoren puriteinse wetenschap. Deze keuze illustreert de twee samenhangende aspecten van het puriteinse denken: de wiskunde vertegenwoordigt het rationalistische, de natuurkunde het empirische aspect. We wijzen nogmaals op de uitgesproken vooruitgang in deze wetenschappen in het 17de-eeuwse Engeland. Kennis van vele talen is ook wenselijk, niet als doel op zich maar omdat het de verwerking van verdere kennis vergemakkelijkt en dus een middel is om meer over de dingen te leren.

Met de puriteinen, die ten volle vertegenwoordigers zijn van een mercantiel en wetenschappelijk tijdperk, krijgt de term 'rede' een nieuwe betekenis. Rede wordt: de rationele beschouwing van empirische gegevens. Logica krijgt een aanvullende rol; ze is occasioneel bruikbaar voor het denken. Maar de toets aan de werkelijkheid komt niet van de scholastieke logica, die niets toevoegt aan de kennis en die onwaarheid kan bestendigen, maar van de waarneming van feiten. Het is deze klemtoon die, samen met een 'irrationeel' geloof in de efficiëntie en bruikbaarheid van de wetenschap, zowel het puritanisme als de moderne wetenschap kenmerkt.

Natuurkunde: God in zijn schepping

Onderwijs is dus een goede zaak. Waardoor kunnen we deze nadruk op wetenschappelijke en empirische studies verklaren? De wetenschappelijk studie van de natuur is een doeltreffend middel voor de bevordering van Gods glorie en verhoogt de waardering voor de macht van de Schepper. Daarom is de natuurwetenschapper beter uitgerust dan de toevallige waarnemer om hem te verheer

lijken. Op deze directe manier bekrachtigt godsdienst de wetenschap én wordt tegelijk de sociale waardering verhoogd van hen die wetenschappelijk onderzoek nastreven. Daarmee gaat dan weer gepaard dat de belangstelling voor wetenschappelijk onderzoek intenser wordt en zich verbreedt.

Een andere grondslag voor de verheerlijking van de wetenschap is het utilitaire beginsel. Het verband is duidelijk. Kennis moet gewaardeerd worden om haar bruikbaarheid. Alles wat ertoe leidt dat het leven van de sterfelijken verlicht wordt en wat hun materiële welvaart verbetert, is goed in de ogen van God. De waarde die al vanuit godsdienstige overwegingen aan de wetenschap wordt toegekend, wordt hier onmetelijk vermeerderd omdat de wetenschappelijke studie van de natuur de heerschappij van de mens over die natuur vergroot.

Het werd al aangestipt dat utilitaire overwegingen gestadig belangrijker worden als leidraad voor het feitelijk gedrag, dan het religieuze beginsel van de verheerlijking van God. Anders gesteld: activiteiten die onmiskenbaar nuttig — dat is praktisch bruikbaar — zijn, worden meer en meer gezien als de meest effectieve manier om God te verheerlijken. De maatschappelijke bruikbaarheid van wetenschap en technologie blijkt één van de meest doelmatige argumenten voor de positieve inschatting van zo'n doelstelling. Voor de middeleeuwse religieuze wereldbeschouwing was het een irrelevant argument. Het puritanisme daarentegen gaat steeds meer de waarde beklemtonen van het herscheppen van deze wereld.

Middeleeuws contrast

Het monastieke ascetisme en het gevoel van tijdelijkheid en relatieve waardeeloosheid van de stoffelijke werkelijkheid, zo karakteristiek voor de middeleeuwen, zijn niet van aard om belangstelling te wekken voor wetenschappen die zich vooral met de wereld der dingen bezig houden. Zoveel is duidelijk. Wanneer dit geloof iets van zijn kracht verliest, wanneer de overtuiging minder sterk wordt dat het einde van de wereld nabij is, kijkt men tegen de wetenschap met angst aan. Het is 'zwarte magie', teken van een onheilig verbond met de duivel. Slechts wanneer de hervorming aanbreekt, wordt (veel) gunstiger geoordeeld over de wetenschap.

Een essentieel onderscheid tussen de middeleeuwse en post-reformatorische persoonlijkheid is dat de eerste enkel rust vindt in een bovenzinnelijke wereld, terwijl de andere een soort van kosmisch enthousiasme ten toon spreidt. Voor hem is God immers aanwezig in elk aspect van het leven en niets daarvan mag dus geringschattend behandeld worden. Wetenschap, als de studie van Zijn werken, komt hoog in aanzien te staan.

Deze positieve houding van de godsdienstige leiders, in een tijd dat godsdienst nog een maatschappelijke macht vormt, zal de ontwikkeling van de wetenschap ongetwijfeld bevorderd hebben. Daarmee willen we niet beweren dat deze houding tot bepaalde ontdekkingen geleid heeft of dat godsdienst de onafhanke-

lijke variabele factor was en wetenschap de afhankelijke. Enkel dat de godsdienst, als een uiterst werkzame sociale kracht, aanzienlijke invloed uitoefende op het toenmalige handelen en denken, ook voor wat de bruikbaarheid van de wetenschap aangaat om de idealen en doelen van die religie te helpen bereiken.

Wetenschap: de dienstmaagd der bruikbaarheid

Maatschappelijke bruikbaarheid, wat dus een door de godsdienst voorgeschreven doel is, wordt een criterium om de wetenschap te beoordelen. In dit geval wordt die gezien als een hulpmiddel voor de technologie.

De opvattingen die aan de basis liggen van deze inzichten zijn gewoonweg ondenkbaar in de Middeleeuwen. Enkel het denken van Thomas van Aquino omtrent het intellectuele amalgaam van wetenschap en theologie vormt daarop een uitzondering. Het waarden van wetenschappelijke ontdekkingen die langs empirische weg bekomen zijn en zonder verwijzing naar de Schrift of naar een ander heilig gezag, zou bijna even kettters zijn geweest als het doen van de ontdekkingen zelf. De wetenschappelijke geest van middeleeuws Europa was nog gebonden door zijn ontzag voor gezag. Het puriteinse gezag daarentegen brengt doctrines voort die de belangstelling voor de wetenschap bevorderen en de betrokkenheid op de godsdienst verminderen.

Dit betekent natuurlijk niet dat tijdens de Middeleeuwen de wetenschappelijke ontwikkeling stil viel, maar tot zeker in de 12de eeuw bleef ze een zeer breekbare draad in West-Europa. Daarna wordt wetenschap wel belangrijker zonder daarom echt tot bloei te komen. Twee redenen kunnen hiervoor aangehaald worden: de ene is eigen aan de aard van de wetenschap en de andere aan de aard van de maatschappij. In zekere mate moet er een vaste orde bestaan in het optreden van wetenschappelijke ontdekkingen: echte ontdekking kan pas gebeuren wanneer bepaalde voorwaarden vervuld zijn. Voor een vërreikende, snelle en ruime ontwikkeling van de wetenschap was dat wachten tot in de 17de eeuw. De andere reden is de afwezigheid van een culturele voorwaarde: wetenschappelijke activiteiten moeten als hoogst wenselijk gezien worden. Wanneer dit niet zo is, kunnen wel enkele groten naar voren treden, maar zonder stevige wetenschappelijke achterban.

In de 17de eeuw worden de voorwaarden samengebracht voor de ontwikkeling van de wetenschap als geheel. Tegelijk treffen we aan: een voldoende opstapeling van wetenschappelijke kennis om de oorspronkelijke problemen aan te pakken, de rijping van de experimentele methode, een aanhoudende toelevering van intellect en een geheel van sociale houdingen die om religieuze en economische redenen de wetenschappelijke belangstelling bevorderen.

De specifieke wetenschappelijke ontwikkelingen zijn niet direct afhankelijk van de maatschappelijke waardering van de wetenschap. Toch is het duidelijk dat elke activiteit waar gunstig tegenaan gekeken wordt, sneller zal vooruitgaan dan wanneer dat niet het geval is. Deze maatschappelijke houdingen zijn functie van

een geheel van min of meer verbonden ontwikkelingen in de economie, de politiek, de religie, de filosofie, de wetenschap en dergelijke meer. De heersende idealen en gevoelens van een maatschappij worden op verschillende tijdstippen in één of ander van deze domeinen tot uitdrukking gebracht en het zijn zij die in hoge mate de sociale houdingen ten aanzien van andere domeinen bepalen. In de 17de eeuw zijn utilitaire normen dominant en activiteiten worden dienovereenkomstig ingeschat. Veralgemeningen over deze sociale processen zijn dus afhankelijk van de specifieke sociale context; ze bestaan niet tijdeloos, universeel en los van sociale waarden en structuren.

Hoofdstuk V

Drijfveren van de nieuwe wetenschap

Wat wij de protestantse ethiek noemen, is tegelijk een uitdrukking van heersende waarden én een onafhankelijke drijfveer. Niet alleen zet ze mensen op nieuwe sporen; ze zorgt ook voor een blijvende en doelgerichte inzet voor deze nieuwe bezigheden. De ascetische imperatieven van de protestantse ethiek leggen de basis voor wetenschappelijk onderzoek omdat ze aan dit onderzoek maatschappelijk aanzien verschaffen. Voorheen vond de wetenschapper zijn beloning in het zoeken naar waarheid zelf; nu worden hem nieuwe redenen aangereikt voor zijn overigens belangeloze streven. De samenleving, die eens twijfelde aan de verdiensten van hén die zich wijdden aan de 'kleine, onbeduidende details van een grenzeloze Natuur', geeft haar twijfels grotendeels op.

De puriteinse spoorslag aan de wetenschap

Onze werkhypothese is dat heersende waarden en gevoelens belangrijke culturele variabelen zijn, die altijd de ontwikkeling van een wetenschap beïnvloeden hebben. In de periode die wij bestuderen wordt veel van het heersende cultuurpatroon tot uitdrukking gebracht door de godsdienst. Vandaar dat we die elementen uit de puriteinse ethiek willen isoleren, die de ontwikkeling van de wetenschap zichtbaar beïnvloeden.

Het is juist het puritanisme dat een nieuwe brug slaat tussen het transcendentale en het menselijk handelen. Puriteinen voelen de behoefte om aan wetenschappelijke en intellectuele bezigheden een betekenisvolle plaats in hun levensvisie te geven.

Daarenboven versterkt de veranderende klassenstructuur van de periode dit puriteinse streven. Vele puriteinen behoren tot de opkomende handelsburgerij, die haar toenemende macht op minstens drie manieren toont. Ten eerste, door waardering voor wetenschap en technologie die haar macht weerspiegelen en beloften inhouden voor een uitbreiding van die macht. Vervolgens door haar steeds vaster geloof in vooruitgang, een overtuiging die wortelt in haar groeiend sociaal en economisch belang. Ten derde door haar vijandigheid tegenover de bestaande klassenstructuur die haar deelname aan het politieke gezag beperkt en hindert, een antagonisme dat zijn hoogtepunt zal bereiken in de Revolutie.

Nochtans kunnen we niet zomaar aannemen dat de burgerij puriteins is enkel omdat de puriteinse ethiek appelleert aan haar burgerlijke gevoelens. Het omgekeerde is misschien even waar, zoals Weber aantoonde: deze gevoelens zijn van aard om economisch welslagen te bevorderen. Hetzelfde geldt voor het enge verband tussen puritanisme en wetenschap.

Zo puriteinse doctrines inderdaad de toenmalige wetenschappers motiveerden, dan moet dit blijken uit hun woorden en daden. Niet dat die wetenschappers zich daarvan bewust moeten zijn, maar het is de taak van de waarnemer om ook onbewuste drijfveren aan het daglicht te brengen. De werken van Robert Boyle helpen ons daarbij een heel eind 'op weg. Boyle was een natuurfilosoof die "ongetwijfeld méér deed dan wie ook van zijn tijdgenoten om van de Wetenschap een deel van de intellectuele bagage van ontwikkelde mensen te maken". Daarenboven was hij iemand die uitdrukkelijk probeerde om de wetenschap een plaats te bezorgen tussen andere culturele waarden. Eveneens belangrijk waren ondermeer John Ray (botanist), Frans Willughby (zoöloog), John Wilkins. Een goudmijn is ook het veelgelezen geschrift van Thomas Sprats *History of the Royal-Society of London* dat in 1667 gepubliceerd werd, na lezing door leden van die 'Royal Society'.

'Ter ere van de Grote Schrijver van de Natuur'

Eens de wetenschap stevig verankerd raakt, krijgt ze de aantrekkingskracht van alle gevestigde sociale instellingen. Ze wordt een algemeen aanvaard middel voor sociale integratie en haar culturele produkten worden door de groep gewaardeerd. Nieuwe gedragspatronen moeten immers gerechtvaardigd worden, willen ze vaste voet verwerven. Een nieuwe maatschappelijke orde veronderstelt een nieuw waardenpatroon. Zo is het ook met de nieuwe wetenschap. Enkel indien ze wordt ondersteund door een sterke sociale stroming kan de wetenschap van de grond komen en zich tot een volwaardige maatschappelijke instelling ontwikkelen.

Het ontbreekt niet aan duidelijke illustraties van dit proces. De protestantse ethiek is het rijk van de wetenschap binnen gedrongen en heeft een onuitwisbare stempel gedrukt op de houding van de wetenschappers tegenover hun werk. De wetenschapper vindt tegelijk motief, beloning en gezag in de puriteinse leer. Zijn wetenschappelijke verwezenlijkingen drukken de glorie van God uit en verhogen het welzijn van de mens: dat is het motief dat steeds weer terugkomt in de wetenschappelijke geschriften uit die tijd. Kenmerkend en betekenisvol is hier het samengaan van het geestelijke en het materiële. Deze cultuur stoelt stevig op een onderbouw van utilitaire normen waarin 'het bruikbare' en 'het ware' vereenzelvigd worden. Het puritanisme schrijft namelijk een drievoudige nuttigheid aan de wetenschap toe. Ze is bruikbaar, ten eerste bij het vaststellen van praktische bewijzen van de staat van genade bij de wetenschapper, ten tweede bij het vergroten van de beheersing van de natuur en ten derde bij het verheerlijken van God. Wetenschap staat ten dienste van het individu, van de samen-

leving en van God. Het kan niet worden ontkend dat dit adequate grondslagen zijn, waarin niet enkel een basis voor legitimiteit vervat ligt maar die ook aansporingen verschaffen die nauwelijks overschat kunnen worden.

Heel wat 'geëmancipeerde geesten' van vandaag vinden de godsvrucht van deze wetenschappers veeleer machiavellistische taktiek, berekende schijnheiligheid of op zijn best gewoonte, maar geen diepgewortelde overtuiging. Dit komt omdat ze gewoon zijn aan een radicale kloof tussen godsdienst en wetenschap en grotendeels overtuigd zijn van de relatieve maatschappelijke onbelangrijkheid van de godsdienst voor de hedendaagse Westerse wereld. Deze interpretatie is evenwel alleen mogelijk op basis van een ongerechtvaardigde overplanting van overtuigingen en houdingen uit de 20ste eeuw naar de 17de eeuw.

In die tijd verleende puritanisme ascetische kracht aan activiteiten die uit zichzelf nog geen zelfstandigheid konden verwerven. Het herdefinieerde de verhoudingen tussen het goddelijke en het wereldlijke, dermate dat de wetenschap naar het voorplan van de maatschappelijke waarden werd geschoven. Dit gebeurde eerst ten koste van literaire en uiteindelijk ook van religieuze strevingen. Evenmin ging het hier eenvoudigweg om een compromis met de wetenschap. In tegenstelling tot het katholicisme, dat wetenschap enkel gedoogde, stónd het puritanisme op het beoefenen van de wetenschap. In puriteinse handen werd de 'verheerlijking van God' zo 'de bevordering van de wetenschap'.

'Het welzijn van de mensheid'

Maar het protestantisme verschafte nog andere argumenten voor de cultivering van de wetenschap. De tweede belangrijke leerstelling in de puriteinse ethiek hield voor dat het maatschappelijk welzijn een doel is dat steeds voor ogen moet worden gehouden. De wetenschap moest bevorderd worden als middel voor de verbetering van het aardse lot van de mensen omdat de wetenschap technologische uitvindingen vergemakkelijkt. Op experimenten die geen onmiddellijk voordeel opleveren mag nochtans niet neergekeken worden, want — met de woorden van Bacon — "experimenteren met het licht leidt uiteindelijk tot een hele reeks van uitvindingen die bruikbaar zijn voor het leven en de toestand van de mensen en daarom is het goed in het licht van de evangelische heilsboodschap van Jezus Christus'.

Vroeg in de eeuw was deze 'ware apostel van de geleerde gezelschappen' al erg succesvol in het propageren van de wetenschap en in het afwijzen van steriele scholastiek. In *Advancement of Learning* spreekt hij over 'de verheerlijking van de Schepper en de verheffing van de toestand van de mens' als het ware doel van wetenschappelijke activiteiten. Uit vele officiële en private documenten wordt duidelijk dat de opvattingen van Bacon de basisbeginselen vormen waarop de 'Royal Society' werd gevestigd. Ook dààr overheerste, naast de ethische waarde van kennis, de praktische bruikbaarheid ervan en de empiricistische weg naar het verwerven van deze kennis. De leden waren zich dan al bewust van de samen-

hang tussen de principes van het puritanisme en die van het wetenschappelijk onderzoek. Als het puritanisme stelselmatige en methodische arbeid eist en voortdurende waakzaamheid omtrent iemands roeping, wat beantwoordt daaraan dan beter dan de 'Kunst van het Experiment', vraagt Sprat zich af, vermits een experiment 'nooit voltooid kan worden door het voortdurende labeur van één mens en ternauwernood door de verenigde inspanningen van allen?' Want zelfs de best verborgen schatten van de natuur kunnen door inspanning en geduld ontdekt worden.

In het kort, de wetenschap belichaamde gedragspatronen die eigen waren aan het puritanisme. Bovenal bevatte ze twee hooggeprezen waarden: utilitarisme en empiricisme.

Het beklemtonen van deze overeenstemming tussen de puriteinse uitgangspunten en de wetenschap als een roeping, is in zekere zin kasuïstiek. Het is een poging om de wetenschapper als vrome leek in te passen in het raamwerk van de heersende morele en maatschappelijk waarden. Zo zou de wetenschap religieus en sociaal gesanctioneerd worden. Toch vormt dit niet de hele verklaring. Ideeën, alhoewel ze alléén het menselijke gedrag niet verklaren, mogen toch niet verwaarloosd worden en dit om twee redenen. Ten eerste zijn ideeën de sleutels die toegang verlenen tot de fundamentele waarden die het gedrag motiveren. Zelfs nog belangrijker is de rol van deze ideeën bij het sturen van het handelen in bepaalde richtingen. *Door het heersende systeem van ideeën wordt de keuze bepaald tussen alternatieve gedragswijzen, die alle even verenigbaar zijn met het onderliggende waardenpatroon.* Zonder die leiding en richting vanwege de ideeën zou elk niet-logisch handelen louter toeval worden, binnen de grenzen van dit waardenpatroon.

Dat in de 17de eeuw wetenschappers nog frequent teruggrepen naar een godsdienstige verantwoording, suggereert eerst en vooral dat de godsdienst nog voldoende sterk was als maatschappelijke macht. Ze kon nog ingeroepen worden als steun voor een activiteit die op dat ogenblik nog minder aanvaard werd. Tevens worden we daardoor op het spoor gebracht van een religieuze oriëntatie die de wetenschappelijke bezigheid uitermate doelmatig met haar waarden doordrong en zó kon dienen om de belangstelling van de gelovigen op de wetenschap te richten.

Dat Sprat, Wilkins, Boyle of Ray hun belangstelling voor de wetenschap op deze manier wilden verantwoorden, is meer dan een opportunistische knieval. Het was veeleer een ernstige poging om de wegen der wetenschap voor God te rechtvaardigen. Omdat de Hervorming de verantwoordelijkheid voor het persoonlijk heil verplaatst had van de Kerk naar het individu, moest dit individu ook het gewettigde en wenselijke van zijn roeping in de ogen van de 'Grote Opzichter' verantwoorden.

Rationalisme en empiricisme

De verheerlijking van de rede in de puriteinse ethiek leidt er onvermijdelijk toe dat men ontvankelijk wordt voor bezigheden die voortdurend om rigoureuze redeneren vragen. Maar ook hier blijft de rede ondergeschikt aan het empiricisme, dit in tegenstelling tot het middeleeuwse rationalisme.

Het is wellicht hier dat het puritanisme en de wetenschappelijke instelling het meest opvallend met elkaar in overeenstemming waren. De combinatie van rationalisme en empiricisme, die zo uitgesproken aanwezig was in de puriteinse ethiek, vormt ook de kern van de geest van de moderne wetenschap. Het empiricisme voegde zich bij het al aanwezige neo-platonisch rationalisme, vanuit de noodzaak om met de praktische aangelegenheden van het wereldse leven klaar te komen. Beide stromingen werden samengebracht door de onvermijdelijke logica van een samenhangend theologisch stelsel en ze waren zó verbonden met de andere houdingen van die tijd, dat ze op gelijkaardige manier versmolten in de natuurwetenschap.

Het experiment was de wetenschappelijke uitdrukking van de praktische, actieve en methodische instelling van de puriteinen. Niet dat het experiment hoe dan ook van het puritanisme is afgeleid, maar het puritanisme helpt wel verklaren waarom de nieuwe experimentele wetenschap zo'n enthousiaste steun ontving van hen die tegelijk hun blik op de andere wereld gericht hadden en hun voeten stevig op de grond gepland hielden.

Van alle kanten kwamen elementen van de puriteinse ethiek samen om dit stel houdingen te versterken. Actief experimenteren belichaamt alle prijzenswaardige deugden en bant alle verderfelijke ondeugden uit. Het vertegenwoordigt het verzet tegen het Aristotelisme dat traditioneel met het katholicisme verbonden wordt. Het belooft praktische nuttigheid in plaats van onvruchtbare verdichtels. Het vestigt op onbetwistbare wijze de glorie van Gods Schepping.

Empiricisme en rationalisme werden gecanoniseerd, als het ware tot zaligmakend verheven. Het is best mogelijk dat het puriteinse ethos de wetenschappelijke methode niet onmiddellijk beïnvloedde en dat het eenvoudig om twee parallelle ontwikkelingen ging. Maar het puritanisme zorgde wel voor de psychologische sanctionering van zekere denk- en gedragswijzen, met name die van de empirische wetenschap. Samengevat, het puritanisme wijzigde sommige maatschappelijke oriëntaties, zoals inzake de beroepshiërarchie die nu gestoeld wordt op criteria die de natuurwetenschapper wel met prestige moeten bekleden. Door het puritanisme werd de sociale structuur zó herschikt dat daarin waardering voor de wetenschap groeit. Dat móet sommige talenten wel tot de wetenschap brengen, in plaats van naar andere bezigheden die in een andere omgeving hoger gewaardeerd zouden zijn.

De verschuiving naar de wetenschap

Het nieuwe aanzien van de wetenschappen bracht velen er dus toe om de wetenschap als bezigheid te kiezen, in plaats van theologie of filologie. Isaac Barrows klacht, toen hij professor Grieks in Cambridge was, is tekenend. "Ik zit hier eenzaam als een atheense uil die uit het gezelschap van alle andere vogels gestoten werd, terwijl de colleges in natuurfilosofie vol zitten". Hij aanvaardde dan ook een leerstoel in de wiskunde (en was daar Newtons voorganger).

Ook wetenschapsminnende leken, zoals edelen en rijke burgers, hielden zich met wetenschap bezig. Wellicht het beste bewijs van hun belang ligt in hun rol bij de stichting van de 'Royal Society' in het 'wonderlijk vredige jaar' 1660. Doordat hun onderzoeksmethoden en -objecten dikwijls niet ver verwijderd waren van de dagelijkse werkelijkheid, lagen ze binnen het begripsvermogen van een ruimer publiek met verhoudingsgewijze weinig technische vorming. Daardoor werd die wetenschap immer steviger gevestigd als een maatschappelijk gewaardeerde bezigheid. Vandaag is wetenschap weggegroeid van deze religieuze wortels en is zij, op haar beurt, een heersende sociale waarde geworden waaraan andere waarden ondergeschikt zijn, ook de godsdienst.

Het seculariseringsproces

De puritein is zowel de laatste middeleeuwer als de eerste moderne mens. Rede en ervaring werden stilaan gezien als zelfstandige manieren om waarheid, zelfs godsdienstige waarheid, vast te stellen. Want geloof dat niet beredeneerd is, is niet méér dan een droombeeld, verbeelding, mening. Zo kreeg de wetenschap een macht die uiteindelijk die van de godsdienst aan banden zal leggen.

De overtuiging dat kennis één is — of die kennis nu door de rede dan wel door de openbaring wordt verworven — verschaftte een bijkomende grondslag voor de positieve houding tegenover het experimenteel onderzoek. Men nam aan dat zo'n onderzoek gewoon de fundamentele theologische dogma's zou versterken. In deze zin leidde het puritanisme dus onvermijdelijk tot de uitschakeling van godsdienstige beperkingen op het wetenschappelijk werk. Dit is het duidelijk moderne element in het puriteinse geloof. Maar dit impliceert *niet* dat de godsdienstige greep op het gedrag lossier werd, integendeel. De wereld moest, via direct handelen, veroverd en beheerst worden en deze ascetische drijfveer speelde in elk gebied van het leven. Het is dus helemaal verkeerd om de puriteinse erkenning van de wetenschap te zien als een 'aanpassing' aan de intellectuele omgeving van de tijd.

Paradoxaal maar onafwendbaar zal deze, op strikte theologische grondslagen gebaseerde, religieuze ethiek de ontwikkeling bevorderen van dié wetenschappelijke disciplines, die later de orthodoxe theologie schijnen te ondergraven. Een schets van de invloed van de wetenschap op de seculariseringsprocessen kan helpen om inzicht te krijgen in de verschillende, vrij tegengestelde rollen die godsdienst en theologie kunnen spelen in hun verhouding tot de wetenschap. Een

godsdienst — hier dus begrepen als die ethische en morele overtuigingen en praktijken die een stelsel van geloof en verering vormen, dat is: als een godsdienstige ethos — kan indirect de bloei van de wetenschap bevorderen. Terzelfdertijd kunnen specifieke wetenschappelijke ontdekkingen zwaar onder vuur genomen worden door theologen die een vermoeden hebben van de ondermijnende aard van deze ontdekkingen. We moeten duidelijk onderscheid maken tussen de bedoelingen en doelstellingen van religieuze leiders en de (dikwijls onvoorziene) gevolgen van hun onderricht.

Dat hervormers als Luther, Melanchthon en Calvijn enkele van de meest fundamentele gevolgen van hun leer niet voorzagen, kwam niet alleen door hun onwetendheid. Het was veeleer het gevolg van dat soort niet-logisch denken dat zich met gedragsmotieven bezig houdt, veeleer dan met de resultaten van het gedrag. Rechtschapenheid van de drijfveer was de fundamentele bekommernis: gedrag dat door een heersend waardenpatroon wordt voorgeschreven, *moét* gesteld worden. Maar wegens de ingewikkelde wisselwerking die een samenleving is, verspreiden de gevolgen van dat gedrag zich tot gebieden die oorspronkelijk buiten beschouwing werden gelaten. Na verloop van tijd zal zo terug op het fundamenteel waardenpatroon ingewerkt worden. Deze terugslag, waar gewoonlijk aan voorbij gekeken wordt, vormde een uiterst belangrijke factor in het seculariseringsproces, in het veranderen of het verdwijnen van waardenpatronen. Met een parafrase op Goethe: 'Die Kraft, die stets das Gute will, und stets das Böse schafft'.

De integratie van godsdienst en wetenschap

Het is dus met het religieuze ethos en niet met theologie dat we ons moeten bezig houden wanneer we de integratie van wetenschap en godsdienst willen begrijpen in het 17de-eeuwse Engeland. Die ethos houdt voor dat de studie van de natuur een voller waardering van Zijn werken mogelijk maakt. Maar dit zal op een andere manier gebeuren dan in de middeleeuwen. Beschouwing in afzondering wordt afgezworen, actieve experimentering wordt geprezen.

De 'Royal Society' was van onschatbaar belang, zowel voor de verkondiging van dit nieuwe standpunt als voor de feitelijke toepassing ervan. De universiteiten waren nog haarden van behoudsgezindheid waar wetenschap in feite verwaarloosd werd. De 'Royal Society' zorgde ervoor dat wetenschappers werden samengebracht en gedachten konden uitwisselen, onder meer door het uitgeven van tijdschriften. Wetenschappelijke teksten werden ook in de omgangstaal gepubliceerd en niet altijd in het Latijn of Grieks.

Maar in de 17de eeuw bleef een religieuze rechtvaardiging van de wetenschapsbeoefening van het hoogste belang. Dat was niet alleen zo voor het scheppen van een gunstige maatschappelijke sfeer voor wetenschappelijke bijdragen, maar ook om aan vele wetenschappers van die tijd — zoals Barrow, Boyle, Wilkins en Ray — een ultieme verantwoording te geven. Ray bracht deze opvatting, dat de wetenschap haar bestaansreden vindt in de verheerlijking van God en in het

welzijn van de mens, tot een logisch besluit wanneer hij schreef: als de Natuur de uitdrukking is van Zijn macht, dan is niets in de Natuur te gering voor wetenschappelijk onderzoek.

Op deze en gelijkaardige grondslagen werd de godsdienst ingeroepen ter bekrachtiging van de wetenschap. Maar dit alles moet in een juist perspectief geplaatst worden, willen we vermijden om van godsdienst de onafhankelijke en van wetenschap de afhankelijke variabele te maken in die tijd. Dit is alles behalve ons opzet.

De integratie van de puriteinse ethiek met de versnelde ontwikkeling van de wetenschap lijkt onmiskenbaar. Nochtans is dit enkel omdat beide elementen zijn van een cultuur die grotendeels steunt op de waarden van utilitarisme en empirisme. Dat grote veranderingen inzake geloof aanvaard worden, hangt niet zozeer af van de intrinsieke kracht van de leerstellingen of van de overtuigingskracht van zijn verdedigers. Belangrijk zijn de voorafgaande maatschappelijke veranderingen die de nieuwe doctrines in overeenstemming brengen met de heersende waarden van de tijd. Dat we ons daarvan bewust zijn, betekent eenvoudig dat we erkennen dat zowel puritanisme als wetenschap onderdelen zijn van een uiterst complex systeem van onderling afhankelijke factoren. Om daarin enig inzicht te bereiken, moeten we het geheel bestuderen aan de hand van een déél van deze samenhang. Dit is een procedure die alleen dán te verdedigen valt als onze voorlopige inzichten niet voor een 'uiteindelijke verklaring' genomen worden.

Het feit dat zoveel leidende wetenschappers en wiskundigen in het Engeland van de 17de eeuw geestelijken waren, is geen voldoende bewijs voor de integratie van de godsdienstige en de wetenschappelijke waarden. Als lid van de geestelijke stand waren de wetenschappers namelijk verzekerd van een vrij behoorlijk inkomen. Daarenboven moest iedereen die aan een universitair college benoemd werd, tot de geestelijke stand behoren. Deze 'uitwendige' overwegingen zijn nochtans minder betekenisvol dan de diepe religieuze overtuiging, zoals blijkt uit een studie van de levens van grote wetenschappers zoals Boyle, Grew, Napier en Newton.

Afgezien van déze invloed van de godsdienst op de motivering van individuele wetenschappers is het duidelijk dat de wetenschap dermate geconsacreerd werd door de religieuze ethiek dat ze tot een hoog gewaardeerde bezigheid uitgroeide.

Het is deze gunstige maatschappelijke gezindheid die de ontwikkeling van de wetenschap vergemakkelijkte. Een afwijzende sociale houding werd vervangen door ontvankelijkheid, iets wat zelden zal opgevallen zijn aan de individuele wetenschappers die er de invloed van ondergingen. Niettemin moeten we besluiten dat godsdienst een belangrijke rol speelde in deze veranderde houding, gegeven de aanwezigheid van zoveel extern bewijsmateriaal.

Gemeenschappelijke vooronderstellingen in wetenschap en puritanisme

Tot nu toe hebben we ons vooral bezig gehouden met de vrij direct waarneembare sanctionering van de wetenschap door de protestantse ethiek. Maar een ander verband, veel subtieler en moeilijker te vatten, is wellicht even belangrijk. Het puritanisme is slechts één van de factoren die verantwoordelijk zijn voor de snelle aanvaarding van de typische wetenschappelijke ingesteldheid tijdens de 17de en volgende eeuwen.

De fundamentele vooronderstelling van de moderne wetenschap, de wetenschap die in de 17de eeuw ontstond, is een 'wijdverspreide instinctieve overtuiging van het bestaan van een Orde van Dingen en meer bepaald van een Orde in de Natuur' (Whitehead). Het experiment, als uiteindelijk criterium van waarheid, staat of valt met deze voorafgaandelijke veronderstelling dat de Natuur een intelligente orde vormt die zal antwoorden wanneer haar de gepaste vragen worden gesteld. Maar deze overtuiging alléén volstaat niet om de definitieve stoot te geven voor de ontwikkeling van de wetenschap. Nodig is óók een aanhoudende belangstelling om op een empirische en rationele manier naar deze orde te zoeken. Het gaat hier met andere woorden om een actieve belangstelling voor deze wereld en zijn verschijningsvormen plus een specifiek empirische benadering daarvan. De protestantse godsdienst levert deze belangstelling. Ze vraagt intensieve aandacht voor het wereldse handelen, met de klemtoon op ondervinding en rede als grondslagen voor actie en geloof. 'Goede werken' dragen de idee in zich van een transcendente God en van een gerichtheid op de 'andere wereld', maar ze veronderstellen ook een meesterschap over deze wereld doorheen de studie van zijn werking. In deze overtuiging verschilt het protestantisme van het katholicisme.

Het is hier dat de protestantse klemtoon op rede en ervaring van primordiaal belang wordt. In het protestantse geloofsstelsel is er één onbetwist en onbetwistbaar axioma, *gloria Dei*. Vrijwel alle andere opvattingen moeten met behulp van rede en ervaring onderzocht worden. Zelfs de Bijbel ontsnapt daaraan niet: alhoewel onfeilbaar, moet toch naar de 'betekenis' van zijn inhoud gezocht worden. Dat religieuze én wetenschappelijke stelsels op gelijkaardige manier en vanuit dezelfde intellectuele houding worden benaderd, is van meer dan voorbijgaand belang. De overtuiging dat er een onveranderlijke wet bestaat is even uitgesproken in de predestinatieleer als in het wetenschappelijk onderzoek.

De bereidheid van de protestantse voormannen om alle religieuze overtuigingen, behoudens het net vermelde fundamentele axioma, aan de rede en ervaring te toetsen wortelde ten dele in de overtuiging van de inherente samenhang, overeenstemming en onderling bevestigende aard van alle kennis, zowel zintuigelijke als bovenzintuigelijke. De wetenschap hanteerde hetzelfde uitgangspunt: op een onbevraagde fundamentele assumptie werd, met behulp van rede en ervaring, het hele stelsel gebouwd. Binnen elk systeem is er rationaliteit, alhoewel de grondslagen naïef en niet rationeel zijn. De betekenis van deze fundamentele gelijkaardigheid is vérgaand, zoals we al zagen en nog zullen zien.

Het 'cruciale experiment'

Evenwel vormt hetgeen voorafgaat nog geen voldoende bewijs voor onze hypothese, hoe overweldigend het materiaal ook is om een bepaald vermoeden te ondersteunen. Voor het 'experimentum crucis' moeten we de 'protestantse ethiek' vertalen in 'handelingen', om dan na te gaan of en in welke mate dit feitelijk gedrag overeenstemt met het verwachte gedrag. We moeten bij de aanhangers van de protestantse ethiek een grotere geneigdheid vinden om met wetenschap en technologie bezig te zijn dan wat op basis van hun aandeel in de totale bevolking te voorspellen valt. Dit moet zelfs nog het geval zijn ná de 17de eeuw, wanneer de theologische basis van deze etische opvattingen grotendeels afgewezen wordt. Daarover gaat het in het volgende hoofdstuk.

Hoofdstuk VI

Puritanisme, piëtisme en wetenschap: het toetsen van een hypothese

Indien het puritanisme zo eng verbonden is met de wetenschap als we veronderstellen, dan moeten we dat in de samenstelling van de 'Royal Society', deze pionier van het wetenschappelijk onderzoek in Engeland, weerspiegeld vinden.

Puriteinse elementen in de 'Royal Society'

De 'Royal Society' ontstond uit een aantal occasionele ontmoetingen van aanhangers van de wetenschap in 1645 en onmiddellijk daarna. Alle leidende figuren van het 'Invisible College' — de kerngroep — zoals John Wilkins, John Wallis, Jonathan Goddard en even later Robert Boyle en Sir William Petty waren sterk godsdienstig beïnvloed. Vooral Wilkins speelde een belangrijke rol: als Hoofd van het Wadham College vormde hij andere stichtende leden van de 'Royal Society', zoals Ward, Rooke, Wren, Sprat en Walter Pope (zijn halfbroer). Ook Theodore Haak (van Duitse oorsprong), Denis Papin (een Franse calvinist), Thomas Sydenham en Sir Robert Moray waren zonet meer of min overtuigend puriteinen, dan toch zeer gelovige mannen.

Van de tien leden van het 'Invisible College' in 1645 was er slechts één overtuigd royalist, Scarbrough, en omtrent twee bestaat enige onzekerheid; de zeven anderen waren overtuigde puriteinen. Van 42 van de 68 oorspronkelijke leden van de Royal Society in 1663 is de religieuze aanhorigheid gekend. Alhoewel de puriteinen een vrij kleine minderheid van de Engelse bevolking vormden, maakten ze 62% van die leden uit. Tijdgenoten waren zich daarvan wel bewust en ze wezen dan ook op het nauwe verband tussen de godsdienstige hervormers en de hervormers van de wetenschap, vooral wanneer ze de 'Royal Society' in diskrediet wilden brengen!

Dat de grondige belangstelling voor godsdienst en voor wetenschap zo eng verbonden waren, hing samen met de neiging van de protestantse ethiek om alles te doordringen, met zijn openlijke nadruk op nuttigheid en beheersing van het ik en van de externe wereld, met zijn daaruit voortvloeiende voorkeur voor het zichtbare, tastbare en concreet hanteerbare eerder dan voor het louter logische en verbale. Maar de puriteinse voorkeur voor experimentele wetenschap was niet het resultaat van een beredeneerd proces. Het was veeleer het onvermijdelijke

produkt van een kringloop van gevoelens en overtuigingen. In die kringloop waren zeer uiteenlopende activiteiten in een niet-logische keten met elkaar verbonden. Het enige wat ze gemeenschappelijk hadden, was dat ze deze gevoelens bevredigden. Wetenschapsbeoefening werd een vanzelfsprekende waarde voor personen die van deze overtuigingen doordrongen waren en deze houding zal de oprichting van de 'Royal Society' zeker bevorderd hebben.

De nieuwe opvoeding: dingen, geen woorden

Voor dit verband tussen wetenschappelijke en godsdienstige belangstelling zijn ook tekenen aanwezig buiten de 'Royal Society', zoals bij John Locke. Dezelfde nadruk vinden we terug in het soort van onderwijs dat door puriteinse voor mannen voorgesteld werd en, ten dele, ingevoerd. Het is vooral Samuel Hartlib die voortdurend probeerde om het nieuwe realistische, utilitaire en empirische onderwijs in Engeland te introduceren. De ideeën van utilitarisme en empiricisme lagen ook aan de basis van de opvoedkundige opvattingen van John Amos Comenius, die door Hartlib naar Engeland werd gehaald en daar welkom werd geheten door protestantse opvoeders met dezelfde ideeën. Ondanks tegenslagen was het puriteinse voornemen om de wetenschap te bevorderen niet helemaal vruchteloos. De enige Engelse universiteit die tussen de middeleeuwen en de 19de eeuw gesticht werd, was 'voor alle wetenschappen'. In Oxford en Cambridge werd tijdens de puriteinse invloed beduidend meer aandacht besteed aan de studie van de wetenschappen. Een aantal zogenaamde 'Dissenting Academies' — scholen van universitair niveau — zagen het licht in verschillende delen van het Koninkrijk. Deze academies hielden voor dat een echte vrije opvoeding er een is die kort bij het leven staat en die daarom zo veel mogelijk utilitaire en empirische onderwerpen moet bevatten. De universiteiten bleven ondertussen een hoofdzakelijk klassieke opvoeding verschaffen, niet-utilitair van opzet.

Continentalen tegenhangers

In Frankrijk besteedden protestantse academies veel meer aandacht aan wetenschappelijke en utilitaire onderwerpen dan katholieke instellingen. Wanneer de katholieken deze academies overnamen, werd aanzienlijk gesnoeid in de studie van de wetenschappen. Een groot deel van de wetenschappelijke bijdragen gebeurde door protestanten en onder de protestantse vluchtelingen uit Frankrijk bevond zich een vrij groot aantal wetenschappers en uitvinders. Henri Justel is het schoolvoorbeeld van dit soort wetenschapper.

Natuurlijk heeft het blote feit van katholiek of protestant te heten, geen invloed op iemands houding tegenover de wetenschap. Belangrijker is dat de gedachten en gedragingen gericht worden door het waardenpatroon van de ene of van de andere godsdienst. Enkel wanneer Pascal zich grondig bekeert tot de leer van Jansenius ziet hij de 'ijdelheid van de wetenschap' in en zet alle wetenschappelijk onderzoek stop.

Nieuwe Wetenschap in New England

Ook in de Nieuwe Wereld was het puritanisme eng verbonden met de wetenschap. De stichters van Harvard kwamen uit deze calvinistische cultuur en de puriteinse geestelijkheid in New England stond vooraan in haar instemming met en bevordering van de nieuwe astronomie in het bijzonder en van de wetenschap in het algemeen. De magere wetenschappelijke opbrengst van koloniaal New England overtroefde toch ruim die van andere kolonies.

Piëtistisch realisme

De puriteinse academies in Engeland kunnen vergeleken worden met de scholen van de piëtisten in Duitsland, die de weg bereidden voor de 'Realschulen'. Dit moet geen verbazing wekken, want de ethische beginselen van het puritanisme en het piëtisme zijn vrijwel identiek. Het piëtisme onderscheidt zich alleen door zijn groter enthousiasme. Onze hypothese omtrent het verband tussen puritanisme en belangstelling voor wetenschap en technologie zou dus ook moeten opgaan voor het piëtisme, wat duidelijk het geval is.

De piëtisten in Duitsland en elders waren nauw betrokken bij het 'nieuwe onderwijs', waarin de studie van wetenschappelijke en technologische onderwerpen of 'Realia' centraal stond. Aan de basis van de opvoedkundige opvattingen van de piëtisten lagen dezelfde diepgewortelde utilitaristische en empirische houdingen die de puriteinen motiveerden. Vanuit deze denkbeelden beklemtonden de piëtistische voormannen Hermann Francke en John Amos Comenius en hun volgelingen de studie van wetenschap en technologie. Overal waar het piëtisme aan invloed won in het onderwijs, werden op grote schaal deze onderwerpen ingevoerd. Francke en Thomasius legden de grondslagen van de Universiteit van Halle, de eerste Duitse universiteit waar studies in de wetenschap op grote schaal mogelijk waren. De vooraanstaande professoren — naast Francke, Friedrich Hoffmann (geneeskunde), Ernest Stahl (scheikunde), Samuel Stryck (geschiedenis) — waren allen nauw verbonden met de piëtistische beweging en zochten de wetenschap te verbinden met haar praktische toepassingen. 'Niet de onbruikbare kennis van het Latijn is de toetssteen voor de wijsheid van de mens, maar bruikbaarheid in het leven' (Thomasius).

Andere piëtistische universiteiten hadden dezelfde prioriteiten: Königsberg, Göttingen, Heidelberg en Altdorf. Samengevat, de essentiële vooruitgang in het onderwijs van wetenschap en technologie gebeurde aan protestantse en meer bepaald aan piëtistische universiteiten.

Deze verbinding tussen piëtisme en wetenschap bleef niet beperkt tot de universiteiten, maar was even uitgesproken in het middelbaar onderwijs. Dat de 'ökonomisch-mathematische Realschule' ten volle een piëtistisch produkt is, verleent extra gewicht aan onze hypothese. Deze school, gericht op de studie van wiskunde, natuurwetenschappen en economie en uitdrukkelijk utilitair en 'realistisch' van aard, werd uitgedacht door Francke.

Opvoedkundige belangstelling en religieuze affiliatie

Oriëntaties en gedragspatronen blijven dikwijls voortbestaan lang nadat de oorspronkelijke beweegredenen verdwenen zijn. Onze hypothese kan dus verder getoetst worden door het aandeel van respectievelijk protestanten en katholieken in scholen die zich vooral met wetenschap bezig houden, te vergelijken met hun aandeel in de andere scholen.

Alle beschikbare materiaal uit de 19de eeuw en het begin van de 20ste wijst in dezelfde richting. Zonder uitzondering vormden protestanten een voortdurend groter aandeel in het studentenbestand van 'wetenschappelijke' scholen, terwijl katholieken hun belangstelling naar klassieke en theologische vorming richtten. Hun relatief betere vertegenwoordiging aan 'Gymnasien' kan verklaard worden doordat deze scholen óók op de universitaire studie in theologie voorbeelden.

Overzicht van protestantse wetenschappers

Verhoudingsgewijs maakten protestanten de overweldigende meerderheid uit van de vooraanstaande wetenschappers. Dit blijkt uit een zorgvuldig onderzoek van de weliswaar schaarse data waaruit de religieuze opvattingen van de wetenschappers kunnen gehaald worden.

Met het onderzoek van dit materiaal ronden we de empirische toetsing van onze hypothese af. Het puritanisme in het bijzonder en het ascetische protestantisme in het algemeen, verschijnen als een emotioneel samenhangend systeem van overtuigingen, gevoelens en handelingen die geen kleine rol spelen in het opwekken van een blijvende belangstelling voor de wetenschap. Het puritanisme is een fundamenteel element in de wetenschappelijke vorming in deze periode. Daarmee willen we het belang van een reeks van andere factoren — economische, politieke en vooral wetenschapsinterne — niet onderschatten. Die andere factoren kunnen evenzeer leiden tot de ondersteuning van de wetenschap en ze kunnen zelfs voldoende sterk zijn om het antagonisme vanwege het bestaande religieuze stelsel te overwinnen.

Het isoleren van de relaties tussen puritanisme en wetenschap uit de bredere sociale context betekent niet dat het concrete belang van die context miskend wordt. Het ascetisch protestantisme is zélf het produkt van meer indringende culturele veranderingen, maar met zo'n vërreikende vragen houden we ons hier niet bezig. Wel is het duidelijk dat door het puritanisme gevormde waarden geleid hebben tot een onbewuste maar ruime bevordering van de moderne wetenschap. Het puriteinse geheel van een ternauwernood verborgen utilitarisme, van binnenwereldse belangstelling, van methodisch handelen, van diepgaand empirisme, van het recht en zelfs de plicht tot vrij onderzoek, van anti-traditionalisme is verwant met de waarden van de wetenschap. Het gelukkig verbond tussen beide bewegingen is gebaseerd op een intrinsieke verenigbaarheid en zelfs in de 19de eeuw is de scheiding nog niet voltrokken.

Dit deel van onze studie kan in meer algemene termen samengevat worden als een culturele gevallenstudie van de niet-logische wortels van de intellectuele ontwikkeling.

Hoofdstuk VII

Wetenschap, technologie en economische ontwikkeling: de mijnbouw

De verwantschap tussen de puriteinse en de wetenschappelijke geaardheid kan dus, ten dele althans, het versnelde tempo verklaren van de wetenschappelijke bedrijvigheid gedurende het laatste stuk van de zeventiende eeuw. Evenwel krijgen we daardoor geen antwoord op de vraag waarom bepaalde wetenschappelijke en technologische terreinen wél en andere niet in de belangstelling stonden. Is de keuze van de problemen een geheel persoonlijke aangelegenheid of werden de wetenschappers daarbij beperkt en geleid door bepaalde maatschappelijke krachten? Als dat zo is, hoe groot was deze beïnvloeding vanuit de samenleving? Dit en de volgende twee hoofdstukken wijden we aan een onderzoek van het empirisch materiaal dat we over deze problematiek ter beschikking hebben.

De groei van de mijnbouw

Hoe verdiept de 17de-eeuwse wetenschapper ook was in zijn werk, de grondige veranderingen in de schaal en de omvang van het economische gebeuren kunnen hem onmogelijk ontgaan zijn. Het kapitalisme maakte klaar en duidelijk zijn entrée. Zeker de mijnbouw, de textiel- en de metaalindustrie droegen in de 17de eeuw de stempel van het kapitalisme, weze het niet alle in dezelfde mate. De groei van de markten en een uitgesproken arbeidsverdeling gingen gepaard met een duidelijke toename van kapitalistische ondernemingen en van groot-schalige produktie. In die mate zelfs dat deze verandering vergelijkbaar is met wat zich op het einde van de volgende eeuw zou afspelen. Met de intocht van het kapitalisme ontstond een geheel van belangen, behoeften en activiteiten, een verreikend proces van rationalisering en van toepassing van wetenschappelijke en empirisch-technische kennis op de industriële processen.

Koplopers in de economische bedrijvigheid van die tijd waren de mijnbouw (steenkool, ijzer, tin en koper) en de textielindustrie. Alhoewel al vanouds steenkool als brandstof werd gebruikt, beschouwde men haar pas bij het begin van de 17de eeuw als een van de belangrijkste hulpbronnen van het koninkrijk. De jaarlijkse produktie nam toe van 210.000 ton tussen 1551-60 naar 2.982.000 ton tussen 1681-90: een verveertienvoudiging dus. De handel in kolen verdertig-

voudigde in Londen tussen het einde van de 16de en het einde van de 17de eeuw.

Tot dit verhoogde verbruik van steenkool droegen bij: de schaarste en hogere prijzen van brandhout, de introductie van nieuwe vuurhaarden. Dat de scheepvaart daardoor gestimuleerd werd, vormde een bijkomende verantwoording om steenkool als brandstof aan te wenden.

Ook de produktie van tin nam sterk toe in de tweede helft van de 17de eeuw, alhoewel niet in dezelfde mate als steenkool: van 1.320.030 lbs in 1603 naar 3.271.290 lbs in 1687. Tin werd naar vrijwel alle Europese landen uitgevoerd, bijna uitsluitend door Engelse schepen.

Ook de zout- en glasnijverheid kenden een revolutionaire groei tussen 1560 en 1700: voor glas wordt een vervijftienvoudiging vermeld. Gelijkaardige ontwikkelingen deden zich voor inzake aluin en koperrood, salpeter, zeep en bierbrouwerijen, loodontginning en — alhoewel in mindere mate, wegens het tekort aan houtskool — inzake ijzerontginning. Enkel de produktie van brons en koper hinkten achterop.

De technische problemen

Het ligt voor de hand dat heel wat nieuwe technische problemen opdoken bij de produktie van deze goederen. De belangrijkste kwestie betrof de efficiënte uitbating van diepe mijnen, die bemoeilijkt werd door de aanwezigheid van water, de beperkte aanvoer van verse lucht en de problemen om de ertsen aan de oppervlakte te krijgen. Dat de aandacht van uitvinders ten zeerste getrokken werd door deze problemen, blijkt hieruit dat ongeveer 3/4 van alle patenten in Engeland tussen 1561 en 1688 direct of indirect met de mijnbouw te maken hadden; het drooghouden van de mijnen nam daaronder een belangrijke plaats in.

Dit verband tussen een probleem dat door de economische ontwikkeling in het leven wordt geroepen en het technologisch zoeken naar een oplossing voor dit probleem, nemen we dikwijls waar, ook in de hedendaagse samenleving. Welke ook de beweegredenen voor deze inventieve activiteiten zijn, de terreinen waarop ze beoefend worden zijn niet toevallig gekozen. Zelfs in de vroege 17de eeuw, wanneer uitvinders nog zeer onafhankelijk van elkaar bezig zijn, zullen diffuse sociale en economische krachten er toch voor zorgen dat hun aandacht tot een aantal problemen beperkt wordt.

Binnen de grenzen opgelegd door de stand van de empirische en wetenschappelijke kennis, speelden economische ontwikkelingen een doorslaggevende rol bij de keuze van problemen waarop uitvinders hun aandacht richtten. Eens dit proces in gang geschoten, zorgde wedijver voor de versterking ervan. De hoogste waarde werd natuurlijk gehecht aan de verwezenlijkingen die het Engelse streven naar economische overheersing ondersteunden; die grepen plaats in de textielnijverheid, landbouw, mijnbouw en scheepsbouw. Deze waardering groeide naarmate de gebundelde inspanningen van de uitvinders om bepaalde problemen op te lossen, tot nog grotere vooruitgang leidden. Waardoor dan weer de geneigd-

heid van de uitvinder toenam om zijn aandacht te richten op juist déze gebieden. Dat het om een beperkt stel problemen ging, droeg ongetwijfeld bij tot het versterken van de inventieve inspanningen.

Technologische veranderingen bleven in de loop van deze eeuw relatief gering. Ten dele kwam dat omdat de wetenschappelijke kennis nog niet voldoende ontwikkeld was om een daadwerkelijke toepassing op grote schaal toe te laten. Nochtans was de technologische stemming uitgelaten. Maar deze belangstelling werd in bepaalde richtingen gekanaliseerd, door een krachtige economische ontwikkeling. Die reikte immers de meest dwingende problemen ter oplossing aan en deze problemen waren nog relatief beperkt in aantal.

Technologie en wetenschap, uitvinder en wetenschapper waren dikwijls verenigd in één persoon. Hooke, de eerste 'curator van experimenten' van de Royal Society was niet de geringste onder hen. De problemen die hij met zijn vrienden bij een potje thee in een of ander koffiehuis formuleerde, werden nadien voor nader onderzoek aan de Royal Society voorgelegd, die ze dan dikwijls bijstuurde in de richting van economische belangrijke toepassingen.

Afgeleide wetenschappelijke interesses en belangen

Wegens de uitgesproken aard van deze relatie in de 17de eeuw, kunnen tussen economische en wetenschappelijke ontwikkelingen een veelheid aan verbanden ontdekt worden. Zoals we al schreven, vormden de pogingen om de mijnen te draineren met behulp van pompen daarvan de beste illustratie, omdat daarvoor diepgaand onderzoek nodig was op het vlak van de hydrostatica en de aërostatica. Ook de voorgeschiedenis van de stoommachine is van deze wisselwerking tussen wetenschap en technologie een zeer goed voorbeeld. De voorlopers van Watt waren namelijk niet alleen 'proefondervindelijke werktuigkundigen' maar evenzeer beroemde wetenschappers die onderzoek deden met het oog op praktische toepassingen, zoals Galileo, Torricelli, Pascal, Boyle, Huygens.

Er bestond dus een duidelijk verband tussen het wetenschappelijk onderzoek in het 17de-eeuwse Engeland en de groei van de Britse steenkoolindustrie.

Wijzen van economische beïnvloeding

Het lijkt dus wel zo dat de 'zuivere' wetenschap zich bezig hield met problemen uit de dagelijkse praktijk. Maar ze ondernam ook studies die slechts zeer indirect met de onmiddellijke problemen van de techniek te maken hadden. In dit verband moeten we een onderscheid maken tussen de subjectieve houdingen van individuele wetenschappers en de sociale rol die ze met hun onderzoek vervulden. Vele wetenschappers uit deze periode zagen hun werk uitdrukkelijk als een doel-op-zich. Ze waren voldoende gefascineerd door hun onderwerp om er mee door te gaan, ook zonder dat hun onderzoek uitzicht gaf op direct praktische resultaten. Er wordt dus niet verondersteld dat alle individueel onderzoek noodzakelijkerwijs met technische opdrachten verbonden was. Betekenisvol is wél

dat veel van het wetenschappelijk onderzoek in deze periode georiënteerd was naar onderwerpen die uiterst nuttig waren voor technische ontwikkelingen, weze dat dit niet altijd de uitgesproken bedoeling van de wetenschapper was. Maar de sociale en economische nadruk die erop gelegd werd, bracht ze wél onder de aandacht van de wetenschappers als waardevol voor verder onderzoek.

Het verband tussen wetenschap en economische behoeften was dus direct én indirect. Direct, omdat bepaald wetenschappelijk onderzoek weloverwogen en welbewust gebeurde met utilitaire bedoelingen; indirect, in zoverre sommige onderwerpen, omwille van hun technologisch belang, voldoende beklemtoond werden om voor onderzoek in aanmerking te komen, alhoewel de wetenschappers zelf niet noodzakelijk op de hoogte waren van deze praktische betekenis.

Op basis van het reeds onderzochte materiaal hebben we dan ook de neiging om de veralgemening van Sombart in vraag te stellen, dat in de 17de eeuw technologie en wetenschap praktisch gescheiden waren en dat dit nog zo zou blijven tot in de 18de eeuw. Bijna alle wetenschappers waren ervan overtuigd dat hun volgehouden inspanningen praktische vruchten zouden afwerpen. Waarin Sombart wél gelijk had, is dat ze zich niet bekommerden om de ontwikkeling van industriële machines voor fabrieksgebruik.

Noch vanuit de motivering van de wetenschappers noch vanuit de historische ontwikkeling kan wetenschap gezien worden als het eenvoudige resultaat van economische en technologische behoeften. De homo sapiens heeft niet alleen de homo faber als voorouder. Evenwel mogen we op dit ogenblik de volgende veronderstelling opperen. Binnen het kader van een gerationaliseerde sociale en economische structuur hebben de vereisten van de industriële technologie die uit de economische ontwikkeling voortkomen, een krachtige alhoewel niet exclusieve invloed op de richting van de wetenschappelijke activiteit. Zo'n impact kan direct zijn, doorheen organisaties die speciaal voor dat doel zijn opgezet. De moderne industriële onderzoekslaboratoria zijn daarvan een voorbeeld. Maar hier gaat het enkel om een formele organisatie van invloeden die al lang aanwezig zijn. Zelfs de meest 'zuivere' wetenschappers zullen zich niet volledig kunnen losmaken van deze instellingen omdat er veel kans is dat hun belangstelling zal uitgaan naar de onderzoeksterreinen waarop hun collegae werken. Ook wordt de wetenschappelijke belangstelling van de wetenschapper gericht door diffuse, ongeorganiseerde krachten. Ook hij is immers lid van een collectiviteit met bepaalde intellectuele belangen, interesses en praktische behoeften.

Niet dat 'behoefte' aan de basis liggen van uitvindingen en aan wetenschappelijke belangstelling richting geven. Tegenover de gevallen waar dit wel zo is, staat een veelheid aan menselijke 'behoefte' die steeds onbevredigd zijn gebleven. Behoeften zijn zo algemeen en alom verspreid dat ze weinig verklaren, zeker niet op het technische vlak. Natuurlijk zal elke uitvinding *de facto* wel een behoefte bevredigen of een poging zijn om dat te doen.

Daarenboven is 'behoefte' een elliptische term; in deze context impliceert hij altijd bewustwording of bewustzijn van behoeften. Met andere woorden, een waarnemer die uit een cultuur komt met een traditie van materiële welvaartsverbeteringen en van beheersing van de natuur, zal dikwijls een behoefte ontdekken in een andere samenleving. Voor de leden van dié samenleving zal die behoefte misschien niet bestaan, juist omwille van het verschil in waarden en doelstellingen. Dat men er niet in slaagt om dit feit te onderkennen is van dezelfde orde als wanneer men de term 'cultural lag' gebruikt om te stellen dat een bepaalde toestand om bepaalde culturele veranderingen 'vraagt'. Dit soort van oordelen is alleen geldig binnen bepaalde waarde-contexten, waarin vóór-ondersteld wordt dat veranderingen van een specifiek soort nodig zijn om een toegerekend doel te realiseren. Maar enkel wanneer dat doel feitelijk deel uitmaakt van de beschouwde cultuur, kan er sprake zijn van een behoefte die de inventieve belangstelling in bepaalde richtingen stuurt.

Het is dus een feit dat behoeften niet volstaan om uitvindingen op gang te brengen; behoeften hebben wél een versnellende en richtinggevende invloed. Daarenboven spelen ze deze rol enkel in een bepaald soort van culturele context. Deze moet vernieuwing hoog waarderen, een traditie hebben van geslaagde uitvindingen en deze behoeften gewoonlijk via technologische uitvindingen bevredigen, eerder dan op andere manieren, zoals migratie en oorlog. Maar gegeven de gewoonte om via technologische uitvindingen op deze behoeften een antwoord te vinden, wat in de 17de eeuw het gevestigde patroon wordt; gegeven de voorafgaandelijke accumulatie van technische en wetenschappelijke kennis die zorgt voor een ondergrond waaruit de middelen gehaald worden om de ervaren behoeften te bevredigen; dan kan, in beperkte zin, gezegd worden dat noodzaak de (voedster)vader is van de uitvinding.

De richtinggevende invloed van economische vereisten kan zelfs op een specifiekere manier werken. Wetenschappers en uitvinders kunnen ertoe gebracht worden om hun belangstelling niet alleen op ruime terreinen van economische activiteit te richten maar ook om die problemen voor onderzoek te kiezen die in de volkshuishouding het meest dringend zijn. Deze hypothese kan gemakkelijk onderzocht worden door, voor verschillende landen, de economische behoeften te vergelijken met de richting van het wetenschappelijk en technologisch onderzoek in die landen.

In de 17de eeuw duiken de eerste organisaties op die zich onder meer tot doel stellen om de dringende economische en militaire behoeften onder de aandacht van de wetenschapper en de uitvinder te brengen. Tevoren waren deze pogingen toevallig en voorbijgaand van aard. De ontwikkeling van wetenschappelijke genootschappen staat niet los van deze belangstelling om de wetenschapper te betrekken bij de behoeften van industrie, handel en leger. Voor de opkomende burgerij houden wetenschap en technologie een belofte in die niet genegeerd kan worden. Voor de wetenschapper en de uitvinder brengen de economische ontwikkelingen problemen aan waarvan de oplossing gepaard gaat met geldelijke beloningen en een hogere maatschappelijke status.

Hoofdstuk VIII

Wetenschap, technologie en economische ontwikkeling: vervoer

Een opvallend kenmerk van de economische ontwikkeling in die tijd is de behoefte aan betere vervoer- en communicatiemiddelen. De toename van de steenkoolhandel leidt tot de groei van commerciële scheepvaart (I), omdat vervoer te water zoveel goedkoper is dan vervoer te land (II). Buitenlandse handel bereikt voor het eerst een aanzienlijke omvang in Engeland tijdens de tweede helft van de 16de eeuw (III). Ook daardoor vergroot de behoefte aan betere transportmiddelen te water en te land.

Groei van het vervoer

De buitenlandse handel groeide van een bedrag van ongeveer 4,5 miljoen £ (in- en uitvoer samen) in 1613 naar ongeveer 12,5 miljoen £ in 1700. De handelsvloot kende — mede daardoor — een gelijkaardige expansie, alhoewel ze achter bleef bij de militaire vloot: tussen 1666 en 1685 verdubbelde haar tonnenmaat in Engeland.

Verwante technologische problemen

De uitgesproken toename van het vervoer te water deed een aantal technische problemen rijzen. Het handelsverkeer met verre landen maakte een juiste plaatsbepaling ter zee nodig. Zowel de wiskunde als de sterrenkunde werden opmerkelijk vooruit geholpen door de pogingen om voor dit dringend vraagstuk een oplossing te vinden: de uitvinding van logaritmen was van onschatbare waarde voor de sterrenkundige én voor de zeevaarder. De vaststelling dat de berekende maanstanden verschilden van de feitelijke toestand, leidde overigens onmiddellijk tot de bouw van het Observatorium van Greenwich.

De betekenis van de economische invloed

In welke zin beïnvloedden economische factoren de richting die het wetenschappelijk onderzoek uitgaat? De activiteiten van de wetenschappers werden zelden gestuurd door het vooruitzicht van persoonlijke economische winst. De enige opmerkelijke uitzondering op de regel was Hooke, die zijn uitvinding (om de tijd op zee te meten) enkel in ruil voor 3/4 van de winsten wilde onthullen. Maar

hier ging het evenzeer om beginselen van eigendomsrecht, rechtvaardigheid en eerlijkheid als om privaat winststreven. Veeleer niet-economische overwegingen beheersten het streven van wetenschappers. Niet de minst belangrijke daartussen was de statusverbetering die men kon verwachten van prestaties op een domein dat zelf in maatschappelijk aanzien groeit. Wetenschappelijk succes droeg sociale mobiliteit in zich.

Zowel op de officiële bijeenkomsten van de 'Royal Society' als bij ontmoetingen in koffiehuisen en thuis werd door de wetenschappelijke coterie eindeloos gepraat over technische problemen die van onmiddellijk belang waren voor het Rijk. Economische ontwikkelingen plaatsten hen voor nieuwe uitdagingen en openden nieuwe perspectieven in het onderzoek; daarmee ging een uitgesproken druk gepaard om voor deze problemen een oplossing te vinden. Wetenschappers waren niet immuun voor publiek bijval; ontdekkingen die uitzicht boden op winstgevende toepassingen werden vër buiten de onmiddellijke kring van virtuosci uitgebazuind. De houding van de koning én van het grote publiek droegen ertoe bij dat een groot deel van het wetenschappelijk werk ging naar terreinen waar onmiddellijke oogst in het vooruitzicht lag.

Het probleem van de lengtemeting

De toenmalige sterrenkundigen waren zeer wel op de hoogte van de praktische voordelen van een bevredigende manier om de lengtegraad te berekenen, bijzonder ter zee. De verschillende methoden die daartoe werden voorgesteld leidden tot een aantal onderzoeken en tot heel wat discussie tussen de meest eminente wetenschappers, waaronder Newton en Huyghens. Dat een aantal uitvindingen bijna gelijktijdig werden gedaan, was het resultaat van twee fundamentele krachten: een intrinsiek wetenschappelijke die het theoretisch materiaal leverde waarmee het probleem kon opgelost worden en een niet-wetenschappelijke, vooral economische factor die ertoe leidde dat de belangstelling naar dit onderwerp gericht werd.

Dit probleem om de lengte te berekenen zette ook aan tot wetenschappelijk onderzoek in andere richtingen en leidde vrij onmiddellijk tot het ontwerpen van grotere lenzen voor telescopen, en daardoor tot astronomische ontdekkingen als die van de rotatie van Jupiter, de dubbele ring van Saturnus en van vijf van haar manen.

Een verdere illustratie van de complexe, indirecte maar niettemin welomlijnde manier waarop de behoefte om de lengte op zee te berekenen tot wetenschappelijke vooruitgang leidde, werd aangebracht door Huyghens wiskundige theorie van de slinger. Door op logische manier een aantal afgeleide problemen te ontwikkelen die met het oorspronkelijk project verbonden waren — welke boog moet een slinger beschrijven opdat de tijd van de beweging onafhankelijk wordt van de wijdte? — vermeerderde hij in aanzienlijke mate de algemene wiskundige en mechanische kennis.

De belangstelling van Newton om een oplossing te vinden voor de lengtemeting

was van dezelfde aard. Afgezien van een aantal praktische maatregelen die hij voorstelde (ondermeer omtrent de wiskundige en sterrenkundige opleiding van zeelui), was zijn maantheorie — het berekenen van de maanstanden — het ultieme resultaat van zijn wetenschappelijke belangstelling voor dit onderwerp.

Verder wetenschappelijk onderzoek

De studie van het kompas en van het magnetisme in het algemeen was een ander onderzoeksterrein dat bijkomende aandacht genoot omwille van de mogelijke bruikbaarheid.

Velerlei wetenschappelijke problemen kregen bijzondere aandacht omdat ze samenhangen met het zoeken naar een goede methode om de lengtegraad te berekenen. Halley's eerste isogonische kaart is daarvan een voorbeeld. De wetenschappelijke studie van mogelijke methoden werd niet steeds ingegeven door het praktische nut van het resultaat. Toch is het waarschijnlijk dat een deel van de aanhoudende aandacht voor deze gebieden door deze overweging geleid werd. Uiteindelijk is het onmogelijk om zelfs maar bij benadering vast te stellen in welke mate praktische overwegingen de wetenschappelijke aandacht voor bepaalde problemen verklaart. Wat redelijkerwijze verondersteld kan worden, is dat er een zekere overeenstemming bestaat tussen de onderwerpen die meest intensief onderzocht werden door de toenmalige wetenschappers en de problemen die door de economische ontwikkelingen ontstonden of versterkt werden. Dat de economische noodwendigheden, of beter nog de technische behoeften die daaruit voortkwamen, onderzoek over bepaalde terreinen uitlokten, werd overigens uitdrukkelijk door de wetenschappers zelf bevestigd. Het vinden van de lengtegraad, zeker op zee waar dit de meeste moeilijkheden leverde, was een probleem dat tegelijk de aandacht van vele wetenschapslui opwekte, grondige veranderingen in de sterrenkunde, aardrijkskunde en mechanica teweegbracht en tot de uitvinding van uurwerken leidde.

Een ander praktisch probleem van aanzienlijk belang voor de scheepvaart was dat van het bepalen van de getijden. Omdat de bestaande getijdentabellen verre van nauwkeurig waren, ging Flamsteed over tot een verbetering ervan op basis van waarnemingen in havens van Engeland, Frankrijk en Nederland. Newton nam de opdracht van de 'Royal Society' op zich om een theorie van de getijden te ontwikkelen, als een verdere stap in zijn verificatie van de algemene wet van de zwaartekracht. Daarbij maakte hij gebruik van de bestaande empirische waarnemingen. Ook hier is er dus een verband tussen wetenschappelijke belangstelling en economische belangen.

Een ander belangrijk probleem voor de zeevaart was de uitputting van het bosbestand, in die mate zelfs dat onvolgroeid hout moest worden aangewend voor de bouw van schepen. Hout was immers relatief schaars geworden door het toenemend gebruik ervan als industriële brandstof, door de maritieme oorlogen en door de wederopbouw van Londen (na de grote brand). Ten dele werd dit tekort opgevangen door in verschillende industrieën hout te vervangen door steen-

kool, maar dit kon niet bij de produktie van ijzer. Voor de oplossing van dit probleem werd de bestaande botanische kennis ingeroepen. Vragen omtrent de scheepsbouw leidden tot de studie van de bosbouwkunde en verwant plantkundig onderzoek, tot onderzoek in de mechanica, de hydrostatica en de hydrodynamica. Alle belangrijke problemen werden voorwerp van wetenschappelijke studie, zoals de zes wenselijke kwaliteiten van een oorlogsschip die Sir Walter Raleigh opsomde bij het begin van de eeuw: het moest stevig gebouwd zijn, snel kunnen varen, kloeke afmetingen hebben, in alle weer kunnen vuren, gemakkelijk liggen bij storm en vaardig overstag gaan. Dikwijls moesten daartoe eerst afgeleide problemen opgelost worden met behulp van de 'zuivere wetenschap', in de hoop om dan met deze nieuwe kennis vooruit te raken. Of, zoals Newton aantekende bij zijn theorema over de wijze waarop de weerstand van een vloeistof afhangt van de vorm van het lichaam dat erin beweegt: 'wat ik van nut acht bij de bouw van schepen'.

Tevens toonde de 'Royal Society' een aanhoudende belangstelling voor zaken als onderwatertuigen, gaande van duikersklokken tot onderzeeërs, methoden om schepen tegen houtwormen te beveiligen en dies meer.

In het algemeen mag gesteld worden dat de toenmalige wetenschappers, van de onvermoeibare virtuoos Petty tot de onvergelykbare Newton, uitdrukkelijk hun aandacht richtten op technische problemen die gesteld werden door de scheepvaart en op het wetenschappelijk onderzoek dat daaruit voortvloeide. Laatstgenoemde categorie moet evenwel met zorg afgebakend worden. Het is waar dat een massa wetenschappelijk onderzoek teruggevoerd kan worden tot technische opgaven. Het is evenwel evenzeer zo dat veel van dit onderzoek begrepen moet worden als de logische ontwikkeling van voorafgaandelijk wetenschappelijk onderzoek. Alleen omdat de wetenschappers zélf op de praktische bruikbaarheid van hun werk wezen, wordt de stuwende invloed van praktische problemen onderkend.

Ook aan de verbetering van het vervoer over land werd door wetenschappers enige aandacht besteed, minder nochtans dan aan de zeevaart, dit waarschijnlijk wegens de grotere economische betekenis van de zeevaart voor Engeland. Ook deze inspanningen tonen aan dat wetenschappers probeerden om het economisch ondernemen technologisch te stutten, meer in het bijzonder om de uitbreiding van de markten mogelijk te maken, wat een van de hoofdkenmerken van het kapitalisme is.

*Hoofdstuk IX***Wetenschap en militaire techniek**

Het is pas in de 17de eeuw dat Engeland militair en commercieel de wereld gaat beheersen. Deze opgang werd begeleid door een frequent beroep op wapengeweld. Niet alleen kende de eeuw vijfenvijftig jaren van oorlog maar ook de grootste revolutie in de Engelse geschiedenis. Met deze voortdurende oorlogsomstandigheden gingen een aantal veranderingen in militaire technieken gepaard. Vuurwapens kregen voor het eerst duidelijk de overhand op steekwapens. Bijzonder opmerkelijk was het uitgebreid gebruik van zwaar geschut. De schaalvergroting die daarmee gepaard ging, deed vele nieuwe technische problemen rijzen of aan belang winnen.

De groei van de bewapening

De aanzienlijk toegenomen vraag naar wapens ondersteunde niet alleen de vroegkapitalistische ontwikkeling van een aantal industrieën die de grondstoffen leverden voor deze wapens, zoals koper, tin en ijzer. Het betekende ook een belangrijke stimulans om de technieken van het smelten en gieten te verbeteren. Daarenboven dwong de verhoogde doeltreffendheid van deze wapens tot een verbetering van de militaire vestingswerken, waardoor dan weer andere technische problemen zich aan de aandacht van ingenieurs en wetenschappers opdrongen.

Daarmee verbonden technologische behoeften: interne ballistiek

Vooraanstaande wetenschappers hebben zich regelmatig bezig gehouden met problemen van militaire techniek: niet alleen Leonardo Da Vinci maar ook Descartes, Torricelli, Leibniz, Papin, Newton, Bernouilli, Euler en Galileo. De betekenis van militaire belangen bij de keuze van onderwerpen voor wetenschappelijk onderzoek, kan enkel ten volle worden ingeschat door een gedetailleerde studie van het soort uitdagingen dat door deze praktische militaire behoeften werd opgeroepen.

De technische en wetenschappelijke problemen die rezen door de ontwikkeling en wijdverbreide aanvaarding van artillerie waren, in het kort, de volgende. Men diende zich bezig te houden met de vorming, de temperatuur en het volume van

de gassen die door de verbranding van de kruitlading ontstonden en met de weerslag van de uitzetting van deze gassen op het kanon, het affuit en het projectiel ('interne ballistiek'). Formules moesten berekend worden voor de snelheid die een projectiel krijgt bij gegeven hoeveelheden kanonkruit en rekening houdend met de reactie op kanon en affuit; enkel zó kon de juiste relatie vastgesteld worden tussen het gewicht van de lading en het gewicht van het projectiel, het kaliber, de snelheid van de terugslag en terugloop. Een ander fundamenteel probleem was het vaststellen van het minimaal gewicht waarbij het kanon maximale stabiliteit bewaart.

Niet alleen negentiende-eeuwse wetenschappers waren dus met deze problemen bezig maar ook al hun zeventiende-eeuwse voorlopers, waartussen bekende namen als Boyle, Leeuwenhoek (althoewel Nederlander kan hij toch als verwant aan de Engelse wetenschap gezien worden: hij stuurde niet minder dan 375 papers naar de 'Royal Society', waarvan hij lid was) en Papin.

Externe ballistiek

Wellicht nog meer aandacht ging naar wetenschappelijke problemen die verbonden waren met de externe ballistiek, die zich bezig houdt met de beweging van een projectiel nadat dit het kanon verlaten heeft. Het behandelt de baan van het projectiel en het verband tussen de snelheid van het projectiel en de weerstand van de lucht. Theoretisch werk van ondermeer Galileo en Torricelli over de beweging van projectielen, ging deel uitmaken van de wetenschap en militaire technologie. In een aantal werken trachtte men dit wetenschappelijk onderzoek voor praktisch gebruik aan te wenden. Daarbij baseerde men zich meestal op Galileo's theorema dat de baan van een projectiel een parabool vormt. Leidende wetenschappers zetten hun onderzoek voort langs deze lijn.

De vaststelling van het traject van een projectiel was verbonden met een aantal wetenschappelijke problemen die in hoge mate de aandacht trokken van sommige toenmalige wetenschappers. Experimenten met de beweging van een slinger in lucht of water maakte het mogelijk een hypothetische wet te formuleren over de weerstand van vloeistoffen t.a.v. de lichamen die er zich in bewegen. Veel meer dan Galileo waren Wallis, Newton, Bernouilli en Euler met deze problematiek begaan.

De verklaring van het traject van projectielen in het luchtledige veronderstelt de eerste en tweede bewegingswet. De parabolische beweging van projectielen is verbonden met experimenten omtrent het traject van de straal die uit een opening spuit van een lichaam dat gevuld is met water: populaire experimenten omdat ze de beschreven boog zichtbaar maakten. Ondermeer Halley en Newton verbonden deze hydrodynamische experimenten met de externe ballistiek.

We zullen zien dat de de onderzoekers zélf de zuivere en toegepaste aspecten van dit wetenschappelijk onderzoek uitdrukkelijk met elkaar verbonden. Daarbij suggereerden ze dat hun belangstelling, in zekere mate althans, gewekt werd

door de praktische bruikbaarheid ervan. De inspanningen om mathematische precisie bij artillerievuur te bereiken, stond model voor de band tussen de krijgskunde en de wetenschap. Alleszins leidden, net als de andere technologische behoeften, ook de militaire behoeften ertoe dat wetenschappelijke belangstelling naar bepaalde terreinen ging.

Meer gedetailleerde beschouwingen

De duidelijke relatie tussen militaire technologie en zuivere wetenschap wordt tot uitdrukking gebracht door het onderzoek van Hooke. Hij stak aanzienlijk wat tijd in proefnemingen omtrent de vrije val van lichamen en in pogingen om de snelheid te bepalen van 'een kogel, met een kanon afgeschoten'. Het verband wordt duidelijk in zijn 'experiment om de snelheid van een kogel te bepalen met behulp van het toestel om de tijd van vallende lichamen te meten'.

Halley, die in zijn tijd als Engels sterrenkundige enkel Newton moest laten voor gaan, verbond voortdurend zijn wetenschappelijk onderzoek met praktische behoeften. Er is niet alleen de sterke band tussen zijn sterrenkundige bezigheden en de directe praktische noden van de scheepvaart, waarover we het al hadden. Zijn eigen onderzoek omtrent mechanica en, nog belangrijker, zijn aanmoediging van het werk van Wallis en Newton op dit terrein lijken in hoge mate door praktische bekommernissen beïnvloed. Hij kan wellicht als het duidelijkste voorbeeld beschouwd worden van een 17de-eeuwse wetenschapper die de rechtvaardiging voor wetenschappelijke werkzaamheden vond in hun onmiddellijke opbrengst. Hij was zeer vertrouwd met de wetenschappelijke ontdekkingen van zijn collega's en verbond de meest diepzinnige wetenschappelijke theorieën met onmiddellijke praktische bedoelingen. Op de hoogte van Newtons eerste versie van de *Principia*, paste hij deze inzichten toe op de beweging van het kanon-schot. Daarbij was hij echt een kind van zijn utilitaristisch tijdperk. Steeds weer herhaalde hij de economische voordelen die het juiste gebruik van wetenschappelijke kennis kan opleveren. In voornoemd geval beklemtoonde hij dat door een juiste kennis van de regels om een kanon te richten, het dure kruit zuiniger gebruikt kon worden.

Dit voortdurend onderstrepen van de economische betekenis en van de praktische toepasbaarheid van wetenschappelijke en wiskundige theorieën, weerspiegelt op een opmerkelijke manier de geest van economisch rationalisme die zich in toenemende mate verbreidde, zeker sinds die 17de eeuw. Wetenschappers waren niet enkel naar technische efficiëntie op zoek. Ze hielden evenzeer rekening met de economische voordelen van een rationele aanpassing van de middelen aan gegeven doelstellingen. Het was een uitdrukking van de houding die terecht aan Newtonianen wordt toegeschreven, die namelijk een actieve en praktische wetenschap wilden scheppen om door de kennis van de natuurwetten onze beheersing van de natuur te verzekeren. Daarbij voegde zich dan nog de idee van een gerationaliseerde economie, zoals we die bij Hobbes en Locke aantreffen.

Op nog andere gebieden verbond Halley wetenschappelijk onderzoek met militaire technologie. Zo zocht hij naar een methode om schepen toe te laten ook bij slecht weer de kanonnen vurensklaar te houden. Tevens betrok hij het onderzoek van Torricelli, Mariotte en Newton op de externe ballistiek; hij moedigde Wallis' onderzoek naar de luchtweerstand van projectielen aan door hem op Newtons onderzoek te wijzen.

Wallis was de eerste om de theorie van de (directe) inslag correct te formuleren, waartoe Christopher Wren en Huyghens evenzeer hun steentje bijdroegen. Direct werd het onderzoek op dit vlak wellicht gestimuleerd omdat de gangbare beginselen van de mechanica tekort schoten en de behoefte bestond om daaraan iets te doen. Praktische technologische problemen verhoogden de belangstelling voor dit onderzoeksterrein nog meer. De derde bewegingswet was evenzeer van toepassing op het verschijnsel van de terugslag (bij vuurwapens) als de eerste twee wetten dat waren voor het traject van projectielen. Dat deze wetenschappers zich zo scherp de eigentijdse praktische behoeften realiseerden, versterkt de waarschijnlijkheid dat deze vereisten niet zonder invloed waren bij hun keuze van de problemen. Newton bijvoorbeeld was zich evenzeer bewust van de betekenis van zijn werk voor deze praktische behoeften als Robins, die Newtons resultaten met succes gebruikte voor directe toepassingen op de ballistiek.

We kunnen besluiten dat de foci van de wetenschappelijke belangstelling waarschijnlijk ook door de behoeften van de militaire technologie beïnvloed werden. Maar over de omvang van deze invloed bestaat nog altijd onzekerheid. Het is anderzijds helemaal niet zeker dat, zonder deze externe druk, de belangstelling naar andere gebieden zou zijn gegaan. Heel wat van deze problemen waren een direct gevolg van de interne ontwikkelingen van de wetenschap. Er zou kunnen betoogd worden dat interne factoren volstaan voor de verklaring van een specifieke richting die het onderzoek inslaat: we bedoelen, de belangeloze zoektocht naar de waarheid, gekoppeld aan de logische aaneenschakeling van wetenschappelijke problemen. In feite wordt uit een toenemende hoeveelheid bewijsmateriaal duidelijk dat enige rol moet worden toegekend aan wetenschaps-externe factoren. In het volgende hoofdstuk proberen we om zo precies mogelijk de mate vast te stellen waarin deze militaire, economische en technische invloeden werkzaam zijn.

Hoofdstuk X
Externe invloeden
op het wetenschappelijk onderzoek

Over het respectieve belang van interne en externe factoren bij de bepaling van wetenschappelijke aandachtspunten is al heel wat gediscussieerd. Aan de ene kant bevinden zich theoretici die ervan overtuigd zijn dat voor de wetenschap vrijwel geen zelfstandig bestaan is weggelegd. De richting van de wetenschappelijke vooruitgang wordt bijna uitsluitend toegeschreven aan externe, meer bepaald economische, druk. Tegenover de verdedigers van dit standpunt staan zij die beweren dat de zuivere wetenschapper afgesloten is van de maatschappij waarin hij leeft en dat zijn onderzoeksgebieden bepaald worden door de noodzaak die eigen is aan elk — logisch waterdicht — compartiment van de wetenschap. Beide extreme standpunten worden meestal gerechtvaardigd door een beroep op zorgvuldig gekozen gevallen, die of het éne of het andere standpunt bevestigen.

In *The Study of the History of Mathematics*, 1936, bemiddelt Dr. Sarton tussen deze gezichtspunten. Hij formuleert dit probleem voor wat de wiskunde betreft als volgt: 'Het lijkt geen twijfel dat wiskundige ontdekkingen bepaald worden door uitwendige omstandigheden van allerlei aard — politieke, economische, wetenschappelijke en militaire — en door de onafhankelijke vragen van de oorlogs- en vredeskunde. Wiskunde ontwikkelde zich niet in een politiek of economisch vacuüm. Nochtans denken we dat deze gebeurtenissen alleen maar enkele factoren tussen andere zijn, factoren waarvan de invloed kan variëren van tijd tot tijd en dit ook doet: bijna doorslaggevend in het ene geval, onbelangrijk in het andere.'

Mutatis mutandis kan hetzelfde gezegd worden van de wetenschap in het algemeen. Vooral belangrijk is dat de invloed van deze extern bepalende factoren niet constant is. Dit houdt in dat we onze bevindingen voor de 17de eeuw niet zonder meer kunnen uitbreiden naar de geschiedenis van de wetenschap in het algemeen. Maar dit sluit een systematisch onderzoek niet uit van de mate waarin deze factoren het wetenschappelijk onderzoek doordrongen gedurende het latere deel van de 17de eeuw.

Over de procedure

Uit de verslagen van de Royal Society, zoals weergegeven in Birchs *History of the Royal Society*, hebben we de bijeenkomsten uit de eerste jaren (1661 en 1662) en uit de laatste jaren (1686 en 1687) weerhouden. De thema's die tijdens deze bijeenkomsten behandeld werden, klasseerden we onder een van de volgende drie hoofdingen: (a) direct of (b) indirect verbonden met sociale of economische behoeften of (c) zuivere wetenschap.

Samenvatting van de resultaten

Tabel 4: *Geschatte graad van sociale en economische beïnvloeding van de keuze van wetenschappelijke problemen door leden van de 'Royal Society of London'.*

	1661	1662	1686	1687	Totaal voor de vier jaren	
	%	%	%	%	Aantal	%
Totaal	100.0	100.0	100.0	100.0	806	100.0
Zuivere wetenschap	39.8	31.0	42.7	53.2	333	41.3
Wetenschap verbonden met soc.-economische noden	60.2	69.0	57.3	46.8	473	58.7
Vervoer te water	8.9	20.2	16.2	18.7	129	16.0
direct verbonden	15.2	8.9	10.4	9.4	69	18.6
indirect verbonden	3.7	11.3	5.8	9.4	60	7.4
Mijnwezen	33.0	23.6	15.8	9.9	166	20.6
direct verbonden	2.1	2.4	4.1	3.5	25	3.1
indirect verbonden	30.9	21.2	11.7	6.4	141	17.5
Militaire technologie	9.4	11.3	13.3	8.2	87	10.8
direct verbonden	7.9	6.4	9.1	4.7	58	7.2
indirect verbonden	1.5	4.9	4.2	3.5	29	3.6
Textielindustrie	4.2	2.4	3.7	2.3	26	3.2
Algemene Technologie, landbouw & veeteelt	4.7	11.3	8.3	7.6	65	8.1

Minder dan de helft (41.3 %) van de onderzoeken gedurende de vermelde vier jaren waren aan zuivere wetenschap gewijd. Tellen we daarbij de items die slechts indirect met praktische behoeften te maken hebben, dan komen we aan 70 % van het onderzoek dat geen praktische oogmerken had. Grosso modo kan daaruit afgeleid worden dat 30 tot 60 % wèl door praktische vragen beïnvloed werd.

Problemen die met zeevaart te maken hadden, kregen daarbij de meeste aandacht. Dit is niet verbazingwekkend, omdat de toenmalige wetenschappers zich zeer goed bewust waren van de problemen die voortvloeien uit Englands positie als een eiland en omdat ze er op uit waren om aan de gevolgen daarvan iets

te doen. Van bijna even groot belang was de invloed van de militaire techniek, wat te maken heeft met het feit dat de 17de eeuw meer oorlogen kende dan welke periode ook in de geschiedenis, de 20ste eeuw niet meegerekend.

Ook het mijnwezen, dat zich zo uitgesproken ontwikkelde in het Engeland van de 17de eeuw, had een opmerkelijke invloed op de keuze van onderwerpen voor wetenschappelijke analyse. Het merendeel van het wetenschappelijk onderzoek, te onderscheiden van het technologische, gebeurde in mineralogie en metallurgie met het oog op de ontdekking van nieuwe bruikbare ertsen en van nieuwe methoden om metalen uit de ertsen te winnen.

Het is interessant vast te stellen dat in de latere jaren het aandeel van zuiver wetenschappelijk onderzoek toeneemt. Dat kan op verschillende manieren verklaard worden. Ten eerste is het mogelijk dat de leden van de Society er aanvankelijk op uit zijn om hun bezigheden te rechtvaardigen tegenover Kroon en publiek, door zo snel als mogelijk met bruikbare resultaten voor de dag te komen. Voorts kunnen vele problemen die vooreerst bewust gekozen werden omwille van hun praktisch belang, nadien bestudeerd worden zonder met hun praktische implicaties rekening te houden. In deze gevallen is het onmogelijk om uit te maken of de aandacht wordt gewekt door hun intrinsiek wetenschappelijk belang of door hun uiteindelijke nuttigheid. Daarom klasseren wij ze als 'zuivere wetenschap'. Eventuele vertekeningen in de onderzoeksresultaten zullen daardoor veeleer ten gunste van de zuivere wetenschap uitvallen.

Op basis van de gegevens uit de laatste drie hoofdstukken kan nu tentatief geconcludeerd worden dat sociaal-economische noodzaak in belangrijke mate de keuze beïnvloedt van onderzoeksonderwerpen door wetenschappers in het Engeland van de 17de eeuw. Direct of indirect lijkt het om 30% tot 60% van het toenmalige onderzoek te gaan.

Addendum

G.N. Clark somt minstens zes extra-wetenschappelijke gebieden op die invloed hebben op de ontwikkeling van de wetenschap in de door ons bestudeerde context: economisch leven, oorlog, geneeskunde, kunsten, godsdienst en — meest belangrijk van alles — het belangeloze zoeken naar de waarheid. Enkel de kunsten en de geneeskunde hebben we niet behandeld. De kunsten lijken slechts van verre met de wetenschappelijke ontwikkeling in verband te hebben gestaan, behoudens dat beide nauw verbonden zijn met de ontwikkeling van het naturalisme en het realisme (niet in de epistemologische betekenis). De behoeften van de geneeskunde anderzijds zijn méér doorslaggevend bij het richten van het onderzoek in de biologische wetenschappen, maar we hebben ons in deze studie moeten beperken. Godsdienst tenslotte heeft primair een invloed op de mate van belangstelling voor de wetenschap in het algemeen, veeleer dan op het oriënteren van het onderzoek in bepaalde richtingen.

Hoofdstuk XI

Sommige sociale en culturele factoren in de wetenschappelijke vooruitgang

Elke poging om op dit ogenblik een allesomvattende sociologische theorie van de wetenschappelijke ontwikkeling te ontwerpen, moet als voorbarig worden beschouwd. Er zijn nog onvoldoende monografieën beschikbaar die bruikbaar zijn bij de opbouw van zo'n theorie. Toch is het allicht niet volledig zinloos om in het kort nog andere reeksen factoren te beschrijven die relevant zijn voor de wetenschappelijke ontwikkelingen die we hebben onderzocht. Daarmee wordt tenminste een dubbel doel gediend: enerzijds dat van een bruikbare samenvatting van sommige van onze resultaten en anderzijds dat van het aanbrengen van verwante problemen voor verder onderzoek.

Samenleving, beschaving en cultuur

Alfred Weber heeft een bruikbaar onderscheid ingevoerd tussen drie soorten sociologische fenomenen: samenleving, beschaving en cultuur. Samenleving verwijst naar de interactiepatronen tussen personen en is het resultaat van natuurlijke drijfveren en toestanden. De sociale structuur valt hieronder. Sociaal is bij A. Weber ongeveer wat Scheler 'Realfactoren' noemt: sex, ras, staat, politiek en economie.

Beschaving en cultuur moeten theoretisch onderscheiden worden van de samenleving maar doordringen haar in de concrete werkelijkheid. Beschaving bestaat uit het geheel van empirische en wetenschappelijke kennis en van technische middelen voor de controle van mens en natuur, zoals die in elke samenleving aangetroffen worden. Cultuur omvat het geheel van waarden, normen en idealen met behulp waarvan goed en kwaad, het toelaatbare en het verbodene, het mooie en het lelijke, het heilige en het wereldse worden onderscheiden.

De factoren die betrokken zijn bij de ontwikkeling van de beschaving (wetenschap en technologie) kunnen redelijkerwijs gegroepeerd worden in de twee categorieën van samenleving en cultuur, die onderling afhankelijk blijven ook wanneer ze afzonderlijk bekeken worden.

Bevolkingsdichtheid

Een groot aantal theorieën stelt dat er een positief verband is tussen een hoge bevolkingsdichtheid en de graad van wetenschappelijke en technologische vooruitgang. Tegenover dit soort van theorieën moet het nodige voorbehoud worden gemaakt. In vele samenlevingen is de correlatie negatief of afwezig, waardoor een atomistische en mechanische interpretatie van deze stelling onhoudbaar wordt. Wanneer de factor bevolkingsdichtheid evenwel beschouwd wordt als slechts één element in een complex geheel en als zijn belang dienovereenkomstig afgebakend wordt, dan is dit voorbehoud niet langer nodig. In elk geval mogen deze theorieën zich niet beperken tot het louter en alleen aanduiden van de min of meer tastbare correlatie tussen bevolkingsdichtheid en wetenschappelijke ontdekkingen. Er is ook een beschrijving nodig van de mechanismen en processen doorheen welke deze samenhang wordt gerealiseerd. Welke kenmerken van een hoge bevolkingsdichtheid leiden ertoe dat men in toenemende mate technologie en wetenschap gaat beoefenen?

De antwoorden die de demografen geven, kunnen onder twee hoofdingen worden ondergebracht: een gestegen behoefte aan nieuwe uitvindingen en een geïntensifieerde sociale interactie. Dat pure behoefte een stimulans is voor uitvindingen, wordt algemeen aanvaard ondanks de klaarblijkelijke beperkingen van het idee. We hebben al gezien dat noodzaak een element kan vormen waardoor de aandacht van wetenschappers en uitvinders naar bepaalde problemen wordt gericht. Maar noodzaak blijft een onvruchtbare voedingsbodem wanneer andere factoren afwezig zijn, zoals een voldoende ophoping van kennis voor de oplossing van het probleem en een groep individuen die zich bekommeren om dit soort aangelegenheden. In het kort, noodzaak speelt een aanzienlijke rol bij het ontwikkelen van aandachtspunten maar is van bijkomend belang voor het aanwakkeren van belangstelling in het algemeen.

Een tweede manier waarop bevolkingsdichtheid kan leiden tot vooruitgang in wetenschap en technologie, is via toenemende sociale interactie. Bevolkingsdichtheid als zodanig vertoont geen eenduidig verband met wetenschappelijke ontwikkeling. Variaties in de mate van sociale interactie kunnen immers langs andere wegen ontstaan dan door een toename van de bevolking; bijvoorbeeld door de ontwikkeling van communicatie- en vervoermiddelen.

Bevolkingsdichtheid in 17de-eeuws Engeland

Alle schattingen stemmen overeen: de bevolkingsgroei gedurende deze eeuw was ongeveer 25 %, van ongeveer 4.800.000 naar 6.000.000. Vooral de stedelijke bevolking groeide bijzonder sterk, slechts iets minder uitgesproken dan na 1700. Eén van de belangrijkste implicaties van deze concentratie van de bevolking op relatief kleine oppervlakten, was dat vele overlevingsproblemen moesten opgelost worden. Technieken moesten ontwikkeld worden om het aanbod van voedsel te verhogen; betere vervoermiddelen moesten uitgedacht worden om dit voedsel en andere noodwendige goederen te verplaatsen van het platteland naar

de bevolkingscentra; huisvestingsproblemen en problemen van afvalverwerking moesten opgelost worden. Deze behoeften waren er mede verantwoordelijk voor dat het technologisch en wetenschappelijk onderzoek zich richtte naar terreinen die konden bijdragen tot de oplossing van deze problemen, zoals we in de hoofdstukken VII tot X zagen. Zo stimuleerde de vraag naar voedsel in de stedelijke centra vele voorstellen tot verbetering van de landbouwmethoden, waarvan sommige in de loop van de eeuw ook werden ingevoerd.

Een probleem dat zich bijzonder scherp stelde door de toenemende urbanisatie en door de stilaan gebruikelijke praktijk om goederen op een vooraf afgesproken moment te leveren, was dat van het vervoer van deze goederen. Alle Engelse steden en Londen in het bijzonder betrokken hun leveringen uit een groot gebied. De hoge kost van het vervoer te land richtte de aandacht van uitvinders en wetenschappers naar de verbetering van het vervoer te water. Verder noodzaakte de snelle groei van steden de uitvinding van toestellen die de watervoorziening konden verbeteren. Die toestellen kwamen er dan ook.

Uit deze gegevens kan blijken dat de inventieve belangstelling naar bepaalde gebieden werd getrokken door de behoeften die het gevolg waren van de toename van de bevolking en van de ermee verbonden groei van de handel en het zakenwezen. Alhoewel sommige van deze behoeften al gekend waren vóór deze periode, worden ze pas nu acuut. Oplossingen die voorheen als mogelijkheden gezien werden, worden door de grotere bevolkingsconcentratie noodzaak. Daarenboven verwerft een uitvinding een grotere economische waarde naarmate ze meer concrete problemen oplost. De 'kost' van een uitvinding blijft dezelfde, hoe uitvoerig ze nadien ook gebruikt wordt, maar met een groeiende bevolking wordt elke uitvinding ruimer bruikbaar dan voorheen. De economische waarde van nieuwe methoden om rivieren bevaarbaar te maken verhoogt aanzienlijk door het groeiende verkeer dat uit deze uitvindingen voordeel haalt. Deze toegenomen bruikbaarheid van een uitvinding, wat samengaat met gebruik ervan op grotere schaal, beïnvloedt culturele waarden zó dat uitvinders en wetenschappers in hoger aanzien geraken. Daardoor worden méér mensen aangetrokken om zich levenslang op deze terreinen in te zetten, waardoor dan weer het tempo van uitvinden stijgt. Alles samen loopt dit in elkaar grijpen van sociale processen en culturele waarden uit op een maatschappelijk geheel dat van langsom meer een vruchtbare voedingsbodem wordt voor uitvindingen. Daarmee weze niet gezegd dat deze ontwikkelingen onbegrensd zijn, want de economische en sociale gevolgen van het toegenomen aantal uitvindingen kunnen naar een 'zelfvernietigende complexiteit' leiden. Deze grenzen werden evenwel niet bereikt in Engeland tijdens de bestudeerde periode.

Toenemende bevolkingsdichtheid kan de vooruitgang van technologie en wetenschap dus op twee manieren vergemakkelijken. Ten eerste worden nieuwe behoeften naar voren geschoven (of oude beklemtoond). Dit heeft als belangrijkste effect dat de inventieve belangstelling in bepaalde richtingen gestuurd wordt, veeleer dan dat de snelheid verhoogt waarmee uitvindingen gebeuren. Ten tweede,

krijgen inventieve activiteiten een hogere waardering, wegens de hogere economische waarde van uitvindingen voor een grotere bevolking. Een andere manier waarop de groeiende bevolkingsdichtheid het tempo van uitvindingen versnelt, is die van toegenomen sociale interactie. Zoals gezegd, is dit geen gevolg van alléén verhoogde bevolkingsdichtheid. Sociale interactie kan dus beschouwd worden als een factor die onafhankelijk is van de bevolkingsconcentratie.

Sociale interactie

In de voorgaande paragraaf werd al aangeduid dat, bij gelijke etnische en culturele omstandigheden, een grotere bevolking een groter aantal inventieve geesten herbergt dan een kleinere. Het absolute aantal uitvinders is inderdaad van groter belang voor de graad van inventiviteit dan hun relatief aandeel in de totale bevolking. Evenwel zal het absolute aantal 'potentiële' uitvinders (d.i. die individuen die de capaciteit tot uitvinden hebben) het tempo van uitvindingen niet noemenswaardig beïnvloeden, behoudens wanneer aan een aantal andere voorwaarden voldaan is. Er moet tussen hen vrije communicatie mogelijk zijn, er moet een cultuurpatroon bestaan dat hoge waardering hecht aan vernieuwing en er moet accumulatie van kennis zijn die de mogelijke uitvinders vrijelijk ter beschikking staat. Deze laatste twee voorwaarden behoren respectievelijk tot de sferen van cultuur en beschaving en we zullen ze afzonderlijk bespreken. Maar de eerste van deze factoren, de aard en omvang van de sociale interactie, is wellicht het belangrijkste sociale element in de snelheid waarmee uitvindingen gebeuren.

Een hoge graad van sociale interactie leidt tot een aantal processen die culturele verandering, en meer in het bijzonder wetenschappelijke ontwikkeling, vergemakkelijken. De directe interactie via face-to-face contacten is daarbij niet belangrijker dan de uitwisseling langs communicatiemiddelen van meningen, theorieën en feiten. Anderzijds gaat het relatieve gebrek aan interactie gepaard met stagnatie en conservatisme. In deze gevallen dringen geen elementen binnen die gevestigde opvattingen verstoren. Ontsnapping uit traditionalisme en bereidheid om het nieuwe te aanvaarden, zijn eng verbonden met het tempo, het aantal en de intensiteit van contacten.

Onderling geestelijk contact leidt duidelijk tot het stimuleren van waarneming en tot oorspronkelijkheid, althans binnen zekere culturele raamwerken. Door interactie kunnen ideeën en ervaringen die anders strikt persoonlijk zouden blijven, elementen van vernieuwing en ontdekking worden. Waarnemingen, waarvoor de afzonderlijke wetenschapper geen verklaring heeft, blijven zonder betekenis voor de wetenschappelijke ontwikkeling. Maar eens ze aan anderen voorgelegd worden ter verklaring, eens er daaromtrent sociale interactie is, bestaat ook de mogelijkheid dat deze waarnemingen kunnen gesystematiseerd worden in een theorie.

Wellicht één van de meest opmerkelijke voorbeelden hoe interactie ertoe leidt dat ideeën die anders privaat zouden blijven, in de stroom van de wetenschappelijke vooruitgang terecht komen, heeft te maken met Newtons *Principia*. Het merendeel van Newtons gedachten over de zwaartekracht was voltooid in 1666, maar Newton legde dit werk dan opzij omdat hij van een aantal zaken nog niet voldoende zeker was. Enkel nadat hij en Dr. Donne op bezoek waren geweest bij Wren (in 1677) en na Hooke's brief van 24 november 1679 waarin deze Newton om commentaar vroeg op zijn theorie omtrent de bewegingen van de planeten, keerde Newton tijdelijk terug naar de problemen van de zwaartekracht. En enkel omdat Newton gestimuleerd werd door Halley's verzoek van 1684 om naar het hele probleem van de zwaartekracht terug te gaan, werden de *Principia* uiteindelijk gepubliceerd.

Sociale interactie is nog op verschillende andere manieren verbonden met de ontwikkeling van de wetenschap. Wetenschap is geen private maar publieke kennis. Alhoewel in de wetenschap niet uitdrukkelijke gerefereerd wordt aan 'andere personen', zijn dezen stilzwijgend altijd aanwezig. Om wetenschappelijk te zijn volstaat het namelijk niet dat een veralgemening in de ogen van de individuele wetenschapper de status van een geldige wet bereikt. Om de geldigheid van de veralgemening te bewijzen, is de onderzoeker gedwongen om kritische experimenten op te zetten, die van die aard zijn dat ze de andere wetenschappers zullen bevredigen. Deze druk om een probleem zó uit te werken dat de oplossing niet alleen aan de eigen criteria van de wetenschapper beantwoordt maar ook aan de criteria van de groep waarvan hij feitelijk of symbolisch deel uitmaakt, vormt een sterke sociale beweegreden voor overtuigend en rigoureuus onderzoek. Ongetwijfeld wordt het werk van de wetenschapper op elk moment beïnvloed door de aard van de fenomenen waarmee hij zich bezig houdt. Maar misschien even belangrijk zijn de kritische houdingen of de feitelijke kritiek van andere wetenschappers.

Zo zou Boyle wellicht nooit de wet hebben ontdekt die zijn naam draagt, als er vanwege Franciscus Linus geen kritiek was gekomen op zijn eerste experimenten. Door deze kritiek zette Boyle zich opnieuw aan het werk. Zo kwam hij uiteindelijk tot de experimentele validatie van de theorie die stelt dat druk en expansie in een onderlinge verhouding staan. Tevens wordt uit dit voorbeeld duidelijk dat, door een nieuw denkraam, voorheen betekenisloze waarnemingen betekenisvol kunnen worden (en de ontdekte wet gaan ondersteunen).

Dat 'het conflict de horzel van de gedachte' is, wordt overtuigend aangetoond door het feit dat wetenschappelijke theorieën en wetten worden voorgesteld in overeenstemming met de in hun tijd gangbare regels van bewijsvoering en *niet* in de volgorde waarin ze afgeleid worden. Lang nog nadat de individuele wetenschapper zijn theorie aanvaardbaar vindt, op basis van eigen ervaringen, moet hij voortgaan met het ontwikkelen van een bewijs volgens de regels van wetenschappelijke bewijsvoering die gangbaar zijn in zijn cultuur. Hoe groter het aantal kritische geesten is dat toeziet op de bewijsvoering, hoe dwingender de nood-

zaak wordt om de theorie zó gedetailleerd uit te werken dat ze wetenschappelijk aanvaardbaar wordt.

Dit zijn de belangrijkste wegen waarlangs wetenschappelijke vooruitgang vergemakkelijkt wordt door toegenomen sociale interactie. Het is dus van belang om te achterhalen of zo'n toename plaatsvond gedurende de hier bestudeerde periode van snelle ontwikkeling van de wetenschap.

Tijdens de 17de eeuw werden de vervoer- en communicatiemiddelen aanzienlijk verbeterd en op grotere schaal gebruikt. De postkoets werd in Londen ingevoerd in 1608 en in 1695 was er al een regelmatige postkoetsdienst tussen Londen en belangrijke steden over heel Engeland, zelfs met Edinburgh. Een gelijkaardige ontwikkeling gebeurde in de communicatie. Alhoewel een postdienst voor overheidsbrieven al werkte sinds het begin van de 16de eeuw, werd een postdienst voor Engeland voor private post pas opgericht rond de helft van de 17de eeuw. Wat wellicht nog belangrijker was: de internationale postverbindingen werden stelselmatig verbeterd zodat tegen het einde van de eeuw een constante en regelmatige verbinding met het vasteland bestond. Vooral bevorderd door de handelsklasse, in het belang van de handel, werd daardoor ook de uitwisseling van ideeën vergemakkelijkt.

Deze toename van de sociale interactie heeft in niet geringe mate de ontwikkeling van de wetenschap gestimuleerd. Voordien al reisden wetenschappers en studenten uitvoerig, maar hun aantal was beperkter dan in de 17de eeuw. Dan pas wordt de praktijk van de hoogste klassen om hun zonen naar het vasteland te sturen als deel van hun opvoeding — de zogenaamde 'Grand Tour' — een gewoonte en nog later een noodzaak. Zo neemt het aantal Engelse studenten, vooral in de medicijnen, aan de universiteit van Padua opmerkelijk toe in de loop van de 17de eeuw.

In Engeland zelf werd interactie tussen wetenschappers vergemakkelijkt door de oprichting, eerst van het 'Invisible College' en dan van de 'Royal Society'. Dit genootschap vormde een onbetwist kanaal voor de uitwisseling van ideeën en theorieën die zo bevorderlijk is voor oorspronkelijk onderzoek. Door zijn louter bestaan intensifieerde en vermenigvuldigde de 'Royal Society' de face-to-face contacten tussen wetenschappers. Dit soort van interactie haalde de wetenschap uit de speculatieve sfeer. De experimentele verificatie van een hypothese, de enige manier om de anderen te overtuigen, werd erdoor gestimuleerd.

Briefwisseling tussen wetenschappers werd vergemakkelijkt door verbeteringen in de postdienst. De omvangrijke correspondentie van 'professionele denkers' en wetenschappers is een bewijs voor hun behoefte aan interactie. Ruimtelijke scheiding tussen onderzoekers is niet zo'n grote hinderpaal wanneer middelen voor communicatie voorhanden én toegankelijk zijn. De inhoud van wetenschap en wiskunde kan immers volledig uitgedrukt worden in logische vormen en daarom via geschriften overgebracht worden.

Het wetenschappelijk tijdschrift beantwoordt perfect aan de behoefte voor communicatie. De *Philosophical Transactions* publiceerde de verslagen van vele leidende onderzoeken. Alhoewel heel wat bijdragen werden opgenomen die veeleer getuigden van grenzeloze nieuwsgierigheid dan van rijp oordeel, werd de primaire functie van het tijdschrift meer dan vervuld. Controverses omtrent betwiste theoretische aangelegenheden leidden de experimentele belangstelling dikwijls naar het testen van de conflictuerende theorieën. Nieuwe hypothesen werden verspreid, recente wetenschappelijke werken werden kritisch besproken, plannen voor het opstarten van onderzoek werden openbaar gemaakt. Het resultaat was een uitgesproken toename niet alleen van belangstelling voor de wetenschap, maar ook van wetenschappelijke successen.

De culturele context

Deze relaties tussen (enerzijds) de mate en de aard van sociale interactie en (anderzijds) de ontwikkelingen in wetenschap en technologie kunnen enkel veralgemeend worden binnen een bepaalde culturele context. Sociale wetenschappers gaan dikwijls voorbij aan deze noodzaak om uitdrukkelijk de context te definiëren waarbinnen veralgemeningen van toepassing zijn. Zelfs in de natuurwetenschappen moeten de omgevingsfactoren in rekening worden gebracht, anders zal de natuurwetenschappelijke wet niet met de feiten overeenstemmen.

Het is in toenemende mate mode geworden om wetenschap als een maatschappelijke activiteit te zien. Maar deze afhankelijkheid van de wetenschap tegenover de maatschappij gaat verder dan vaststellingen omtrent sociale interactie, arbeidsverdeling, een bepaald waardenpatroon. Zoals alle grootschalige activiteiten waarvoor een volgehouden interactie van vele personen nodig is, moet ook de wetenschap een gunstig klimaat vinden in de maatschappij, wil ze althans een stelselmatige ontwikkeling kennen. Ondermeer moeten wetenschap en wetenschappers enig prestige toegewezen krijgen op de sociale waardenschaal.

Het is dan ook een vraag van niet gering gewicht om de aard en werking te achterhalen van de factoren die tot het kiezen van een wetenschappelijke loopbaan aanzetten, die bepaalde wetenschappelijke disciplines in de kijker brengen en andere verdoezelen, die bepaalde problemen beklemtonen en andere vrijwel verwaarlozen.

Er is het algemeen waardenpatroon van een samenleving. Dit kan, zowel impliciet als expliciet, bepaalde houdingen tegenover culturele veranderingen bevatten en deze houdingen kunnen gaan van uiterste vijandigheid tot ongeremde begunstiging. Tussen beide uitersten bevindt zich een heel continuüm.

Eén van de elementen in het waardenpatroon van 'flexibele' samenlevingen is de aanwezigheid van 'dynamische ideologieën', die een 'geloof in mogelijkheden' — *la fede nelle possibilità, dixit Carli* — uitspreken. Het gaat hier om de overtuiging dat de onmiddellijke toekomst méér voor de samenleving in petto heeft dan wat in het verleden al verwezenlijkt werd. Het is dit geloof in

de vooruitgang dat in het Engeland van de 17de eeuw steeds meer uitgesproken werd en dat grote invloed uitoefende op de positieve waardering van verandering. Bacon, Hobbes, Boyle en vele anderen — onder hen ook personen die er voorheen van overtuigd waren dat de wereld ontaard is en voor vernietiging voorbestemd — geloven nu in een imminente en onvergelijkbaar schitterende toekomst. Deze wijdverspreide opvatting dat vooruitgang onvermijdelijk is, vormt de eerste stap naar een gunstige houding tegenover veranderingen in alle onderdelen van de cultuur, inbegrepen de wetenschap.

Met deze gunstige houding tegenover verandering hangt gewoonlijk samen een geheel van normen waarvan de belangrijkste onderdelen zijn: utilitarisme, individualisme (wat antagonisme tegenover het gezag impliceert) en gerationaliseerd empiricisme. Respect voor traditionele normen neemt af en er is een opmerkelijke neiging om conventionele waarden te bekijken vanuit een utilitair en (economisch) gerationaliseerd standpunt. Maatschappelijke activiteiten worden gewaardeerd om hun instrumentele efficiëntie bij het bevorderen van kortetermijndoelstellingen.

In de 'rigide' of traditionele samenleving heeft men weinig geloof in wereldse vooruitgang. Zeventiende-eeuws Engeland benadert veel dichter het flexibele type dan wel het traditionele. Gedurende de bestudeerde eeuw ontdekken we een steeds meer manifeste ontwikkeling naar individualisering, utilitarisme en afwijzing van traditie. De aanvaarding van individuele kritiek, die door de hervorming op gang was gebracht, berust op de beginselen van 'de rechtmatige plicht tot vrij onderzoek' en 'het priesterschap van alle gelovigen'. Tijdens de tweede helft van de 17de eeuw wordt de publieke opinie bevrijd van zowel kerkelijke als vorstelijke kluisters.

Utilitarisme

Zoals we reeds zagen in hoofdstukken IV tot VI, vormt strikt utilitarisme één van de fundamentele vooronderstellingen van het puritanisme, steeds impliciet en soms zelfs uitgesproken.

De wellicht meest veelzeggende uitdrukking van de mate waarin deze cultuur rond de waarden van een mechanistisch utilitarisme gebouwd is, vinden we in een impliciete veronderstelling van de wetenschappelijke methode die in die tijd zo stevig wortel schiet. Het gaat om de verwaarlozing van het kwalitatief unieke, van de individueel wisselende aspecten van fenomenen. De aandacht wordt daarentegen gericht op de terugkerende en kwantitatief vergelijkbare aspecten. Utilitarisme is zó tot in de kern van de wetenschappelijke vooronderstellingen doorgedrongen. De individuele gebeurtenis in zijn uniekheid, die als doel en als voltooid object de belangstelling van de estheet of de moralist kan wekken, wordt door de wetenschapper gezien als één geval van het algemene, als instrumenteel voor de vaststelling van wet en regelmaat. Daarvoor moet dan wel de onmiddellijkheid van deze gebeurtenis terzijde worden geschoven. Ze wordt gezien in termen van wat haar mogelijk maakt, veeleer dan in intrinsieke termen. Deze

houding wordt één met de veronderstelling van een intelligibele orde in de natuur. Deze orde wordt immers 'inductief' vastgesteld door fenomenen tot hun ruimtelijke en tijdelijke kenmerken te herleiden, als elementen in een veronderstelde regelmaat.

Welke ook de tekorten van een pragmatische analyse mogen zijn, ze heeft haar aanspraken ruim gerechtvaardigd. Ze heeft ons doen inzien dat elk 'feit' in een natuurlijk systeem een selectie is uit het ongeorganiseerd geheel van de 'werkelijkheid'. Tevens heeft ze ons geleerd dat het 'irrelevante' niet op basis van menselijke criteria kan vastgesteld worden. Als deze moderne wetenschap de natuur wil begrijpen in termen die het mogelijk maken om haar te controleren, dan is het nodig om fenomenen zó te construeren dat het uniek verscheidene herleid kan worden tot het kwantitatief gelijkaardige en dus voorspelbare. Want als fenomenen beschouwd worden in termen van hun uniekheid, dan is elke gebeurtenis eeuwigdurend nieuw, onvoorspelbaar en oncontroleerbaar. Wanneer we willen voorspellen en beheersen, moet onze belangstelling gericht worden op 'herhaalbare elementen'. Elk geval moet gezien worden als een exponent van een wet of regelmatigheid die in overeenstemming kan gebracht worden met onze voorafgaandelijke (eveneens abstraherende) ervaring. Eenmaal fenomenen op deze manier tot de orde geroepen worden, eens ze gereduceerd zijn tot een gemeenschappelijke eenheid, worden ze hanteerbaar. Deze normen kwamen in toemende mate tot uitdrukking in het onderwijs, waar een (onbevestigde) trouw aan Aristotelische beginselen (op straf van geldboete!) de plaats moest ruimen voor de uitgangspunten van Bacon. Dit geheel van individualisme, secularisatie en utilitarisme stak ook in de filosofie de kop op. Al bij het begin van de eeuw schreef Bacon dat 'kennis is macht' en dat het essentiële doel van kennis 'de verbetering van de toestand van de mens' is. Zulk diepgeworteld utilitarisme lag ook aan de basis van de filosofie van Hobbes; Locke was zo mogelijk nog uitdrukkelijker in deze aangelegenheid.

Maar het utilitarisme in zijn ruwe vorm leverde geen zekere culturele basis voor de aanvaarding van de wetenschap. Extreem en eng geïnterpreteerd legde de norm van bruikbaarheid veeleer een beperking op aan de wetenschap: wetenschap is dan enkel wenselijk in zoverre ze direct winstgevend is. Deze intellectuele kortzichtigheid verhinderde elke aandacht voor fundamenteel onderzoek. Het piëtisme stond niet ver af van deze houding, vermits scholen en universiteiten eraan gehouden werden om in hun programma's vooral religieus, technologisch of economisch direct toepasbare materies op te nemen.

De stilzwijgende erkenning van dit gevaar leidde ertoe dat wetenschappers hardnekkig de toepassing van utilitaire normen op hun werk afzweerden: bruikbaarheid kan enkel een aanvaardbaar nevenproduct van wetenschap zijn, nooit het hoofddoel. Wanneer dat wel het geval wordt, dan kan het merendeel van de problemen met een intrinsiek wetenschappelijk belang niet meer bestudeerd worden. Vandaar dat de ophemeling van de 'zuivere wetenschap' door de wetenschapper als een verdedigingsreflex moet gezien worden.

Met de opkomst van de moderne tijden evenwel, wanneer wetenschap nog geen maatschappelijke zelfstandigheid verworven had, was de nadruk op haar (potentieel) nut een steun voor de wetenschap. Waaruit weer eens blijkt dat dezelfde culturele waarde — namelijk: nut — in de ene context (17de eeuw) een steun is en in de andere, die van vandaag, een beperking kan vormen.

Het geloof in vooruitgang

Naarmate de 17de eeuw vordert, wordt de idee van vooruitgang gemeengoed. Dat valt althans af te leiden uit wat door de filosofische en intellectuele elite wordt uitgesproken. Tot dan was ook het wereldse denken hoofdzakelijk op het verleden gericht.

Dat dit geloof gaat prevaleren, vormt een integraal bestanddeel van een cultuur die grootse wetenschappelijke en technologische vooruitgang kent. Maar waarom hebben, op zekere momenten, bepaalde groepen en individuen geloofd in de mogelijkheid en zelfs in de werkelijkheid van vooruitgang?

Al bij het begin van de eeuw legde Bacon een optimisme aan de dag dat kenmerkend zal worden voor de rest van de eeuw. Zijn vooruitgangsgeloof was verbonden met de waarden van de heersende cultuur, want de criteria voor vooruitgang, zoals hij die zag, waren essentieel utilitair en praktisch van aard. Vooruitgang bestond uit de ontwikkeling van instrumenten en middelen om gegeven doeleinden te bereiken, om de beheersing van de natuur door de mens te vergroten en op deze manier ook zijn welvaart en geluk te vermeerderen. Het calvinistische geloof in een voortschrijdende heiliging was bevorderlijk voor een geloof in maatschappelijke vooruitgang in het algemeen. Het individu dat voorbestemd is voor de zaligheid kan deze uitverkiezing immers in toenemende mate ontdekken aan de hand van praktische tekenen van welslagen.

Deze opvattingen vonden weerklank doorheen de hele eeuw, zoals uit de geschriften van Joseph Glanvill, Jeremy Shakerly en Sprat blijkt. Ze bleven zelfs niet beperkt tot de wetenschappers, maar werden ook aangetroffen bij die aanhangers van de godsdienst die vonden dat wanneer wereldse kennis zo'n vooruitgang kon boeken, dat ook voor de godsdienst mogelijk moest zijn. De beste illustratie daarvan vormden wellicht de geschriften van John Edwards, helemaal op het einde van de eeuw. Spaarzaamheid en efficiëntie zijn kwaliteiten en daarom moet een verbeterde wapenering hoog geprezen worden. Edwards en zijn tijdgenoten realiseerden zich blijkbaar niet dat ze door het beklemtonen van utilitaristische criteria, de godsdienst die ze dachten te ondersteunen eigenlijk in diskrediet brachten. Een godsdienst kan immers zelden wereldse bewijzen aanvoeren voor zijn nuttigheid. IJveraars dolven mee het graf voor de godsdienst door bereidwillig een wereldse gebruiksnorm te hanteren.

Welke betekenis had de aanvaarding van de vooruitgangsgedachte in deze periode op de wetenschappelijke vooruitgang en de uitvindingen? In welke opzichten stemde het optimisme dat in progressieve opvattingen aanwezig was, overeen

met de versnelde ontwikkeling van de wetenschap? De antwoorden op deze vragen zouden meer licht moeten werpen op ons fundamenteel probleem, namelijk het vaststellen van de omstandigheden die met de wetenschappelijke vooruitgang gedurende deze periode verbonden waren.

Eén grondslag voor de grotere invloed van de vooruitgangsgedachte in deze tijden is duidelijk. Op bepaalde (instrumentele) vlakken ging de samenleving vooruit. En het is waar dat de periodes waarin wetenschap en technologie noemenswaardig vooruitgingen, tevens tijden zijn waarin vooruitgangstheorieën ruim aanvaard werden. Het bewustzijn van deze vorderingen op sommige vlakken kan de mensen aanzetten tot een progressistische kijk. Het succes van het recente verleden maakt dat bepaalde verwezenlijkingen als imminente waarschijnlijkheden verschijnen. Omgekeerd leidt het 'geloof in mogelijkheden' naar 'dynamische ideologieën', die initiatieven uitlokken voor het verwezenlijken van bepaalde doeleinden. Wanneer men, op al dan niet valide gronden, gelooft dat inspanningen wellicht met succes zullen bekroond worden, bestaat er een bijkomende aansporing voor de benaarding van zo'n activiteit. Maar deze houding wordt enkel aangetroffen in één soort van progressistische theorie: het soort dat overheerste in de 17de eeuw en dat wél de mogelijkheid of waarschijnlijkheid van vooruitgang vaststelde maar *niet* zijn onvermijdelijkheid. Want wanneer vooruitgang beschouwd wordt als een onverbiddelijke natuurwet die willens nillens oneindig zal duren, zoals dat in de 19de eeuw gebeurde, dan wordt een fatalistische of quietistische houding *geïmpliceerd*. Waarom zou men zich immers inspannen wanneer vooruitgang toch gegarandeerd is?

Zo wordt het duidelijk dat in deze zin een overeenstemming bestond tussen de aanvaarding van progressistische opvattingen en de toenmalige vooruitgang van de wetenschap. Deze vooruitgang leverde een grondslag om in te stemmen met het vooruitgangsgeloof, terwijl anderzijds dit geloof zelf een bijkomende stimulans verschafte om met wetenschappelijk onderzoek bezig te zijn. Maar dit zijn enkel de meer in het oog springende relaties tussen deze twee aspecten van de cultuur.

Een ander verband vinden we daarin dat, ten gevolge van het prestige van de natuurwetenschappen, veelvuldige pogingen werden ondernomen om de inzichten van deze wetenschappen op sociale verschijnselen over te dragen. De aanvaarding van de gedachte 'hetzelfde gevolg komt voort uit dezelfde oorzaak', leidde ertoe te denken dat als de samenleving in het verleden is vooruitgegaan, dat ook in de toekomst zal gebeuren. De wet van de versnelling werd op de geschiedenis toegepast: snelheid (van sociale verandering) is recht evenredig met de tijd. Aldus zal met het voortschrijden van de tijd de samenleving zeer waarschijnlijk nog sneller veranderen.

Maar wellicht de twee meest belangrijke cultuurelementen die de aanvaarding van het 'progressisme' helpen verklaren, zijn veranderingen in de maatschappelijke organisatie van de regels van het utilitarisme en veranderingen in de toepassing ervan. Dit was een tijdperk van snel toenemende sociale mobiliteit: de

burgerij kwam aan de macht. Rijkdom werd een steeds doeltreffender middel om prestige te verwerven. Handelsmagnaten stegen snel op de sociale ladder. Handel verwierf voldoende respectabiliteit om door de jongere zonen uit de adel als beroep te worden gekozen. De parvenu werd zich bewust van zijn mogelijkheden en zijn macht, want zijn maatschappelijke bestemming was niet langer onverbiddelijk vastgelegd. De diepgaande politieke en sociale veranderingen en de toenemende sociale mobiliteit deden de overtuiging groeien dat de toestand van de mensen op aarde verbeterd kon worden.

De andere fundamentele factor in de aanvaarding van progressistische opvattingen was de toepassing van utilitaristische normen die deze cultuur oriënteren. Aan de hand van deze normen kunnen we vooruitgang aanwijzen inzake wetenschappelijke en technologische instrumenten, inzake communicatie- en vervoermiddelen, inzake oorlogstuig. In het kort gesteld is het vooruitgangsgeloof eng verbonden met elke cultuur waarin het utilitarisme één van de fundamentele normen uitmaakt én waarin wetenschap een snelle ontwikkeling doormaakt.

Op basis van voorliggende studie is het niet overdreven om te besluiten dat de culturele voedingsbodem van het 17de-eeuwse Engeland bijzonder vruchtbaar was voor de groei en de verspreiding van de wetenschap.

Vereniging voor sociologie

De Vereniging voor Sociologie werd in 1975 opgericht, met het doel de beoefening en de ontwikkeling van de sociologie en de beroepsbelangen van de sociologen te bevorderen. De Vereniging voor Sociologie is gefedereerd met de Association des Sociologues Belges de langue française in de Belgische Vereniging voor Sociologie die, als overkoepelend orgaan, de binding met de International Sociological Association verzekert.

Sinds 1979 geven de Vereniging voor Sociologie en de sociologische departementen van de Vlaamse universiteiten samen het Tijdschrift voor Sociologie uit.

Hoofredacteur en verantwoordelijke uitgever: M. Elchardus

Redactiesecretaris: K. Deschouwer

Redactie: H. Brutsaert, K. Deschouwer, E. Henderickx, G. Loosveldt, H. Meulemans, B. Pijnenburg, H. Van Geel, J. Verhoeven, J. Vranken

Abonnementen: gratis voor de leden van de Vereniging voor Sociologie

Niet-leden: 800 fr. (voor studenten, werklozen en gelijkgestelden: 600 fr.)

Te storten op bankrekening nr. 001-0850956-41 van Tijdschrift voor Sociologie vzw,

p/a H. Van Meerbeek, KULeuven-Departement Sociologie, E. Van Evenstraat 2C, 3000 Leuven

(In het abonnement zijn de afleveringen van Sociale Wetenschappen Klassiek inbegrepen. Ze zijn ook afzonderlijk verkrijgbaar.)

EMILE DURKHEIM
OVER DE VERDELING VAN SOCIALE ARBEID

Synopsis van Lieven Vandekerckhove

In het eerste grote werk van Durkheim staat reeds het probleem centraal dat in feite heel zijn sociologisch denken is blijven beheersen: de vraag naar de voorwaarden van de maatschappelijke samenhang.

In dit vroege werk grijpt Durkheim dit probleem nog niet in zijn algemeenheid aan, maar spitst hij zijn nieuwsgierigheid toe op de *verandering* die zich in de maatschappelijke samenhang aan het voltrekken is: hoe kan de moderne samenleving standhouden terwijl het individu een steeds grotere autonomie verwerft en dus in een steeds lossere verhouding tot zijn maatschappelijke omgeving komt te staan.

Durkheim stelt hier de vraag aan de orde, waarin de moderne, industriële samenleving verschilt van de traditionele, pre-industriële samenleving, en hoe de overgang is te verklaren van het ene samenlevingstype naar het andere. Het *eigene* van deze samenlevingstypes is volgens Durkheim gelegen in de aard van hun respectieve samenhang, en komt het best tot uiting in het soort van rechtsregels waarmee het samenleven er telkens georganiseerd wordt. De *overgang* van het ene samenlevingstype naar het andere bestaat dan ook uit een *transformatie* van de maatschappelijke samenhang, en komt derhalve tot uiting in een mutatie van het rechtssysteem. De *oorzaak* van deze maatschappelijke verandering is dan te zoeken in de immer voortschrijdende deling van de arbeid.

LIEVEN VANDEKERCKHOVE is docent sociologie aan de Faculteit der Rechtsgeleerdheid, de Faculteit van de Economische en Toegepaste Economische Wetenschappen en de Faculteit van Letteren en Wijsbegeerte van de K.U. Leuven.

Acco Leuven / Amersfoort

FERDINAND TÖNNIES
GEMEENSCHAP EN MAATSCHAPPIJ:
GRONDBEGRIPPEN VAN DE ZUIVERE SOCIOLOGIE

Synopsis van Martin Ruebens

Het onderscheid *Gemeinschaft-Gesellschaft*, gemeenschap-maatschappij, is uitgegroeid tot een bijna vanzelfsprekend begrippenpaar om de overgang aan te duiden van een traditionele, agrarische samenleving naar onze moderne, kapitalistische maatschappijvorm. Ferdinand Tönnies (1855-1936) heeft met dit onderscheid aan de sociologie, als jonge wetenschap, blijvend een eigen gelaat verschaft. Hoewel deze tweedeling niet zonder kritiek onthaald werd, is Tönnies erin geslaagd om toenmalige sociale grondverschuivingen op het vlak van huwelijk en gezin, stad en platteland, landbouw en industrie, kunst en cultuur, moraal en recht op één lijn te plaatsen als verschillende variaties op éénzelfde thema. Als een muzikale compositie weeft hij zijn conceptueel en empirisch materiaal rond twee met elkaar verbonden leitmotieven: het sociaal-psychologisch onderscheid tussen wezenswil en verstandswil weerspiegeld in het socio-structureel onderscheid tussen gemeenschap en maatschappij. *Gemeenschap en Maatschappij* laat zien hoe een sociaal bewogen intellectueel rond de eeuwwisseling de komst van onze moderne, individualistische samenleving met gespannen, maar niettemin ook met hoopvolle verwachtingen tegemoet ziet.

MARTIN RUEBENS is wetenschappelijk medewerker aan de Faculteit Sociale Wetenschappen van de K.U. Leuven.

Acco Leuven / Amersfoort

Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England werd voor het eerst gepubliceerd in 1938, in het tijdschrift *Osiris*, dat onder leiding van de befaamde Gentse hoogleraar George Sarton op de persen van de St.-Catharina Drukkerij te Brugge werd gedrukt. De daarin ontwikkelde 'Merton thesis', zoals Thomas Kuhn de hypothese doopte van de wederzijdse relaties tussen de vroege moderne wetenschap en het puritanisme in Engeland, heeft ondertussen niets van haar actualiteit ingeboet. Dat moge blijken uit de vragen die Merton zelf stelt in het voorwoord van de meest recente uitgave. Hoe werken samenleving, cultuur en wetenschap op elkaar in ? Variëren aard en omvang van deze wisselwerking naargelang van de historische context ? Waardoor worden de omvangrijke verschuivingen qua toeloop naar de verschillende geestes- en natuurwetenschappen verklaard ? Hoe komen de veranderingen in de belangstellingspunten van de onderzoekers toe stand ? Onder welke omstandigheden zijn deze verschuivingen de gewilde resultaten van een welbewust beleid ? Onder welke omstandigheden zijn het meestal onverwachte gevolgen van de waarden die aangehangen worden door de wetenschappers en door diegenen die de wetenschappelijke steunpunten controleren ? Hoe stond het met deze zaken toen de wetenschap geïnstitutionaliseerd werd en hoe evolueerde dit naderhand ? Eens de wetenschap vormen van interne organisatie ontwikkeld heeft, hoe wordt dan de ontwikkeling van wetenschappelijke ideeën beïnvloed door de patronen en door het tempo van de sociale interacties tussen wetenschappers ? Welke gevolgen heeft het voor het tempo en de richting van de wetenschappelijke vooruitgang, wanneer maatschappelijk nut een belangrijke en zelfs exclusieve norm voor wetenschappelijk werk wordt ?

JAN VRANKEN (1944) is hoogleraar aan de Universiteit Antwerpen (UFSIA). Hij doceert sociologie aan de Faculteit van de Toegepaste Economische Wetenschappen en onder meer sociale problemen aan de Faculteit van de Politieke en Sociale Wetenschappen. In het Departement Sociologie en Sociaal Beleid doet hij onderzoek over armoede, de verzorgingsstaat en migranten. Hij is voorzitter van het 'Antwerps Centrum voor Migrantenstudies' en oud-hoofdredacteur van het *Tijdschrift voor Sociologie*.