

De nieuwe ingenieur

OVER TECHNIEKFILOSOFIE EN PROFESSIONEEL HANDELEN

Henk Procee

Tweede druk

Boom
Amsterdam

© 1997 H. Procee, Amsterdam

02 01

9 8 7 6 5 4 3 2

Niets in deze uitgave mag worden verveelvoudigd
en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie,
microfilm of op welke andere wijze ook zonder
voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever;
*no part of this book may be reproduced in any way
whatsoever without the written permission
of the publisher*

Verzorging omslag Leendert Stoffbergen, Amsterdam
Illustratie omslag Raoul Hausmann, *Assemblage* (1918)
C/O Beeldrecht, Amstelveen

ISBN 90 5352 285 9

NUGI 611

Inhoud

Inleiding	7
I <i>Handelen en beslissen</i>	II
I.1 Inleiding	II
I.2 Handelingstheorie	13
I.3 Het probleem als probleem	16
I.4 Probleemoplossen	19
I.5 Beslissingstheorie	23
I.6 Beslissen naar omstandigheden	25
I.7 Rationeel handelen in optima forma?	31
I.8 Communicatief handelen	34
I.9 Praktijkhandelen	40
I.10 Samenvatting	43
2 <i>Informatie en wetenschap voor de ingenieur</i>	45
2.1 Inleiding	45
2.2 Van informatie tot semiotiek	47
2.3 Logisch-positivisme: Hempel	53
2.4 Kritisch-rationalisme: Popper	58
2.5 Paradigmatische wetenschap: Kuhn	63
2.6 Van wetenschap naar technologie	68
2.7 Technologie als toegepaste wetenschap	72
2.8 Technologie als probleemoplossen	77
2.9 Technologie als expertise	82
2.10 Samenvatting	87
3 <i>Kwaliteit en professioneel handelen</i>	89
3.1 Inleiding	89
3.2 Over kwaliteit gesproken	91
3.3 Waarden in wetenschap en techniek	93

3.4	Praktijken en waarden	99
3.5	Maatschappelijke normativiteit en ethiek	104
3.6	Een stappenplan voor morele besluitvorming	111
3.7	Van deugdethiek tot beroepscode	116
3.8	De organisatie van professionele verantwoordelijkheid	122
3.9	Samenvatting	124
4	<i>Techniek en cultuur</i>	127
4.1	Inleiding	127
4.2	Prometheus en de Oudheid	128
4.3	Vooruitgang door wetenschap en techniek: Condorcet	132
4.4	Substantieve en instrumentele Verlichting	134
4.5	Kritiek op de Verlichting	138
4.6	Techniek als motor van de cultuur	140
4.7	De code van de industriële fase	142
4.8	Een post-industriële code	147
4.9	Een voorbeeld: de werelden van de informaticus	150
4.10	Mensvisies	152
4.11	Plessner voor de ingenieur: interactie en scripts	157
4.12	Samenvatting	160
	Noten	163
	Literatuur	168
	Dankwoord	172
	Register	173
	Over de auteur	181

Inleiding

De nieuwe ingenieur is een titel die om verklaring vraagt. Nog steeds is de afleiding uit het Latijnse woord 'ingenium' van kracht, dat oorspronkelijk scherpzinnigheid of vernuft betekent. Hoe scherpzinnig ingenieurs ook mogen zijn, hun rol is in de loop van de tijd veranderd. Klassiek komen ingenieurs voor in een militaire context. Hun taak ligt op terreinen als het ontwerpen van vestingwerken en het verbeteren van de artillerie. 'Genie' is nog steeds een begrip in het leger. Later in de tijd zijn, iets minder klassiek, de civiele ingenieurs ontstaan. In eerste instantie leggen die zich toe op de waterstaatszorg – dijken, bruggen, gemalen en polders staan onder hun beheer. Met de toenemende betekenis van de industrialisatie verandert ook hun functie; zij krijgen een belangrijke rol in allerlei innovatieprocessen. De oprichting van de Technische Hogescholen, in de vorige eeuw in Delft en vlak na de Tweede Wereldoorlog in Eindhoven en Twente, past in deze ontwikkeling.¹ Maar daar blijft het niet bij. Ingenieurs slaan ook hun vleugels uit naar maatschappelijke domeinen, die zij min of meer naar de maat van de klassieke technologie aanpakken. Sociale technologie is de term die zich hiervoor aandient.

Met al deze uitbreidingen wordt het begrip ingenieur steeds breder en diffuser. Vandaar ook dat we over de 'nieuwe' ingenieur spreken. Daaronder verstaan we een professional die problemen op zijn of haar terrein aanpakt, verbeteringen probeert aan te brengen, en die dat doet met behulp van wetenschappelijke hulpmiddelen. Daarbij kunnen we een breed spectrum onderscheiden: van arts tot informaticus, van bestuurskundige tot werktuigbouwer. Om die reden worden de termen 'ingenieur', 'professional' en 'technoloog' vrijwel als synoniemen gehanteerd.

De ondertitel bevat twee elementen: 'professioneel handelen' en 'techniekfilosofie'. Die elementen komen samen in het oogmerk, vanuit een aantal filosofische invalshoeken de reflectie op het professionele handelen te bevorderen. Vragen die daarbij aan de orde komen zijn ondermeer: hoe kunnen we het handelen van de ingenieur begrijpen en interprete-

ren; hoe zit het met de relatie tussen wetenschap en techniek; op wat voor manier kunnen we over de kwaliteit van professionele activiteiten denken?

Dit boek komt voort uit verbazing over het fenomeen techniek. Uitgerust met een natuurwetenschappelijke en wetenschapsfilosofische ondergrond werd mij gevraagd colleges te geven aan (sociaal-)technologische studenten van de Universiteit Twente. Het heeft lange tijd gekost voor ik enige filosofische greep op het verschijnsel techniek kreeg. Want waar ik in mijn studie geleerd had vooral zaken te begrijpen en te verklaren, ging het er bij deze toekomstige ingenieurs vooral om dingen te veranderen. De mij vertrouwde ideeën over kennis, waarden en waarheid voldeden niet echt, omdat die gebaseerd zijn op de gedachte dat er zoiets zou bestaan als een stabiele werkelijkheid waarvan we steeds meer kunnen ontdekken. Bij technologie wordt aan die veronderstelling getornd: de werkelijkheid is steeds in verandering, mede door menselijk toedoen. De wereld en ook het technologische handwerk zitten daardoor vol dynamiek en onzekerheid. Door mij minder te verlaten op het begrip 'kennis' en meer op dat van 'handelen' kreeg ik eindelijk het scharnier te pakken, op grond waarvan ik met het denken over techniek verder kon komen. Dit scharnier heeft twee soorten consequenties. De eerste is al in de titel genoemd: de verbreding van het begrip ingenieur tot 'de nieuwe ingenieur'. De tweede ligt op een heel ander terrein, namelijk op dat van de techniekfilosofie. Het is niet zonder reden dat deze term in de ondertitel terecht is gekomen.

Als iets onze tijd kenmerkt is het wel techniek, of zoals men op z'n Angelsaksisch zegt, technologie. Zij doordringt het totale leven – van prenatale diagnostiek tot psychotherapie, van biotechnologie tot telematica. Haar ontwikkeling gaat in een bijna supersonisch tempo. Het hoeft geen verbazing te wekken dat steeds meer denkers zich over dat verschijnsel buigen. Met vragen over de aard van techniek, over haar werkwijze, en over haar invloed op de samenleving, de cultuur en de natuur. Techniek blijft niettemin moeilijk grijpbaar, waardoor filosofie van de techniek een hachelijke onderneming is.² Het is dan ook niet verwonderlijk dat er verschillende benaderingen bestaan.

Dicht tegen het praktische werk aan zitten de ontwerp- en ontwikkelmethodologieën. Zij vormen een heuristisch hulpmiddel om systematisch problemen aan te pakken en tot een oplossing te brengen. Van een andere orde zijn de studies die met een grote mate van distantie naar techniek kijken. Twee daarvan zijn momenteel dominant. De ene is die van de grote lijnen: hoe valt de techniek in haar algemeenheid te begrijpen en

wat doet ze met de cultuur en de samenleving? Soms gaat dat in positieve termen: de techniek is de enige manier om de problemen waarvoor we staan op te lossen. Dan weer in negatieve: de techniek is juist de belangrijkste bron van de hedendaagse moeilijkheden.³ De andere benadering is van recentere datum en heeft een meer sociologisch karakter. De heterogeniteit van het technologische handelen is hier het uitgangspunt van onderzoek. Hoe is de huidige fiets ontstaan, welke individuen en groepen hebben daarbij een rol gespeeld, hoe hebben die bijgedragen aan processen van betekenisverlening en besluitvorming rond technologische mogelijkheden? Hoe is de atoombom tot stand gekomen, hoe 'In Vitro Fertilisatie'?⁴ Onderzoekers in deze stroming kijken naar wetenschappelijke en technologische processen op dezelfde manier als een cultureel antropoloog dat bij onbekende stammen doet. De empirische onderzoeksresultaten die uit deze koker afkomstig zijn leveren verfijnde, genuanceerde beelden op, omdat ze veel meer dan de algemeen filosofische aanpak inzoomen op concrete voorbeelden en situaties.

Elk van deze benaderingen heeft waardevolle kanten en beperkingen. Het werken volgens goed gekozen ontwerpmethodologieën kan de individuele ingenieur verder helpen, maar beperkt diens zicht op de bredere strekking van technologie. Het analyseren in termen van de techniek en de maatschappij biedt een breed perspectief, maar mist de fijne onderscheidingen (de ene techniek is de andere niet; de maatschappij is niet homogeen) en laat de individuele professional veelal met lege handen staan. Het onderzoeken volgens de sociologisch-antropologische invalshoek biedt inzicht in de heterogeniteit van het technologische proces, maar dreigt dat achter de ruggen van de professionals plaats te laten vinden. Hun eigen doen en laten wordt vooral indirect geïnterpreteerd.

Ook met betrekking tot deze driedeling vormt het begrip 'handelen' een scharnier. Door met het handelen te beginnen is het mogelijk de omgekeerde weg te volgen: van binnen naar buiten, van de beleving van de technoloog naar steeds bredere interpretaties ervan. Via deze benadering hoop ik niet alleen het impliciete zelfbeeld van de nieuwe ingenieur steeds meer te articuleren; ik hoop ook een brug te slaan tussen verschillende manieren om filosofie van de techniek te bedrijven.

Een professional ziet zichzelf als iemand die klussen klaart en problemen oplost. Daarmee begint dan ook het eerste hoofdstuk, dat gaat over handelen en beslissen. Wat is een handeling, wat een probleem? Welke methoden van aanpak zijn er, welke manieren van beslissen? Onder welke condities is een handeling geslaagd te noemen?

In het tweede hoofdstuk worden de besproken elementen uitgebreid

met de rol die wetenschap in de techniek speelt. Een moderne professional heeft een wetenschappelijke ondergrond. De aard van die ondergrond nu is medebepalend voor diens werkwijze en zelfbeeld.

Verbetering van (delen van) de werkelijkheid staat hoog op de agenda van een goede technoloog. Op zijn of haar terrein wil zo iemand kwaliteit leveren, goed en verantwoord werk leveren. Waar die kwaliteit zoal uit kan bestaan is niet eenvoudig aan te geven. Om op dat probleem meer greep te krijgen wordt in het derde hoofdstuk de relatie tussen techniek en ethiek onderzocht.

Daarmee zijn we er nog niet. Technologen werken niet in het luchtledige. Hun culturele en metafysische opvattingen bepalen mede hun zelfbeeld en hun beeld van de werkelijkheid waarin ze opereren. Hun producten beïnvloeden op hun beurt de culturele context. Het slothoofdstuk gaat daarom over de relatie tussen techniek en cultuur.

I Handelen en beslissen

I.1 INLEIDING

Van 1855 tot 1887 doceerde aan de Universiteit van Oxford ene Charles Luttwidge Dodgson wiskunde en logica. Hij was niet alleen een begaafd onderzoeker, maar beschikte ook over een grote mate van fantasie. Deze laatste eigenschap resulteerde in het pseudoniem 'Lewis Carroll' en het wereldberoemde boek 'Alice in Wonderland'. Daarin komt een gesprek voor tussen Alice en de Cheshire Cat.

'Would you tell me, please, which way I ought to walk from here?'

'That depends a good deal on where you want to get to,' said the Cat.

'I don't much care where ——' said Alice.

'Then it doesn't matter which way you walk,' said the Cat.

'——so long as I get *somewhere*,' Alice added as an explanation.

'Oh, you're sure to do that,' said the Cat, 'if you only walk long enough.'

Alice felt that this could not be denied, so she tried another question.

Dit gesprek legt in spiegelbeeld een aantal aspecten van handelen bloot. 'Would you tell me, please, which way I ought to walk from here?' Alice vraagt een advies met betrekking tot wat ze moet doen. Ze wil tot handelen overgaan, maar ze weet niet hoe ze het moet aanpakken. Er ontbreekt echter nog iets, ze weet eigenlijk niet wat ze wil. De kat wijst haar op dit manco: 'That depends a good deal on where you want to get to.' Iets algemener geformuleerd kunnen we zeggen dat een middel pas zinvol wordt in het licht van een doelstelling.

Alice tracht zich er vervolgens uit te redden. 'I don't much care where, so long as I get *somewhere*.' Let op dat 'somewhere' cursief gedrukt is en de nadruk krijgt. Daarmee roept Alice 'somewhere' uit tot het doel van haar handelen. Naar de vorm lijkt het er ook op, maar naar de inhoud is het dat niet. Ze weet gewoon niet waar ze heen wil, en deze onkunde presenteert ze als een doelstelling. Eigenlijk is het nog erger. Alice weet weliswaar niet

waar ze naar toe wil, maar ze wil in ieder geval weg van hier. Een negatieve doelstelling dus. Iets dat overigens vaak voorkomt: onvrede met de huidige toestand, geen alternatief weten, dit laatste achter een schijnredenering verbergen, en dan maar zien waar je terecht komt.

'Oh, you're sure to do that, if you only walk long enough.' Een ironisch, maar correct antwoord. Alice moet het wel accepteren en gaat daarom maar verdere informatie inwinnen, of dat 'somewhere' wel zo aantrekkelijk is.

Doelgericht handelen vormt de bestaansreden van de professional. Informatie verzamelen, doelen bepalen, problemen oplossen, beslissingen nemen – allemaal zaken die min of meer vanzelf spreken. Zo iemand wil ingrijpen in de werkelijkheid, en wel om die te verbeteren. Voor een technoloog is de gegeven werkelijkheid – de natuur, de stand van de techniek, de sociale orde – niet af; er kan en moet aan gesleuteld worden. Farmaceuten verzinnen nieuwe geneesmiddelen om ziekten te bestrijden, materiaalkundigen nieuwe stoffen om betere bruggen te bouwen, onderwijskundigen nieuwe instructiemodellen om overdracht van kennis en vaardigheden te vervolmaken. Technologen zien met andere woorden problemen die om oplossingen vragen. Naar oplossingen wordt niet in het wilde weg gezocht, maar volgens een gedisciplineerde aanpak: die van de wetenschap.

De methode van de technoloog bestaat grofweg uit vijf componenten (al dan niet teruggekoppeld):

- 1 het formuleren van het probleem;
- 2 het inwinnen van informatie;
- 3 het bepalen van voorkeuren (preferenties);
- 4 het kiezen voor de beste aanpak;
- 5 het implementeren van die aanpak.

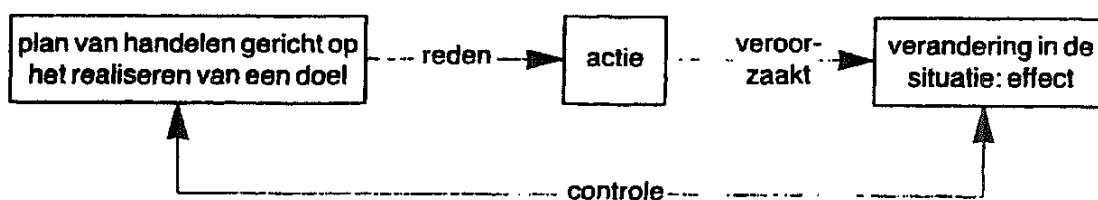
Het werken volgens zo'n methodiek vergt veel inventiviteit en creativiteit. Er zijn lastige knopen door te hakken, niet alleen praktisch, maar ook theoretisch. In vraagvorm: Wat is het probleem en voor wie is het een probleem? Hoe kan men bepalen of informatie betrouwbaar is en relevant voor de probleemstelling? Wat is de aard van de voorkeuren; wie of wat bepaalt de kwaliteit ervan; welke waarden en normen moeten in een probleemsituatie meegenomen worden; hoe kunnen die afgewogen worden? Op welke manier zijn feiten te combineren met waarden? Is dat een individualistisch proces of gaat dat met anderen samen? Hoe kunnen technische problemen (wat moeten we doen om succesvol te zijn) opge-

vangen worden, hoe morele (doen we er goed aan de wereld zus of zo te veranderen)?

In dit hoofdstuk en in de volgende hoofdstukken passeren deze vraagstukken de revue. We beginnen met een meer algemene context waaraan de verschillende kwesties kunnen worden opgehangen: handelingstheorie.

1.2 HANDELINGSTHEORIE

Als we het over handelen hebben, dan bedoelen we meer dan gedrag. Zo is een schrikreactie geen handeling. Bij handelen gaan we ervan uit dat mensen doelgerichte actoren zijn die nadenken over wat ze aan het doen zijn. In schema²:



Dit is een algemeen schema dat gebruikt kan worden om eigen en ander-mans gedrag als handeling te interpreteren. We zien bijvoorbeeld iemand aan de waterkant met een hengel zitten, turend naar een dobber. Na enige tijd wordt de hengel snel opgehaald met daaraan een vis. We nemen dan aan dat de visser doelbewust bezig is, beschikt over een doel (het vangen van vis) en over een plan van actie. Zijn gedrag is dan een middel om te komen tot verandering in de situatie. De actor, de visser in dit voorbeeld, controleert ook of het effect in overeenstemming is met zijn doelstelling. Zo niet – er zit bijvoorbeeld geen vis op die plek –, dan kan hij zijn gedrag wijzigen (het elders proberen) of zich een andere doelstelling voornemen (naar huis gaan).

Op deze manier gelezen levert het schema de karakteristiek voor de 'rationele actor'. Dit model is vrijwel leeg. Er worden geen inhoudelijke eisen gesteld aan de doelstelling (is het zinvol te gaan vissen?) en ook niet aan het plan van handelen (is de hengelmethode wel het beste middel voor het bereiken van een maaltje vis?). De enige eis is dat er een zekere samenhang bestaat tussen doel en middel en dat er een controleaspect aanwezig is.

Wanneer kan men een handeling rationeel noemen? Grofweg bestaan daarvoor twee benaderingen: een minimalistische en een maxi-

malistische.³ Bij de minimalistische benadering is het voldoende als een actor zijn handelingen begrijpelijk kan maken, zoals in het bovenstaande voorbeeld. Dat is voor een technoloog te weinig; die wil het hoogste. Welke eisen zijn aan een maximaal rationele handeling te stellen? Aan niet minder dan acht moet voldaan worden, aldus de maximalistische variant.

De actor

- 1 streeft een welomschreven doel na;
- 2 zet middelen in om dat doel te bereiken;
- 3 maakt gebruik van wetenschappelijk verantwoorde inzichten die doel en middel aan elkaar koppelen;
- 4 maakt gebruik van normatieve overwegingen, met behulp waarvan de doeleinden bepaald en de ethische of esthetische grenzen van de middelen worden vastgelegd;
- 5 maakt het best mogelijke gebruik van de kennis van de omstandigheden en van andere informatie die voor de handeling relevant is;
- 6 plaatst de handeling in een bredere strategie, zodat het nastreven van een bepaald gewenst doel niet het nastreven van andere doelen frustrereert;
- 7 optimaliseert de middelen, teneinde zo efficiënt mogelijk te werken;
- 8 maakt gebruik van logische procedures om de gekozen handeling te verwoorden en te beargumenteren.

Dit is een bovenmenselijk pakket van eisen, zo geven zelfs de aanhangers van deze stroming grif toe. Normalerweise worden niet al deze voorwaarden vervuld, en zeker niet tegelijkertijd. Rationaliteit is volgens hen niet-temin daarin gelegen deze eisen als *idealen* op te vatten.

Met hun eisenpakket verzetten de maximalisten zich tegen de volgende drie vijanden:

- foutieve redeneringen;
- dwang ten gevolge van traditie, mythe en religie;
- emotionaliteit, met name passies.

De eerste vijand begunstigt de toepassing van niet-rationele opvattingen en van ongeldige redeneerschema's. De tweede maakt het onmogelijk kritisch te kijken naar het empirische materiaal en de bestaande normatieve opvattingen; bovendien perkt die de vrijheid in om effectieve strategieën voor optimalisering uit te werken. De laatste geeft alle ruimte aan ongefundeerde persoonlijke en sociale fantasieën, ondermijnt het logisch den-

ken en geeft de voorkeur aan oplossingen op korte termijn in plaats van op lange termijn.

Het bovenstaande kan ook positief geformuleerd worden: Een rationeel handelende actor denkt logisch helder, weet wat hij of zij wil, laat zich niet verleiden door de macht van de gewoonte, en laat zich niet meeslepen door emoties.

Deze opvatting van rationeel handelen levert, juist omdat het om idealen gaat, diverse kritische maatstaven. Ze staat ons toe bij allerlei redeneringen en handelingen vragen te stellen naar de kwaliteit ervan. Dat is een groot goed. Niettemin zijn er bij extreme toepassing verschillende nadelen aan verbonden, zowel praktisch, cultureel als filosofisch.

Praktisch kan het nastreven van deze idealen stuiten op zijn eigen grenzen; in de context van het handelen kan het soms contraproductief zijn (in gevallen waar een dringende beslissing nodig is kan men niet op alle informatie gaan zitten wachten). Ook, en dat is het culturele bezwaar, kan het leiden tot onbegrip voor andersdenkenden (zoals uit veel voorbeelden van ontwikkelingshulp en technologie-implementatie valt op te maken). Het meer filosofische bezwaar houdt in dat deze opvatting van rationeel handelen is gebaseerd op een beeld van de actor als een wel erg eenzaam individu. Deze levert los van tijd, plaats, cultuur en andere mensen een heroïsche inspanning om met iets 'beters' te komen.

Het beeld van de eenzame actor is in de beleving van veel professionals tamelijk dominant. Hoewel dat niet zonder goede redenen is, is het toch eenzijdig. Vandaar dat we in dit hoofdstuk eerst een heel eind meegaan met het hier beschreven individu en er daarna vanaf afwijken.

We beginnen met wat voor de ingenieur het meest vertrouwd is: het oplossen van problemen. Vervolgens gaan we in op enkele theorieën die met keuzen te maken hebben: beslissingstheorie en speltheorie. Ook deze vormen een herkenbare werkelijkheid. Vervolgens morrelen we aan de grenzen van dit zelfbeeld. Is het wel nodig dat handelen uitgaat van de eenzame actor? Maakt het niet veel verschil in welke concrete context mensen aan het werk zijn?

In het verlengde van deze vragen worden in dit hoofdstuk twee amendementen op het gebruikelijke beeld van de rationele actor gegeven:

- 1 handelen in relatie met anderen – communicatief handelen;
- 2 handelen in een sociaal-technische context – praktijkhandelen.

Op grond daarvan proberen we de bredere contouren te schetsen waarbinnen het professionele handelen zich afspeelt.

1.3 HET PROBLEEM ALS PROBLEEM

Het lijkt zo vanzelfsprekend: er moet een goede probleemstelling zijn om tot een oplossing te komen. Veelal wordt een probleem gedefinieerd als het verschil tussen de huidige en de gewenste situatie.⁴ Dat is een zinvol uitgangspunt voor het (technologisch) handelen.

En toch, als we iemand op een rechtstreekse manier vragen om zomaar eens een probleem te noemen, dan brengen we die persoon in verlegenheid. In sommige gevallen krijg je te horen 'criminaliteit'. Dat is dan een prima thema, maar nog geen probleemstelling. Het kan heel wat doorvragen kosten om een goed geformuleerd probleem op tafel te krijgen.

Kennelijk zijn we in onze dagelijkse praktijk niet bijzonder probleemgestuurd bezig. Er bestaat zelfs een zekere weerstand tegen het expliciet formuleren van de problemen die ons bezighouden. Dat kan verschillende achtergronden hebben. We noemen een paar mogelijkheden: de gecompliceerdheid van het probleem zelf, de manier waarop we onszelf naar buiten willen presenteren, de wijze waarop we in het leven willen staan.

De eerste mogelijkheid spreekt voor zich. Stel dat we een prima probleemstelling hebben en een uitstekende oplossing hebben bedacht. Dan nog kan blijken dat de oplossing niet werkt. Sommige situaties zijn zo gecompliceerd dat een scherpe probleemaafbakening er niet meer bij past. Daarnaast is mogelijk het bekende gezegde van toepassing: 'Bij elke oplossing is wel een probleem te vinden'. Iedere probleemoplossing is niet meer dan een stap in een verder onoverzichtelijk proces.

De tweede mogelijkheid ligt op een heel ander terrein. Expliciete probleemstellingen geven aanleiding tot min of meer heldere criteria voor de effectiviteit van ons handelen – we zijn zinvol bezig in de mate dat we precies die problemen dichterbij een oplossing brengen. Probleemgericht werken maakt ons doen en laten transparant. De buitenwacht kan zich dan ook een beeld vormen van de (ir)relevantie van onze bezigheden. Dit kan als ontluisterend ervaren worden.

De weerstand kan zelfs nog dieper liggen. Vraag eens aan een kunstenaar duidelijk aan te geven welke problemen hij nou eigenlijk in zijn vak wil oplossen. De kans is groot dat hij niet alleen geen antwoord *kán* geven, maar ook geen antwoord *wíl* geven. Een menselijke bezigheid behoeft haar legitimiteit niet per se te ontleen aan het probleemstellend en -oplossend vermogen ervan. Het denken in termen van min of meer afgebakende problemen en oplossingen kan de vorm van een *intellectuele terreur* aannemen. De kunstenaar die de wereld wil tonen zoals zij is kan

zinnol bezig zijn, ook zonder identificeerbare problemen en oplossingen. En ook al is zijn activiteit uitermate 'onnuttig', ze kan bijzonder waardevol zijn.

Het belang van weloverwogen probleemgestuurd handelen is onmiskenbaar, daarover hoeft geen enkel misverstand te bestaan, maar kent ook zijn beperkingen. Inzicht in de aard daarvan kan zelfs behulpzaam zijn bij het interpreteren en 'oplossen' van moeilijke situaties.

Om het probleem als probleem te kunnen zien moeten we eerst weten waarover we het hebben. Vandaar dat we de simpele vraag stellen: *Wat is een probleem?* Sommigen zullen over deze vraag diep gaan nadenken, anderen zullen er geen gedachte aan wijden. Kennelijk is voor de laatsten de vraag helemaal geen probleem. Dat kan twee oorzaken hebben:

- a ze beschikken reeds over een kant-en-klaar antwoord, net zo simpel als het antwoord op de vraag 'hoeveel twee plus drie' is;
- b ze vinden de vraag niet belangrijk genoeg, niet relevant.

Aan deze negatieve reacties kunnen we een positieve draai geven. Als belangrijke elementen van een definitie van 'probleem' zijn we het volgende op het spoor gekomen:

Een probleem is

- 1 een vraag,
- 2 die relevant is (een zeker belang heeft),
- 3 en een zekere moeilijkheidsgraad heeft.

We bekijken de verschillende elementen van dichterbij. Om te beginnen het eerste kenmerk.

1. *Een probleem is een vraag* – Er zijn talloze zogenoemde problemen in omloop die niet in vraagvorm geformuleerd zijn. Bijvoorbeeld: 'het probleem van de werkloosheid', of 'het probleem van de automobilititeit', of 'het probleem van de zin van het leven'. Als je probeert deze problemen in vraagvorm te formuleren, is de kans groot dat je in een moeras terechtkomt. Zo kan 'het probleem van de automobilititeit' een heel complex van problemen aanduiden – zo'n probleem alleen al roept eindeloos vele vragen op.

Niettemin zijn zulke 'vertalingen' van een stukje als problematisch ervaren werkelijkheid naar vraagstellingen noodzakelijk, willen we een stap verder kunnen zetten. Deze vraagstellingen vormen een nadere afbakening van onze (voorlopige) onwetendheid of van ons (voorlopige)

onvermogen. Daarbij dienen we twee punten goed te beseffen: (a) een dergelijke afbakening is niet noodzakelijk de enig mogelijke benadering van het probleem, maar (b) als ze eenmaal gekozen is geeft ze in verregaande mate richting aan ons denken over de problematiek.

2. *Een probleem heeft een zekere relevantie* – Vragen zijn niet altijd belangwekkend genoeg om als ‘probleem’ aangemerkt te worden. Wat als belangwekkend geldt, is afhankelijk van de context (op mijn werk zijn andere zaken voor mij belangrijk dan in mijn gezin) en van het belang dat ik eraan hecht. Een probleem is altijd een probleem *voor iemand met betrekking tot iets*.

3. *Een probleem is moeilijk op te lossen* – Dit spreekt voor zich. Iets dat we schouderophalend kunnen afdoen is geen probleem voor ons. We verleggen de vraag: wat is moeilijk, wat is gemakkelijk? Dat hangt af van de persoon in kwestie of de aard van het probleem. Anders gezegd, een moeilijkheid kan zowel een subjectief als een objectief karakter hebben.

Subjectief, omdat eenzelfde vraag voor de ene persoon gemakkelijk te beantwoorden is, voor de andere juist moeilijk. We kunnen ons allerlei factoren voorstellen, die daarop van invloed zijn. Zoals intelligentie, opleiding, specifieke voorkennis, ervaring, beschikking over bepaalde middelen.

Sommige vraagstellingen hebben het kenmerk dat zij uitsluitend door bepaalde personen te beantwoorden zijn. Dat noemen we problemen ten aanzien waarvan *geprivilegieerde posities* bestaan. Speciaal komen ze voor bij belevingsvragen, zoals: Wat ervaart men als men in Nederland door het leven gaat met een zwarte huidskleur? Hier zit wel een moeilijkheid. Waar en wanneer wordt recht gedaan aan zo'n geprivilegieerde positie, en waar en wanneer niet? Bij de vertaling van een probleem naar een vraag is het mogelijk dat zo'n positie overheersend wordt; ook kan het voorkomen dat ze geheel verwaarloosd wordt.

Objectief, omdat de ene vraag uit de aard der zaak moeilijker is dan de andere. Dat behoeft nauwelijks betoog. Zo vergt het plakken van een fietsband minder moeite dan het neerzetten van een veilig werkende kernfusiereactor.

In dit laatste soort gevallen dijt een probleem uit tot een geweldige complexiteit; niet alleen met een enorm aantal vraagstellingen, maar ook nog eens met allerlei ingewikkelde koppelingen daartussen. Uiteraard vinden we het wenselijk daar greep op te krijgen, al is dat niet zonder meer voor ons weggelegd. Het komen tot één of meerdere probleemdefinities

is een ingewikkeld strategisch proces, waarover eindeloos onderhandeld kan worden. Toch zal op een gegeven ogenblik de knoop doorgehakt moeten worden, op een zo redelijk mogelijke manier. Goede strategieën daarvoor zijn er nauwelijks.

Een goede probleemstelling is het begin van rationeel handelen. In technisch opzicht kan dat al lastig genoeg zijn, maar vanwege persoonlijke of zelfs zakelijke overwegingen kan het nog lastiger worden. Mensen kunnen proberen het eigen handelen te ontlopen, of dat van anderen te frustreren, door bepaalde strategieën toe te passen: een waarin een probleem zo verkleind wordt dat er niets meer gedaan hoeft te worden; een andere waarin een probleem juist zoveel groter gemaakt wordt dat het onhanteerbaar is. We bekijken beide strategieën.

De *probleemverkleiners* beoefenen de (meta-)strategie van *probleemreductie*. De algemene lijn bestaat erin zoveel mogelijk vragen, die zich als een probleem aandienen, te elimineren door ze van hun problematische karakter te ontdoen. Er zijn hierbij diverse technieken te hanteren, bijvoorbeeld:

- de reductie van een vraagstelling tot een hanteerbaar, onproblematisch niveau;
- het relativeren van het probleem door dit te plaatsen in een breder kader om daarmee het belang van de problematiek te ondergraven;
- het ridiculiseren van het probleem door te zeggen dat het eigenlijk niets voorstelt.

De *probleemvergroeters* cultiveren daarentegen een zekere neiging tot *problematiseren*. Zij doen dan ook het omgekeerde van hierboven:

- ze maken van iedere oplossing een nieuw probleem (pessimisme);
- ze verabsoluteren het probleem, zodat er geen ruimte meer is voor omtrekkende en afstandelijke benaderingen (er te dicht op zitten);
- ze vatten problemen zo zwaar op, dat er geen oplossing meer mogelijk lijkt (fatalisme).

Een verstandige strategie zal tussen beide inzitten, omdat anders geen sprake kan zijn van adequaat handelen.

1.4 PROBLEEMOPLOSSEN

We hebben inmiddels wat meer inzicht gekregen in wat een probleem is. Nu is de vraag aan de orde hoe problemen aan te pakken zijn om tot een oplossing te geraken. Daarbij zullen we vooral ingaan op een aantal

mogelijkheden om op een rationele manier een probleem te benaderen. Voor het slechten van allerlei psychologische barrières zijn creativiteitscursussen meer geschikt.⁵

De leer van het vinden van oplossingen voor problemen staat bekend als 'heuristiek'. De Latijnse term is 'ars inveniendi'. In het Engels spreken we over 'problem solving'. Hoewel vaak onderscheid gemaakt wordt tussen algoritmische benaderingen (gesloten problemen die via logische procedures kunnen worden opgelost) en heuristiek (als de rest van het probleemoplossen) vatten wij beide onder een noemer. Er zijn globaal drie opvattingen over heuristiek⁶:

- 1 heuristiek is een kwestie van een gelukkige inval. Grote uitvindingen komen toevallig tot stand (serendipiteit);
- 2 inventiviteit kan langs psychologische weg gestimuleerd worden (van het 'boek onder je kussen' tot cursussen 'creatief denken');
- 3 heuristiek heeft een eigen plaats in de wetenschappelijke methodologie; naast de methodiek van het bewijzen is er de methodiek om op nieuwe ideeën te komen; het gaat dan om het vinden van nieuwe hypothesen ('abductie') door middel van het doorbreken van gevestigde denkpatronen.

We richten ons voornamelijk op de derde invalshoek. Een van de eerste serieuze en wetenschappelijke klassiekers op het gebied van het probleemoplossen is het boek van Newell en Simon, 'Human Problem Solving'.⁷ We zullen daar kort iets over zeggen.

Volgens Newell en Simon kent het oplossen van een probleem een aantal fasen:

1. De actor moet tot een probleemstelling komen. Hij/zij moet daartoe een problematische situatie in een vraag transformeren. Daarbij is het nodig adequate informatie in te winnen in de werkelijkheid en het probleem op een bepaalde manier te representeren. Deze representatie is bepalend voor het verdere verloop van het probleemoplossingsproces. Ze bepaalt niet alleen het probleem, maar ook het gebied waar we de oplossingsmethoden zoeken.

2. De actor zoekt naar een oplossingsmethode. Er wordt in het model nogal simpel gesproken over een 'method store'. In veel gevallen is dit echter geen grabbelton waaruit naar believen geput kan worden. Bij allerlei problemen liggen de methoden niet voor het oprapen.

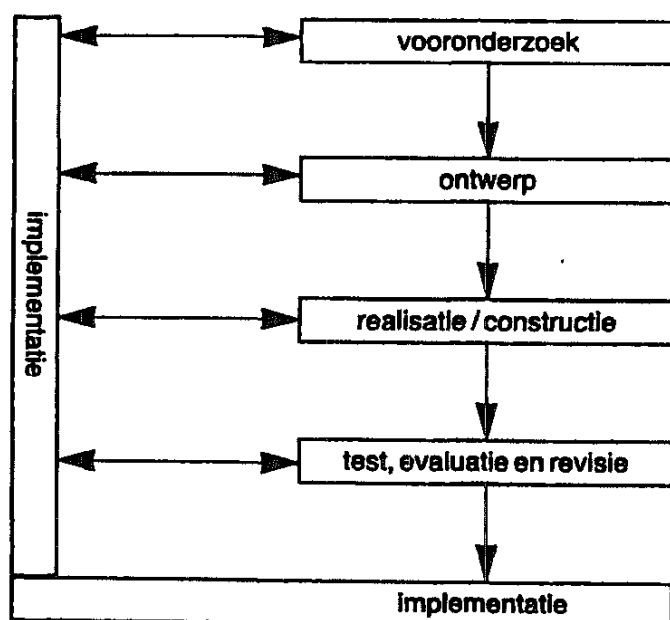
3. Als er een methode is gevonden, wordt deze toegepast. Daarbij wordt ook een beroep gedaan op 'internal general knowledge'. Deze algemene voorkennis verschilt van individu tot individu. Vandaar dat men

ook kan spreken van de subjectieve moeilijkheidsgraad van een probleem. Een van de meest algemene oplossingsmethoden die te maken hebben met de algemene voorkennis is die van de *herkenning*: iemand herkent de oplossing zo gauw hij het probleem ziet. Vanuit zijn voorkennis weet hij standaard dat Den Haag niet de hoofdstad van Nederland is en dat 12 maal 12 gelijk is aan 144 (weet men het niet, dan moet men het antwoord met andere methoden zoeken).

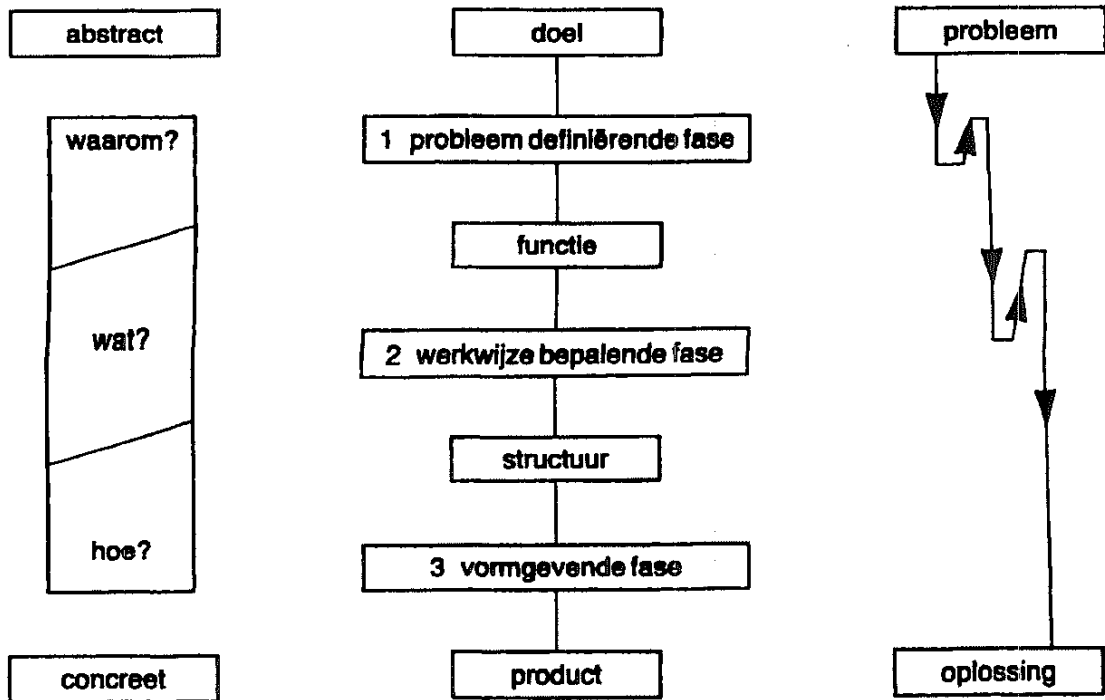
4. Als we de methode hebben toegepast, dan moeten we de resultaten evalueren. Er kunnen dan twee uitkomsten blijken:

- de methode werkt, we hebben een oplossing gevonden; dan kunnen we tot handelen overgaan;
- de methode werkt niet, we hebben geen oplossing gevonden; we kunnen dan een andere methode gaan zoeken, of het probleem herdefiniëren; we kunnen ook besluiten om te stoppen met het oplossen van het probleem.

Dit algemene model komt in vele varianten terug. Zo zijn er aan de Universiteit Twente minstens twee in omloop. Ten eerste een sociaal-technologische variant bij de opleiding Toegepaste Onderwijskunde; daar heet het het 'OnderwijsKundig Technologisch model' (OKT).⁸ Het ziet er als volgt uit:



Bij de faculteit Werktuigbouwkunde komt een meer klassiek technologische variant voor: het 'Werktuigbouwkundig Ontwerp Proces' (WOP).⁹ Dat heeft de volgende structuur:



Deze modellen hebben een heuristische (zoek)functie. Ze garanderen geen goede uitkomst, maar geven de onderzoeker/ontwerper duidelijke handvatten om een probleem op een systematische manier aan te pakken. Binnen zo'n grotere aanpak moeten er nog steeds problemen opgelost worden. Hoe dat kan is niet het onderwerp van dit boek; het hangt af van het vakgebied, de kennis en de creativiteit van de probleemoplosser. Uiteraard zijn er vele oplossingsstrategieën. Hieronder noemen we er enkele van meer algemene aard.

1. *Systematische analyse* – Een probleem is meestal bijzonder complex. De te volgen strategie kan dan ook bestaan uit het herleiden van het complexe probleem tot hanteerbare subproblemen.
2. *Terugwerken* – Dit is in het algemeen een nuttige strategie voor problemen waarbij het duidelijk is waar iemand naar toe moet en waarbij de begintoestand niet duidelijk is.
3. *Eenvoudiger geval* – Als het probleem complex is, kan geprobeerd worden om een eenvoudiger versie van het probleem te vinden die gemakkelijker aangepakt kan worden. Vaak is het gebruik van een model handig. Overigens kunnen er bij deze procedure essentiële zaken verloren gaan. Het model is immers altijd beperkter dan de werkelijkheid. Bij deze strategie valt ook te denken aan het houden van steekproeven of aan het opzetten van kleine, goed gecontroleerde, experimenten.

4. *Algemener geval*— Een oplossing kan ook naderbij komen wanneer men allerlei vooronderstellingen in een probleemstelling blootlegt. Daardoor wordt een royaler zicht op het specifieke probleem verkregen. Een voorbeeld vormt de beroemde paradox van Achilles en de schildpad (waarbij Achilles volgens de theorie de schildpad nooit voorbij kon lopen). Deze kon alleen maar opgelost worden door op een nieuwe manier de begrippen 'tijd' en 'snelheid' te definiëren. Een hedendaags voorbeeld levert de studiefinanciering. Bij bezuinigingen kan de minister naar details kijken (leeftijd, schooltype, hoogte van toelage). Hij kan ook een stap terug doen naar de vooronderstellingen: is het zelfstandigheidsprincipe voor jongeren vanaf achttien jaar wel een goed uitgangspunt?

5. *Heuristisch redeneren* — Ook door iets onverwachts te doen, door een nieuwe weg in te slaan, kunnen oplossingen naar boven komen ('creatief denken'). Zo zou men om het probleem van het verkeer op te lossen een vervoersysteem kunnen bedenken, waarbij auto's vierkante wielen hebben. Analogieën en metaforen dienen bij het heuristisch redeneren als gids. Op zo'n manier werd de wet van Boyle-Gay Lussac ontwikkeld door gassen op te vatten als bestaande uit kleine botsende biljartballetjes.

Over elk van deze oplossingsstrategieën, en ook over andere, is veel meer te zeggen. We doen dat hier niet, daarvoor is het nodige in allerlei boeken te vinden.¹⁰ We concentreren ons op het zelfbeeld van de ingenieur. Gegeven de problemen beschouwt deze zich als een bekwarne oplosser ervan, als iemand die beschikt over goede instrumentele vaardigheden.

1.5 BESLISSINGSTHEORIE

Het 'instrumentele' zelfbeeld is beperkt, al was het alleen al omdat veel problemen niet simpel zijn op te lossen met handige redeneringen en goed gebruik van de beschikbare informatie. Veelal zijn problemen gecompliceerder dan bovenstaande: er zijn meerdere of zelfs geen oplossingen mogelijk, er is te weinig informatie beschikbaar, doelstellingen zijn niet helder, emotionele elementen verwarren de zaak. In zulke situaties moeten beslissingen genomen worden: wat doe ik, wat laat ik na, waar let ik op, wat kan ik verwaarlozen? Om behulpzaam te zijn bij het rationeel nemen van beslissingen is de beslissingstheorie ontwikkeld. Aan de hand van twee modelvoorbeelden zullen we er iets van laten zien.¹¹

Model 1 — Een boer moet een beslissing nemen over wat hij volgend jaar

zal gaan planten. Hij bekijkt verschillende mogelijkheden en zet die af tegen de kwaliteit van het weer in de zomer. Hij komt tot het volgende overzicht:

	Weersituatie		
	zeer goed	redelijk	slecht
Handelings- alternatieven			
gewas A	10	1	- 2
gewas B	8	4	0
gewas C (in kas)	3	3	3

We spreken hier over een *waardematrix* (value matrix, payoff matrix) die op een abstracte manier (in getallen) het *nut* (utility), of de graad van tevredenheid (satisfaction) representeert van de verschillende handelingsalternatieven in een bepaalde situatie. De getallen in de matrix geven de opbrengsten weer. In dit voorbeeld wordt dat in geld uitgedrukt. Hoewel dat gebruikelijk is, is dat niet noodzakelijk. Voldoening kan ook in andere dan financiële termen weergegeven worden.

Wat kan de boer op grond van de matrix het beste doen? Dat hangt af van wat zijn *doel* is. We komen daar nog op terug, maar eerst gaan we de elementen langs die in een beslissingsmodel een rol spelen.

Belangrijke elementen in een beslissingsmodel

- 1 *Handelingsalternatieven* die ter beschikking van de actor staan en waaruit hij vrijelijk kan kiezen.
- 2 De *omstandigheden* die de omgeving van het model vormen. Soms zijn de omstandigheden onafhankelijk van wat iemand doet (het weer wordt niet beïnvloed door wat er in de grond geplant wordt), soms zijn ze wel afhankelijk van wat iemand doet (als er subsidie verleend zou worden voor een bepaald gewas).
- 3 *Uitkomsten* die het gevolg zijn van een combinatie van een omstandigheid en een handeling.
- 4 *Waarderingen* (of opbrengsten) die een maat zijn voor de graad van tevredenheid of voor de waarde die aan de uitkomsten wordt toegekend.
- 5 Een *doel*, dat wil zeggen een uitspraak waarin de actor vastlegt wat hij of zij wil bereiken. Het belangrijkste doel in de beslissingstheorie is *de maximalisering van de verwachte opbrengst*. Dit levert een beslissingsregel of criterium op, waardoor de actor zich laat leiden bij het nemen van een beslissing.

Model 2 – Een Amerikaans geval: Iemand is lid van een jury en moet een oordeel uitspreken over een verdachte – schuldig (S) of onschuldig (O). We vergelijken de beslissing met de werkelijke situatie: de verdachte *is* schuldig of onschuldig.

		werkelijkheid	
		O	S
oordeel	O	OO	OS
jurylid	S	SO	SS

De uitkomst OS betekent dat het jurylid een schuldig persoon vrijspreekt; SO dat hij een onschuldig iemand veroordeelt. Terwijl de meeste mensen zich gemakkelijk kunnen verplaatsen in de positie van de boer in het eerste voorbeeld, ligt in dit geval meningsverschil voor de hand. De waarden, in getallen, die iemand aan de uitkomsten wil hechten, hangen af van subjectieve gevoelens en morele voorkeuren. Een persoon die hecht aan 'law and order' zal het bestraffen van een onschuldige minder erg vinden dan het vrijlaten van een schuldige. Heel anders ligt dat bij iemand voor wie het erger is onrecht te doen dan onrecht te lijden.

Uit dit voorbeeld blijkt dat niet alleen een objectief nut (bijvoorbeeld in termen van geld) een rol speelt bij het waarderen van uitkomsten, maar dat ook meer subjectieve elementen een rol spelen. Bij het toekennen van een waarde aan de verschillende uitkomsten speelt het waardesysteem (de morele *preferenties*) van het jurylid een doorslaggevende rol. Hij moet zijn morele gevoelens ten opzichte van elkaar wegen. Hij is daarbij verder met onzekerheid opgezadeld waar het de schuld van de verdachte betreft. Stel dat hij eerst dacht dat de verdachte onschuldig was. Nu wordt er bewijsmateriaal gevonden. Hoe sterk moet dat zijn om het jurylid over te halen het 'schuldig' uit te spreken? Hoe leeft hij met zijn onzekerheid?

1.6 BESLISSEN NAAR OMSTANDIGHEDEN

De laatste vraag van de vorige paragraaf wijst op een nieuw element in het beslissingsmodel, namelijk de kennis van de actor ten aanzien van de omstandigheden. Deze kan van verschillende aard zijn, en dat levert verschillende varianten op.

1 *Beslissen met zekerheid.* Het is volstrekt duidelijk wat de omstandig-

heden zijn. Elke handeling resulteert dan in een bekende uitkomst die met zekerheid zal optreden.

- 2 *Beslissen met risico.* Elke omstandigheid heeft een bekende waarschijnlijkheid van voorkomen.
- 3 *Beslissen met onzekerheid.* Elke handeling kan resulteren in twee of meer uitkomsten, maar de waarschijnlijkheid die we aan het optreden van bepaalde omstandigheden kunnen toekennen is onbekend.
- 4 *Beslissen met conflict.* Hierbij worden de omstandigheden vervangen door mogelijke handelingen van andere actoren, die op hun beurt een maximale opbrengst willen bereiken. Dit is het onderwerp van de zogenaamde *speltheorie*.

We lopen deze varianten langs.

1. *Beslissen met zekerheid*— In dit geval weten we precies wat de omstandigheden zijn waarin we handelen. Het gevolg is dat er slechts één kolom in de matrix overblijft. Het beslissingsprobleem lijkt daarmee gemakkelijk te worden: zoek in de kolom de hoogste waarde en handel volgens het bijbehorende handelingsalternatief. Deze situatie lijkt op de instrumentele aanpak zoals die bij het probleemoplossen is beschreven.

2. *Beslissen met risico* — Als men een bepaalde waarschijnlijkheid aan de omstandigheden kan toekennen, dan spreken we over beslissen met risico. Toegepast op model 1: stel dat de boer weet (uit jarenlange ervaring, of uit de statistieken van het KNMI) dat de kans op een mooie zomer 15% is, op een redelijke zomer 60% en op een slechte zomer 25%. Aangezien in dit versimpelde model de mogelijkheden elkaar uitsluiten, kunnen we de waarschijnlijkheden vermenigvuldigen met de verwachte opbrengsten en daarna bij elkaar optellen om het resultaat van een bepaald handelingsalternatief te berekenen.

$$\text{Plant gewas A: } (0,15 \times 10) + (0,6 \times 1) + (0,25 \times -2) = 1,6$$

$$\text{Plant gewas B: } (0,15 \times 8) + (0,6 \times 4) + (0,25 \times 0) = 3,6$$

$$\text{Plant gewas C: } (0,15 \times 3) + (0,6 \times 3) + (0,25 \times 3) = 3,0$$

Als de boer de grootste kans op een maximale opbrengst wil hebben, moet hij dus gewas B poten.

3. *Beslissen met onzekerheid* — Dit is de moeilijkste vorm van beslissen. Men weet niet wat de omstandigheden zullen zijn en men kan de gevolgen van de handelingsalternatieven niet overzien. Laten we weer model 1 gebruiken om verschillende houdingen die in dit geval mogelijk zijn te

beschrijven. Laten we dus aannemen dat de boer niets kan zeggen over de kwaliteit van de zomer. Nu kan hij op verschillende manieren te werk gaan. We noemen er drie:

3a. Als *subjectivist*. De subjectivist gaat uit van een persoonlijke inschatting van de verschillende mogelijke omstandigheden. Op basis van zijn onwetendheid kan hij aannemen dat de kansen op een zeer mooie, redelijke of slechte zomer even groot zijn. Hij kan dan vervolgens handelen volgens het criterium van de maximalisering van de verwachte opbrengst. Hij vertaalt zijn onzekerheid naar een vorm van beslissen met risico. Dat levert dan de volgende uitkomsten op:

$$\text{Plant gewas A: } (1/3 \times 10) + (1/3 \times 1) + (1/3 \times -2) = 3$$

$$\text{Plant gewas B: } (1/3 \times 8) + (1/3 \times 4) + (1/3 \times 0) = 4$$

$$\text{Plant gewas C: } (1/3 \times 3) + (1/3 \times 3) + (1/3 \times 3) = 3$$

Zijn keuze wordt gewas B.

3b. Als *pessimist*. De pessimist redeneert: altijd als er iets mis gaat, overkomt dat mij. Ik wil risico's vermijden en daarom moet ik per handeling bekijken wat het slechtste is dat mij kan overkomen. Ik kies dan het beste resultaat van alle slechtste uitkomsten. Deze strategie is het maximaliseren van het minimum: *maximin-strategie*. Voor de boer in model I zijn de slechtste uitkomsten:

bij gewas A: -2

bij gewas B: 0

bij gewas C: 3

Het maximum is 3 en de boer zal dus kiezen voor gewas C. Hij heeft dan een gegarandeerde opbrengst van 3 eenheden.

3c. Als *optimist*— De optimist houdt ervan risico's te nemen; hij gokt op de hoogst mogelijke opbrengst. Hij kijkt naar de maximale uitkomsten en kiest daarvan weer het maximum: *maximax-strategie*. Voor de boer zijn dan de best denkbare uitkomsten:

bij gewas A: 10

bij gewas B: 8

bij gewas C: 3

Hij kiest dus voor gewas A, en kan bij een slechte zomer zwaar in de problemen komen (-2).

We hebben een aantal beslissingsstrategieën bekeken voor het geval er geen zekerheid bestaat over de toestand in de wereld. We gaan nu in op strategieën waar ook andere actoren hun invloed doen gelden: de speltheorie.

4. *Beslissen met conflict: speltheorie* – Speltheorie heeft de naam niet mee, want ze is een uiterst serieuze aangelegenheid. Ze onderzoekt de beslissingssituaties waarbij niet één, maar meerdere beslissers betrokken zijn. Het centrale idee van de theorie is dat de actoren (de spelers) beslissingen nemen waarvan de resultaten elkaar beïnvloeden.¹² De theorie vindt veel toepassingen op biologisch, politiek, militair-strategisch, sociaal en economisch gebied.

Een standaardvoorbeeld is het spel 'matching pennies'. In woorden: Speler I en speler II leggen beiden een stuiver op tafel en tonen elkaar tegelijk hun geldstuk. De uitbetaling (pay off) is als volgt. Als er verschillende kanten boven liggen krijgt II beide stuivers (wint dus 5 cent), maar als dezelfde kanten boven liggen krijgt I de beide stuivers. In diagram is de uitbetaling aan I:

		II	
		kruis	munt
I	kruis	5	-5
	munt	-5	5

De uitbetaling aan II bestaat uit hetzelfde diagram, maar met tegengestelde waarden. Het is in het algemeen handig om beide diagrammen te combineren, waarbij de waarden voor de komma de uitbetaling aan I en na de komma de uitbetaling aan II aangeven:

		II	
		kruis	munt
I	kruis	5,-5	-5,5
	munt	-5,5	5,-5

We lezen uit deze matrix af dat de som van de uitbetalingen in elke cel 0 is en we spreken daarom van een *nul-som-spel*. (Dat is een spel waarbij de een wint en de ander evenveel verliest). Als de som van de getallen in de cellen varieert – zoals in werkelijke gevallen vaak gebeurt – dan spreken we van een *variabele-som-spel*.

Het spel dat we nu gezien hebben is een *simultaan* spel, dat wil zeggen dat de spelers tegelijkertijd beslissen. De beslissing wordt niet door vorige

beslissingen beïnvloed. Er is dus geen verloop van gebeurtenissen zoals dat bij *niet-simultane* spelen het geval is. Niet-simultane spelen kunnen vaak beter weergegeven worden door bomen of stroomdiagrammen.

Wat is rationeel om te beslissen in situaties van conflicterende belangen? Laten we een (fictief) voorbeeld bekijken uit de reclamewereld. Bedrijf I en bedrijf II produceren hetzelfde product en hebben ieder 50% van de markt in handen. Ze moeten beslissen of ze op een bepaalde datum een tv-spotje zullen uitzenden. Maken ze allebei reclame dan behouden ze 50% van de markt. Maakt I reclame en II niet, dan krijgt I 75% van de markt in handen. De kosten voor de reclame zijn f 10.000,-. De totale markt bedraagt f 100.000,- per maand. De matrix ziet er als volgt uit (in eenheden van 1000 gulden):

		II	
		wel	niet
I	wel	40,40	65,25
	niet	25,65	50,50

Het is duidelijk dat I zal kiezen voor reclame maken, want wat II ook doet, deze strategie levert het meeste op (40 is meer dan 25, 65 is meer dan 50). Hetzelfde geldt voor II. Zo'n strategie die voor een speler het (relatief) beste resultaat oplevert noemen we een *dominante strategie*. In dit voorbeeld hebben beiden een dominante strategie. Hoewel het rationeel is zo'n strategie te volgen, hoeft de uitkomst *niet optimaal* te zijn. (Immers beide spelers zouden beter af zijn als ze géén reclame bedreven.)

Het zonet besproken voorbeeld uit de reclamewereld is een voorbeeld van het bekende *Prisoner's Dilemma* (PD), waarin de dominante strategie (rationaliteit) leidt tot suboptimale oplossingen. Het is vernoemd naar een voorbeeld, waarbij twee gevangenen verdacht worden van een ernstige misdaad waarop tien jaar straf staat. Bewezen is een kleiner vergrijp waarvoor één jaar gegeven kan worden. In deze situatie doet een officier van justitie aan elk van hen het volgende voorstel: wie als kroongetuige optreedt gaat vrijuit, maar wanneer beiden bekennen krijgen ze elk vijf jaar straf. We laten aan de lezer over de matrix te tekenen, maar verklappen wel de meest waarschijnlijke, want rationele, uitkomst: elk krijgt vijf jaar aan de broek.

In de praktijk zijn vele voorbeelden van het Prisoner's Dilemma te vinden. Zelfs universiteiten, die beter zouden moeten weten, geven kapita-

len uit om meer studenten ten koste van andere universiteiten te trekken. Dit is zeker geen optimale strategie. De enigen die er beter van worden zijn reclamebureaus.

We kunnen zeggen dat in het Prisoner's Dilemma *individuele rationaliteit leidt tot collectieve irrationaliteit* – een buitengewoon onwenselijke consequentie. Rationeel handelen is vaak suboptimaal handelen. Waarvoor komt dat en hoe is eraan te ontsnappen?

We breiden, voor we hier verder op ingaan, het voorbeeld uit tot zijn algemene vorm, namelijk tot de situatie dat er niet twee, maar veel mensen onderling met het dilemma worden geconfronteerd. We hebben dan met een n-persoonsspel te maken. Ieder kan kiezen voor meewerken (coöperate – strategie C) of afzien van medewerking (deflect – strategie D). We krijgen dan:

- 1 als het merendeel van de mensen strategie C kiest, is dat voor iedereen voordelig (en iedereen weet dat);
- 2 als het merendeel D kiest, is dat voor iedereen nadelig (en iedereen weet dat);
- 3 voor elk individu geldt dat deze het grootste voordeel krijgt bij de keuze voor D, wanneer alle anderen C kiezen;
- 4 als sommigen D kiezen is het resultaat voor hen die C kiezen minder voordelig dan in het geval iedereen C had gekozen.

Deze PD-structuur komen we in de praktijk tegen bij situaties als de volgende:

- al dan niet belasting ontduiken;
- al dan niet milieumaatregelen nemen;
- stemmen of niet stemmen bij verkiezingen;
- zich al dan niet aan visquota houden;
- betalen of stelen in een supermarkt;
- al dan niet hamsteren in tijden van schaarste;
- kopen of kopiëren van boeken.

Zo is het voor bedrijven pas zinvol te investeren in milieumaatregelen als alle anderen het ook doen (anders maken ze kosten waar geen opbrengsten tegenover staan); en als alle bedrijven op deze manier zouden werken dan is het voor een afzonderlijk bedrijf juist weer handig om niet in het milieu te investeren (lagere productiekosten).

De vraag is nu hoe kan worden voorkomen dat rationele spelers terecht komen in een collectief irrationele situatie. Hoe zijn spelers ervan te weer-

houden om hun dominante strategie te volgen? Er lijken drie wegen open te staan:

- 1 dwang;
- 2 normen;
- 3 altruïsme.

Bij dwang is te denken aan een overheid die sancties op het overtreden van regels uitvaardigt (de *politieke oplossing*). Zware boetes en een grote pak-kans zouden mensen ervan kunnen weerhouden het milieu te vervuilen of te hard te rijden.

Een andere mogelijkheid vormen gemeenschappelijke waarden en normen, waaraan de spelers zich houden, zodat ze voor de collectief meest wenselijke strategie zullen kiezen (de *normatieve oplossing*). 'Eer', 'eerlijkheid', 'vaderlandsliefde', 'wat gij niet wilt dat u geschiedt, doe dat ook een ander niet' zijn zulke normen. In het algemeen, zeker voor ministers van justitie, lijkt het beter dat mensen op grond van normen (intrinsieke motivatie) dan op grond van dwang (extrinsieke motivatie) samenwerken.

Bij altruïsme is vriendschap en wederzijdse betrokkenheid aan de orde. Onder dat gesternte zullen mensen niet kiezen voor een uitkomst die voor allen slecht is (de *zorgzame oplossing*). Overigens is de zorgzame oplossing niet zonder haken en ogen. Een altruïstische instelling is niet altijd beter dan een egoïstische opstelling. Dat is ze alleen als er bij de anderen ook geen egoïsme voorkomt.¹³

Naast instrumenteel handelen hebben we nu ook kennisgemaakt met strategisch handelen. Hoe rationeel ook, het kan suboptimaal zijn. Alle aanleiding om wat preciezer te kijken.

1.7 RATIONEEL HANDELEN IN OPTIMA FORMA?

In dit hoofdstuk staat een actor centraal die moet beslissen en handelen in een complexe werkelijkheid. De vraag die hem of haar telkens bezighoudt is deze: Wat is het beste dat ik in een bepaalde probleemsituatie kan doen? In de vorige paragrafen zijn we ingegaan op een aantal instrumenten (probleemvertalingen, methoden voor probleemoplossen, beslissingstheorie en speltheorie).

We gaan nu in op de normen die we aan beslissen en handelen hebben gekoppeld: *rationaliteit* en *effectiviteit*. Deze normen staan hoog in het vaandel van onze westere (ondernemende en technologische) cultuur. De norm van rationaliteit is van beide normen de meest complexe en

omvattende. Je zou kunnen zeggen dat de effectiviteitsnorm uit de rationaliteitsnorm volgt. Als we rationeel handelen zeer globaal omschrijven als het handelen op zo goed mogelijke gronden, dan kan effectiviteit als een van de goede gronden beschouwd worden. Stel dat we geconfronteerd worden met een bepaald probleem, en er dienen zich twee alternatieven aan. De ene oplossing blijkt effectiever te zijn dan de andere, dat wil zeggen leidt met meer zekerheid en/of minder moeite tot de gewenste oplossing. Het is dan rationeel om de meest effectieve oplossing te kiezen.

Om rationeel in optima forma te handelen zijn bij een beslissingstheoretisch gemodelleerde situatie steeds drie vragen te stellen:

- a Is het model *adequaats met betrekking tot de informatie?* (Bevat het duidelijke en voldoende informatie ten aanzien van het probleem en de andere actoren?)
- b Is het model *adequaats met betrekking tot de strategieën?* (Beschrijft het alle relevante handelingen en levert het de 'goede' handeling op, gezien vanuit de verschillende actoren?)
- c Is het model *adequaats met betrekking tot de preferenties?* (Worden de waarderingsfactoren die meespelen bij de 'uitbetalingen' goed weergegeven?)

De eerste twee vragen spreken voor zich – zij hebben een 'technisch' karakter. Bij de derde vraag doen zich extra problemen voor. Vaak wordt de preferentie (waardering) aan kwantiteit (geld) gekoppeld. Is dat altijd mogelijk? Het is de vraag of op die manier wel alle waarderingsfactoren meegenomen worden. Bovendien, hoe kunnen we verschillende preferenties met elkaar vergelijken?

De gebruikelijke werkwijze is dat al die verschillende factoren uitgedrukt worden in een getal. Dat getal geeft de mate van 'utility' ('nut', 'opbrengst') weer. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een *economische* aanpak. Die komt op het volgende neer:

- 1 Alles is vergelijkbaar. Gegeven twee willekeurige keuzen moet de speler één van de twee prefereren boven de andere of onverschillig zijn ten aanzien van beide.
- 2 Preferenties zijn transitief. Als een actor A prefereert boven B, en B boven C, dan prefereert hij ook A boven C.
- 3 Preferenties zijn stabiel. Ze worden niet beïnvloed door de context en andere actoren.

We hebben al gezien dat de eerste voorwaarde twijfelachtig is. Niet alle

zaken zijn zonder meer vergelijkbaar. Hoe weeg je (om een voorbeeld van Sartre te gebruiken) bij een beginnende oorlog de keuze voor het dienst nemen in het leger af tegen het thuis verplegen van je zieke moeder, die niemand heeft om haar te helpen? *Moraal*: als men een situatie beslissingstheoretisch wil aanpakken, dan moet men de vergelijkbaarheid van de verschillende factoren goed in de gaten houden. Daarbij kan men tot de conclusie komen dat in bepaalde situaties dit geen geschikt model is voor het nemen van beslissingen.

Ook bij de tweede voorwaarde zijn de nodige vraagtekens te zetten. Mensen zijn lang niet altijd consistent in hun preferentiepatroon. Bovendien kunnen ze door de omstandigheden de transitiviteit van hun preferentiepatroon doorbreken. Stel dat ik een CD-uitvoering wil kopen van Haydns symfonie nr. 22 ('De Filosoof'); uitvoering A vind ik mooier dan uitvoering B, en ik prefereer B boven C. Toch koop ik C, want ik kan A niet betalen en C nog net wel. (Hierover is wel een discussie gaande; sommigen zeggen dat je de preferenties moet bepalen door prijs en kwaliteit te combineren.)

Nog sterker spelen de vraagtekens bij de derde voorwaarde. Preferenties zijn niet stabiel, ze veranderen onder invloed van: tijd, context, andere actoren.

Bij elk noemen we een voorbeeld. Bij de factor 'tijd' kunnen we denken aan een werknemer, die na een langdurige staking heel anders tegen een aanbod van de werkgever kan aankijken, dan iemand die pas begint met onderhandelen. Bij de factor 'context' valt te wijzen op de bewoners van de ex-DDR; vlak voor de val van de 'Muur' hadden ze andere preferenties dan een jaar later, toen ze opeens met alle voor- én nadelen van een kapitalistische wereld werden geconfronteerd. De invloed van 'andere actoren', ten slotte, zien we al bij kleine kinderen die met gekleurde houten blokken spelen; hoewel er geen verschil tussen die blokken is, wil het ene kind juist dat blok hebben waarmee het andere speelt. (Dit is een bekend sociaal mechanisme, ook wel 'mimesis' geheten: de waarde van iets neemt toe als anderen het ook willen hebben.)

Aan deze beschouwingen kunnen we enkele conclusies verbinden.

1. Beslissingstheorie is een nuttig instrument om in lastige situaties beslissingen te genereren. Ze is echter niet altijd geschikt. In bepaalde gevallen kan de werkelijkheid niet op een beslis- of speltheoretische manier worden gemodelleerd.

2. In gevallen waar deze theorie wel gebruikt wordt, plaatst ze beslissingen in een bepaalde mal. Ze schrijft daardoor voor hoe iemand zijn situ-

atie zou moeten interpreteren en hoe hij zou moeten handelen. Het effect daarvan is dat meer dan nodig is beslissituaties als vechtrelaties gedefinieerd worden. Dat geldt met name voor de speltheorie. Ook al is die prima geschikt voor competitieve omstandigheden, er gebeurt meer. Mensen worden ertoe verleid al hun probleemsituaties als een spel op te vatten ('we moeten de concurrent een stap voor blijven', 'als wij het niet doen, doet iemand anders het wel'). Daardoor wordt de oorspronkelijke probleemtoestand herschreven in een situatie waarop alleen de norm van concurrentie van toepassing is. En zoals aan het Prisoner's Dilemma te zien valt, kan dat leiden tot collectief onwenselijke gevolgen.

3. Het uitgangspunt van de beslissingstheorie is de actor (of groep) die individualistisch de eigen belangen nastreeft, los van de context en andere actoren. Daardoor ontstaat een interpretatie van de werkelijkheid, het handelen, de voorkeuren, die nadelen heeft: rationaliteit als eenzaamheid. Feitelijk kan die interpretatie onjuist zijn, normatief onwenselijk, en cultureel een doodlopende weg. Is het mogelijk op een andere manier naar de rationele actor te kijken? Die mogelijkheid is er – er zijn er zelfs twee. We beginnen in de volgende paragraaf met het denken van Jürgen Habermas en later gaan we in op enkele ideeën van Alistair MacIntyre.

1.8 COMMUNICATIEF HANDELEN

Iemand die veel werk heeft gemaakt van het begrip 'rationaliteit' is Jürgen Habermas. Op zijn monumentale boek *Theorie des kommunikativen Handelns* (bijna 1200 pagina's) gaan we nu kort en onvolledig in.¹⁴ Habermas levert daarin een fundamentele kritiek op de uitgangspunten van het rationele handelen zoals we die tot nu toe gezien hebben. Niet door al deze opvattingen af te wijzen – binnen bepaalde domeinen zijn ze ook in zijn ogen bijzonder waardevol – maar door de grenzen van deze domeinen aan te geven.

Habermas maakt daartoe onderscheid tussen instrumenteel, strategisch en communicatief handelen. De eerste twee zijn we in het voorafgaande uitgebreid tegengekomen; het instrumentele handelen in het verlengde van probleemoplossen en beslistheorie, het strategische handelen vooral bij de speltheorie.

Het *instrumenteel handelen* is de kern van veel probleemoplossingsmethoden. Het is een type handelen dat kan worden gekarakteriseerd als het bewerkstelligen van effecten, het opvolgen van technische adviezen, het werken volgens technische inzichten, of het realiseren van voorwaarden.

Bij dit type hoeft niet alleen aan natuurwetenschappelijke technologieën gedacht te worden. Het komt ook voor in het sociale domein, wanneer 'wetmatigheden' die de sociale wetenschappen hebben ontdekt, in de samenleving worden gebruikt om problemen aan te pakken (sociale technologie). Zo kan kennis van de voorwaarden waaronder mensen van biermerk veranderen (bijvoorbeeld reclame gebaseerd op status) als instrument ingezet worden om het gedrag van mensen te wijzigen.

De werkwijze komt op het volgende neer. Er wordt een diagnose van het probleem gesteld door eerst het probleem te definiëren, de oorzaken ervan te analyseren en te kijken wat er aan gedaan kan worden. Dit alles gebeurt binnen een bepaald normen- en waardepatroon, want zeker bij het formuleren van de gewenste oplossing zijn er maatstaven nodig. Het gehanteerde waardesysteem is min of meer een gegeven dat verder niet ter discussie staat. Het instrumenteel handelen vindt plaats door startend bij de begintoestand met bepaalde middelen toe te werken naar de gewenste eindtoestand. Als het doel langs verschillende wegen kan worden bereikt, dan wordt de meest effectieve weg gekozen, waarbij beschikbaarheid en kosten van de middelen een doorslaggevende rol spelen. De kern van het instrumentele handelen is daarom een *rationele keuze van de beschikbare middelen*. Het in 1.4 behandelde model van Newell en Simon is een duidelijk voorbeeld van deze gang van zaken.

Waar bij het instrumenteel handelen vooral de keuze van de middelen centraal staat, komt bij de beslissingstheorie de *rationele keuze van de doeleinden* meer in het vizier. In de beslissingstheorie stelt de actor zich de vraag wat hij moet doen om een optimaal resultaat te bereiken. Hij moet dus kijken welke gevolgen zijn handelingsalternatieven hebben en welk alternatief de hoogste opbrengsten oplevert. Dat gebeurt tegen de achtergrond van het gegeven waardesysteem van de actor. Dit waardesysteem biedt hem de mogelijkheid om zijn preferenties te ordenen. Habermas gebruikt voor deze denkwijze de term *doelrationeel handelen*. Het waardesysteem van de actor staat hierbij nog steeds niet ter discussie, de werkelijkheid waarin de actor handelt is nog steeds de 'natuurlijke', objectief gegeven omgeving.

Na de beslissingstheorie zijn we overgestapt op de speltheorie. De noodzaak hiertoe volgde uit het gegeven dat de actor niet alleen in de wereld staat. Zijn omgeving wordt meebepaald door andere handelende actoren. Wat de een doet kan van beslissende invloed zijn op de resultaten van iemand anders. Actoren hebben dikwijls te maken met een strategische situatie, waarin zij rekening moeten houden met de wederzijdse inwerking van hun beslissingen en handelingen. Dit betekent dat zij zich

zullen moeten inleven in elkaars handelingsalternatieven en in elkaars waarderingen van de mogelijke uitkomsten. Zij zullen zich in elkaars situatie moeten verplaatsen om te begrijpen waarom de ander op een bepaalde manier zal handelen, om te weten welk waarderings- en betekenisstelsel de ander hanteert. Habermas noemt dit type handelingen *strategisch handelen*. Ook hier worden die waarderingssystemen als zodanig niet aan de orde gesteld, zij blijven een vaststaand gegeven.

We zetten de twee typen in een aantal kernwoorden naast elkaar⁵:

instrumenteel & doelrationeel handelen	strategisch handelen
actor – omgeving	actor – actor
problem solving & beslissingstheorie	speltheorie
dingen/gebeurtenissen	personen/tegenspelers
(sociale) technologie	strategisch opereren
doel/middelenrationaliteit	doel/middelenrationaliteit

Habermas heeft twee punten van kritiek op deze aanpak van het rationele handelen. Volgens hem is de aanpak niet rationeel genoeg, niet bij het begin en ook niet bij het einde.

Bij het begin: De werkelijkheid wordt als een objectief gegeven aangenomen, de waarden als een subjectief gegeven. Habermas' kritiek daarop is dat wat we onder werkelijkheid en waarden willen verstaan mede het gevolg is van de wijze waarop mensen ze cultureel geleerd hebben te interpreteren. Over de (rationele) kwaliteit van die *interpretaties* valt in zijn ogen altijd een robbertje te vechten.

Bij het einde: Er wordt gestreefd naar een eenzijdig gedefinieerd *resultaat* – de maximalisering van de verwachte opbrengst. Volgens Habermas is deze 'doelrationele' een weliswaar belangrijke, maar beperkte vorm van rationaliteit. Dit omdat ze de privé-gedefinieerde doeleinden van de individuele actor te veel centraal stelt.

Daarom is volgens hem een aanvulling, zo niet een alternatief, nodig: *communicatieve rationaliteit*. Deze beschouwt hij in de woorden van Kunneman:

als een kenmerk van het handelen van sociale actoren die een gemeenschappelijke definitie van de werkelijkheid nastreven via het wederzijds in het geding brengen van kritiseerbare geldigheidsaanspraken, waarvoor desgewenst *redenen* aangevoerd kunnen worden, die argumentatief op hun houdbaarheid kunnen worden getoetst.¹⁶

Communicatief handelende personen proberen onderlinge overeenstemming te bereiken over datgene wat voor hen als werkelijkheid geldt. Zij onderhandelen als het ware over de kwaliteit en relevantie van hun betekenis- en waardesystemen. Daarmee wordt het eerste punt van kritiek aangepakt.

Ook het tweede punt van kritiek op het instrumenteel/strategische handelen geldt niet voor Habermas' theorie. Bij het communicatieve handelen zijn de actoren er niet zozeer op uit om te 'winnen', maar om een *consensus* te vinden. Het mechanisme dat hieraan ten grondslag ligt noemt Habermas, tamelijk onvertaalbaar, 'Verständigung'. Op basis van de bereikte overeenkomst kunnen de actoren hun handelingsplannen en handelingen op elkaar afstemmen.

In dit uitgangspunt ziet Habermas tevens een handvat om de moderne tijd te analyseren. Zijn theorie van het communicatieve handelen heeft niet alleen betrekking op een vorm van handelen die in de praktijk kan voorkomen (empirisch), ze levert ook een maatstaf op om kritisch na te gaan in hoeverre macht en belangen zich tegen mensen kunnen keren (normatief).¹⁷

Voor Habermas is de werkelijkheid niet een neutraal gegeven, zijn waarden niet zonder meer vanzelfsprekend, zijn de manieren waarop mensen hun situatie ervaren niet alleen beslissingstheoretisch te modelleren. Zijn theorie houdt daar rekening mee door in het overleg tussen mensen (Verständigung) op drie fronten te werken.

Het overleg dat tussen de actoren moet plaatsvinden heeft daarom niet alleen te maken met de definitie van de objectieve werkelijkheid (zijn we het eens over de feiten?), maar ook met de definitie van de waarden en normen (zijn we het eens over de richting die we zullen inslaan?), ja zelfs met die van de 'esthetische' gevoelens (voelen we ons als persoon in deze gang van zaken op onze plek?). Habermas spreekt respectievelijk over:

- 1 cognitief-instrumentele rationaliteit;
- 2 moreel-praktische rationaliteit;
- 3 esthetisch-praktische rationaliteit.

In al deze dimensies (respectievelijk feiten, waarden en emotionele ervaringen) kunnen mensen uitspraken doen, daarvoor hun redenen aangeven, en die met elkaar bediscussiëren. Bij de beweringen die ze doen,

maken ze aanspraak op geldigheid, juistheid en waarachtigheid. Anderen kunnen daarop doorgaan door naar verdere redenen en verklaringen te vragen. Zonder dwang van buiten ('herrschaftsfrei') dient het betere argument de doorslag te geven.

Met behulp van deze ideeën weet Habermas 'rationeel handelen' uit te breiden, zodat niet alleen instrumentele en strategische rationaliteit de boventoon voeren, maar er ook plek is voor een rationele discussie over waarden en normen, evenals over de eigen gevoelens en ervaringen. Daarmee laat hij zien dat de invulling van rationaliteit als effectiviteit niet volledig is, maar dat rationeel handelen breder is. Vanuit dit gezichtspunt is een kritische maatstaf te ontwikkelen voor de procedures die de technoloog (sociaal of niet) gebruikt om de werkelijkheid te veranderen:

in hoeverre zouden alle betrokkenen het ermee eens geweest zijn als zij zonder dwang aan de discussies en de besluitvorming hadden deelgenomen.

Het rationeel aanpakken van problemen krijgt met dit alles een ruimere status. De eenzame actor wordt te midden van anderen gezet. Hij staat er niet alleen voor en kan meer aspecten van zichzelf aanspreken dan alleen (enge) belangenbehartiging. Zij het op een abstract niveau, er worden eisen gesteld aan de kwaliteit van het handelen en aan de kwaliteit van de onderlinge verhoudingen. Dit is een belangrijk punt als we het later gaan hebben over de kwaliteit van professioneel handelen. Maar ook praktisch kunnen deze ideeën al lonend zijn. Een voorbeeld kan dit verduidelijken.

Een voorbeeld – De voorgaande basishoudingen kunnen we in een schema onderbrengen.¹⁸ Daarbij maken we gebruik van twee dimensies. De ene wordt geleverd door het aantal actoren (één of meer), de andere door de aard van de preferenties (vastliggend of veranderbaar).

		aantal actoren	
		I	>I
preferenties	vast	I: instrumenteel	II: strategisch
	bediscussieerbaar	IV: ???	III: communicatief

Tot een van de volgende hoofdstukken laten we de twijfelende actor (IV) met rust. We concentreren ons op de overige drie posities. Laten we als

voorbeeld een bedrijf nemen dat hoogwaardige elektronische apparatuur maakt. Het beschikt over een technische staf, een commerciële staf en een ruime klantenkring. De klanten komen met klachten bij de commerciële mensen – de apparatuur doet niet wat zij ervan verwachten. In dezelfde termen komt het vraagstuk bij de technici te liggen, die onmiddellijk aan het werk gaan om te kijken wat er zoal mis is. Er blijkt niets aan de apparatuur te mankeren. Dan zal het wel aan de handleiding liggen. Er wordt een nieuwe geschreven, maar de klachten blijven. Voor de commerciële mensen wordt de situatie onhoudbaar; de klanten lopen weg, de concurrent spint er garen bij.

Dit voorbeeld bevat een aantal interessante aspecten. Het laat zien hoe sterk in het technologisch handelen een instrumentele tendens aanwezig is. (Klassieke) ingenieurs zijn geneigd ieder probleem op te vatten als een probleem van type I en al hun energie aan deze methodiek te spenderen. Ook de problemen die door de instrumentele werkwijze worden opgeroepen worden instrumenteel aangepakt. Hoewel deze aanpak voor de hand ligt, kan hij bijzonder onvruchtbaar zijn, omdat niet elk probleem instrumenteel van aard is. Een dergelijke werkwijze kan, met andere woorden, leiden tot onjuiste probleemdefinities en inadequate handelingen; ze kan zelfs haaks staan op de meer strategische inzet van de commerciële afdeling.

Bij de commerciële afdeling – waar eveneens professionals aan het werk zijn – staat niet zozeer het instrumentele denken, maar de strategische inzet centraal. Hier draait het om het overleven van de organisatie in competitie met andere bedrijven. Omdat analoog aan het voorgaande niet elk probleem strategisch van aard is, kan overmatige nadruk op een strategische werkwijze evenzeer leiden tot onjuiste probleemstellingen en inadequate handelingen. Te veel nadruk op de commercie kan in strijd komen met de technische kwaliteit van de producten en productieprocessen, en de instrumentele inzet van de technische afdeling frustreren.

In situaties, zoals in dit voorbeeld beschreven, is het verstandiger dat de afdelingen met de potentiële klanten rond de tafel gaan zitten om via het proces van communicatief handelen de verschillende ideeën, verwachtingen, belangen en voorkeuren boven tafel zien te krijgen en te verzoenen. Nu verlopen dergelijke processen meestal moeizaam; het is niet eenvoudig om achter eigen en andermans 'gelijk' te komen. (Uiteindelijk bleek dat het bedrijf een verkeerd beeld had van de wensen en verwachtingen van de klanten.) Maar ze kunnen veel opleveren: een betere definitie van het probleem, een betere analyse van de wederzijdse verwachtingen, een (h)erkenning van de verschillende houdingen. Op grond van de

theorie van Habermas valt een beter ondernemingsklimaat te bereiken en is zelfs winst te maken.¹⁹

1.9 PRAKTIJKHANDELEN

Leert Habermas ons de context van beslissingen uit te breiden naar andere betrokkenen en daar kwaliteit bij te eisen, er is ook een uitbreiding (en inperking) in een andere richting te maken: die van de inhoud van het werk. In het voorafgaande werd de indruk gewekt dat handelen en beslissen overal dezelfde aard en structuur hebben. Dat is niet het geval. Een arts doet heel ander werk dan een informaticus. Het soort problemen dat ze aanpakken is verschillend, de methodieken zijn heel anders, de criteria voor succes lopen radicaal uiteen. Hoe kunnen we deze verschillen verdisconteren?

Ingenieurs en professionals werken niet in het luchtledige, maar in een lange traditie van probleembenaderingen en -oplossingen. Daarbinnen zijn standaarden voor probleemdefinities en normen van bekwaamheid ontwikkeld, waaraan beroepsbeoefenaren getoetst worden. Deze constellatie noemen we met MacIntyre een *praktijk*.²⁰ We gaan na wat hij daaronder verstaat:

[A practice is] any coherent and complex form of socially established cooperative human activity through which goods internal to that form of activity are realized in the course of trying to achieve those standards of excellence, which are appropriate to, and partially definitive of, that form of activity, with the result that human powers to achieve excellence, and human conceptions of the ends and goods involved, are systematically extended.

Enkele voorbeelden van praktijken zijn sporten zoals voetbal, kunsten zoals de schone letteren, wetenschappen zoals economie, natuurkunde, sociologie, professies zoals geneeskunde en landbouw. Binnen dergelijke praktijken worden allerlei activiteiten uitgevoerd: het nemen van strafschoppen, het schrijven van essays, het maken van onderzoeksvoorstellen, het poten van aardappelen, het verrichten van operaties. Praktijken zijn, en dat is het eerste deel van de definitie, maatschappelijk gevestigde vormen van gemeenschappelijke menselijke activiteiten, waarbinnen allerlei handelingen betekenis en waarde krijgen.

We gaan hierop door, door met name te vragen wat de waarden binnen een praktijk zijn. Bij MacIntyre heten deze 'goods internal to that form of activity'. Ook hier een voorbeeld, en wel dat van Oom Jan die zijn neefje leert schaken. Om het kereltje te motiveren belooft hij hem voor iedere

oefensessie een gulden, en bij winst in een partijtje een rijksdaalder. Het neefje, tuk op geld, leert het spel. In het begin zijn het vooral de externe beloningen die hem ertoe brengen om eraan mee te doen. Niets weerhoudt hem dan om te winnen buiten de schaakregels om. Als na geruime tijd de jongen het schaken behoorlijk onder de knie heeft, verandert zijn motivatie. Hij krijgt oog voor de intrinsieke waarde van het schaken – en hij voelt meer en meer de behoefte om in dit spel uit te blinken. Als hij nu bedrog pleegt is niet meer zijn oom het slachtoffer, maar hijzelf.

Bij een praktijk is algemener gezegd sprake van twee soorten 'goods':

- 1 *Externe beloningen*, zoals geld, prestige en macht. In hun verlengde zijn er verliezers en winnaars; het gevolg van de competitie om er beter van te worden.
- 2 *Interne beloningen*, die verbonden zijn met de aard van een praktijk; zoals schoonheid, elegantie, diepgang, originaliteit. Hier vindt ook competitie plaats, maar van een andere orde – om uit te blinken en om de praktijk verder te brengen. Het resultaat daarvan komt in principe iedere praktijkparticipant ten goede.

Excelleren in een praktijk betekent niet zozeer veel geld verdienen (dat is soms een neveneffect), maar vakbekwaamheid tonen, het terrein verder brengen, door vakgenoten bewonderd worden. Om de kwaliteit van dergelijke prestaties te kunnen beoordelen dient men uiteraard verstand te hebben van het betreffende domein. Om de diepgang van een Fischer en de originaliteit van een Bronstein te kunnen waarderen moet men zelf behoorlijk kunnen schaken.

Intreden in een praktijk vereist het aanvaarden van de autoriteit van de daar heersende standaarden en het erkennen van de (in)adequaatheid van de eigen kundigheden. De persoonlijke attitudes, keuzen, voorkeuren en smaken komen op de tweede plaats, de regels van de praktijk domineren. Praktijken hebben een 'lokaal' karakter, met eigen regels en begrippen. Iemand die begint te sporten, te musiceren, wetenschappelijk onderzoek te doen, gaat door een initiatierite om deel uit te kunnen maken van die praktijk.

Praktijken hebben niet alleen een lokaal karakter, ze hebben ook een geschiedenis. Sporten, wetenschappen en kunsten zijn niet steeds hetzelfde geweest. Hun centrale begrippen zijn niet onveranderlijk, hun standaarden niet immuun voor kritiek, hun regels niet vast. Integendeel, naar hun aard zijn zij erop uit de traditie verder te brengen, het domein rijker te maken. In de definitie heet dat de systematische uitbreiding van de 'ends and goods involved'.

Praktijken vereisen samenwerking. Om ingeburgerd te raken moet

men met anderen voortbouwen op de groten in het verleden, en met de tijdgenoten zich scharen onder de autoriteit van de beste maatstaven die nu aanwezig zijn. Heel anders dan de eenzame actor die alleen uit is op individuele winstmaximalisatie. Het beeld dat nu van de rationele actor ontstaat is veel meer gedifferentieerd. Zo groeien architecten op in een specifieke context, waarin hun geleerd wordt wat het betekent een goed en mooi gebouw neer te zetten, en waarin door hun collega's met argusogen naar hun producten wordt gekeken.

Met het begrip 'praktijk' hebben we iets in handen om op een nieuwe manier naar handelen te kijken. Handelen in een praktijk moet geleerd worden. Bovendien moet het aan hoge (vooral interne) maatstaven voldoen. De relatieve onafhankelijkheid van praktijken ten opzichte van elkaar laat duidelijk het heterogene karakter van professionele activiteiten uitkomen. Per praktijk verschilt de aard en structuur van het handelen. Deze onafhankelijkheid wijst erop dat er grensverkeer tussen praktijken onderling en tussen een praktijk en de maatschappij kan voorkomen, met allerlei mogelijkheden tot onbegrip en conflict. Van beide situaties geven we een voorbeeld.

Het grensverkeer tussen praktijken: In een ziekenhuis kan er een conflict ontstaan tussen een chirurg, die zich met technische hoogstandjes tegenover collega-chirurgen wil bewijzen, en de ziekenhuispsycholoog, die wil laten zien hoezeer hij het vermogen van een patiënt om met het lijden om te gaan kan versterken. Beiden interpreteren de situatie van de patiënt en wat telt als geslaagde uitkomst verschillend.

Het grensverkeer tussen praktijk en maatschappij: Hoewel praktijken gedefinieerd worden door hun eigen standaarden van voortreffelijkheid, betekent dat niet zonder meer dat ze maatschappelijk of moreel van een hoog kaliber zijn. Neem het boksen. Cassius Clay oftewel Mohammed Ali was een voortreffelijk pugilist, een voorbeeld en inspirator voor vele andere bokkers. Hij heeft de normen voor excellentie opgeschroefd. Is boksen daarmee moreel ook boven elke twijfel verheven? Dat hoeft niet het geval te zijn; men kan zeer wel beargumenteren dat het neerslaan van de ene mens door de ander, ook al is dat keurig gereguleerd, niet deugt.

Deze voorbeelden wijzen op een punt dat later aan de orde komt, wanneer we het hebben over de kwaliteit van professioneel handelen. Het blijkt dat er drie typen beoordeling mogelijk zijn:

- deugt een handeling instrumenteel,
- voldoet ze aan de norm van de betreffende praktijk,
- heeft ze maatschappelijke kwaliteit?

Praktijken verschillen niet alleen van elkaar, maar ook van *instituties*. Deze twee mogen van MacIntyre niet verward worden. Schaak, natuurkunde en geneeskunde zijn praktijken; schaakclubs, laboratoria, universiteiten en ziekenhuizen zijn instituties. Instituties zijn vooral belangrijk voor wat eerder de 'externe beloningen' zijn genoemd. Zij zorgen voor het geld en de randvoorwaarden waarbinnen praktijken kunnen floreren en soms, bij bezuinigingen, onderdrukt kunnen worden. Door de macht die instituties hebben, kunnen ze de aard van praktijken gaan overvleugelen.

Een blik op de situatie van oude en nieuwe ingenieurs kan dit verduidelijken. Deze professionals worden opgeleid in hun 'praktijk'. Ze moeten de elektrotechniek verder brengen, de werktuigbouw, de geneeskunde, de bestuurskunde. Ze leren gelijk opgaand met vaktechnische bekwaamheden ook kwaliteitsstandaarden. Ze maken zich de normativiteit van hun gebied eigen – net zoals de schaakspeler, de componist, de academische onderzoeker. In tegenstelling tot dezen bevinden ze zich vaak in een lastig krachtenveld. Is bij de anderen de rol van externe beloningen over het algemeen niet problematisch (vooral als ze weinig aan geld hechten) en kunnen zij zich wijden aan de intrinsieke beloningen, bij technologen in grote organisaties is het vaak net andersom. Hoe intrinsiek hun beloning ook kan zijn, in de normale gang van zaken worden ze vooral gemeten aan de opbrengst voor de institutie: het bedrijf of de samenleving. De instituties eisen hun tol. We komen er later op terug.

1.10 SAMENVATTING

Ingenieurs definiëren zichzelf vaak als klussendoeners en probleemoplossers. 'Klassieke' ingenieurs vooral in instrumentele termen, 'nieuwe' in instrumentele en strategische. Dit zelfbeeld is in dit hoofdstuk uitgespit. Hoewel er met de methoden en technieken die vanuit deze gezichtspunten zijn ontwikkeld een heel eind valt te komen, is er meer mogelijk:

- 1 inzicht in de relatie met het eigen gebied van deskundigheid;
- 2 inzicht in de aard van de relaties met andere actoren.

Om deze twee punten uit te werken hebben we het praktijkidee van MacIntyre en het communicatieve handelen van Habermas erbij gehaald. We vatten het voorgaande samen in een schema:

	Typen	Probleemdefinitie	Aard normativiteit
Handelen	instrumenteel, strategisch	in de ogen van de actor	aangetroffen preferenties; nutsmaximalisatie
	praktijk	in de context van het vakgebied	standaarden van excellentie
	communicatief	door alle betrokkenen	consensus t.a.v. waarheid, juistheid en authenticiteit

Op grond van deze indeling kunnen we nu verschillende typen vragen aan de orde stellen:

– Hoe staat het met de relatie tussen wetenschap en techniek? Wat betekent de eerder gedane uitspraak: 'Een moderne professional heeft een wetenschappelijke ondergrond'?

– Hoe zit het met de kwaliteit van professioneel handelen, nu we onderscheid kunnen maken tussen instrumenteel, strategisch, communicatief en praktijkhandelen?

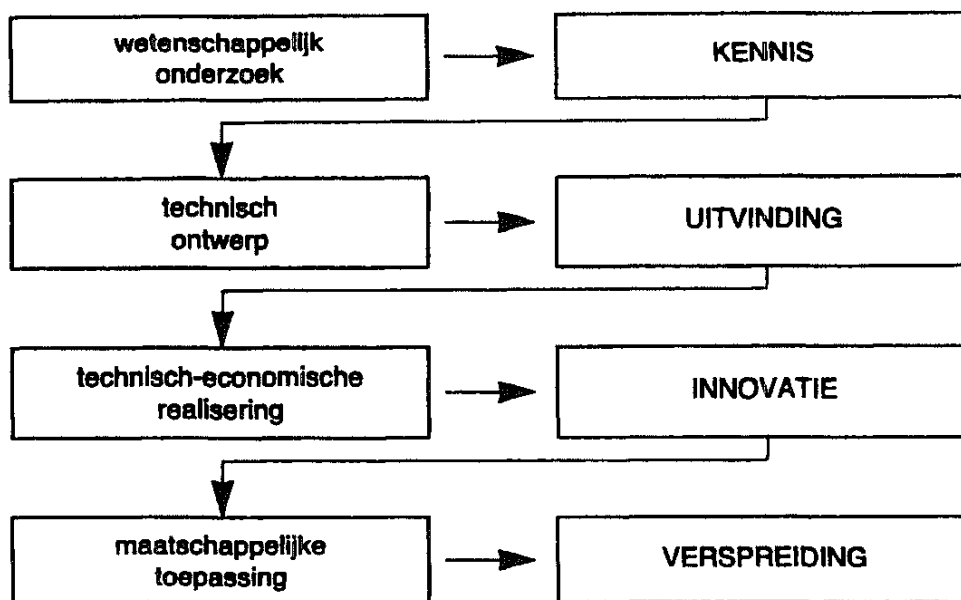
– Hoe valt er te denken over de beslissingen ten aanzien van technologisch handelen en de effecten ervan? Dit lastige probleem stellen we uit tot het laatste hoofdstuk. Lastig, omdat technologie pretendeert oplossingen te bieden voor problemen die in de samenleving en cultuur leven, terwijl die oplossingen de samenleving en cultuur veranderen.

Het volgende hoofdstuk gaat in op de relatie tussen wetenschap en technologisch handelen. We zullen nagaan wat de aard is van informatie en wetenschappelijke kennis die een ingenieur gebruikt of ontwikkelt. En we zullen ons afvragen welk zelfbeeld daaronder zit.

2 Informatie en wetenschap voor de ingenieur

2.1 INLEIDING

Oude en nieuwe ingenieurs verrichten hun werk bij voorkeur op wetenschappelijke grondslag. Daarmee hebben ze vaste grond onder de voeten en een zekere garantie voor de kwaliteit van hun technologische werk. Volgens een opvatting die zowel bij ingenieurs als bij techniekfilosofen veel voorkomt zit technologie tussen wetenschap en maatschappij in. In schema:



Opmerkelijk aan dit schema is de bepalende rol aan het begin van (natuur)wetenschap. De kennis die daar verkregen wordt is betrouwbaar, neutraal en nuttig voor het maken van technische hoogstandjes. Techniek is in deze opvatting een vorm van toegepaste wetenschap.

In dit hoofdstuk vragen we ons af hoe de relatie is tussen informatie, wetenschap en technologisch handelen. Over die relatie valt aanmerkelijk meer te zeggen dan het bovenstaande model suggereert. Om het

in termen van het vorige hoofdstuk te zeggen: dit model is gebaseerd op het idee van instrumenteel (doel-middel) handelen. Naast instrumenteel handelen hebben we het daar ook gehad over probleemoplossen, communicatief handelen en praktijkhandelen. Hoe kunnen we daar meer greep op krijgen, hoe kunnen we dat bredere spectrum verdisconteren?

Een invalshoek die we uitgebreid aan de orde zullen stellen is die van de wetenschapsfilosofie. Daarbinnen is breed geanalyseerd wat de aard van wetenschap is. Er kunnen drie hoofdstromingen onderscheiden worden (elk uiteraard met vele uitwerkingen en varianten): het logisch-positivisme, dat vlak voor de Tweede Wereldoorlog door een groep wetenschappers in Wenen (Wiener Kreis) werd geformuleerd; het kritisch-rationalisme, dat door Karl Popper in de jaren daarna werd opgebouwd; en de paradigmatische aanpak van Thomas Kuhn, die vervolgens verscheen.² Van elke opvatting worden de basisideeën besproken, de manier waarop men de wetenschappelijke onderzoeker ziet, en de maatschappelijke implicaties. Maar vooral wordt aangegeven wat deze stromingen betekenen voor het denken over technologie. Afhankelijk van de wetenschapsopvatting varieert namelijk het zelfbeeld van de ingenieur.

Daaraan voorafgaand gaan we in op een aspect dat in het vorige hoofdstuk wel genoemd is, maar verder niet besproken: de aard van informatie die de ingenieur inwint om te handelen. Bij voorkeur is die informatie neutraal (ten aanzien van verschillende standpunten) en betrouwbaar (ten aanzien van de probleemsituatie). Het is de vraag of dit beeld van informatie wel klopt. Zijn er net als bij handelen meerdere gezichtspunten mogelijk? Het antwoord zal bevestigend luiden.

Om drie redenen is het belangrijk de aard van informatie onder de loep te nemen. De eerste is van 'technische' aard. Beter inzicht in de aard van informatie kan de ingenieur in zijn werk behulpzaam zijn. De tweede reden is filosofisch van karakter. In het vorige hoofdstuk zijn we de kritiek van Habermas op de (vermeende) objectiviteit van onze kennis tegengekomen. Zijn gedachte is dat mensen uiteenlopende (culturele) interpretaties van de werkelijkheid hebben en dat over de kwaliteit ervan valt te discussiëren. Dit gezichtspunt verdient de nodige aandacht. De derde reden heeft een methodische achtergrond. Door een aantal aspecten van informatie (kennis, werkelijkheid, interpreterende gemeenschap) te onderscheiden hebben we een instrument in handen om dit hoofdstuk op een zinnige manier te structureren.

2.2 VAN INFORMATIE TOT SEMIOTIEK

Iemand die doelgericht handelt krijgt te maken met allerlei informatie die verwerkt en op bruikbaarheid geselecteerd moet worden. Te denken valt aan de bedrijfscijfers over het afgelopen jaar, analyses van problematische situaties, adviezen, resultaten van experimenteel onderzoek, politieke gegevens. De informatie, zo is het gangbare idee, moet vooral *adequaat* zijn. 'Adequaat' betekent volgens de Van Dale: 'overeenstemmend met het voorbeeld of met het object, gelijkwaardig'. Met andere woorden, de informatie moet de werkelijkheid correct weergeven. Gewoonlijk gaan we ervan uit dat zoiets mogelijk is, in zowel het gewone leven, de wetenschap als de techniek. We veronderstellen dan dat er een van ons onafhankelijke werkelijkheid bestaat, die ondubbelzinnig kan worden beschreven. We noemen dit standpunt het *naïefrealisme*.

Een tafel is een tafel, aldus het naïefrealisme. Kijken we echter nauwkeuriger, bijvoorbeeld door de ogen van achtereenvolgens een timmerman en een theoretisch fysicus, dan zien we heel verschillende zaken in de werkelijkheid. De eerste wordt geconfronteerd met stevig materiaal, de tweede vooral met lege ruimte. Nog ingewikkelder is het met termen als 'universiteit'. Is het de verzameling gebouwen op een bepaald terrein? Is het de verzameling van docenten en studenten? Blijkbaar is zo'n begrip niet met een brede armzwaai aan te duiden. Veel begrippen blijken niets anders dan constructen te zijn. De inhoud van dat construct hangt af van een bepaald perspectief waarbinnen dat begrip wordt opgespannen. Toch gaan we in de praktijk meestal aan deze problemen voorbij, en redeneren we 'naïefrealistisch'. De kern daarvan kunnen we als volgt samenvatten:

- 1 er bestaat een unieke wereld van fysische objecten (bomen, gebouwen, computers) met hun onderlinge relaties (feiten, situaties, verschijnselen);
- 2 de objecten bestaan niet alleen als men ze waarneemt, maar ook als ze niet worden waargenomen. Met andere woorden: ze zijn onafhankelijk van onze waarneming;
- 3 de zintuigen nemen de werkelijkheid weer zoals ze is. In het algemeen kunnen we dus zeggen dat onze kennis van de werkelijkheid een solide basis heeft;
- 4 de waarheid van uitspraken over objecten en hun relaties (beschrijvingen van de werkelijkheid) kan worden bepaald door zintuiglijke waarneming;
- 5 de wereld wordt op een objectieve manier in de taal weerspiegeld.

We kunnen nu op twee manieren over realisme spreken: (a) met betrekking tot de waarneming (punt 2 en 3); (b) met betrekking tot de taal (punt 4 en 5). Beide gaan we nader bekijken.

Realisme in de waarneming – De naïeve theorie van de waarneming zouden we kunnen samenvatten met de term ‘*fototoesteltheorie*’. Volgens deze theorie is de waarneming:

- inactief (het oog registreert slechts);
- receptief (waarnemen is binnen-laten-komen);
- mechanisch (waarneming is een fysisch proces);
- solitair (de waarnemer doet het alleen; er zijn geen culturele determinanten);
- momentaan (het verleden speelt niet mee).

Onze alledaagse opvatting over waarnemen, en zoals we later zullen zien die van de logisch-positivisten, staat hier heel dicht bij. Toch kloppen er heel wat dingen niet. Dat blijkt uit de volgende serie verschijnselen.³

– We zien de dingen vaak niet zoals ze in de werkelijkheid zijn (of althans denken dat ze zijn). Wie een ronde tafel van een afstandje bekijkt, ziet in feite geen rond maar een ovaal oppervlak. Conclusie: *de waarneming wordt gekleurd door verwachtingen.*

– Bij beweging verandert het netvliesbeeld continu. Toch zien we de eigenschappen van dingen als constant. Conclusie: *de waarneming is constructief, niet alleen receptief.*

– Zelfs bij een niet veranderend netvliesbeeld kan er toch iets anders worden waargenomen. Bekend zijn de plaatjes uit de Gestalt-psychologie: een vaas die opeens twee gezichten blijkt te zijn; de eend die een haas wordt; de oude vrouw die heel jong blijkt. Conclusie: *de waarneming is actief, niet alleen passief.*

– Vraag een boswachter in een bos wat hij ziet, en hij zal eindeloos veel verschillende bomen en planten noemen. Vraag het een willekeurige wandelaar en die zal met ‘groen’ en ‘frisse lucht’ reageren. Conclusie: *de waarneming is selectief en niet zo zeer mechanisch.*

– Uit hetzelfde voorbeeld blijkt dat culturele achtergrond en geschiedenis een rol bij de waarneming spelen. Conclusie: *de waarneming is kennis- en contextgebonden.*

De conclusie kan duidelijk zijn. De ‘fototoesteltheorie’ klopt niet. Waarneming is een veel gecompliceerder verschijnsel dan deze theorie denkt. Ook al is de waarneming relatief autonoom, we moeten Goethes en ook Poppers gezegde eraan toevoegen: ‘Das Sehen ist schon Theorie’.

Realisme in de taal – Taal heeft een groot aantal functies. Niet alleen beschrijven of standen van zaken weergeven, maar ook bevelen, verwachtingen oproepen, gevoelens uiten, beloften doen, bevelen geven. Zo kan een en dezelfde uitspraak verschillende functies (en betekenissen) hebben. ‘Het tocht hier’, zegt iemand. ‘Inderdaad’, kun je antwoorden. Toch zal deze constaterende reactie alleen niet adequaat zijn. Gewoonlijk proeven we in zo’n opmerking ook een emotionele component (‘ik vind dit onaangenaam’) en een verzoek (‘doe de deur dicht’).

Laten we ons beperken tot de constaterende functie, tot de taal als beschrijving van de werkelijkheid.⁴ Ook in dat opzicht is het naïef realisme slechts beperkt houdbaar. Het zegt dat we de werkelijkheid kunnen beschrijven zoals die in haar objectiviteit is. Nemen we als voorbeeld de werkloosheidscijfers in Nederland. Deze ‘beschrijven’ het aantal werklozen in dit land. Is dat een objectieve zaak? Er zijn verschillende definities in omloop van wat een werkloze is, waardoor het Centraal Bureau voor de Statistiek andere cijfers geeft dan bijvoorbeeld het FNV. Blijkbaar is er niet zoiets objectiefs en unieks als ‘het aantal werklozen in Nederland’. Het hangt onder meer af van de definitie die gekozen is.

Het punt waar het om draait is dat ‘feiten’ alleen door middel van taal beschreven kunnen worden en niet direct toegankelijk zijn. Anders gezegd: *taal en het beeld van de werkelijkheid zijn niet onafhankelijk van elkaar*. Dat is niet alleen maar negatief; door de taal kunnen we juist interessante aspecten van de wereld oproepen. Aan de hand van Schuyt gaan we dat preciezer bekijken.⁵

Taal en werkelijkheid – Er bestaan vele manieren om naar de werkelijkheid te kijken; met die manieren zijn bepaalde ‘talen’ verbonden. De taal van een arts is anders dan die van een advocaat, die van een pastoor verschillend van een ondernemer. We kunnen eenzelfde verschijnsel met andere woorden op verschillende manieren beschrijven (conceptualiseren).

In het verlengde hiervan poneert Schuyt de volgende algemene regels:

1. Elke gebeurtenis, situatie of handeling kan op verschillende manieren worden beschreven, zonder dat men kan spreken van één juiste beschrijving.

2. De ‘juistheid’ van de beschrijving is afhankelijk van een probleemsituatie die opgelost moet worden, of van een ‘belang’ dat moet worden behartigd (pragmatische keuze).

3. Elke beschrijving verwijst zelf naar en is opgenomen in een meer omvattend referentiekader. Ze verwijst met andere woorden steeds naar een groter verband van regels, wetten en afspraken.

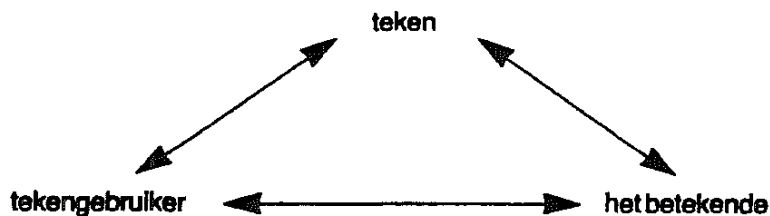
4. Dit referentiekader kent in meer of mindere mate een interne consistentie (de televisieregisseur van een voetbalwedstrijd kan veel minder dan een supporter volgens emotionele regels te werk gaan). Hoe explicieter een referentiekader is geformuleerd, zoals het geval is bij een wetenschappelijke gemeenschap, des te groter de interne consistentie zal zijn.

5. Eén maatschappelijke handeling, bijvoorbeeld het afsluiten van een contract, kan op verschillende fysieke manieren tot stand komen. De verschillen in de fysieke bewegingen (handjeklap, het tekenen met een pen, of de louter mondelinge afspraak) maken dat *niet* tot verschillende sociale handelingen. Hieruit volgt dat er geen één-op-éénverhouding bestaat tussen de fysieke bewegingen en de sociale handelingen, zodat deze dus niet tot elkaar getransformeerd kunnen worden.

Gebeurtenissen, handelingen, feiten krijgen hun betekenis en hun gewicht tegen de achtergrond van de talen die gesproken worden. Moeten we nu op zoek naar één beste versie van die talen of is het mogelijk verschillende versies tegelijk in het oog te houden? Rond deze vraag is een interessante invalshoek ontwikkeld door de logicus C.S. Peirce: de *semiotiek*. We geven deze weer middels een citaat van een ook literair bekende semioticus, Umberto Eco⁶:

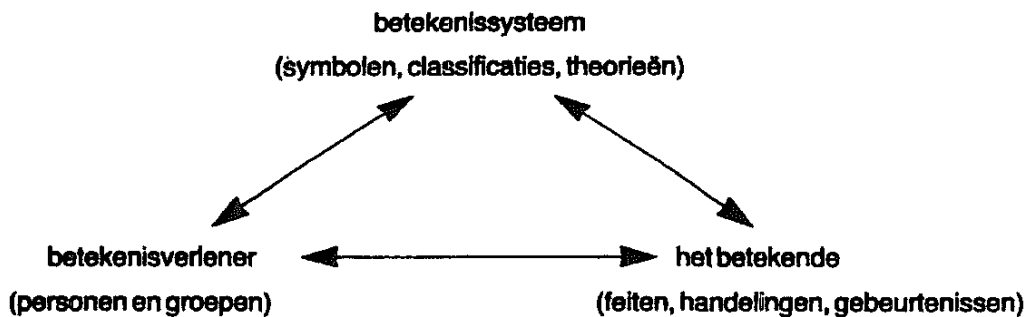
De mens beweegt zich in de maatschappij door middel van tekens. Onder tekens worden niet alleen woorden, maar ook gebaren, beelden, non-verbale geluiden, zoals het luiden van de klokken van de Big Ben, verstaan. Duidelijke voorwerpen (zoals vlaggen) die door de mens uitgedacht zijn om iets aan te duiden, zijn tekens, maar hetzelfde geldt ook, om maar gewonere voorbeelden te geven, voor een rookpluim die een brand verradt, de voetafdruk in het zand waaruit Robinson Crusoë kan opmaken dat er een man over het strand heeft gelopen, de aanwijzingen die Sherlock Holmes op het spoor van de moordenaar brengt.

Mensen zijn informatieleverende en informatieverwerkende wezens. Ze kunnen anderen sturen door een tekst, en ze worden ook zelf gestuurd door informatie die van buiten komt. Het tot zich nemen van informatie bestaat uit het opvangen én interpreteren van tekens. We vatten 'teken' daarbij als volgt op: een teken is iets dat *voor iemand*, in bepaalde opzichten of op grond van bepaalde eigenschappen, staat *voor iets anders*. (De voetafdruk is voor Crusoë iets dat staat voor de aanwezigheid van iemand anders. Rood licht is voor verkeersgebruikers een teken om te stoppen.) Schematisch:



We kunnen dit model eenvoudig uitbreiden naar maatschappelijke situaties. De tekengebruiker is niet geïsoleerd, maar maakt deel uit van sociale groeperingen. Zulke groepen hanteren hun eigen 'tekensystemen' waarmee ze de werkelijkheid beschrijven en interpreteren.

Het gebruik van een bepaald tekensysteem impliceert een bepaalde betekenis van de verschijnselen voor de tekengebruiker. We kunnen daarom beter van 'betekenissystemen' spreken. Hierbinnen liggen allerlei door de groep gehanteerde regels, waarden en belangen verankerd. We brengen ook dit in schema: het algemene *semiotische model*.⁷



Kenmerkend voor dit schema is de *dynamiek* ervan. Deze dynamiek speelt op twee gebieden, namelijk op een methodisch en een inhoudelijk vlak. Methodisch kunnen aan deze driehoek steeds nieuwe driehoeken gekoppeld worden. Zo kan het teken op zijn beurt als het betekende gezien worden, en door een andere betekenisverlener met een ander betekenissysteem geanalyseerd worden. Werktuigbouwkundigen werken met allerlei soorten materialen (het betekende) en bekijken die met behulp van onder meer trekformules. Wiskundigen op hun beurt kunnen die formules als het betekende beschouwen en vanuit hun betekenissysteem daar het nodige aan uitzoeken. Sociologen kunnen met behulp van hun begripssystemen op een ander punt van de driehoek proberen greep te krijgen, namelijk op de groep van werktuigbouwers. Enzovoort.

Echter niet alleen methodisch, ook inhoudelijk zit dit model vol dynamiek. Op allerlei manieren kunnen er veranderingen in de verhouding tussen de drie categorieën optreden. Dat kan door een nieuw of aangepast betekenissysteem (vergelijk de verandering die het roken op de werkplek

heeft gekregen; voorheen had de roker alle rechten, tegenwoordig de niet-roker). Dat kan door nieuwe gebeurtenissen (vergelijk nieuwe technologische vindingen zoals de auto, die grote invloed op wonen en werken van mensen heeft gehad). Dat kan door nieuwe groepssamenstellingen (vergelijk een nieuw bestuur dat schoon schip wil maken).

Als groepen of verhoudingen binnen een groep veranderen, dan verandert ook het gehanteerde betekenissysteem en daarmee de betekenis die aan bepaalde concrete kwesties en gebeurtenissen wordt toegekend, zelfs de aard van die concrete gebeurtenissen. Het gehanteerde schema maakt duidelijk dat de 'objectieve werkelijkheid' niet zomaar bestaat, maar slechts begrepen kan worden binnen een bepaald betekenissysteem.

Een voorbeeld kan dit verduidelijken. De verschijnselen rond het voetbalvandalisme krijgen pas in een betekenissysteem dat door een specifieke groep wordt gehanteerd hun eigen betekenis. Zo zal de politie vooral vanuit een juridisch betekenissysteem (de wet) naar de gebeurtenissen kijken. Als agenten video-opnamen bestuderen kunnen zij zich afvragen wie er een wettelijke overtreding heeft begaan. Wetenschappers zullen weer een ander betekenissysteem hanteren, bijvoorbeeld psychologische of sociologische theorieën. Zij zijn erop uit wat er gebeurt te verklaren in termen van bijvoorbeeld groepsprocessen of persoonlijke geschiedenissen. Daardoor bekijken en interpreteren ze de 'feiten' op een heel andere manier. Dat sluit uiteraard niet uit dat wetenschappers het grondig met elkaar oneens kunnen zijn. Verder valt nog te denken aan de perspectieven (betekenissystemen) van de voetballers zelf, de clubbestuurders, de middenstand, de politiek.

Er zijn in de samenleving tegelijkertijd verschillende betekenissystemen werkzaam, die ieder op eigen wijze interpretaties geven aan handelingen, aan objecten of gebeurtenissen, en die gedragen worden door verschillende en verschillend samengestelde groepen. Deze verscheidenheid is niet alleen lastig, ze biedt ook mogelijkheden. Het semiotische model is buitengewoon handig voor de structurering van het *vooronderzoek*. Het geeft een handvat om de perspectieven van de verschillende betrokkenen in kaart te brengen. Veel ingenieurs denken alleen in termen van hun eigen betekenissysteem en verontachtzamen daarmee de opvattingen en interpretaties van mensen voor wie ze werken. 'Wij willen objectieve gegevens' is regelmatig een recept voor misverstand en mislukking – juist omdat deze aanpak het bestaan van verschillende betekenissystemen miskent.

Van informatie naar wetenschap – In de inleiding is al gezegd dat het alge-

mene semiotische model ook consequenties zal hebben voor de structurering van dit hoofdstuk. Op grond van dit model is het mogelijk een stap te zetten naar de wetenschapsfilosofie. We hebben in het semiotische model drie termen gezien: betekenissysteem (theorieën, enz.), betekende (feiten, enz.) en betekenisverlener (groepen, beroepsbeoefenaars, enz.). Deze moeten, zo zegt Peirce, in hun onderlinge dynamiek gezien worden. De drie typen wetenschapsfilosofie die we nu zullen bespreken zijn te karakteriseren als eenzijdige benaderingen van één aspect binnen deze dynamiek. Zo staan bij Kuhn de groepen centraal, bij Popper de theorieën en bij logisch-positivisten als Hempel de feiten. Gevoed door het besef van eenzijdigheid is het nu mogelijk van deze drie typen de meer en minder zinvolle punten op te sporen. Op elk gaan we uitgebreid in, om zoveel mogelijk materiaal in handen te krijgen teneinde de diverse zelfbeelden van ingenieurs (klassiek en nieuw) te articuleren.

2.3 LOGISCH-POSITIVISME: HEMPEL

In 1929 verscheen een door een groep Weense geleerden geschreven manifest: *Wissenschaftliche Weltauffassung. Der Wiener Kreis*. Daarin stonden de basisideeën van mensen als Schlick, Neurath, Carnap en Hempel. Zij wilden niet alleen de wetenschap, maar indirect ook de politiek op een nieuwe leest schoeien. Door middel van nuchter onderzoek naar de feiten en met als hulpmiddelen wiskunde en logica meenden zij de speculatieve wetenschap en het politieke primitivisme (het nationaal-socialisme was in opkomst) te kunnen tegengaan. Met een geweldig elan gingen ze te werk. Hun ideeën boekten met name na de Tweede Wereldoorlog veel succes. Veel wetenschappelijke onderzoekers ontlenen nog steeds hun zelfbeeld aan deze ideeën.

Wetenschapsfilosofisch steunen zij op twee peilers: logica en feiten. Vandaar dat deze stroming als logisch-positivisme (positivisme verwijst naar de 'positieve', dat is: waar te nemen, feiten) of logisch-empirisme (empirisme verwijst naar wat middels de ervaring valt aan te tonen) te boek staat. Essentieel voor het logisch-positivisme is de scheiding tussen feiten en waarden. Onderzoekers behoren objectief te zijn, geen feiten met waarden te kleuren. Op deze manier kan wetenschap onafhankelijk zijn van staatsmacht en van ideologische beïnvloeding; ze kan er zelfs kritisch tegenover staan. Een zekere Adolf Hitler had dat scherp gezien:

Der Gedanke einer freien voraussetzungslosen Wissenschaft konnte nur im Zeitalter des Liberalismus auftauchen. Er ist absurd. Die Wissenschaft ist

ein soziales Phänomen, und wie ein jedes solches begrenzt durch den Nutzen oder Schaden, den es für die Allgemeinheit stiftet. Mit dem Schlagwort von der objektiven Wissenschaft hat sich die Professorenschaft nur von der sehr nötigen Beaufsichtigung durch die staatlichen Macht befreien wollen.⁸

De leden van de Wiener Kreis moesten dan ook alle kanten uit vluchten om het leven te behouden. Hun pleidooi voor onafhankelijk onderzoek was in strijd met het partijbelang van de Nazi's. Velen van hen waren socialisten, aangezien zij van mening waren dat de kennis die gevonden werd ten dienste van de mensheid moest staan. Dit was een waarde van waaruit zij wetenschap bedreven, ook al mocht die waarde in de wetenschap zelf niet tot uitdrukking komen.

Later, in het zelfbeeld van veel huidige onderzoekers, is dat socialisme als waarde verdwenen. De scheiding tussen wetenschap en waarde is gebleven, maar de onderzoeker ziet zich meer als iemand die inhoudelijk onderzoek doet, en wat de waarden betreft – die zijn er voor de klant ('U vraagt, wij doen derde geldstroomonderzoek').

Over de wetenschapsopvatting van de Wiener Kreis heeft Hempel een zeer toegankelijk boek geschreven.⁹ Daarin werkt hij het voorbeeld uit van de arts Ignaz Semmelweis, die van 1844 tot 1848 onderzoek deed naar de kraamvrouwenkoorts in een Weens ziekenhuis.

In het ziekenhuis waar Semmelweis werkte waren twee kraamafdelingen, waar moeders hun kinderen ter wereld brachten. In de ene afdeling stierven ongeveer 8% van de vrouwen aan de koorts; in de andere slechts 2%. Semmelweis begon dit probleem aan te pakken door na te gaan welke verklaringen er voorhanden waren; enkele verwierp hij direct omdat ze onverenigbaar waren met feiten die absoluut vaststonden; andere onderwierp hij aan specifieke tests. Zo wees hij een verklaring in termen van 'atmosferisch-kosmisch-tellurische veranderingen af', omdat, als zoiets al bestond, ze voor beide afdelingen moest gelden. Ook wees hij de verklaring af in termen van de overvolheid van de afdeling; in feite was de gezondste afdeling, om begrijpelijke redenen, nog voller. Evenmin bleek er verschil in behandeling te zijn. Andere verklaringen ging hij toetsen. Was het de priester die met zijn sacramenten en lawaai de vrouwen schrik aanjoeg? Hij liet de man een andere weg nemen en de sterfte nam niet af. Was het dat de vrouwen op de ene afdeling op hun rug lagen en op de andere op hun zij? Hij voerde daarom de zijligging in op zijn afdeling, echter zonder resultaat.

Vroeg in 1847 vond Semmelweis eindelijk bij toeval de sleutel voor de oplossing van zijn probleem. Een van zijn collega's kreeg een wond in de vinger door een prik van de scalpel waarmee hij autopsie verrichtte, en stierf na een martelende ziekte waarbij dezelfde symptomen te zien waren als bij de slachtoffers van de kraamvrouwenkoorts. Hij kwam tot de conclusie dat zijn patiënten en

zijn collega aan dezelfde bloedvergiftiging waren gestorven. De bron kon wel eens liggen in de lijkenstof die na autopsie aan de handen van artsen bleef kleven. Ook dit idee onderwierp Semmelweis aan een test. Hij redeneerde dat de ziekte voorkomen kon worden door de besmettende stof chemisch te vernietigen. Daarom gaf hij order aan de medici de handen met chloorkalk te reinigen voor ze kraamvrouwen mochten onderzoeken. De sterfte begon meteen af te nemen en daalde tot minder dan 1,5%. Ter verdere staving van zijn hypothese bekeek Semmelweis of hij andere verschijnselen er ook mee kon verklaren. En dat lukte; zo kon hij de lagere sterfte bij bevallingen op straat verklaren, evenals het verschijnsel dat pas geboren kinderen alleen aan de ziekte leden als de moeder voor de geboorte was onderzocht.

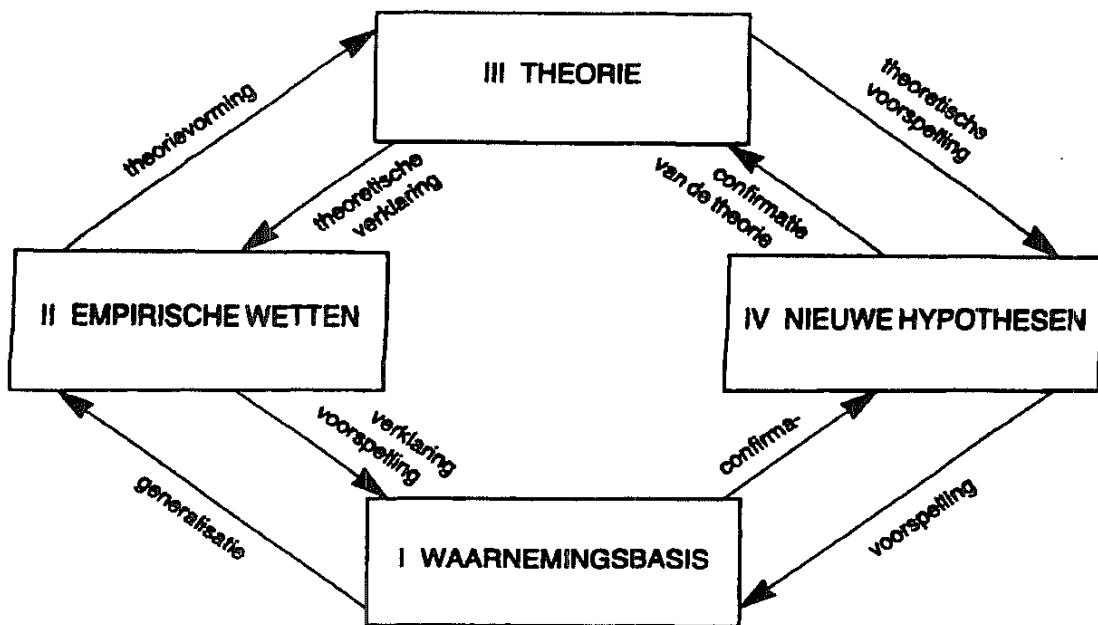
Dit wetenschappelijke en menselijke succesverhaal brengt Hempel tot een meer abstracte redenering over de aard van wetenschap¹⁰:

Theorieën worden gewoonlijk ingevoerd, wanneer voorafgaande studie van een klasse verschijnselen een systeem van regelmatigheden aan het licht heeft gebracht dat kan worden uitgedrukt in de vorm van empirische wetten. Theorieën proberen dan die regelmatigheden te verklaren en in het algemeen een dieper en nauwkeuriger begrip van de betrokken verschijnselen te geven. Hiertoe vat een theorie die verschijnselen op als manifestaties van entiteiten of processen die er als het ware onder of achter liggen. Men neemt aan dat deze worden beheerst door karakteristieke theoretische wetten of theoretische beginselen, door middel waarvan de theorie dan de empirische regelmatigheden die tevoren ontdekt waren verklaart, en gewoonlijk ook 'nieuwe' regelmatigheden van ongeveer dezelfde aard voorspelt.

Zo heeft Semmelweis de empirische wetten die met een bepaald soort infecties te maken hebben vastgesteld. Na hem zijn op een hoger niveau – door theorieën rond bacteriën, virussen en de afweermogelijkheden van het lichaam te ontwikkelen – de theoretische beginselen geformuleerd, waarmee ook de ontdekking van Semmelweis te verklaren valt.

Het model dat deze zienswijze het beste weergeeft is de bekende *empirische cyclus*.¹¹ (Zie vlg. p.)

Op het niveau van empirische generalisaties worden regelmatigheden vastgelegd (functionalistische verbanden). Vaak weet men niet waarom bepaalde zaken met elkaar te maken hebben. Om daar greep op te krijgen zoekt men op een hoger niveau, dat van de theorieën, naar causale verbanden (oorzaak-gevolg-relaties), die in een eenvoudige formule uitgedrukt kunnen worden. Zo kunnen we meten dat bij het vallen van objecten in elke tijdseenheid langere stukken worden afgelegd via de relatie (afstand = constante x tijd²). Pas met behulp van de drie wetten van New-



De empirische cyclus

ton is deze generalisatie te begrijpen; bovendien kunnen daar nieuwe verschijnselen mee begrepen en voorspeld worden.

Volgens de logisch-positivisten is wetenschap gebaseerd op twee elementen:

- a neutrale feiten (de waarnemingsbasis),
- b logische inductie (uit een aantal gevallen generaliseren tot een algemene regel: als gegeven is dat a, b, c en d eigenschap E hebben, dan hebben vergelijkbare objecten e, f, g, die ook).

Het is niet verbazingwekkend dat deze visie voor zowel onderzoekers als technologen aantrekkelijk is. Dat komt doordat zij het wetenschappelijke bedrijf zekerheid en vruchtbaarheid biedt:

– Wetenschappelijke kennis is in deze visie *zekere* kennis; ze is immers gebaseerd op neutrale feiten. Door die vaste basis neemt kennis cumulatief toe (we weten steeds meer van de werkelijkheid). Elke onderzoeker kan trots zijn op zijn of haar bijdrage aan de kathedraal van waarheid die steeds fraaier en hoger wordt opgetrokken.

– Door steeds meer feiten te verbinden in wetmatige generalisaties en die te overkoepelen in theorieën ontstaan steeds *vruchtbaardere* theorieën. Daardoor valt er steeds meer te verklaren, steeds meer te voorspellen, en bovendien steeds meer te beheersen.

Niettemin is er forse kritiek op deze wetenschapsfilosofie geleverd, die

vooral daarmee te maken heeft dat ze een basis in neutrale feiten zoekt en nauwelijks oog heeft voor het bestaan van verschillende betekenissystemen en voor de groepsprocessen die deze systemen belichamen. De twee andere typen wetenschapsfilosofie hebben elk op hun manier daar meer oog voor. In de volgende paragrafen gaan we dat na. Vooraf gaan we nog kort in op de ideeën over de maatschappelijke inbedding van wetenschap.

De sociale filosofie van de logisch-positivisten – In het voorgaande is al kort gepreludeerd op de maatschappelijke ideeën die bij deze stroming leven. Centraal staat voor de logisch-positivisten dat wetenschap waarde vrij moet zijn. Dat wil zeggen dat er in het onderzoek geen politieke belangen en persoonlijke voorkeuren een rol mogen spelen. Dit uitgangspunt heet *methodologische waardevrijheid*. Dit betekent niet dat men wetenschap op zich geen waardevolle activiteit vindt; het is wel degelijk intrinsiek zinvol om de werkelijkheid beter te leren kennen. Met die kennis kan men vervolgens van alles doen: machines ontwikkelen, sociale procedures verbeteren, enzovoort. De oorspronkelijke logisch-positivisten vertoonden een geweldig idealisme ten aanzien van de mogelijkheden van de wetenschap: zij zouden bouwen aan een betere wereld, door armoede en domheid tegen te gaan. Vanwege allerlei oorzaken – de maatschappij is moeilijker te beïnvloeden dan een laboratoriumopstelling – is dat elan afgenomen. Het model dat men tegenwoordig veel ziet voor de relatie tussen wetenschap en maatschappij heeft dan ook nauwelijks een politieke inhoud; het kan op allerlei manieren ingevuld worden. Het bestaat uit drie panelen.

Het *drieluikmodel* voor de verhouding wetenschap-maatschappij:



In dit model is wetenschap te beïnvloeden door externe (maatschappelijke en bedrijfsmatige) factoren, terwijl de inhoud ervan toch zuiver op de graat is. In het linkerpaneel wordt bepaald (door het bedrijf, de maatschappij, de politiek) waarheen de onderzoeksgelden gaan en waarvoor ze ongeveer aangewend moeten worden. Als burger of als werknemer in

een bedrijf kan de onderzoeker eventueel daarover zijn zegje doen, maar dat staat buiten zijn competentie als wetenschapper. Datzelfde geldt voor de uitkomsten van het onderzoek. Ook daar maakt de maatschappij of het bedrijf uit, wat er met de onderzoeksresultaten gebeurt. De wetenschapper treedt in volle glorie op in het middenpaneel. Daar vindt het rationele werk plaats, daar wordt niets ontziend onderzoek bedreven. Als wetenschapper is men voor dit paneel verantwoordelijk. De rest is meer of minder irrationeel en kan dan ook het beste aan anderen overgelaten worden. Als een onderzoeker daaraan al meedoet, dan gebeurt dat met een andere pet op, bijvoorbeeld die van een verantwoordelijke burger of die van een lid van een actiegroep.

Veel onderzoekers interpreteren hun werk in termen van dit model. In een volgend hoofdstuk komen we op dit zelfbeeld terug.

2.4 KRITISCH-RATIONALISME: POPPER

Iemand die forse kritiek op het logisch-positivistische wetenschapsbeeld heeft geleverd is Karl Raimund Popper. Hij vindt dat daarin feiten al te zeer op een neutrale troon worden gezet. Goed semiotisch weet hij dat feiten ingebed zijn in verwachtingen, belangen en bestaande betekenisssystemen. Hij gaat zelfs nog verder. Hij laat namelijk de gedachte los dat wetenschappelijke kennis zekere kennis moet zijn. Daarmee heeft hij de grondslag voor een ander type wetenschapsfilosofie gelegd: het *kritisch-rationalisme*.¹²

Volgens Popper is er op het terrein van kennis geen sprake van een steeds meer uitdijende kathedraal, maar slechts van voorlopige onderkomens. Hij verwijt de logisch-positivisten dat ze zijn blijven steken in een naïef realisme. Nodig is het volgens hem, vraagtekens te zetten bij de stevigheid van de waarnemingsbasis en bij de kwaliteit van de inductieve logica.

Pure waarnemingsfeiten bestaan niet. We interpreteren onze omgeving altijd in het licht van onze verwachtingen. Alles wat we waarnemen is gekleurd door ons verwachtingspatroon. Volgens Popper stellen filosofen als John Locke (1632-1704), die met zijn empirisme (alle kennis komt via de waarneming) een voorvader is van het logisch-positivisme, zich de menselijke geest ten onrechte voor als een *emmer* die bij de geboorte leeg is en die tijdens het proces van kennisverwerving, dat het hele leven door gaat, langzamerhand volraakt met feiten. Hij vindt een andere vergelijking veel meer voor de hand liggen: de menselijke geest is als een *zoeklicht*. Onze geest (verwachtingen, voorkennis) functioneert als een schijnwer-

per, die zijn licht uitstraalt over de omgeving. In dat licht nemen we de werkelijkheid waar. Wanneer de schijnwerper zijn lichtbundel op een nieuwe manier uitzendt, dan krijgen we andere waarnemingen. Tegelijk veranderen onze verwachtingen onder invloed van ervaringen die we hebben opgedaan (we leren van onze ervaringen). Wetenschap begint daarom niet met neutrale ervaringen, maar met problemen en verwachtingen.

Het wetenschapsproces vergelijkt Popper met het evolutieproces. Daarin treden spontane genetische veranderingen, mutaties, op, ten gevolge waarvan planten en dieren andere eigenschappen krijgen. In relatie tot hun omgeving zullen sommige overleven, andere te gronde gaan. De meest geschikte ('fittest') blijven over. Zij hebben de toets van de omgevingskritiek doorstaan. Daarbij valt vanwege de onverwachtetheid van mutaties niet te voorspellen wat de uitkomst van het evolutieproces zal zijn. Wetenschap heeft dezelfde kenmerken. De combinatie van spontaniteit (onverwachte ideeën en hypothesen) en kritiek (hardnekkige toetsen) is ook kenmerkend voor de wetenschap. Evenzeer valt niet te voorspellen wat de uitkomst van het wetenschappelijke proces zal zijn.

Niettemin bestaat er tussen natuurlijke evolutie en wetenschappelijke evolutie een verschil. Dat komt door de taal. Een organisme dat niet aan zijn omgeving is aangepast gaat onherroepelijk ten onder. Alleen mensen kunnen door de taal hun 'mutaties' buiten zichzelf formuleren, als theorieën of als hypothesen. Als die onder strenge kritiek bezwijken, dan verzint de mens maar weer andere. Het 'organisme mens' hoeft in dit proces juist niet onder te gaan.

Volgens Popper vindt er bij wetenschap een voortdurende wisselwerking plaats tussen gissingen doen (hypothesen opstellen) en het proberen die hypothesen te weerleggen door toetsing. Deze toetsing heeft niet een bevestigend karakter zoals de confirmatie of verificatie bij zijn logisch-positivistische tegenvoeters, maar een weerlegend, negatief karakter: *falsificatie*. (Een van Poppers boeken heet 'Conjectures and Refutations'.) Poppers werkwijze lijkt op de empirische cyclus, maar heeft een veel kritischer karakter. Ze begint niet met waarnemingen, maar met een *probleem*. Voor dit probleem worden allerlei oplossingen gegenereerd. Deze oplossingen worden kritisch bekeken. De minst slechte wordt als voorlopige oplossing geaccepteerd. Vervolgens ontstaan nieuwe problemen en gaat dezelfde werkwijze weer van start. In schema:

probleem → mogelijke oplossingen (vorming van hypothesen) → kritiek
 (poging tot falsificatie) → voorlopige oplossing → nieuw probleem

Met deze methode valt breed geschakeerd onderzoek te doen. Ze maakt het mogelijk aan abstracte natuurwetenschappelijke theorieën te werken, maar ook aan het leggen van verbanden tussen concrete zaken. De methode van 'Poppers cyclus' (probleem, hypothesen, kritiek) is evenzeer van toepassing op unieke gevallen (waarmee bijvoorbeeld geschiedenis, geologie, psychodiagnostiek en politieonderzoek vol zitten).

Is de kritisch-rationalistische methodologie breed inzetbaar, ze is wel streng. Popper stelt als eis aan wetenschappelijke hypothesen en theorieën dat ze *falsifieerbaar* moeten zijn. Deze eis volgt uit zijn tweede bezwaar tegen de logisch-positivisten: hun gebruik van het principe van logische inductie. Deze logica kan nooit met zekerheid aangeven wat het geval zal zijn. Stel dat ik dertig keer door een bepaalde meneer vriendelijk word aangesproken, dan kan ik er niet zeker van zijn dat die meneer dat de eenendertigste keer ook zal doen. Daarom is het verstandiger de omgekeerde weg te bewandelen: zo'n hypothese aan de strengste toetsen onderwerpen. Blijkt ze dan niet te voldoen dan moet ik haar afschrijven. Mocht ze niet weerlegd zijn, dan kan ik er *voorlopig* op bouwen.

Het *deductief-logische* principe waar Popper een beroep op doet is de 'modus tollens'. Deze komt op het volgende neer: Stel ik heb de hypothese: 'alle p zijn a'. Na zware toetsen blijkt: 'er is één p die niet-a is'. Mijn conclusie wordt nu: 'de hypothese moet verworpen worden'.

De kracht van wetenschappelijke hypothesen en theorieën, en niet hun zwakheid, bestaat er volgens het kritisch-rationalisme in dat ze weerlegd kunnen worden. Hoe en waardoor? Door waarnemingen. Maar tegelijk wordt beweerd dat neutrale waarnemingen niet bestaan, dat ze gekleurd zijn door onze verwachtingen en theorieën. We beschikken dus niet over een onafhankelijke scheidsrechter. Dit is een probleem dat als volgt opgelost wordt. Omdat de empirische basis niet van nature gegeven is, moeten we haar zelf maken. Dat gebeurt ook binnen de wetenschap: bepaalde stukken theorie en waarneming worden bij conventie, per afspraak, onproblematisch verklaard. Een voorbeeld: een astronoom die de baan van een planeet met behulp van een telescoop volgt, beschouwt de optica in zijn kijker als onproblematisch. De daarmee verkregen waarnemingsresultaten maken voor hem vervolgens deel uit van zijn empirische basis. Op deze manier schept de wetenschappelijke groep zich een aangestelde en niet onafhankelijke scheidsrechter. De empirische basis is, anders gezegd, een cultuurproduct en niet een natuurproduct.

Het kritisch-rationalisme karakteriseert (goede) wetenschap met behulp van de twee volgende elementen:

- a de 'empirische basis' (tussen aanhalingstekens, omdat die een conventioneel karakter heeft),
- b falsifieerbaarheid, middels de logische afleidingsregel van de 'modus tollens'.

In deze visie worden wetenschappelijke uitspraken waardevoller (hebben meer empirische inhoud) naarmate ze riskanter zijn (meer onderworpen kunnen worden aan kritische toetsen). Uitspraken die niet-falsificeerbaar zijn, zijn niet wetenschappelijk. Daarmee valt onderscheid te maken tussen echte wetenschap en pseudo-wetenschap.

Voor Popper is Einstein het voorbeeld van de echte wetenschapper. Immers, Einstein had vanuit zijn theorie een precieze voorspelling gedaan over de loop van de planeet Mercurius. Wanneer de meetresultaten een andere uitkomst zouden hebben, dan zou Einstein zijn theorie als waardeloos hebben teruggetrokken. De theorieën van Marx, Freud en Adler zijn volgens Popper daarentegen voorbeelden van pseudo-wetenschap. In hun opvattingen past elk fenomeen, hoe bizar ook. Zo verklaarde Adler elk menselijk gedrag vanuit een minderwaardigheidscomplex. Red je iemand uit het water door hem na te springen, dan wordt zulk gedrag veroorzaakt door je minderwaardigheidscomplex. Blijf je aan de kant staan, dan komt dat door hetzelfde complex.

Een wetenschapper is voor Popper niet zozeer een bouwer aan de kathedraal van kennis, zoals bij het logisch-positivisme, maar een individuele held die stoutmoedige pogingen doet om nieuwe hypothesen te verzinnen, en die de vlag uitsteekt wanneer die pogingen weerlegd worden.

De falsificatie-eis van Popper is in de loop der jaren door hemzelf en door leerlingen verzacht. Men is gaan inzien dat elke wetenschappelijke theorie wel te kampen heeft met tegendraadse waarnemingen. Een theorie wordt nu pas afgeschreven als er een betere voorhanden is: een die de lastige waarnemingen beter verklaart en die bovendien overal succes heeft waar de oude theorie dat ook had. Het is met name *Lakatos* geweest, die deze gedachte systematisch heeft uitgewerkt.¹³

Lakatos maakt voor de wetenschap onderscheid tussen de *harde kern* van een theorie – de verzameling van meest fundamentele aannamen op het vakgebied (bijvoorbeeld de drie centrale wetten van Newton) – en de *franje* aan de buitenkant (allerlei natuurkundige toespitsingen) waaraan voortdurend wordt gesleuteld om de kennis uit te breiden. De harde kern bestaat uit uitspraken die niet falsificeerbaar zijn: de kern blijft immuun voor kritiek zolang de theorie als geheel de goede weg blijft wijzen bij de speurtocht naar nieuwe wetenschappelijke kennis. Een theorie die dit

doet heet 'heuristisch vruchtbaar'; een theorie met een kern die geen groei van de kennis meer oplevert heet 'heuristisch onvruchtbaar'.

De sociale filosofie van Popper—Voor de logisch-positivisten is wetenschap er om mensen te helpen bij het verklaren, voorspellen en beheersen van hun omgeving. De richting van die hulp is afhankelijk van de toevallige ideologie (waarden) die men omarmd heeft. Het basismodel van het kritisch-rationalisme (probleem, hypothesen, kritiek) blijkt daarentegen ook sociaal een eigen signatuur te hebben. Popper kan daardoor een filosofische brug slaan tussen heel verschillende gebieden.

Mensen zijn probleemoplossers. Tegelijkertijd genereren die oplossingen nieuwe, onverwachte problemen. Dat is vervelend. Er bestaat dan ook voortdurend de verleiding om zich mee te laten slepen door de behoefte aan zekerheid, door de neiging één definitieve oplossing voor alle problemen te genereren. Het gevolg daarvan is dat mensen een dogmatische houding aannemen. Die houding blijkt uit het bestaan van de verkettering van andersdenkenden, kritiekloosheid en fanatisme. Wanneer men met Popper bereid is te denken in termen van voorlopige oplossingen, zal men ook op maatschappelijk terrein proberen dogmatisme te vermijden en kritiek ruim baan te geven. Dat gaat niet vanzelf. Een kritische houding kan slechts bestaan bij de gratie van maatschappelijke randvoorwaarden.

Voor samenlevingen is het daarom van groot belang dat mensen de vrijheid hebben om probleemoplossingen te kritiseren en met nieuwe voorstellen te komen. Politieke vrijheid is daarvoor een eerste vereiste. Om die reden wijst Popper elke vorm van totalitarisme (communisme, fascisme) af. Parlementaire democratieën zijn volgens hem dan ook te verkiezen boven andere staatsvormen. Niet omdat ze de beste zijn (dat is volgens hem een verkeerde benadering), maar omdat ze de minst slechte zijn. Zijn benadering hier is analoog aan die in de wetenschap die hij voorstaat: het is niet zinvol te streven naar 'ware' theorieën, maar wel naar het elimineren van onbevredigende hypothesen. In het verlengde hiervan is zijn aanpak niet hoe we de beste heersers krijgen, maar hoe we incompetente heersers kunnen kwijtraken. (Een van zijn mooiste dagen was dan ook toen Richard Nixon na de Watergate-affaire als president van de Verenigde Staten werd afgezet.) Het spreekt vanzelf dat we er alleen achter kunnen komen of we slecht geregeerd worden, wanneer we de vrijheid hebben om het beleid te bekritisieren en wanneer we ons tegen heersers kunnen organiseren. Een pluriforme samenleving waarin groepen elkaar kunnen concurreren en met elkaar van mening kunnen verschillen is

dus geen luxe, maar een wezenlijke voorwaarde voor maatschappelijke vooruitgang.

Hetzelfde type benadering past Popper ook toe op de ethiek. Dient de samenleving het geluk van haar leden te bevorderen? Zijn antwoord luidt: nee. Volgens hem gaat het erom ongeluk te elimineren, en niet zozeer om geluk te bevorderen (negatief utilisme). Geluk is een persoonlijke zaak, en van individu tot individu zal het verschillen. Ongeluk daarentegen is een collectieve verantwoordelijkheid.

Over de vorm die dat overheidsingrijpen zou moeten krijgen, heeft Popper eveneens duidelijke ideeën. Grootschalige blauwdrukken voor de hervorming van de maatschappij wijst hij af. Zo iets kan alleen maar leiden tot totalitarisme. Steeds meer zaken moeten dan onder overheidscontrole gebracht worden en al snel zal individuele vrijheid als verstoring van het grote plan gezien worden. Hiertegenover adviseert Popper een programma van stuksgewijze hervorming (*piecemeal engineering*), van middelgrote tot kleinschalige experimenten, waarbij we de gevolgen van ons handelen min of meer kunnen overzien en incorrecte oplossingen kunnen uitslecteren.

Terug naar de wetenschap. Het kritisch-rationalisme biedt strenge criteria voor 'goede' wetenschap. Het draagt bij aan het zelfbeeld van de wetenschapper als een systematisch en kritisch probleemoplosser. Het blijkt echter dat aan deze benadering problemen verbonden zijn. Zo moesten we al accepteren dat het principe van falsificatie (*modus tollens*) niet zo stringent toegepast kan worden als eigenlijk zou moeten. Ook is het een gegeven dat er verschillende wetenschappelijke scholen zijn, die intern wel aan kritiek doen, maar verder met een grote boog om elkaar heendraaien. Hoe kunnen we daar greep op krijgen? Het is Thomas Kuhn geweest die – tot grote ergernis van Popper – aantoonde dat sociale factoren (het derde type benadering uit ons lijstje) even belangrijk zijn als methodologische. In de volgende paragraaf komt daarom Kuhn aan het woord.

2.5 PARADIGMATISCHE WETENSCHAP: KUHN

Thomas S. Kuhn gaat nog een paar stappen verder dan Popper in zijn kritiek op het streven naar absolute zekerheid.¹⁴ Geschoold als theoretisch fysicus moest hij eens college geven over de geschiedenis van het vak – de mechanica van Aristoteles. Tot zijn verbijstering bleek deze als geniaal bekend staande geleerde op het terrein van de fysica alleen maar stupidi-

teiten te hebben geleverd. Dat kon Kuhn niet zo maar accepteren. Er moest een verklaring voor te vinden zijn. Na veel piekeren vond hij die ook: de problemen waar Aristoteles aan werkte waren van een heel andere orde dan die waar de moderne mechanica mee worstelt. Er ligt tussen hen een wereld van verschil. Binnen zijn context was Aristoteles heel rationeel bezig geweest, maar het was een heel andere context dan die waarin een moderne natuurkundige opgroeit. Op grond van dit inzicht poneerde Kuhn zijn twee centrale stellingen:

- a Wetenschap komt niet zozeer voort uit logica en empirische waarneming, maar uit *de aard en samenstelling van de wetenschappelijke groep*.
- b Wetenschap ontwikkelt zich onder meer door middel van *wetenschappelijke revoluties*.

Dat Popper zich over deze sociologische invalshoek opwond is gemakkelijk te begrijpen. De mogelijkheid om vaste normen voor 'goede' wetenschap voor te schrijven wordt nu buitengewoon moeilijk.

Een wetenschappelijke groep kan men, aldus Kuhn, gemakkelijk op het spoor komen. De leden ervan hebben een vergelijkbare opleiding en initiatie ondergaan; in grote lijnen hebben ze hetzelfde geleerd; communicatie over het vak is vrijwel volledig en het beroepsoordeel is meestal unaniem. De groep voelt zich verantwoordelijk voor de uitbreiding van de kennis op het eigen onderzoeksterrein en zorgt voor de eigen instandhouding door middel van onderwijs. Leden van een groep zijn aan bepaalde lidmaatschappen, abonnementen, publicaties, congresbezoek en dergelijke te herkennen.

Binnen zo'n identificeerbare groep wordt wetenschap bedreven. Daarbij worden de inhoudelijke lijnen uitgezet door een gemeenschappelijk *paradigma*. Wetenschap die aldus bedreven wordt noemt Kuhn *normale wetenschap*. Het leidinggevende paradigma, ook wel disciplinaire matrix genaamd, bevat vier elementen:

- 1 een verzameling *theorieën en wetten* in engere zin; veelal zijn die in handboeken neergeslagen (bijvoorbeeld de wetten van Newton voor de klassieke mechanica);
- 2 een *metafysica* – de filosofische vooronderstellingen over de aard van de werkelijkheid en de aard van de kennis (bijvoorbeeld dat een gas beschouwd kan worden als een verzameling botsende biljartballetjes; of dat er een werkelijkheid buiten ons is waartoe we toegang hebben via onze zintuigen);

- 3 een verzameling *waarden* die bepaalt wat binnen het onderzoek van een groep wel en niet toegestane manoeuvres zijn (bijvoorbeeld de eis van consistentie, het streven naar objectiviteit, voorspellend vermogen);
- 4 *exemplarische voorbeelden* die tonen hoe echt onderzoek toegaat; aan de hand daarvan leren nieuwelingen het vak (bijvoorbeeld de opgaven in het leerboek, de practica).

Normale wetenschap bestaat uit de uitbouw en precisering van de mogelijkheden die het paradigma biedt. Steeds verfijndere wiskunde, steeds betere meetapparatuur, steeds subtielere detailstudies komen zo tot ontwikkeling.

Volgens Kuhn is wetenschap te vergelijken met het oplossen van legpuzzels, waarvan de contouren door het paradigma worden vastgelegd. Problemen die niet te formuleren zijn in termen van het paradigma zijn niet wetenschappelijk. Het paradigma bepaalt niet alleen wat de aard van de aan te pakken problemen is, maar ook wat aanvaardbare oplossingen zijn. Een verklaring in termen van het yin- en yangprincipe is in de medische wetenschap bijvoorbeeld onacceptabel (metafysica).

Oplossingen van puzzels zijn gewoonlijk niet opzienbarend, want ze passen in het door het paradigma gevormde verwachtingspatroon. Meestal is wetenschap niet op iets nieuws uit, maar op uitbouw en precisering. Toetsing heeft daarom minder betrekking op de theorie (zoals bij Popper), en meer op de onderzoeker. Bij falen heeft de onderzoeker de toets niet doorstaan. Poppers held, die de vlag uitsteekt als zijn theorie weerlegd is, is een mythe. Normaliter doodt de 'theorie' de 'held', aldus Kuhn.

Het paradigma is een gemeenschappelijke kern die materieel uitgekristalliseerd is in instituties als laboratoria, onderwijsinstellingen en tijdschriften. Psychologisch maakt het een groep tot groep, verschaft het zinvol werk en wordt het, zelfs zeer emotioneel, tegen bedreigingen van buiten verdedigd. Binnen de normale wetenschap werkt geen held, maar een modale werknemer.

De vraag is nu hoe er veranderingen in dit paradigmatische bolwerk mogelijk zijn. Immers, wetenschap kent vele grote en kleine revoluties. Denk maar aan het verschil tussen de fysica van Aristoteles en Galilei (het oorspronkelijke probleem van Kuhn). *Wetenschappelijke revoluties* worden, en dat is de tweede ontdekking van Kuhn, juist veroorzaakt door normale wetenschap.

In situaties waarin een bepaalde puzzel niet opgelost kan worden, is er

teiten te hebben geleverd. Dat kon Kuhn niet zo maar accepteren. Er moest een verklaring voor te vinden zijn. Na veel piekeren vond hij die ook: de problemen waar Aristoteles aan werkte waren van een heel andere orde dan die waar de moderne mechanica mee worstelt. Er ligt tussen hen een wereld van verschil. Binnen zijn context was Aristoteles heel rationeel bezig geweest, maar het was een heel andere context dan die waarin een moderne natuurkundige opgroeit. Op grond van dit inzicht poneerde Kuhn zijn twee centrale stellingen:

- a Wetenschap komt niet zozeer voort uit logica en empirische waarneming, maar uit *de aard en samenstelling van de wetenschappelijke groep*.
- b Wetenschap ontwikkelt zich onder meer door middel van *wetenschappelijke revoluties*.

Dat Popper zich over deze sociologische invalshoek opwond is gemakkelijk te begrijpen. De mogelijkheid om vaste normen voor 'goede' wetenschap voor te schrijven wordt nu buitengewoon moeilijk.

Een wetenschappelijke groep kan men, aldus Kuhn, gemakkelijk op het spoor komen. De leden ervan hebben een vergelijkbare opleiding en initiatie ondergaan; in grote lijnen hebben ze hetzelfde geleerd; communicatie over het vak is vrijwel volledig en het beroepsoordeel is meestal unaniem. De groep voelt zich verantwoordelijk voor de uitbreiding van de kennis op het eigen onderzoeksterrein en zorgt voor de eigen instandhouding door middel van onderwijs. Leden van een groep zijn aan bepaalde lidmaatschappen, abonnementen, publicaties, congresbezoek en dergelijke te herkennen.

Binnen zo'n identificeerbare groep wordt wetenschap bedreven. Daarbij worden de inhoudelijke lijnen uitgezet door een gemeenschappelijk *paradigma*. Wetenschap die aldus bedreven wordt noemt Kuhn *normale wetenschap*. Het leidinggevende paradigma, ook wel disciplinaire matrix genaamd, bevat vier elementen:

- 1 een verzameling *theorieën en wetten* in engere zin; veelal zijn die in handboeken neergeslagen (bijvoorbeeld de wetten van Newton voor de klassieke mechanica);
- 2 een *metafysica* – de filosofische vooronderstellingen over de aard van de werkelijkheid en de aard van de kennis (bijvoorbeeld dat een gas beschouwd kan worden als een verzameling botsende biljartballetjes; of dat er een werkelijkheid buiten ons is waartoe we toegang hebben via onze zintuigen);

- 3 een verzameling *waarden* die bepaalt wat binnen het onderzoek van een groep wel en niet toegestane manoeuvres zijn (bijvoorbeeld de eis van consistentie, het streven naar objectiviteit, voorspellend vermogen);
- 4 *exemplarische voorbeelden* die tonen hoe echt onderzoek toegaat; aan de hand daarvan leren nieuwelingen het vak (bijvoorbeeld de opgaven in het leerboek, de practica).

Normale wetenschap bestaat uit de uitbouw en precisering van de mogelijkheden die het paradigma biedt. Steeds verfijndere wiskunde, steeds betere meetapparatuur, steeds subtielere detailstudies komen zo tot ontwikkeling.

Volgens Kuhn is wetenschap te vergelijken met het oplossen van legpuzzels, waarvan de contouren door het paradigma worden vastgelegd. Problemen die niet te formuleren zijn in termen van het paradigma zijn niet wetenschappelijk. Het paradigma bepaalt niet alleen wat de aard van de aan te pakken problemen is, maar ook wat aanvaardbare oplossingen zijn. Een verklaring in termen van het yin- en yangprincipe is in de medische wetenschap bijvoorbeeld onacceptabel (metafysica).

Oplossingen van puzzels zijn gewoonlijk niet opzienbarend, want ze passen in het door het paradigma gevormde verwachtingspatroon. Meestal is wetenschap niet op iets nieuws uit, maar op uitbouw en precisering. Toetsing heeft daarom minder betrekking op de theorie (zoals bij Popper), en meer op de onderzoeker. Bij falen heeft de onderzoeker de toets niet doorstaan. Poppers held, die de vlag uitsteekt als zijn theorie weerlegd is, is een mythe. Normaliter doodt de 'theorie' de 'held', aldus Kuhn.

Het paradigma is een gemeenschappelijke kern die materieel uitgekristalliseerd is in instituties als laboratoria, onderwijsinstellingen en tijdschriften. Psychologisch maakt het een groep tot groep, verschaft het zinvol werk en wordt het, zelfs zeer emotioneel, tegen bedreigingen van buiten verdedigd. Binnen de normale wetenschap werkt geen held, maar een modale werknemer.

De vraag is nu hoe er veranderingen in dit paradigmatische bolwerk mogelijk zijn. Immers, wetenschap kent vele grote en kleine revoluties. Denk maar aan het verschil tussen de fysica van Aristoteles en Galilei (het oorspronkelijke probleem van Kuhn). *Wetenschappelijke revoluties* worden, en dat is de tweede ontdekking van Kuhn, juist veroorzaakt door normale wetenschap.

In situaties waarin een bepaalde puzzel niet opgelost kan worden, is er

een probleem. De eerste onderzoekers worden gediskwalificeerd. Dan gaan steeds knappere koppen zich met het probleem bemoeien. Als ook die hun hoofd stoten zitten ze in een wetenschappelijke crisis. De moeilijkheid wordt nu verschoven naar het paradigma zelf. Als er geen alternatief voorhanden is wordt het probleem meestal naar de ijskast verwezen. Als er wel een alternatief paradigma naar boven komt, meestal ontwikkeld door jeugdige revolutionairen, dat niet alleen het probleem hanteerbaar maakt, maar ook het puzzeloplossend vermogen van het oude paradigma bezit, dan zal een wetenschappelijke revolutie geslaagd zijn. Tot die nieuwe situatie is ingetreden beleven wetenschappers roerige tijden. Zij werken in een atmosfeer van crisis; verdachtmakingen zijn aan de orde van de dag, excommunicaties komen veelvuldig voor. Pas met de uitkomst van een geslaagde revolutie ontstaat er weer rust. Een nieuwe periode van normale wetenschap treedt in, uiteraard verschillend van de vorige. Leden van een wetenschappelijke groep hebben via een soort bekering een andere manier van kijken gekregen. Ze staan anders in de wereld; hun wereld is zelfs een andere geworden. Kuhn vergelijkt dit proces met de in de psychologie bekende Gestalt-switch, waarbij iemand in een prent opeens een haas ziet, terwijl er eerder slechts sprake was van een eend.

Voor Kuhn is wetenschap wat door een goed identificeerbare groep onderzoekers wordt gedaan. De regels voor het spel wetenschap zijn niet universeel, maar afhankelijk van het paradigma dat de groep omarmd heeft. Anders gezegd: wetenschap is een uiterst gevarieerd verschijnsel.

Het interessante van de aanpak van Kuhn is dat hij wetenschap als een zeer aardse bezigheid beschrijft (een criticus vraagt zich zelfs af of het gilde van brandkastkrakers ook niet op deze wijze valt te karakteriseren). Wetenschap is niet het hoogste van de menselijke geest, zoals bij Popper, maar bloed, zweet en tranen om weer eens een artikel geplaatst te krijgen. Ook deze benadering draagt bij aan het zelfbeeld van vele onderzoekers: modale werknemers die binnen bepaalde kaders op een knappe manier puzzels moeten oplossen, en die daar op afgerekend worden.

Als we ons de empirische cyclus weer voor de geest halen, dan zet Kuhn niet zoals Popper twee vraagtekens (bij de waarnemingsbasis en de logische inductie), maar zet hij er grote haken omheen. Buiten die haken schrijft hij met dikke letters 'wetenschappelijke groep'. Immers, daar begint zijn analyse, die pas in tweede instantie bij de inhoud, wisselende en variërende paradigma's, uitkomt.

Op basis van de ideeën van Kuhn is er een nieuw type wetenschapsonderzoek op poten gezet, waarbij sociale factoren en het samenspel daar-

tussen een bijzonder zware lading krijgen. Onder de naam van het *sociaal-constructivisme* zijn er inmiddels vele case-studies verricht naar de ontwikkeling van wetenschappelijke inzichten en technische artefacten. We verwijzen hiervoor naar het werk van Latour en Bijker, dat in de inleiding van dit boek genoemd is.

Paradigma's en sociale filosofie – Kuhn heeft geen expliciete sociale filosofie ontworpen. Hij heeft vooral laten zien dat wetenschap minder universeel en meer lokaal is dan de logisch-positivisten en de kritisch-rationalisten voor waar willen houden. Wel heeft iemand anders zijn ideeën doorgetrokken: Paul Feyerabend.¹⁵ Op pagina 38 van zijn boek 'In strijd met de methode' geeft deze in een kleine catechismus zijn basisgedachte weer:

Vraag: maar hoe moeten wij dan te werk gaan? Antwoord: we kiezen een bepaalde visie als uitgangspunt. Vraag: maar zal die keuze dan niet enigszins willekeurig zijn, gezien de pluralistische situatie? Antwoord: elke visie heeft bepaalde nadelen die bij een andere benadering niet spelen; wat dat betreft is er inderdaad sprake van een zekere willekeur. Vraag: daarmee is toch bewezen dat men zich in theoretisch opzicht beter monistisch dan pluralistisch kan opstellen? Antwoord: als men er niet aan wil dat alles onzeker is en dat we voor alles wat we doen verantwoordelijk zijn is dat inderdaad te prefereren. Men dient echter te beseffen dat het monisme iets verbergt wat het pluralisme nu juist benadrukt: de willekeur, of, zo men wil, het existentiële moment in welke beslissing dan ook. Dat men verantwoordelijk is voor wat men doet betekent niet dat men moet streven naar zekerheid. Bij het bereiken van volstreekte zekerheid – als men dat zou kunnen klaarspelen – is geen sprake meer van verantwoordelijkheid. Veeleer is het zo dat er geen zekerheid te verkrijgen valt en we zo volwassen moeten zijn om zelf de verantwoordelijkheid te dragen.

Dit citaat laat niet alleen zien dat het streven naar absolute zekerheid onmogelijk is, maar ook dat het vanwege morele redenen ongewenst is. Bij Feyerabend is de inzet de vrijheid en de verantwoordelijkheid van het menselijke individu. Dit is een moreel criterium. En nu wetenschap niet meer de absolute waarheid in pacht heeft is het zaak dat serieus te nemen.

Feyerabend wil de wetenschappers beschermen tegen filosofen zoals Hempel en Popper die hun vertellen wat 'echte' wetenschap is. Laat wetenschappers in alle vrijheid hun eigen inzichten maar volgen, niet gehinderd door universalistisch ingestelde denkers. Hij wil zelfs nog meer: het beschermen van de samenleving tegen de wetenschap. Nu wetenschap geen laatste bastion van zekerheid meer biedt, moeten we er niet een modern soort religie van maken. Mensen moeten kunnen kiezen voor de traditie waarin ze zich het prettigst voelen, of dat nu yin en yang is,

antroposofie of hedendaagse wetenschap. Het lijkt erop dat de huidige wetenschap steeds minder een mogelijkheid tot bevrijding uit allerlei dwang is, maar veeleer een nieuw soort dwang. Feyerabend bepleit een opgewekt anarchisme, vooral vanuit het besef dat menselijke vrijheid van essentieel belang is.

Feyerabends ideeën zijn een extreme voortzetting van het denken van Kuhn. Kuhn zelf heeft, omdat hij alleen uit was op een beschrijving van de heterogeniteit van wetenschap, zich er nauwelijks in kunnen vinden.

2.6 VAN WETENSCHAP NAAR TECHNOLOGIE

We hebben drie typen benaderingen gezien om wetenschap te karakteriseren. Als eerste is het logisch-positivisme opgevoerd. De ideeën die daarin verwoord worden, vormen nog steeds een spiegel waarin veel onderzoekers zich herkennen. Namelijk het bijdragen aan de toename van kennis om de werkelijkheid te verklaren, te voorspellen en te beheersen, het liefst met behulp van elegante causale theorieën. De verwantschap met het zelfbeeld van het 'instrumentele handelen' uit het vorige hoofdstuk ligt voor de hand.

Als tweede kwam het kritisch-rationalisme van Popper aan bod. Met al zijn scherpzinnigheid verzet Popper zich tegen het zekerheidsideaal van zijn tegenvoeters. Wel blijft hij vasthouden aan algemene methodologische criteria om wetenschap van pseudo-wetenschap af te grenzen. Definitieve waarheid is niet mogelijk (hooguit als een regulatief uitgangspunt: we weten niet waar we terechtkomen, maar we blijven streven naar het vinden van de 'overeenstemming tussen onze ideeën en de werkelijkheid'). Wetenschap is bij Popper een bron van kennis, waarop men, anders gezegd, niet tot het uiterste moet vertrouwen. En zo hoort het ook. Wantrouwen vormt het hart van elke goede wetenschap. Wetenschap is de kritische onderneming bij uitstek; al haar theorieën en waarnemingen moeten aan de strengste toetsen onderworpen worden; pas als resultaten door zo'n serie testen zijn gekomen, kunnen ze als *voorlopig* waar aanvaard worden. Op grond van het systeem van strenge toetsen kan men aannemen dat wetenschap tot 'betrouwbare' resultaten leidt, betrouwbaarder althans dan het steken van een vinger in de lucht. Het is dan ook niet onverstandig om op wetenschappelijke resultaten allerlei activiteiten te baseren. De verwantschap met handelen als 'probleemoplossen' komt hier duidelijk naar voren.

Als derde is de meer sociologische benadering van Kuhn genoemd; lidmaatschap van een bepaalde groep, geschaard rond een specifiek paradigma

ma. Kuhn laat zien dat er verschillende wetenschappelijke scholen kunnen bestaan, afhankelijk van het paradigma dat daar dominant is. Wetenschap is niet iets neutraals, maar wordt onder meer geleid door (culturele) opvattingen over de aard van de werkelijkheid (metafysica). Daaruit volgt dat wetenschap niet absoluut is, maar een lokaal karakter heeft. De verwantschap met 'praktijkhandelen' ligt nu voor de hand.

Het is mogelijk op een bepaald niveau Hempel, Popper en Kuhn met elkaar te verbinden. Hoewel hun ideeën fors uiteenlopen, lijken ze op een punt overeen te stemmen: dat van wetenschappelijke *waarden*, zoals consistentie, eerlijkheid en kritische zin. Mogelijk zijn het juist die waarden die wetenschap tot wetenschap maken, ondanks alle inhoudelijke, methodologische en institutionele verschillen. Hieronder gaan we ze preciezer bekijken.

De waarden van wetenschap – Laten we om een goed perspectief te krijgen (ideaaltypisch) aannemen dat 'gewone' wetenschap min of meer bestaat uit het kritisch en systematisch benaderen van allerlei onderzoeksproblemen. Wetenschappers worden geacht elkaar daarbij op de vingers te kijken en mee te doen aan de discussies over de kwaliteit van voorgestelde theorieën en gedane waarnemingen. In deze 'Republic of Science' (de term is van Polanyi¹⁶) heerst als bindend element niet zozeer een inhoud (daarvoor zijn er teveel paradigma's en specialismen), maar een *ethos*, een aantal regels voor goed wetenschappelijk gedrag. De wetenschapssocioloog Robert Merton heeft deze regels beschreven.¹⁷ Het zijn er vier:

1. *Universalisme*. Wetenschap kent geen grenzen; geen nationale grenzen en geen grenzen op het gebied van geloof, ras, sekse, politieke overtuiging. Dat betekent dat wetenschap zo georganiseerd moet zijn, dat alleen de kwaliteit van argumenten telt en verder niets.

2. *Communalisme*. Wetenschap is gemeenschappelijk bezit. Wie toevallig iets interessants ontdekt moet dit ook zo snel mogelijk aan de wetenschappelijke gemeenschap bekend maken. Openbaarmaking en publicatieplicht behoren tot het wezen van wetenschap; geheimhouding is verboden.

3. *Belangeloosheid*. Het moet belangrijker zijn dat de wetenschap voortgaat dan dat de individuele onderzoeker hecht aan het eigen vermeende gelijk. Deze regel is dan ook te vertalen met: intellectuele eerlijkheid. Wetenschap moet zo georganiseerd zijn dat wederzijdse kritiek de normaalste zaak van de wereld is. Daarvoor zijn allerlei mechanismen ingevoerd, zoals het referentensysteem bij tijdschriften. Ook houdt deze regel in dat de wetenschapper afstand houdt tot de leek (anders bestaat immers

het gevaar zich mee te laten slepen door niet-wetenschappelijke motieven). Dit element ligt ook ten grondslag aan de idee van wetenschap als 'ivoren toren'.

4. *Georganiseerd scepticisme*. Deze regel is bedoeld om dogmatisme of het meegaan in bepaalde politieke of ideologische stromingen te voorkomen. Wetenschappers dienen een kritische houding te cultiveren, hun oordeel op te schorten als ze menen dat een zaak nog niet voldoende is bestudeerd.

Uiteraard zijn deze regels nogal idealistisch; ook in de wetenschap is er veel machts- en belangenstrijd, en vaak lopen onderzoekers van verschillende scholen met een boog om elkaar heen. Toch geven ze een beeld van de organisatie van 'academische' wetenschap, een organisatie die goed te contrasteren valt met die van technologen.

Technologen en hun context— Voor het contrast tussen wetenschap en technologie ontlenen we een aantal gezichtspunten aan Chris Boers.¹⁸ Ingenieurs hebben in tegenstelling tot academische onderzoekers niet zozeer als beginsel het streven naar waarheid om de waarheid zelf, maar het streven naar (wetenschappelijk verantwoorde) oplossingen om nuttige dingen te doen in de samenleving. Dat betekent dat er een fundamentele *heterogeniteit* in de technologie zit, zeker waar die aan universiteiten en researchinstututen bedreven wordt. Ze is gericht én op waarheid (voor de 'Republic of Science') én op nuttigheid (ten behoeve van allerlei sectoren in de samenleving). Deze spanningsverhouding vindt men terug in de terminologie: in plaats van discipline omschrijvingen als biologie, geschiedenis en psychologie komt men gecombineerde termen tegen, zoals onderwijstechnologie, medische technologie, bedrijfskunde, bestuurskunde, landbouwtechnologie, milieutechnologie.

Zulke formuleringen kunnen alleen maar gebruikt worden als de respectievelijke sectoren als subsystemen met een eigen logica en een eigen doel beschouwd kunnen worden. Een bedrijf wordt gezien in termen van het maximaliseren van de winst; een opleiding in termen van de output van geslaagde studenten; een ziekenhuis in termen van de organisatie van gezondheidsvraag en -aanbod. Technologie heeft met andere woorden als achtergrond:

- 1 dat de werkelijkheid aanvaard wordt als opgebouwd uit relatief onafhankelijke sectoren, en
- 2 dat binnen iedere sector naar rationalisatie (zo efficiënt mogelijk de doelen bereiken) wordt gestreefd.

Wat betekent dit voor de technologische onderzoeker? Dat zo iemand door die heterogeniteit met meer spanningen te maken heeft dan de 'academische' wetenschapper. Aan de ene kant kan een oprechte technoloog trots zijn op de nuttige dingen die bedacht, ontwikkeld en geïmplementeerd worden; aan de andere kant bestaat er steeds een 'gewetensprobleem': voor wie wordt al dit werk eigenlijk gedaan, is het wetenschappelijk wel gepast?

Dit soort spanningen is duidelijk te maken aan de hand van het ideaaltype van wetenschap dat zonet geschetst werd. Daarin staat het idee van een 'Republic of Science', alsook de normen van Merton centraal. Beide kunnen in een technologische context onder druk komen te staan.

Bij technologie is er namelijk *geen* sprake van een autonome wetenschapsrepubliek. Immers, technologen zijn niet alleen verantwoording verschuldigd aan hun collega's, maar ook aan heel andere typen mensen, die in hun sector weten wat ze willen. Zo moet een bestuurskundige die in een publieke organisatie werkt voortdurend contact houden met mensen van de werkvloer, personeelsfunctionarissen, politici, enzovoort. Anders gezegd, bij technologie is sprake van vele deelrepubliekjes, met daartussen en ook daarbinnen specifieke belangentegenstellingen.

Ook kan de technologische onderzoeker in de problemen komen met de regels van Merton:

- a universalisme (internationalisme) kan in de knel komen bij projecten die een landsbelang of bedrijfsdoel dienen;
- b communalisme (publiceren) kan vervangen worden door geheimhouding, bijvoorbeeld ten behoeve van octrooien op uitvindingen;
- c belangeloosheid (intellectuele eerlijkheid) wordt niet altijd gewaardeerd: er moeten zaken worden gedaan;
- d georganiseerd scepticisme (opschorten van het oordeel) krijgt vaak geen ruimte, omdat er snel resultaten geboekt moeten worden.

Een academische onderzoeker heeft het mogelijk iets gemakkelijker dan een technologische. De laatste kan zich erop beroemen iets nuttigs te doen, maar dat heeft wel een prijs. (Het lijkt er overigens op dat de verschillen kleiner worden. Bovenstaand lijstje gaat ook steeds meer op voor academische onderzoekers, die in toenemende mate afgerekend worden op externe criteria.)

Er zit verschil tussen wetenschap en technologie. In sociologische zin is daar net iets over gezegd. Kan dat ook in meer methodologische en inhoudelijke termen? Daaraan gaan we werken in de volgende paragrafen. Dit doen we door een parallel te trekken tussen de drie opvattingen

van wetenschap en de karakteristieken van technologie. Dan zal blijken dat het voor de manier waarop ingenieurs zichzelf interpreteren heel wat uitmaakt welke opvatting van wetenschap zij aanhangen.

2.7 TECHNOLOGIE ALS TOEGEPASTE WETENSCHAP

Vanuit het logisch-positivisme is technologie in feite toegepaste wetenschap. Het model is vrij simpel. Gegeven een theorie T die een goed gedefinieerde relatie tussen oorzaak (O) en gevolg (G) legt, kunnen we drie kanten op:

- 1 met behulp van T kan verklaard worden hoe onder bepaalde condities (a, b, c) G het effect van O is;
- 2 gegeven de randvoorwaarden (a, b, c), dan kan met behulp van T voorspeld worden dat O tot G leidt;
- 3 gesteld dat we G willen realiseren, dan dienen we op grond van T de condities (a, b, c) te realiseren alsook de situatie O .

Voorspellen en verklaren vormen voor het logisch-positivisme twee zijden van dezelfde medaille. Een eenvoudig voorbeeld uit de natuurkunde kan dit verduidelijken. Voor de beweging van vallende voorwerpen gelden de volgende wetten: $v = at$ en $s = 1/2at^2$, waarin v de snelheid is, a de versnelling, t de tijd en s de afgelegde afstand. Met behulp hiervan kan men verklaren waarom een voorwerp dat op een bepaalde hoogte van de toren van Pisa is geworpen na een precies te berekenen aantal seconden de grond raakt. Men kan er ook mee voorspellen hoeveel tijd andere voorwerpen nodig zullen hebben: uiteraard hetzelfde aantal seconden. Toch zit er een addertje onder het gras. Zoals we uit ervaring weten valt een steen aanmerkelijk sneller dan een vogelveertje. Daar is ook een verklaring voor: de luchtweerstand. Daarmee is de theorie niet weerlegd, wel is het nodig alle aandacht te besteden aan de extra condities. De theorie gaat in dit geval niet uit van 'real life'-situaties, maar van een kunstmatige situatie, vacuüm, die in het laboratorium aanmerkelijk gemakkelijker te realiseren is dan in het echt. In vacuüm vallen veer en steen namelijk even snel.

Een theorie alleen is nog niet voldoende om te verklaren en te voorspellen, ook is het nodig de werkelijkheid in zo'n vorm te gieten dat zoiets kan plaatsvinden (de condities a, b, c). In het experiment is dit aspect vanzelfsprekend, maar het heeft consequenties als we over technologie praten.

Technologie is het zo manipuleren van de omstandigheden dat met behulp van theoretische inzichten het gewenste verschijnsel (product) tot stand wordt gebracht.

Vanuit deze gezichtspunten kunnen we een aantal aspecten van technologisch handelen nu nader onder de loep nemen. Te weten: (a) de technologische probleemtrecter; (b) het instrumentalisme; (c) de betekenis van experimentele condities.

De technologische probleemtrecter – De ingenieur als toegepaste wetenschapper benadert de klussen waarvoor hij geplaatst wordt op een specifieke manier. Uit het voorafgaande is duidelijk geworden dat zo iemand erop uit is om zo efficiënt en effectief als maar mogelijk een oplossing te realiseren die geschikt is voor de sector waarbinnen gewerkt wordt. Om zo te kunnen handelen moet het probleem, dat meestal vele kanten en aspecten kent, hanteerbaar gemaakt worden. Boers heeft hiervoor een mooi beeld gelanceerd: de technologische probleemtrecter. Dat is een soort fuik waarmee de ingenieur zijn problemen te lijf gaat.

Hoe ziet die fuik eruit? Als volgt. Er is een probleem. Dat probleem heeft vele kanten: financiële, culturele, sociale, politieke, historische en technische. Om dat probleem behandelbaar te maken worden er steeds meer stukken tussen haakjes gezet.

Als eerste worden sociaal-culturele elementen buiten de deur gehouden; de vraag hoe mensen zelf tegen een probleem aankijken is misschien even interessant (zeker om te bepalen of er later een markt voor is), maar vervolgens speelt ze geen rol meer in de overwegingen. Als mensen al andere opvattingen hebben dan de ingenieur, dan zijn ze niet 'bij de tijd'. (Of de technoloog hier verstandig aan doet, is uiteraard een heel andere kwestie.)

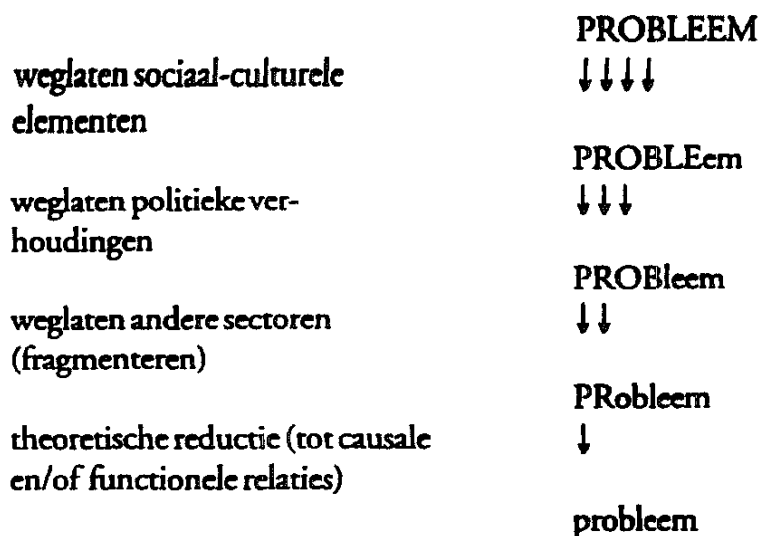
Als tweede worden politieke aspecten buiten beschouwing gelaten. Een landbouwtechnoloog ziet het probleem van honger in een bepaald gebied vooral als een kwestie van een niet optimale voedselproductie. Voor een sociaal-technoloog zit het probleem in de overbevolking en in een falende gezinsplanning. Meestal hebben beiden weinig oog voor de geschiedenis van een bepaald gebied en voor de vroegere en huidige machtsverhoudingen, die van grote invloed zijn op de toestand van ondervoeding.

Als derde wordt het probleem gefragmentariseerd. Iedere technologische schoenmaker houdt zich bij zijn leest. De technoloog die in de auto-industrie onderzoek verricht naar betere bandprofielen, bemoeit zich niet met zijn collega die aan de versnellingsbak werkt. Nog minder is hij geïnteresseerd in de aanleg van wegen en in de invloed van auto's op het milieu. Daar zijn anderen voor.

Als vierde wordt gezocht naar de simpelste wetenschappelijke benade-

ring die maar mogelijk is (theoretische reductie), waarover zo meteen meer.

En dan is het probleem klaar voor de technologische uitwerking. In schema:



Het 'probleem' met kleine letters is nu een hapklare brok voor de ingenieur, ook al zal het vermoedelijk de nodige hoofdbreken kosten om eruit te komen. Het voordeel van de vervorming is dat de zaak relatief simpel kan worden aangepakt; het nadeel is dat het onbekend is of de uitkomst ook doet wat ervan verwacht wordt. Immers, door alle reducties kan er een oplossing geformuleerd worden die niet bij de belevingswereld van de mensen of bij de maatschappelijke verhoudingen past. Uiteraard is een goede technoloog niet voor een gat te vangen. Zo iemand zal bij gebrek aan succes onmiddellijk een collega inschakelen – de implementatiedeskundige. Die heeft zich namelijk gespecialiseerd (volgens dezelfde reductivistische aanpak) in het aan de man/vrouw brengen van producten en processen waar men op dat moment nog niet aan toe is. Hoewel er op deze manier heel systematisch gewerkt wordt, biedt deze technische methode geen garantie voor succes.

Instrumentalisme – Zonet is de term 'theoretische reductie' gevallen. Deze vormt het sluitstuk van de instrumentalistische aanpak. Ze kenmerkt niet alleen de aanpak van onderzoekers, maar ook de basisconcepten en theoretische modellen. Op drie niveaus speelt theoretische reductie een rol:

1. *Instrumentalisme in de centrale begrippen.* Technologische belangen bepalen in sterke mate hoe de wereld wordt ingedeeld. Zo kent de natuur

en de academische biologie ('Alles wat groeit en bloeit en ons altijd weer boeit') geen verschil tussen gewassen en onkruid. Dit in tegenstelling tot de landbouwwetenschap, die onderscheid maakt tussen planten die voor productie nuttig zijn en planten die dat niet zijn. Zo kent de sociologie nauwelijks onderscheid tussen huwelijksrelaties en andere samenlevingsvormen; voor een alimentatiedeskundige zijn de verschillen van levensbelang.

2. *Instrumentalisme in de methodologie.* De voorkeur gaat uit naar methodologieën die het gemakkelijkst succes lijken op te leveren. In de meeste gevallen komt dat neer op een voorkeur van analytische (reductionistische) benaderingen boven holistische (die van het geheel uitgaan). In de medische wereld wordt een persoon veelal gereduceerd tot de uitslagen van het onderzoek naar zijn bloed en urine, omdat op grond daarvan technische behandelingen mogelijk zijn. Heel anders gaat het toe in het alternatieve circuit, waar de 'totale mens' in ogenschouw wordt genomen. Zo heeft ook binnen een instrumentalistische opvatting een kwantitatieve aanpak vaak een dikke streep voor op een kwalitatieve methode.

3. *Instrumentalisme in de theorie.* Er zijn vele vormen van theorie mogelijk, meer en minder diepgravend, meer en minder complex. Vanuit een technologische optiek gaat de voorkeur uit naar die theorievormen die het gemakkelijkst om te vormen zijn tot praktische resultaten. Dit betekent dat er voorkeur zal bestaan voor causale theorievorming, als men al uit is op theorievorming. Het betekent ook dat men tevreden is met minder, met empirisch gevonden relaties (A wordt gevolgd door B), zonder dat men weet hoe zulke processen op een dieper niveau verlopen. Dit laatste noemt men ook wel 'functionalisme'. Veel onderzoek naar nieuwe medicijnen heeft deze eigenschap; men onderzoekt op basis van een vaag idee wat waarvoor helpt en probeert dat product dan uit op een groot aantal proefdieren, en, in een later stadium, op proefpersonen.

De condities voor technologie – Wetenschap in de logisch-positivistische zin vindt plaats onder bepaalde condities. Voorspellingen hebben de volgende structuur: 'onder condities a, b en c levert oorzaak O het effect G'. De experimentele wetenschapper heeft onder meer tot taak die condities op te sporen en te realiseren. Zo'n materiële realisatie is nodig om te kunnen werken. We vinden de resultaten van experimenteel werk niet op straat; ze moeten geproduceerd worden door middel van actieve interventies. Hierbij is een uiterst belangrijk punt dat wetenschappelijke kennis alleen niet genoeg is, zoals vaak gedacht wordt. Daarnaast is het nodig

dat de omstandigheden waarbinnen gewerkt wordt maatschappelijk in de hand worden gehouden.¹⁹

In het laboratorium vinden wetenschappelijke experimenten gewoonlijk plaats op een relatief kleine schaal, zowel in de ruimte als in de tijd. De sociale condities die onder controle gehouden moeten worden lijken triviaal, maar zijn dat bij nader inzien niet. Kinderen mogen er niet spelen, actiegroepen als de 'razende bintjes' moeten buiten de deur blijven, radioactieve stoffen en virussen mogen niet naar buiten komen – om maar enkele condities te noemen.

Tussen het laboratoriumexperiment en het bedrijven van technologie bestaat een sterke verwantschap. Voor een technologisch project moet, om te kunnen slagen, dit soort maatschappelijke voorwaarden ook vervuld worden, maar dan op een veel grotere schaal. Immers, een technologie is bedoeld om uiteindelijk in een grotere context, die van de samenleving, terecht te komen. Bij een technologie gaat het daarom niet alleen om een effect of een product, maar ook om de instituties (bureaucratische, juridische en politieke), die het permanente succes van een bepaald project garanderen. Kernenergie is hiervan een voorbeeld. Grote kerncentrales vereisen meer dan het technisch goed werken van een installatie. Ze vergen ook veiligheidsvoorzieningen tegen mogelijke terroristen, rampenplannen, beheersmodellen, regelingen en organisaties voor het vervoer en de opslag van radioactief materiaal. Voor een onderwijskundig product dienen er eveneens institutionele kaders te zijn (stabiele scholen, opleidingsinstituten), wil dat product ook maar enigszins landen.

Een succesvolle technologie is meer dan het installeren van neutrale middelen ten behoeve van een gewenst doel. Ze is ook een aanpassing van de maatschappelijke condities om die technologie te doen slagen. Om die condities te kunnen realiseren is maatschappelijke macht nodig. Deze macht komt niet voort uit een bepaald soort van min of meer neutrale kennis, komt ook niet voort uit de wetenschappers alleen, maar heeft zijn wortels in de algemene maatschappelijke verhoudingen.

Veel technologische discussies spelen zich af in termen van doelen, middelen en effecten. Dit is slechts ten dele correct. Er moet nog iets aan toegevoegd worden: de maatschappelijke, institutionele en culturele voorwaarden waaronder een technologie kan functioneren. En het is juist op dit punt dat veel technologen een blinde vlek vertonen. Ze zijn meer geïntereerd op de technologische probleemtrecter (instrumenteel handelen) dan op de randvoorwaarden van hun werk.

2.8 TECHNOLOGIE ALS PROBLEEMOPLOSSEN

In het bovenstaande is technologie als toegepaste wetenschap beschreven, zoals die vanuit het logisch-positivisme geïdentificeerd kan worden. Dat heeft verschillende gezichtspunten en problemen opgeleverd. Het voorgaande sluit vrij nauw aan bij het gebruikelijke (zelf)beeld van de bèta-wetenschappen. Dit beeld wordt bestreden door Popper met zijn kritisch-rationalisme. Wat levert zijn probleemoplossende aanpak op voor het denken over technologie? In de meer 'harde' technologie, zoals werktuigbouwkunde, neemt het denken in probleemgestuurd werken toe, voor meer gamma-achtige vakgebieden, zoals onderwijskunde en bestuurskunde, vormt dit gezichtspunt zelfs het hart van de werkwijze. (Zie de twee ontwerpmodellen in het vorige hoofdstuk.)

In deze paragraaf gaan we dieper in op dit alternatieve (zelf)beeld van de ingenieur. Daartoe sluiten we aan bij een beschouwing van de psycholoog Van Strien, die een warm pleidooi houdt voor de probleemgestuurde aanpak.²⁰

Tussen wetenschap en praktisch ingrijpen heerst, zo zegt Van Strien, een diepe kloof:

Studenten in de sociale wetenschappen worden momenteel grootgebracht met een methodologie die bijna uitsluitend betrekking heeft op generaliserende theoriegerichte wetenschap: het opstellen en toetsen van hypothesen met behulp van statistisch min of meer verfijnde technieken. De meesten gaan echter na het afstuderen niet werken als wetenschappelijk onderzoeker maar komen in een of andere praktische functie, waarin diagnostiek, advies en begeleiding van personen, groepen en organisaties van hen worden verwacht ten behoeve van overheid, bedrijf, onderwijs, privé-cliënten e.d. Al spoedig wordt hun daarbij te verstaan gegeven dat er van wetenschappelijke striktheid hier maar in beperkte mate sprake kan zijn. Snelheid, betaalbaarheid en haalbaarheid gelden als belangrijker waarden. Bekend is in dit verband de opmerking van mensen uit de praktijk dat een universitair geschoolde eerst allerlei dingen moet afleren, voordat deze geschikt is voor het concrete werk. Ervaring, 'klinische blik' of gezond verstand worden veelal voldoende geacht om een bijdrage te leveren. Uit enquêtes onder afgestudeerden over hun wensen m.b.t. de opleiding komt stevast de behoefte naar voren aan een betere training in de *techniek* van zaken als testgebruik, interview, gespreksvoering, training en therapeutische begeleiding, rapportering aan leken. Methodologie wordt daarentegen opgevat als iets dat goed is voor universitaire of semi-universitaire werkers, 'brainy', 'hard-nosed', maar wat bloedarme researchers.²¹

Om de kloof tussen theorie en praktisch handelen te overbruggen zingt

Van Strien niet mee in het anti-methodologische koor, maar levert hij juist een pleidooi voor de *verwetenschappelijking van het werken in de praktijk*. Dit denken vergt een methodologische disciplinerings.

Grofweg kan wetenschap op drie manieren voor concrete doeleinden ingezet worden:

1. Als *gericht onderzoek*. Onderzoekers doen wetenschappelijk werk in hun eigen instituten en op basis van hun eigen criteria. De resultaten kunnen eventueel ter beschikking komen van opdrachtgevers, die met behulp daarvan hun praktische problemen kunnen aanpakken. Hierbij valt te denken aan instituten als het CITO en het TNO, en binnen universiteiten aan derde geldstroomonderzoek.

2. Als *gebruik van wetenschap*. Hier gaat het wetenschappelijk gezien veel passiever toe. Werkers in de praktijk maken vooral gebruik van hun eigen ervaringen en intuïties. Daarnaast maken ze min of meer blind gebruik van wetenschappelijke 'kant-en-klare' producten. Voorbeelden vormen het benutten van een elders ontwikkelde test door een psycholoog in een diagnostische routine, het hanteren van een door anderen gemaakte onderwijsmethode door een docent, en het gebruiken van aangekochte meetapparatuur in milieusonderingen.

3. Als *probleemgericht denkwerk*. Dit is een tussenvorm tussen 'onafhankelijk' onderzoek en direct gebruik van 'kant-en-klare' producten.

De laatste manier is in veel situaties van belang. Hoe kan hier sprake zijn van een 'verwetenschappelijking'?

Er bestaan verschillende invalshoeken om het probleemgerichte denkwerk te beschrijven. Vanuit het logisch-positivisme is er een dominante methode: het verbinden van algemene theorieën en wetmatigheden met concrete gevallen. Soms lukt die combinatie heel goed, vaker ligt het veel lastiger. Een ingenieur bouwt geen bruggen in het algemeen, maar juist die ene, specifieke brug. Vele praktijksituaties zijn te complex voor een rechttoe rechtaanwerkwijze. Hoe valt dit probleem te verdisconteren? Daarnaast speelt er nog een ander: een ingenieur wil niet alleen verklaren en voorspellen, zoals het de wetenschapper betaamt, maar ook ingrijpen, zaken verbeteren. Wat bepaalt nu wat een verbetering is? Is dat afhankelijk van de externe opdrachtgever of ligt dat in de aard van de (sociale) technologie zelf?

Om deze kwesties te lijf te kunnen gaan is het drieluikmodel, waarin alleen wetenschap rationeel is, onvoldoende. Nodig is een alles doordringend kritisch-rationalisme. Nodig is een variant op de empirische cyclus waarin ook doelen en normen een rol spelen: de regulatieve cyclus.

De regulatieve cyclus— Staat bij het wetenschappelijk denken het verklaren en het voorspellen centraal, in het technologische denken gaat het om een *doel* of een *norm*: een gezondheidsnorm, een geschiktheids criterium, een organisatiemodel, een maatschappij-ideaal, uitmondend in verbeterde producten en processen. Dit normatieve moment bepaalt reeds de waarneming: wat is er mis en wat functioneert wel goed? De analyse (diagnose) is onderzoek naar de normafwijking; de praktische conclusies bestaan uit maatregelen waarvan hypothetisch wordt aangenomen, dat ze tot een resultaat leiden dat meer overeenkomstig de norm is.

Het genereren van een dergelijke norm kan op drie (ideaaltypische) manieren plaatsvinden:

1. Het kan voortkomen uit de logica van de sector waarbinnen zich een probleem voordoet. Zo is het bijvoorbeeld in de geneeskunde begrijpelijk dat er nieuwe medicijnen met minder bijwerkingen worden ontwikkeld.

2. Uiteraard is in het bovenstaande geval de norm of het doel nog niet voldoende scherp bepaald. Een specifieke opdrachtgever (een individu of een organisatie) heeft de ruimte om zijn eigen wensen of voorkeuren te formuleren. In zulke gevallen is sprake van een *gegeven externe norm*.

3. Een andere situatie doet zich voor wanneer alle betrokkenen in overleg treden over de gewenste norm (vergelijk Habermas in het vorige hoofdstuk). De norm is dan een *communicatief ontwerp*, het product van een proces waarin onderzoekers, opdrachtgevers en cliënten samenwerken.

Uiteraard kunnen er spanningen tussen de verschillende typen van normgenerering ontstaan. Zo kan er tussen (2) en (3), tussen een opgelegde norm en een communicatief ontwerp, verschil bestaan; zo kan er tussen (1) en (2), tussen wat een vakgebied aankan en wat een opdrachtgever gerealiseerd wil zien, een wereld van verschil liggen. (We komen er in het volgende hoofdstuk op terug.)

Hoe dat ook zij, normativiteit vormt een essentieel onderdeel van de regulatieve cyclus. Hoe ziet die er in feite uit? Ze bestaat uit twee subcycli, elk bestaande uit drie stappen. De eerste subcyclus is die van het denken (d), de tweede die van de actie (a). In de eerste subcyclus komen we de volgende stappen tegen:

- (d1) de formulering van het probleem, middels de analyse van de uitgangssituatie, en vanuit het oogpunt van het doel of de norm;
- (d2) het bedenken van voorstellen voor een oplossing;
- (d3) het voorspellen van wat de gevolgen zullen zijn van eventuele maatregelen en de evaluatie van de wenselijkheid ervan, in het licht van hetzelfde doel of dezelfde norm.

In termen van het middel-doel-schema kan men zeggen, dat het gaat om het zoeken van middelen (stap 2) om van een onbevredigende uitgangssituatie (stap 1) te komen tot een meer gewenste situatie, die in stap 3 als criterium wordt gehanteerd.

In de tweede subcyclus herhaalt zich hetzelfde op het niveau van actie:

- (a1) het plannen van de maatregel, tegen de achtergrond van een analyse van de aanknopingspunten en de obstakels;
- (a2) het implementeren van de maatregel;
- (a3) het evalueren van de gevolgen; het nagaan van bedoelde en onbedoelde effecten; op grond hiervan kan het nodig zijn een nieuwe cyclus te starten.

Deze cyclus wijkt af van de bekende empirische cyclus. Niet verklaren en voorspellen staan centraal, maar *veranderen*: het realiseren van een norm of een regel. Daarom noemt Van Strien deze cyclus de 'regulatieve cyclus'. Zij vormt een eigen methodologische grondfiguur voor het probleemgerichte denken, grofweg verlopend volgens de fasen: probleemstelling, diagnose, plan, ingreep, evaluatie. Het gaat hier niet om een uitbreiding van de algemeen-wetenschappelijke cyclus met een element van toepassing, maar om een denk- en handelingsproces dat in al zijn fasen begeleid wordt door een normatief moment.

Nu kan men in het voetspoor van Popper wel beweren dat deze cyclus wetenschappelijk is, maar klopt dat ook? Vier bezwaren liggen voor de hand:

- 1 wetenschap vereist toetsbaarheid; regulatieve uitkomsten daarentegen worden niet als hypothese geverifieerd (of gefalsificeerd), maar als beleid gerealiseerd;
- 2 wetenschap is gericht op het algemene; het probleemoplossen daarentegen op het concrete;
- 3 wetenschap is publiek, wordt bedreven ten overstaan van een open forum; probleemgericht handelen wordt veelal bedreven op een cliëntgerichte, vertrouwelijke basis;
- 4 wetenschap is – naar intentie – waardevrij; de regulatieve methodiek hanteert daarentegen normen en criteria, waarmee ze buitenwetenschappelijke elementen introduceert.

Blijken deze bezwaren te kloppen, dan moeten bijvoorbeeld vele onderwijskundigen zich ernstige zorgen maken over het wetenschappelijke gehalte van hun werk.

De bezwaren komen voort uit een bepaalde opvatting van wetenschap: de logisch-positivistische. Zoals we gezien hebben bestaat wetenschap

daar uit een cumulatie van ware uitspraken en verklarende theorieën over de werkelijkheid. Vanuit dat gezichtspunt is zowel het normatieve als het handelingskarakter van dit type methodologie onwetenschappelijk. De interessante kwestie ligt nu op tafel of dit beeld van wetenschap wel klopt. Het klopt zeker in de harten van vele wetenschappers.

Een klein onderzoekje dat we aan de Universiteit Twente verricht hebben naar de wetenschappelijke hiërarchie leverde al snel het resultaat op, dat wiskunde als het meest wetenschappelijk wordt beschouwd, daarna volgen natuurkunde en elektrotechniek; onderaan bungelen de meer maatschappijgerichte vakken als onderwijs-, bedrijfs- en bestuurskunde.

Dit beeld komt voort uit het logisch-positivisme (hoe meer wiskunde en algemene theorieën des te meer status), maar het klopt niet, zo hebben we van Popper kunnen leren. Wetenschap heeft minder het karakter van een steeds massiever wordend geheel van ware uitspraken, en meer dat van een geheel van activiteiten om de werkelijkheid te ontdekken. In Poppers voetspoor is het mogelijk de ingebrachte bezwaren te ontkrachten.

1. Het eerste bezwaar betreft het ontbreken van toetsbaarheid, omdat de uitkomsten in beleid worden gerealiseerd. Uiteraard is deze constatering correct, maar is ze ook een bezwaar tegen de wetenschappelijkheid van deze methodologie? Dat hoeft niet, als we met Popper het systematisch en kritisch oplossen van problemen als maatstaf nemen.

2. Het volgende bezwaar heeft als inhoud dat wetenschappelijke uitspraken een algemeen karakter moeten dragen. De algemeenheid van wetenschap is echter maar betrekkelijk, zo valt te pareren. De geschiedwetenschappen, maar ook grote stukken biologie en geologie zijn gericht op concrete verschijnselen. Uiteraard kunnen algemene (hulp)theorieën daarbij een rol spelen. Hier is dat eigenlijk niet anders.

3. Het derde bezwaar heeft als teneur dat wetenschap openbaar is, dit in tegenstelling tot de hier gehanteerde aanpak die veelal vertrouwelijk is. Hoewel het vanzelf spreekt dat veel beroepsbeoefenaren gebonden zijn aan een beroepsgeheim, hoeft daarmee de openbaarheid niet in gevaar te komen. Het is zeer wel mogelijk op meer indirecte wijze over de bevindingen in tijdschriften te publiceren. Ook is het mogelijk binnen het vakgebied een soort forum te installeren, dat kritisch kijkt naar de concrete resultaten en methoden.

4. Het laatste bezwaar heeft betrekking op het normatieve gehalte van dit type methodologie. Worden daarmee niet allerlei ideologische waarden binnengesmokkeld? Het verweer luidt dat hier helemaal geen sprake van smokkelen is. Integendeel, van de nood wordt een deugd gemaakt.

Bij technologisch handelen zijn normen en doelen onvermijdelijk. Het is zaak deze niet weg te masseren, maar juist aan het licht te brengen en ter discussie te stellen bij de cliënten, binnen de professie en in breder maatschappelijk verband. Dan pas is iemand wetenschappelijk (kritisch toetsend) bezig, zonder dat het gevaar van totalitaire planning dreigt.

Uiteraard valt er nog best van mening te verschillen over de overtuigingskracht van deze weerleggingen. Niettemin blijkt het met behulp van Popper mogelijk technologie te zien als probleemgestuurd handelen. Door middel van zijn kritisch-rationalisme biedt Popper een verantwoord model voor het beschouwen van technologie als een vorm (dat is niet hetzelfde als toepassing) van wetenschap. Meer nog, hij articuleert op een heldere manier het zelfbeeld van oude en nieuwe ingenieurs als probleemoplossers.

2.9 TECHNOLOGIE ALS EXPERTISE

Het zelfbeeld van de ingenieur als expert kunnen we nu aan de hand van Kuhn gaan uitwerken. Het begrip 'expertise' verwijst naar een hoeveelheid gespecialiseerde kennis en een aantal specialistische vaardigheden, die in het algemeen een grondige studie en training vergen. Een 'expert' beschikt over het vermogen om problemen in zijn specifieke vakgebied aan te pakken, door ze op een bepaalde wijze te formuleren, te structureren, en vooral door snel met een adequate oplossing te komen.

Een vergelijking met de wetenschapsfilosofie van Kuhn ligt nu voor de hand. Een van de kenmerken van wetenschap is, volgens hem, dat niet zozeer de theorie wordt getoetst, als wel de onderzoeker. Voor een expert geldt hetzelfde; zo iemand moet voldoen aan de eisen van vakbekwaamheid.

Er zijn meer kenmerken die te denken geven. Kuhns analyse laat zien dat wetenschap aanmerkelijk minder homogeen is dan Hempel en Popper menen. Er bestaan verschillende wetenschappelijke gemeenschappen, gegroepeerd rond een bepaald paradigma, elk met eigen communicatiekanalen, een eigen cultuur, en eigen puzzels die opgelost moeten worden. Op vergelijkbare manier kunnen er verschillende technologische gemeenschappen onderscheiden worden. Elk met de eigen centrale concepten, de eigen metafysica (modellen van en voor de werkelijkheid), waarden (normativiteit) en de gezichtsbepalende voorbeelden. Ook past hier de analogie met MacIntyre (hoofdstuk I) over de aard van praktijkhandelen.

Het handelen van een ingenieur in zo'n praktijk heeft een karakter dat lijkt op dat van normale wetenschap. De beoefenaars worden aan hun puzzeloplossend vermogen gemeten. Willen ze het goed doen, willen ze als competent beoordeeld worden, dan moeten ze steeds opnieuw prestaties leveren.

Regels voor 'normale' technologie – Welke regels zijn er nu die een technologische praktijk bepalen? Op grond van het voorafgaande kunnen we twee typen onderscheiden²²:

- 1 regels die een praktijk constitueren;
- 2 regels die binnen een praktijk de kwaliteit uitmaken.

Bij het eerste type (de constituerende regels) gaat het om de basale spelregels die de praktijk definiëren. Vergelijk bijvoorbeeld de regels voor de opstelling en het verplaatsen van de stukken in het schaakspel. Iemand die zulke regels volgt, bedrijft het schaakspel, ook al trapt hij in het meest simpele herdersmat.

Bij het tweede type (de uitvoeringsregels) gaat het om de vaardigheid binnen een praktijk met knappe en originele zetten te komen. Een goede schaker verschilt van een slechte niet doordat hij de spelregels beter beheerst, maar wel doordat hij over slimmere speelregels beschikt.

De constituerende regels hebben betrekking op:

- a de *wereld* zoals die binnen een praktijk gedefinieerd is (de wereld is voor een onderwijskundige anders dan voor een notaris en weer anders voor een informaticus);
- b de *beroepsbeoefenaars* die daarbinnen ook gedefinieerd worden (voor een arts gelden andere lidmaatschappen en rolverwachtingen dan voor een civiel ingenieur).

De uitvoeringsregels, de manieren waarop binnen een praktijk min of meer bekwaam geopereerd kan worden, bestaan eveneens uit twee typen:

- a *technische regels*, die betrekking hebben op de instrumenten, de vaardigheden, de technieken, die praktijkmensen gebruiken om prestaties te leveren, niet alleen ten aanzien van 'dingen', maar ook ten aanzien van 'mensen';
- b *strategische regels*, die richting geven aan het formuleren en structureren van probleemsituaties; in absolute zin bestaat er niet een beste strategie om op basis van de beschikbare informatie tot een adequate probleemformulering te komen; beroepsbeoefenaars onderscheiden zich door hun heuristische vermogen op dit terrein; door hun 'inzicht', door hun oordeelsvermogen.

Competente prestaties zijn binnen een praktijk de centrale norm waar-

aan men zichzelf en anderen meet. Deze norm bestaat uit vier aspecten, die we kunnen aangeven door de constituerende en uitvoeringsregels te combineren. In schema:

		constituerende regels	
		beroepswerkelijkheid	beroepsgenoten
uitvoeringsregels	technische	1 technisch kunnen	3 interactienormen
	strategische	2 oordeelsvermogen	4 rolnormen

De eerste twee typen normen liggen voor de hand; zij zijn aanduidingen voor de kwaliteit van het uit te voeren werk. De laatste twee worden meestal niet expliciet gemaakt. Niettemin zijn ze voor een (technologische) praktijk van belang, omdat ze de verhoudingen met collega's en daarmee de praktijk reguleren. We lopen ze langs.

1. *Technisch kunnen*. Deze norm is het meest vanzelfsprekend. Een professional wordt gemeten aan de kwaliteit van het uit te voeren technische werk. In hoeverre beheerst iemand de 'state of the art'? In welke mate worden fouten voorkomen?

2. *Oordeelsvermogen*. Deze norm ligt een laag dieper. Hoewel moeilijk in objectieve criteria te vatten, weten beroepsbeoefenaars onderling heel goed wie over meer en minder diepgang beschikt om problemen te structureren en aan te pakken. Meer algemeen: een professional wordt beoordeeld aan de hand van de kwaliteit van zijn manier van werken, de gekozen uitgangspunten en de gehanteerde strategieën.

3. *Interactienormen*. Een professional wordt gemeten aan de wijze waarop hij of zij in concrete projecten gestalte geeft aan contacten met collega's. Daarbij valt te denken aan onderlinge afstemming, samenwerking en kritiek.

4. *Rolnormen*. Aan de hand van dit type normen worden beroepsbeoefenaars als beroepsbeoefenaars beoordeeld. Intern: voldoet de professional aan de eisen die aan z'n professionele gedrag gesteld mogen worden? Extern: houdt hij de status van de beroepsgroep hoog?

De vier typen normen vormen een handig instrument om een professionele praktijk in kaart te brengen.²³ Niet alleen beschrijvend, ook normatief kunnen de vier typen normen behulpzaam zijn. Wanneer in het volgende hoofdstuk beroepscode's aan de orde komen, speelt deze typologie op een meer positieve manier mee.

Technologische 'revoluties'— Het bovenstaande spoort voortreffelijk met de ideeën van Kuhn over 'normale wetenschap': de ingenieur als expert. Hoe zit het met technologische revoluties? Uiteraard zijn die er. We hoeven maar te denken aan de introductie van de stoommachine en de chip. Willem de Ruyter heeft er een boeiende lijst van gemaakt.²⁴ Tussen 1789 en 1986 zijn er 189 radicale innovaties geïntroduceerd. Beginnend met het door stoom aangedreven mechanische weefgetouw en eindigend met de CD-speler, de kruisraket en de megachip. Naast deze 'grote' zijn er ook eindeloos veel kleine innovaties geweest.

Zij zijn tot stand gekomen onder invloed van toevallige omstandigheden, van politieke veranderingen, door wetenschappelijke ontdekkingen, maar vooral door beroepsbeoefenaren die inzagen dat bepaalde problemen handiger en beter op te lossen zijn met behulp van een onorthodoxe aanpak.

Technische praktijken hebben hun eigen dynamiek. Bij invoering van een nieuwe techniek verandert de aard van de wereld en die van de beroepsbeoefenaren, hun regels, enzovoort. Laten we een medisch voorbeeld nemen: syfilis (door de Fransen de Spaanse ziekte genoemd, door de Engelsen de Franse ziekte; niemand was er trots op). Vroeger waren er maar weinig mogelijkheden om daar iets aan te doen, behalve een min of meer liefdevolle verpleging tot het einde van de patiënt daar was. Door de ontdekking van een geneesmiddel tegen syfilis ontstond een nieuwe werkwijze met nieuwe specialisten en nieuwe organisatievormen. De medische wereld veranderde, evenals de 'gewone' wereld. (In hoofdstuk IV komen we hierop terug.)

Een technische praktijk heeft een interne dynamiek, die niet altijd gestuurd hoeft te worden door wetenschappelijke theorievorming. Om daarvan de methodologische kanten aan te geven, sluiten we aan bij de beschouwingen van Schön.²⁵ Hoe gaan professionals om met problemen in hun praktijksituatie? In iedere nieuwe situatie moeten ze hun competentie opnieuw creëren. Daarbij is iedere situatie uniek; een beroepsbeoefenaar kan niet volstaan met het toepassen van standaardtheorieën en standaardtechnieken. Tegelijk hoeven zij het wiel niet opnieuw uit te vinden, ze beschikken immers over een redelijk gevulde gereedschapskist. Schön levert een aantal boeiende inzichten in dit 'tussen-gebied'. We noemen er twee: *adaptatie van de situatie* en *reflectie-in-actie*.

De eerste methode bestaat uit het aanpassen van de situatie aan het bestaande repertoire van de professional. Dit vereist een veelheid van activiteiten, zowel interpretatief als organisatorisch. De werkelijkheid moet

geschikt gemaakt worden voor de techniek. We hebben het hierover al gehad in 2.7 onder de kopjes 'de technologische probleemtrecther' en 'de condities voor technologie'. Het voordeel van een dergelijke aanpak is dat deze werkbaar is, het nadeel dat door fragmentarisatie niet altijd het resultaat bereikt wordt dat men wenst.

Bij de tweede (meer Kuhniaanse) methode maken beroepsbeoefenaars op een meer onorthodoxe manier gebruik van hun gereedschapskist. Wanneer zij een nieuwe, unieke, situatie tegenkomen, dan kijken ze eerst in hun repertoire of daar elementen zitten die overeenkomen met het nieuwe probleem. Dit doen ze niet door een vroegere situatie aan de nieuwe gelijk te stellen, maar door het nieuwe probleem tegelijk gelijk aan en verschillend van een al opgelost probleem te zien. Het gaat hierbij om een proces van 'zien alsof' (vergelijk het in 2.5 genoemde eend-haas-voorbeeld).

In moeilijke situaties moeten professionals vertrouwen op hun oordeelsvermogen, ze moeten dan werken middels *reflectie-in-actie*, over het handelen nadenken terwijl ze aan het handelen zijn. Deze methode wijkt principieel af van de probleemoplossingmethoden van mensen als Simon & Newell, die in het vorige hoofdstuk aan de orde zijn geweest. Het gaat nu niet om een bestaande voorraad van problemen en om een bestaande voorraad van oplossingen die op een slimme manier aan elkaar gekoppeld moeten worden. Het probleemoplossingsproces lijkt meer op een artistiek proces, meer op een nadenkende conversatie met jezelf, dan op het toepassen van strikte regels.

Reflectie-in-actie is een professionele werkwijze, die meer inzicht geeft dan termen als 'creativiteit' of 'intuïtie'. Wat deze werkwijze inhoudt is te illustreren aan een voorbeeld dat Schön geeft.

Een aantal mensen in een researchbedrijf was bezig met het maken van verfkwasten uit synthetisch materiaal. Gewoonlijk wordt voor kwasten het haar van dieren gebruikt. Vergeleken daarmee blijkt de kwaliteit van de synthetische kwasten bijzonder slecht te zijn. Om verbeteringen aan te brengen werd nauwkeuriger naar de oorspronkelijke kwasten gekeken, zoals de omvang, lengte en structuur van de haren. Toepassing van deze kenmerken in het synthetische materiaal bleek weinig op te leveren. Na enige tijd kwam iemand op het volgende idee: 'Een kwast is een soort van pomp'. Hij zag dat, wanneer een kwast tegen een oppervlakte wordt gedrukt, de haren zo verbuigen dat ze de ruimten ertussen vervormen tot 'kanalen' waarlangs de verf gedwongen wordt naar het oppervlak te gaan. De onderzoekers gingen vervolgens aan de slag met dit idee. Ze zagen nieuwe elementen die van belang zouden kunnen zijn, zoals het verschil tussen de hoeken van een syntheti-

sche en een natuurlijke kwast; de eerste scherp, de tweede meer gradueel. Op grond van deze manier van kijken werden vervolgens heel wat nieuwe ontwikkelingen voorgesteld en uitgetoet, en dat met gunstige gevolgen.

Een kwast als pomp zien is een voorbeeld van wat Schön een 'generatieve metafoor' noemt. Daaronder verstaat hij een vergelijking die nieuwe gezichtspunten en handelingsmogelijkheden oproept. Aanvankelijk hadden de onderzoekers een vertrouwde manier om het verven te beschrijven (kwast plus oppervlak); later beschikten ze over een heel andere manier van beschrijven (kwast als pomp). Door deze herschrijving werden delen van hun wereld getransformeerd: de perceptie van de verschijnselen (wat een kwast doet) werd anders, ook werd er met nieuwe ogen naar een pomp gekeken. Ook al kenden de onderzoekers de inzichten rond de werking van een pomp, ze konden deze niet zomaar toepassen. Een generatieve metafoor levert een idee van vergelijkbaarheid, maar waar die precies uit zou kunnen bestaan, dat is aanvankelijk nog onbekend. Pas na veel onderzoek en experimenteren is nauwkeurig te formuleren in welke aspecten de vergelijking opgaat.

Met behulp van de wetenschapsfilosofie van Kuhn is de ingenieur te interpreteren als expert. Technologie is in deze benadering te zien als een praktijk, waarin actoren hun competentie willen bewijzen door steeds nieuwe prestaties neer te zetten. Dergelijke prestaties zijn gekoppeld aan de regels van zo'n praktijk, al zijn die niet onveranderlijk. Centraal staat de gedachte dat de dynamiek van een technologische ontwikkeling niet zozeer het gevolg is van wetenschappelijke vondsten (het model waarmee dit hoofdstuk begon), maar van het streven naar vernieuwing door experts. Wetenschap is daarbij niet de aanvoerder, maar meer een gewenste hulp.

2.10 SAMENVATTING

In het voorgaande is duidelijk geworden dat technologisch handelen niet 'neutraal' is. Hoe men erover denkt hangt onder meer af van de wetenschapsopvatting die men hanteert. Als afsluiting van dit hoofdstuk geven we de essentie in een schema weer. We zetten daarbij de drie besproken wetenschapsfilosofieën af tegen de manieren waarop ingenieurs hun werk, hun wereld en hun normen structuur geven.

DE NIEUWE INGENIEUR

	Technologie	Wereld	Normativiteit
Logisch-positivisme	toegepaste wetenschap	in wetmatigheden te vangen	extern/ opdrachtgever
Kritisch-rationalisme	probleemoplossen	'piecemeal' te veranderen	intern + extern (niet op voorhand vastgelegd)
Paradigmatische wetenschap	expertise	verschillend per praktijk	praktijknorm

Dominant is het logisch-positivistische beeld – niet alleen bij (klassieke) ingenieurs, maar ook bij techniekfilosofen. Daarom was het van belang ook de twee andere (zelf)beelden uit te werken. Techniekfilosofen kunnen zaken als de 'technologische cultuur' daardoor breder interpreteren; zij hoeven zich niet meer te beperken tot een eenzijdige visie op de aard van techniek (als toegepaste wetenschap met een uitsluitend instrumenteel karakter). Ook aan (nieuwe) ingenieurs zelf kunnen deze karakterchetsen ademruimte geven. Ze hoeven zich niet bij voorbaat in te schalen in de hiërarchie die technologie als toegepaste wetenschap suggereert.

Er is zelfs nog meer mogelijk. Door verschillende soorten normativiteit te onderscheiden kunnen we proberen aan te geven waarin de kwaliteit van het ingenieurswerk bestaat. Daarover gaat het volgende hoofdstuk.

3 Kwaliteit en professioneel handelen

3.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk begint met een waarschuwing van de voormalige minister van Onderwijs, Jos van Kemenade, in een interview dat eind 1986 werd afgenomen.

Een ingenieur die bespiegelingen kan houden over het goede, het schone en het ware, daaraan heeft de maatschappij niets. Een ingenieur moet zorgen dat het licht brandt en de dijken niet lekken.

Zowel een klassieke als een nieuwe ingenieur behoort kwaliteit te leveren. Veelal is dat volstrekt onproblematisch, zoals bij het laten branden van het licht en het lekvrij houden van dijken. Drie soorten van normativiteit spelen in zulke gevallen harmonisch samen:

- 1 methodische normativiteit (zo moet een aanpak methodologisch verantwoord zijn, empirisch onderbouwd, en moet hij een oplossing bieden voor het betreffende probleem);
- 2 domein- of praktijknormativiteit (zo moet bijvoorbeeld een medische vernieuwing voldoen aan de norm 'bevordering van gezondheid');
- 3 maatschappelijke normativiteit (een technologische vernieuwing dient de samenleving 'verder te brengen').

Kwaliteit heeft met normativiteit te maken, met het voldoen aan bepaalde criteria, mogelijk zelfs met het overstijgen van die criteria. Laten we van elk soort normativiteit een voorbeeld geven. Ten behoeve van het dramatische effect gebeurt dat in negatieve vorm.

Tegen de methodische normativiteit is door een Nederlandse firma nog niet zo lang geleden (juli 1996) ernstig gezondigd door niet te contro-