

De schoonheid heeft haar gezicht verbrand¹

Chunglin Kwa

Bespreking van: James McAllister, *Beauty and revolution in science*, Cornell University Press, Ithaca NY 1996.

In *The hairy ape*, een toneelstuk van Eugene O'Neill uit 1922, speelt zich de volgende dialoog af tussen twee stokers op een transatlantisch lijnschip. Paddy betreurt zijn leven aan het stookgat: 'Oh, to be back in the fine days of my youth, ochone! Oh, there was fine beautiful ships them days, clippers with tall masts touching the sky. (...) Work, aye, hard work, who'd mind that at all? Sure, you worked under the sky and it was work with skill and daring to it.' Hij richt zich tot zijn maat Yank en vervolgt: 'Is it one wid this you'd be Yank, black smoke from the funnels smudging the sea, smudging the decks, the bloody engines pounding and throbbing and shaking, wid divil a sight of sun or a breath of clean air, choking our lungs with coal dust breaking our backs and hearts in the hell of the stokehole!'

Yank antwoordt met woede en minachting: 'Sure I'm part of the engines! Why de hell not? Dey move, don't dey? Dey're speed, ain't dey? Twenty-five knots an hour! Dat's goin' some! Dat's new stuff! Dat belongs! But him, he's too old. (...) He can't breathe and swallow coal dust, but I kin, see? Dat's fresh air for me! Dat's food for me! I'm new, get me? It, dat's me, de new dat's moidering the old!'

Paddy kijkt met weemoed terug op de verloren waarden van de grote zeilschepen. Nu ziet hij niets meer van de zee als hij, diep in het schip, kolen in de blakerende fornuizen schept. Maar aan zijn maat is die nostalgie niet besteed. Yank apprecieert de hoge snelheid van de nieuwe stoomschepen en is in staat de helse stoommachines nog mooi te vinden ook.

Yank en Paddy zouden model kunnen staan voor de visie die James McAllister ontvouwt in zijn boek over schoonheid in de wetenschap. Appreciatie van de schoonheid van wetenschappelijke theorieën doet ertoe in de wetenschap, maar tot op zekere hoogte. Bij een wetenschappelijke revolutie wordt het schoonheidscriterium tijdelijk tussen

haakjes gezet, omdat het nieuwe beeld van de wetenschap niet kan voldoen aan het oude schoonheidscanon. Maar van lieverlede treedt er gewenning op, tot men ten slotte de nieuwe theorie ook in esthetisch opzicht kan waarderen. Alleen enige oudere conservatieven zullen blijven streven naar herstel van de oude waarden.

McAllisters boek gaat om de keuzes die door wetenschappers feitelijk worden gemaakt tussen rivaliserende theorieën. McAllister verdedigt de stelling dat die keuzes altijd gemaakt worden op grond van rationalistische criteria, dat wil zeggen op volledig intern wetenschappelijke gronden. In tijden van revolutionaire wetenschap gelden alleen puur empirische overwegingen. Tijdens normale wetenschap spelen esthetische preferenties een belangrijke (en volstrekt verdedigbare) rol.

McAllister mag dan aan Kuhn het onderscheid tussen revolutionaire en normale wetenschap ontlennen, van Kuhns stelling dat een revolutionair-nieuwe theorie wordt geboren met anomalieën wil McAllister niet weten. Dat zou betekenen dat de preferentie voor een nieuwe esthetiek belangrijker zou zijn dan empirische adequaatheid, en dat zou neerkomen op irrationalisme. Laat ik eerst een paar van McAllisters voorbeelden behandelen, en in een volgorde die omgekeerd is aan die van het boek bij zijn theoretisch model uitkomen.

Rond 1925 kwamen de theoretisch-fysici er geleidelijk aan achter dat de quantummechanica een aantal onaangename implicaties had. Volgens Heisenbergs onzekerheidsrelatie hebben quantumdeeltjes geen precieze positie en snelheid, noch moment en energie. Dat betekent dat we ons geen macroscopisch beeld meer van deze deeltjes kunnen vormen. Een deeltje dat soms een golf is en soms een klassiek deeltje kunnen we niet afbeelden. Heisenbergs tijdgenoten reageerden hierop verschillend. Einstein hield heel zijn leven vol dat de quantumtheorie incompleet moest zijn. Schrödinger deed met zijn golfmechanica een verdienstelijke poging een visualiseerbare theorie te ontwerpen, maar deze bleek later toch tekort te schieten. Bohr daarentegen haalde zijn schouders op over de veronderstelde tekortkomingen van de quantumfysica en snapte eigenlijk niet dat je je druk kon maken over de esthetische eigenschappen van een theorie. Vijftig jaar na Bohr zeggen de theoretisch-fysici dat je niet moet proberen de subatomaire wereld te visualiseren omdat deze nu eenmaal heel anders is dan de onze. Alleen als je dat opgeeft kun je een 'dieper' begrip van de quantumtheorie verkrijgen. De abstractie van dat diepere begrip heeft nu dus een eigen esthetische waardering verkregen.

Een heel ander beeld geeft de episode in de theoretische fysica die aan de ontdekking van de quantumtheorie voorafging. De relativiteitstheorie van Einstein verwijderde een aantal belangrijke esthetische onvolkomenheden uit de klassieke fysica. In empirisch opzicht was er

winst noch noodzaak. Tijdens de beroemde expeditie die Eddington ondernam ter verificatie van de relativiteitstheorie toonde Einstein zich superieur onverschillig. Een onverhoopte weerlegging kón geen weerlegging zijn, wist hij. Zijn theorie was daarvoor te mooi. Volgens McAllister bewijst dit dat de relativiteitstheorie geen echte revolutie in de wetenschap was. Veeleer was zij het sluitstuk van de klassieke fysica. De echte revolutie werd veroorzaakt door de quantumtheorie.

Analoog aan de receptie van de quantumtheorie zou ook de geschiedenis van de bouwkunst tonen dat esthetische appreciatie achterloopt bij de technische ontwikkeling, c.q. empirische vinding. McAllisters voorbeeld is de toepassing van glas en gietijzer in de architectuur. Drie fasen zouden zijn te onderscheiden. In de eerste worden deze materialen toegepast door ingenieurs die geen architecten zijn, voor bouwsels die niet tot het domein van de architectuur behoren zoals bruggen en fabriekshallen. In de tweede fase gaan architecten de bouwkundige eigenschappen van glas en gietijzer waarderen, onder andere omwille van de grote overspanningen die ermee mogelijk zijn. Maar het gebruik van deze materialen wordt zo veel mogelijk aan het zicht onttrokken, om geen aanstoot te geven. Bekend voorbeeld is de Bibliothèque Sainte-Geneviève in Parijs uit 1843, die van buiten oogt als een grote stenen schoenendoos. In de derde fase toont het gebouw zonder schaamte de materialen en de constructie waaruit het is opgebouwd. En nu vinden we glas en staal in een gebouw alweer een hele tijd mooi. McAllister heeft een meetlat ontwikkeld om echte en valse revoluties van elkaar te onderscheiden. Als in een revolutie esthetische criteria een hoofdrol spelen dan kan het geen echte revolutie zijn. Het esthetisch canon is namelijk conservatief. Esthetische criteria worden ontleend aan wat er al is, niet aan wat compleet nieuw is. En omgekeerd: al wat echt nieuw is in empirisch of technisch opzicht moet wel lelijk zijn, want het kan niet voldoen aan enig esthetisch criterium. De echte progressieven in een wetenschappelijke revolutie hebben maling aan elegantie en schoonheid. Pas na enige tijd, als er gewenning is opgetreden, gaan we het ooit verfoeide mooi vinden. En is het nieuwe als paradigma eenmaal gevestigd, dan kunnen esthetische criteria wel degelijk een rol spelen bij de keuze aan welke theorie de voorkeur te geven. Maar dat speelt zich binnen *normal science* af.

Of gaat het hier niet om een meetlat, maar om een empirische bevestiging van McAllisters model van rationele theoriekeuze? De auteur claimt het laatste, en geeft aan dat zijn model (waarover ik nog uitvoeriger zal spreken) aan empirische toetsing moet kunnen voldoen. Niettemin specificeert hij nergens onder welke voorwaarden hij een revolutie vanuit 'esthetische' overwegingen als een echte revolu-

tie wil erkennen. McAllister laadt minstens de verdenking op zich dat hij alleen maar bevestigingen van zijn model kan zien, omdat het als indelingscriterium voor revoluties en pseudorevoluties altijd kan worden toegepast. Copernicus veroorzaakte geen echte revolutie, maar verwijderde alleen een aantal omslachtigheden uit het stelsel van Ptolemaios. De fundamentele kenmerken van het Griekse esthetisch canon bleef hij delen. De echte revolutionair was Kepler, omdat hij na lang turen naar de data de ellipsvormige hemelbaan ontdekte, een echte empirische nieuwigheid, en zo wel moest breken met de sinds de Grieken als sacrosanct beschouwde cirkel.

In de laatste zin van zijn boek insinueert McAllister dat hij niet verwacht dat zijn lezers zich zullen kunnen losmaken van Kuhns opvattingen over revoluties, en zijn model niet zullen begrijpen. Zou McAllister in ernst denken dat elk tegenvoorbeeld daarmee bij voorbaat onschadelijk is gemaakt?

Overigens wil ik McAllister zijn eigen voorbeelden niet zomaar afstrijden. Zijn typeringen van relativiteitstheorie en quantumfysica zijn zeker plausibel. Ook in het geval van Copernicus heeft McAllister een punt, al zou hij misschien nog eens moeten uitleggen waarom de jezuïeten zo'n geharnast verzet tegen het copernicanisme boden. Maar laat ik mijn nek uitsteken en een poging wagen om een tegenvoorbeeld te vinden.

In 1430 bouwde Filippo Brunelleschi een kerk in Florence, de Capella Pazzi. Daarmee vestigde hij in één keer een nieuwe stijl, de Renaissance in de bouwkunst. Het kapelletje paste noch van binnen, noch van buiten in de vigerende gotiek. Deuren, vensters en kozijnen vertonen een maatvoering die tot op heden strookt met wat we als harmonieus ervaren maar toen nieuw was. De Capella Pazzi was een revolutie in esthetisch opzicht. Toch zouden we volgens het McAllister-model er de Renaissance op zijn minst van moeten verdenken een pseudorevolutie te zijn. Het esthetisch canon is immers conservatief. Inderdaad had il Brunellesco de Romeinse bouwkunst in Florence bestudeerd, en ook de klassieke Romeinse architectuur. De generatie na hem zou zelfs veel gebruik gaan maken van het herontdekte handboek van de Romeinse bouwmeester Vitruvius. Toch is het niet bevredigend om Brunelleschi, en de architecten na hem zoals Ghiberti en Alberti, conservatisme te verwijten. Daarvoor week het gebruik dat zij maakten van de klassieke vormprincipes te veel af van het origineel. In de Capella Pazzi bij voorbeeld gebruikte Brunelleschi Romeinse pilasters niet als dragende kolomstructuur, maar verwerkte ze in de wanden om de vorm van de ruimte beter tot zijn recht te laten komen.

Wat bij McAllister eventueel voor Brunelleschi zou pleiten is als de Florentijnen zijn werk in eerste instantie lelijk zouden hebben gevon-

den. Maar behalve in één geval (de St. Maria degli Angeli, honderd jaar later door Vasari nog 'bizar' genoemd) lijken daarvoor geen aanwijzingen te zijn. Het relatief grote aantal opdrachten dat hij kreeg pleit voor het tegendeel.

Was er een 'empirische' vernieuwing in Brunelleschi's bouwkunst? Enige jaren voor de bouw van het kerkje, in 1420, had Brunelleschi de prijsvraag voor de bouw van de koepel van de Dom gewonnen. Deze zou een enorme overspanning moeten krijgen. Brunelleschi's ontwerp laat aan de buitenkant van de koepel acht gotisch aandoende kruisbogen zien. Maar daarnaast gebruikte hij, om de basis van de koepel heen, een trekking van kastanjehout om de zijwaartse druk van de koepel op te vangen. De architecten van de gotiek zouden daarvoor steunberen hebben gebruikt, en de oude Romeinen zeer dikke muren. Dat geen van deze oplossingen nodig waren, geeft de Dom toch ook een zeker Renaissance-aanzien.

We kunnen op Brunelleschi's conto nog een vernieuwing bijschrijven, meer wiskundig van aard: zijn ontdekking van het lineair perspectief in 1425. Dat was een revolutie in de schilderkunst, niet in de architectuur, maar Brunelleschi wendde deze ontdekking ook aan in zijn bouwkunst. Op verscheidene plaatsen in zijn gebouwen is de ruimte perspectivisch om de gebruiker heen georganiseerd, die de ruimte daardoor tot zijn beschikking krijgt. De kunsthistoricus Nicolaus Pevsner leidt daaruit af dat in de kerken van Brunelleschi de mens van de humanisten en niet het altaar (en dus God) in het centrum staat. Het perspectief dient zo een nieuw esthetisch doel.

Misschien schuilt de belangrijkste vernieuwing van Brunelleschi in zijn werkwijze. Anders dan de architecten van de gotiek had hij een gebouw nog voor er een spade de grond in was gegaan al volledig door-dacht, zowel qua techniek als qua esthetiek. Daarmee belichaamde hij ook het ideaal van de rationele kunstenaar, de virtuoos.

Al met al lijkt er geen grond te zijn om il Brunellesco te bestempe-len als de Einstein van de middeleeuwse of de klassieke bouwkunst. Stijlvernieuwing en technische vernieuwing gaan hand in hand, of de eerste loopt op de laatste voor. Voor McAllisters alternatieve mogelijkheid dat de hele Renaissance voortkomt uit een slimme besparing op bouwmaterialen lijkt mij ook weinig steun te vinden. Ik vrees dat Brunelleschi niet in McAllisters schema valt op te nemen, en ik vermoed dat hetzelfde wel eens het geval zou kunnen zijn met een aantal episo-den uit de geschiedenis van de wetenschap. Stippen we bij voorbeeld kort Lavoisier aan, groot voorbeeld bij Kuhn, maar vanwege zijn weini-ge echt eigen proefondervindelijke ontdekkingen kandidaat voor ont-maskering als pseudorevolutionair door McAllister. Inderdaad ont-leende Lavoisier in conceptueel opzicht veel aan de 18e-eeuwers voor

hem. Maar die ontleningen zijn zo complex, en afkomstig van zoveel verschillende velden van de scheikunde en de fysica dat hij het vak scheikunde transformeerde in meerdere opzichten, en niet alleen esthetische tekortkomingen uit 'de' scheikundige theorie verwijderde.

Laten we nog eens wat nauwkeuriger kijken naar McAllisters theoretische model, en afzien van nog meer historische voorbeelden. Het model behelst een reconstructie van hoe wetenschappers een keuze maken tussen twee rivaliserende wetenschappelijke theorieën. Twee soorten van criteria spelen daarbij een rol. De eerste soort is het belangrijkste, en behoort als eerste te worden toegepast. Deze betreft toetsing van de theorieën aan het doel van de wetenschap: het formuleren van theorieën met de hoogst mogelijke graad van empirische adequaatheid, oftewel waarheid. (p 76) Tot deze criteria behoren onder andere consistentie met de waarnemingen en met andere degelijk gecorroboreerde theorieën, de capaciteit om nieuwe voorspellingen te doen, en interne consistentie. Pas als twee theorieën in gelijke mate aan deze vereisten voldoen komt de tweede soort criteria aan de orde, de esthetische. In wat McAllister het proces van esthetische inductie noemt maken wetenschappers gebruik van andere dan strikt empirische criteria omdat uit hun ondervinding blijkt dat ook niet-empirische criteria gecorreleerd kunnen zijn aan (toekomstig) empirisch succes. Het gebruik van beide soorten criteria is volgens McAllister strikt in overeenstemming met een tijdloos rationalistisch model van theorie-evaluatie, en is dus volstrekt niet relativistisch. De concrete esthetische criteria die op een bepaald moment van wetenschapsontwikkeling worden gebruikt, worden afgeleid van de theorieën met een op dat moment hoogste graad van empirische adequaatheid.

Binnen het discours van de traditionele Angelsaksische rationalistische wetenschapsfilosofie lijkt McAllisters boek gedurfd, omdat hij aan zoiets ogenschijnlijk subjectiefs als schoonheid een plaats in de wetenschap toekent. De schrijver kan dan bovendien recht doen aan wetenschappers als Einstein en Dirac die zich bij herhaling hebben uitgelaten over het belang dat ze aan 'elegantie' en 'schoonheid' in de wetenschap toekennen. Maar een relativist als Kuhn moet tot de rationalistische orde geroepen omdat hij esthetische criteria (in ruime zin) een te grote plaats in de wetenschap geeft.

Wat zijn nu eigenlijk de esthetische criteria? Wat is schoonheid, wat is de elegantie van een wetenschappelijke theorie? Zoals in het bovenstaande al geïmpliceerd, doet dat er voor het proces van esthetische inductie eigenlijk nauwelijks toe. Immers, als je na verloop van tijd maar aan iets gehecht raakt kun je zo'n beetje alles mooi vinden. Algemene regels voor elegantie kunnen daarom niet worden gegeven.

Of toch wel? McAllister heeft gelukkig wel gekeken uit welke

bronnen wetenschappers putten als ze esthetische criteria ontwikkelen en hanteren. Het blijkt dat er twee bronnen zijn die er echt toe doen en die, inhoudelijk gesproken, tot twee verschillende esthetische canons aanleiding geven. Kort gezegd gaat het om enerzijds de elegantie van de wiskundige eenvoud, anderzijds om de inzichtelijkheid van een gelijkenis.

Nu doet McAllister het weliswaar voorkomen dat hij volkomen agnostisch is ten opzichte van de twee soorten criteria, en hij hoeft zich ervoor zelf een preferentie uit te spreken. Maar als ik zijn boek in zijn geheel overzie kan ik hem niet geloven. Het paragraafje over de metaforische en analogische gelijkenis bungelt er namelijk een beetje bij. Verreweg de meeste aandacht is er voor wiskundige elegantie, en dat is volgens mij niet toevallig.

Ik zou nu de these willen verdedigen dat er een intrinsiek verband is tussen McAllisters eigen rationalisme, een bepaalde stijl van wetenschap, en het schoonheidsideaal van elegantie en symmetrie. Die ene stijl van wetenschap is die welke de historicus Alistair Crombie de deductieve, postulerende stijl heeft genoemd. Het zij toegegeven dat dat een stijl is met een lange en eerbiedwaardige geschiedenis. Niettemin kunnen we haar belang enigzins relativeren door er, net als Crombie, vijf andere, onafhankelijke stijlen van wetenschap naast te zetten.

Een standaard voor deze deductieve stijl is door Aristoteles neergezet, in zijn *Analytica posteriora*, een werk dat nog uit zijn 'platoonse' periode stamt. Dit boek heeft een grote invloed gehad op de geschiedenis van de westerse wetenschap, en het is opmerkelijk hoe ook de rationalist Descartes ervan in de ban was. Het wetenschapsbeeld dat op de *Analytica posteriora* geïnspireerd is, is sterk op – wiskundig geschreven – theorie gericht. We zouden het kunnen voorstellen alsof theorieën met elkaar in een pyramidaal verband staan. De empirische wetten van lagere orde vormen de basis van de pyramide, en volgen zowel causaal als logisch uit hogere-ordeprincipes. Deze volgen op hun beurt uit nog algemenere theorieën. Aan de top zouden we dan, analoog aan de axioma's in de euclidische meetkunde, een 'eerste oorzaak' kunnen denken.

Het grote probleem van de deductieve wetenschapsstijl is dat hogere-ordetheorieën niet klaarliggen in de natuur of intuïtief kunnen worden geschouwd, maar moeten worden ontdekt door processen die feitelijk inductief of langs hypothetische weg verlopen. Zijn ze eenmaal gevonden, dan kan men er vervolgens de lagere-ordetheorieën of empirisch bevestigde verbanden mooi uit afleiden. Hoe 'mooier' dat kan, hoe meer je kunt denken de gehele causaal-logische opbouw van de natuur te zullen ontdekken, tot aan de eerste beweging toe. In die zin is de eis van mathematische elegantie intrinsiek verbonden met de deduc-

tieve stijl in de wetenschap. De Eerste Beweger moet het zo bedoeld hebben.

Nu hadden de zestiende-eeuwse sceptici erop gewezen, en McAllister roert dit punt ook aan, dat logische consistentie allerm minst een garantie voor de waarheid van de theorieën van hogere orde is. Immers, uit onjuiste premissen kan men een juiste conclusie afleiden, bij voorbeeld 'alle stenen zijn dieren, alle mensen zijn stenen, dus mensen zijn dieren'. Het is dus *altijd* mogelijk dat er naast een algemene theorie nog een theorie bestaat waaruit de lagere-ordewetten evenzo goed deductief kunen worden afgeleid. Soms kan het, door een empirische vondst, noodzakelijk zijn een algemene wet te verwerpen en te vervangen door een andere.

Wanneer je in een groot neo-classicistisch gebouw van meerdere verdiepingen een stuk uit de gevel moet zagen en vervangen moet door een onderdeel met een andere vorm, dan is er esthetisch gesproken een groot probleem. Wanneer je aan de barokke Amsterdamse grachten een gevel vervangt, en er een twintigste-eeuwse gevel voor in de plaats zet, dan behoeft dat in principe helemaal geen esthetisch probleem op te leveren.

Het neo-classicistische gebouw is als de deductieve wetenschapsstijl. Als ik me inleef in McAllisters verhaal dan moet Einstein zich gevoeld hebben als de architect van zo'n gebouw die met lede ogen moet aanzien dat luttele jaren na de oplevering de hoofdingang wordt dichtgetimmerd en een nieuwe ingang wordt geplaatst in een art deco-uitbouw. Maar binnen de door Crombie onderscheiden hypothetisch-moddellerende stijl, of de evolutionair-historische stijl, zou een dergelijke ingreep relatief ongestoord plaats kunnen vinden. Het onderlinge verband tussen theorieën binnen deze stijlen is namelijk veel minder hiërarchisch dan binnen de deductieve stijl, of zelfs in het geheel niet. Vervanging van een theorie in een heterarchisch netwerk hoeft geen dramatische consequenties voor andere theorieën te hebben. Wetenschappers die in deze stijlen werken zijn ook veel minder van die *arm chair*-filosofen die McAllisters populatie vormen.

Ondanks al zijn kritiek op Kuhn deelt McAllister met hem een pre-occupatie met theorie. In McAllisters geval betekent dat dat hij ervan uitgaat dat een nieuwe empirische vondst die niet met een vigerende theorie in overeenstemming is altijd moet nopen tot theorieverandering wegens dat veronderstelde tijdloze doel van de wetenschap dat theorieën empirisch adequaat moeten zijn. Kuhn dacht dat een feit pas verschijnt in het licht van een theorie, en dat een nieuwe theorie wordt geboren met anomalieën. McAllisters common sense-benadering betekent dat een nieuwe empirische bevinding altijd moet en in de praktijk ook zal worden erkend als zodanig. Dat kan misschien zijn,

maar dat leidt nog niet automatisch tot de erkenning van de relevantie voor een bepaalde theorie. Een notie van empirische *relevantie* ontbreekt bij McAllister, omdat hij alleen dat tijdloze doel van waarheidsvinding kent. Inachtneming van de categorie 'relevantie' zou mogelijk maken wat McAllister juist probeert te ontkennen in zijn boek: verandering van stijl (zoals bij voorbeeld in de overgang van gotiek naar Renaissance) maakt bepaalde technologische vernieuwingen relevant die dat voor de oudere stijl niet waren. Dat brengt een cultuurrelativistische kijk op wetenschap gevaarlijk dichtbij.

Ondanks al deze kritiek wil ik niet verzwijgen dat ik *Beauty and revolution in science* een mooi en erudiet boek vind. Het zet een aantal veronachtzaamde aspecten van de evaluatie van wetenschappelijke theorieën sterk in focus. Maar McAllister zou er goed aan doen zijn rationalistische visie een beperktere geldigheid toe te kennen dan hij feitelijk doet.

Noten

1. Naar Lucebert.