

Een wereld vol patronen

Van Rens Bod verschenen eerder:

Beyond Grammar: An Experience-Based Theory of Language (1998)

Data-Oriented Parsing, met Remko Scha en Khalil Sima'an (2003)

Probabilistic Linguistics, met Jennifer Hay and Stefanie Jannedy (2003)

The Making of the Humanities I: Early Modern Europe, met Jaap Maat en Thijs Weststeijn (2010)

De vergeten wetenschappen. Een geschiedenis van de humaniora (2010)

The Making of the Humanities II: From Early Modern to Modern Disciplines, met Jaap Maat en Thijs Weststeijn (2012)

A New History of the Humanities: The Search for Patterns and Principles from Antiquity to the Present (2013)

The Making of the Humanities III: The Modern Humanities, met Jaap Maat en Thijs Weststeijn (2014)

Rens Bod

Een wereld vol patronen

De geschiedenis van kennis

2019 Prometheus Amsterdam

De uitgever heeft getracht alle rechthebbenden te achterhalen.
Aan hen die desondanks menen aanspraak te kunnen maken op
enig recht, wordt verzocht contact op te nemen met
Uitgeverij Prometheus, Postbus 1662, 1000 BR Amsterdam.

© 2019 Rens Bod

Omslagontwerp Suzan Beijer

Illustratie omslag Thomas Wijck (1616-1677), *Een geleerde in zijn
studeerkamer*, Hallwyl Museum, Stockholm

Foto auteur Maria van Rooijen

Opmaak binnenwerk ZetSpiegel, Best

Lithografie afbeeldingen BFC, Bert van der Horst, Amersfoort

www.uitgeverijprometheus.nl

ISBN 978 90 351 3679 3

Als geleerden hun gedachten niet door de eeuwen heen hadden vastgelegd, dan zouden de fundamenten van de wetenschappen zijn ingestort en hun conclusies verloren zijn gegaan. Om te bestaan, moet elke wetenschap daarom worden afgeleid uit de geschiedenis.

Al-Masudi, *De weiden van goud en mijnen van edelstenen*,
tiende eeuw

Inhoud

Woord vooraf. Het mooiste van de wetenschap 11

1 Inleiding. Het begrijpen van de wereld aan de hand van patronen en principes 15

2 De bewustwording van patronen: prehistorie 27

2,5 miljoen jaar geleden-3000 v.Chr.: alle regio's

2.1 Paleolithicum: van oermensen tot alleskunnens 28

2.2 Neolithicum: van alleskunnens tot specialisten 38

2.3 Conclusie: steentijdpatronen uit alle regio's 48

3 De explosie van patronen en de bewustwording van principes: vroege oudheid 51

3000 v.Chr.-600 v.Chr.: Vruchtbare Halvemaan, Afrika, China, India, Europa

3.1 Taalkunde: een Babylonisch unicum – discontinue patronen 53

3.2 Wiskunde: de bewustwording van het eerste principe? 58

3.3 Sterrenkunde en astrologie: patronen in planeetbewegingen en eclipsen 65

3.4 Rechtswetenschap: van rechtsregels naar -principes 71

3.5 Geneeskunde en de rol van magie: diagnose, prognose en behandeling 78

3.6 Geschiedschrijving: eerste notie van verleden, geen patronen? 84

3.7 Overige disciplines: succesvolle versus mislukte patronen 86

3.8 Conclusie: vroeg-antieke patronen in natuur en cultuur vergeleken 88

4 De explosie van principes en de bewustwording van herleidingen: klassieke oudheid 93

600 v.Chr.-500 n.Chr.: Griekenland, Romeinse Rijk, China, India

4.1 Een verhaal van twee principes: Thales en Panini 94

4.2 De convergentie van principes en patronen: astronomie 100

- 4.3 Voorafgegane convergentie tussen principes en patronen: muziek-wetenschap, geschiedschrijving, poëtica, kunsttheorie en filologie 114
- 4.4 Ultieme convergentie tussen principes en patronen? Wiskunde en logica 128
- 4.5 Naast elkaar staande principes en patronen: geneeskunde 142
- 4.6 De opwekking van patronen (en hun principes): statica, mechanica, dierkunde, botanie en geografie 149
- 4.7 Het bijzondere en het algemene in de rechtswetenschap: principes voor rechtspatronen 160
- 4.8 Conclusie: relaties tussen principes en patronen in de klassieke oudheid 170

5 De reductie van principes en de voortgang van herleidingen: postklassieke tijd 175

500-1500: islambeschaving, China, India, Afrika, Europa, Amerika, Oceanië

- 5.1 Geschiedwetenschap: historische bronnenkritiek als basis voor alle disciplines 177
- 5.2 Astronomie: op zoek naar modellen met minder principes 192
- 5.3 Wiskunde (en mechanica): van meetkunde naar algebra en reductie van axioma's 206
- 5.4 Reductie van principes in de taalkunde, muziekwetenschap en poëtica 216
- 5.5 Geneeskunde: de remmende werking van de geleerde geneeskunde 234
- 5.6 Rechtswetenschap: de massale reductie van regels en bronnen 241
- 5.7 Conclusie: herleidingen en reducties in de postklassieke wetenschappen 252

6 De ontdekking van patronen in herleidingen: moderne tijd 257

1500-1800/2000: alle regio's

- 6.1 Bewustwording van de empirische cyclus in de humaniora: filologie, chronologie, taalkunde, kunsttheorie en musicologie 259
- 6.2 Empirische cyclus migreert van de humaniora naar de astronomie 298
- 6.3 Mechanica en de integratie met astronomie: empirische cyclus wint terrein met analogie-denken 314
- 6.4 Wiskunde: een niet-empirische discipline met empirische cyclus? 339
- 6.5 Geneeskunde: de langverwachte empirische wending 350
- 6.6 Rechtswetenschap: empirische cyclus in het recht? 370
- 6.7 Conclusie: cyclische interacties tussen patronen en principes 380

7 Conclusies: ontstaan, groei en toekomst van kennis 383

De langetermijnontwikkeling van kennis 383

Natuurwetenschappen en het Westen uit hun centrale positie gehaald 384

Zijn patronen, principes, herleidingen en herleidingspatronen ‘stadia’ in de ontwikkeling van kennis? 385

Hoe zit het met de niet-patroonzoekende wetenschappen? 387

Hoe zit het met het unieke? 389

Mislukte kennis 391

Bestaat er ook niet-kennis? 392

Veronachtzaamde kennis: vrouwen in de kennisgeschiedenis 393

Kennisgeschiedenis versus kennisfilosofie 396

De toekomst van kennis 397

Noten 401

Woord van dank en biografische schets 445

Personenregister 449

Zakenregister 459

Woord vooraf

Het mooiste van de wetenschap

Het idee dat de wereld kan worden begrepen aan de hand van patronen en onderliggende principes is een van de belangrijkste inzichten van de mens en misschien wel zijn of haar meest succesvolle overlevingsstrategie. De zoektocht naar patronen en principes begon minstens 40.000 jaar geleden met het krassen van streepjespatronen op mammoetbotten en heeft geleid tot de wetenschappen van vandaag. Welke routes heeft menselijke kennis doorlopen om van dit bescheiden begin via vele omwegen en dwaalwegen uit te groeien tot de moderne inzichten over natuur en cultuur? Dit boek geeft antwoord op deze vraag en laat zien welke rol patronen en principes in verschillende regio's en culturen hebben gespeeld. Ik bespreek daarbij niet alleen de studie van de natuur (oftewel de natuurwetenschappen), maar ook de studie van cultuur (de geesteswetenschappen), de geneeskunde, de wis-kunde, de rechtsgeleerdheid en een aantal kennisactiviteiten die we tegenwoordig niet meer tot 'wetenschap' rekenen.

In mijn vorige boek, *De vergeten wetenschappen* (2010), heb ik mij gericht op de geschiedenis van de geesteswetenschappen. Daar begon ik in de klas-sieke oudheid, toen de noties van patronen en principes al deels waren uit-gekristalliseerd. Ik zag echter over het hoofd dat deze noties zelf ook een geschiedenis hebben. In het huidige boek verbreed ik mijn blikveld en zet ik een stap terug in de tijd: ik wil begrijpen hoe de noties van patronen en prin-cipes zich vanaf de steentijd hebben ontwikkeld op verschillende plekken in de wereld. Aldus hoop ik een antwoord te vinden op de vraag die me al jaren bezighoudt: hoe is wat we nu weten eerder ontstaan en gegroeid?

Ik heb langer aan dit boek gewerkt dan mij lief was. Dat heeft te maken met mijn ontwikkeling van een ivoren-torenwetenschapper in de jaren ne-gentig, via een publieksbetrokken wetenschapper aan het begin van deze eeuw, tot mijn rol als activist in het afgelopen jaar. Vooral deze laatste ont-wikkeling verbaast mij nog steeds: nog geen anderhalf jaar geleden associ-eerde ik mij op geen enkele wijze met het woord activist. Mijn kantelpunt

vond plaats in het najaar van 2017 toen duidelijk werd dat de Nederlandse overheid van plan was om nog verder te bezuinigen op het wetenschappelijk onderwijs en de verwevenheid met onderzoek (wo). Het bedrag dat de overheid beschikbaar stelt per student is sinds 2001 met meer dan een kwart afgenomen, en dat bedrag zou in de nieuwe regeringsplannen nog verder dalen.¹ Ik realiseerde mij dat we de studenten niet langer konden bieden waar ze recht op hadden: onderzoeksgedreven onderwijs.

Om deze redenen heb ik eind 2017 de actiegroep WOinActie opgericht, met als doel de almaar afnemende financiering en de uit de hand gelopen werkdruk onder de aandacht te brengen, en actie te voeren voor structurele investeringen in het wo. Sindsdien hebben ruim vijfduizend wetenschappers zich aangemeld bij deze actiegroep. Het huidige boek is echter geen pamflet voor WOinActie. Integendeel, dit boek geeft in de eerste plaats een mondiale geschiedenis (of een poging daartoe) over het ontstaan en de ontwikkeling van kennis. Zo'n boek wilde ik jaren geleden al schrijven, maar dit kwam mij tien jaar geleden als te ambitieus voor. Dus begon ik in 2008 bij wijze van vingeroefening met een nauwelijks minder ambitieus project: een mondiale geschiedenis van de geesteswetenschappen, iets wat ook node werd gemist. Het resulterende boek *De vergeten wetenschappen* had een groter gevolg dan ik had durven hopen. Het boek werd vertaald in het Engels, Chinees, Pools, Oekraïens, Koreaans, Armeens en Italiaans, en de geschiedenis van de geesteswetenschappen is van een niet-bestaand vakgebied uitgegroeid tot een discipline met een eigen tijdschrift (*History of Humanities*), een jaarlijkse conferentie (The Making of the Humanities), een boekserie, een internationale vereniging, collegereeksen aan universiteiten in alle delen van de wereld, en leerstoelen op het terrein van de Geschiedenis van de Geesteswetenschappen. In Nederland verwees zowel de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) als de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW) naar *De vergeten wetenschappen* toen zij het belang van kruisbestuivingen tussen alfa- en bètadisciplines wilden ondersteunen.² En het Amerikaanse populairwetenschappelijke tijdschrift *Scientific American* wijdde in het juninummer van 2015 een opinieartikel aan de Engelse vertaling van mijn boek, waarin werd geconcludeerd dat '[r]egardless of which university building scholars inhabit, we are all working toward the same goal of improving our understanding of the true nature of things, and that is the way of both the sciences and the humanities, a *scientia humanitatis*'³.

Mijn aanvankelijke project om tot een wereldgeschiedenis van kennis te

komen bleef echter liggen, totdat ik in januari 2014 de draad weer oppakte. Ik werd hierin gestimuleerd door de oprichting van het Vossius Center for the History of Humanities and Sciences aan de Universiteit van Amsterdam, waar we sinds 2016 onderzoekers uit binnen- en buitenland als fellows konden laten overkomen. De vruchtbare interacties met deze fellows en met mijn twee codirecteuren, Julia Kursell en Jeroen van Dongen, hebben me veelvuldig geïnspireerd. Nu dit boek af is, realiseer ik me hoe vreemd het is dat een werk als dit niet eerder is geschreven.³ Terwijl sommige historici, zoals George Sarton (1884-1956), een indrukwekkende poging hebben gewaagd om tot een wereldgeschiedenis van de wetenschappen te komen,⁴ zijn ze daar niet in geslaagd; soms vanwege hun voortijdig verscheiden, maar ook vanwege een te beperkte toegankelijkheid van bronnen buiten Europa, en vooral vanwege een partijdigheid ten gunste van de natuurwetenschappen.⁵ Wetenschapsgeschiedenis is sinds jaar en dag vooral de geschiedenis van de westerse natuurwetenschappen.⁶ Daarbij wordt de vruchtbare wisselwerking met de andere wetenschappen, zowel in het Westen als in andere delen van de wereld, over het hoofd gezien.⁷ Met dit boek wil ik tonen hoe de wetenschapsgeschiedenis, en daarmee de kennisgeschiedenis, eruit komt te zien wanneer we zowel de natuurwetenschappen als het Westen uit hun centrale positie halen. Zo'n wetenschapsgeschiedenis probeert zo veel mogelijk disciplines uit zo veel mogelijk regio's en culturen op gelijke voet te behandelen.

Ondanks de grote verscheidenheid aan disciplines die ik bespreek, werd mij in de loop van het schrijven duidelijk dat er ook een zekere eenheid in die verscheidenheid lag. Maar het heeft tot het eind van mijn onderzoek geduurd voordat ik die eenheid enigszins kon bevatten. Vervolgens besloot ik het boek van voor af aan opnieuw te schrijven, waarbij ik telkens weer verliefd werd op een regio, een cultuur, een school of een historisch persoon. Ik kan er nog steeds niet over uit dat de zestiende-eeuwse Indiase Kerala-school zo veel nieuwe wiskundige en sterrenkundige inzichten heeft opgeleverd die zo onbekend zijn bij het brede publiek. En dat de vele vrouwelijke wetenschappers, waar ook ter wereld, historiografisch zo lang zijn doodgezwegen. En dat de praktijk van inenting niet in Europa maar in China is uitgevonden. En dat de rechtswetenschap – van het Romeinse tot het Ottomaanse Rijk – model stond voor vele andere wetenschappen. Deze voorbeelden zijn misschien bekend bij specialisten in de betreffende vakgebieden, maar ze zijn niet eerder bijeengebracht in een algemene wetenschapsgeschiedenis.

Helaas zal niet iedereen alles van zijn of haar gading vinden in dit boek: ik heb een keuze moeten maken en concentreer mij op een tiental disciplines

die vanaf de oudheid in de meeste regio's voorkomen: sterrenkunde, wiskunde, mechanica, geneeskunde, taalkunde, geschiedwetenschap, muziekwetenschap, filologie, rechtsgeleerdheid en kunsttheorie. Deze disciplines zijn geenszins stabiel gebleven sinds de oudheid, maar ze vertonen wel een grote mate van continuïteit met betrekking tot hun onderwerp (zie hoofdstuk 1). Daarnaast maak ik ook uitstapjes naar een tiental andere disciplines: botanie, zoölogie, geografie, logica, poëtica, theologie, filosofie, astrologie, magie en alchemie. Ik realiseer me terdege dat ik in mijn keuze geen recht doe aan de vele andere, meer recent opgekomen wetenschappen, al bespreek ik enkele daarvan in het laatste hoofdstuk. Toch stelt mijn geschiedenis mij in staat om ten minste enkele raadsels op te lossen: waar en hoe is de zoektocht naar systematische kennis begonnen? Zijn er overeenkomsten tussen kennisactiviteiten in verschillende culturen? Op welke wijze zijn de kennisdisciplines met elkaar verweven (of juist niet)? Maar bovenal weet ik nu nog beter waarvoor ik actievoer: voor het overdragen van kennis aan volgende generaties, voor vrij onderzoek en onderwijs, en voor een van de mooiste dingen die dit leven te bieden heeft: wetenschap.

1 Inleiding

Het begrijpen van de wereld aan de hand van patronen en principes

Dit boek gaat over de menselijke zoektocht naar patronen en principes in de ons omringende wereld. Waar valt die zoektocht voor het eerst te traceren, en hoe heeft menselijke kennis zich ontwikkeld in verschillende regio's en culturen? Er zijn al veel filosofische werken geschreven over de vraag wat menselijke kennis is en hoe we weten wat we denken te weten, maar een *historisch* langetermijnoverzicht bestond nog niet. Dit boek poogt zo'n overzicht te geven.

Patronen

In alle tijden en in alle culturen zijn mensen op zoek geweest naar patronen in de wereld om hen heen en hebben die nog gevonden ook.¹ Mijn verhaal gaat over de vaak geslaagde, dan weer mislukte maar altijd ontroerende menselijke zoektocht naar patronen en de daaruit afgeleide systematische kennis. Kennis van zon-, maan- en planeetbewegingen, kennis van taal en van muziek, kennis van dierlijk gedrag, kennis van het telen van planten – al deze kennis bestaat niet uit een simpele opsomming van feiten maar uit regelmatigheden waarmee losstaande feiten bijeen worden gebracht. Dit is wat we verstaan onder systematische of patroon gebaseerde kennis.

Niet alle kennis is patroon gebaseerd. Zo vormt kennis van bijvoorbeeld de namen van iemands familieleden nog geen patroon. Als er echter een bepaalde ordening of regelmaat aan de namen van familieleden ten grondslag ligt – zoals de overerving van bepaalde namen –, dan is kennis van de betreffende regelmaat een vorm van patroon gebaseerde, systematische kennis.²

Patroonherkenning en -interpretatie is een van de wezenlijkste kenmerken van homo sapiens. De mens zoekt, herkent en interpreteert patronen – zowel in de natuur als in de cultuur. In dit boek zal ik betogen dat de mens altijd een patroonzoekend en -interpreterend wezen is geweest. Patroonher-

kenning komt weliswaar ook voor bij dieren en zelfs bij planten,³ maar de wijze waarop mensen met patronen omgaan verschilt ingrijpend van hoe andere levende wezens dit doen (zie hieronder bij ‘Principes’). Dit brengt ons bij de vraag wat een patroon precies is. Intuïtief gesproken is een *patroon* een waargenomen regelmatigheid die een element van herhaling in zich heeft welke niet noodzakelijk onveranderlijk is maar onderhevig kan zijn aan uitzonderingen en variatie. Er bestaan precieze definities van patroon,⁴ maar de meeste daarvan gaan over kwantitatieve patronen,⁵ terwijl dit boek ook over kwalitatieve patronen gaat, zoals sociale, historische, culturele en narratieve patronen, die meestal niet numeriek van aard zijn. Bovendien doen bestaande definities geen recht aan variabele patronen. Wij zullen onze notie van patroon in dit boek daarom eerst laten uitkristalliseren alvorens we het begrip verder proberen te definiëren. Voorlopig vormt de term ‘patroon’ een paraplueterm die loopt van de meest instabiele regelmatigheid tot de meest absolute wetmatigheid.

Patronen brengen niet alleen waargenomen verschijnselen en gebeurtenissen onder één noemer, ze kunnen ook iets zeggen over nieuwe, nog niet waargenomen en dus onbekende verschijnselen en gebeurtenissen. Patronen hebben een voorspellende kracht. Neem het reeds in de oudheid gevonden patroon van opkomst, bloei en verval van staten. Dit patroon is afgeleid uit eerdere gebeurtenissen door de Griekse historici Herodotus en Thucydides. Het is ook beschreven door de Chinese historicus Sima Qian, de Arabische historicus Ibn Khaldun en de Italiaanse historicus Giambattista Vico. Het patroon generaliseert over het verleden, maar doet ook een uitspraak over de toekomst voor nog niet bestaande staten. Hetzelfde geldt voor patronen in de natuur, zoals de patronen in de opkomst en ondergang van de zon, de maan en de planeten, die al duizenden jaren geleden in neolithische steencirkels werden vastgelegd en later door Babylonische astronomen in detail op kleitabletten zijn beschreven. Ik zal niet stellen dat alle zoektochten naar patronen succesvol zijn geweest – we zullen zoektochten bespreken die zijn mislukt of die hebben geleid tot patronen die later ongeldig zijn gebleken, zoals de Babylonische zoektocht naar een verband tussen graanprijzen en planeetbewegingen.

Naast de notie van patroon bestaat er ook een notie van het unieke, of het uitzonderlijke, dat geen patroon volgt. We zullen zien dat het uitzonderlijke niet kan bestaan zonder een patroon – een uitzondering is immers een afwijking van een patroon, en daarmee zijn de twee noties innig met elkaar verbonden (zie hoofdstuk 7).

Principes

Patronen verklaren op zichzelf niets, dat is wat principes beogen te doen. Patronen zijn waarneembaar, terwijl principes gaan over de onderliggende relaties tussen dingen en daarmee niet zintuiglijk waarneembaar zijn. Principes zijn theoretisch van aard en zijn daardoor lastiger te verifiëren of te weerleggen dan patronen. In zekere zin behelzen patronen meer zekere kennis dan principes. De wetenschapsfilosoof Nancy Cartwright liet in *How the Laws of Physics Lie* (1983) zien dat fenomenologische (patroonbaseerde) wetten in de natuurkunde vaak betere voorspellingen doen dan fundamentele (principegebaseerde) wetten.⁶ Haar punt geldt niet alleen voor de natuurkunde (of de economische wetenschap, waar Cartwright zich ook mee bezig heeft gehouden), maar voor alle wetenschappen en alle vormen van systematische kennis. Niettemin gaan principes wel een beslissende stap verder dan patronen: principes leggen een onderliggende regelmaat bloot waarmee ze de ‘oppervlakkige’ patronen pogen te verklaren.

Ik zal betogen dat het een door en door menselijke eigenschap is om patronen te verklaren, en zelfs te begrijpen, aan de hand van diepere principes. Zo kan de regelmaat van overerving van namen worden begrepen door verwantschapsprincipes. Rechtsregels kunnen soms worden herleid tot diepere principes zoals het vergeldings- of *talio*-principe dat we in veel rechtssystemen aantreffen. De patronen in de planeetbewegingen zijn zelfs meerdere malen en op verschillende manieren herleid tot onderliggende principes (zie 4.2, 5.2 en 6.2). En zoals we zullen zien, zijn mensen ook op zoek gegaan naar principes die ten grondslag liggen aan patronen in het menselijk lichaam, in taal, muziek, kunst, literatuur, het afbeelden van de werkelijkheid, en meer.

Het zoeken naar patronen en hun onderliggende principes wordt overal ter wereld aangetroffen. De concepten van principes en patronen lijken daarmee universeel, en dit wordt verder ondersteund door het feit dat de woorden voor deze concepten in verschillende talen in sterk gelijkende talige contexten voorkomen. Voor het Chinees en het Engels kan dit bijvoorbeeld worden geverifieerd aan de hand van de tweetalige *Thesaurus Linguae Sericae*,⁷ waarin concepten in hun context worden weergegeven.

Principes zijn op hun best wanneer ze nieuwe patronen kunnen voorspellen, net zoals patronen nieuwe verschijnselen of gebeurtenissen kunnen voorspellen. Maar wanneer spreken we precies van een principe? In dit boek zal ik het woord *principe* gebruiken als er meerdere patronen mee onder één noemer worden gebracht. Deze notie van principe verschilt enigszins van die in

mijn vorige boek, *De vergeten wetenschappen*. In dat boek zijn principes in de eerste plaats methodologisch van aard, zoals het principe van een regelsysteem in de taalkunde of het principe van getalsmatige verhoudingen in de muziektheorie. In het huidige boek spits ik mijn definitie verder toe en versta ik onder principe een generalisatie die ten grondslag ligt aan patronen, hetgeen de notie van methodologisch principe overigens niet uitsluit.

Vaak kunnen principes zelf ook weer worden gegeneraliseerd tot diepere en vervolgens tot nog diepere principes (denk aan de notie van ‘universele wetten’ in de natuurwetenschap). Maar we zullen diepere principes steeds blijven aanduiden met ‘principes’, hoe diep ze ook zijn. Een principe is in ons boek dus eigenlijk niets anders dan een uitspraak die geldt voor meer dan één patroon. En hoewel we zullen zien dat mensen er veelal van overtuigd zijn dat principes een verklaring geven van patronen, ben ik het eens met de wetenschapsfilosoof Alan Musgrave dat de tegenstelling tussen een beschrijving en een verklaring nogal illusoir is, of zoals Musgrave stelt: ‘we verklaren het ene *door* het andere te beschrijven’.⁸ Maar zijn observatie doet niets af aan de menselijke praktijk om waargenomen patronen te verklaren door generaliserende principes. Hoewel patroonzoeken eveneens bij andere levende wezens voorkomt, lijkt het zoeken naar verklarende principes vooralsnog een uniek menselijke eigenschap te zijn.

Relaties tussen patronen en principes

Zijn patronen op formele wijze af te leiden uit principes, of generaliseren principes slechts losjes over patronen? Dit zijn vragen die al sinds de vierde eeuw v.Chr. zijn gesteld. Er blijken allerlei relaties te bestaan tussen principes en patronen: van logische gevolgtrekkingen, procedures met min of meer formele regels, tot aan informele relaties en randvoorwaarden toe. Ik zal hier niet verder ingaan op de aard van de mogelijke relaties tussen patronen en principes in verschillende disciplines, perioden en regio’s – laat staan dat ik hier inga op de vraag of er wederom patronen bestaan in deze relaties. Ons verhaal zou er op dit moment nodeloos abstract van worden. We komen er in de volgende hoofdstukken op terug als we beschikken over voldoende historisch materiaal.

Polycentrisch en vergelijkend: het probleem van mondiale geschiedschrijving

Dit boek gaat niet alleen over de geschiedenis van patronen en principes in de natuurwetenschappen maar ook in andere disciplines, zoals de rechtswetenschap, geneeskunde, wiskunde, filologie, musicologie en andere disciplines. Op deze manier wil ik nagaan hoe de wetenschapsgeschiedenis eruit komt te zien als de natuurwetenschappen op gelijke voet met andere wetenschappen worden behandeld.⁹ Dan blijkt er een nieuw perspectief op kennis te ontstaan, dat inzicht geeft in de verwevenheid van sterk uiteenlopende disciplines zoals sterrenkunde en filologie. Ook wil ik met dit boek tonen hoe de wetenschapsgeschiedenis eruit komt te zien als we niet uitgaan van één centrum – zoals Europa of het Westen – maar van meerdere centra, waaronder India (onder meer het Mogoelrijk), Afrika (onder meer het Songhairijk, Ethiopië), China, de Arabische wereld, Oceanië (onder meer Tonga) en pre-columbiaans Amerika (onder meer het Incarijk, het Mayarijk). Ik zal me daarbij niet beperken tot het louter naast elkaar bespreken van deze centra, maar ook nagaan in welke mate er sprake is van kennisuitwisseling.¹⁰ Hoezeer de vele kennisactiviteiten onderling ook verschillen, op het niveau van patronen en principes kunnen ze met elkaar worden vergeleken.

Maar hoe bepalen we of er sprake is van patronen en principes in het werk van wetenschappers uit het verleden in een bepaalde regio? Gebruik ik daarvoor mijn eigen, hierboven gegeven definities, of ga ik de termen ‘patronen’ en ‘principes’ alleen toeschrijven aan wetenschappers of historische actoren wanneer zij deze termen zelf ook hebben gebruikt? Het probleem is dat de meeste wetenschappers weliswaar uitgebreid naar regelmatigheden en generalisaties zochten, maar deze niet altijd aanduidden met patronen en principes. We komen allerlei termen tegen, zoals ‘wet’, ‘regel’, ‘regelmatigheid’, ‘wetmatigheid’ – en dan in verschillende talen –, maar nog vaker komen we geen enkele aanduiding tegen en worden de resultaten gepresenteerd zonder nadere terminologie. Voor een langetermijngeschiedenis is het echter geen voorwaarde dat historische actoren zelf bepaalde termen moeten hebben gebruikt om deze aan hen te kunnen toeschrijven. Zo gebruikte geen zestiende-eeuwse filoloog en geen zeventiende-eeuwse geneeskundige de term ‘empirische cyclus’ (zie 6.1), maar dit betekent niet dat zij zo’n cyclus niet toepasten in hun onderzoek. Integendeel, de empirische cyclus werd vanaf de vroegmoderne tijd wijd en breed gebruikt, van Europa tot China. Voor een langetermijnkennisgeschiedenis is het contraproductief om alleen zogenaamde

actors' categories te bezigen. Niet alle anachronismen zijn misleidend, zoals de historicus Nicholas Jardine heeft laten zien.¹¹ Dit zou anders zijn geweest als ik een kortetermijnkennisgeschiedenis of een biografie had geschreven. Voor een biografie duikt men in de wereld van één persoon met zijn of haar specifieke concepten en idiosyncratische termen. Hoewel ik in dit boek de nodige biografische details bespreek, schrijf ik geen microgeschiedenis, maar doe ik een poging om het microniveau van concrete historische gebeurtenissen en personen met het macroniveau van langetermijnontwikkelingen bijeen te brengen.

Zoals gezegd gaat dit boek uit van meerdere kenniscentra uit alle (bewoonde) werelddelen. Met mijn polycentrische aanpak richt ik mij bovendien niet alleen op regio's met een schriftcultuur, maar ook op regio's zonder schrift. Zulke regio's treffen we uiteraard aan in de prehistorie maar ook in latere perioden, zoals het Incarijk, waar informatie werd vastgelegd in de vorm van koorden met knopen (*quipu's*), of in de Melanesische en Polyneisische beschavingen, waar kennis werd vastgelegd in architectonische bouwwerken. Ook in het klassieke Griekenland werd kennis niet alleen weergegeven in schriftelijke maar eveneens in visuele en materiële bronnen, zoals in de kunsttheorie, waar de principes van juiste verhoudingen werden vastgelegd in een beeldhouwwerk (de Canon van Polykleitos). Ook zullen we historische beeldverhalen van de Inca's, Azteken en Mixteken bespreken. En waar mogelijk zullen we gebruikmaken van overgeleverde mondelinge bronnen, zoals in de rechtswetenschap van de Xeer in Somalië en in de geschiedschrijving in het Gonja-koninkrijk.¹² Maar verreweg de grootste nadruk ligt op schriftelijk materiaal, eenvoudigweg omdat geschreven bronnen voor onze doeleinden het meest informatief zijn. Toch kan het gebeuren dat ook bij een overvloed aan schriftelijk materiaal de bronnen grotendeels ontoegankelijk zijn. Neem de eeuwenoude manuscripten uit Timboektoe, waarvan slechts 6000 van de circa 700.000 boeken toegankelijk zijn (zie 6.1). Over verreweg de meeste boeken uit het ooit zo bloeiende Songhairijk weten we niets. Maar de manuscripten die wel zijn ontsloten getuigen van een buitengewone rijkdom aan ideeën, inzichten en ontdekkingen op vele terreinen.

Het schrijven van een polycentrische, mondiale wetenschapsgeschiedenis blijft een enorme uitdaging. Terwijl het relatief eenvoudig is om de verschillende wetenschappen op gelijke voet te behandelen, is dit veel lastiger, zo niet onmogelijk, voor de verschillende kenniscentra. En dit komt niet alleen doordat in sommige centra veel bronnen ontoegankelijk zijn, maar ook omdat

bronnen in veel gevallen niet ontcijferd zijn (zoals de genealogische en astronomische teksten uit Paaseiland), en nog vaker doordat de beschikbare bronnen in een bepaald kenniscentrum niet altijd alle wetenschappen betreffen. Mijn aanpak is weliswaar polycentrisch maar niet altijd 'equicentrisch'.

Historische generalisaties en tendensen

In elke geschiedschrijving – en al helemaal in een langetermijngeschiedenis – moet de vraag worden gesteld of de bijeengebrachte historische casussen voldoende bewijsmateriaal opleveren voor de gemaakte conclusies. Ten eerste is er het probleem van onbekende gegevens. Dit is echter niet het grootste struikelblok, zolang we de mogelijkheid openlaten dat onbekende feiten die alsnog naar boven komen de eerder gemaakte conclusies kunnen veranderen of weerleggen. Het tweede, grotere probleem is dat we uit de *bekende* feiten en casussen een selectie moeten maken. Hoezeer ik recht probeer te doen aan de verschillende wetenschapsdomeinen uit zo veel mogelijk kenniscentra, er kan nooit sprake zijn van een 'onpartijdige' selectie van de mogelijke casussen. Ook al behandel ik zo'n twintig disciplines (zie hieronder bij 'Kennisactiviteiten en disciplines'), dan nog is het zeer waarschijnlijk dat ik bepaalde patronen, principes en hun onderlinge relaties heb gemist. Om me scherp te houden heb ik niet alleen gekeken naar zoektochten naar patronen, principes en relaties, maar ook naar gevallen waar geen sprake was van zulke zoektochten of waar deze zelfs werden verworpen (zie bijvoorbeeld in 4.3).

Het maken van generalisaties over verschillende historische gebeurtenissen vormt een nog grotere uitdaging. Deze activiteit werd lange tijd als verdacht gezien.¹³ Ze werd geassocieerd met positivistische geschiedschrijving uit een periode die voorafging aan de professionalisering van de geschiedwetenschap.¹⁴ Generalisaties waren uit den boze, zo vonden geschiedtheoretici sindsdien, en dit werd het historiografische dictum van de twintigste eeuw. Toch werden generalisaties door alle grote twintigste-eeuwse historici geformuleerd: van Johan Huizinga, die het spelelement zag als algemeen patroon in de geschiedenis van alle menselijke culturen,¹⁵ tot Fernand Braudel, die er niet voor terugdeinsde om universele patronen te poneren in het ontstaan van het kapitalisme.¹⁶ Hoewel generalisaties dus nooit zijn weg geweest, zijn ze lange tijd in de ban gedaan. Sinds de afgelopen tien jaar staat het maken van historische generalisaties echter weer op de agenda, al wordt nu meer dan voorheen geëist dat de historicus zo sceptisch mogelijk te werk gaat en

dat elke generalisatie uiterst kritisch wordt onderzocht.¹⁷ Het is daarbij van belang om het palet van historische casussen zo breed mogelijk te maken en elke generalisatie slechts als voorlopige hypothese – of beter als ‘tendens’ – te poneren die door verdere casussen kan worden gestaafd of betwist.

Als we tegenvoorbeelden vinden, betekent dit niet dat een door ons gevonden generalisatie meteen moet worden verworpen. In de geschiedschrijving is namelijk vrijwel nooit sprake van een absolute wetmatigheid. Het beste wat we kunnen vinden zijn historische tendensen, of ‘historische lijnen’ om met historicus Jan Romein te spreken.¹⁸ Geen van die tendensen of lijnen is absoluut. Er zullen namelijk altijd uitzonderingen blijven.¹⁹ Toch zullen we zien dat de door ons geponeerde tendensen ‘riskant’ zijn: ze stellen dat er een bepaalde lijn bestaat in de zoektocht naar patronen en principes, en dat deze lijn kan worden doorbroken als nieuwe casussen een andere tendens suggereren. De simpele (en toegegeven karikaturale) popperiaanse weerlegging door één tegenvoorbeeld gaat niet op in de geschiedwetenschap. Als historici moeten we het kolossale probleem van onvolledige en zelfs gecorrumpeerde gegevens onder ogen zien. Maar we kunnen wel nadenken over de gegevens die we hebben, waarbij een gevonden generalisatie of tendens niet alleen iets kan zeggen over het verleden maar ook over de toekomst.

We zullen in dit boek daarom zowel regelmatigheden als uitzonderingen in de kennisgeschiedenis bespreken, waarbij we ons steeds zullen afvragen of er werkelijk sprake is van een tendens en hoe deze zich verhoudt tot de gevonden uitzonderingen. Een tendens binnen één discipline en binnen één specifieke cultuur is gemakkelijker te vinden dan een tendens die door meerdere disciplines en over een langere periode of zelfs door meerdere culturen heen loopt. Deze laatste tendensen zijn uiterst zeldzaam: ik heb er maar een paar van gevonden. Bedenk dat de notie ‘tendens’ formeel niet verschilt van die van een ‘patroon’. Ik reserveer het woord ‘tendens’ echter voor een door mij gevonden regelmatigheid in het verleden, terwijl ik het woord ‘patroon’ voorbehoud voor een regelmatigheid gevonden door een historische actor ongeacht welke term hij of zij hier zelf voor gebruikt.

Het is dus niet mijn doel om een totaaloverzicht van de kennisgeschiedenis na te streven, een doel dat sowieso onbereikbaar is. Daarentegen streef ik naar een geschiedenis die zoveel mogelijk de verscheidenheid aan kennisactiviteiten belicht zodat er weliswaar geen volledige maar wel een zo breed mogelijke ondersteuning wordt gegeven voor mijn hypotheses over de ontwikkeling van menselijke kennis.

Het verleden als empirie: digitale geschiedenis.

Ik zie mijn geschiedschrijving als deel van de *digital history* waarbij digitale databestanden en middelen worden ingezet voor historisch onderzoek. Ik heb de *Thesaurus Linguae Sericae* al genoemd, maar ik heb ook gebruikgemaakt van vele andere digitale corpora en thesauri, zoals de *Old Babylonian Grammatical Texts*, de *Thesaurus Linguae Graecae*, de *Thesaurus Linguae Latinae*, het *Corpus Iuris Civilis*, de *Hadith collections*, de *Facsimiles of Mesoamerican Codices* en het *CKCC corpus* (met brieven van zeventiende-eeuwse Nederlandse wetenschappers). Daarnaast heb ik ook veelvuldig gebruikgemaakt van specifieke corpora die zich op één wetenschapper richten, zoals de gedigitaliseerde *Opera Omnia* van Desiderius Erasmus en de gedigitaliseerde werken van Kepler (*Herausgabe der Werke von Johannes Kepler*).

Het is niet strikt noodzakelijk om deze digitale bestanden te gebruiken, en ik zal in dit boek vooral verwijzen naar de bronnen zelf in deze collecties. Maar het doorzoeken van grote hoeveelheden bronnen is wel vele malen gemakkelijker en sneller geworden sinds deze zijn gedigitaliseerd. En er is meer: de digitale analyse van bronnen leidt ook tot een andere methode van werken. Zo ben ik een voorstander van wat *distant reading* wordt genoemd.²⁰ Hierbij worden teksten aan de hand van lexicale en syntactische tools – van zogeheten *topic modeling* tot *parsing*²¹ – snel op inhoud en op het al dan niet gebruiken van patronen en principes onderzocht. De historicus beslist vervolgens of deze *distant reading* wordt gevolgd door *close reading*, waarbij de teksten in detail worden gelezen en bestudeerd. Op deze manier kan een veel groter aantal teksten in dezelfde tijd worden doorgenomen. *Distant reading* lijkt op het aloude en welbekende ‘diagonale lezen’, waarbij een onderzoeker een tekst scant zonder deze in detail te lezen. Maar er is een belangrijk verschil: dankzij de beschikbare *topic modeling*-tools is het mogelijk geworden om tekstbestanden zonder menselijk ingrijpen op veelvuldig voorkomende onderwerpen (*topics*) te doorzoeken,²² of dit nu het topic van cycliciteit in historische narratieven betreft of dat van geometrische modellen in astronomische teksten. Men kan de vindplaatsen van deze topics automatisch verzamelen, waarna het historische handwerk kan beginnen, zonder dat dit vooraf is gegaan door diagonaal lezen. Ik durf te stellen dat ik dit boek zonder digitale tools niet in één leven had kunnen voltooien. Dit gezegd hebbende, ging het mij uiteindelijk niet om het digitale aspect van mijn aanpak, maar om het historische narratief dat daarvan het resultaat is, hetgeen mensenwerk is van begin tot eind.

Ik realiseer me dat ik enig voordeel heb ten opzichte van de meeste andere historici, omdat ik al een kwarteeuw lang werkzaam ben in de computerlinguïstiek. Zo heb ik dankzij de door mijn onderzoeksgroep ontwikkelde ontleed- en parseertechnieken de meeste bronnen syntactisch kunnen analyseren, waardoor het mogelijk werd om niet alleen op lexicale maar ook op syntactische patronen te zoeken in teksten.²³ Deze syntactische zoekvormen maakten het mogelijk om ook ‘langeafstandrelaties’ tussen woorden mee te nemen in plaats van alleen te kijken naar woorden die naast elkaar staan (zie voor verdere uitleg de paragrafen 3.1 en 4.1).

Kennisactiviteiten en disciplines

De kennisactiviteiten die ik behandel in dit boek duid ik gewoonlijk aan met ‘disciplines’ of ‘wetenschappen’, maar we moeten ons realiseren dat deze noties recent van aard zijn. Tot de achttiende eeuw werd het woord ‘wetenschap’ nauwelijks gebruikt in de betekenis van discipline of vakgebied. Wetenschap betekende ‘kennis’, ‘verstand’ of ‘weten als zodanig’.²⁴ Pas in de loop van de achttiende en de negentiende eeuw zien we een geleidelijke betekenisverbreding van de term wetenschap in de richting van geïnstitutionaliseerde discipline. Idealiter zouden we in dit boek de eigentijdse en lokale aanduidingen voor de verschillende kennisactiviteiten moeten gebruiken, maar dat is gemakkelijker gezegd dan gedaan. Zo werd de studie van kunst (of kunstgeschiedenis) door de Romein Plinius ondergebracht bij de ‘mineralogie en toepassing van materialen’.²⁵ Dit boek zou onleesbaar worden als we alleen de lokale, historische termen gebruiken voor de verschillende kennisactiviteiten. Ik zal waar mogelijk de eigentijdse of regionale aanduidingen noemen voor een bepaalde kennisactiviteit, om deze vervolgens te vervangen door de mijns inziens meest coherente term. Deze is soms historisch en soms hedendaags.²⁶

Wanneer ik in dit boek het woord discipline of wetenschap gebruik, verwijst ik dus niet naar de notie van ‘academische discipline’, maar naar een verzameling activiteiten die een *object* van studie gemeenschappelijk hebben, zoals taal, getallen, natuur, ziekte, kosmos, recht, muziek, kunst, het verleden, het plantenrijk of het dierenrijk. De disciplines die de focus vormen van dit boek zijn allemaal te traceren vanaf de oudheid en ook te vinden in de meeste regio’s. Dit zijn sterrenkunde, wiskunde, mechanica, taalkunde, geschiedwetenschap, muziekwetenschap, filologie, geneeskunde, rechtsgeleerdheid en kunsttheorie. Deze tien disciplines zijn redelijk representatief voor een langetermijnkennis-

geschiedenis: ze omvatten de studie van zowel natuur als cultuur, maar ook de geneeskunde en de wiskunde, die niet eenduidig bij de studie van natuur dan wel cultuur zijn onder te brengen. Daarnaast ga ik in dit boek ook in op de logica, poëtica, botanie, zoölogie, geografie, theologie, filosofie, astrologie, magie en alchemie – soms zelfs vrij uitgebreid –, maar deze tien disciplines vormen niet de focus van mijn boek. Natuurlijk doet mijn keuze geen recht aan de andere, meer recent opgekomen wetenschappen, al zal ik in het laatste hoofdstuk wel kort ingaan op enkele twintigste-eeuwse disciplines. Bovendien zullen we zien dat de door mij besproken disciplines in de loop der eeuwen verre van stabiel zijn gebleven: alle disciplines hebben ingrijpende transformaties doorgemaakt waarbij hun grenzen meermaals zijn verschoven.

Overlap met eerder werk

Waar ik de geesteswetenschappen bespreek in dit boek, is er enige overlap met mijn vorige boek, *De vergeten wetenschappen*, al geldt dit niet voor de steentijd en de vroege oudheid, die immers buiten het bestek van mijn vorige boek vielen. Ik had ervoor kunnen kiezen om vanaf de klassieke oudheid steeds te verwijzen naar mijn eerdere boek waar het de geesteswetenschappen betrof, maar dat zou de leesbaarheid van het huidige boek niet ten goede zijn gekomen. En er is nog een reden: mijn inzichten over de kennisgeschiedenis zijn sinds 2010 onderhevig geweest aan voortschrijdend inzicht. Zo verschilt de notie van ‘principe’ in het huidige boek enigszins van die in mijn vorige boek, zoals hierboven uitgelegd. Om deze redenen heb ik ervoor gekozen om ook de geesteswetenschappen vanaf de klassieke oudheid steeds te bespreken in dit boek, zij het beknopter dan toen. Hoewel mijn keuze tot gevolg heeft dat dit boek ongeveer 15 procent overlap vertoont met mijn vorige boek,²⁷ kan het resultaat op zichzelf worden gelezen. Waar ik de geschiedenis van de wis- en natuurwetenschappen bespreek, veronderstel ik wel enige elementaire kennis van de wiskunde, maar de lezer kan desgewenst de meer technische delen van dit boek zonder problemen overslaan.

Tot slot wil ik benadrukken dat ik geen specialist ben in de geschiedenis van de meeste wetenschapsgebieden die ik bespreek. Daarom zijn suggesties en kritiek welkom. U kunt die mailen naar rens.bod@gmail.com. In een eventuele volgende druk zal ik uw commentaar met dank vermelden. Daarnaast kunt u het reilen en zeilen van dit boek volgen op de website <http://devergetenwetenschappen.blogspot.nl>.