

Anaximander en de geboorte van het wetenschappelijke denken

Carlo Rovelli



UITGEVERIJ NIEUWEZIJD

Oorspronkelijke titel: *La naissance de la pensée scientifique. Anaximandre de Milet.*
Malakoff: Dunod, 2020. Eerder verschenen onder de titel *Anaximandre de Milet
ou la naissance de la pensée scientifique* (Dunod, 2009 en 2015).

Uitgegeven door: Uitgeverij Nieuwezijds, Amsterdam
Vertaling: Sonja Matthews
Zetwerk: CeevanWee, Amsterdam
Omslag: Buro Blikgoed, Haarlem

© Dunod, 2020, Malakoff

© Nederlandse vertaling, Uitgeverij Nieuwezijds, 2023

ISBN 978 90 5712 595 9

NUR 910

www.nieuwezijds.nl



Bij de productie van dit boek is gebruikgemaakt van papier dat het keurmerk van de Forest Stewardship Council (FSC) mag dragen. Bij dit papier is het zeker dat de productie niet tot bosvernietiging heeft geleid.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband, elektronisch of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval system worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Hoewel dit boek met veel zorg is samengesteld, aanvaarden schrijver(s) noch uitgever enige aansprakelijkheid voor schade ontstaan door eventuele fouten en/of onvolkomenheden in dit boek.

Inhoudsopgave

Inleiding	11
<i>Dankbetuiging</i>	20
Hoofdstuk 1. De zesde eeuw voor Christus	21
<i>Een overzicht van de wereld</i>	21
<i>Kennis in de zesde eeuw voor Christus: de astronomie</i>	24
<i>De goden</i>	35
<i>Milete</i>	38
Hoofdstuk 2. De ideeën van Anaximander	51
Hoofdstuk 3. Weersverschijnselen	59
<i>Het kosmologisch en biologisch naturalisme</i>	63
Hoofdstuk 4. De aarde zweeft in de ruimte en rust nergens op	67
Hoofdstuk 5. Onzichtbare entiteiten en natuurwetten	85
<i>Is er iets in de natuur wat wij niet kunnen zien?</i>	85
<i>Het idee van natuurwetten: Anaximander, Pythagoras en Plato</i>	194
Hoofdstuk 6. Rebelle verandert in een deugd	99

Hoofdstuk 7. Het schrift, de democratie en culturele kruisbestuiving 107

Het antieke Griekenland 107

Het Griekse alfabet 112

Wetenschap en democratie 118

Culturele kruisbestuiving 122

Hoofdstuk 8. Wat is wetenschap? Een herziening van Anaximander na Einstein en Heisenberg 129

Het ineensstorten van de illusies van de negentiende eeuw 130

De wetenschap is niet te reduceren tot verifieerbare voorspellingen 133

Het onderzoeken van de verschillende vormen van denken over de wereld 138

De ontwikkeling in ons wereldbeeld 140

De spelregels en commensurabiliteit 146

Lofzang op de onzekerheid 150

Hoofdstuk 9. Tussen cultuurrelativisme en absolutistisch denken 157

Hoofdstuk 10. Kunnen we de wereld begrijpen zonder goden? 171

Het conflict 175

Hoofdstuk 11. Het voorwetenschappelijke denken 185

De aard van het mythisch-religieuze denken 187

De diverse functies van het goddelijke 198

Conclusie. De erfenis van Anaximander 207

Bibliografie 211

Verklarende woordenlijst 216

Verantwoording figuren 217

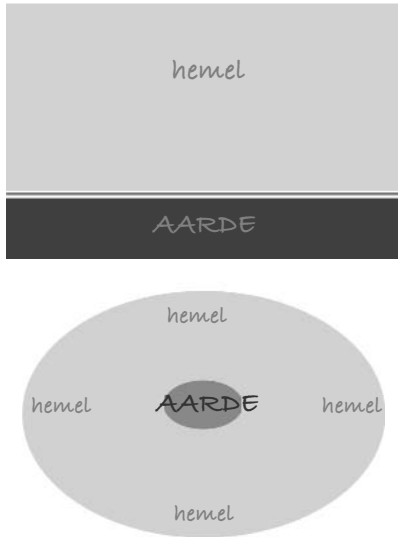
Index 219

Inleiding

Alle beschavingen hebben zich de wereld altijd voorgesteld met de hemel boven en de aarde daaronder (zie figuur 1, boven). Om te voorkomen dat de aarde zou vallen, moest zich onder de aarde nog meer aarde bevinden, of een enorme schildpad op een olifant, zoals in sommige Aziatische mythen, of reusachtige zuilen, zoals in de Bijbel. Iedereen deelde dit wereldbeeld: de Egyptenaren, de Chinezen, de Maya's, het oude India, Sub-Saharaans Afrika, de Hebreeën uit de Bijbel, de inheemse bewoners van Noord-Amerika, de antieke Babylonische rijken en alle andere culturen waarvan sporen bewaard zijn gebleven.

Alle culturen, behalve de Grieken. Al in de klassieke oudheid zagen zij de aarde als een steen die in de ruimte zweefde zonder te vallen (zie figuur 1, onder): onder de aarde bevond zich niet nog meer aarde, of een schildpad, of zuilen, maar dezelfde lucht die wij boven ons zien. Hoe hadden de Grieken al zo vroeg begrepen dat de aarde in de ruimte zweeft? Dat de hemel onder onze voeten doorloopt? Wie had dat begrepen, en hoe?

De man die deze enorme gedachtesprong had gemaakt, staat in dit boek centraal: Anaximander, die 2600 jaar geleden werd geboren in Milete, een Griekse stad aan de westkust van het huidige Turkije. Natuurlijk zou alleen die ontdekking al voldoende zijn geweest om hem tot een van de grootste denkers aller tijden te maken, maar zijn nalatenschap is nog veel groter. Zo stond hij aan het begin van de natuurkunde, de aardrijkskunde, de meteorologie en de biologie. En naast al deze wapenfeiten was hij ook nog degene



Figuur 1. De wereld voor (boven) en na (onder) Anaximander

die als eerste het heersende wereldbeeld kritisch onder de loep nam: een manier van kennis vergaren die gebaseerd was op het verwerpen van alle vanzelfsprekend lijkende zekerheden. Vanuit dat oogpunt is Anaximander onmiskenbaar een van de belangrijkste grondleggers geweest van het wetenschappelijk denken.

De aard van het wetenschappelijk denken vormt het tweede thema van dit boek. Wetenschap is in de eerste plaats een bevlogen verkenning van steeds nieuwe interpretaties van de wereld. De kracht van de wetenschap ligt niet in de zekerheden die ze biedt, maar juist in het radicale besef van hoeveel we *niet* weten. Dat besef stelt ons in staat om voortdurend alles wat we denken te weten in twijfel te trekken en zo te blijven leren. De zoektocht naar kennis wordt niet geprikkeld door zekerheden, maar juist door het totaal ontbreken daarvan. In een dergelijk denken, dat voortdurend in beweging is en evolueert, schuilt een grote kracht en ook iets magisch: het is in staat om de orde der dingen omver te werpen en de wereld voortdurend te herzien.

Deze evolutionaire en subversieve interpretatie van het wetenschappelijk denken over de natuur verschilt sterk van de positivistische voorstelling ervan, maar ook van het fragmentarische en enigszins steriele beeld dat sommige hedendaagse wetenschapsfilosofen ervan geven. Het aspect van het wetenschappelijk denken dat ik in dit boek wil belichten, is het kritische en subversieve vermogen ervan om de wereld steeds opnieuw te herzien.

Als dit voortdurend herzien van de wereld een centraal aspect van de zoektocht naar kennis is, dan ligt het begin van dit avontuur niet bij het rationalisme van Descartes, de synthese van Newton of de baanbrekende experimenten van Galilei, en ook niet bij de eerste, zeer effectieve wiskundige modellen van de Alexandrijnse astronomie, maar al veel eerder, namelijk bij wat de eerste grote wetenschappelijke revolutie in de geschiedenis van de mensheid genoemd kan worden: die van Anaximander.

—

Het belang van Anaximander in de geschiedenis van het denken is naar mijn idee echter onderschat.* Daar zijn diverse redenen voor. Zo had zijn methodologische propositie in de oudheid nog niet de vruchten afgeworpen die wij er vandaag de dag, na een lang rijpingsproces en talloze koerswijzigingen, van plukken. Ondanks de

* Deze situatie is aan het kantelen. Diverse recente studies onderschrijven de stelling van dit boek. Zo trekt Daniel Graham in een boek over de Ionische filosofie (Graham, 2006) vrijwel identieke conclusies. En in de inleiding van de essaybundel *Anaximander in Context* (Couprie et al., 2003) stellen de auteurs: ‘Wij zijn ervan overtuigd dat Anaximander een van de grootste denkers is die ooit hebben geleefd en menen dat dit niet voldoende wordt weerspiegeld in bestaande studies.’ Dirk Couprie, die de kosmologie van Anaximander uitgebreid heeft bestudeerd (Couprie et al., 2003), concludeert: ‘Ik zou hem zonder aarzelen op dezelfde hoogte als Newton plaatsen.’

erkenning van bepaalde auteurs met een meer wetenschappelijke inslag, zoals Plinius, die aan het begin van dit boek wordt geciteerd, werd Anaximander in de oudheid vaak, ook bijvoorbeeld door Aristoteles, beschouwd als de pleitbezorger van een naturalistische benadering van kennis die nog weinig had opgeleverd en fel bestreden werd door andere culturele stromingen.

De huidige onderschatting van het denken van Anaximander is daarentegen te wijten aan de bijzonder schadelijke hedendaagse scheiding tussen de natuurwetenschappen en de geesteswetenschappen. Ik besef heel goed dat mijn voornamelijk natuurwetenschappelijke achtergrond risico's met zich meebrengt bij het beoordelen van de bijdrage van een denker die 2600 jaar geleden leefde, maar ik ben ervan overtuigd dat de huidige interpretatie van het denken van Anaximander gebukt gaat onder het tegengestelde probleem: het feit dat veel geesteswetenschappers moeilijk het belang kunnen beoordelen van inzichten die qua karakter en nalatenschap sterk wetenschappelijk zijn. Zelfs de in de vorige noot geciteerde auteurs, die zonder enige aarzeling de grootsheid van het denken van Anaximander erkennen, hebben moeite om de volledige reikwijdte van sommige van zijn inzichten te begrijpen. Die reikwijdte wil ik in dit boek belichten.

Mijn blik op Anaximander is dan ook niet die van een historicus of kenner van de Griekse filosofie, maar die van een hedendaagse natuurwetenschapper die zich wil buigen over de aard van het wetenschappelijk denken en de rol van dat denken in de ontwikkeling van de beschaving. In tegenstelling tot het merendeel van de teksten over Anaximander is het niet mijn bedoeling om zijn denken en conceptuele universum zo getrouw mogelijk te reconstrueren. Voor die reconstructie vertrouw ik op het meesterlijke en zorgvuldige werk van classici en historici als Charles Kahn (Kahn, 1960) en Marcel Conche (Conche, 1991), of meer recentelijk Dirk Couprie (Couprie et al., 2003). Het is niet mijn bedoeling de conclusies van die reconstructies ter discussie te stellen, maar alleen om de reikwijdte van het denken dat eruit spreekt en

de rol daarvan in de ontwikkeling van de universele kennis te belichten.



De tweede reden voor de onderschatting van het denken van Anaximander, en van andere aspecten van het Griekse wetenschappelijk denken, is naar mijn idee een subtiele maar veelvoorkomende misvatting van enkele centrale aspecten van het wetenschappelijk denken.

Naïeve zekerheden over de wetenschap die kenmerkend waren voor de negentiende eeuw, en dan met name de verheerlijking van de wetenschap als definitieve kennis van de wereld, behoren tot het verleden. Dat is voor een groot deel te wijten aan de revolutie in de natuurkunde van de twintigste eeuw, die tot de ontdekking leidde dat de newtoniaanse natuurkunde, hoewel ze ongelooflijk effectief is, in zeer precieze zin onjuist is. Een groot deel van de wetenschapsfilosofie die hierop volgde, kan gezien worden als een poging om met deze ontgoocheling om te gaan. Wat is wetenschappelijke kennis als ze tegelijkertijd zeer effectief en onjuist kan zijn?

Een deel van de wetenschapsfilosofen heeft hierop gereageerd met een poging om toch een fundament van zekerheid voor wetenschappelijke kennis te behouden. Zo kan de kennisinhoud van wetenschappelijke theorieën bijvoorbeeld worden beperkt tot het vermogen om voorspellingen te doen over aantallen of verschijnselen. Wetenschappelijke theorieën werden beschreven als constructies die uitsluitend gericht waren op de direct verifieerbare consequenties van die theorieën. Op die manier verliezen we echter de kwalitatieve aspecten van wetenschappelijke kennis uit het oog, en de kracht van de wetenschap om ons wereldbeeld omver te werpen en verder te ontwikkelen. Deze aspecten zijn niet alleen onlosmakelijk verbonden met het wetenschappelijk denken, ze zijn er bovenal de primaire drijfveer van.

Aan het andere uiteinde van het spectrum staat een ander deel

van de hedendaagse cultuur, dat wetenschappelijke kennis radicaal miskent en zo een wijdverspreid antiwetenschappelijk sentiment aanwakkert. Het rationele denken maakt sinds het begin van deze eeuw een onzekere indruk en lijkt onder vuur te liggen; zowel in gecultiveerde kringen als in de publieke opinie floreren diverse vormen van irrationalisme. Het antiwetenschappelijk sentiment wordt aangewakkerd door de teleurstelling over het verlies van de illusie dat de wetenschap een definitief beeld van de wereld kan bieden, en door de angst onwetendheid te moeten accepteren. Liever valse zekerheden dan onzekerheid ...

Maar het ontbreken van zekerheid is allesbehalve een teken van zwakte, het is juist – en is dat ook altijd geweest – het geheim van de kracht van het rationele denken wanneer dat wordt opgevat als een denken gebaseerd op nieuwsgierigheid, rebellie en verandering. De antwoorden van de natuurwetenschap zijn niet geloofwaardig omdat ze definitief zijn; ze zijn geloofwaardig omdat ze de beste antwoorden zijn die we momenteel, op een bepaald moment in de geschiedenis van onze kennis, hebben. Ze worden steeds beter juist omdat we weten dat we ze niet als definitief moeten beschouwen.

Vanuit dat standpunt vormen de drie eeuwen newtoniaanse wetenschap niet 'de Wetenschap'. Integendeel, ze zijn niet veel meer dan een moment van relatieve rust op de weg van de wetenschap na een groot succes. Toen Einstein Newton ter discussie stelde, stelde hij niet de mogelijkheid van het denken ter discussie om te begrijpen hoe de wereld in elkaar zit. Integendeel, hij is in de voetsporen getreden van Maxwell, Newton, Copernicus, Ptolemaeus, Hipparchus en Anaximander, die voortdurend de fundamenteën van ons wereldbeeld ter discussie stelden om het te blijven verbeteren; die fouten erkenden en leerden om geleidelijk verder te kijken.

Alle stappen die deze grote wetenschappers (en talloze minder grote wetenschappers) hebben gezet, hebben niet alleen ons wereldbeeld veranderd, maar soms zelfs de regels waarop een wereldbeeld is gebaseerd. Het gaat hier niet om een willekeurige wisseling

van standpunten, maar om radertjes in de onuitputtelijke rijkdom der dingen die een voor een oplichten. Elke stap onthult een nieuwe kaart van de werkelijkheid die de wereld iets beter verklaart. Naar mijn idee zou het zoeken naar een sleutel die alle problemen zou oplossen – een vast methodologisch of filosofisch punt waar dit intellectuele avontuur aan zou kunnen worden verankerd – neerkomen op verraad aan de aard van de wetenschap, die van nature evolutionair en kritisch is. Als het naïef zou zijn om te beweren dat we weten hoe de wereld in elkaar zit op basis van het weinige dat we erover weten, dan zou het ronduit dwaas zijn om te miskennen wat we wel weten alleen omdat we morgen iets meer zouden kunnen weten. Een landkaart verliest zijn waarde niet puur omdat we weten dat er een preciezer kaart zou kunnen bestaan. Telkens wanneer we een fout verbeteren, verwerven we iets meer kennis, die ons weer in staat stelt om iets verder te kijken. De mensheid bewandelt al heel lang een weg naar kennis die de zekerheden weet te vermijden van mensen die denken de ultieme waarheid in pacht te hebben, maar die ook niet zwicht voor het idee dat we nooit kunnen zeggen welk van twee verschillende standpunten juist is, zoals sommigen vandaag de dag beweren. Dat is de weg naar kennis die ik in het laatste deel van dit boek wil toelichten.

Teruggaan naar de wortels in de klassieke oudheid en de eerste stappen van het rationele denken over de natuur in de brede zin van het woord is dan ook een manier om bepaalde centrale kenmerken van dit denken te belichten. Bij het bespreken van Anaximander denk je ook na over de betekenis van de wetenschappelijke revolutie die met Einstein is begonnen.

Quantumzwaartekracht, waar ik mij in mijn wetenschappelijk werk mee bezighoud, is een onopgelost probleem in het hart van de hedendaagse theoretische natuurkunde. Om dit probleem op te lossen zullen we waarschijnlijk onze ideeën over tijd en ruimte moeten bijstellen. Anaximander heeft onze voorstelling van de wereld veranderd: we zien die niet langer als een gesloten doos met de hemel boven en de aarde eronder, maar als een open ruimte waar

de aarde in zweeft. Alleen als we begrijpen hoe dergelijke enorme veranderingen in ons wereldbeeld mogelijk zijn en in welke zin ze 'juist' zijn, kunnen we misschien het hoofd bieden aan uitdagingen zoals de veranderingen in onze ideeën over tijd en ruimte die nodig zijn voor het maken van een natuurkundige theorie van de zwaartekracht die past binnen de quantummechanica.



Tot slot loopt er nog een derde, ingewikkeldere rode draad door dit boek; een rode draad die meer uit vragen dan antwoorden bestaat. Onderzoek naar de eerste uiting in de oudheid van het rationele denken over de natuur leidt onvermijdelijk tot onderzoek naar de aard van de kennis die aan dit denken voorafging en die zich ook vandaag de dag nog altijd als alternatief presenteert – een vorm van kennis waaruit dit denken is ontstaan, waar het zich van heeft onderscheiden, waartegen het in opstand is gekomen en waar het zich nog altijd tegen verzet – en naar de relatie tussen deze twee vormen van kennis.

Toen Anaximander, om met Plinius te spreken, 'de deur naar de natuur opende', ontketende hij ook een reusachtig conflict tussen twee zeer verschillende vormen van kennis. Aan de ene kant stond een nieuwe vorm van kennis over de wereld die was gebaseerd op nieuwsgierigheid en het verwerpen van zekerheden, en dus op verandering. Aan de andere kant stond het toen dominante, hoofdzakelijk mythisch-religieuze denken, dat in hoge mate gebaseerd was op zekerheden die vanwege hun aard niet ter discussie konden worden gesteld. Dit conflict heeft gedurende de gehele geschiedenis van onze beschaving gespeeld, eeuw na eeuw, met wisselende uitkomsten, en is nog altijd niet beslecht.

Na een periode waarin de twee rivaliserende vormen van denken een manier leken te hebben gevonden om vreedzaam naast elkaar te bestaan, lijkt dit conflict de laatste tijd weer op te laaien. Er gaan weer talloze stemmen op, ook politiek en cultureel zeer uiteenlo-

pende stemmen, die verschillende vormen van irrationalisme en het primaat van het religieuze denken propageren. Deze nieuwe ervaring van de botsing tussen het rationele en het mythisch-religieuze denken lijkt ons weer terug te voeren naar de conflicten van de verlichting, maar naar mijn idee is het een vergissing om uitsluitend naar het afgelopen decennium of de afgelopen vier eeuwen te kijken om de kwestie nogmaals te ontrafelen. Het gaat om een veel diepgaander conflict, waarvan de duur eerder in millennia dan in eeuwen moet worden gemeten, wat misschien te maken heeft met de trage evolutie van de menselijke beschaving en de diepgaande structuur van haar conceptuele organisatie, en met haar trage sociale en politieke evolutie. Het zijn zulke grote thema's dat ik weinig meer kan doen dan vragen opwerpen en enkele aanzetten tot reflectie doen; maar het zijn volgens mij ook centrale thema's voor onze wereld en haar toekomst. De onzekere uitkomst van dit conflict bepaalt nog vrijwel dagelijks ons leven en het lot van de mensheid.



Ik wil het belang van Anaximander ook niet overdrijven. We weten uiteindelijk heel weinig van hem. Maar aan de Ionische kust heeft iemand 2600 jaar geleden een nieuwe weg naar kennis geopend, en daarmee een nieuwe weg voor de mensheid. Er hangt een dikke mist over de zesde eeuw voor Christus, en we weten te weinig van de man Anaximander om deze enorme revolutie met zekerheid aan hem te kunnen toeschrijven. Maar wat we wel zeker weten, is dat de revolutie, het ontstaan van een denken gebaseerd op nieuwsgierigheid en verandering, heeft plaatsgevonden. Het doet er uiteindelijk weinig toe of Anaximander er de enige stuwende kracht van was, of dat het alleen de naam was die bronnen uit de oudheid gebruikten om die revolutie aan te duiden.

Deze bijzondere revolutie, die 2600 jaar geleden aan de Turkse kust is begonnen en waar wij vandaag de dag nog altijd in verke-

ren, en het conflict dat erdoor is ontstaan en dat nog altijd woedt, zijn de onderwerpen waar ik het in dit boek over wil hebben.

Dankbetuiging

Ik wil Fabio Soso bedanken voor het op mij overbrengen van zijn passie voor de antieke wetenschap. Dirk Couprie, een van de grootste kenners van Anaximander, wil ik bedanken voor het geduldig lezen van dit boek en het corrigeren van mijn ergste fouten. En mijn ouders, voor veel meer.

I

De zesde eeuw voor Christus

Een overzicht van de wereld

Toen Anaximander van Milete in 610 voor Christus werd geboren, zou de gouden eeuw van de Griekse beschaving, de tijd van Pericles en Plato, nog bijna tweehonderd jaar op zich laten wachten.

In Rome was volgens de overlevering Tarquinius de Oudere in die tijd aan de macht. Rond diezelfde tijd stichtten de Kelten Milaan en stichtten Griekse kolonisten uit Ionië, waar Anaximander vandaan kwam, Marseille. Homerus (of degene die met die naam wordt aangeduid) had twee eeuwen eerder de *Ilias* geschreven, en ook Hesiodus had zijn *Werken en dagen* al geschreven; maar verder waren nog maar zeer weinig grote Griekse dichters, filosofen of toneelschrijvers met het schrijven van hun oeuvre begonnen. Sappho was nog maar een klein meisje op het eiland Lesbos, niet ver van Milete.

In Athene, dat steeds meer macht begon te krijgen, waren de strenge wetten van Draco van kracht; maar Solon, die de eerste grondwet zou schrijven die democratische elementen bevatte, was al geboren.

Het Middellandse Zeegebied was zeker niet primitief: de inwoners leefden al minstens tienduizend jaar in steden; het grote Egyptische koninkrijk bestond al minstens 2600 jaar, evenveel tijd als ons van Anaximander scheidt.

Anaximander werd twee jaar na de val van Ninive geboren, een



Figuur 2. De Midden-Oosterse rijken rond 600 voor Christus.

historische gebeurtenis die het einde betekende van de enorme en brute macht van Assyrië. Met meer dan 200.000 inwoners was Babylon opnieuw de grootste stad ter wereld, zoals het eerder al duizenden jaren lang geweest was. Nabopolassar regeerde over Babylon, maar de herwonnen pracht en praal was maar van korte duur: in het oosten dreigde al de opkomende Perzische macht onder leiding van Cyrus I, die al snel de macht over Mesopotamië zou veroveren. In Egypte liep de lange regeerperiode van Psammetichus I, de eerste farao van de 26e dynastie, ten einde, die de onafhankelijkheid van Egypte van het verzwakte Assyrische Rijk had terugveroverd en Egypte weer tot voorspoed had gebracht. Psammetichus I had nauwe banden met de Griekse wereld ontwikkeld door talloze Griekse huurlingen in zijn leger op te nemen en Grieken te stimuleren om zich in Egypte te vestigen. Milete beschikte ook over een bloeiende handelshaven in Egypte, in Naucratis. Anaximander moet dus volop hebben beschikt over informatie over de Egyptische cultuur uit de eerste hand.

In Jeruzalem regeerde Josia, uit het Huis van David. Hij profiteerde van de instabiele internationale situatie – het Assyrische