

University of Groningen

The metaphysics of continuity

Hasper, Pieter Sjoerd

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2003

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Hasper, P. S. (2003). *The metaphysics of continuity: Zeno, Democritus and Aristotle*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

NEDERLANDSE SAMENVATTING

Eén van de oudste onderwerpen van filosofisch debat in de Oudheid is het probleem van de oneindige deelbaarheid van continua, zoals lijnen, tijd en beweging. Het was Zeno die de kwestie door middel van zijn paradoxen op de agenda zette. Om er enkele te noemen: elk moment – die oneindig kleine tijdsspanne – van zijn vlucht is de pijl in rust, dus de pijl in beweging is altijd in rust; een lijnstuk dat overal tot in het oneindige is gedeeld, bestaat vreemd genoeg uit lengteloze punten; om van A naar B te komen, moet de loper eerst halverwege aankomen, in C, en om van C naar B te komen, moet hij opnieuw eerst halverwege aankomen, enzovoorts – dus zal hij bij gebrek aan een laatste stap nooit in B aankomen. Zeno's conclusie was dat men rationeel gesproken beter kon denken dat de alles één was en geheel verstoken van beweging. Om aan deze conclusie te ontkomen probeerden filosofen als Democritus, Plato en Aristoteles deze paradoxen te analyseren, opdat ze konden laten zien wat er mis was met Zeno's redeneringen. Deze pogingen brachten weer nieuwe standpunten en problemen met zich mee, zodat er een doorgaand debat over continuïteit en oneindige deelbaarheid ontstond

De aandacht die aan dit debat en aan de standpunten van de verschillende filosofen daarin tot nu toe is besteed, is sterk wiskundig gekleurd. Moderne wiskundige theorieën over het continuum hebben lang het kader bepaald van waaruit naar de teksten en argumenten van de filosofen uit de Oudheid is gekeken, waarbij vaak beschuldigingen van drogredenen werden geuit. Hoewel kennis van dergelijke theorieën onontbeerlijk is voor inzicht in de complexiteit van het probleem, heeft deze aanpak twee nadelige gevolgen voor ons begrip van het debat zoals gevoerd in de Oudheid. Ten eerste is nooit helder op een rij gezet wat de onderliggende ideeën en concepten waren die antieke filosofen impliciet of expliciet gebruikten in hun theorieën en argumentaties over kwesties van continuïteit. Daardoor is ook niet duidelijk wat de rode lijn in het debat was en wat de bijdrage van elke filosoof afzonderlijk was. Ten tweede zijn, doordat de wiskundige aanpak niet altijd goed past op de oude teksten, de details van antieke theorieën en argumentaties ons soms nog volstrekt duister. Natuurlijk hangen deze twee punten met elkaar samen.

Het doel van deze dissertatie is nu om, door middel van een zeer nauwkeurige analyse van de verschillende teksten en argumentaties die kwesties van continuïteit tot onderwerp hebben, inzicht te krijgen in de concepten en vooronderstellingen die ten grondslag liggen aan de opvattingen van de verschillende filosofen. Daarbij heb ik mij beperkt tot die van Zeno, Democritus en Aristoteles, omdat hun standpunten het

duidelijkst zijn en omdat zij drie verschillende richtingen in het debat vertegenwoordigen.

Aangezien het onmogelijk is in een samenvatting de vele details van al deze argumenten – en er komen erg veel details aan de orde – uit de doeken te doen, wordt hier alleen de algemene lijn uiteengezet. Dat wil echter geenszins zeggen dat deze lijn belangrijker is dan de details.

De eerste belangrijke stelling van het eerste hoofdstuk is dat Zeno in veel van zijn paradoxen aanneemt dat een deelbaar geheel niets meer is dan de delen. Er is direct bewijsmateriaal hiervoor, namelijk in Zeno's uitspraken dat een eenheid geen veelheid van delen kan zijn, en zelfs dat een eenheid geen veelheid van delen kan worden. Deze aanname is ook de basis van een ander principe dat Zeno herhaaldelijk toepast in zijn redeneringen, namelijk dat de eigenschappen van een geheel worden bepaald door de eigenschappen van de delen. Dit principe verklaart de stap die hij zet in zijn gierstezaadparadox, volgens welke een hoop gierstezaad geen geluid kan maken bij het neervallen, omdat een klein deel van een enkel gierstezaad geen geluid maakt bij het neervallen. Het verklaart ook waarom in de pijlparadox Zeno op basis van de stelling dat op ieder moment van zijn vlucht een pijl niet in beweging is (geen afstand aflegt), concludeert dat de pijl nooit in beweging is: een tijdsperiode ziet hij als een geheel van lengteloze delen, de momenten. Overigens wordt de reductie van een periode tot een geheel van momenten vergemakkelijkt door de opvatting, die Zeno duidelijk huldigt, dat alles wat gebeurt, in het heden, en niet in het verleden of in de toekomst gebeurt. Wil een pijl bewegen, moet hij dat dus in het heden doen; maar aangezien het heden volgens Zeno pas zuiver het heden is en niet een deel verleden of toekomst in zich sluit, indien het een lengtelooz moment is, kan de pijl in geen enkel tegenwoordig moment bewegen.

Het tweede belangrijke punt van het eerste hoofdstuk is dat Zeno objecten beschouwt als niet meer dan homogene klompen materie, zonder interne structuur: ze zijn overal gelijk. Dat betekent dat als een object deelbaar is, het overal deelbaar is, tot in het oneindige. Dat leidt tot de paradoxale situatie dat een object met lengte gedeeld kan worden in delen die geen van alle lengte hebben. Aangezien dat absurd is, moet het geheel van de homogene wereld ondeelbaar en één zijn. Een vergelijkbare overweging van homogeniteit speelt een rol bij een andere redenering van Zeno, namelijk dat als er meer dan één object is, er een oneindig aantal objecten moet zijn. Het idee lijkt te zijn dat objecten die niet ui telkaar worden gehouden, één worden doordat ze één homogene klomp materie vormen.

De combinatie van de oneindige deelbaarheid die volgt uit deze notie van homogeniteit, en het principe dat gehelen niet meer zijn dan de delen waarin ze gedeeld kunnen worden, leiden tot problemen met limiet-entiteiten. Eén zo'n limiet-entiteit is natuurlijk het tegenwoordige moment, dat voorkomt in de pijlparadox. Zeno heeft echter ook twee redeneringen die specifiek tegen limiet-entiteiten zijn gericht: de delingsparadox, volgens welke elk deelbaar object oneindig groot is, en de looperparadox, volgens welke de looper nooit een beweging kan voltooien omdat hij, voordat hij in het einddoel aan kan komen, eerst naar een punt halverwege moet gaan, en dan naar een punt halverwege dat punt en het einddoel, enzovoorts. Deze twee paradoxen worden altijd afgedaan als drogredenen omdat het niet zou volgen dat als een object of een beweging geen laatste deel heeft, het object oneindig zou zijn of de beweging niet tot een einde zou kunnen worden gebracht. Hier wordt de interpretatie verdedigd dat volgens Zeno een

object of een beweging dat beschouwd kan worden als een oneindige reeks van steeds kleiner wordende delen, wel oneindig lang moet zijn, omdat de enige manier waarop iets gelimiteerd kan zijn, is dat het een limiet bezit. En de enige manier waarop iets een limiet kan hebben, is dat het die als deel, dat wil zeggen, als laatste deel te heeft. Dat nu is onmogelijk, omdat er geen laatste en kleinste deel is. Door de prioriteit van delen boven het deelbare geheel heeft Zeno uitgesloten dat een geheel dat in een oneindige reeks steeds kleiner wordende delen kan worden gedeeld, als geheel toch een limiet heeft zonder dat er een laatste deel is.

In de eerste helft van het tweede hoofdstuk wordt Democritus' argument voor het bestaan van atomen uitvoerig geanalyseerd en verdedigd tegen beschuldigingen, oude en meer recente, dat het niet steekhoudend zou zijn. Het argument begint op Zenonische wijze: als een object overal deelbaar is, is het mogelijk dat het overal gedeeld is; maar dan zou iets dat overal gedeeld is uitsluitend uit lengteloze punten bestaan, hetgeen absurd is. Derhalve, concludeert Democritus, kan het object niet overal deelbaar zijn, maar moet het uit kleinste eenheden met lengte bestaan: de atomen. Tegen deze redenering kunnen twee punten worden ingebracht. Ten eerste, zo zeiden volgelingen van Zeno alsmede Aristoteles, zijn objecten homogeen. Ze moeten dus overal gelijk zijn, en niet hier wel deelbaar zijn en daar niet. Ten tweede, zo voegde men daar veel later aan toe, is de redenering formeel ongeldig, want uit de absurditeit van de situatie dat iets overal gedeeld is, wil nog niet volgen dat het niet overal deelbaar is. Het kan best zijn dat het overal deelbaar is, maar dat alleen niet al die mogelijkheden tot deling tegelijkertijd geëffectueerd kunnen zijn. Beide punten snijden echter geen hout. Volgens dezelfde homogeniteitsoverweging zou het onmogelijk zijn dat twee afzonderlijke objecten elkaar raken, want zodra ze elkaar raken, vormen ze één homogeen geheel, dat óf overal deelbaar is óf nergens deelbaar is; aangezien Democritus het eerste alternatief verwierpt, zou hij gedwongen zijn het tweede alternatief te kiezen. In een aantal fragmenten rechtvaardigt Democritus echter de mogelijkheid dat afzonderlijke objecten elkaar kunnen raken met behulp van een principe dat we herkennen als een versie van Zeno's principe van de prioriteit van delen boven het deelbare geheel: een geheel van delen is niet meer dan de veelheid van die delen, en kan nooit een eenheid worden, noch kan een eenheid ooit gedeeld worden en zo een veelheid worden. Op grond van dit Zenonische principe kan Democritus niet alleen volhouden dat twee afzonderlijke objecten elkaar kunnen raken zonder één ondeelbaar geheel te vormen, maar ook zijn argument voor het bestaan van atomen verdedigen tegen Zenonische aanvallen. Daarbij komt nog dat met behulp van ditzelfde principe die redenering kan worden gevrijwaard van de beschuldiging van *non sequitur*. Indien een object namelijk overal deelbaar is, zo zegt dit principe, dan bestaat het in feite al uit een veelheid van delen, die geen van alle lengte hebben. Aangezien dit absurd is, maar we wel dagelijks zien dat objecten gedeeld kunnen worden, moeten die objecten al uit kleinste, ondeelbare delen bestaan.

In de tweede helft van het tweede hoofdstuk gaat het over Democritus' ideeën over oneindige deelbaarheid zoals die wordt verondersteld in de wiskunde van zijn tijd, en over limiet-entiteiten. Hoewel een atomist ten aanzien van fysische objecten, kan Democritus nooit een wiskundig atomist zijn geweest, want hij neemt aan dat er een oneindige variëteit in grootte en vorm bestaat van de atomen. De indruk die zou kunnen ontstaan dat zijn argument voor het bestaan van atomen hem committeert aan het bestaan van wiskundige atomen, kan worden weggenomen door erop te wijzen dat het principe dat

een eenheid nooit een veelheid kan worden en omgekeerd, dat nodig was om dat argument geldig te maken, voor Democritus een fysisch principe was, van toepassing op fysische delingen (splittingsen) en niet op wiskundige delingen (door middel van markeringen). Wiskundig blijven atomen tot in het oneindige deelbaar. Daarmee blijft echter wel het probleem bestaan dat Zeno aan de orde had gesteld over limiet-entiteiten. Aangezien Democritus, net zoals Zeno, een voltooide deling overal van een object verworpt, is het hem onmogelijk over limiet-entiteiten als echte delen van een geheel te spreken, te isoleren door middel van een voltooide oneindige deling. Desondanks refereert Democritus in zijn fysica herhaaldelijk aan limiet-entiteiten, bijvoorbeeld wanneer hij het heeft over de grenzen waarmee twee atomen elkaar raken. Hoe denkt hij daartoe gelegitimeerd te zijn?

Het is onmogelijk om op basis van het beschikbare bewijsmateriaal daarover een uitspraak te doen. Wat wellicht wel mogelijk is, is te laten zien dat Democritus zich bewust was van de problematische status van limiet-entiteiten. Aan het eind van het tweede hoofdstuk wordt getracht dat te doen door het geringe wat wij weten over Democritus' wiskundige werk onder de loep te nemen. Het idee van de verdedigde interpretatie van een deel van dat werk is dat Democritus beweerde dat de twee oppervlakken van elkaar rakende objecten samenvallen, en uit elkaar moeten worden gehouden aan de hand van de objecten waartoe ze behoren, zodat die afhangen van het geheel waarvan ze de limiet vormen. Reconstructie van de bewijzen van twee door Democritus geponeerde wiskundige stellingen, over de volumes van piramiden en prisma's, en van kegels en cylinders, leert ons dat Democritus waarschijnlijk oneindige benaderingsmethoden gebruikte, die toewerken naar wat waar is voor de limiet van de oneindige reeks. Aan de andere kant is er bewijsmateriaal dat zo kan worden geïnterpreteerd dat het toont dat Democritus inzag dat die limiet nooit te bereiken is en derhalve een andere status heeft dan normale delen.

Met het derde hoofdstuk worden Aristoteles' opvattingen over continuïteit en oneindige deelbaarheid onderwerp van discussie. Het is in feite een thematisch commentaar op de langste Aristotelische tekst daarover, het zesde boek van zijn *Physica* (vooral in dit hoofdstuk komen erg veel detailpunten aan de orde). De stelling wordt verdedigd dat *Physica* 6 een rafelige lappendeken is waarin drie types argumenten of thema's kunnen worden onderscheiden. Ten eerste zijn er argumenten waarin Aristoteles een beroep doet op proportionele relaties, verbonden met beweging, tussen lengte en tijd. In deze argumenten probeert hij aan te tonen dat lengte en tijd oneindig deelbaar zijn. Een tweede thema is dat ondeelbare entiteiten samen geen grootte kunnen vormen, en dus elke grootte oneindig deelbaar moet zijn. Dit thema is gebaseerd op het idee dat de enige manier waarop entiteiten samen een geheel kunnen vormen is door successievelijk geordend te zijn, door elkaar aan te raken. Aangezien ondeelbare entiteiten geen onderscheidbare grenzen hebben, kunnen ze elkaar ook niet raken. De ondeelbare entiteiten zijn in plaats daarvan niet successievelijk geordend en functioneren als grenzen van de lengtes tussen elk paar. Een derde type argumenten gaat uit van het contrast tussen de tegenwoordige tijd en de voltooide tijd van werkwoorden gebruikt bij het beschrijven van aspecten van beweging. In plaats van als een continue proportionaliteit tussen tijd en lengte, zoals in het eerste thema, vat Aristoteles hier beweging op als een gestructureerd geheel met een begin, een eind (bereikt met de voltooiing van de beweging en beschreven met behulp van de voltooide tijd) en een proces van beweging ertussen (beschreven met behulp van de tegenwoordige tijd). Binnen elke periode van beweging

moet men aldus een onderscheid maken tussen een moment van voltooiing en een periode van het proces, zodat geen enkele periode van beweging ondeelbaar kan zijn. Aan de andere kant horen het proces en de voltooiing onlosmakelijk bij elkaar, zodat het moment van voltooiing geen afzonderlijk, normaal deel van de periode van beweging kan zijn.

Deze drie thema's worden in *Physica* 6 tamelijk geïsoleerd van elkaar uitgewerkt. Uit argumentatieve discrepanties blijkt dat met name het eerste thema zich niet zo goed verdraagt met de andere twee. Dit is te verklaren door verschil in de onderliggende concepties van beweging, tussen beweging als een homogeen, structuurloos proces en beweging als een gestructureerd en geünifieerde gebeurtenis, en van grootte, tussen een grootte als iets homogeen en structuurloos en een grootte als een lengte gedefiniëerd en gestructureerd door haar grenzen.

De ongestructureerde conceptie van continua is in verband te brengen met intuïties verbonden met het homogeniteitsargument zoals gebruikt door Zeno. Anders dan Democritus verwerpt Aristoteles echter impliciet het andere principe van Zeno, namelijk dat een geheel deelbaar in delen al niet meer is dan die delen. Dat blijkt hieruit dat hij vasthoudt aan oneindige deelbaarheid van continua, zonder fundamentele delen. Overigens blijft Aristoteles onduidelijk. Het nieuwe element dat hij introduceert in de discussie over problemen van continuïteit is het idee van een gestructureerd geheel bepaald door twee grenzen of limieten, die een homogeen element in zich sluiten. Deze limieten zijn geen normale delen van het geheel, waarin het geheel kan worden gedeeld, maar zijn definiërend voor en aldus onlosmakelijk verbonden met het geheel.

Het vierde hoofdstuk tenslotte behandelt Aristoteles' uitgewerkte metafysica van continuïteit. Net zoals in de hoofdstukken over Zeno en Democritus spelen twee kwesties de hoofdrol. Aristoteles verwerpt expliciet het principe van de prioriteit van de delen over het deelbare geheel dat Zeno en Democritus aanhingen. Zolang een object niet gedeeld is, is het één, en het verdwijnt zodra het wordt gedeeld en er een veelheid ontstaat. Aan de andere kant houdt hij vast aan Zeno's homogeniteitsprincipe, door te beweren dat twee elkaar rakende objecten of twee opeenvolgende bewegingen zonder interruptie automatisch één geheel moeten vormen. Het kader waarin Aristoteles positie kiest ten aanzien van deze twee kwesties is echter heel anders. Dit wordt gevormd door de conceptie van een geheel als gestructureerd door zijn limieten. Binnen een dergelijk gestructureerd geheel maakt hij onderscheid tussen twee elementen: de structuur, min of meer identiek aan de limieten, en dat hij 'vorm' noemt; en het gestructureerde element, dat de naam van 'materie' draagt. Op zichzelf is het gestructureerde element structuurloos, is de materie vormloos; het kan echter op oneindig veel manieren worden gestructureerd, oftewel gedeeld, al naar gelang de punten die door de vorm worden 'gebruikt'. Een deling bestaat derhalve hierin dat een klomp materie de ene, grotere vorm inruilt voor verscheidene, kleinere vormen, terwijl een unificatie de omgekeerde weg bewandelt. Aldus lijkt het dat de vormen het geheel voor het zeggen hebben wat betreft delingen en unificaties. Dat is inderdaad het geval voor wiskundige delingen, maar niet voor fysische delingen: een homogene klomp materie is één object, niet twee. Ook de materie is een zelfstandige 'kracht' in het model.

Volgens dit model is een continuum oneindig deelbaar, maar kan het slechts op een eindig aantal manier gedeeld zijn, aangezien geen twee punten die door de unificerende vorm worden gebruikt, op elkaar volgen. Zeno's paradoxen worden aldus vermeden.

Nederlandse samenvatting

Toch is er in het model ruimte voor een conceptie van limiet-entiteiten als afhankelijke delen van een geheel; Aristoteles lijkt de eerste in de geschiedenis van de filosofie te zijn die ons vermogen tot een dergelijke conceptie beschrijft. Zijn beschrijving is uiteindelijk gebaseerd op de notie van een oneindig doorgaand proces. Omdat we weten dat een oneindige reeks delingen in steeds kleinere delen niet kan worden voltooid, beschikken wij over een begrip van een oneindig proces gedurende welk elk deel van een geheel weggedeeld zal worden. Deze delen vormen een oneindige reeks, die samen dus geen limiterend deel hebben. Tegelijkertijd beschikken wij over een begrip van het eindige geheel waaruit die oneindige reeks door middel van delingen kan worden genomen. Daarmee hebben we ook een begrip van de limiet, daar de limiet het verschil is tussen de oneindige reeks delen en het eindige geheel. Het begrijpen van wat een limiet is lijkt er zodoende hierop neer te komen dat men zich indenkt dat men een oneindig proces heeft voltooid.