

lige geometriske genstande, som var evige og foranderlige størrelser i en abstrakt verden. Erkendelse var således ikke erkendelse af sansernes verden, men af en anden verden, kun tilgængelig for ånden. De praktiske værktøjer til at undersøge denne verden med var sproget og fornuften. Analysen og argumentet var for Platon vejen frem.

Man ser i dialogen *Staten*, hvordan Platon vurderer værdien af de forskellige former for geometri. Disciplinerne kan have praktisk anvendelse, først og fremmest inden for krigsførelse, men deres væsentligste funktion er at bidrage til en persons åndelige udvikling, til vedkommendes dannelse. Derfor var Platon også voldsomt kritisk over for enhver form for retorik, der forsøgte at påvirke med andre midler end den strengt logiske argumentation. I dialogerne *Gorgias* og *Faidon* angriber han kraftigt de lærere og filosoffer, der forsøger at opnå resultater ved hjælp af charme og overtalelse, det vil sige midler, som udnytter menneskers følelser og fordomme. Platon var formentlig ikke selv nogen stor videnskabsmand, men knyttede i sit akademi flere fremragende forskere til sig. Platons mest berømte elev og medarbejder, der skulle føre videnskab og tænkning langt videre, var Aristoteles. Ligesom Platon formulerede også Aristoteles en række dogmer, der skulle dominere tænkningen i århundreder frem.

Aristoteles og de athenske akademier

Aristoteles oprettede en skole, *Lyceum*, i Athen, der nok må betegnes som verdens første forskningsinstitution. Her arbejdede man ikke kun med matematik og filosofi, men også bl.a. med fysiske, biologiske og astronomiske problemstillinger. Derudover foregik der forskning inden for en helt ny disciplin, nemlig logikken.

Aristoteles præsenterede som den første et sæt af regler for korrekt tænkning. Han behandlede en lang række problemer knyttet til hvilke begreber, der overhovedet findes, hvilke udsagn man kan forme, og hvordan man kan sammensætte dem til korrekte logiske slutninger. Endvidere fremlagde han som den første et eksplicit syn på, hvad videnskab er, han behandlede problemstillinger knyttet til praktisk argumentation i dagligdagen, og han udtænkte en teori om talen, en retorik.

Central for hans logik er læren om syllogismen, der er en særlig form for deduktiv slutning, hvor man ud fra en eller flere præmisser slutter til

Sokrates er et menneske

Alle mennesker er **dødelige**

Sokrates er **dødelig**

en konklusion, og hvor der gælder det forhold, at konklusionen er indeholdt i præmisserne. Kernen i Aristoteles' videnskabsteori er en opfattelse af, at videnskabelige udsagn udtrykker forskellige former og grader af abstraktion. Nederst i abstraktionshierarkiet finder vi naturerkendelsen, fysikken, der beskæftiger sig med de materielle fænomener i deres afhængighed af form. Dernæst følger et abstraktionstrin, der alene beskæftiger sig med form forstået som geometrisk form og med kvantitet i stedet for kvalitet – det er matematikkens område. Endelig er der en abstrakt erkendelse, der beskæftiger sig med selve de begreber, vi benytter til at erkende med – det er metafysikken. For Platon var naturen som sådan geometrisk, og dermed var idealet for en naturerkendelse af geometrisk art.

For Aristoteles er naturerkendelsen hverken geometrisk eller overhovedet matematisk. Derimod beskriver fysik og matematik den samme verden – der er blot tale om forskellige abstraktionsniveauer. Det er en fundamental anderledes opfattelse end Platons, hvor geometrien bruges til at beskrive en verden, der er væsensforskellig fra den, man har kontakt med via sanserne.

Ifølge Aristoteles bygger alle videnskaber på to typer udsagn. Dels udsagn, der ikke kan bevises, f.eks. aksiomer, hypoteser, definitioner og postulat, og dels udsagn, der godt kan bevises. Beviserne foregår som logiske slutninger, deraf Aristoteles' interesse for logiske slutninger, syllogismer. De ikke-beviste udsagns sandhed må bero på iagttagelse og observation, samt i visse tilfælde på selvindlysende sandheder. Videnskaben arbejder således i et samspil mellem iagttagelser og udledninger, dvs. mellem observation og deduktion. Denne sammenhæng er for Aristoteles en sammenhæng mellem generalisering, begrebsdannelse og logisk deduktion. Når Aristoteles skal forklare et naturfænomen, søger han derfor en årsagsforklaring. Aristoteles' forståelse af "årsag" er imidlertid bredere end vores gængse, idet han arbejder med fire typer af årsager (se også s. 62). For eksempel: en plante består af et stof – det er den materielle årsag. Den har en form, der gør den til den art, den nu engang er – det er den formelle årsag. Den har en "årsag", f.eks. det frø den er opstået af – det er den virkende eller frembringende årsag. Endelig er en plante også til stede med et bestemt formål, f.eks. at være

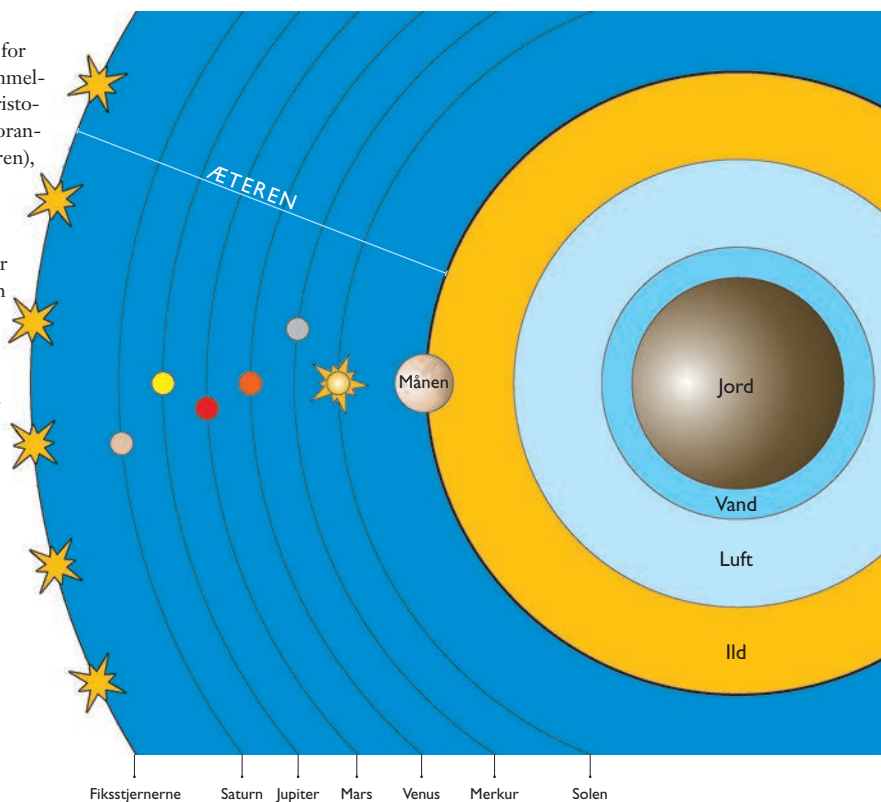
føde for mennesker eller skabe skygge, og for Aristoteles er dét måske endda det vigtigste i beskrivelsen – formålet er også en årsag.

Aristoteles' opfattelse af naturen er på den måde ikke mekanisk som atomisternes. Den er teleologisk. Naturen har indbyggede formål, og det må med i beskrivelsen af den. Samtidig er naturen netop det, som ikke kan være anderledes. Aristoteles sondrer mellem på den ene side ting frembragt af mennesker, der godt kunne være anderledes, som f.eks. huse, og på den anden side naturgenstande, som f.eks. kålhoveder. Visse træk ved det frembragte kan ikke være anderledes, f.eks. at vinkelsummen i den trekant, der udgør husets gavl, er 180 grader. Andre ting kan være anderledes. De teoretiske videnskaber – fysik, matematik og metafysik – undersøger netop det, der ikke kan være anderledes.

For Platon er naturen, faktisk hele verden, frembragt som et kunst- eller håndværksprodukt. Det er derfor, der er klare sammenhænge mellem naturen, den menneskelige erkendelse af den og menneskets naturlige og rigtige måde at leve og være på. Naturerkendelsen har et moralsk formål hos Platon. Dette falder hos Aristoteles bort og erstattes af forestillingen om teoretisk erkendelse som et mål i sig selv. Dog arbejder de begge med en forestilling om, at der findes en naturlig tilstand for naturen, og at visse andre tilstande er afvigelse. Det ideale eller naturlige er f.eks. cirkelbaner, ligesom hvile er mere naturligt end bevægelse, bl.a. fordi ting, der bevæger sig, naturligt falder til ro og ligger stille. Aristoteles arbejder ligesom Platon også med de fire elementer. Hvor de hos Platon indgår i relationer, der minder om talrelationer, er de for Aristoteles involverede i bevægelse og forandring. Da Aristoteles – igen ligesom Platon – er helt sikker på, at Jorden er det ubevægelige centrum i et univers, der består af Solen, Månen, planeterne og stjernerne, der alle bevæger sig i koncentriske cirkler, har han også brug for en cirkelbevægelse. Den er knyttet til "æteren", der dermed bliver det femte element – kaldet kvintessensen.

Æterens naturlige bevægelse er cirkulær. Jord og vands naturlige bevægelse er nedad – ned imod universets centrum, dvs. Jordens midte – fordi de styrer mod deres naturlige sted. Luft og ild styrer derimod naturligt opad. At et pendul holder op med at svinge, er naturligt, og at en sten falder til jorden, er også naturligt. Hvile og nærhed til universets centrum er naturligt for en sten, hvad enten den hænger i et pendul, eller den falder af sig selv.

Aristoteles' model for universet. Den himmelske sfære er hos Aristoteles en evig og uforanderlig verden (æteren), hvor stjernerne er fikserede i deres sfære, og hvor planeterne bevæger sig omkring Jorden i faste baner. Der gjaldt således ét sæt regler i den jordiske sfære, dvs. den sublunare sfære, og et andet sæt evige regler i den himmelske.



Aristoteles lagde vægt på observation og sansning som udgangspunkt for erkendelse. Ud fra observationens resultater kunne man så foretage logiske slutninger for at nå til yderligere erkendelse. Han ville skabe et begrebsapparat, som kunne redegøre for almindelige erfaringer. Men han ville også skabe udgangspunkt for løsning af de problemer, som naturalister, atomister og Platon havde arbejdet med. Forandring var således et centralt fænomen for ham. I forandring sås både ændring og konstans. Ting kunne opstå og forgå, ligesom ting kunne ændres uden at opstå eller forgå. En mand kunne tage på i vægt og blive fed. Det betød ikke, at manden forandrede på en sådan måde, at han ikke længere eksisterede. Peter og fede-Peter er samme Peter, den ene bare tynd, den anden fed. Men koppen, der går i stykker, er ikke længere en kop, den er blevet til en samling skår. Hvert enkelt skår er kommet til, og koppen er forgået. Aristoteles ville sondre mellem de egenskaber, som er nødvendige for, at noget er det, det er, og de egenskaber, som noget kan miste eller få uden "essentielt" at forandres. Koppen er en konkret genstand, og den har en række egenskaber, som gør den til det, den

er. Den kan være rund eller kantet eller ensfarvet eller prikket, det er ikke essentielt. Det essentielle er derimod det centrale uforanderlige, det som enten er eller ikke er. Koppen, der går i stykker, mister sin essens og holder dermed op med at være kop. Som kop er den delt i stof og form, hvor dens status som kop netop afhænger af dens form. For Aristoteles er erkendelse og videnskab knyttet til beskrivelse af tingenes essens, og til opdeling af dem efter form og essens. Samtidig kan man forklare, hvorfor tingene er, som de er, ud fra deres sammenhæng og formål i naturen. Arter, essenser og formål er de centrale aristoteliske begreber.

Passer og lineal

Platons akademi og Aristoteles' forskningsinstitution var de første forsøg på at organisere grupper af personer, der igennem diskussion og fælles arbejde producerede viden. De lå begge i Athen og var naturligt afhængige af byens muligheder og kultur. Efter Aristoteles' tid opstod to store videnscentre. Det ene var Museion (heraf "museum": viet til muserne) i Alexandria, der blev en forskningsinstitution med centrum i et gigantisk bibliotek – måske det største i antikken. Alexandria var på det tidspunkt en storby med ca. en halv million indbyggere, og det anslås, at man rådede over 5-700.000 bøger i form af papyrusruller. Det var formentlig næsten den totale produktion af viden, som antikken havde formået at frembringe.

En anden storby i antikken var Syrakus på Sicilien, der var af samme størrelse. I disse to byer samt senere i Rom levede eller virkede forskere, hvis resultater øvede indflydelse hundredvis af år frem, og hvoraf nogle står uantastede endnu i dag. Det var først og fremmest inden for felter som matematik, astronomi, geografi og medicin, at det skete. Men også fysik og teknik blev udforsket. De vigtigste forskere var Euklid (ca. 300 f.v.t.), Arkimedes (287-212 f.v.t.), Eratosthenes (ca. 276-194 f.v.t.), Hipparkos (ca. 190-120 f.v.t.), Heron (1. årh. e.v.t.) og Ptolemaios (ca. 100-170 e.v.t.). Disse forskere samlede og syntetiserede en lang række vidensområder og leverede baggrunden for forskning og tænkning i de næste mange århundreder. Euklid skabte med *Elementerne* en syntese af en stor del af den græske matematik, ligesom Ptolemaios med sin *Almagest* (der oprindeligt blev benævnt *He megiste syntaxis*, dvs. "den største skrift") skabte en syntese af den græske astronomi.