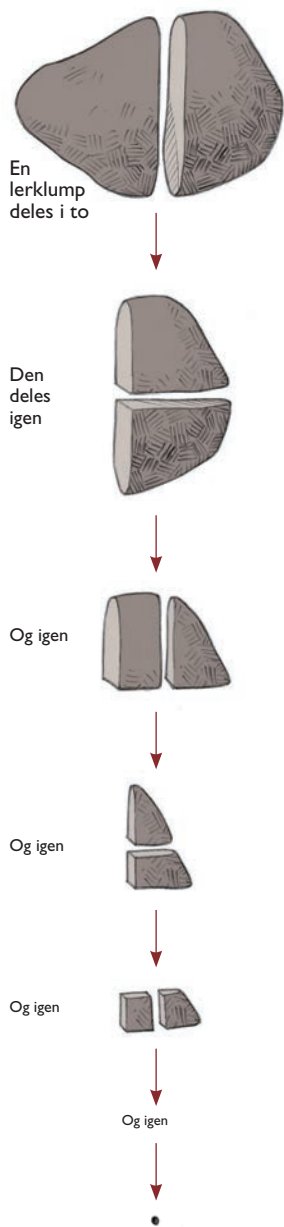


Atomer og det tomme rum

I årene op imod 400 f.v.t. opstod der en række nye teorier om verdens indretning og forskningens karakter. En af de vigtigste var den atomistiske teori. Den var et forsøg på at løse modsætningen imellem Parmenides' beskrivelse af verden som uforanderlig og Heraklits beskrivelse af verdens konstante forandring og strid. Leukippos (5. årh. f.v.t.) og hans elev Demokrit (ca. 460-400 f.v.t.) fremsatte den teori, at naturen bestod af små faste kornkuler, atomer, der var uforanderlige og udelelige. Alt, hvad der fandtes, var opbygget af atomer i forskellige konfigurationer, og al forandring bestod i, at atomer, der selv var uforanderlige, forandrede deres konfigurationer. Også mennesket bestod af atomer, og erkendelse og tænkning var i virkeligheden atomare processer. Fysiske genstande – for ikke at tale om matematiske – var således ikke delelige i det uendelige. Man ville altid komme til et punkt, hvor man ikke længere kunne dele.

Så man f.eks. på en dråbe vand, kunne man tro, at den kunne gøres vilkårligt lille, hvis man blev ved at reducere den. Men atomisterne hævdede, at der ville komme et punkt, hvor materien hang sådan sammen, at ikke nogen fysisk påvirkning overhovedet kunne skrælle eller skalle noget af. Det var atomerne. De hævdede også eksistensen af noget ganske mærkværdigt: det tomme rum. Uden det tomme rum havde atomerne jo ikke noget at bevæge sig i. Men det tomme rum kunne forekomme at være ingenting, og det havde Parmenides netop sagt ikke fandtes, for kun det værende er til, og det ikke-værende er netop ikke til. Men Leukippos og Demokrit hævdede, at det tomme rum – ingenting – faktisk fandtes.

Demokrit grundlagde en skole i sin fødeby Abdera, hvor han og hans elever, atomisterne, forsøgte at give en sammenhængende materialistisk teori for både naturfænomener og menneskelige psykologiske fænome-



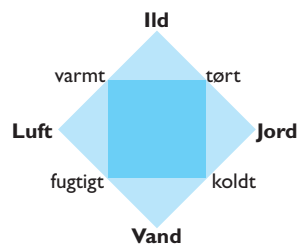
Det atomistiske verdensbillede, som blandt andre Demokrit og Leukippos forestillede sig det. Alt var opbygget af atomer, og fysiske genstande var således ikke delelige i det uendelige. Blev man ved at dele, ville man til sidst komme til materiens faste kerne: atomerne.

ner. De opfattede alle fænomener som knyttet til atomernes sammensætning og adskillelse. Atomernes antal er uendeligt, ligesom det tomme rum er det. Verden er altså ikke endelig, men uendelig. Menneskets sansning og erkendelse af verden er også i sig selv en atomar proces. Nogle træk ved erkendelse og sansning skyldes alene atomerne fra de sansede genstande, der påvirker atomerne i menneskets erkende- og sanseapparat. Nogle egenskaber, som vi erkender, er altså objektive, og andre er knyttet til egenskaber ved vores sanseapparat, det vil sige, at de er subjektive. Det er en distinktion, som senere skal vise sig meget væsentlig.

Et vigtigt træk ved atomisternes teori er også, at den for første gang klart formulerer, at vi både kan vide noget om, hvordan verden fremtræder for vores sanser, og om den bagvedliggende virkelighed, som vi kun kan tænke os til. Vi ser, hvordan nogle væsentlige træk ved verden er, og vi kan forklare dem ved en eller flere hypoteser, der involverer elementer, som vi ikke kan se. Atomerne kan ikke ses, men det er via dem, vi ser.

To andre tænkere forholder sig også til de problemer, som Heraklit og Parmenides rejste om verdens foranderlighed eller uforanderlighed. Den sicilianske græker Empedokles (ca. 490-430 f.v.t.) fremsatte en teori om, at alting består af fire elementer i forskellige blandingsforhold. Det var en art første grundstof-teori, der helt op til 1700-tallet havde stor indflydelse.

Empedokles hævdede også, at disse elementer blandedes og adskiltes som følge af bestemte kræfter imellem dem, kræfter som lignede menneskelige følelser som tiltrækning og frastødning. Der var altså i verden både stof – fire forskellige slags – og kræfter mellem stoffet. En noget anden verdensopfattelse blev nogenlunde samtidig fremsat af Anaxagoras (500-428 f.v.t.) fra Athen. Han fremsatte en opfattelse af stoffet, der var direkte i modstrid med atomisternes og Empedokles' opfattelser, idet han hævdede, at alting var deleligt uendeligt, og at der i al ting var en del af alt andet. Han mente heller ikke, at verden var styret af mekaniske love, men snarere af en art åndelig formålsrettethed, en form for kosmisk fornuft.



Empedokles' fire elementer var ild, vand, jord og luft. Hvert element har nogle delte egenskaber: luft er primært varm, men også fugtig, vand er fugtig, men også kold, jord er kold, men også tør, ild er tør, men også varm. Til hvert element knyttede Empedokles en legemsvæske, hvis harmoni eller disharmoni indvirkede på menneskets psykologiske temperamenter. I Aristoteles' fortolkning har man også et femte element, "æteren" eller "kvintessensen", som kun findes uden for Jorden i de himmelske sfærer.

Historikeren Herodot (ca. 480-420 f.v.t.) brugte betegnelsen *historia* om sit arbejde, og ordet betyder noget i retning af undersøgelse eller forskning. For os betyder det verdens gang og beretninger om den. Naturhistorie er således undersøgelser af naturen. Naturen kaldte grækerne for *physis*, deraf fysik som en naturvidenskabelig gren. *Physis* kunne måske også oversættes med “stof” eller “materie”, dvs. det som vi mener, naturen består af. Historikeren Thukydide (ca. 460-400 f.v.t.) ville forklare de begivenheder, han fortalte om, ud fra antagelser om menneskets natur, dets væsen. På samme måde som naturfilosofferne ville forklare den af mennesket oplevede verden. Men menneskets verden var en anden end naturens. Den var præget af regler, som mennesket selv vedtog. Naturen, *physis*, var også styret af regler – det, vi i dag kalder naturlove.

Samspillet mellem menneske og natur kom således i centrum omkring 400 f.v.t. Naturen var interessant, for så vidt den kunne afgive normer eller principper for menneskenes omgang med hinanden og for samfundets indretning. I sig selv gled den som genstand for *historia* noget i baggrunden. Matematikken blomstrede fortsat, men netop som en abstrakt disciplin. Demokrit havde allerede påpeget det subjektive ved megen erkendelse. Hvad der for den ene er varmt, er for den anden koldt. Den samme balje vand kan endda føles varm med den ene hånd og kold med den anden, hvis man forinden har nedsænket den ene hånd i koldt vand og den anden i varmt. Demokrit åbnede således ligesom Parmenides op for et skeptisk syn på menneskets mulighed for erkendelse af en objektiv virkelighed – i hvert fald gennem sanserne. Sofisterne udnyttede dette ved at tilbagevise skepticiseringen og hævde, at der slet ikke fandtes en objektiv, naturlig virkelighed at erkende. Al erkendelse var knyttet til mennesket.

Heraklit havde hævdet, at alle ting indeholdt modsætninger. Man kunne sige om en ting, at den både var varm og kold. Samtidig var det klart, at man ved at observere naturen sagtens kunne begrunde sådanne udsagn. Konklusionen blev for mange tænkere, at observation ikke var en sikker kilde til erkendelser om naturen. Det endte tit med et skeptisk standpunkt. Man måtte *tænke* sig til, hvordan naturen var. Næste spørgsmål blev så, om tænkningen var et pålideligt værktøj – eller kunne det tænkes, at man f.eks. var fanget i sproget? Hvis naturerkendelsen ikke længere hvilede på direkte observation af naturen, havde det så ikke vist sig, at man var “fandet” i menneskenes traditioner, i samfundets normer og konventioner? Og var det så ikke sådan, at

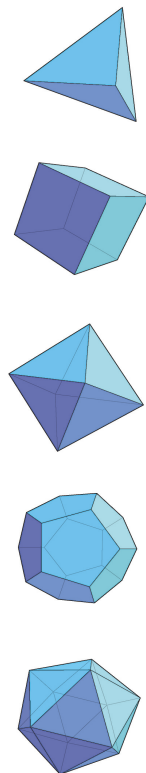
menneskenes indretning af samfundet var den mest velegnede genstand for erkendelse, snarere end naturen? Naturalismen var omkring år 400 f.v.t. således kommet til et vendepunkt. Sokrates (469-399 f.v.t.), Platon (427-347 f.v.t.) og Aristoteles (384-322 f.v.t.) gav hver deres svar på skepticisernes spørgsmål.

De platoniske sfærer

Demokrit havde fremlagt en radikal teori, der fraskrev universet enhver formålmæssig orden. Atomerne bevægede sig efter deres egne love, alene under indflydelse af de kræfter, der var imellem dem. Det gav ikke plads til hverken skæbne eller mening i tilværelsen. Platon fremlagde både en erkendelsesteori og en opfattelse af verdens indretning, der tilbageviste Demokrit.

I dialogen *Timaios* beskriver Platon verden som en orden og frembragt genstand. En skaber, "håndværker", har skabt verden og nedlagt en række fornuftsprincipper i den. Konkret består verden af en række sfærer, der hver for sig har form som regulære polyedre – de såkaldte platoniske legemer. Denne model for verden forblev frem til renæssancen utroligt indflydelsesrig, blandt andet fordi *Timaios* var den eneste af Platons dialoger, som i dette tidsrum var alment kendt. For Platon var matematisk, i praksis geometrisk, harmoni altafgørende. Jorden måtte være cirkelrund, universet måtte være opbygget af legemer, der med konstant hastighed bevægede sig i cirkelbaner.

Platon bekymrede sig ikke om at observere, men dannede sine teorier på baggrund af antagelser om verdens og tilværelsens væsen. Geometrien blev anset for at være den mest fundamentale videnskab, blandt andet fordi den tillod logisk slutning ud fra simple og selvindlysende aksiomer. For Platon var geometrien eksempel på sand erkendelse. Man kunne via repræsentationer af de geometriske genstande, f.eks. tegninger, opnå erkendelse om de egent-



De Platoniske legemer er symmetrisk perfekte polyedre, som har identiske overflader, der møder hinanden i samme vinkel. Der findes kun fem måder at gøre det på i et tredimensionalt rum. Platon beskrev dem i dialogen *Timaios*, og Euklid beviste i sit værk *Elementerne*, at der var præcis fem. Grækerne navngav legemerne efter antallet af sider. Den mindste er det 4-sidede tetraeder (pyramiden), derefter kommer det 6-sidede hexaeder (terningen), det 8-sidede oktaeder, det 12-sidede dodekaeder og det 20-sidede ikosaeder. Ifølge Platon repræsenterede legemerne de fire jordiske grundelementer ild, jord, luft og vand samt universet selv.