

Denne udstilling, der med år 2000 som anledning skal præsentere både øjebliksbilleder og gennemgående tanker fra to årtusinders astronomi, fysik og lægevidenskab, har som sit tema menneskets nysgerrighed: Vi vil gerne vide, hvorfor tingene er som de er - ikke blot, hvordan de fungerer.

Men selvom menneskets hjerne så at sige har været den samme gennem de sidste 50.000 år, og den samme overalt i verden, var det alligevel kun under bestemte forhold, at enkelte mennesker begyndte at tænke videnskabeligt, og det vil blandt andet sige nysgerrigt, skeptisk og analytisk.

Det skete formentlig første gang for omkring 2.500 år siden i antikkens Grækenland, selvom der allerede dengang fandtes en imponerende viden og teknisk kunnen i både Kina, Indien, Ægypten og hos sumerernes efterkommere. For teknologi er ældre end videnskab. Men i disse kulturer spurgte man ikke sig selv, hvorfor verdens indretning var, som den var. Man benyttede sig af de teknologiske landvindinger og overlod resten til guderne.

De mange blindgyder, som derfor er opstået undervejs (fx alkymi og astrologi) er derfor også en del af billedet - de kan være med til at forklare, hvorfor grobunden for den fri tanke var mere frugtbar nogle steder end andre.



Den sort/hvide original kommer fra: Camille Flammarion, *L'Atmosphère: Météorologie Populaire* (Paris, 1888), s. 163

# Oldtiden

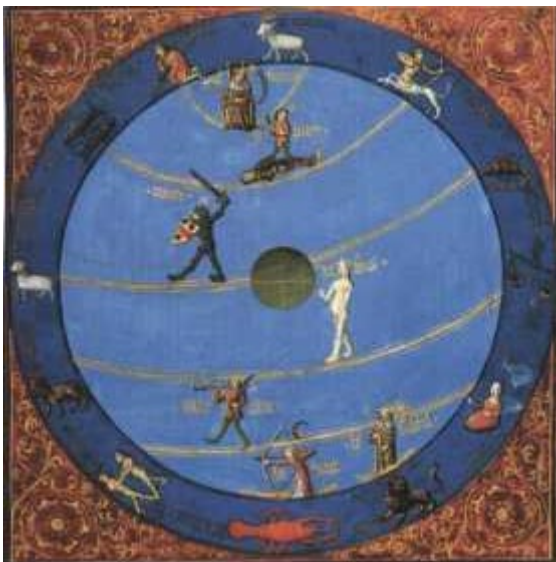
## "Ikke-matematikere ingen adgang..."

*Indgangsordene til Platons Akademi*

Den, der interesserer sig for andet end sin egen tid og sit eget sted, kan ikke undgå at fascineres heraf: Uanset hvor langt man går tilbage i historien, har datidens menneske haft en fornemmelse af at bygge på forudgående årtusinders visdom. Selv de ældste sumeriske tavler beretter om, hvordan man "har strået på gigantens skuldre", for nu at bruge Isaac Newtons ord om sine naturvidenskabelige forgængere og læremestre. Dette tema er afgørende for udstillingens indledende afsnit, som nok griber tilbage til de ældste kulturer, men hvor hovedvægten dog ligger på den græske oldtid.



*Fra ægyptisk skriftrulle, himmelguden Nut danner himmelhvelvingen over den flade jord.*



*Billede fra 1400-tallet, der viser Ptolemæus' verdensbillede hvor jorden er en rund kugle midt i Universet.*

Her fokuseres på den forskningsekspllosion, der fandt sted i Grækenland i århundrederne op til vores tidsregning. Symbolet herpå kan være Platons Akademi, hvor bl.a. Aristoteles blev udklækket - hans videnskab blev på godt og ondt ved at præge verdensbilledet de næste par tusinde år.

Der skal også være eksempler på den viden og de opfindelser, man var nået frem til i resten af den "civiliserede" verden (Kina, Indien, Egypten, Mellemøsten), hvor hjulet, skrivekunsten, kalender og solur, stjerntabeller, glasperler, mv. forlængst var opfundet, men hvor guder og tradition imidlertid forhindrede det helt store gennembrud i forsøget på at udforske naturen og universet. I Grækenland var der til gengæld netop de forhold, som uden de store problemer lod Thales fra Milet fundere over Jord, himmel og elementer, Pythagoras udtænke sin matematiske læresætning om den retvinklede trekant,

Hippokrates indstiftede den moderne, observerende ikke-religiøse lægevidenskab og formulere det første lægeløfte, Arkimedes at udnytte sine opdagelser praktisk i fx en vandingspumpe og krigsmaskiner, Aristoteles o.a. at udforme universmodeller i form af krystalkugler med himmellegemer fastgjort til hver sin kugle - og ideen om kosmiske toner på grund af planeters bevægelser opstod ...

## Oldtidens verdensbillede

Grækerne var et handelsfolk, der kom i kontakt med mange mennesker. Det gjorde dem åbne og nysgerrige over for forskellige måder at tænke på. Ligesom andre folk havde grækerne guder, der havde skabt en bestemt verdensorden, et kosmos. Her gjaldt næsten de samme regler for guder og mennesker, for grækernes guder var mere menneskelige end de fleste andre oldtidsfolks.

Den orden, som guderne havde skabt i kosmos, kunne menneskene ifølge grækerne afsløre ved

tankens hjælp. Med tanken og øjet som de eneste redskaber nåede flere græske filosoffer frem til, at Jorden befandt sig midt i et lille, overskueligt univers, som en stjernebesat himmel hvælvede sig om. Omkring Jorden kredsede Solen, Månen og de fem kendte planeter.

Med forskellige variationer bestod dette harmoniske og symmetriske verdensbillede i næsten 2000 år. Sammen med store dele af den øvrige græske viden om naturen blev det overleveret til resten af Europa og den arabiske verden.

## I himlen og på Jorden

De græske tænkere forsøgte at kortlægge både himlen og Jorden. Ptolemæus var en af de sidste græske naturfilosoffer. Han levede i Alexandria i Ægypten omkring 100-170 e.Kr. Byen, der oprindeligt var grundlagt af grækerne, var berømt for sit bibliotek, som romerne siges at have ødelagt. De havde nemlig gjort Alexandria og resten af Grækenland til en del af Romerriget.

Ptolemæus' bøger og kort byggede dels på ældre græske filosofers oplysninger, dels på endnu tidligere viden om matematik og astronomi, som grækerne havde overtaget fra sumerere og ægyptere. Ptolemæus var ikke selv nogen stor nytænkter. Men han samlede meget af den græske naturvidenskab i bøger, som blev oversat og kendt i store dele af verden.

Ptolemæus' kortlægning af himlen og Jorden blev brugt i mere end tusinde år. Stjernebilledernes græske navne bruger vi stadig. Og da Columbus i 1492 sejlede ud for at finde en genvej til Asien, var det en nyere og revideret udgave af Ptolemæus' gamle verdenskort, der førte ham til et helt ukendt kontinent.

## Allerede de gamle grækere

De fleste græske naturfilosoffer dyrkede det, vi kalder grundforskning. De var nysgerrige efter at vide, hvordan naturen var indrettet. Bestod verden af vand, som Thales mente, eller af atomer, som Demokrit foreslog? Og indeholdt mennesket fire væsker, der helst skulle være i balance, som Hippokrates sagde?

Enkelte grækere var dog "projekt-forskere". De havde også et praktisk mål med deres undersøgelser: at vise naturens kræfter i opfindelser. De fleste af disse opfindelser var dog kun en slags legetøj. Heron fra Alexandria byggede fx verdens første dampmaskine: en kugle, der roterer ved hjælp af kraft fra vanddamp. Men kun få af hans opdagelser blev udnyttet praktisk, måske fordi man havde slaver til at udføre hårdt, fysisk arbejde.

Archimedes, der boede i Syrakus på Sicilien, var ikke blot en stor matematiker, men også en dygtig tekniker. Hans vigtigste opfindelse var en "snegl", der kunne bruges i vandingsanlæg. Arkimedes fandt også ud af, hvordan man med en løftestang kunne flytte rundt på tunge ting.

## Praktisk viden eller leg med tanken

Længe inden grækerne havde indledt deres forsøg på at forklare naturen, var bl.a. ægyptere og sumerere nået langt i udnyttelsen af dens kræfter. Men de spurgte ikke om, hvorfor disse kræfter fandtes. De kunne forudsige en måneformørkelse, men ikke forklare hvorfor den fandt sted. Det sidste var gudernes sag. Ægypterne kunne dele dagen ved hjælp af et solur, men Solen selv var for

dem et guddommeligt billede.

De græske tænkere havde lært meget af ægypterne og babylonerne. Men de tog sjældent guderne med i deres udforskning af naturen og universet. Guderne havde måske nok skabt det hele som en slags håndværkere. Men det var menneskenes sag at finde ud af sammenhængen.

Mens ægypterne brugte deres viden om trekantens natur til at bygge pyramider, skabte grækerne teorier om trekanten som abstrakt form. Og mens sumererne brugte matematik til at føre regnskaber og lave astronomiske beregninger, søgte grækerne efter de matematiske love, der styrer naturen. Det er nok denne evne til abstraktion, som er grækernes vigtigste bidrag til naturvidenskaben.

### Lægeløftet har græske rødder

Den græske læge Hippokrates indstiftede "den hippokratiske ed", hvor en læge sværger at tjene sine patienters bedste. På Hippokrates' sygehus på Kos lærte hans elever, at sygdom skyldtes ubalance i kroppens fire væsker, som svarede til naturens fire elementer - luft, vand, ild og jord. Den samme slags tanker om sygdom og sundhed fandtes i Indien og Kina. Hippokrates lærte sine elever at stille en diagnose og lave en prognose - en forudsigelse af sygdommens forløb.

Andre steder i verden forsøgte man også at kurere sygdom. Enten med forskellige former for kirurgi, som fx trepanation, hvor der bores et hul i kraniet, så sygdom eller onde ånder kan slippe ud. Eller man brugte planter eller andre stoffer, som man mente kunne helbrede bestemte sygdomme.

Slog alt andet fejl, vendte man sig nogle steder til guderne med besværgelser og trylleformularer. Det kunne virke trøstende for den syge - som en slags psykoterapi. Det gjaldt fx i Ægypten, hvor lægeguden hed Imhotep. Han var oprindeligt arkitekt og læge, men blev siden guddommeliggjort.

### Krudt, kuglerammer og himmelkugler

Det var ikke kun ægyptere og babylonere, de gamle grækere stod på skuldrene af. I Kina og Indien var der også dygtige matematikere og astronomer. Inderne opfandt fx det lille runde 0, som kom til at revolutionere matematikken. Deres måde at regne på er baggrund for det talsystem, som arabiske handelsmænd bragte til Europa i 1100-tallet. Det er det system, vi bruger den dag i dag.

Kinesiske oldtids-astronomer opdagede, at Solen har mørke pletter. De registrerede i 240 f. Kr. Halleys komet, der ses hvert 76. år. I Kina indrettede alkymister det første laboratorium. De ville finde en medicin, der kunne kurere alle sygdomme. I stedet opdagede de alkohol, salmiak, krudt, m.m. Kina var dengang teknologisk supermagt.

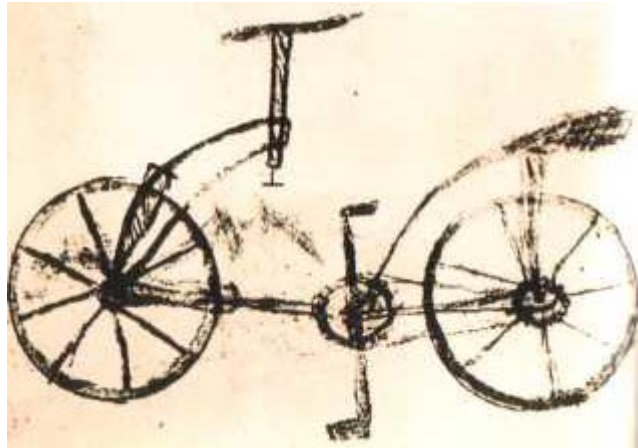
Men kineserne holdt op med at stille spørgsmål til naturen. Måske fordi deres største filosof Kungfutse mente, at man skulle adlyde herskere og ældre og ikke sætte spørgsmålstejn ved noget. Måske var det derfor, det ikke blev kineserne (eller inderne eller ægypterne) der kom til at præge naturvidenskaben på længere sigt.

## Middelalderen

### Det tilkommer enhver fribåren mand at kende elementernes antal og himmellegemernes bevægelser.

- Nicole Oresme (ca. 1375)

Middelalderen (omkring 400-1500) kaldes især mørk, fordi den græske viden og tænkemåde gik tabt for Europa, da Romerkirken i 395 e. Kr. blev delt i et østromersk (med centrum i Byzans) og et vestromersk rige (med centrum i et svækket Rom). Og da den østromerske kejser Justinian i 529 lukkede det græske "hedenske" Akademi, kom der ikke flere perler herfra. Men dem, der var kastet, blev bevaret og oversat til arabisk i bl.a. Visdommens Hus i Bagdad, og på den måde blev den græske viden og frem for alt den græske tænkemåde bevaret.



Tegning af velkendt maskine, af Leonardo da Vinci (1452 - 1519).



Åreladningsmand fra 1400-tallet, dyrekredsens tegn er anbragt over de legemsdele de behersker.

Men foreløbig kun i den østlige del af verden, hvor arabiske (og kristne) lærde byggede videre på bl.a. den antikke lægekunst. I Biblioteket i Alexandria, Ægypten, fandtes næsten hele verdens samlede viden - den gik tabt, da biblioteket blev endeligt ødelagt i år 389.

I det kristne Vesteuropa byggedes kirker og klostre - de sidste tog sig barmhjertigt af de syge og fattige, men munkene fik dog også fat i nogle af de frie arabiske oversatte græske skrifter og kopierede dem i hånden med fare for egne liv, idet araberne blev anset for djævelens hjælpere og de græske værker for ugudelige.

Men omkring 1100-tallet begynder der at ske noget: de første universiteter blev grundlagt.

## Middelalder

Ordet middelalder blev opfundet af folk, som syntes, at der var en mørk tid mellem antikkens græske og romerske kultur og videnskab, og renæssancen, der betyder genfødsel af antikken.

Den periode, som de kaldte middelalderen, er årene fra omkring 500, hvor Romerriget går i opløsning, til omkring 1400-1500, som er renæssancens århundreder. I Danmark regnes middelalderen fra omkring år 1000, hvor landet bliver kristent og indgår i det store, katolsk-europæiske fællesskab, til reformationen i 1536.

Mens middelalderen i de senere år har fået oprejsning som en socialt og kunstnerisk blomstrende periode, så var nogle af dens århundreder mørke for naturvidenskaben. For da Romerriget blev delt i en østlig og vestlig del i slutningen af 400-tallet, gik de græske værker og den græske tænkemåde tabt for Vesteuropa. Det betød en stilstand i naturvidenskabens udvikling. Til gengæld overlevede de antikke værker i de islamiske riger, der blev dannet efter den arabiske erobring af store dele af den østlige verden. Disse bøger kom til Europa i 1100-1200 årene, hvor også de første europæiske universiteter blev grundlagt.

### Jorden styres fra himlen

Gud tronede over hele verden i middel-alderens verdensbillede. Han havde selv skabt universet og alt liv på Jorden. Derfor var det ham, der kunne svare på alle spørgsmål om naturen. De arabiske folk, der i løbet af 600-700-tallet erobrede store dele af verden, havde tilsvarende tanker om deres gud.

Men i begyndelsen havde de arabiske herskere ikke noget imod forskning og filosofi. I Bagdad blev der bygget en variant af Platons Akademi, og her begyndte man at oversætte de græske værker om matematik, astronomi og lægekunst til arabisk. Arabiske videnskabsmænd byggede videre på grækernes tanker og blev fx dygtige kirurger og astronomer. Men også hos araberne var det Gud, der styrede alting.

Den græske filosof Demokrit hævdede i 400-tallet f.Kr., at Gud ikke havde noget at sige om hverken naturen eller menneskenes liv. Fremsatte en europæisk naturforsker en sådan udtalelse, kunne det helt op i 1600-tallets Europa koste ham døden på bålet.

### Middelalderens tekniske revolution

Middelalderens Gud havde ikke noget imod tekniske færdigheder. Han udøvede dem selv, da han skabte Jorden, og i middelalderen skete der mange tekniske fremskridt. Men kun få af dem medførte nærgående spørgsmål om naturen.

Man begyndte fx at tælle timer og dage, uger og måneder med forskellige former for kalendere og ure. Det gjorde det lettere at planlægge såning, høst og kirkelige højtider. Man udnyttede vind- og vandkraft i møller, hjulploven fordoblede høstudbyttet, og da man fik krudt fra Kina, blev der fremstillet kanoner til krigsbrug. De nye, tekniske kræfter var en nyttig afløsning for slaveriet, som kirken var imod.

Måleinstrumenter som sekstant og kompas blev brugt ved sejlads, og astrolabiet også ved måling af himmellegemernes højde over horisonten. Astrolabiet var oprindeligt en gammel græsk opfindelse. Men araberne forsynede det med en slags breddegrader og drejeligt stjernekort, og i deres udgave nåede astrolabiet til Europa.

## Den sorte død dræber millioner

I 1348 kom der pest til Europa fra Asien. Pest findes i flere udgaver og er ekstremt smitsom. Tilnavnet den sorte død skyldes, at indre blødninger farver patienternes hud mørk. På få år var måske en tredjedel af Europas befolkning død af pest. Man vidste dengang ikke, at sygdommen blev udspreddt af rotter og deres lopper.

Der var ingen behandlingsmuligheder, kun Gud og de pestsyges helgener St. Sebastian og St. Rochus kunne måske hjælpe. Pestepidemier fortsatte med at plage Europa helt op til 1700-tallet. Først i 1894 opdagede man pestbakterien, og herefter gik der næsten 40 år, inden man fandt en effektiv behandling.

Ud over pest rantes middelalderens mennesker af kolera, tyfus, spedalskhed, mæslinger, kopper, difteri og andre infektions-sygdomme. De fleste af de store, dødelige sygdomme skyldtes bakterier. Men selvom bakterierne først blev påvist i 1800-tallet, kendte middelalderens læger til betydningen af renlighed, god kost og isolation af syge.

## Holistisk syn på krop og sygdom

I 1000-tallet blev der i forbindelse med et berømt lægecenter i den italienske by Salerno oprettet en skole, som tilbød en fire-fem årig læge-uddannelse. Da skolen ikke var underlagt kirken, var der her bedre muligheder for at forske i kirurgi, idet kirken var modstander af dissektion.

Skolens principper byggede på den græsk/romerske opfattelse af sundhed og sygdom: det gjaldt om at holde kroppen i balance ved at spise og drikke sundt og ved at foretage sig ting, man blev glad af. "Helsedigtet fra Salerno" giver gode råd herom: man skal glæde sig ved piger og sang, nyt tøj, elskov og god mad og drikke - dog kun i mådelige mængder.

Kombinerede læge- og kogebøger med brug af lægeurter og tilberednings-metoder, der dræbte bakterier, fandtes også i den danske middelalder. Den ældste er fra Sorø kloster, der også havde tilknyttet et hospital. Det samme havde andre klostre både her og i resten af Europa, hvor forskellige ordener tilbød de syge gratis kost, logi og pleje.

## Igler, åreladning og kopsætning

Den græske lægekunsts hovedtanke var, at legemet bestod af fire væsker, der svarede til naturens fire elementer - og som gav sig udslag i fire forskellige temperamenter. Denne ide blev videreudviklet i Romerriget, bl.a. af den kendte læge Galen.

Galen var en dygtig anatom og kirurg - han foretog dissektioner på dyr og gættede sig herfra til, hvordan der så ud inden i et menneske. Af og til gættede han forkert, men hans studier bidrog til større viden om anatomi. Det var dog ikke først og fremmest den viden, Europa overtog, men ideen om de fire kropsvæsker, som skulle være i balance.

Det medførte, at patienter blev tappet for blod, selv om de var svage, og at betændelse blev anset for et sundheds-tegn. En diagnose blev bl.a. stillet ved at undersøge patientens urin. Af behandlinger kunne tilbydes åreladning (bl.a. ved igler), kopsætning, der skulle suge sygdom ud af kroppen, urtemedicin, bortskæring af bylder og sidst i perioden brænding af sår og amputationer.

## Renæssance: 1400- og 1500-tallet

### Quid sit sic...

(Tænk, om det er sådan...)

*Tycho Brahe om sit verdensbillede*



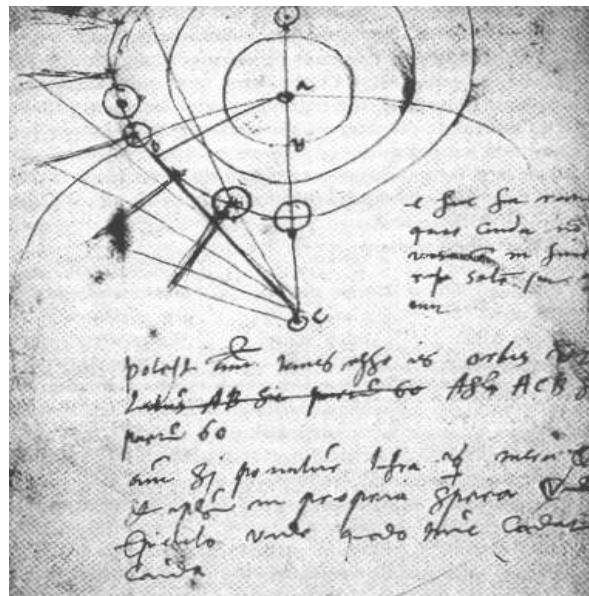
Fra Vesalius 'De humani corporis fabrica', 1543

betragtning, og Paracelsus vil lade naturen kurere krop og sind. Kirurgien henter ny viden om kroppen fra krigszoner.

Astronomien er i rivende udvikling: Tycho Brahe ser sin supernova i 1572 og skriver sin bog *De nova stella* om den, Copernicus revolutionerer kosmologien med sin teori om, at Solen er centrum i vort univers, og at planeterne, også Jorden, bevæger sig rundt om den. Nogle blev brændt på bålet for den slags tanker - bl.a. Giordano Bruno i 1600. Copernicus døde, før hans bog *De Revolutionibus* - og dermed hans opgør med Aristoteles' og Ptolemæus' antikke verdensbillede - blev kendt.

Antikken vender (efter ca. 1000 år) tilbage, for nu er universiteter i Akademiets ånd igen tilladt - kristendommen taber noget af sit terræn, kirken splittes i en katolsk og en protestantisk retning. Gutenberg opfinder bogtrykkerkunsten i midten af 1400-tallet, flere får lejlighed til at læse og stifte bekendtskab med den græske tænkemåde, der både kunne være spekulativ, analyserende og observerende. Europa har mistet en tredjedel af sin befolkning under Den Sorte Død i 1300-årene.

Nu er det tid at begynde på en frisk: Videnskaben skal skaffe fremgang i samfundene, sygdomme skal kunne helbredes, nye hjælpemidler opfindes. For første gang bryder naturvidenskaben og medicinen med det antikke verdensbillede. Læger får af kirken lov til at dissekere (det havde selv grækerne haft problemer med - de øvede sig på dyr), Andreas Vesalius udforsker og kortlægger kroppens indre, men astrologi mm. tages af mange stadig med i



Fra Tycho Brahes protokol, viser hans tanker om en komets bevægelse i solsystemet



## Renæssancen kaster nyt lys

I begyndelsen af 1400-tallet begyndte kunstnere i Italien at arbejde på en ny måde: de havde opdaget perspektivet, der fik malerier til at ligne virkeligheden. Geometri og kunst kom til at hænge sammen. Og menneskekroppens virkelighed blev udforsket via dissektion af kunstneren Leonardo da Vinci og anatomen Andreas Vesalius.

Den udvikling var begyndt nogle hundrede år tidligere med genopdagelsen af antikkens værker. Men i middelalderen var fx Aristoteles lige så indiskutabel som Bibelen. Nu fik man flere oversættelser og opdagede derfor udsagn hos bl.a. Aristoteles og Ptolemæus, der ikke stemte med den virkelighed, man kunne iagttage. En virkelighed, der også forandrede sig på grund af de store opdagelsesrejser.

I 1543 udkom en af de bøger, der kom til at ændre verdensbilledet: Nicolaus Copernicus' *Om himmellegemernes omløb*. Her argumenterede den polske astronom for, at Solen og ikke Jorden måtte være centrum i universet.

### Dialog om to verdensbilleder

Det siges, at Copernicus læste korrektur på sin banebrydende bog på dødslejet. Derved slap han for at blive anklaget for kætteri. Men faktisk gik der over 70 år, før paven opdagede bogens budskab og forbød den. I Frankrig vedtog man en lov, som dødsdømte folk, der sagde, at Solen var centrum i solsystemet.

Hvorfor var det så truende for kirken, at der blev rokket ved det antikke verdensbillede? Aristoteles og Ptolemæus var ifølge sagens natur ikke kristne, men deres verdensbillede var nu engang blevet accepteret af kirken, som ikke vidste, at allerede den græske astronom Aristarch havde sat Solen som centrum i datidens univers. Med Copernicus' bog var der for første gang i kirkens historie flere systemer at vælge imellem. Der kunne nu sås tvivl og stilles spørgsmål. Det var en af farene.

En anden fare var tanken om, at Jorden med menneskene ikke længere var i centrum, men blot en af flere planeter, der kredsede omkring Solen, som nu var blevet himlens "vigtigste" legeme.

### Verden bliver større

Copernicus' billede af solsystemet, hvor planeterne kredsede om en fjern Sol, betød en udvidelse af universet. Før havde det været en lille, hyggelig kugle, hvor himmellegemerne kredsede rundt lige i nærheden af os. Alt det nye, man lærte om himlen, måtte man stadig tænke og måle sig til ved hjælp af ganske simple sigteinstrumenter.

Også den jordiske verden blev udvidet i renæssancen. Især da Columbus i 1492 ramte Amerika under sin søgen efter en kortere søvej til Asien. På Ptolemæus' verdenskort, der var blevet forbedret af tidens kartografer, så der ikke ud til at være langt mellem Spanien og Asien. Med primitive instrumenter navigerede Columbus sig frem til et kontinent, som han til sin død mente var Asien.

I løbet af renæssancen mistede kirken noget af sin magt. Før havde den haft monopol på al viden. Men nu opstod der også verdslige stater. I Italien måtte kirken fx dele magten med fyrster, der investerede store summer og megen interesse i både kunst og videnskab.

## Thycho Brahe sætter nye mål på himlen

Tycho Brahe skulle egentlig have studeret jura. Men da han som 12-årig oplevede en forudsagt solformørkelse, tabte han sit hjerte til astronomien. Han besluttede at forbedre de 300 år gamle, ret unøjagtige tabeller, som stadig blev brugt. Ved siden af sine astronomiske studier dyrkede Tycho Brahe med stor interesse både alkymi og astrologi.

Da han i 1572 opdagede en "ny" stjerne i stjernebilledet Cassiopeia, vidste han, at himlen ikke var uforanderlig, som Aristoteles havde sagt. Han skrev en bog om stjernen, blev berømt og fik tilbud om at bygge sit eget forskningscenter på Ven. Her udviklede Tycho Brahe nye sigteinstrumenter, hvormed han kunne foretage så nøjagtige målinger af stjernehimlen, at det selv efter kikkertens opfindelse tog mange år at opnå samme standard. Brahe lavede det første stjernekatalog siden oldtiden, udfærdigede nye soltabeller, observerede kometer, m.m.

I 1597 måtte den Brahe forlade Danmark efter et opgør med Christian d. 4. Han endte sine dage ved hoffet i Prag i 1601.

## Kroppens hemmeligheder afsløres

I 1543, udgivelsesåret for Copernicus' bog om det nye verdensbillede, udgav den belgiske læge Andreas Vesalius en anden videnskabelig sværvægt: Om menneskelegemets struktur. For første gang kunne læger og studerende se nøjagtige afbildninger af et menneske bag huden: skelet, muskler og indvolde var tegnet med hele renæssancens nyhervervede naturalisme.

Vesalius havde fået sin viden ved at skære i - dissekere - kroppe af henrettede forbrydere i Norditalien, hvor han arbejdede. Hidtil havde kirken forbudt dissektion. Den viden, man havde om kroppens indre, stammede fra antikken, hvorfra Galens dyrestudier via araberne kom til Europa i slutningen af middelalderen. Allerede i 1400-tallet dissekerede Leonardo da Vinci dog hemmeligt døde kroppe med det formål bedre at kunne tegne de levende.

Undervisning i anatomi blev nu henlagt til et "anatomisk teater" med bænke og ståpladser om et bord, hvor anatomen demonstrerede for de studerende.

## Mystikken breder sig

Sideløbende med de store landvindinger inden for anatomi og astronomi var renæssancen stærkt præget af hang til mystik. Videnskabsmænd som Tycho Brahe, hans elev Kepler, den kendte læge Paracelsus og mange andre dyrkede alkymi, astrologi, talmagi og andre former for naturmystik og okkultisme.

Sammen med genopdagelsen af antikken var Platons værker kommet til Europa og inspirerede til et mere åndeligt, idealistisk verdenssyn end det jord-bundne, hans elev Aristoteles stod for.

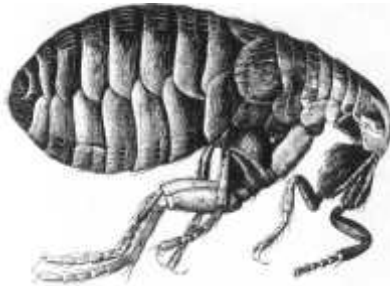
Mange anså alkymiens hovedformål for at være frembringelse af guld eller en livseliksir. Indtil omkring 1700 var alkymi det samme som kemi. Samtidig med teknisk dygtige eksperimenter udviklede europæiske alkymister et naturfilosofisk og mystisk system, der ikke blot skulle omdanne urene metaller til guld, men også rense sjælen. Siden fastslog bl.a. Lavoisier, at kemi bygger på grundstoffer, der ikke kan opbygges af simple stoffer - og at guld er et sådant grundstof.

## Oplysningstiden, 1600-tallet

**Har jeg skuet så vidt, som det siges,  
er det fordi jeg har stået på giganters skuldre**

- Isaac Newton (1642-1727)

I denne periode ændres grundlaget for al videnskab med Newtons opdagelse af tyngdekraften og de mekaniske love. Nu forstår man for første gang, hvorfor naturen opfører sig, som man har observeret. Det er Galilei, der indleder epoken med sit opgør med Aristoteles' videnskab og sin tilslutning til Copernicus' solcentrerede univers samt sin forbedring af det nyopfundne teleskop. Kepler arbejder videre og finder ud af at planeterne bevæger sig i ellipser og ikke i cirkler.

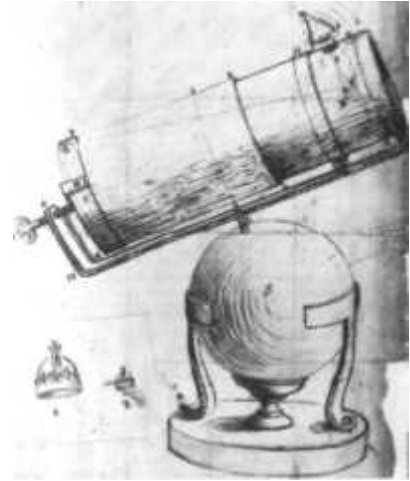


Loppe fra 'Micrographia', 1665,  
Robert Hooke.

Leeuwenhoek introducerer mikroskopet og bl.a. offentliggør arbejder om sædceller, de røde blodlegemer og muskulaturen

Lægevidenskaben bevæger sig også med stormskridt væk fra antikken, da Harvey opdager blodets kredsløb og hjertets funktion som pumpe.

Robert Boyle afviser tesen om de fire kropsvæsker/elementer, og man begynder at beskrive menneskekroppen ud fra videnskabelige, observerende principper. Inden for den medicinske forskning sker der et afgørende fremskridt, da hollænderen Antoine Van



Newtons spejlteleskop

## Videnskaben i praksis: 1700-tallet

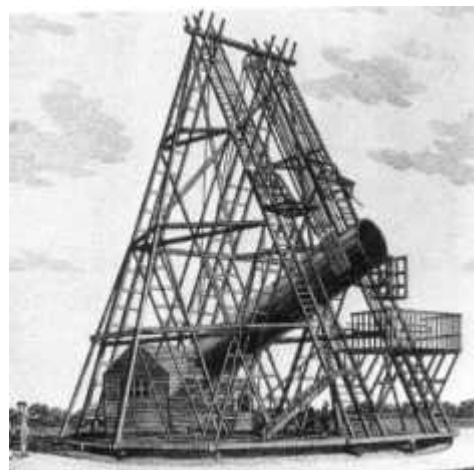
### Dampen er en tro tjener, men en streng herre

*-James Watts variant af gammel talemåde*



*Linnés tegning af de 23 klasser af blomsterplanter der kendetegnes ved deres længde og antal af støvdragere.*

Dampmaskinens århundrede: forudsætningen for den industrielle revolution, der ændrede verden så hurtigt, at 1700-tallets filosof Rousseau ville tilbage til naturen. Den første dampmaskine (Newcomen) var fremme allerede i 1705, men først i 1780 fik James Watt lavet den model, der senere satte fart på lokomotiver, skibe og maskiner - og som sendte mænd, kvinder og børn ind i fabrikkernes larmende, lavtbetalte og snavsede helvede; som skabte verdens store byer og forårsagede vandringer fra land til by; som sendte millioner over Atlanten for at finde et bedre liv i Amerika, osv. osv. Opfindelsen, der skulle låne menneskene dampens kræfter og gøre arbejdet lettere, skabte i første omgang mere hårdt arbejde,



*Herschels teleskop.*

men også flere varer, større luksus, større uligheder og social utilfredshed, revolutioner - m. m.

I samme århundrede forbedrede Herschel teleskopet, opdagede Uranus og kortlagde Mælkevejen. Bradley beviste Jordens bevægelse og Buffon ville vise Jordens alder ved at opvarme kugler og undersøge, hvor hurtigt de afkøles. I Sverige klassificerede Linné planter, dyr og mineraler, mens hans elev Forsskål sammen med Carsten Niebuhr var med på Den Arabiske Rejse, hvorfra han hjemsendte tegninger til Linné.

## 1600-1700 tallet

### Sløret løftes for naturens love

I begyndelsen af 1600-tallet bragte teleskopet himmellegemerne tættere på menneskenes øjne. Mikroskopet gav til gengæld læger og andre forskere mulighed for at kigge ind i kroppen, bl.a. ved at studere blodårer og sekreter i forstørrelse. Blodomløbet og hjertets funktion som pumpe blev opdaget, og Galilei slog fast, at Copernicus' verdensbillede var korrekt. Senere opdagede Newton den kraft, der holder Månen i kredsløb om Jorden og hindrer menneskene i at falde ud i universet.

De nye afsløringer af naturens love medførte en optimistisk tro på, at man ved hjælp af fornuft, eksperimenter og udbredelse af den nye erkendelse kunne gøre verden til et bedre sted. Denne tro prægede *oplysningstiden*, perioden fra 1690-1780, hvor mange af tidens pionerer var kendt for at stille spørgsmål til alle vedtagne dogmer, også kirkens.

Nu vågnede også interessen for den natur, der var lige ved hånden. Hvordan var planter og dyr beslægtet? Havde Jorden altid set ud, som den gør nu?

## Stjernebudbringeren fra Italien

Galilei er symbolet på den moderne videnskabs fødsel: Han var blandt de første, der ville bevise sine tanker ved at foretage eksperimenter, og den første, der kiggede på stjernehimlen gennem et teleskop. Hans sammenstød med inkquisitionen i 1633 tegner konflikten mellem religion og videnskab.

Med kugler og sten, som han lod falde fra forskellige steder, kom Galilei på sporet af fænomener som tyngdekraft og inerti. Med kikkerten for øjet så han som den første, at Mælkevejen består af stjerner, at Månen ikke er en glat æterflade, at andre måner kredser om Jupiter, og at rummet virker uendeligt. Ved at iagttage Venus' faser erkendte Galilei, at Venus, som de andre planeter, kredser om Solen og ikke om Jorden.

Copernicus havde altså ret, og Galilei gik ikke stille med dørene i sin udbasuneret af dette. Han forsøgte sågar at få kirken med på ideen. Det bragte ham til sidst for inkquisitionen, hvor han blev dømt til husarrest de sidste ni år af sit liv. Galilei fik først pavens tilgivelse i 1992.

## Særlingen der opdagede himlens mekanik

Isaac Newton, der blev født i England i 1642 - samme år som Galilei døde - var den udadvendte italieneres modsætning. Enspænderen Newton undgik helst opmærksomhed og offentliggjorde kun på opfordring sine geniale opdagelser.

Newton arbejdede konstant og på flere felter ad gangen. Han var stærkt optaget af alkymi og religiøs mysticisme, men sideløbende hermed opfandt han differentialregningen, byggede et mere effektivt teleskop og nåede frem til, at lys består af partikler. Endnu vigtigere var hans opdagelse af tyngdekraften. Den forklarer, hvorfor ting falder til jorden, og hvordan alt i solsystemet holdes på plads af trækken fra denne kraft.

I 1687 udgav Newton Principia - en anden af de bøger, der forandrede verden. I bogen formulerer Newton sine tre love, der handler om sammenhængen mellem et legemes bevægelse og den kraft, det påvirkes af. Principia er grundlaget for den klassiske fysiks mekaniske univers, som Newton dog selv mente, at Gud havde æren for.

## Dansk multimenneske grundlægger geologien

Danskeren Niels Steensen (Steno) var en internationalt berømt anatom, som bl.a. opdagede ørespytkirtelens udførselsgang. Niels Steensen fremsatte desuden efter vandring i bjergene uden for Firenze en teori om, hvordan krystaller dannes. Han begyndte også at undre sig over at finde rester af havdyr på toppen af disse bjerge, og nåede frem til, at Jorden ikke altid havde set ud som nu. Steensen beskrev i en bog forskellige geologiske lag, som afslørede, at Jorden havde gennemløbet en udvikling.

Da man i 1666 fangede en kæmpehaj i havet ved Livorno, slog det Niels Steensen, at hajens tænder

på en prik lignede de såkaldte tungesten, som man antog var et humoristisk påfund af naturen. Steensen indså, at de i stedet var forstenede højtænder, og at andre af den slags former også var rester af uddøde dyr, der havde levet for længe siden.

Det stred mod den kristne antagelse af, at Jorden var uforanderlig og under 6000 år gammel. Steensen afsluttede i frustration sin forskning og blev katolsk biskop.

## Linné sætter system i naturen

Da den svenske læge Carl von Linné i 1730'erne udgav sine banebrydende forslag til inddeling af naturen i bestemte grupper, var han hverken den første eller sidste, der gjorde det forsøg. Men han var en af de første, der forsøgte at samle og planter og dyr i familier og slægter med medlemmer, der lignede hinanden.

I sin bog om planternes sexualsystem inddelte Linné blomster efter deres kønsorganer (støvblade og grifler). I *Systema Naturæ* fra 1735 forsøgte han at gruppere hele naturen i tre riger: plante-, dyre- og mineralriget. Mest kendt blev den svenske naturforsker dog for sin nye metode til navngivning af arter, den *binære nomenklatur*. Hver art får her to navne: et for slægten, fx Anemone og et for arten, fx nemorosa (den hvide).

Der var dog stadig mange gåder at løse. Mange arter i en slægt lignede hinanden, som om de havde udviklet sig fra samme grundform. Men den ide stred mod Bibelens ord om, at Gud havde skabt alle arter som de var. Fossile planter og dyr gav de samme problemer.

## Forbindelsen mellem rav og tordenvejr

Benjamin Franklin var en alsidig amerikaner. Han var med til at skrive den amerikanske Uafhængigheds-erklæring, og hans interesse for naturens kræfter samlede sig især om de gnister, der ses både i tordenvejr, og når man gnider på rav.

Englænderen William Gilbert kaldte den kraft, der skabte gnisterne, elektricitet (rav hedder elektron på græsk). Han troede, kraften fremkom, når man gned på rav og glas. Franklin mente derimod, at alting altid indeholdt forskellige mængder elektricitet. For at bevise det sendte han en drage op i tordenvejr. Den var med en snor forbundet med en metalnøgle i jorden, som slog gnister på grund af himlens elektricitet.

Elektriciteten fandtes altså, men kunne man selv frembringe og udnytte den? Det beviste Alessandro Volta, der i et glasrør anbragte små skiver af kobber og tin med pap imellem. Da han hældte saltvand på, sprang der gnister fra metalskiverne. Volta havde opfundet det første batteri - Voltasøjlen - og frembragt den første jævnstrøm.

## Ole Rømer opdager lysets hastighed

I 1672 blev den unge danske astronom Ole Rømer inviteret til Paris. Her gjorde han få år efter den opdagelse, som skaffede ham verdensberømmelse: han fandt ud af, at "lyset tøver", dvs. at lyset har en endelig hastighed. Han konstaterede, at lyset bruger knap 10 minutter om at nå fra Solen til Jorden. Herudfra beregnede han lysets hastighed til 220.000 km/sek. Den moderne værdi er 300.000 km/sek.

Efter knap 10 år i Paris kaldte den danske konge Ole Rømer hjem til København. Her blev han professor i astronomi og direktør for Rundetårn og dets observatorium. I sine mange andre offentlige hverv indførte Rømer bl.a. den gregorianske kalender i Danmark og standardiserede mål og vægt.

Rømer observerede nattehimmelen fra sine private observatorier: et i hjemmet og et i Vridsløsemagle. Her brugte han sin egen opfindelse passageinstrumentet (meridiankredsen) til bestemmelse af himmellegemernes positioner.

## Naturvidenskab som dannet underholdning

I den velstillede del af Europas befolkninger hørte et vist kendskab til naturvidenskab nu med til almen dannelse. Volta demonstrerede sin søjle for Napoleon, og konger og velhavere oprettede naturvidenskabelige samlinger. Fontenelle, en af oplysningstidens filosoffer, populariserede den nye tids tanker i en bog, hvor han fører begavede samtaler med en smuk markise.

I årene mellem 1751-1772 udkom den store franske encyklopædi, hvor internationalt berømte navne formidlede summen af samtidens viden om alle emner, herunder naturvidenskab, kunst og håndværk. Værket blev et symbol på tidens kamp for alle menneskers ret til at få del i denne viden. Måske var det også en forsmag på de demokratiske strømninger, som resulterede i den amerikanske og den franske revolution.

I Danmark skabte hofmarskal Adam Wilhelm Hauch en af tidens største samlinger af videnskabelige og pædagogiske instrumenter, og skrev landets første lærebog i fysik.

## Kirurgien bliver respektabel

I løbet af oplysningstiden blev kirurger efterhånden ligestillede med læger. Det skyldtes den øgede indsigt i menneskets anatomi, som den stigende accept af dissektion havde medført. Tidligere havde kirurgi været et temmelig ringeagtet håndværkerfag. Det blev udøvet af barberere, der havde fået en tillægsuddannelse, og som kunne amputere syge lemmer og sætte brækkede knogler sammen. De foretog dog sjældent indgreb i selve kroppen.

Kirurger blev nu dygtigere til at amputere, bl.a. fordi man opfandt en anordning, der standsede blodtilstrømningen under operationen. Nogle blev specialister i at fjerne blæresten på rekordtid, men det var stadig kun få, der gav sig af med at foretage mave- og tarmoperationer. Man kendte nemlig endnu ikke til begreber som bakterier og antiseptik.

Sideløbende med de anatomiske landvindinger var der fortsat rigeligt med arbejde til omrejsende kvaksalvere, som udbød alle hånde former for mirakelkure.

## Begyndelsen til enden for koppesygdommen

I løbet af 1700-årene blev der i Europa gjort flere forsøg på at "vaccinere" mod de dødelige og vansirende kopper, der efterhånden havde overhalet pesten i farlighed. Man forsøgte at indføre pus fra et koppesår i huden og håbede, at den vaccinerede fik sygdommen i mild form og blev immun. Behandlingen havde siden oldtiden været kendt i Kina, men desværre kunne den resultere i dødelige sygdomsanfald hos nogle, mens den på andre fremkaldte sygdommen og gjorde de ramte til smittebærere.

En effektiv koppevaccine blev opfundet i 1798 af den engelske læge Edward Jenner. Han eksperimenterede med pus fra ko-kopper, idet det var kendt, at malkepiger, der blev smittet af køer med denne ufarlige sygdom, ikke fik den dødelige udgave. Jenners vaccine var let og billig at fremstille, og den kom snart i brug over hele kloden. I Danmark blev koppevaccination obligatorisk fra 1810, og i 1980 blev kopper erklæret for udryddet på verdensplan.

### Harvey og mikroskopet afslører kroppens mekanik

"Blodet bevæger sig konstant rundt i et kredsløb, som er resultatet af hjertets pumpe". Det noterede den engelske læge William Harvey allerede i 1603, men hans store opdagelse blev først kendt, da han i 1628 udgav bogen *Anatomisk afhandling om hjertets og blodets bevægelse*. Bogen betød den endelige forkastelse af Galens ideer om, at kroppen dagligt producerede og destruerede enorme mængder af blod.

I samme periode opfandt to hollandske brillemagere ved et tilfælde et mikroskop med to linsesystemer, der gjorde det muligt at kigge ind i kroppens celler og bl.a. opdage *kapillærerne*, de små blodkar, der forbinder de store: pulsårer og vener. Det var den manglende brik i Harveys teori om kredsløbet, og den faldt på plads i 1660.

Mikroskopet var, ligesom dissektionen, forudsætningen for den voksende viden om kroppens indre. En anden var termometeret, som kunne måle kropstemperaturen, og som blev opfundet af den tyske fysiker Fahrenheit.



# Elektricitet, evolution og evighed: 1800-tallet

## Så veksler det til sidste Led imellem Had og Kærlighed.

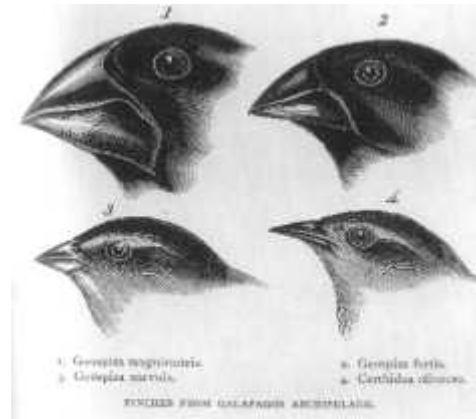
- om H. C. Ørsted (1777-1851)

1800-tallets to store gennembrud: opdagelsen af elektriciteten og Darwins evolutionsteori er eksempler på en opdagelse om naturen, der kan bruges praktisk (til at skabe kraft), og en opdagelse, der primært giver indsigt i, hvordan naturen fungerer: hvordan alt levende er beslægtet og hvor gammel Jorden er.



Den første film sværet af radioaktive stråler fra Uran, 26. februar 1896.

Opdagelsen af strålerne blev publiceret af Becquerel i 1896.



Finker fra de forskellige Galapagosøer, fra 'Voyage of the Beagle', Darwin, 1840. Han skrev: 'Når man ser disse gradvise overgange og denne mangfoldighed i bygning indenfor en lille, snævert beslægtet gruppe af fugle, er det virkelig nærliggende at formode, at en bestemt art er blevet modificeret til forskellige formål'

Det var H.C. Ørsted, der

opdagede elektromagnetismen i begyndelsen af 1800-

tallet, en opdagelse, hvis betydning accelererede op gennem århundredet med Morses opfindelse af telegrafene, Bells af telefonen, Edisons af glødelampe og Maxwells udformning af de matematiske naturlove bag elektromagnetismen. Den satte yderligere gang i opdagelsen af lyd og farver som bølger - Hertz' opdagelse af radiobølger, Marconis opfindelse af radioen, Boltzmann og termodynamikken, den første bestemmelse af afstanden til en stjerne - det gik så at sige slag i slag. Sidst i århundredet blev tre opdagelser gjort, der kom til at revolutionere vort eget århundredes lægevidenskab og fysik, nemlig henholdsvis røntgenstråler, radioaktivitet og elektronen.

På den naturhistoriske front fremsatte Darwin den 24. november 1859 i *Arternes Oprindelse* sin teori om alt levendes tilblivelse ved naturlig udvælgelse: evolutionsteorien, der stadig er grundlag for vores opfattelse af livet her på Jorden. Bogens første oplag blev udsolgt på udgivelsesdagen, men teorien vakte også furore og vrede, især blandt troende, som ikke ønskede Guds skaberrolle draget i tvivl. En af dem var den danske forsker P. W. Lund, der i Brasilien samlede fossiler, som bl.a. skulle bevise den gamle teori om udslettelse af arter ved diverse syndfloder.

## Elektricitets og evolutionens århundrede

I 1800-tallet ændrede Europa ansigt. De elektriske kræfter, man var begyndt at udforske i det foregående århundrede, kom nu også til udtryk i elektromagnetismen, som H. C. Ørsted opdagede i 1820. Lysets natur som elektromagnetiske bølger blev afsløret. Det samme gjaldt radiobølgerne, som uden ledning kunne fragte signaler gennem rummet. Stråler med hidtil ukendte egenskaber blev opdaget af Røntgen og ægteparret Curie.

Den 24. november 1859 udkom endnu en af de bøger, der forandrede vores opfattelse af verden. Efter mange års arbejde sendte Charles Darwin *Arternes oprindelse* på gaden. Oplaget blev udsolgt samme dag. For selv om tanken om, at der havde fundet en evolution sted her på Jorden, ikke var ny, var Darwin den første, der gav et kvalificeret bud på, hvordan det var sket: Ved naturlig udvælgelse af de bedst tilpassede arter.

1800-tallet blev også opfindelsernes århundrede. De tæmmede naturkræfter overtog meget arbejde og jog folk ind til store forurenede byers nød og elendighed.

### Elektricitet gør verden mindre, og mere oplyst

H. C. Ørsteds påvisning af, at elektricitet kunne skabe magnetisme, blev først udnyttet, da den unge Michael Faraday fandt ud af, at magnetisme også kunne skabe strøm. Det krævede bevægelse, og Faraday opfandt derfor en maskine, der kunne bruge opdagelsen: Dynamo. I samarbejde med dampmaskinen gjorde dynamoen verden elektrisk.

Senere fik Samuel Morse ideen til den elektriske telegraf, der gennem et kabel kunne sende signaler. Fra 1866 kunne nyheder fra USA nå til Europa på sekunder via et kabel under Atlanten. 10 år senere var Graham Bell på banen med den første telefon, og sidst i århundredet opfandt italieneren Marconi radiosenderen.

Marconi byggede på opdagelser gjort af to store forskere: J. C. Maxwell, der opdagede, at lys ikke er partikler, som Newton mente, men elektromagnetiske bølger. Og H. Hertz, der ud fra Maxwells ligninger forstod, at signaler via radiobølger kan sendes gennem det tomme rum.

### Kraftens mørke side

Sidst i 1700-tallet lykkedes det skotten James Watt at forbedre en dampmaskine, der i mange år havde været brugt til at pumpe vand op fra engelske miner. Hermed fuldendte han de forsøg på at udnytte dampens kraft, som grækeren Heron havde påbegyndt et par tusinde år tidligere.

Dampmaskinen erstattede efterhånden dyr, mennesker, vand og vind som kraftkilde. Den gjorde det muligt at producere flere varer, men varerne krævede igen nye markeder. Såvel markeder som råvarer kunne måske findes i de kolonier, Europas stormagter besatte i fremmede verdensdele.

1800-tallets mange opfindelser lagde grunden til både en lys og en mørk side ved de opdagelser, man gjorde og gør om naturen. De skabte på længere sigt muligheder for et bedre liv for menneskeheden. Men på kort sigt skabte de forurening, ulige fordeling af goder og en grov udnyttelse af samfundets svageste.

## Stråler der både kan helbrede og dræbe

James Clerk Maxwells opdagelse af, at lys er elektromagnetiske bølger, førte til flere af den type opdagelser, der både kan gavne og skade mennesker. Maxwell formulerede sine love i 4 berømte ligninger, hvoraf det fremgik, at der måtte findes stråling, hvor bølgelængden var større eller mindre end den, der kendetegner synligt lys. Det gælder fx for infrarødt og ultraviolet lys.

Den sidste lystype blev udnyttet af den danske læge Niels Finsen, som behandlede patienter med hudtuberkulose med kulbuelys. Men også andre stråler blev populære at anvende i den nye stråleterapi.

Sidst i 1800-tallet blev der opdaget to andre slags stråler: radioaktiv stråling udsendt af radium blev opdaget af Pierre og Marie Curie. Og røntgenstråler blev opdaget ved et tilfælde af Røntgen. Begge typer stråler kan give kræft - som Marie Curie endte med at dø af. Men de kan også bruges i behandling af kræft, fordi de kan dræbe syge celler.

## Mystiske stråler fotograferer skelettet

I 1895 var den tyske fysikprofessor Wilhelm Konrad Røntgen optaget af at observere de stråler, der udsendes mellem to tråde i et katoderør, når der opstår spænding mellem dem. Han opdagede, at strålerne gik gennem det afskærmede rør, ramte en lille papskærm og fik den til at lyse grønt. Røntgen blev ved at undersøge de ukendte stråler, som tilsyneladende kunne trænge igennem alle materialer. Han lod strålerne ramme sin kones hånd på en fotografisk plade, fik den fremkaldt og kunne tydeligt se håndens knogler - uden kød.

Røntgen, der var en beskeden mand, kaldte selv strålerne for x-stråler. Han fik Nobelprisen i fysik i 1901. Hans opdagelse af røntgenstrålerne fik meget stor betydning for lægevidenskaben. Efterhånden kunne man ved brug af forskellige hjælpemidler også undersøge lunger, mave, tarm, tænder, osv.

Faren ved røntgenstrålerne blev snart afsløret: de kunne give kræft, hvis man udsattes for mange af dem. Men de blev også ved stråleterapi brugt mod kræft.

## Bakteriernes banemænd

En af de første, der fattede en sammenhæng mellem sygdom og bakterier, var den ungarske læge Ignaz Semmelweiss. Da han opfordrede læger til at vaske hænder, når de gik fra dissektionsrummet til fødestuen, faldt dødeligheden her drastisk. De fleste håned Semmelweiss' teori, indtil kemikeren Louis Pasteur ved et lægemøde udlagde streptokokbakterien som årsagen til barselsfeber.

Pasteur havde forinden opdaget, at mange sygdommes årsag er bakterier, dvs. små organismer, der kun består af én celle. Cellen, organismernes grundsten, var blevet opdaget i 1839 af Theodor Schwann og videreudforsket af Rudolf Virchow, som fastslog at "alle celler opstår af celler".

I slutningen af 1800-tallet var næsten alle de bakterier, der var skyld i de store infektionssygdomme, blevet identificeret af Pasteur og hans kollega Robert Koch. Kampen mod bakterierne var allerede indledt med Joseph Listers antiseptiske metoder.

## Kampen mod smerterne

Alkohol, opium og diverse urter havde siden oldtiden været brugt som smertelindrende midler. I 1700-tallets sidste år opdagede Humphrey Davy, at kvælstofforilte gjorde folk meget lattermilde. Senere fandt hans begavede assistent Michael Faraday ud af, at æter har en endnu bedre virkning. Æter- og lattergasfester blev tidens nye modefænomen.

Inden længe blev især æter en stor hjælp ved operationer. Anæstesi, eller narkose, hvor patienten blev gjort bevidstløs, blev efterhånden en naturlig del af enhver operation og medførte en særlig gren inden for læge- og sygeplejeuddannelsen.

Bedøvelsen skabte sammen med antiseptikken optimisme inden for kirurgien, som blev den dominerende behandlingsform gennem hele 1800-tallet. Kirurger turde nu fortage større og længerevarende operationer.

## Blodtryk kan måles og hjertet høres

Joseph Lister, der havde opdaget betydningen af sterilisation i bekæmpelsen af bakterier, blev også en af de første, der forbedrede mikroskopet, så det kunne bruges i studiet af både celler, mikrober og en lang række af kroppens andre områder. Robert Koch og Rudolf Virchow fortsatte udviklingen.

En anden af århundredets opfindelser var injektionssprøjten, der kunne føre et stof direkte ind under huden - fx nogle af de vacciner, der blev resultatet af Pasteurs og Kochs udforskning af de store infektionssygdomme. Pasteur opdagede nemlig, at man ved at skabe en svækket bakterie og indsprøjte den i mennesker kunne gøre dem immune over for den pågældende bakterie.

Andre banebrydende medicinske opdagelser i opfindelsernes århundrede var blodtryksmåleren og forskellige former for lytteapparat, som fx stetoskopet og jordemoderøret(?), der gjorde det muligt at høre hjerteslag, sygdomme i lungerne og at følge med i et fosters udvikling.

## Syndfloder eller en verden i udvikling?

I 1800-tallets første halvdel var der flere meninger om, hvordan verden var blevet til. Havde Gud skabt den en gang for alle for omkring 6000 år siden, som kirken hævdede? Eller var der sket en udvikling både i Jordens udseende og i dens planter, dyr og mennesker?

En af de kendte fortalere for, at der var foregået en sådan *evolution*, var den franske biolog Jean Baptiste Lamarck, som især blev kendt som fortaler for, at erhvervede egenskaber og erfaringer kan nedarves, så at alt liv gennemgår en løbende udvikling.

Blandt tilhængerne af, at Jordens og dens skabninger ikke havde forandret sig ved en sådan udvikling, var Georges Cuvier. Han hævdede derimod, at Jorden gentagne gange havde været udsat for katastrofale oversvømmelser. Arter var blevet udslettet, hvorpå nye var skabt. Katastroferne blev af bibeltro oversat til syndfloder. En af Cuviers tilhængere var den danske naturforsker P.W. Lund, der i Lagoa Santa i Brasilien mente at finde beviser på gentagne oversvømmelser.

## Arternes oprindelse

Planter og dyr er ikke skabt af Gud. De ændrer sig, og nye arter dannes. Ændringerne sker, fordi individer, der har udviklet et fordelagtigt træk i forhold til omgivelserne, klarer sig bedst. De får derfor mest levedygtigt afkom - som også har den lille fordel - og til sidst har vi måske en ny art.

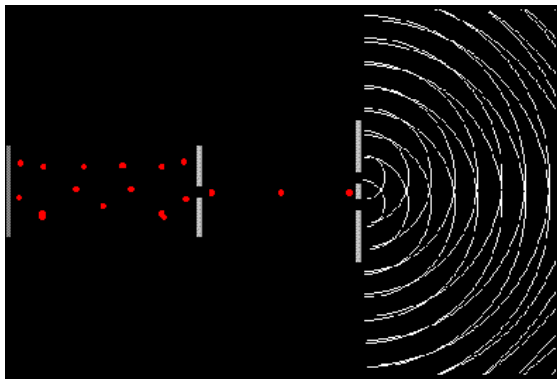
Det var hovedtesen i Charles Darwins berømte bog *Arternes oprindelse*, der udkom i 1859. Den var forment efter mange års bearbejdning af de feltstudier, Darwin foretog under sin jordomrejse med Beagle, men også af den viden, han havde om menneskeskabt evolution: forædling af husdyr og planter.

Bogen vakte enorm opsigt og diskussion, men jorden var i forvejen gødet for tanken om evolution. Darwins mest originale bidrag, ideen om den naturlige udvælgelse, var dog længe om at slå igennem. Det skyldtes bl.a., at man endnu ikke kendte til begreber som gener og mutation og derfor ikke kunne forklare, hvordan den variation, der fandtes i enhver population, og hvorfra udvælgelsen foregik, var opstået.

## Det 20. århundrede: det mindste, det største og livets hemmelighed

### Vorherre er raffineret, men ikke ondskabsfuld

- Albert Einstein (1879-1955)



*LASER (til venstre) sender lys mod DOBBELTSPALTE (til højre). Laseren kan kun forklares ved at lys består af partikler, hvad der sker ved dobbeltspalten kun ved at lys er bølger, et fænomen der viser at for små ting gælder almindelige erfaringer ikke.*

Århundredets tre største intellektuelle monumenter er Einsteins almene relativitetsteori (1915), kvanteteorien (omkring 1920) og Cricks og Watsons tyding af DNA-molekylet som to sammensnoede molekylekæder i 1953 ("dobbeltspiralen"). Med den opdagelse gik starten til kortlæggelsen af hele den menneskelige arvmasse - opskriften på alt levende kan nu spores og mysteriet om livets oprindelse måske løses. Men da de muligheder forelå, havde verden allerede oplevet, hvilke katastrofer det kan medføre som troldmandens lærling at læse Vorherre i kortene. For i 1945 sprang to bomber over Hiroshima og Nagasaki, hvis fremstilling skyldtes den udforskning af atomet, bl.a. Niels Bohrs atommodel fra 1913, som 1900-tallets fysikere har æren af og ansvaret for.



*Bagved liggende galakser har fået afbøjet deres lys af foranliggende, så de ses som ringe.*

Rummet udvider sig (også udstillingsrummet). Mælkevejen er én blandt millioner af galakser, og vi flytter i 1918 ud i dens periferi; hidtil mente man, at vi boede i dens centrum. I 1917 er der to alternative teorier om universet: Einsteins lukkede univers og de Sitters ekspanderende. Det sidste giver inspiration til Hubbels påvisning (1929) af at eftersom rummet er fyldt med galakser, der bevæger sig væk fra os og hinanden, lever vi i et univers i udvidelse. Omtrent samtidig fremsattes teorien om universets fødsel ved en eksplosion (Lemaitre), en begivenhed, der senere døbes Big Bang, og hvis realitet bekræftes i 1964, da Penzias og Wilson opdager en allestedsnærværende stråling fra rummet - eftervarmen fra Big Bang.

Hiroshima var med til at kaste en dyster slagskygge over naturvidenskabens muligheder; aktuelt er det især genteknologien, der er til debat. Den vil bl.a. kunne udrydde dødelige sygdomme, skaffe mere mad, rense verden for uønskede gener ved enten at fjerne dem eller abortere fostre, der har dem, eller ved at sprede kunstige, gensplejsede arter i naturen. Sådanne perspektiver er med til at skræmme mange mennesker og skabe en grundlæggende skepsis over for naturvidenskab - der tales fx om, at man ikke skal lege Gud, men lade naturen gå sin gang og affinde sig med de tragedier, den også afstedkommer. Fortalerne for naturvidenskab vil derimod hævde, at nysgerrigheden er en iboende og uomgængelig menneskelig egenskab. Den drev både Eva, da hun plukkede æblet fra Kundskabens Træ, og Prometheus, da han stjal ilden.

## Naturvidenskabens verdensbillede anno 2000

For ca. 15 milliarder år siden fødtes vores univers med dets tid og rum i en gigantisk eksplosion: Big Bang. Tre minutter efter Big Bang blev de første atomer i de første grundstoffer - brint og helium - dannet. Noget senere samledes dette stof til galakser og stjerner: Lysende kraftværker, der producerer de andre grundstoffer, som alting består af. Når en stjerne dør, spredes disse grundstoffer i universet.

Nogle af dem blev genbrugt i solsystemet, som blev til for 4,6 milliarder år siden. På en af planeterne i dette system, Jorden, udviklede betingelserne sig så gunstigt, at livet opstod omkring en milliard år senere i form af nogle små encellede alger. Koden til denne encelle, dens DNA, er hemmeligheden bag alt liv på Jorden.

For bare 4 millioner år siden rejste nogle væsner sig op på to ben og begyndte den lange march til mennesket: Den sære skabning, der har afluret naturen en stor del af dens gåder, men som stadig har mange overraskelser til gode.

### Der blev blev højere til himlen

I 1929 opdagede Edwin Hubble, at alt i universet bevæger sig væk fra hinanden. Det var det første fingerpeg om, at universet var startet med en eksplosion og blev ved at udvide sig. I 1964 blev teorien bekræftet, da man opdagede, at der i hele rummet findes svage, men konstante radiobølger: Den sidste rest af strålingen fra universets fødsel for 15 milliarder år siden.

Teorien om Big Bang forklarer dog ikke alt. For hvad blev Big Bang udløst af? Hvorfor er der noget og ikke intet? Hvordan blev naturlovene til? Og hvorfor er de så velafstemte, at de giver mulighed for liv? Er der liv andre steder?

De spørgsmål vil vi blive ved at stille. Men kommer vi tilstrækkelig langt tilbage i tid - dvs. tæt på tidspunktet for Big Bang - kan vi ikke komme længere. Vi støder mod en mur. Måske findes svaret bag den. For nogle vil det svar være, at det er Gud, der har trykket på knappen til Big Bang, og at der er en mening, en plan i universet. For andre vil tanken om, at vi er her ved en tilfældighed være den smukkeste.

### Det udelelige og det uendelige

I stedet for at skrive en bog, der ændrede verden, udgav Albert Einstein i 1905 en udødelig artikel om sin første *specielle* relativitetsteori. Den anden *almene* kom i 1915. De to teorier beskriver i fællesskab sammenhængen af rum og tid, og tyngdekraftens påvirkning af alt i rummet.

Einsteins relativitetsteorier er grundlæggende for moderne teoretisk fysik, men ude i den praktiske verden kom de ikke til at betyde så meget som kvanteteorien, som de i øvrigt ikke går i spænd med. Det var en af årsagerne til uenigheden mellem Einstein og Niels Bohr, en af kvantefysikkens fædre.

Ifølge kvantefysikken består verden af felter i bevægelse - felter, som både kan beskrive partikler og kræfter. 1900-tallets fysik bragte os erkendelsen af fire fundamentale kræfter: tyngdekraften, der holder alting på plads i universet; elektromagnetismen (herunder også lys og fx røntgenstråler), de stærke kernekrafter, der binder atomerne sammen, og de svage, der er ansvarlige for radioaktive henfaldsprocesser.

## Den moderne fysiks fædre

Vor tids fysik blev grundlagt i 1900 med Max Plancks opdagelse af, at kræfter overføres i form af bittesmå pakker - *kvanter* - fra sted til sted. Opdagelsen var begyndelsen til enden for den klassiske fysik og førte en snes år senere til udviklingen af kvantemekanikken: den teori, der gjorde det muligt at beskrive atomernes og siden hen de endnu mindre elementarpartiklers struktur og opførsel. På trods af kvanteteoriens store succes har den imidlertid endnu ikke indfriet fysikernes drøm: At opstille en samlet teori, hvori alle naturkræfter optræder på lige fod - en *teori for alting* .

Mens fysikerne i 1900-tallet er trængt længere og længere ind i naturens mindste dele, er astronomernes grænser rykket udad i et univers, hvis dimensioner i tid og rum skal måles i milliarder af år og milliarder af lysår.

Heller ikke her er det lykkedes os at nå til nogen grænse for vores erkendelse. Kun ét er sikkert: Vores forgængeres søgen efter sandheden vil blive fortsat ind i det nye årtusinde.

## Kampen for folkesundheden

I løbet af 1900-tallet blev der i den vestlige verden gjort en stor indsats for at få bugt med store sygdomme som tuberkulose, tyfus, difteri og polio. Offentlige og gratis vaccinationsprogrammer og mobile lungeklinikker ydede forebyggelse. Skolebadning og undervisning i husgerning opdrog børn til bedre hygiejne og en ernæring baseret på det nye kendskab til vitaminer.

En af de største medicinske landvindinger var opdagelsen af penicillinet i 1928. Alexander Fleming bemærkede, at bakterier, som man dyrkede i en skål, døde, når de blev grønne af mug fra en bestemt svamp, *Penicillium*. Først 10 år senere lykkedes det at fremstille så store mængder, at midlet kunne afprøves på dyr og mennesker. Under Anden Verdenskrig kom *penicillinet* på markedet og reddede mange soldaters liv.

År 2000 er de store folkesygdomme blevet hjerte-kar lidelser og kræft. Gamle sygdomme som gigt er stadig en plage, og i 1980'erne dukkede AIDS op.

## Fælles sprog i alt levende

Det blev Francis Crick og James Watson, der i 1953 havde held til at bygge en model af DNA-molekylet. Dette molekyle findes i næsten enhver celle i alt levende. Det indeholder opskriften på, om to sammensmeltede celler skal udvikle sig til en plante, et dyr eller et menneske, og hvilke egenskaber dette individ skal have.

Molekylet har form som en spiral, der med lethed kan kopiere sig selv, hver gang en celle deler sig. Et menneskes DNA-molekyle indeholder 100.000 gener med opskriften på alt fra hjertet til hårfarven. Disse gener er snart kortlagt, og det betyder, at vi næsten kan sætte evolutionen ud af spillet. Vi kan fjerne syge gener og dermed udrydde bestemte sygdomme eller andre uønskede træk. Vi kan designe supermennesker og superafgrøder.

Det er et af trækkene ved den nye genteknologi, som fulgte med opdagelsen af DNA-molekylets struktur. Det er med til at gøre mange utrygge og negative over for naturvidenskab. Skal forskerne i fremtiden tænke på, hvordan deres opdagelser kan bruges? Det bliver et af de næste store spørgsmål.