

Naturvidenskab

"Naturvidenskaben har ændret menneskelivets vilkår. Den har ændret dets materielle vilkår; ved at ændre dem har den forandret vort arbejde og vor hvile, vor formåen og grænserne for vor formåen som individer og som grupper af individer; midlerne og redskaberne for, såvel som indholdet af vor erkendelse; de udtryk og den form, hvori afgørelser om ret og uret forelægges os. Den har ændret det samfund, hvori vi lever og elsker, lærer og virker."

Fysiker J. Robert Oppenheimer, 1960

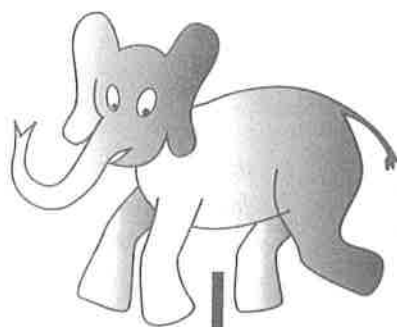
Hvad er naturvidenskab?

af Hanne Hautop Lund

Naturvidenskab er viden om, hvordan vores verden – naturen – er skruet sammen. Er der liv på andre planeter? Hvordan er en atomkerne opbygget? Hvordan er generne i vores krop bestemmende for, om vi bliver syge af kræft? Kan man lave guld af andre metaller?

De naturvidenskabelige fag stiller spørgsmål til naturens opbygning og naturens processer. Svarene leveres i form af *love og teorier*. Disse love skal ikke opfattes som den endegyldige skildring af verden omkring os, men de er den bedste beskrivelse af naturen, vi på nuværende tidspunkt kan give. Efterhånden som vi får nye erfaringer og bliver klogere, må de forbedres og ændres, ja måske erstattes af en ny og bedre teori.

Et eksempel på en naturvidenskabelig lov er tyngdeloven, der udtrykker, at ting i nærheden af jordoverfladen tiltrækkes af Jorden med en kraft, der er lig massen af tingen gange tyngdeaccelerationen, der i Danmark er $9,82 \text{ m/s}^2$. Loven kan beskrives vha. formelen $F = mg$, hvor F er kraften, m er massen, og g er tyngdeaccelerationen. Det smarte ved at udtrykke loven vha. af en formel er, at vi kan regne på de forskellige størrelser, der indgår en gang for alle, fx gælder det, at $g = F/m$, uanset hvilke tal vi sætter ind på F og m 's plads.



Elefanten vejer 5 ton
= 5000 kg



Tyngdekraften på elefanten
bliver derfor $F = 49 \text{ kN}$

Igennem de sidste 400 år har menneskets indsigt i naturvidenskaben på afgørende måde ændret vores liv. På nogle områder har det gjort livet lettere, på andre områder sværere eller bare anderledes. Er der grænser for vores viden? Og er der noget, vi ikke *kan* vide/ikke *vil* vide?

Billeder af naturvidenskaben

Du har sikkert allerede en masse billeder af, hvad naturvidenskab er. Måske tænker du på den ihærdige forsker, der forsøger at forstå menneskets hjerne? Måske tænker du på de store medicinalvirksomheder, der fremstiller medicin til sukkersyge børn? Måske er det billederne fra fjernsynets science fiction-film, der først falder dig ind?

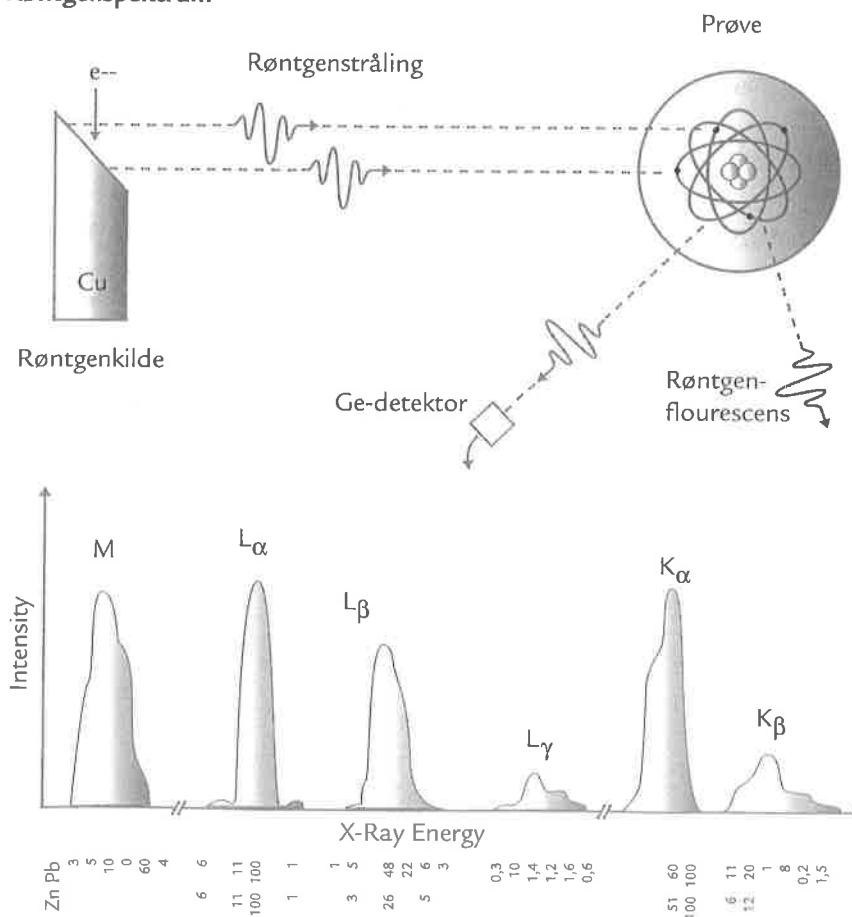
Selv om man i medierne ofte sætter lighedstegn mellem en naturvidenskabelig opdagelse og dens teknologiske anvendelse, vil vi her forsøge at skelne mellem de to ting. Et eksempel på en naturvidenskabelig indsigt er opdagelsen af, at atomkerner kan spaltes under afgivelse af energi, mens opfindelsen af atombomben er en teknologisk anvendelse. I naturvidenskaben søger man efter en sand viden om naturen uafhængig af, hvad den efterfølgende kan bruges til. Dette kaldes grundforskning. Denne

viden skal være begrundet, fx vha. rationelle argumenter, eksperimentelle data og observationer.

De naturvidenskabelige fags *empiri* er observationen af alle de ting i naturen, vi kan se enten direkte med vores øjne eller indirekte vha. tekniske forsøgsapparater og eksperimentelle opstillinger. Empirien omfatter altså stjerner på nattehimmelen, grisehjerter, vulkanudbrud og en racerbil, der accelererer; men den omfatter tillige guldatomer, neurale netværk og røntgenstråler, som vi kun indirekte har adgang til vha. sindrige laboratorieopstillinger.

Rational stammer fra latin og betyder *fornuftsmæssig og logisk*

Røntgenspektrum



Fx ved at sende røntgenstråling gennem en mønt, kan vi finde ud af, hvilke metaller den indeholder

Både i medierne og i videnskabsteorien hersker der mange forskellige forestillinger om, hvad der er kendetegnende ved moderne naturvidenskab. På den ene side møder vi ofte opfattelser som

- naturvidenskaben vokser hele tiden
- naturvidenskaben afspejler verden, som den virkelig er og kommer tættere på sandheden
- naturvidenskaben er objektiv og værdifri
- de videnskabelige teorier kan udledes fra observationer
- eksperimenter kan entydigt vise, om en teori er rigtig

på den anden side møder vi også udsagn som disse:

- naturvidenskabsfolkene er jo hele tiden uenige og ved ikke, hvad der er rigtigt
- naturvidenskabsfolkene laver hele tiden deres anbefalinger om
- naturvidenskabsfolkene er nogle smagsdommere, som vil fremme deres egen holdning

En del af disse udsagn diskuteres i de næste kapitler, mens andre af disse problemstillinger er så komplekse, at vi må vente med dem til senere i dit gymnasieforløb.

Opgaveforslag

- 1)
 - a) lav en liste på ti ting fra din hverdag, der bygger på naturvidenskabelig indsigt.
 - b) hvad vil du have sværest ved at undvære?
 - c) er der også ting på listen, du helst ville være foruden?
- 2) Skriv tre ting, du mener, der karakteriserer den naturvidenskabelige viden i modsætning til den humanistiske og den samfundsvidenskabelige.
- 3) Giv eksempler på, at de videnskabelige eksperter har lavet deres anbefalinger om. Giv eksempler på områder, hvor de videnskabelige eksperter ikke er enige.
- 4) De naturvidenskabelige fag omfatter viden om:
 - stof, bevægelse, kræfter og energi i den natur, der omgiver mennesket
 - stoffernes indre opbygning og stofforandringer som følge af ydre påvirkninger
 - levende væseners opståen, udvikling og vekselvirkning med den øvrige natur
 - abstrakte strukturer, tal og figurer
 - data og dataprocesser
 - a) hvilke naturvidenskabelige fag kan du møde på gymnasiet?
 - b) overvej, hvilke af ovenstående punkter der hører til hvilke fag?

Den naturvidenskabelige metode

– nogle hovedsynspunkter

af Hanne Hautop Lund

"Naturvidenskab udmærker sig ved at være et transnationalt og transkulturelt projekt, for så vidt angår metoder og resultater. Der findes ikke én slags tyngdelov for amerikanere, en anden for kinesere; vand består afilt og brint, uanset om man er muslim eller kristen; og DNA-molekylets struktur vil vurderes ens af mandlige og kvindelige forskere. Kort sagt, naturvidenskab er universel og objektiv."

Professor, dr. scient. Helge Kragh, Weekendavisen 12/2005



Den moderne naturvidenskab blev grundlagt i vinteren 1572-73 af Tycho Brahe.

En novemberaften i 1572 opdagede den danske astronom Tycho Brahe en særlig lysstærk stjerne i stjernebilledet Cassiopeia – en lysplet på himmelen, som man kunne se med det blotte øje, og som ingen havde set før! Den nye stjerne var det, vi i dag kalder en supernova – den eneste af sin slags, der havde været synlig her fra planeten Jorden siden 1054. Tycho Brahe var hverken den første eller den eneste, der observerede det nye lysende objekt på nattehimmelen, men de fleste mente, at det var en komet, de så, og gav sig derfor til at undersøge dens astrologiske betydning. Andre mente,

at det var et bibelsk tegn i lighed med Betlehemsstjernen – måske et varsel om dommedags komme. Tycho Brahe satte sig for at undersøge sagen nærmere, men i modsætning til andre af samtidens videnskabsmænd var det ikke vha. filosofiske overvejelser, men ved *omhyggelige og systematiske målinger*, at Tycho Brahe undersøgte det nye fænomen og efter måneders arbejde kunne konkludere, at der faktisk var tale om en ny stjerne og ikke en komet. At der kunne ske så radikale forandringer i himmelrum-

met, var nyt i forhold til det herskende verdensbillede, hvor stjernerne var fiksstjerner og som sådan uforanderlige. Det var ikke alene resultatet af Tycho Brahes målinger, der var banebrydende – Tycho Brahes overvejelser om, hvordan man skulle anvende en logisk empirisk fremgangsmåde for at forstå naturen, varslede i realiteten begyndelsen på en helt ny måde at tænke på. Det blev udgangspunktet for det, vi i dag kalder *den naturvidenskabelige metode*.

Den naturvidenskabelige metode kan på en forenklet måde sammenfattes på denne måde:

- 1) En teori skal kunne forudsige noget, som kan eftervises (verificeres) eller modbevises (falsificeres). Hvis teorien har konsekvenser, som fører til en modstrid med observationer eller forsøgsresultater, er teorien forkert.
- 2) Teoriens forudsigelser skal kunne undersøges af alle, der er villige til at gøre den nødvendige indsats.
- 3) Undersøgelserne skal kunne gentages.

Du kan sikkert selv finde mange situationer i din hverdag, hvor du automatisk benytter dig af ovenstående metode, fx til at sammenligne priser af konkurrerende varer og vurdere oplysninger i aviserne og på internettet.

Kernen i vestlig civilisation

Den naturvidenskabelige metode er i virkeligheden et begreb, der rækker længere ind i kernen af hele den vestlige civilisation, end ordene naturvidenskabelig metode i sig selv kunne antyde. Det er en måde at anskue tilværelsen på, der har bibragt den vestlige verden en dimension af objektivitet, logik og valg på bekostning af religiøse verdensopfattelser og fastfrosne dogmer. Af samme grund har metoden specielt i det 20. århundrede været genstand for megen diskussion og forskning i filosofiske og videnskabsteoretiske kredse. Arbejder moderne videnskabsmænd efter ovenstående metode? Hvor kommer de videnskabelige teorier fra? Hvad er forskellen på naturvidenskab og alt muligt andet, som mennesket foretager sig?

Empiri stammer fra græsk og betyder *erfaring*.

Verificering stammer fra latin og betyder *bekræftelse*.

Falsificering stammer fra latin og betyder *påvisning af, at noget er forkert, falsk*.

Diskussionerne har udmøntet sig i følgende fire videnskabsteoretiske hovedpositioner:

- 1) det eksperimentelle synspunkt
- 2) det idealiserende synspunkt
- 3) det social-historiske synspunkt
- 4) det fremadskridende synspunkt

1. Det eksperimentelle synspunkt

Ifølge det eksperimentelle synspunkt er det, der karakteriserer moderne naturvidenskab, en kritisk tilgang til omverdenen kombineret med observationer og eksperimenter.

Hvilken rolle har disse observationer og eksperimenter så i forhold til teorierne?

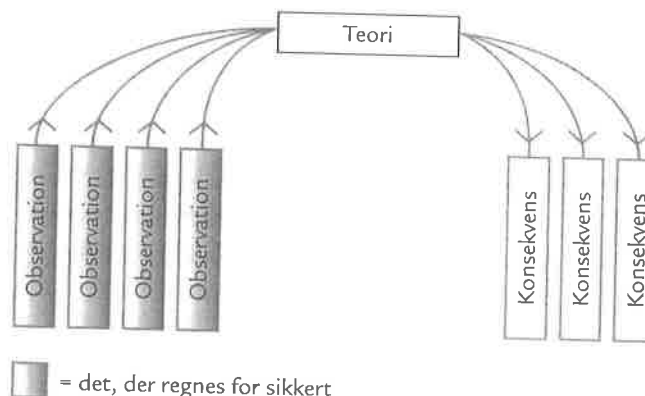
Her kan vi igen dele op i tre fremtrædende grundholdninger:

1.1 Den induktive metode

Induktion stammer fra latin og betyder *indføring*. Bruges om en slutning, der går fra det specielle til det generelle.

Udgangspunktet for al videnskab er simple observationer af naturen. Når man mange gange har set det samme fænomen indtræffe, kan man induktivt slutte sig til en generel lov. Fra denne lov udleder man herefter nogle konsekvenser. Disse konsekvenser undersøger man så for at se, om de stemmer med nye observationer, eksperimenter og målinger. Hvis de stemmer, er teorien bekræftet.

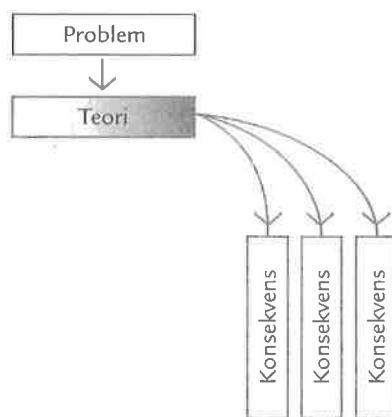
Det, der regnes for sikkert, er *måleresultaterne*.



1.2 Den hypotetisk-deduktive metode

Teorier fremsættes som svar på videnskabelige problemer. På grundlag af teorierne udledes nogle konsekvenser, som man kan sammenholde med eksperimenter udført i laboratoriet. Så længe de forudsagte konsekvenser holder stik, regnes teorien for sand.

Det, der regnes for sikkert, er *teorierne*.



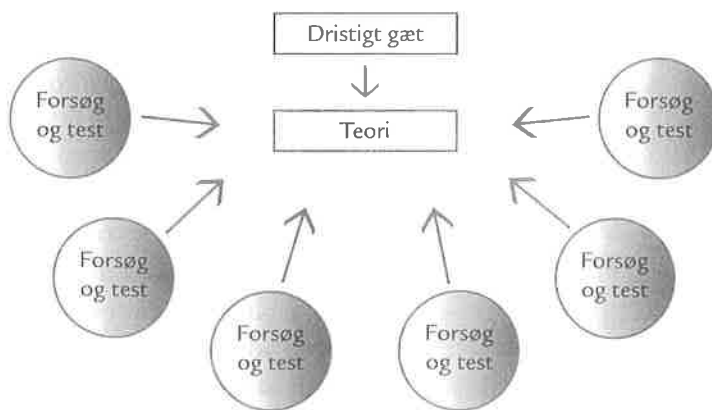
 = det, der regnes for sikkert

Deduktion stammer fra latin og betyder *afledning*. Bruges om en bevisførelse, der går fra det generelle til det specielle.

Hypotese stammer fra græsk og betyder *grundlag*. Bruges om en videnskabelig regel, som ikke er bevist, men som foreløbig antages som arbejdsgrundlag.

1.3 Falsifikationsmetoden

Teorier fremsættes som dristige gæt. Ved hjælp af spidsfindige forsøg prøver man af al magt på at gendrive teorierne. Man kan aldrig nå den objektive sandhed; men hvis teorierne klarer de strenge test, bliver de bestyrkede – ellers må de forkastes eller i hvert tilfælde justeres, så de er i overensstemmelse med eksperimenterne.

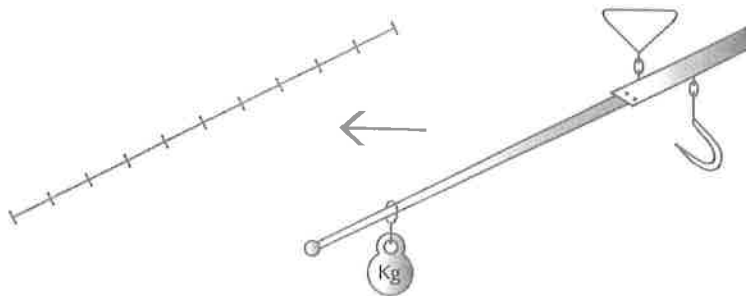


 = det, der regnes for sikkert

2. Det idealiserende synspunkt

Ifølge det idealiserende synspunkt er det, der karakteriserer moderne naturvidenskab, anvendelsen af matematiske metoder i beskrivelsen af omverdenen. Matematisk baserede teorier har højere status end både erfaringen og laboratorieforsøg. Formålet med at lave eksperimenter er altid at bekræfte en hypotese, der allerede er udledt i teorien.

Bismervægten kan med fordel repræsenteres vha. en ret linje, når vi vil regne på den. Vi ser bort fra ujævnheder i stangen, og at den ikke er uendelig tynd.

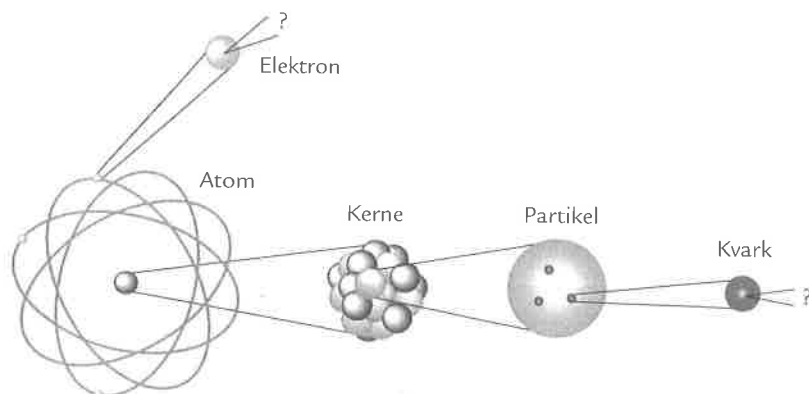


3. Det social-historiske synspunkt

Ifølge det social-historiske synspunkt er det, der karakteriserer moderne naturvidenskab, selve det videnskabelige samfund, der oplærer nye forskere. Der er ingen ydre standarder for godkendelse af teorierne end dem, det videnskabelige samfund bliver enige om. Hvis der opstår en uoverensstemmelse mellem teori og eksperiment, vil man normalt klamre sig til sin teori og prøve at redde den ved at tilføje noget ekstra. Kun hvis der efterhånden har tårnet sig rigtig mange problemer op inden for den gamle teori, vil den blive forkastet til fordel for en ny – typisk fremsat af en anden videnskabsmand eller en anden videnskabelig gruppe.

4. Det fremadskridende synspunkt

Ifølge det fremadskridende synspunkt er det, der karakteriserer moderne naturvidenskab, at den gør fremskridt og bliver stadig bedre til at forklare og forudsige nye fænomener. Herved adskiller naturvidenskab sig fra andre menneskelige aktiviteter såsom kunst, religion etc. Hvordan forskerne arbejder, kan man til gengæld ikke sige noget generelt om – dén naturvidenskabelige metode findes simpelthen ikke.

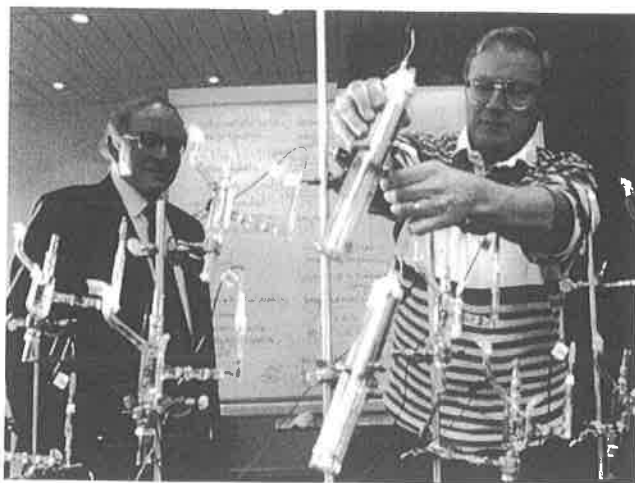


Du har nu fået en kort præsentation af hovedsynspunkterne på, hvilken metode der karakteriserer naturvidenskabelig forskning. Nu var det jo let, hvis vi bare kunne sætte kryds ved et af dem og minus ved de andre, men så simpel er virkeligheden ikke. Der findes nemlig ikke en bestemt naturvidenskabelig metode, som alle naturvidenskabelige forskere bruger dag ud og dag ind. Der er en hel vifte af forskellige arbejdsformer, der kommer i spil, når naturvidenskabelige forskere arbejder. Nogle gange arbejder forskerne hypotetisk-deduktivt med udgangspunkt i matematikken, og andre gange benyttes empirisk-induktive metoder med eksperimentet i centrum. Trial-and-error-metoder og forskernes intuition spiller også en rolle.

Trial and error stammer fra engelsk og betyder forsøg og fejl. Bruges om indlæring, der foregår gennem forsøg og forkastelse af fejlagtige løsninger.

Det, der er fælles for den moderne naturvidenskab, er ikke så meget metode, som det produkt, der kommer ud – de naturvidenskabelige teorier. Naturvidenskaben søger at beskrive verden omkring os. Naturvidenskabelige teorier skal kunne afprøves eksperimentelt, og de skal kunne forudsige nye fænomener. Naturvidenskaben opstår i et samspil med andre forskere og efterprøves i det videnskabelige samfund.

Når man skal afgøre, om en teori er bedre end en anden, er der en række kriterier, der bruges:



Pons og Fleischmann troede, at de havde opdaget kold fusion og dermed havde løst verdens energiproblemer ... teorien holdt ikke stik.

- forudsigelighed (kan teorien forudsige nye fænomener?)
- præcision
- konsistens (hvor godt passer teorien til andre teorier?)
- mængden af fænomener, der kan beskrives inden for teorien
- enkelthed
- skønhed

Opgaveforslag

- 1) Du kan fx finde de nødvendige oplysninger til denne opgave i en fysikbog til fysik C, i *Encyklopædien* eller ved en søgning på internettet.
 - a) Hvad er tyngdekraften? Prøv at udarbejde en undersøgelse af tyngdeloven efter den naturvidenskabelige metode (se s. 74). Hvad kan tyngdeloven forudsige? Hvilke observationer eller eksperimenter er nødvendige for at eftervise eller modbevise teorien? Kan alle lave disse undersøgelser? Kan undersøgelserne gentages en anden dag?
 - b) Hvad er jordstråler? Prøv at udarbejde en undersøgelse af teorien om jordstråler efter en af den naturvidenskabelige metoder (se s. 85). Hvad kan teorien forudsige? Hvilke observationer eller eksperimenter er nødvendige for at eftervise eller modbevise teorien? Kan alle lave disse undersøgelser? Kan undersøgelserne gentages en anden dag?
 - c) Diskuter forskelle og ligheder mellem teorien om tyngdekraften og teorien om jordstråler.
- 2) *"... At der er en kobling mellem stofmisbrugere og amygdala [en bestemt struktur i hjernen] er allerede blevet antydnet af tidligere studier, der har vist, at aktiviteten i amygdala er nedsat hos stofmisbrugere, når de har abstinenser. I de nye studier har forskere ved Massachusetts General Hospital undersøgt hjernerne af 27 kokain-misbrugere med en MR-scanner og sammenlignet billederne herfra med en kontrolgruppe af ikke-misbrugere. Forskerne fandt, at volumen af den mandelformede amygdala var mellem 13% og 23% mindre hos de kokain-afhængige end hos kontrolgruppen ..."*
Aktuel Naturvidenskab, nr. 5, 2004

- a) Hvilken videnskabelig metode har forskerne (ifølge uddraget fra Aktuelt Naturvidenskab) benyttet til at vise, at størrelsen af amygdala er mindre hos kokain-misbrugere end normalt?
 - b) Kan forskerne være sikre på, at brugen af kokain er skyld i den mindre amygdala? Hvorfor/hvorfor ikke?
- 3) Prøv at lave en liste over de forsøg og eksperimenter, du har mødt i undervisningen i de naturvidenskabelige fag.
Hvilke metoder blev anvendt?

Naturvidenskab og matematik

af Hanne Hautop Lund

"Naturfilosofien er skrevet i den store bog, som for evigt ligger for vores øjne. Jeg mener universet – men vi kan ikke forstå den, hvis vi ikke først lærer sproget og forstår de symboler, hvori den er skrevet. Bogen er skrevet i det matematiske sprog, og symbolerne er trekanter, cirkler og andre geometriske figurer, uden hvis hjælp det er umuligt at forstå et eneste ord af det; uden hvilket man tomt vandrer gennem en mørk labyrint."

Galilei 1564-1642

Naturvidenskab og matematik nævnes ofte som to sider af samme sag og tilhører det samme fakultet på de fleste universiteter. Umiddelbart kan denne kobling synes mærkværdig, da matematikken tilhører en helt anden verden end biologi, kemi, fysik og geografi. Matematikken beskæftiger sig ikke direkte med naturen omkring os, men derimod med symboler, begreber og logiske systemer, matematikerne selv finder på. Netop derfor kan de *bevise* sætninger, hvilket man aldrig kan gøre på samme måde i naturvidenskaberne. Matematik har en sikker og unik viden, som den kun kan have, fordi den ikke handler om naturen, eller som Albert Einstein, en af verden største fysikere udtrykte det:

"Så vidt matematikkens sætninger henviser til virkeligheden, er de ikke sikre; og i det omfang de er sikre, henviser de ikke til virkeligheden"

Albert Einstein, 1921

Når matematik alligevel ofte regnes under naturvidenskaberne, skyldes det de store anvendelsesmuligheder, de matematiske metoder har inden for naturvidenskaberne - anvendelsesmuligheder, du vil komme til at møde gang på gang i din gymnasietid.



Når man vil sammenligne styrken af jordskælv, bruger man en matematisk formel til at udregne Richtertallet: $R = \log(a/T) + B$. Herved kan man sammenligne jordskælv overalt i verden, uanset hvem der har observeret jordskælvet.

I første omgang drejer det sig om, at man i de naturvidenskabelige fag benytter sig af en matematisk skrivemåde med formler og grafer. Senere vil du nok støde på mere komplicerede beregningsmetoder som fx regressionser og differentialregning i de naturvidenskabelige fag. Du skal dog være opmærksom på, at de matematiske udtryk, som du kender fra matematiktimerne, ofte vil se lidt anderledes ud, når du møder dem i forskellige anvendelser. Fx kan udtrykket $y = ax + b$ (den lineære sammenhæng) optræde som en formel i fysik, der udtrykker sammenhængen, mellem hvor langt en bil har kørt, og tiden der er gået: $s = vt + s_0$ eller som en formel i biologi, der udtrykker sammenhængen mellem en persons højde og lungekapacitet: $h = kL + c$ eller som en formel i kemi, der udtrykker sammenhængen mellem massen og molmassen: $m = nM$.

Formlerne handler om vidt forskellige fænomener, men det er de samme regneregler, der gælder.

Hældningen af den rette linie kan udregnes som:

$$a = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$$

hvilket for eksemplet med bilen giver:

$v = (s_2 - s_1) / (t_2 - t_1)$ altså kan hastigheden af en bil udregnes som den strækning, bilen har kørt, delt med den tid, turen har taget.

Opgaveforslag

1)

$$F = 1,2 \cdot B$$

Forklar med ord, hvad ovenstående formel udtrykker, når F står for antal frøer og B for antal borebiller i et bestemt naturområde.

2) Lav en formel for hældningen i de to eksempler med hhv. lungekapa-
citet og molmassen. Forklar, hvad formlerne udtrykker.

3) *"Guden skabte verden i form af en sfære. Derefter tog han først 1 del væk, så 2 dele, dernæst 3 dele og 4 dele. Til sidst henholdsvis 8, 6 og 27 dele. Disse dele blev brugt til at danne de himmelske sfærer, hvorpå planeterne sad".*

Denne skabelsesberetning blev fortalt af Platon i skriftet *Timaios* for ca. 2400 år siden. Ifølge Platon var det Guden, der ved at fjerne pæne dele af sfæren havde dannet rækken af fordoblinger (1,2,4,8) og rækken af tredoblinger (1,3,9,27). Hvis man blander de to rækker, får man (1,2,3,4,8,9,27), og denne række blev af nogle græske filosoffer betragtet som grundlæggende for hele verdens opbygning. Talrækken angav afstanden fra jorden til de forskellige planeter. De samme tal blev brugt til udledning af de musikalske intervaller, og grækerne antog derfor, at der blev dannet lyde, når planeterne kugleformede planetsfærer bevægede sig i forhold til hinanden. Fænomenet blev senere kaldt for sfærernes musik.

Det geocentriske verdensbillede med en kuglerund jord omgivet af kugleformede planetsfærer. Efter Apianus: Cosmographia 1553.

GRAPH. PETRI AP.
Schema præmissæ diuisionis.



DE CIRCVLIS SPHÆRÆ.
CAP. III.

- pythagoræerne opdagede, at de klange, der lyder godt for det menneskelige øre, er baseret på simple talforhold mellem frekvenserne. Hvad er frekvensforholdet mellem to toner, der spænder en oktav? En kvint? En kvart? En sekund?
- udfyld de manglende felter i nedenstående skema, der kaldes Platons planetskala.

PLANET	AFSTAND TIL JORDEN	FREKVENSFORHOLD FRA PLANETEN FØR
Måne	1	
Sol		
Venus		
Merkur	4	kvart
Mars		oktav
Jupiter	9	
Saturn	27	oktav + kvint

- undersøg, hvad der ligger bag det pythagoræiske udsagn "alt er tal".
- Hvilken opfattelse af forholdet mellem matematik og naturvidenskab giver Galilei udtryk for i citatet i starten af dette kapitel? Er du enig med Galilei?

Er naturvidenskaben neutral og værdifri?

af Hanne Hautop Lund

"Videnskabsmandens ansvar er at finde ud af, hvad han kan om naturen ... Når videnskabsmanden har lært, hvad han kan, og når han har konstrueret det, han kan konstruere, er hans job endnu ikke afsluttet. Han må også forklare, hvad han har fundet ud af og konstrueret, og må gøre det på en klar, enkel og forståelig måde. Og der ender hans ansvar. Beslutningen om, hvordan videnskabens resultater skal bruges, er ikke hans, men hører til folket."

Edward Teller, ledende forsker i udviklingen af den amerikanske brintbombe

Naturvidenskabens resultater er beskrivende, de fortæller, hvordan ting i naturen opfører sig, men ikke, hvordan ting bør opføre sig, eller hvilken form for viden der er bedst i moralsk forstand. Når man siger, at en teori er "god", mener man bare, at den på en korrekt og enkel måde beskriver et eller flere forskellige naturfænomener. Vand har den kemiske formel H_2O , og så er der ikke mere at diskutere; det giver ingen mening at hævde, at vand burde have en anden formel.

I nogle tilfælde kan naturvidenskabelige teorier opfattes som anstødelige, fx strider Big Bang teorien mod mange bibelske udsagn. I andre tilfælde kan de videnskabelige opdagelser have store konsekvenser for samfundet, tænk bare på opdagelsen af penicillin, der har reddet millioner af menneskeliv, eller opdagelsen af kernespløtning, der førte til de første atombomber.

Anvendelserne af de naturvidenskabelige opdagelser kan både være gode og dårlige, men de naturvidenskabelige teorier i sig selv er værdineutrale. Ofte kan det ikke forudses, hvad en videnskabelig opdagelse siden hen kan bruges til, men når opdagelserne først er gjort, kan vi ikke skrue tiden tilbage og sige, at den opdagelse ville vi egentlig ikke have.

Spilleregler

I det internationale videnskabelige samfund er man enige om en række spilleregler (idealer), der skal forhindre uredelighed i videnskaben. Disse

regler, der første gang blev formuleret af den amerikanske sociolog Merton i 1942, kan på kort form opsummeres på denne måde:

- kun rationelle argumenter og empiriske data kan begrunde en videnskabelig teori
- de naturvidenskabelige resultater er menneskehedens fælleseje og er derfor offentligt tilgængelige
- forskeren må tilsidesætte personlige motiver og kun offentliggøre gennemarbejdede og efterprøvede resultater
- videnskaben skal hele tiden være kritisk og sætte spørgsmålstejn

Disse spilleregler gælder også, når du laver forsøg i de naturvidenskabelige fag i gymnasiet. Du må ikke snyde med forsøgsdata ved fx at ændre på de tal, du har målt, så de bedre passer med teorien, og du må ikke udelade målepunkter uden at fortælle om det i rapporten. I stedet skal du på en neutral og objektiv måde forsøge at redegøre for, hvorfor forsøget ikke faldt helt sådan ud, som du kunne have ønsket dig. Du skal til sidst i rapporten beskrive eventuelle fejl og måleusikkerheder og komme med forslag til forbedringer af forsøget.

Opgaveforslag

- 1) Nævn tre videnskabelige opdagelser, som har en positiv anvendelse.
- 2) Nævn tre videnskabelige opdagelser, hvis anvendelse du ikke bryder dig om.
- 3) Er al moderne naturvidenskabelig forskning offentlig tilgængelig? Burde den være det?
- 4) Er der former for forskning, du synes, burde forbydes? Kan man det?

Naturvidenskabens anvendelser kan være uoverskuelige, men når en opdagelse er gjort, kan vi ikke bare skrue tiden tilbage – vores levevilkår er for altid forandret.



Mia:
Når vi
laver pro-

jekter på matematik, er det redegørelser for bestemte problemer. Som kan være ganske komplekse. Men det er ikke løse opgaver, hvor man selv finder ud af, hvad det hele går ud på. Ikke meget egentlig problemformulering. Ikke mange diskussioner af den type, de har på humaniora og samfundsvidenskab.

