

HVAD ER NATURVIDENSKAB?

– om den naturvidenskabelige metode

Nordfyns Gymnasium
2005

1 Naturvidenskabens barndom

Siden oldtiden har mennesket forsøgt at beskrive naturen. Til at starte med foregik det ganske givet kun som fortællinger, idet man ikke havde muligheden for at skrive noget ned, og først senere, efter år 2000 f.Kr., begyndte man at skrive resultater ned. Matematikken var på det tidspunkt en velpraktiseret videnskab med teorier for lineære ligningssystemer, geometri osv, men ser vi på fysikken, skal vi helt frem til tiden efter år 500 f.Kr. for at finde nogle af de første skrifter. Aristoteles (384–322 f.Kr.), Apollonius (250–175 f.Kr.) og Archimedes (287–212 f.Kr.) fra det tidlige Grækenland, var nogle af de første der nedskrev deres opdagelser. F.eks. kan vi her nævne Archimedes' store opdagelse, at opdriften, F_{op} , på et legeme i en væske eller en gas, er lig tyngdekraften på den fortrængte væske eller gas. Denne opdagelse kalder vi i dag for Archimedes' lov:

$$F_{op} = \rho_v \cdot V \cdot g = m_v \cdot g,$$

hvor V er det fortrængte volumen, ρ_v er densiteten af V , m_v er massen af V og g er jordens tyngdeacceleration. Archimedes' lov gælder stadig den dag i dag, og vil naturligvis også fortsætte med at gælde i fremtiden. Man er enige om, at loven er sikker viden, dvs. den bliver ikke falsificeret og forkastet. Det har altså været muligt at opnå sikker viden før vor tidsregning, og allerede dengang har man haft forskellige arbejdsmetoder, som kunne føre til sikker viden. Archimedes' lov er ikke det eneste eksempel herpå.

Går vi længere tilbage i tiden, dvs. i tiden før år 1000 f.Kr, findes der ikke længere skrifter udelukkende til beskrivelse af naturfænomener, men de daværende mennesker har alligevel vidst meget om, hvordan verden fungerer. Man har fundet mange opskrifter til fremstilling af forskellige ting, man brugte i dagligdagen. Disse var dog ikke nedskrevet på papir, men indridset i lertavler og lignende. F.eks. har man i Ægypten fundet opskrifter på sæbe indridset i lerkrukker. Også længere tilbage i tiden har man kendt til og udnyttet naturfænomener. Stonehenge i England, Pyramiderne i Ægypten og de indfødtes templer i Syd- og Mellemamerika er utvetydige beviser herpå. Stonehenge f.eks., blev påbegyndt allerede omkring år 3000 f.Kr., og pyramiderne er fra samme tid, nogle er endda ældre. Man mener, at Stonehenge dengang blev brugt som en slags kalender baseret på himmellegemernes periodiske positioner på himlen, således at man kunne følge med i årets gang.

Alle disse eksempler fra oldtiden viser tydeligt, at man har haft en interesse i at kunne beskrive naturen. Man har altså bevidst søgt efter viden for at blive klogere. Hvilke metoder man har brugt for at opnå viden, ved vi ikke så meget om, men sikkert er det, at observationer og eksperimenter har spillet en stor rolle. F.eks. ved vi med stor sikkerhed, at Archimedes' opdagelse af opdriftens sammenhæng med tyngdekraften blev gjort på baggrund af eksperimenter. Der har ganske givet også været et praktisk problem, der skulle løses, som så har givet anledning til opdagelserne, men det er jo netop kernen

i anvendt videnskab.

Efterhånden som man blev klogere og grækerne koloniserede hele middelhavsområdet (se figuren nedenfor), bredte videnskaben sig. Lærestalter blev oprettet i forskellige byer, og det blev muligt at studere de forskellige naturvidenskaber. Grækerne har såle-



des haft stor betydning for videnskabens barndom, idet de stort set var overalt. Mange handelsruter førte forbi Grækenland, som på den måde spredte det græske folk og udsatte dem for alverdens videnskabelige problemer. Dette har inspireret dem til at søge efter løsninger og forklaringer. Denne higen efter viden, som på den måde opstod, havde de fra ægypterne og araberne. Thales (624–547 f.Kr.) var den første som drog til Ægypten og hjembragte sine studier derfra, og andre fulgte siden i hans fodspor. De ægyptiske og arabiske studier gav grækerne mulighed for at løse konkrete problemer, og denne succes har været med til at vække interessen for videnskaben.

Romerrigets opståen betød mere eller mindre afslutningen på den græske videnskabskultur. Romerne erobrede ikke kun land og by, men infiltrerede også de forskellige civilisationer. Alle andre skrifter end de romerske (latinske) blev ikke anerkendt og derfor overhovedet ikke læst. Videnskaben fik således et tilbageslag, idet næsten al litteratur skulle skrives på ny. Opgaven var ikke bare at få de græske og arabiske skrifter oversat, men den var faktisk langt større, idet disse skrifter slet ikke blev læst. Romerne havde ikke samme sans for videnskaben, som grækerne havde, og videnskaben stod derfor nærmest stille i romertiden. Vi ved f.eks. i dag, at Archimedes blev dræbt af romerske

soldater, da byen Syracus blev indtaget efter en lang belejring.

Romerriget faldt i år 476 e.Kr., men da var den romerske infiltration allerede så stor, at den katolske kirke sad solidt på magten. Der skulle derfor gå mere end 1000 år, inden man igen så småt begyndte at læse de græske og arabiske skrifter. Først et stykke inde i middelalderen begyndte videnskaben igen at finde indpas. I årene 1000–1200 kom de ikke-latinske tekster stille og roligt frem igen og blev oversat og studeret. Først de arabiske tekster og senere de græske. Men vi skal dog hen til slutningen af middelalderen, inden videnskaben igen for alvor begyndte at udvikle sig. Det skete i årene 1200–1600, hvor man bl.a. udviklede teorier for hastighed og acceleration, og i slutningen af perioden fremkom tekster om trigonometri. I tiden efter år 1600 opstod universiteterne, hvor man underviste og forskede i naturvidenskaberne, og videnskabskulturen kom mere og mere til at ligne den vi praktiserer i dag. I de sidste 400 år er der således sket et enormt skred inden for naturvidenskaben, som blev iværksat af bl.a. Descartes (1596–1650), Leibnitz (1646–1716) og Newton (1642–1727), og indenfor astronomien var det Kopernikus (1473–1543), Galilei (1564–1642), Brahe (1546–1601) og Kepler (1571–1630).

2 Hvad er specielt ved videnskab?

Siden oldtiden har man forsøgt at opnå sikker viden til beskrivelse af naturen. Dengang lykkedes det i visse tilfælde, tænk bare på Archimedes' lov, men i mange andre tilfælde var man ikke så heldig. F.eks. var den første forestilling man havde om verdensrummet helt hen i vejret, idet man troede, at Jorden var i centrum og himmellegemerne i omløb herom. Man havde heller ikke nogen anelse om, hvad disse himmellegemer var lavet af – for dem var de jo ikke andet end lyspunkter på himlen. Faktisk vidste man ikke engang hvad Jorden var lavet af. Aristoteles havde en forestilling om, at alt stof på Jorden kun indeholdt fire elementer: jord, luft, ild og vand, hvilket alle andre var enige i. F.eks. kunne man jo ikke benægte at træ indeholdt de fire elementer, det kunne man jo tydeligt se, når man afbrændte træet. Ilden var klart tilstede, idet træet brændte, vandet var også tilstede, da det jo sydede og boblede, luften var røgen, og jorden var den aske, som blev tilovers, efter at ilden var undsluppet. Sådan var det med mange materialer, og derfor sluttede man, at alt var opbygget af disse fire elementer.

Grunden til at der var alle disse eksempler på dårlig viden, var ganske klart at man ikke havde de tekniske muligheder for at opnå bedre viden. Det var simpelt hen ikke muligt at udføre de eksperimenter, som er nødvendige for at opnå sikker viden. Man havde f.eks. ingen teleskoper, når man skulle observere himlen. Man havde overhovedet intet egentligt apparatur til rådighed, og det man havde, var ikke særligt præcist. Kemi var ikke noget man kendte til, pånær de fire elementer, og fysikken var også ganske simpel. Datidens videnskabsmænd var heller ikke særligt eksperimentelle i deres tankegang. De

var filosoffer, som ud fra deres observationer forsøgte at filosofere sig til, hvordan verden var sat sammen. Og det kan nu engang ikke lade sig gøre, så det er ikke så mærkeligt, at den opfattelse man havde af verden i oldtiden var anderledes end den, vi har i dag.

Vi skal helt hen til den sene middelalder (1500–1600 tallet), inden man blev klogere og indså, at der var noget helt galt. Her skete der et skift, og det blev en anerkendt beskæftigelse at arbejde med naturen. Søgen efter viden om naturen blev til videnskab, og man blev efterhånden klar over, at verden ikke var så simpel endda. Verden var f.eks. ikke kun opbygget af fire elementer, men af mange forskellige grundstoffer, der ét efter ét blev opdaget. Eksperimenterne blev hurtigt en væsentlig del af det videnskabelige arbejde, og man blev hurtigt i stand til at designe sine egne eksperimenter. Galileo Galilei var en af de første, der indså vigtigheden af eksperimenterne som grundlag for viden. Han sagde engang:

Mål alt, som kan måles, og gør det, der ikke kan måles, måleligt.

Henvisninger til hellige skrifter tillagdes til sidst ikke længere den store betydning, og snart var eksperimenterne den egentlige baggrund, for den viden man fik. Naturvidenskabelige teorier blev opstillet og spredt til en stor kreds gennem bøger og artikler, og på den måde blev naturvidenskabens resultater grundlaget for den aller tidligste industrialisering, som begyndte dengang. Fra at være håndværkeres og bønderes anliggende at anvende teknologisk viden, blev det nu et anliggende for hele samfundet og direkte en beskæftigelse for de intellektuelle. Grundlaget for en hastig teknologisk og videnskabelig udvikling blev herved sikret, og der blev åbnet op for nye teorier om naturen, som igen gav anledning til ny teknologi.

Efterhånden som den naturvidenskabelige revolution tog fat, og utallige nye teorier så dagens lys, blev det klart, at man havde brug for en metode, som kunne sikre, at den viden man opnåede, for det første var videnskabelig, og for det andet var rigtig. Men det var faktisk ikke helt lige til, det betød nemlig, at man måtte bryde med de traditioner, der herskede på området. Indtil nu havde det været tilstrækkeligt, at en højere rangerende person udtalte sig for teorierne, der så på den måde blev anerkendte som rigtige, men dette kunne ikke længere være tilstrækkeligt. Eksperimenterne talte deres eget sprog og man kunne ikke bare ignorere dem. Dette var en af grundene til, at fremtrædende videnskabsmænd i 1660 stiftede "The Royal Society", som var en forening, der skulle sikre god og korrekt videnskab. Metoden vi arbejder efter i dag, til sikring af god videnskab, kan føres helt tilbage til 1600-tallet, hvor bl.a. Galileo Galilei, Isaac Newton, Robert Boyle og en masse andre videnskabsmænd var med til at udvikle den.

2.1 Videnskabens kendetegn

Hvis man skal forsøge at finde en videnskabelig metode, som kan sikre, at de teorier der opstilles er gyldige, må vi først spørge, hvad videnskab egentlig er. Der har gennem tiderne været mange forsøg på at karakterisere det essentielle ved videnskab, og som vi skal se, er det ikke helt så lige til. Faktisk er det umuligt at give en definition, der både er præcis og dækkende. I stedet for at søge efter en sådan, vil vi se på nogle af de kendetegn videnskab har.

- i) *Videnskaben er en forfinelse af dagligdagens erfaringer.* Dette gælder i visse tilfælde, men langt fra i alle, idet mange videnskabelige problemer intet som helst synes at have at gøre med virkeligheden. Det er også uklart, hvor forfinet en betragtning skal være, før den gælder som videnskabelig.
- ii) *Videnskab resulterer i offentlig tilgængelig viden i form af bøger og artikler.* Dette er sandt nok, men er ikke specielt kendetegnende for videnskab. Kriteriet kan måske adskille videnskab og visse former for okkult viden, men ikke fra opskrifter i kogebøger og lignende.
- iii) *Videnskab giver objektiv og offentlig viden.* Objektivitet og offentlighed er unægtelig to vigtige ingredienser i videnskaben, men der må være flere end disse to. F.eks. er det, at dagens længde er længere om sommeren end den er om vinteren, både objektiv og offentlig viden uden derfor at være videnskabelig.
- iv) *Videnskab er teoretisk i modsætning til praktisk viden.* Dette kriterium er for snævert, idet det vil udelukke teknologisk forskning og anden anvendt videnskab. Der må ganske vist altid indgå en teoretisk del i videnskab, men der er ikke nogen skarp modsætning mellem teori og praksis. Megen videnskab resulterer faktisk i praktisk viden.
- v) *Videnskab resulterer i matematiske udsagn, der er universelt gyldige.* Dette gælder helt klart kun for teoretisk fysik og for matematik, men ikke for andre former for videnskab.
- vi) *Videnskab er givet ved bestemte metoder og procedurer.* Ideen om at der er én og kun én videnskabelig metode er ikke holdbar, men alligevel kan man sige, at der er visse metoder, alle videnskaber benytter sig af. Problemet er bare at definere disse metoder og derved samtidigt at udelukke ikke-videnskab.
- vii) *Videnskab er, hvad videnskabsmænd laver.* Dette er en tiltrækkende karakteristik af videnskab, men her må vi straks spørge, hvornår man så er videnskabsmand, hvilket man jo er, når man udøver videnskab. Karakteristikken er altså cirkulær,

dvs. den “bider sig selv i halen”. Ligeledes undgår den at forklare det specielle ved videnskabeligt arbejde, og den giver heller ikke noget bud på, hvorfor astronomi er en videnskab, mens astrologi ikke er det.

- viii) *Videnskaben forsøger at beskrive verden.* Dette kriterie er ikke helt ved siden af, men det synes ikke rigtigt at kunne adskille videnskab fra ikke-videnskab. F.eks. har kristendommen også et helt klart billede af verden, uden dog at være videnskabelig. Ligeledes kan man finde eksempler på videnskaber, der ikke direkte beskriver, den verden vi lever i.

Alle de ovenfor nævnte karakteristikker eller kriterier er af væsentlig betydning for videnskabens natur, uden på nogen måde at være dækkende hver for sig eller at kunne specificere netop, hvorved videnskab er speciel. En enkelt og dækkende definition, som under et kan karakterisere al videnskab, findes ikke. Og dog, ser vi kun på naturvidenskaberne, er det faktisk muligt at komme med én enkelt karakteristik, som synes, at indfange de væsentlige dele, der netop udgør naturvidenskaben. Den kommer her:

Naturvidenskab er en intellektuel og social proces der stræber mod, og faktisk resulterer i, en form for viden, som er karakteriseret ved at være (i) offentlig, (ii) fejlbarlig, (iii) korrigerbar og (iv) testbar.

Karakteristikken siger, at videnskab skal være offentlig, hvilket hentyder til, at dens påstande skal kunne forstås og vurderes af de medlemmer af det videnskabelige samfund, der har den fornødne ekspertise. Disse forskere skal yderligere kunne komme frem til de samme resultater og konklusioner uafhængigt af hinanden.

Med fejlbarlig menes der, at videnskabelig viden kan være forkert, og at den ikke på forhånd er garanteret sandhed. Videnskabelig viden er ofte ufuldstændig og usikker i starten, og må derfor igennem den videnskabelige proces, som skal sikre, at den forbedres og eventuelt korrigeres for fejl. Den videnskabelige viden må altså offentligt kunne kritiseres og kontrolleres, f.eks. ved at teorier efterprøves eksperimentelt. Det altafgørende er muligheden for kritisk og måske også systematisk efterprøvning.

Umiddelbart kan det virke sært at kræve, at videnskabelig viden er fejlbarlig, for er det ikke netop videnskaben vi spørger, når vi vil have sande svar på spørgsmål. Hvordan kan vi være sikre på, at det svar vi får, er det rigtige, når der er en hvis form for fejlbarlighed med i spillet? Kan vi ikke forlange, at når noget er videnskabeligt bevist, så er det også rigtigt? Har kemikerne måske ikke bevist, at vand består af hydrogen og oxygen? Strengt taget er svaret klart nej. Der er ikke tale om et håndfast bevis, men derimod kun om stærk evidens for at vand består af hydrogen og oxygen. Med evidens menes eksperimentel og observationel viden, som støtter påstanden. Et håndfast bevis kræver, at vi undersøger alt vand i Universet, hvilket naturligvis ikke kan lade sig gøre. Pointen er, at påstande, der bygger på eksperimentel viden, kan være fejlbarlige, selv om

de synes nok så håndfaste. Faktisk kan vi aller højest hævde, at vi har gode grunde til at tro, at vand består af hydrogen og oxygen. Hverken mere eller mindre.

Når videnskaben snakker om evidens, hentyder den normalt til noget selvklart og indlysende, dvs. noget der ikke kræver yderligere begrundelse. Typisk er der tale om en erfaring om hvis sandhed, der ikke rejses tvivl. Men netop her gælder det om at være yderst påpasselig, idet evidens nemt går hen og bliver af privat natur. Som videnskabsmand gælder det hele tiden om at holde en hvis afstand til sit arbejde for ikke at miste objektiviteten. Kommer man "for tæt på", og bliver "dus" med sit arbejde, er det nærmest umuligt at opnå videnskabelig viden. Man kan have en stærk oplevelse af at noget er sandt – at det er evident – men har man mistet objektiviteten, bliver man narret af sine oplevelser, og drager konklusioner ud fra et forkert grundlag. At have evidens for en påstand er at have gode grunde til at antage, at påstanden er sand. Evidens kan i mange tilfælde erstattes af ordet indicium, og er altså på ingen måde bevis for at noget er sandt. Evidens fører altså kun til plausibel viden og ikke til ubetvivlelig viden.

Den videnskabelige viden er for det meste baseret på evidens og i princippet derfor aldrig absolut og uforanderlig, men er den til enhver tid bedst mulige viden. På den anden side er videnskabelig viden ofte så sikker, at den i praksis er ubetvivlelig og derfor, med ro i sindet, kan opfattes som bevist. Det er f.eks. nærmest utænkeligt, at vi en dag vil finde ud af, at vand ikke kun består af hydrogen og oxygen. Men det er dog ikke umuligt.

I stedet for at prøve at karakterisere videnskaben, kan man forsøge at bestemme de kendetegn ved ikke-videnskab, der netop medfører, at den ikke opfattes som videnskab. Der findes en lang række af sådanne kriterier, som kan afgøre, om en opfattelse er videnskabelig eller ej. Vi vil ikke komme nærmere ind på disse kriterier her, men blot nævne, at de effektivt skelner mellem videnskab og ikke-videnskab. På den måde får vi adskilt praktisk viden fra videnskabelig viden, f.eks. vil man ikke betragte gastronomi som en videnskab, og ligeledes får vi adskilt religion og mystik fra videnskaben. En anden form for videnskab, som på den måde også adskilles fra videnskab, er pseudovidenskab. Dvs. opfattelser der kan minde om videnskab og hævder at være det, men ikke er det. Eksempler på pseudovidenskab, som har rødder langt tilbage i tiden, er astrologi og alkyymi. Især inden for alternativ medicin flourer pseudovidenskabelige opfattelser i form af auralæsning, healing, radioni, homøopati, zoneterapi osv..

Kreationismen er en anden pseudovidenskab, der hævder, at Darwins evolutionsbiologiske forklaring på menneskets oprindelse er forkert, idet Gud skabte verden, Jorden og mennesket som beskrevet i skabelsesberetningen. Kreationismen forsøger ikke at præsentere deres synspunkt religiøst, men som et seriøst videnskabeligt alternativ, der er mindst lige så troværdigt. Den forlanger også, at deres teori tildeles samme plads i den biologiske og geologiske undervisning som de videnskabeligt accepterede teorier, hvilket i USA har ført til flere spektakulære retssager. I 1986 nåede det helt op til højesteret, og i den anledning blev den videnskabelige elite (nobelpristagerne) bedt om at formulere

en definition på naturvidenskab, som kunne danne grundlag for afgørelsen i højeste ret. Den lød sådan her:

Videnskab er en proces, hvor data og optegnelser for den fysiske verden indsamles, ordnes og studeres for at skabe de principper for naturen, der bedst forklarer de observerede fænomener. Hvis et forklarende princip ifølge sin natur ikke kan testes, er det uden for naturvidenskabens sfære. Gennem den fortløbende test af hypoteser tildeler videnskabsfolkene størst troværdighed til de hypoteser, der opnår mest støtte gennem observationer eller eksperimenter. Disse hypoteser bliver kendt som videnskabelige teorier. Hvis en teori succesfuldt forklarer en stor og alsidig mængde kendsgerninger, er det en specielt pålidelig teori. Selv den mest robuste og pålidelige teori er dog foreløbig. En videnskabelig teori vil altid kunne tages op til genovervejelse.

På baggrund af den afgjorte højesteret sagen til fordel for Darwins teorier og kreationismen fik derved officiel status af pseudovidenskab. Ovenstående definition gælder specielt for naturvidenskab, og er ikke bare en tilfældig definition, der blev opstillet, således at kreationismen kunne afvises. Dengang blev 72 nobelpristagere enige om den, hvilket i sig selv nok må siges at tale meget kraftigt for definitionen.

2.2 Den naturvidenskabelige metode

I det foregående så vi, at videnskabelig viden ofte er baseret på evidens frem for håndfaste beviser. Her skal det dog siges, at ren matematik og andre logiske videnskaber adskiller sig herfra. På grund af at den videnskabelige viden er baseret på evidens, vil der være en hvis form for fejlbarlighed forbundet med de forskellige teorier. Netop dette sikrer at en teori altid kan tages op til revision og ændres, hvis der er behov herfor. Vi står altså med en masse videnskabelig viden i dag, som giver os et billede af den verden, vi lever i, uden at vi kan være sikre på, at det er det rigtige billede. Det kunne sagtens tænkes, at der i morgen opstilles en teori, som vil ændre hele vores opfattelse af verden. Det vil naturligvis ikke være særligt sandsynligt, men ikke utænkeligt.

Hvis den viden, vi opnår om vores verden, altid vil være fejlbarlig, hvordan kan vi så overhovedet opnå sikker og håndfast viden? Det er det store spørgsmål som skal besvares. Der findes videnskabsmænd, der hævder, at det er umuligt at opnå sikker viden om naturen, men dette er dog en anelse for pessimistisk, og faktisk viser det sig også, at deres udtalelser er af filosofisk natur og ikke begrundet i naturvidenskab. Det er klart, at ser vi på videnskaben med filosofiske øjne, vil vi aldrig kunne opnå sikker viden og nå frem til sandheden, men der findes faktisk videnskabelige metoder, som sikrer os, at vi i sidste ende når frem til sandheden. Inden for naturvidenskab

har vi den naturvidenskabelige metode, som er en proces alle teorier bliver underlagt. Metoden skal udelukke overtro og fejlagtige teorier, og går i sin enkelthed ud på, at sikker viden opnås gennem observationer og eksperimenter. Den kaldes derfor også for den eksperimentelle arbejdsmetode. Hvis man uafhængigt af hinanden kan komme frem til de samme resultater igen og igen, siger metoden, at så er det sikker viden, man har opnået. Hvis man f.eks. finder, at bly smelter, når det har en temperatur på 327 °C, og at det altid sker ved samme temperatur, så er det sikker viden! Og det er selvfølgelig ligegyldigt hvem der opvarmer blyet, og hvornår det opvarmes.

Metoden blev grundlagt i den sene middelalder, hvor fremtrædende videnskabsmænd, hovedsageligt medlemmerne af "The Royal Society" i England, var med til at definere dens principper. Men faktisk havde den sit udspring en del år før stiftelsen af "The Royal Society", idet Jens Martin Knudsen (1930–2005), en velanset dansk planetforsker (Marsmanden), hævdede, at metoden tog sin begyndelse med Tycho Brahes opdagelse af en supernova d. 11. november 1572. Opdagelsen, mente Jens Martin Knudsen, blev startskuddet til den naturvidenskabelige metode, idet Tycho Brahe netop foretog omhyggelige systematiske målinger, som er en af grundstenene i metoden. Jens Martin Knudsens forhold til det at søge efter sandheden var iøvrigt båret af en dyb respekt for den naturvidenskabelige metode, der gennem en kombination af teori og eksperiment, giver os en dyb indsigt i naturen. Jens Martin Knudsens holdning til naturvidenskab var dybt forbundet med den naturvidenskabelige metode, hvilket følgende citat af ham understreger:

Hvis noget opfattes som den absolutte sandhed, er det ikke videnskab. Hvis noget er videnskab, er det ikke den absolutte sandhed.

Der er to principper i den naturvidenskabelige metode. Det ene kaldes det induktive princip, hvor man ud fra observationer og eksperimenter opstiller teorier. Et eksempel kunne være observation af svaner. Hver eneste gang vi ser nogle svaner, er de hvide, hvilket giver anledning til at konkludere, at "alle svaner er hvide". Vi kan naturligvis ikke bevise en sådan teori, men alle vores observationer tyder på, at den er rigtig. Og så længe vi forholder os objektive og logiske, kan vi sikre os, at vi ikke bliver narret. Det er klart, at det induktive princip bygger på teoriernes evidens. Objektivitet og logik er et absolut nødvendigt kriterium.



Det induktive princip

Det induktive princip synes i første omgang at være et fornuftigt kriterium på videnskabelighed, men er desværre ikke helt nok. Videnskab er mere end det. Havde vi

kun dette kriterium, ville vi ganske vist nok kunne opnå viden, men vi er ikke på nogen måde garanteret at denne viden er sikker viden. Vores svaneeksempel ovenfor er et ganske udemærket eksempel på, at det induktive princip ikke er nok i sig selv. Det forholder sig nemlig imidlertid sådan, at der i New Zealand findes en svaneart, der er sorte. Påstanden om at “alle svaner er hvide”, er altså forkert, selv om den opfylder kriteriet ovenfor, og vi bliver nødt til enten at forkaste teorien eller at modificere den. Vi kunne i stedet forsøge os med “alle svaner er enten hvide eller sorte”, og indtil denne modificerede teori en dag viser sig at være forkert, vil den være den rigtige. Vi har brug for et kriterium, der sætter os i stand til at skelne mellem videnskabelige og uvidenskabelige påstande, og som kan sikre os, at vi opnår sikker viden. I afsnit 2.1 så vi, at vil man sikre sig, at man opnår videnskabelig viden, må man sørge for at arbejde videnskabeligt, dvs. sørge for at den viden man opnår, opfylder de fire krav: (i) offentlighed, (ii) fejlbarlighed, (iii) korrigerbarhed og (iv) testbarhed. Videnskabelige teorier er altså teorier, der kan testes eksperimentelt/observationelt. Hvis det viser sig, at en teori er forkert, siger man at den er blevet falsificeret, og den er derfor ikke længere gyldig. Herefter kan den enten erstattes af en ny og bedre teori, eller man kan forsøge at korrigere den, således at den igen er gyldig. Proceduren starter så forfra, hvor man igen forsøger at falsificere, men denne gang den modificerede teori. På denne måde kan man opnå sikker viden, der er viden, som ikke kan falsificeres, eller som endnu ikke er blevet det.

Princippet i metoden ovenfor kaldes det deduktive princip, og er sammen med det induktive princip kernen i den naturvidenskabelige metode. De to principper kan tilsammen sikre, at man opnår gyldige og rigtige teorier om den verden, vi lever i. Metoden



Det deduktive princip

sikrer ikke, at man opnår den rigtige teori i første omgang. Efter at en ny teori er blevet offentliggjort, er det op til det videnskabelige samfund at teste teorien. Lykkes det ikke at designe et eksperiment, som kan falsificere teorien, bliver den internationalt anerkendt som en sikker teori, og anses derefter for at være rigtig. Eksperimenter spiller en yderst vigtig rolle i denne falsifikationsproces, og det er derfor vigtigt at sørge for at disse udføres korrekt, således at deres resultater er objektive og pålidelige. Et eksperiment må ikke afhænge af den person der udfører det, dvs. hvis et resultat ikke kan reproduceres, har det ingen videnskabelig værdi, og kan derfor ikke bruges. Sand viden sikres kun af omhyggeligt udførte eksperimenter, som alle kan gentages med samme resultater hver gang.