

# Vitenskapsteori – et møte med vitenskapsteoretikeren

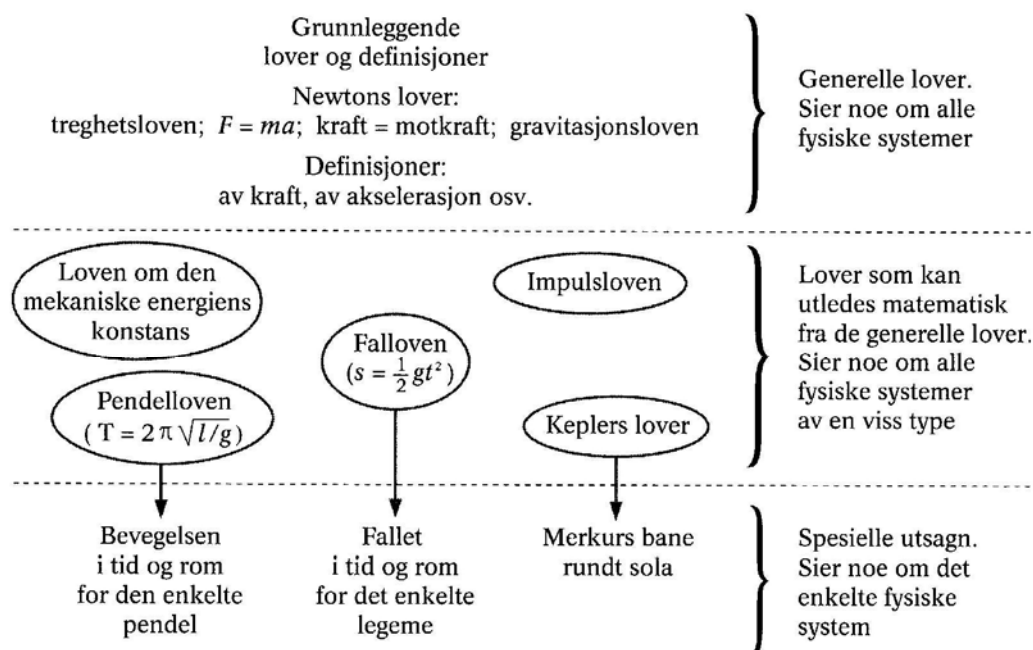
Naturfagsenteret har med tillatelse av forfatterne, Odd Wormnæss og Arnt Inge Vistne, av boken "Kan vi stole på vitenskapen" (1994. J.W. Cappelens Forlag AS, ISBN 82-02-13436-6) tilrettelagt del 3, "Klassens møte med vitenskapsteoretikeren (s.74- 90) i boken for anvendelse i Teknologi og forskningslære.

## Hva går vitenskapsteori ut på?

Vitenskapsteori er studiet av vitenskap. Vi forsøker å svare på spørsmål som: Hva er vitenskap? Hva er vitenskapelige metoder? Hva er karakteristisk for vitenskapelige tenkemåter? Hvordan utvikler vitenskapen seg? Hva er det som kjennetegner vellykkete teorier? Kan vi bruke de samme metodene i naturvitenskaper, samfunnsfag, kulturfag osv., eller må de forskjellige fagene utvikle særegne metoder? Så studerer man forholdet mellom vitenskap og samfunn, vitenskap og politikk, vitenskap og etikk. Vitenskapsteori kan deles inn i blant annet vitenskapsfilosofi, vitenskaps sosiologi og vitenskapsetikk. De som skal studere ved et universitet eller en høyskole i Norge, må lære noe vitenskapsteori.

## Hva menes med teorier, og hvordan bevise og motbevise dem

Ordet teori brukes på mange måter. Det skriver seg fra det greske ordet *theoria*, som betyr 'betraktning'. Men det er gjerne ikke det vi mener når vi bruker ordet i naturfagene. Der sier vi at mekanikken, varmelæren, elektromagnetismen, kvanteteorien, relativitetsteorien, utviklingslæren osv. er teorier. Da står ordet teori for *kunnskap som er ordnet i en viss struktur*. Newtons mekanikk er en teori som kan skisseres slik:



Av Newtons lover, gravitasjonsloven og noe til kan vi ved hjelp av matematikk utlede en rekke lover i mekanikken. Populært blir det noen ganger sagt at det eneste vi trenger å kunne, er Newtons lover og matematikk — resten går av seg selv. Vi kan for eksempel utlede pendelloven matematisk fra Newtons lover sammen med uttrykk for de kreftene som virker i et «pendelsystem». Hvis vi så har en pendel foran oss i elevøvelsen, kan vi sette inn tall for lengden av pendelen og for kraften som virker på den i dette tilfellet. Dermed kan vi angi hvor pendelkula kommer til å befinne seg til enhver tid, hvis vi ser bort fra friksjon. Slik går vi veien fra de generelle lovene (som gjelder for alle fysiske systemer), via pendelloven (som gjelder for alle pendler) til én bestemt pendel (den pendelen vi bruker i elevøvelsen). På tilsvarende måte kan vi utlede matematisk Keplers lover for hvordan ethvert legeme i et solsystem beveger seg under påvirkning av de kreftene som virker i systemet. Når vi setter inn de riktige tallene for jorda i Keplers likninger, får vi hvordan jorda beveger seg, og hvor den befinner seg i tid og rom framover og bakover i tiden. Setter vi inn tallene for Merkur, så får vi hvordan den beveger seg, og hvor den befinner seg osv.

Tilsvarende er det for de andre teoriene i fysikken.

Mange av teoriene i fysikken griper over i hverandre. Vi snakker for eksempel om kraft og energi i alle teoriene. Og energiloven gjelder i samtlige. Likevel er det ofte lurt å skille teoriene fra hverandre, slik det blir gjort i lærebøkene dere bruker.

I andre naturfag er kunnskapene gjerne ikke matematisk forbundet på samme måte som i fysikken. Darwins utviklingsteori er for eksempel ikke så klart organisert med visse grunnleggende lover som andre lover deduseres matematisk fra. Likevel synes vi at den utgjør en så enhetlig tankebygning at vi kaller den en teori.

I samfunnsfag, psykologi, økonomi, historie, juss og mange andre fag er teoriene enda løsere bygd opp. Men likevel snakker vi om teorier her også.

Det er ikke mulig å bevise en vitenskapelig teori, den kan bare motbevises. Vi kan iaktta fenomener og gjøre forsøk for å se om resultatene stemmer med teorien eller ikke. Hvis vi for eksempel fant rester av mennesker fra en tid da det ellers bare var krypdyr på jorda, ville dagens teori om utvikling falle, og et eneste slikt funn ville være nok til at teorien ikke holdt mål. Det foreligger imidlertid ingen slike funn. I de tilfellene avisene er kommet med slike nyheter, har det hittil alltid vist seg å være fusk. Derimot er det gjort uendelig mange funn og uendelig mange forsøk som vi bare kan forklare ved at alt levende er i slekt og har en felles opprinnelse. *Teorien om at det har foregått en evolusjon, er derfor ikke en teori i den populære oppfatningen av ordet (at noe er mulig), men en sammenfatning av en enorm mengde kunnskap på mange ulike felter. Ikke noe i denne kunnskapen er uforenlig med teorien.*

La oss se litt nærmere på hva som kan bevises og motbevises.

Da er det lurt først å skille mellom matematikk og naturfag. Matematikk er *formalvitenskap*. Det vil si at matematikken først og fremst handler om de logiske forbindelsene mellom matematiske utsagn, ikke om fysiske, sansbare ting. Naturfag, derimot, er såkalt *realvitenskap* eller *empirisk vitenskap*. De sier først og fremst noe om sansbare ting i den fysiske verden (men bruker matematikk i denne forbindelse).

I *matematikk* har vi med teser som kan bevises og motbevises å gjøre. Vi kan for eksempel *bevise* den pytagoreiske læresetningen, og vi kan *motbevise* at summen av vinklene i en trekant er 90 grader. Hvis vi godtar aksiomene og slutningsreglene, så må vi godta eller forkaste setningene, samme hvordan naturen er.

I *naturfag* er det annerledes. Her har vi med utsagn om empiriske forhold i den fysiske natur å gjøre. Slike utsagn kan vi ikke *logisk* bevise eller motbevise. Før jeg sier noe mer om det, vil jeg minne om to ting angående det å *bevise*. Det første er at påstander om direkte sansbare forhold kan testes ved

direkte observasjon, men at dette er et empirisk, ikke et *logisk* bevis for påstanden. Det andre er at påstander om indirekte sansbare forhold selvsagt verken kan bevises ved direkte observasjon eller ved logisk induksjon eller deduksjon. Det samme gjelder hele teorier, for eksempel teoriene til Newton, Einstein og Darwin. Vi kan aldri bevise at alt det en teori påstår, stemmer.

Når det gjelder å *motbevise*, så er situasjonen annerledes. Hvis jeg observerer én eneste svart eller farget svane, så har jeg motbevist loven om at alle svaner er hvite. Og hvis jeg observerer at jorda ikke beveger seg slik den «skal» ifølge Newtons teori, så må teorien anses motbevist. Og hvis jeg observerer noe som er i strid med Darwins teori, så må teorien forkastes. Dette skulle vise at det i en viss forstand er lettere å motbevise enn å bevise.

Vi kan illustrere problemet ved hjelp av en elevøvelse – for eksempel å måle svingetiden for en pendel. Her har vi likningen:

$$T = 2\pi \sqrt{l/g}$$

Ved hjelp av den kan vi regne ut eksakt hva  $T$  skal være for den pendelen med lengde  $l$  som du bruker i elevøvelsen. Når du gjør øvelsen, er ett av to mulig: Enten måler du akkurat den teoretisk beregnede svingetiden, eller du måler en tid som avviker fra den. Hvis du måler akkurat det resultat likningen gir, så er det selvsagt ikke noe bevis for at pendelloven er riktig, og absolutt ikke noe bevis for at hele Newtons fysikk er riktig. Du har bare påvist at ett eller i høyden noen få tilfeller stemmer med pendelloven. Og hvis du måler noe som *ikke* stemmer med likningen (og det er det helt normale), så beviser dette selvsagt verken at loven er gal, eller at Newtons teori er gal. Du tror vel snarere at du har regnet feil, at du har målt lengden av pendelen litt unøyaktig, at du ikke har regnet med luftmotstand og friksjon, at klokken er litt gal, at tidtakingen din er litt upresis osv. Du antar kort sagt at du ikke har eliminert alle feilkildene. Du oppfatter altså *ikke* observasjonen din som et motbevis -verken av loven eller av teorien.

Dette er riktignok en elevøvelse - altså nettopp en *øvelse*, ikke en virkelig test av loven eller teorien. Men situasjonen er likevel på mange måter den samme for toppforskere når de tester lover og teorier. De observerer enten akkurat det teoretisk forutsagte, eller noe som er i strid med forutsigelsen. Dette siste tar de ikke uten videre som et bevis for at loven eller teorien er gal. Det kan eksempelvis være noe som forstyrrer målingen, og som de ikke har fått kontroll over, eller de kan ha regnet feil osv. Fysikere i forrige århundre gjorde mange målinger som var i strid med Newtons fysikk, men de kunne ikke være sikre på at uoverensstemmelsene virkelig var mottilfeller. De forkastet da heller ikke Newton. De trodde snarere at de ikke hadde tatt hensyn til alle effekter som gjorde seg gjeldende under målingene. Først lenge etter at Einstein kom med relativitetsteorien i 1905 - og dermed forklarte uoverensstemmelsene - ble målingene oppfattet som mottilfeller til Newton.

I noen biologibøker blir det sagt at evolusjonsteorien kan motbevises - for eksempel hvis vi finner rester av mennesker fra en tid da det ellers bare var krypdyr på jorda. Dette forutsetter imidlertid at vi ved et gitt funn kan være helt sikre på at funnet virkelig er naturlig etterlatte rester av mennesker, at dateringene er riktige, at ingen har gjort noe galt eller jukset med noe. Det kunne forskere nok i visse tilfeller føle seg meget sikker på. Men det er mange feilkilder, og det har faktisk vært fusket flere ganger som vi vet om. Ett tilfelle er den såkalte Piltdownmannen. Og i biologibøker står det jo også at hittil har de mottilfellene avisene har kommet med, vist seg å være fusk. Så vi må være meget kritiske før vi godtar at noe er et mottilfelle.

Vi kan altså ikke logisk bevise eller motbevise lover og teorier. Men hva med det vi direkte sanser?

Visse observasjoner av egenskaper som kan sanses direkte, vil nok bli ansett som meget sikre. Det samme gjelder intersubjektive påstander ( blir forklart i neste avsnitt) om for eksempel form,

utstrekning, antall, bevegelse, lengde, vekt, tidsrom osv., særlig når observasjonene foregår under kontrollerte betingelser.

Men sansene kan bedra oss. Vi *ser* for eksempel at en hel åre som er stukket ned i vann, er brukket. Vi *ser* at sola beveger seg over himmelen i løpet av dagen. Vi *ser* at et menneske som går fra oss, blir mindre og mindre. Vi *ser* at snøen kommer fra et punkt foran bilen når vi kjører bil i snødrev. Dette sanser vi jo, selv om det ikke stemmer. Hvis noen sier at de har observert en ufo, så er det på sin plass å spørre: Hva er det de egentlig har observert? Visse lysfenomener? Noe materielt? Vi bør være både kritiske og skeptiske selv om observasjonene blir gjort av kompetente forskere, uten at dette er å mistro forskernes *hederlighet*.

Det oppstår andre og spesielle problemer når vi observerer for eksempel menneskers handlinger, skjønneten i et kunstverk eller et landskap.

### **Intersubjektivitet, prøvbarhet, kontrollerbarhet og gjentakbarhet**

Intersubjektivitet er et begrep som brukes i naturvitenskapelig sammenheng. Selve ordet *inter* betyr mellom (jf. *interrail*), men det er vanskelig å definere kort og presist hva intersubjektivitet går ut på. Det kan være lettere å illustrere det ved bruk av eksempler.

La oss som eksempel ta en gass. Den har en rekke egenskaper: farge, lukt, vekt, molekylvekt, volum, form, temperatur, kjemisk sammensetning, trykk, giftighet, opprinnelse, pris osv. La oss først se på egenskapen *volumet av gassen*. Alle vil vel være enige om hvilken egenskap det er, og alle kan måle volumet på måter som gjør oss enige om resultatet. Volumet er dermed en typisk intersubjektiv egenskap ved gassen. Også *målingen: volumet av gassen er tre liter* er intersubjektiv, idet alle vet hva dette vil si. *Målemetoden* for volumet av gassen er også intersubjektiv, for alle vet hva den går ut på, og kan i prinsippet utføre eller kontrollere målingen.

Når det gjelder egenskapen *lukten av gassen*, så er kanskje alle enige om hvilken egenskap det siktes til, og alle ville vel være enige om at vi må bruke nesen for å fastslå denne egenskapen. Så langt kunne vi kanskje si at dette er en intersubjektiv egenskap. Men hvis jeg sa at gassen lukter vondt, så ville neppe alle være enige i det, og denne egenskapen kan ikke fastslås på samme objektive, tvingende måte som volumet kan. Noen ville kanskje lukte på gassen og synes at den lukter godt, mens andre ville komme fram til at den ikke lukter noe spesielt. Dette er nærmest en estetisk dom. Slik sett er ikke den vonde lukten en intersubjektiv egenskap ved gassen.

Grovt sagt: Et forhold — enten det er egenskaper, metoder, utregninger, tester eller noe annet — som foreligger på en måte som i prinsippet er den samme for enhver kompetent forsker, er intersubjektivt. Det er slike intersubjektive forhold vitenskap er konsentrert om. Slike forhold kan lettere testes, prøves, kontrolleres og gjentas enn «subjektive» forhold kan. Intersubjektivitet er derfor et grunnleggende trekk ved naturvitenskap.

Både kravet om intersubjektivitet og en del andre krav innebærer at vi fester oss ved visse egenskaper ved det som skal utforskes. Når vi utforsker en gass i en elevøvelse, er vi opptatt av intersubjektive egenskaper som trykk, volum og temperatur, egenskaper som inngår i tilstandslikningen, mens andre egenskaper som for eksempel lukt, pris og giftighet, ikke blir undersøkt. Slik er det alltid: Når vi studerer noe vitenskapelig, så fester vi oss ved visse egenskaper som vi finner relevante og interessante, mens vi overser andre. Vitenskapen tegner altså i en viss forstand et forenklet bilde av det som utforskes. Noen vil kanskje til og med si at vitenskapen forflater naturen.

Det kan innvendes at det ett eneste menneske sier at det sanser, kan da være riktig selv om det ikke er intersubjektivt eller ikke kan testes. Hva med at en bygdeoriginal på Toten for hundre år siden sanset noe som forskere ikke kunne måle, og derfor avviste som subjektiv overtro, mens det faktisk var radioaktiv stråling. Eller hva med for eksempel jordstråler og akupunkturerenergi? Finnes det?

Et klokt vitenskapelig svar på slike spørsmål vil være : *Det er mulig at det de som tror på jordstråling snakker om, finnes, men dette er (ennå) ikke vitenskapelig påvist, eller at målingene som er gjort (til nå) neppe holder vitenskapelig mål; de er ikke kritisk nok utført.*

**Det kan stilles mange oppklarende spørsmål om vitenskap og hva som karakteriserer vitenskap. Vi inkluderer i det påfølgende slike spørsmål og hvordan en vitenskapsteoretiker ville kunne svare på spørsmålene.**

### **Om årsaker og virkninger**

*Spørsmål:*

*Jeg vil gjerne tilbake til hva vi kan bevise og ikke bevise, som er nevnt i teksten over. Kan vi ikke bevise at noe er årsaken til noe annet heller? Er ikke for eksempel tyngdekraften årsaken til at en stein faller, og at vannet renner nedover? Er ikke lynet årsaken til tordenen, og virus årsaken til at vi blir sjuke? Sier ikke den universelle gravitasjonsloven at massen av et legeme er årsaken til gravitasjonskraften?*

Svar:

Du tar opp et meget vanskelig filosofisk tema som jeg kvier meg litt for å gå inn på. La meg si det slik:

Vi *snakker* selvsagt slik du nettopp gjorde. Vi sier for eksempel at lyn er årsaken til torden osv. Det vi mener da, er vel at hver gang det lyner, så tordner det, og at vi ikke får torden uten at det lyner. Og vi forestiller oss at lynet setter luft i bevegelse og danner trykkbølger som brer seg i lufta og setter trommehinnene i bevegelse, og at dette i sin tur fører til at vi hører det vi kaller torden. Tilsvarende forestiller vi oss at virus er årsak til sykdom, at tyngdekraften er årsaken til at ting faller og vannet renner nedover, som du sa.

Tenker vi nærmere gjennom dette, innser vi at det ikke er så enkelt. For det første innser vi at vi ikke kan observere årsaker. Vi observerer bare at noe, som vi *kaller* årsaken, følges av noe annet som vi *kaller* virkningen. For det annet er det gjerne ikke en eneste årsak, men et helt årsakskompleks som må til for at en virkning skal inntreffe. For at lyn skal gi torden, må det luft til, og for at virus skal gi sykdom, må mange betingelser være oppfylt.

Det er mye ukritisk tenkning i forbindelse med årsaker. Så fort det for eksempel forekommer sykdom i nærheten av kraftledninger, tror folk at det er ledningene som er årsaken. Men her er det grunn til å tenke kritisk. At mennesker som bor i nærheten av kraftledninger, blir sjuke, beviser ikke at kraftledningene er årsaken. For det første kan sykdommene skyldes noe helt annet enn kraftledningene. For det annet kan vi i høyden si at det foreligger en samvariasjon mellom sykdom og kraftledninger - og ikke et årsaksforhold. Det er galt å slutte fra samvariasjon mellom to forhold at det ene forholdet er direkte årsak til det annet.

### **Om vitenskap, sikkerhet og tro**

*Spørsmål:*

*Noen sier at i vitenskap må man ikke tro, men være sikker. Men forskere kan jo ikke bevise noe sikkert, og da må de vel tro?*

Svar:

Hvis du med å tro mener å være så sikker at du er villig til å handle på grunnlag av det, så er det klart at forskere tror. De er nødt til å tro på egne sanser, på andres resultater, på apparatur, på metoder, på utregninger osv.

*Spørsmål:*

*Ja, men da tror jo vitenskapsfolk også, da! Hva er da forskjellen på vitenskapelig tro, vanlig overtro og religiøs tro? Alle er jo så sikre på sitt at de er villige til å handle på grunnlag av det.*

Svar:

Forskjellen består blant annet i hva slags typer av fenomener vi tror på, og hvordan vi begrunner troen vår. Vitenskapelig tro gjelder først og fremst fenomener av empirisk art som er vitenskapelig testet og begrunnet. Religiøs tro gjelder overnaturlige fenomener av religiøs art, som er begrunnet ved å henvise til Bibelen, til Guds ord. Overtro kan vi si er tro på noe som ikke er begrunnet, verken vitenskapelig eller religiøst.

*Spørsmål:*

*Hva sier vitenskapen om det vi leser i Bibelen om skapelsen, menneskets avstamning, undrene osv.?*

Svar:

Det er vanskelig å svare generelt. Skapelsesberetningen, forstått bokstavelig, må sies å være i strid med vitenskapelig kunnskap. Men som dere har vært inne på, kan jo beretningen tolkes som en fortelling som egentlig søker å formidle noe helt annet enn selve innholdet i fortellingen. Vi kan oppfatte fortellingen som et «bilde» på noe annet - et bilde som er tilpasset menneskenes fatteevne den gang det ble nedtegnet. Da trenger ikke skapelsesberetningen å være i strid med vitenskapelig kunnskap. Når det gjelder undrene - for eksempel at Jesus gikk på vannet, og at han gjorde døde mennesker levende igjen - så er de også klart i strid med vitenskapelig kunnskap.

Men vitenskapsfolk oppfatter dem gjerne ikke som mottilfeller til vitenskapelige teorier. Beretningen om at Jesus gikk på vannet, fører ikke til at man forkaster Arkimedes' lov. Vitenskapsfolk godtar den vel ikke som en vitenskapelig observasjon, gjort av kritiske observatører og formidlet av vitenskapelig trenete personer.

Når det gjelder påståtte undere i senere tid, så vil vel mange si at de enten ikke er bekreftet, eller at de er blitt avslørt som svindel. Slike observasjoner anses heller ikke som vitenskapelig sett gode nok, og fører ikke til at vitenskapelige teorier forkastes.

### **Om ærlighet og uærlighet i forskning**

*Spørsmål:*

*I kapitlet om vitenskapelig metode ble vitenskapelig innstilling beskrevet med en samling honnørord. Er forskere så prektige? Er det ingen som jukser i vitenskap?*

Svar:

Å jo da. Det har forekommet, og det forekommer fusk i vitenskap. Et historisk velkjent eksempel er den såkalte Piltdown-saken, som jeg så vidt har nevnt. Det dreide seg om rester av et kranium

som en mann påstod at han hadde funnet i Piltdown i Sussex i 1908, og som hadde trekk både av ape og menneske. Senere ble det gravd fram flere fragmenter. Hele funnet ble presentert som *the missing link* mellom ape og menneske, som forskere var på intens jakt etter i en tid da evolusjonsteorien stod langt svakere enn den gjør nå. I om lag 40 år spilte Piltdown-funnet denne rollen. Men tidlig i 1950-årene ble det ved nye metoder for aldersbestemmelser fastslått at funnet var hjerneskallen fra et moderne menneske og kjeven fra en orangutang. Alt var bearbeidet og plassert slik at det skulle se så gammelt ut som det ble hevdet å være. Det er ikke oppklart hvem som gjorde dette, og det er selvsagt ikke sikkert at det var en forsker.

Noe annet er at forfalskningen var så dårlig utført at det er rart at den ikke ble avslørt tidligere. Som forklaring på dette har det vært nevnt at engelske forskere kanskje ønsket å konkurrere med mange franske funn av tilsvarende fossiler, og at de derfor bevisst eller ubevisst overså forfalskningen.

En liknende sak dukket opp i 1989, da en anerkjent forsker ble beskyldt for å ha fraktet fossiler fra ulike steder og plassert dem i Himalaya. Artikler han skrev om alt dette, ble trodd av andre forskere, som i *sine* artikler siterte og bygde på resultatene. Denne forskeren har forsvart seg. Jeg kjenner ikke hvordan saken står nå.

*Spørsmål:*

*Jeg har lest at også nobelprisvinnere har fusket.*

Svar:

Ja da, det sies at noen av dem har trikset med data. Men det er glidende overganger mellom fusk, triksing og det å utelate for eksempel åpenbart irrelevante målinger.

Likevel er ærlighet og åpenhet det helt *dominerende* i vitenskap. Det er meget gode grunner til å stole på det vi leser i artikler som er publisert i anerkjente tidsskrifter. Jeg skal nevne noen grunner til det.

For det første straffes fusk ganske strengt i vitenskap. Hvis noen fusker til eksamen, blir det utvisning, og hvis det fuskes i forskning, blir avhandlingen eller artikkelen underkjent, og man får kanskje ikke publisert noe i framtida heller. Fusk vekker gjerne stort oppstyr og er meget ødeleggende for karrieren til den som har prøvd seg. For det annet er det vanskelig å fuske i og med at forskning gjerne foregår og blir diskutert i et faglig miljø, slik at juks, slurv og feilkilder elimineres. For det tredje vurderes enhver vitenskapelig avhandling eller artikkel av en kommisjon eller redaksjon av meget kritiske fagfolk som ikke godtar fusk.

Men la meg nevne at det finnes visstnok også tilfeller der den som har *avslørt* fusk ved et institutt, har fått svi. Det kan skyldes at det er stor konkurranse mellom institutter verden over om å ligge langt framme (for å få bevilgninger). Så blir man lett mer opptatt av å være først enn av å være ærlig og kritisk.

Det er forresten noe som ligger meg på hjertet i denne forbindelse, og det er et forhold jeg mener *ikke* legger opp til utvikling av ærlighet i vitenskap. Jeg tenker på at du kanskje ikke får godkjent en elevøvelse hvis du er ærlig og rapporterer svært gale resultater som du virkelig *har* observert, mens du får øvelsen godkjent hvis du trikser litt. Det er ikke bra.

**Om vitenskapens åpenhet og lukkethet**

*Spørsmål:*

*Vitenskapelig innstilling er beskrevet å innebære blant annet å være åpen for kritikk og villig til å diskutere. Da må jeg si at mange forskere mangler vitenskapelig innstilling - de avviser jo ofte både kritikk og nye ideer.*

Svar:

La meg først si at kravet først og fremst gjelder forskere imellom. At en forsker ikke vil diskutere med kolleger eller ta hensyn til faglig kritikk, er klart i strid med vitenskapelig innstilling. Men at en forsker ikke er villig til å *diskutere* et vitenskapelig problem med legfolk, har vel mer med tid og høflighet å gjøre. Forskere er som folk flest - noen har god og andre dårlig tid, noen er velvillige og andre er uhøflige, noen er tålmodige og andre bryske. Men jeg kan si litt om hvorfor jeg tror forskere kan være avvisende.

Noe som lett kan få det til å skjære seg, er at legfolk hevder påstander, forklaringer, hypoteser osv. som strider kontant mot vitenskapelig kunnskap, uten at de tar hensyn til det eller kjenner til den vitenskapelige kunnskapen. Tenk for eksempel på tredelingen av vinkelen. Det er *bevist* at det ikke kan gjøres med passer og linjal, og enhver matematiker vet selvsagt det. Likevel kommer det stadig inn nye forslag til tredelinger. Noen matematikere er da kanskje fortsatt vennlige og tålmodige, mens andre har fått litt kort lunte.

På liknende måter har det seg med naturfag. Også her dreier det seg om vitenskapelig godt testete kunnskaper. Hvis noen kommer med noe som står i strid med slik kunnskap, blir de kanskje avvist. Ta som eksempel sjukdom i forbindelse med kraftledninger. En forsker vet kanskje hvor grundige undersøkelser som har vært gjort, og som må gjøres, og hvor mange feilkilder som må elimineres i slike tilfeller. Da kan det være vanskelig å være tålmodig når forskere får høre ukritiske og bastante oppfatninger om slikt. En som holder fast på en hypotese uten å ta stilling til de vitenskapelige undersøkelsene som taler imot den, må regne med å bli avvist. Han eller hun må kunne påvise svakheter ved testresultatene eller vise til gode observasjoner. Og svært ofte er observasjoner som legfolk henviser til, ikke tilfredsstillende, enten de gjelder ønskekviser, jordstråling, ufoer, nær-døden-opplevelser eller andre ting. Noen forskere synes kanskje at det er grenser for hvor mange ønskekvistjengere de skal måtte høre på.

En annen grunn til at vitenskapsfolk kan virke avvisende, kan være at de holder på med sine ting på spesielle områder. En forsker kan for eksempel være intenst opptatt av å undersøke om visse tilsetningsstoffer i maten er kreftframkallende. Så blir hun konfrontert med en hypotese om at høyspentledninger er kreftframkallende. Da kan det hende at hun verken har tid, kunnskaper eller økonomi til å undersøke om kraftledninger fører til kreft.

Men jeg vil gjerne understreke at mange forskere som har opptrådt avvisende, i ettertid er blitt sittende med skjegget i postkassa. Mange toppforskere har avvist nye teorier som senere har vist seg å være epokegjørende. Dette gjelder relativitetsteorien, kvanteteorien og mange andre tilfeller.

**«Vitenskapen er også begrenset»**

*Spørsmål:*

*Vitenskap virker så begrenset. Den utelukker så mye -fantasi, mystikk, etikk, følelser, verdier.*

Svar:

Det overrasker meg å høre det. Men ok, jeg kan for så vidt være enig i at vitenskapen er begrenset. Likevel må jeg si: *både og!* Vitenskap er *både* begrenset *og* ubegrenset. At den er ubegrenset, kan jeg begrunne med å minne om at den har utvidet våre kunnskaper i sterk grad. Og det er ikke noe i



vitenskapen selv som hindrer den i å fortsette med det.

Likevel er det noe riktig i det du sier om at vitenskapen er begrenset. Vitenskap innebærer at forskere konsentrerer seg om visse sider og ser bort fra andre sider ved det som utforskes, slik jeg var inne på for litt siden. Forskeren konsentrerer seg som nevnt om det som er objektivt, intersubjektivt, målbart osv, kort sagt om det som er tilgjengelig for vitenskapelig testing, og som passer med vitenskapens begreper, lover, språk, problemstillinger, metoder osv.

Ja, jeg er enig i at vitenskap begrenser seg, som du sier.

På den annen side er jeg helt uenig i at vitenskap ikke krever fantasi! Jeg vil si at forskere kan (og må) vise en aldeles utrolig fantasi - både når det gjelder å gjette og å teste. Men - og det er viktig! - de viser samtidig også en utrolig *disiplin*. Vitenskap stiller store krav både til fantasi og disiplin!

Jeg er delvis, men bare delvis, enig med deg i at vitenskapen utelukker mystikk, følelser og verdier. La meg først si litt om mystikken, og i den forbindelse også litt om ekstasen.

Ordet *mysterier* ble i oldtiden brukt om en person som hadde en intens opplevelse av (sann) innsikt. Mystikk og ekstase har spilt en viktig rolle både i filosofi og religion siden oldtiden. Ordet *ekstase* kommer av det greske *ekstasis*, som betyr å stå ut fra, være utenfor seg selv. Johannes' åpenbaring og mange tekster av kirkefedre og filosofer er basert på ekstatiske tilstander.

Virkeligheten erkjennes til dels helt annerledes i ekstatiske enn i naturlig tilstand. Den hedenske mystiker Plotin (204-270) beretter for eksempel ekstatiske om at virkeligheten er en evig strømmende åndsenergi, uten grense, skikkelse eller legeme, og at det skjer en utstråling av eksistens, først som tanker som kan tenkes og skues, så som sjelen. Han beretter om at det er mange sjelsnivåer. Øverst står verdenssjelen, nederst det enkelte menneskes sjel. Sjelen er avgrenset fra et mørke, som er materien. Materien formes av sjelene som går ned i den. Materien er grensene for strømmende åndsenergi. Andre mystikere forteller ekstatiske om at de har vært ett med Gud, og dermed nådd den høyeste lykke og salighet. Kirkefaderen Augustin (354-430) beretter for eksempel om at han greide å overskride legemets, sanseerfaringens og fornuftens grenser, og at han «i et blink av skjelvende visjon nådde det som er». Han snakker om gysen og gløden, om Guds vesen, om samvær med Gud. Ekstatiske visjoner dreier seg, mildt sagt, ikke om intersubjektive og testbare observasjoner, påstander og begrunnelser. Vitenskap har derfor ikke vist tilbøyelighet til å anse ekstase som den rette erkjennelsestilstand.

Mange mystikere hevder at det er i ekstasen at de erkjenner virkeligheten slik den er. Men når de er ute av ekstasen, har de vanskelig for å formidle innsiktene sine på forståelige måter til andre. Mystikere har imidlertid vist oss at det finnes noe som den menneskelige bevissthet ikke uten videre kan erkjenne.

Men vitenskapsfolk kan godt kombinere vitenskapelighet med sans både for det mystiske, det forunderlige og det ubegripelige i tilværelsen. Newton er karakterisert som en stor mystiker, og han har skrevet svært mye spekulativt. Men sannelig kunne han være vitenskapelig nok også.

Når det gjelder vitenskapens forhold til følelser og verdier, vil jeg si: Det hevdes ofte — også av vitenskapsfolk — at «vitenskap har ikke noe med følelser å gjøre», og at «vitenskap er verdifri». Men dette er de fleste vitenskapsteoretikere ikke enige i. Vi er alle styrt av følelser og verdier, også i vitenskapelig praksis. Men igjen er det slik at hvis du skal drive vitenskap, så må du ikke la følelser og

verdier påvirke observasjoner, metoder, utregninger osv. på måter som er i strid med vitenskapelige metoder.

Når det gjelder forholdet mellom vitenskap og etikk, kan jeg si noe av det samme som jeg nettopp sa om verdier.

### Vitenskapsteoretikerens oppsummering

- Når vi snakker om *vitenskap*, sikter vi noen ganger til vitenskapelig *kunnskap*, andre ganger til vitenskapelig *virksomhet*.
- Vitenskapelig kunnskap er kunnskap som er prøvet, testet og begrunnet ved hjelp av anerkjente vitenskapelige metoder. Det er kunnskap som bygger på gode observasjoner, metoder og begrunnelser. Gode observasjoner er iakttagelser og undersøkelser som er nøyaktig, kritisk, ærlig, grundig og gjennomtenkt utført. Gode metoder er framgangsmåter som eliminerer flest mulig feil som kan oppstå. Gode begrunnelser er slutninger som fører fram til et riktigst mulig resultat.

Vitenskapelig kunnskap er, populært sagt, ikke sannheter med stor S. Vi vet allerede i dag at mange av fysikkens lover - så som  $F = ma$ , falloven osv. - er gale i betydningen at de ikke stemmer helt med saksforholdene. Vi må regne med at det som er vitenskapelig kunnskap i dag, kan bli forkastet og erstattet med bedre kunnskap i framtiden. Muligens blir for eksempel Darwins utviklingsteori erstattet med en annen teori om noen år. Men foreløpig er neppe noen av de alternativene som er framsatt, bedre enn det vi har.

Det hevdes ofte påstander - for eksempel om jordstråler, tankeoverføring, vidundermedisiner, overnaturlige fenomener - som møter skepsis på vitenskapelig hold. Skepsisen kan skyldes at påstandene ikke er «dokumentert» - det vil si at det ikke finnes observasjoner, tester og begrunnelser som støtter oppfatningene. Hvis det ikke finnes dokumentasjon, så er vitenskapsfolk nærmest forpliktet til å være skeptiske. Eller skepsisen kan skyldes at godt gjennomførte vitenskapelige undersøkelser tyder på at påstandene er gale.

Etiske, estetiske, religiøse og filosofiske oppfatninger kan ikke testes eller begrunnes vitenskapelig ved hjelp av empiriske metoder. De må begrunnes på andre måter. At en forsker er ekspert på ett fagområde, garanterer ikke at man også er ekspert på områder utenfor vitenskapen.

- *Vitenskapelig virksomhet* har mange former. Forskere søker å komme fram til ny vitenskapelig kunnskap og å teste, organisere, systematisere kunnskapen i teorier. Lærere og forfattere søker å formidle kunnskapen. Elever og studenter søker å sette seg inn i kunnskapen.

Vitenskapelig virksomhet krever grundighet, nøyaktighet, ærlighet, åpenhet, kritisk innstilling. Den følger også visse metoder for observasjon, testing, begrunnelser, som har vist seg å føre til vitenskapelig kunnskap. Det er metoder forskere ikke har funnet bedre alternativer til. Det finnes mange vitenskapelige metoder.

*Vitenskap* - enten vi mener kunnskap eller virksomhet - fordeler seg på mange *fag*: matematikk, naturfag, humanistiske fag, religionsfag, historiefag, samfunnsfag, psykologi, medisin med flere.

Noen mener riktignok at ikke alle disse fagene bør kalles vitenskap. Det er med andre ord

uenighet om hvilke fag som fortjener dette navnet. Dette kommer av at vi ikke blir helt enige om hva som kjennetegner vitenskap. Naturvitenskapsfolk hevder ofte at det bare er naturvitenskap som fortjener navnet vitenskap, og at «filosofi og sånt» ikke gjør det. Dette er mange uenige i.

### ***Oppgaver til diskusjon***

1. Skriv opp noen intersubjektive og noen ikke-intersubjektive egenskaper

- a) ved klassekameratene dine
- b) ved klasserommet
- c) ved forholdene du undersøker i noen av elevøvelsene du gjør
- d) ved en blomst

Betyr intersubjektivitet at alle kommer fram til det samme måleresultatet? Begrunn svaret.