

Bibliotekarstudentens nettleksikon om litteratur og medier

Av Helge Ridderstrøm (førsteamanuensis ved OsloMet – storbyuniversitetet)

Sist oppdatert 18.09.20

Dette dokumentets nettadresse (URL) er:

https://www.litteraturogmedieleksikon.no/cm4all/uproc.php/0/vitenskapelig_litteratur.pdf

Vitenskapelig litteratur

(_sjanger, _sakprosa) Litteratur med vitenskapelig innhold, publisert i bøker, tidsskrifter osv. Målet med vitenskapelig litteratur er fordypet erkjennelse og videreutvikling av forskning (mens fagboka derimot har som mål praktisk anvendelse av allerede oppnådd kunnskap) (Kuhlmann 1972 s. 33). Det vitenskapelige preget i denne litteraturen er tydeligst i fagterminologi, matematiske formler, tabeller, samt et høyt antall kildehenvisninger og fotnoter.

Idealet er “metodisk framgangsmåte, systematisk oppdeling, med logisk konsekvens, objektivt og feilfritt argumenterende med fakta, orientert mot saken, saklighet uten utsmykning” (Arnold og Sinemus 1983 s. 328).

Enten det dreier seg om en kort artikkel eller en lang monografi, må vitenskapelige verk oppfylle fire kriterier:

- Forfatteren må kjenne forskningsområdet og forskningsfronten, og vise i det hun skriver at denne kunnskapen er til stede
- Det må argumenteres og helst bevises, og dette gjelder både når arbeidet er empirisk og når det er teoretisk
- Egne resultater må diskuteres i forhold til andres resultater
- Forfatteren må legge premisser for egen og andres videre forskning (Harald Weinrich gjengitt fra Neuhaus og Ruf 2011 s. 54)

Krav til vitenskapelig erkjennelse, og dermed også til litteraturen som uttrykker det vitenskapelige, er intersubjektivitet, entydighet, bekreftelsesmulighet og falsifiserbarhet (Arnold og Sinemus 1983 s. 35).

Idealet for vitenskapelig litteratur er en gjennomsiktig stil (“windowpane style”), et nøkternt og saklig språk (“ikke-retorisk retorikk”) og en upersonlig, jeg-løs framstilling (Niederhauser 1999 s. 107). Det upersonlige gir seg utslag i en “stilus objectivus”, uten essayistikkens refleksjonsglede. “Stilus objectivus” ekskluderer

bl.a. personlig pronomer og polemikk mot andre forskere (Meinel 1997 s. 151). Språket skal være preget av faglighet, eksakthet, éntydighet og korthet. Kravet om korthet, dvs. mye informasjon i en kort tekst, fremmer bruken av illustrasjoner (grafer, skjemaer, fotografier osv.) som rommer mye informasjon. For den faglig innvidde viser slike illustrasjoner tallrike fakta og sammenhenger (Niederhauser 1999 s. 181). Vitenskapelige bøker og andre tekster har som nevnt ofte et vitenskapelig apparat med fotnoter, litteraturliste, appendikser og register slik at leserne skal kunne etterprøve kildene og argumentasjonen (Niederhauser 1999 s. 103).

Noen sjangrer er uløselig knyttet til konkrete aktiviteter innen vitenskapene, andre sjangrer er litt mer løsrevne fra konkrete eksperimenter og undersøkelser.

Genre family	Genre	Overall purpose
Doing science	Experiments:	To instruct someone in how to make or do something
	Practical reports:	To provide a recount of the method undertaken in an experiment, as well as the results and the conclusions
	Investigations:	To investigate a scientific phenomenon by combining aspects of the experiment and practical report genres
Acknowledging scientists	Biographical recounts:	To recount the major events in a famous scientist's life
Describing and organising scientifically	Descriptive reports:	To describe the features of scientific phenomena
	Comparative reports:	To compare the features of two or more examples of a phenomenon
	Compositional reports:	To organise knowledge according to the component parts of a phenomenon (whole/part)
	Classifying reports:	To organise knowledge according to a system of classification (class/subclass)
Explaining events scientifically	Sequential explanations:	To explain a scientific phenomenon by presenting the events producing the phenomenon in chronological order
	Causal explanations:	To explain a scientific phenomenon by presenting the events producing the phenomenon in chronological order with reasons included
	Factorial explanations:	To explain the multiple factors that contribute to a particular phenomenon

	Consequential explanations:	To explain the multiple factors that contribute to a particular phenomenon, whilst focusing on the consequences
	Theoretical explanations:	To define and then illustrate a theoretical principle or law
Arguing and challenging aspects of science	Analytical arguments:	To present arguments on an issue in order to persuade the reader/listener to agree with a particular point of view
	Hortatory arguments:	To persuade the reader/listener to take some action
	Discussion:	To present the case for more than one point of view about an issue
	Challenge:	To challenge an established point(s) of view

(David Didau i <http://www.slideshare.net/didau/genres-in-geography-history-and-science>; lesedato 13.04.18)

Idealer for naturvitenskapelig arbeid er tids- og stedsuavhengighet, verdifrihet, gjentagbarhet og sikkerhet. Likevel er forskning i høy grad verdiladet, med en ideologisk dimensjon f.eks. knyttet til hva det forskes på og hva det ikke forskes på.

Vitenskapens idealer	Vitenskapens motsats
Upersonlig, ikke-involvering og avstand som et ideal	Personlig engasjement, nærhet, involvering som et ideal
Kald og ufølsom	Varm og følsom
Verdifri, nøytral, objektiv	Verdiladet, subjektiv
Skiller mellom ego og den ytre verden	Egen person som uatskillelig del av verden
Verden oppfattes som forståelig og rasjonell	Verden oppfattes som irrasjonell, full av mysterier, uforståelig og utilgjengelig
Sekulær og verdslig virkelighetsforståelse: Ingen plass for myter, undere, mirakler eller guder	Religiøs og sakral virkelighetsforståelse: En verden styrt av Gud, med plass for myter og undere
Analytisk, reduksjonistisk, helheten forstås via delsystemer	Holistisk, verden kan best gripes som en udelelig helhet
Hevet over det spesielle, abstrakt, teoretisk, universell	Kontekst-bundet, konkret, spesiell, unik
Vekt på empirisk belegg (evidens, bevis) og på systematisk testing av hypoteser	Vekt på personlige historier, egne opplevelser, kjente eksempler
Systematisk, konsistent, rigid, tolererer ikke anomalier og avvik	Usystematisk, inkonsistent, fleksibel overfor motsigelser

(Skjemaet er av Svein Sjøberg i boka *Naturfag som allmenndannelse: En kritisk fagdidaktikk* (1998); her gjengitt fra tidsskriftet *Apollon* nr. 2 i 1999 s. 17)

Kvaliteter ved god forskning er “1) soliditet, 2) originalitet, 3) faglig relevans og 4) samfunnsmessig eller praktisk nytteverdi! De to første er krav til både

grunnforskning og anvendt forskning. Faglig relevans er først og fremst et krav til grunnforskning, mens samfunnsmessig eller praktisk nytteverdi er krav til anvendt forskning. [...] *Solid forskning* karakteriseres av god underbygging av påstander og konklusjoner og fremmes av redelighet, god faglig skoloring på feltet, grundighet og tålmodighet. Grundig dokumentasjon og belegg, intern konsistens og sammenheng mellom påstander, kritisk holdning, nøkterne tolkinger og saklig, stringent og oversiktig fremstilling hører inn under denne delen av kvalitetsbegrepet. [...] *Faglig relevans* eller betydning kan særlig utdypes med begrepene kumulativitet og generaliserbarhet. Kumulativitet kan dreie seg både om å fylle hull i tidligere forskning, bidra til forskningsfronten og å legge forholdene til rette for fremtidig forskning – f.eks. hypotese generering eller å åpne nye områder. Generaliserbarhet kan utdypes i form av overgripende forskning med bred faglig betydning eller ringvirkninger, avdekking av viktige eller generelle prinsipper, eller utvikling av forskningsverktøy og metoder.” (Norges forskningsråds tidsskrift *Forskning*, nr. 7 i 1997 s. 2)

“Forskning er en oppdagelsesreise inn i det ukjente hvor farkosten bygges og kartene tegnes underveis. Det krever nitid innsamling og nedtegning av data og evne til å representere i stilisert form på et kart det man ser underveis. Det krever også evne til å forutsi hvilke utfordringer neste sving kan by på og hvordan man skal forberede seg på den. Av og til krever det mot og respektløshet for å spørre om ikke kartet likevel er blitt tegnet feil og fantasi til å tegne det om på en måte som stemmer bedre med det man har sett. [...] Vitenskap er systematisk kjetteri, konsekvent troløshet overfor etablerte sannheter og rådende syn. Vitenskapen kombinerer dristige spørsmål med nøyaktig etterprøving. Den har et samfunnsoppdrag som ligger i økt erkjennelse, der nytten er en bivirkning av vitebegjæret. En fremragende forsker er både fantasifull og systematisk, med godt samsvar mellom problem, materiale og metode.” (Hans Petter Graver og Øivind Østerud i *Morgenbladet* 17.–23. august 2012 s. 18-19)

Naturvitenskapene har tradisjonelt hatt et nomotetisk siktemål, mens humanistisk forskning har siktet mot det ideografiske (Meinel 1997 s. 18). Nomotetisk forskning vil avdekke lovmessigheter (gjerne universelle lover) på et stort abstraksjonsnivå. Ideografisk forskning dreier seg i siste instans om unike enkelttilfeller (singularisering), f.eks. hvilken estetisk effekt et bestemt Picasso-bilde hadde på bestemte personer i et publikum da det første gang ble utstilt.

Vitenskapelig arbeid fører til tallrike politiske, etiske og kulturelle utfordringer, men disse tematiseres vanligvis ikke i forskningslitteraturen innen naturvitenskapene. Det har blitt anslått at det i 2013 globalt var 6-7 millioner personer med forskning som yrke (<http://www.economist.com/news/leaders/21588069-scientific-research-has-changed-world-now-it-needs-change-itself-how-science-goes-wrong>; lesedato 24.10.13).

Mange fagbøker som utgis er basert på doktorgradsavhandlinger, men innholdet er bearbeidet og rettet til allmennheten. Et eksempel er den amerikanske politikeren Henry Kissingers bok *Diplomacy* (1994). Kissinger belyser diplomatiet og det amerikanske statssystemet fra president Woodrow Wilson i 1913 og framover.

Det hender at forskere får en (midlertidig) publiseringsperre på å skrive om sine funn/resultater, på grunn av kommersielle hensyn. “Rektor ved Universitet i Bergen [har] godtatt en avtale hvor Statoil får eiendomsrett til forskningsresultater og myndighet til å utsette publisering av forskning selskapet har finansiert. [...] de har rett til å se manuskriptet for å sikre seg at det ikke omtaler ting som er forretningshemmeligheter og derfor omfattet av taushetsplikt. Publisering kan de aldri stanse, bare utsette. [...] Statoil har legitime interesser for å beskytte de resultatene de har betalt for å få.” (*Morgenbladet* 26. juni–2. juli 2015 s. 28)

På det vitenskapelige feltet er de sentrale spørsmålene som skal besvares vevd sammen med teorier, metoder og teknikker (Bourdieu 1992 s. 338). Mange av spørsmålene gir liten mening uten dette grunnlaget av kunnskaper og ferdigheter. Noen teorier overskrider menneskets normale forestillingsevne, og disse teoriene blir dermed bare forstått innen en “vitenskapsintern offentlighet” av eksperter (Meyer-Dohm 1969 s. 108). Mange forskere skriver ikke primært til sine kolleger, men til oppdragsgivere som skal nyttegjøre seg forskningen til teknologisk bruk (Meyer-Dohm 1969 s. 109).

Den sentrale publiseringsformen for vitenskapsfolk er artikler i fagtidsskrift, der teksten kan ha følgende struktur:

- tittel
- forfatter(e)
- opplysninger om forskningsinstitusjonen
- sammenfatning (abstract)
- innføring
- om materialet og undersøkelsesmetoden
- beskrivelse av resultatene
- drøfting av resultatene
- avslutning og sammenfatning
- takk til personer og institusjoner

- litteraturliste

- datering

(Niederhauser 1999 s. 104-105)

Esperanto-bevegelsen utviklet en slags avlegger kalt Ido, som bl.a. var spesielt tilpasset kjemisk fagterminologi (Meinel 1997 s. 154). I dag er engelsk det dominerende vitenskapsspråket i verden, men et engelsk med store mengder vitenskapelige termer avhengig av hvilken vitenskap det dreier seg om.

Kjennetegn for språket innen naturvitenskapelig faglitteratur:

- en presis fagterminologi med kunstig skapte, fremmedspråklige eller omdefinerte fagord

- korte formler brukes for komplekse saksforhold

- høy grad av formalisering og matematisering

- lav redundans, dvs. liten grad av repetisjoner og omformuleringer av samme saksforhold

- økende abstraksjonsgrad

(Meyer-Dohm 1969 s. 108)

Matematikk og logikk baserer seg på symbolske notasjonssystemer som på noen måter er mer effektive enn naturlige språk (Maar, Obrist og Pöppel 2000 s. 110).

Språket bør være nøyaktig, éntydig, presist. Formler kan fungere som ekstreme “forkortelser”. Ofte skriver “spesialistene med formler som piggrådsperringer i teksten” (Espen Sjøbye i *Morgenbladet* 12.–18. september 2014 s. 43), slik det kan oppleves av ikke-eksperter.

Det har blitt hevdet at en løsnings “skjønnhet” i naturvitenskapene fungerer som et kriterium for at løsningen er riktig (Maar, Obrist og Pöppel 2000 s. 29).

“[D]en strengt standardiserte vitenskapelige tidsskriftartikkelen [har] lenge vært naturvitenskapens overlegent viktigste kommunikasjonsform. Naturvitere mangler oftest trening i å skrive i andre sjangere. Og med unntak av medisinene, som i årevis har holdt seg med sitt norskspråklige tidsskrift, publiseres det nesten utelukkende på engelsk.” (professor Johan L. Tønnesson i *Dagbladet* 10. august 2008 s. 38)

Kvaliteten ved forskningstidsskrifter sikres gjennom bruk av fagfellevurdering (engelsk “peer review”, også kalt “referee”) av artiklene, dvs. anerkjente fagfolk leser gjennom manus og enten anbefaler eller fraråder publisering. Ofte vil fagfellene komme med kritikk og forbedringsforslag, dvs. krav til hva som må forbedres hvis artikkelen skal publiseres. I noen tidsskrifter er det minst to fagfeller per innsendte artikkel.

“Som referee har du makt over forfatteren. Til tross for at alle refereeer i andre sammenhenger også er forfattere, viser denne maktforskjellen seg i språket mellom aktørene. At referee oftest velger å være anonym overfor forfatteren er med på å gjøre kommunikasjonen ekstra pikant. [...] Det sjokkerte meg tidlig i min forskerkarriere å lese kommentarer som “this experiment is fatally flawed”, eller “the authors clearly do not understand the rationale behind this method”. Hvis disse utsagnene er riktige, er den skråsikre og rammende formen grei, såpass må vi tåle, men de er eksempler på problematisk maktspråk hvis det som hevdes er diskutabelt eller feil. [...] Å gjengjelde frekthetene blidgjør verken referee eller redaktør. Det vil være å grave sin egen grav, for redaktøren sitter alltid med fingeren nervøst rykkende over refuser-knappen. Som forfatter må du derfor være høflig. Selv om du ønsker referee alt vondt, kan det hende du skriver “We thank referee 1 for pointing this out”, før du tør slå tilbake med ditt “However, ...”. Noen refereeer er morsomme i all sin nådeløshet. Her er noen eksempler fra den harde virkelighet: “It does not inspire confidence when the lead author spells his surname in two different ways.” “After reading this paper, one question remains: Does this paper increase our understanding of the world around us or is the sole meaning of it to increase the number of publications in the authors’ publication list?” “I cannot say how sorry I am for the time I have spent reviewing this paper.” “I may spend another afternoon to find out what the authors were trying to tell me, but I refuse to do it.” ” (kreftforskeren Bo T. Hansen i *Forskerforum* nr. 9 i 2009 s. 35)

“En gang på 1970-tallet skjedde det en liten sensasjon innen naturvitenskapen. Det var i en artikkel i *Physical Review Letters*, fysikkens viktigste tidsskrift. - Artikkelforfatteren skrev “Jeg har observert at ... ”! Alle så og kommenterte det. Det heter jo “Vi har observert at ... ”! Kristian Fossheim er professor emeritus i fysikk ved NTNU. Han smiler når han forteller om denne rystende hendelsen, der forskeren tok i bruk pronomenet for første person entall og dermed ubeskjeden skrev seg selv inn i artikkelen. Og jo da, det kom noen flere fysikkartikler utover på 1970- og 1980-tallet der forfatteren skrev “jeg”. - Men nå tror jeg det er mindre av det igjen, sier Fossheim. I fransk vitenskapelig litteratur skal det inntil nylig bare ha vært de eldste vitenskapsmennene som fikk lov til å skrive “jeg” i teksten. De yngre mennene – og selvsagt kvinnene – måtte ikke finne på å bruke dette ordet. Det ble ansett som ufint. Også i Norge har man sett skjevt på slike former for posisjonering av forskeren i vitenskapelige tekster. Men verden er i endring, og med det forskerjeg’ets posisjon. Norsk academia er ikke lenger en intellektuell elites høyborg, samtidig som synet på vitenskap har endret seg. Det gir seg utslag også i det akademiske språket. - Jeg mener å se en endring over mange år nå. Man er blitt

mer villig til å åpne for forskerens “jeg” i den vitenskapelige teksten, også innenfor naturvitenskapene. Det henger nok sammen med et endret syn på kunnskap og vitenskap som noe objektivt, sier Torlaug Løkensgard Hoel.” (*Forskerforum* nr. 5 i 2010 s. 12)

“Hvordan kan siteringer være et mål på nytte og dermed indirekte også på kvalitet? Et forskningsbidrag som mange forskere anser som vesentlig for sine konklusjoner blir sitert mange ganger. Watson og Cricks modell av DNA-molekylet ble publisert i tidsskriftet *Nature* i 1953. Mange tusen vitenskapelige artikler har henvist til denne artikkelen (se selv på f.eks. scholar.google.no). Et argument som er så nytt, så viktig og så velformulert at tusenvis av forskere siden viser til det, må være *nyttig* og dermed ha uomtvistelige kvaliteter. Derfor er siteringer til dels et mål på kvalitet, og det gir mening å si at høyt siterte publikasjoner i gjennomsnitt er bedre enn de som ikke legges merke til. Antall siteringer har selvfølgelig mangler som mål. Noe kan være lite sitert til å begynne med fordi det trenger lang tid på å bli anerkjent. Noe publiseres på små språk som norsk og noe kan være svært viktig for veldig smale forskningsfelt. Noe siteres ofte fordi mange synes det er den viktigste formuleringen av noe hårreisende galt. Alt i alt er det likevel slik at gode arbeider i gjennomsnitt siteres oftere enn dårlige. Det er ikke så rart at det er slik. Publikasjon i de mest anerkjente tidsskriftene gir prestisje så forskere sender sine beste arbeider dit. Dermed kommer flere virkelige gode artikler på trykk her. Andre forskere følger derfor ekstra nøye med i disse tidsskriftene for å få med seg (og sitere) de viktigste arbeidene.” (professor Håvard Hegre i *Morgenbladet* 7.–13. september 2012 s. 21) Her er det altså gjensidig forsterkende effekter.

“For å bli regelmessig publisert i høyt siterte tidsskrifter må man bestå gjentatte vurderinger av et stort antall fagfeller, som eksplisitt bes om å vurdere om forskningen er nyskapende og utført på en forsvarlig måte. Fordi svært mange forskere leser de anerkjente tidsskriftene vil svakheter i forskningen raskt bli avslørt (og da stopper siteringene opp for de fleste). Det er langt større fare for dannelse av presteskap i små fagmiljøer som har lite kontakt med omverdenen, og som ikke er gjenstand for en vedvarende kvalitetskontroll. Når deltagere i små fagmiljøer systematisk bare vurderer hverandre får enkeltpersoner og vervene disse innehar lett stor innflytelse, og kvaliteten på det som publiseres blir farlig avhengig av at disse gjør riktige og objektive vurderinger. Store, internasjonale fagfellebedømte tidsskrift gir enkeltpersoner og små nettverk betydelig mindre vekt. Utdatert tankegods har en tendens til å samle seg i usiterte avkroker og bakevjer.” (professor Håvard Hegre i *Morgenbladet* 7.–13. september 2012 s. 21)

“Ny forskning kan publiseres som artikler, som antologier eller i bøker. Felles er at de vurderes av uavhengige eksperter på samme felt. Fagfellene er anonyme, og de får ikke betalt for vurderingen. Siteringer er et mye brukt mål på forskningskvalitet: En artikkel med mange siteringer antas å være viktig og interessant. Tidsskrifter måles etter *impact factor*: hvor mange siteringer en artikkel trykkes i tidsskriftet i snitt får. Høy *impact factor* brukes ofte som et mål på høy kvalitet. *Impact factor* er

sterkt kritisert som mål, fordi noen få artikler med mange siteringer kan dra opp snittet for tidsskriftet som helhet. Også siteringer kan være misvisende som kvalitetsmål: En enkeltartikkel kan siteres mye fordi resultatet er oppsiktsvekkende feil.” (*Morgenbladet* 17.–23. januar 2014 s. 9) “Siteringsindekser viser hvordan forskning blir lagt merke til og brukt internasjonalt, men sier ikke noe om kvaliteten. Artikler kan jo siteres negativt, som noe man avgrenser seg mot.” (*Morgenbladet* 9.–15. juli 2010 s. 30)

“Enkeltartikler vurderes ut fra hvor mange andre forskere som siterer dem i sine egne arbeider. Studier har imidlertid vist at de aller fleste fagartikler aldri siteres. De leses kanskje, men brukes ikke aktivt når nye resultater settes i et faglig rammeverk. [...] antallet fagartikler som kommer ut hver måned er så stort at det er vanskelig å få oversikten – selv innen små forskningsfelt. Hva er nytt? Hva er spekulativt, og hvilke arbeider kan man stole på? [...] Å sitere en artikkel betyr at vi har benyttet det som står der. Det betyr ikke at vi har testet konklusjonene derfra selv. Skulle vi gjort det, ville vi aldri kommet noen vei.” (*Morgenbladet* 17.–23. januar 2014 s. 18-19) Andelen av verdens vitenskapelige artikler som aldri siteres er ifølge *Physics World* i 2007 hele 90 % (gjengitt fra *Morgenbladet* 17.–23. januar 2014 s. 11).

“In order to safeguard their exclusivity, the leading journals impose high rejection rates: in excess of 90% of submitted manuscripts. The most striking findings have the greatest chance of making it onto the page. Little wonder that one in three researchers knows of a colleague who has pepped up a paper by, say, excluding inconvenient data from results “based on a gut feeling”. And as more research teams around the world work on a problem, the odds shorten that at least one will fall prey to an honest confusion between the sweet signal of a genuine discovery and a freak of the statistical noise. Such spurious correlations are often recorded in journals eager for startling papers. [...] Conversely, failures to prove a hypothesis are rarely even offered for publication, let alone accepted. “Negative results” now account for only 14% of published papers, down from 30% in 1990. Yet knowing what is false is as important to science as knowing what is true. The failure to report failures means that researchers waste money and effort exploring blind alleys already investigated by other scientists.” (<http://www.economist.com/news/leaders/21588069-scientific-research-has-changed-world-now-it-needs-change-itself-how-science-goes-wrong>; lesedato 24.10.13)

“En million vitenskapelige artikler. Det er summen av verdens vitenskapelige produksjon i 2012. Det sier seg selv at ikke alle funnene er Higgs-bosoner og kreftmedisiner. [...] Vitenskapelig publisering er en milliardindustri, og presset om å siteres mest og ha de mest banebrytende resultatene gjelder for hele verden. [...] Randy Scheckman, som vant nobelprisen i medisin for 2013, kritiserer tidsskriftene *Nature*, *Science* og *The Cell* for å prioritere spektakulær forskning, og forskere for å danse etter deres pipe. [...] de mest prestisjetunge journalene: *Nature*, *Science* og *Cell*. De velger seg spektakulær forskning, skrev han, og refuserer godt over 90

prosent av studiene de mottar. [...] Tidsskriftene har fagfelleevaluering, men avgjørelsen om en artikkel i det hele tatt sendes til fagfellene tas av en redaksjon som sitter langt fra laben. De påvirkes av andre faktorer enn forskningen selv – for eksempel om det er et tema som vil tiltrekke mange siteringer. [...] Tilbaketrekninger er forskningens sikkerhetsventil: Om et funn viser seg å være feil eller jukset med, kan journalen trekke artikkelen. De siste årene har antallet tilbaketrekkinger eksplodert. En undersøkelse i *The Wall Street Journal* fra 2011 viste at mens forskere publiserte 44 prosent flere artikler det året enn i 2001, var antallet tilbaketrekkinger femtendoblet. [...] En tilbaketrekkning kan være en alvorlig plett på cv-en. Det kan imidlertid også påvirke i stor skala: Da legemiddelfirmaet Amgen i 2012 forsøkte å gjenta 53 eksperimenter som viste nye, lovende virkemidler, viste det seg at bare seks av resultatene ble de samme. 47 funn lot seg ikke gjenta. Legemiddelutvikling på svakt vitenskapelig grunnlag øker kostnadene, og de utgiftene kan enklest hentes inn ved å øke prisen på medisinene. [...] Schekman hevder at tidsskriftene driver et spill for å få kunstig høy innflytelsesfaktor, ved at de velger ut kontroversielle eller nyhetsvennlige arbeider. En av konsekvensene er at forskere må trekke ekstra sterke konklusjoner av resultatene sine for å konkurrere om plassen – og at store navn fra kjente universiteter slipper lettere til.” (*Morgenbladet* 17.–23. januar 2014 s. 9-10 og 19)

“Björn Brembs, professor i nevrobiologi ved Universitetet i Regensburg, Tyskland [...] har lenge vært engasjert i de negative effektene av publiseringssystemet for forskning. Han sier rett ut at han selv sitter der han sitter, i professorstolen sin, på grunn av en artikkel i topptidsskriftet *Science*. Når han sitter i bedømmingskomiteer, blir han sjokkert av hvor overflatisk kollegaer bedømmer andre forskere bare på bakgrunn av hva de har publisert. [...] - “Publish or perish” er virkelig. Hvis det eneste som teller for en forskers karriere er å publisere i tidsskrifter, hvordan kan vi bli overrasket over at ingen ønsker å korrigere publiseringslistene sine [for artikler med faglige feil]? Brembs mener tidsskriftene rett og slett bør legges ned, og viser til fysikkmiljøet som i et par tiår har publisert forskning på nettstedet Arxiv, hvor de får innspill og korrigeringer fra fagfeller, uten presset om å publisere oppsiktsvekkende funn for å få plass i tidsskriftene. - Den eneste grunnen til at fysikere sender artiklene sine til tidsskrifter etter å ha publisert på Arxiv, er at de kan fylle opp publiseringslistene sine så de kan søke på jobber. Tidsskriftene eksisterer kun for at folk skal kunne putte det på CV-ene sine.” (*Forskerforum* nr. 1 i 2020 s. 15-16)

“Stadig flere forskningsresultater presenteres på en overdrevet og polariserende måte, ifølge en artikkel i *Nature News*. En nederlandsk analyse av artikler i databasen PubMed viser at forekomsten av godord som “spectacular”, “amazing”, “innovative” og “unprecedented” var ni ganger så stor i 2014 som i 1974. Ifølge prognosen vil alle artikler inneholde ordet “novel” i år 2123. Også negative karakteristikk av typen “weak” og “useless” øker noe. Funnene “passer med våre observasjoner om at du for å bli publisert må understreke det som er spesielt eller

enestående ved din studie”, skriver forfatterne av analysen, ifølge Nature.”
(*Morgenbladet* 24. desember 2015–7. januar 2016 s. 31)

“Det er to områder hvor man synes det er ok å plagiere. I biomedisin er det særlig metodedelen. Og ellers er det introduksjonen, hvor man henter oversikten over status i forskningsfeltet direkte fra noen andre. Dette gjør meg sint, fordi det betyr at man later som om man har lest all denne litteraturen uten egentlig å ha gjort det. [...] Er grunnen til at dette skjer at ingen forventer at artiklene faktisk blir lest? - Jeg kaller det *write-only science*. De vil bare ha artiklene på cv-en, og er overrasket hvis noen leser dem. Men poenget med forskningsartikler skulle jo være kommunisere med sine fagfeller.” (Debora Weber-Wulf i *Morgenbladet* 28. august–3. september 2015 s. 15)

“En studie fra 2004 viste for eksempel at en allmennlege som skal skumlese alle relevante fagartikler, må sette av 25 timer per dag. Realiteten er at svært mye knapt blir lest.” (*Morgenbladet* 22.–28. desember 2017 s. 34)

Forskeren bør systematisk drive dobbelsjekking (“replikasjon”) om et eksperiment lar seg gjenta med samme resultat.

“Equations are the lifeblood of mathematics, science, and technology. Without them, our world would not exist in its present form. However, equations have a reputation for being scary: Stephen Hawking’s publishers told him that every equation would halve the sales of *A Brief History of Time*, but then they ignored their own advice and allowed him to include $E = mc^2$ when cutting it out would allegedly have sold another 10 million copies. [...] Equations are too important to be hidden away. But his publishers had a point too: equations are formal and austere, they look complicated, and even those of us who love equations can be put off if we are bombarded with them.” (Stewart 2012 s. xviii)

Den tyske vitenskapshistorikeren Ernst Peter Fischers bok *Beauty and the Beast: The Aesthetic Moment in Science* (på engelsk 1999) “posits a universal aesthetic sense that spurs our imagination and leads it to profound revelations about human and cosmic nature. He delves into the lives of major thinkers and scientists from Bacon to Watson and Crick, pinpointing how they have been guided by their instinct and individual sense of beauty in the pursuit of knowledge. Showing how the aesthetic delights of thought, analysis, research, and discovery are leading components of the scientific mind and process, the author examines everything from snowflakes to the overall makeup of the time-space continuum. He explores these concepts and others including evolution and symmetry in nature, as well as imaginary numbers and irrationality as proof of beauty in science. He presents truth as a state of beauty – and beauty as the embodiment of truth.” (<http://www.abebooks.com/>; lesedato 19.04.13)

Det som filosofiprofessoren Peter Godfrey-Smith kaller “hypothetico-deductivism”, kan brukes som betegnelse “both for a method of doing science and for a more abstract view about confirmation. The hypothetico-deductive method (H-D method) is the most common description of good scientific procedure given in science textbooks. Versions of the method vary, but the basic steps are as follows. (1) Gather some observations, (2) formulate a hypothesis that would account for the observations, (3) deduce some new observational predictions from the hypothesis, and (4) see if those predictions are true. If they are true, go back to step 3. If they are false, regard the hypothesis as falsified and go back to step 2.” (Godfrey-Smith 2003 s. 236) “Hypotetisk-deduktiv metode er en vitenskapelig metode som består i å utlede konsekvenser av en hypotese, for så å undersøke om disse konsekvensene holder stikk i praksis.” (<http://www.kildenett.no/portal/ordbok/1187254449.61>; lesedato 21.05.13) Hypoteser gjendrivs, deretter framsettes nye hypoteser, og dette fortsetter i prinsippet til ingen klarer å gjendrive en hypotese.

Vitenskapsfolk i alle land utgjør i prinsippet et “tankekollektiv” (Engels 2009 s. 74) som sammen leter etter svar. Det har oppstått et “korporativt ekspertvelde” med sin spesialkunnskap (Daum 2002 s. 11), grunnet bl.a. vitenskapelig spesialisering og disiplingenese (Meinel 1997 s. 19). F.eks. la Darwins teorier la grunnlaget for vitenskaper som embryologi og paleontologi (Engels 2009 s. 29). På 2000-tallet oppstod f.eks. det tverrvitenskapelige fagfeltet antrozologi, som studerer samspill mellom mennesker og dyr, inklusiv bl.a. hvordan dyr gir mennesker bedre helse.

Ifølge tyskeren Harald Weinrich kunne det i hans hjemland Tyskland i 1985 skilles mellom 300 forskjellige fagspråk. Kjemien hadde i 1985 en fagterminologi på ca. 100.000 ord, med en månedlig tilvekst på ca. 100 nye ord. Fagordene innen medisin var i 1985 ca. 500.000: 80.000 for forskjellige medikamenter; 10.000 for kroppsdelar og organer; 20.000 for organfunksjoner; 60.000 for forskjellige sykdommer; samt en enorm mengde fagord for medisinske instrumenter og apparater.

En konsekvens av fordommer mot andre fagområder kan være faglig isolasjon, mens åpenhet kan lede til tverrfaglig samarbeid.

Forskning deles ofte i grunnforskning og anvendt forskning. Grunnforskning kalles også basal forskning, og har ingen innretning mot å utvikle bestemte produkter eller være direkte samfunnsnyttig slik anvendt forskning har.

“Somme matematikarar gjev heilt blaffen i praktisk bruk, men funna deira kan vise seg å vere svært nyttige. Andre oppdagar nye grunnproblem når dei skal løyse noko praktisk.” (matematiker Lisa Lorentzen i *Forskerforum* nr. 4 i 2013 s. 21)

“Det er 50 år siden Charles Percy (C. P.) Snow holdt sitt berømte foredrag “De to kulturer” – et foredrag som seinere ble utgitt i bokform. I dette foredraget

understreket Snow den store kløften mellom naturfagene og kulturfagene (hvor samfunnsfagene i denne sammenheng inngår): det er som om naturfagene og kulturfagene (eller naturvitenskapene og humaniora, om man vil), lever i hver sin verden. Ikke bare er det en stor kløft mellom de to kulturer, men det er også en fiendtlighet og mangel på vilje til forståelse. I stor grad refererer naturfagene og kulturfagene til helt forskjellige begrepsmodeller – begrepsmodeller som synes vanskelige å forene. Foruten å analysere og beskrive hvordan kunnskapsplattformen er splittet, var et viktig mål for Snow å bidra til dialog og samarbeid mellom de to kulturer. [...] Dessverre er det mye “biofobi” innen samfunns- og kulturfagene, noe som klart representerer en barriere mot fruktbare evolusjonsteoretiske perspektiver på menneskelig atferd og sosial organisering. Dessverre har det også vært framsatt en del uheldige og feilaktige biologiserings-påstander om det menneskelige, noe som klart har bidratt til å opprettholde kløften mellom de to kulturer. [...] Klarer vi å bryte ned barrierene mellom de to kulturene, vil vi da sikkert besitte mye ny kunnskap framkommet som et resultat av tverrfaglig forskning med solid forankring i natur-, samfunns- og kulturfagene.” (professor Nils Chr. Stenseth og professor Øyvind Østerud i *Dagbladet* 22. september 2009 s. 55)

Snow var fysiker, og opptatt av de høye gjerdene mellom ulike vitenskapskulturer. Det er også en rivalisering mellom perspektiver, som når biologiske årsaksforklaringer for menneskelig atferd konkurrerer med forklaringer basert på subjektive impulser og kulturbakgrunn. Snow mente at det var skolesystemet som skapte polariseringen og spenningsforholdet.

Det britiske Royal Society (grunnlagt 1662) krevde tidlig en viss type språkbruk, nemlig “mathematical plainness of language” og fravær av “all amplifications, digressions and swellings of style” (gjengitt etter Innis 1951 s. 55-56).

På begynnelsen av 1800-tallet fantes det ca. 100 vitenskapelige publikasjonsorganer i verden; på begynnelsen av 1900-tallet var det flere titusen, og på slutten av 1900-tallet hadde tallet steget til ca. 1 million (Gabriel 1997 s. 119). I 1992 var antall vitenskapelige publikasjoner i verden ifølge en beregning så raskt økende at det ville fordoble seg hvert 16. år (Gabriel 1997 s. 119). En tysk forsker hevdet i 2008 at “det vitenskapelige publikasjonsvolumet fordobles omtrent hvert 15. år” (Plachta 2008 s. 80). “It has been estimated that the corpus of scientific knowledge has doubled in size every 10 to 15 years since the days of Isaac Newton. The National Library of Medicine’s PubMed database alone contains 23 million citations.” (<http://www.nytimes.com/2014/01/21/science/new-truths-that-only-one-can-see.html>; lesedato 22.01.14) En britisk bibliotekar observerte midt på 1990-tallet at ett eksemplar av et bestemt internasjonalt tidsskrift om molekylærbiologi var nok til å betjene hele Storbritannia når eksemplaret var ti år gammelt (Sandbothe og Zimmerli 1994 s. 29-30). Nyere numre hadde langt større etterspørsel, særlig siste nummer.

Den danske astronomen Tycho Brahe installerte på slutten av 1500-tallet sin egen papirmølle og sitt eget boktrykkeri (Coron 1998 s. 129). The Royal Society i London ga ut tidsskriftet *Philosophical Transactions*. William Nicholson grunnla tidsskriftet *Journal of Natural Philosophy* i 1797. Dette tidsskriftet inkluderte fagstoff innen flere forskjellige vitenskaper. Et internasjonalt orientert forsøk på å håndtere den enormt økende mengden av vitenskapelig litteratur var *International Catalogue of Scientific Literature*, som var etterfølgeren til *Catalogue of Scientific Papers* ved Royal Society. For å gi franske forskere tilgang til viktig fagstoff fra utlandet og kunne oppdatere seg kontinuerlig, startet den franske fabrikkeieren baron de Ferussac det kjemiske tidsskriftet *Universell bulleteng for vitenskapene og industrien* på begynnelsen av 1800-tallet (Meinel 1997 s. 143).

Charles Darwin understreket av bruken av “natural selection” og “struggle for existence” fra hans side var ment som metaforiske uttrykk (Engels 2009 s. 30).

Den engelske biologien Thomas Henry Huxley ble kalt “Darwin's bulldog” på grunn av sitt energiske forsvar for Darwins teorier. Huxley hevdet at evolusjonsteorien kunne bevises vitenskapelig gjennom at det ved kunstig befruktning av dyr kunne dannes varieteter av dyrearter som ikke kunne få felles avkom, og som dermed måtte defineres som forskjellige dyrearter. Førsteopplaget av *On the Origin of Species* fra 1859 ble utsolgt, og det kom flere nye opplag. I det fjerde opplaget (1866) føyde Darwin til en lang diskusjon om en mulig utvikling av nye arter med kunstige midler (Engels 2009 s. 72). I et nytt kapittel i sjette opplag imøtegikk han kritikk fra blant andre den engelske zoologen George Jackson Mivart (Engels 2009 s. 411).

“The nineteenth-century Darwinian research program in biology has a hard core that claims that different biological species are linked by descent and form a family tree (or perhaps a very small number of separate trees). Changes in biological species are due mostly to the accumulation of tiny variations favored by natural selection, with some other causes of evolution playing a secondary role. The protective belt of nineteenth century Darwinism is made up of a shifting set of more detailed ideas about which species are closely related to which; ideas about inheritance, variation, competition, and natural selection; ideas about the distribution of organisms around the earth; and so on.” (Godfrey-Smith 2003 s. 105)

I 1909 foreslo den danske arvelighetsforskeren Wilhelm Johannsen å redusere det store antallet termer som ble brukt om arvemateriale, og heller bruke én felles betegnelse innen forskningen: “gen” (Engels 2009 s. 256). Ordet skulle kunne brukes innen forskjellige teorier om arvelighet: “No hypothesis concerning the nature of this ‘something’ shall be advanced thereby or based thereon. Therefore it appears as most simple to use the last syllable ‘gen’ taken from Darwin's well-known word ‘pangene’ since it alone is of interest to use, in order thereby to replace the poor, more ambiguous word, ‘Anlage’. Thus, we will say for ‘das

pangene' and 'die pangene' simply 'Das Gen' and 'Die Gene,' The word Gen is fully free from every hypothesis; it expresses only the safely proved fact that in any case many properties of organisms are conditioned by separable and hence independent 'Zustände,' 'Grundlagen,' 'Anlagen' – in short what we will call 'just genes' ” (her sitert fra http://todayinsci.com/J/Johannsen_Wilhelm/Johannsen_Wilhelm-Quotations.htm; lesedato 13.03.13). Ordet “gen” kunne brukes uten at forskerne ennå visste hva som utgjør et gen (dets molekylærbiologiske struktur osv.) og hvordan det fungerer i en organisme (Engels 2009 s. 256). Senere forskning førte bl.a. til at to forskere (Jacob og Monod i 1961) skilte mellom regulatorgener og strukturgener. Senere forskning viste at noen DNA-sekvenser kan tilhøre to gener samtidig (Engels 2009 s. 260-261). Ny forskning skapte behov for nye termer (“exons”, “introns” osv.).

Den britiske fysikeren James Clerk Maxwell “adopted a statistical approach in his work on the kinetic theory of gases partly in consequence of having read the first volume of Henry Buckle’s *History of Civilization in England* (1857). Buckle’s use of social statistics to find underlying regularities in individual action within large populations provided Maxwell with a suitable model for molecular behaviour.” (Papanelopoulou et al. 2009 s. 16)

Det norske *Magazin for Naturvidenskaberne* ble utgitt av de tre professorene Gregers F. Lundh, Cristopher Hansteen og H. H. Maschmann. Tidsskriftet ble startet i 1823. “Hansteen skriver i forordet: “Vor Hensigt med nærværende Magazin var deels at skaffe Naturvidenskabernes Dyrkere i Fædrenlandet en bequem Leilighed til at fremlægge Resultaterne af deres Forskninger for Verdens Øine; deels at gjøre sammes Yndere bekjendte med de vigtigste Opdagelser i Udlandet; [...] Vi ansee, det tilstaae vi, det første Formaal for det vigtigste. Enhver ny Idee maa betragtes som et Skat, der muligen engang i Tiden kan blive frugtbringende; at opsamle disse Guldkorn i Fædrenlandet, og gjøre den samlede Skat tilgjængelig for Enhver, er altsaa vort Magazins vigtigste formaal.” [...] [Hansteen skriver også at] “Mathematiken er naturens rene formlære, den er for Natur-Granskeren hva den sønderlemmende Kniv er for Anatomen, et aldeles uundværligt Redskab, uden hvis hjelp man sjælden trænger indenfor Overfladen”. *Magazin for Naturvidenskaberne* ble en viktig arena for det fremvoksende naturvitenskapelige miljøet i Norge.” (*Morgenbladet* 15.–21. oktober 2010 s. 45)

Mange vitenskaper er i rivende utvikling, og dette gjenspeiles i forskningslitteraturen. I 2011 kjente vitenskapsfolk til over 50 millioner kjemiske stoffer (ifølge professor Jo Klaveness og Øyvind Jacobsen i *Aftenposten* 30. desember 2011 s. 4).

Noen vitenskapelige teorier blir ikke bare forlatt, men latterliggjort i etterkant. Det gjelder f.eks. østerrikeren Hans Hörbigers “Glazial-Kosmogonie” (1913) om hvordan universet ble til i et sammenstøt av varme og is. “Once upon a time, there was a supergiant star in the direction of the constellation Columba. A smaller star,

dead, water-soaked to the core, fell into it. It was heated up, vaporizing the water, and causing a great explosion. The fragments of this smaller star were spewed out of the supergiant into interstellar space. The water condensed out into ice, forming giant ice blocks. A ring of this ice formed, as well as a small number of solar systems. This ring is known to us all as the Milky Way. Among the solar systems that formed was our own, with many more planets than exist today.” (http://www.gnosticliberationfront.com/story_of_hans_hoerbiger.htm; lesedato 30.04.12)

En milepæl i kaosforskningen var amerikaneren Edward Norton Lorenz’ artikkel “Deterministic Nonperiodic Flow“, publisert i *Journal of the Atmospheric Sciences* i 1963. Dette tidsskriftet ble imidlertid ikke lest av de fremste matematikerne, og artikkelen ble derfor ikke oppdaget før langt senere (Gräfrath 1993 s. 284).

Den britiske biologen og evolusjonsteoretikeren Richard Dawkins’ bok *The Selfish Gene* (1976) har blitt vurdert som “en epokegjørende utgivelse både som formidling og som vitenskapelig bidrag (for ham er det ingen motsetning!). Boken regnes som så viktig at den gjerne nevnes i samme åndedrag som Darwins *On the Origin of the Species*. Biologene Morgenbladet har vært i kontakt med uttrykker alle forbauselse over hvor godt boken har holdt seg. Til tross for at evolusjonsbiologien har vært i rivende utvikling virker ikke boken utdatert etter 35 år. [...] Boken utgjør grunnsteinen i det såkalt gensentrerte synet på evolusjon, som fortsatt dominerer. Enkelt sagt går dette ut på at det naturlige utvalg skal forstås med utgangspunkt i genene og ikke organismene. Det er nemlig genene som er i førersetet. De inneholder “oppskriften” på organismene, som mest fungerer som et verktøy for det som er genenes eneste mål: Å sende flest mulig kopier av seg selv ned gjennom generasjonene. Kroppen – og for menneskets del også vår selvbevissthet – er derfor bare en “overlevelsesmaskin” for genene, ifølge Dawkins. Eller som den norske biologen Dag O. Hessen uttrykker det: “Høna er eggets redskap for å produsere flere egg”. Denne tenkemåten var den logiske konsekvensen av 1950-tallets oppdagelser av DNA-molekylet og de biokjemiske prosessene som viser hvordan informasjonen i DNA er bestemmende for hele organismen – det som gjerne omtales som “sentraldogmet”. “Vår skjebne ligger i genene,” skrev DNA-oppdageren James Watson i forlengelsen av dette. “Vi er roboter, blindt programmert til å tjene de selviske molekylene kjent som gener”, skriver Dawkins i *The Selfish Gene*.” (*Morgenbladet* 26. august–1. september 2011 s. 24)

“Det er også i *The Selfish Gene* at Dawkins introduserer lanserer begrepet “mem” som en kulturell parallell til genet. Tanken er at kulturelle ideer, fra religioner til ferdigheter til melodier, består av enheter som sprer seg fra hjerne til hjerne gjennom selvkopiering. Akkurat som genene. I *The God Delusion* omtales for eksempel “Gud” som et suksessrikt mem. [...] Det blir ofte sagt at memmer har en høy mutasjonsrate til at de kan fungere som replikatorer. Men jeg tror det finnes en slags selvnormaliserende prosess, sier Dawkins. Han utdyper: Tenk på hviskeleken. En rekke med 20 barn. Du hvisker noe til barnet i den ene enden.

Normalt er budskapet fullstendig fordreid når det kommer ut på den andre siden. Men ifølge Dawkins er det faktisk slik at dersom du hvisker en rimelig kort setning, så er sjansen stor for at den overlever. - Grunnen er at hvert enkelt barn, til tross for at det hører ordet litt annerledes, vil normalisere det. Fordi barna vet hva ordet betyr. Jeg tror denne typen normalisering ikke bare skjer med ord, men også med for eksempel ferdigheter. Når en tømmerlærling ser mesteren slå inn en spiker, kopierer han ikke det nøyaktige antall slag – det han kopierer er regelen “fortsett å hamre til spikeren er slått helt inn”. Slike normaliseringsprosesser fører til at memenes mutasjonsrate blir svært lav.” (*Morgenbladet* 26. august–1. september 2011 s. 25)

En vitenskapelig bok som skapte kontroverser, var amerikanerne Richard J. Herrnstein og Charles Murrays *The Bell Curve: Intelligence and Class Structure in American Life* (1994). På smussomslagetets første innbrett står det: “In a book that is certain to ignite an explosive controversy, Herrnstein and Murray break new ground in exploring the ways that low intelligence, independent of social, economic, or ethnic background lies at the root of many of our social problems.” En av anklagene mot forfatterne var at de knyttet intelligens til bestemte etniske grupper. Boka er full av tabeller og grafer, og mange av dem er “rasistiske”, f.eks. denne fra s. 354:

The Next Generation So Far, for Three Ethnic Groups in the NLSY [= National Longitudinal Survey of Youth]		
As of 1990, the Percentage of Children Born to Women with:		
	IQs Less than 90	IQs Higher than 110
Whites	19	22
Blacks	69	2
Latinos	64	2
National population	33	15

I boka blir det opplyst av Herrnstein har en Ph.D.-grad i psykologi fra Harvard University, der han underviser i psykologi, og at Murray har Ph.D. i Political Science fra MIT.

En sjanger innen vitenskapelig litteratur er strategisk studie. Verkene innen sjangeren rommer store mengder fakta og analyser, men har likevel en mer eller mindre skjult politisk agenda. Det finnes strategiske studier som tjener den politiske høyresidens sak, eller venstresiden, eller miljøbevegelsen, eller militærindustrien osv.

Noen vitenskapelige bøker blir utgitt både i paperback og innbundet, og til tider også i originalutgave, studieutgave og spesielt solid bibliotekutgave (Kuhlmann 1972 s. 94).

“Ettersom kunnskapen øker, øker også kunnskapen om alt det vi ikke vet.” (Odd Stokke Gabrielsen, professor i molekylær biovitenskap, i *Morgenbladet* 30. mars–12. april 2012 s. 31)

“Noreg har ei 2500 kilometer lang fjellkjede, ei av verdas lengste, ho strekkjer seg som ei ryggrad gjennom nesten heile landet, frå heiane i Vest-Agder til Tana i Finnmark. Men dette er få ikkje-geologar klare over, og ingen har gjeve fjellkjeda noko offisielt namn. - Når eg seier at den norske fjellkjeda ikkje har noko namn, skjønner dei færraste kva eg meiner [...] Den svenske geografen Erik Ljungner foreslo namnet “Skandes” på 1940-talet, utan å få særleg gjennomslag. [...] Ein geolog kan sjå drama og dynamikk i fortida når han reiser gjennom eit landskap der andre berre ser stein.” (geologen Henrik Svensen i *Forskerforum* nr. 2 i 2012 s. 22)

Sosiobiologen Edward O. Wilson “[m]øtte massiv fordømmelse da han med boken *Sociobiology* i 1975 ville vise at man kunne forklare menneskelig atferd biologisk. I dag er mye av tankegodset mainstream. Er nå aktuell med boken *The Social Conquest of Earth*, der han blant annet vil vise moralen, religionen og kunstens evolusjonære grunnlag, basert på et nytt syn på naturlig utvalg, som har skapt rabalder og forbauselse blant biologer. [...] Den vesentlige forskjellen mellom litterært og naturvitenskapelig språk er bruken av metaforer. I vitenskapelige publikasjoner er metaforer tillatt – hvis de er nøkterne, kanskje med et hint av ironi og beskjedenhet. Følgende, for eksempel, ville være tillatt i en innledning til eller diskusjon av en teknisk redegjørelse: “Vi tror dette resultatet, dersom det bekreftes, vil åpne døren for en rekke videre fruktbare undersøkelser.” Ikke tillatt, derimot: “Vi ser for oss at dette resultatet, som vi fant usedvanlig vanskelig å oppnå, er et mulig vannskille som mange elver av ny forskning garantert vil strømme fra.” Det som betyr noe i forskning, er de viktige oppdagelsene. Det som betyr noe i litteraturen, er originalitet og kraften i metaforene.” (Wilson i *Morgenbladet* 18.–24. mai 2012 s. 22-23)

Den sveitsiske historikeren Golo Mann krev at 1920-tallet var den siste perioden der universitetsansatte kunne etablere et privat bibliotek (hver i sin egen villa) med alle de bøkene som de hadde behov for i sitt fag (Chartier 1997 s. 124).

Inndeling i sjangrer

Den amerikanske bibliotekaren Bonnie Swoger har delt inn vitenskapelig litteratur på denne måten:

“- Primary research articles (aka “original research articles” or just “research articles”) – These are your standard scientific articles. Most often published in peer

reviewed journals, primary research articles report on the findings of a scientists work. They will almost always include a description of how the research was done and what the results mean. [...]

- Review articles – These can be easily confused with primary research articles. They are also published in peer reviewed journals, but seek to synthesize and summarize the work of a particular sub-field, rather than report on new results. Review articles will often lack a “Materials and Methods” section. Students who are asked to use only primary research articles for their projects can still find review articles useful – they can provide background information and their Works Cited sections can contain a wealth of useful references. [...]

- Editorials/Opinion/Commentary/Perspectives – An article expressing the authors view about a particular issue. This may be an issue of science policy (“The NSF needs to...”) or urging a particular research agenda (“More scientists need to study X...”) or even taking a side in a particular scientific dispute (“These folks are right, the other folks are wrong”). These articles can be well researched and include a lot of citations to the peer reviewed literature, or simple items without citations. They can appear in peer reviewed journals, in trade publications, or in popular publications (although the items that appear in trade or popular publications are often easier for students to recognize as not-primary research articles.)

- Trade publication articles – Between the standard scholarly journals (Nature, Journal of the American Chemical Society) and the popular publications (Time, Newsweek, Scientific American) lie the Trade publications. These publications are often aimed at medical professionals (Vaccine Weekly) or particular disciplines (Chemical and Engineering News). Articles in these publications may be several pages long and include a few references, but they are usually summarizing research published in other publications or reporting on industry news. These can be helpful for keeping up with your discipline or finding a research topic.

- News – Science news articles can be found in a wide variety of publications. Popular newspapers and magazines, trade publications and scholarly publications can all have science news articles. These articles often will refer to a recent study published as a primary research article.

- Blog posts – The world of scholarly publication is changing, although no one is quite sure what it is evolving into. We do know that scientists are blogging about all kinds of things: their daily research, science policy or life in academia. Blogs can be a great way to get involved in the scientific community, and many scientific blog posts can point you back to the peer reviewed literature. How blogs will be valued as a means for communicating research findings is still in question. While some scholars continue to dismiss blogs as a scholarly medium, other have embraced their potential for communicating science quickly and effectively.

- Article comments (formal, reviewed) – Traditionally, if you had a criticism of a published journal article, you submitted a formal comment. These short pieces would be reviewed by editors or possibly peer-reviewers, and published in a subsequent journal issue. In the print world, it was practically impossible to know what articles had been commented on or where to find the comments. Now that almost every journal is online, a link to a formal comment is often included on the site for the original article. Of course, the formal nature of these comments could often be frustrated, and certainly didn't encourage rapid communication [...]

- Article comments (online, with or without moderation) – Since one of the problems with formal article comments is slow turn around time, many online journal systems have the ability to allow users to comment directly on the articles. Sometimes these comments are moderated, sometimes they aren't. Interestingly, many online journal articles have not seen a large amount of comments, but blog posts about those articles can have comments.

- Technical Reports – Government agencies and NGO's often do scientific work. The reports they produce are not often peer reviewed, but can be an important part of the scientific literature. Reports from the World Health Organization or the USGS can provide vital information to scientists. These reports can be found in scholarly databases and on the web, and are classified by some folks as gray Literature [...]

- Pre-print/Post-print – A pre-print is simply a journal article in its original form, before it is peer reviewed or typeset by a journal. A post-print refers to the same article after peer review but before typesetting. I've heard the term pre-print applied to both. Sometimes, these pre-prints can be posted online to a scientist's website or some kind of a larger repository (the most famous of which is arXiv.org, a repository for physics, math, computer science and other related disciplines). Hopefully, the journals these articles have been submitted to legally allow the author to post the article to such a website in their "copyright transfer agreement." Posting these materials online is part of "green" open access. This can be a great source of journal articles that your institution doesn't subscribe to. Often considered gray literature [...]

- Field Trip guides – More common in geology than in other scientific disciplines, these guides are often considered a part of the gray literature. They may be produced locally or published more widely. Field trips are often a major part of large and small conferences.

- Other gray literature – The term "gray literature" largely refers to items that are distributed or published outside of the traditional journal and book publishers. It typically referred to items that could be difficult to find, although I believe this distinction is becoming less important as these items are now often discoverable in internet search engines.

- Maps – Thematic maps can be an important part of many scientific disciplines. They can be published as stand alone publications, supplements to journal articles or books, or parts of technical reports from government agencies or NGO's. Scientific thematic maps often include several pages of prose describing the methods used to create the maps, the data that inform the results, and the interpretations that result from the data.

- Conference proceedings – long papers – Other than journal articles (and the related bits) conferences are the second major form of formal communication among scientists. A group of scientists gather to present findings about their research and gossip about their graduate school friends. Some conferences have very broad topics (like the American Association for the Advancement of Science annual meeting) and some can be very specific (like the conference on Optics and Photonics for Counterterrorism and Crime Fighting). At these conferences scientists may stand up at the front of the room and give a PowerPoint presentation. Or they may stand in front of a 3 foot by 6 foot poster describing their work. Sometimes, they will write up a formal paper explaining the same thing they did at the conference in a bit more detail. These papers can be published in book form in a volume referred to as the “Proceedings of Conference X.” Sometimes these papers will go through peer review, and sometimes they won't.

- Conference proceedings – abstracts – More often, the research presented as posters or PowerPoint presentations at a conference won't have a formal write up published after the fact. Occasionally the scientists will archive a copy of their presentation on a website, but most often the only record of the presentation will be the brief description (abstract) of their presentation that the scientists submitted to the conference organizers. These abstracts can be found in search engines and scholarly databases, and students often want to find the paper that the abstract describes, only to learn that there isn't a paper. This can be frustrating.

- Books (including reference materials like handbooks and dictionaries) – You've seen these before. They still exist, in your library or your library's off site storage facility. Most scientific books cannot be considered 'primary research'. In general, they describe and interpret the primary research published in the journal articles. Of course, more and more you can find full text versions of books available via publishers websites, Google Books or the Hathi Trust, sometimes free, sometimes for a fee.

- Book series (sometimes called “Special Papers”) – These can be confusing. In some fields, these book series publish individual chapters that could be considered primary research articles. These individual chapters are cited and indexed individually, which can occasionally be confusing for students trying to find them. In addition, these items can sometimes look a lot like journals – they may have volume numbers and a series title that looks like a journal title.

- Dissertations/Thesis – These are the final products that result from research conducted for a PhD or a Masters degree. These items can often be very long, going into great detail about methods and with lots of appendices of data. The literature review sections can also be exhaustive. Thesis and dissertations have become easier to find in recent years as many libraries post complete copies of completed dissertations online. This can be useful, because libraries have been reluctant to lend copies through ILL. Dissertations or thesis are often cited later on by their authors in future journal articles. While they undergo exhaustive review by academic advisers and committee members, they wouldn't be considered "peer-reviewed". (http://undergraduatesciencelibrarian.org/a-very-brief-introduction-to-the-scientific-literature/types-of-scientific-literature/; lesedato 27.05.13)

Tekststruktur

“De fleste vitenskapelige tidsskrifter krever i dag at artikler er strukturert etter IMRAD-modellen – “Introduction, Methods, Results and Discussion” [...] - Du ser det i internasjonale tidsskrifter, både innenfor humaniora og samfunnsvitenskap. Det er en tendens til at det blir en internasjonalisert standardmal både på det vitenskapelige språket, måten artikkelen disponeres på, og hvordan det argumenteres. Modellen for malen ser ut til å være hentet fra enten naturvitenskap eller deler av samfunnsvitenskapen, sier Wencke Mühleisen. Hun er førsteamanuensis ved Institutt for medie-, kultur- og samfunnsfag ved Universitetet i Stavanger. Torlaug Løkensgard Hoel kan bekrefte Mühleisens observasjoner. - Forskning viser at IMRAD-strukturen har spredt seg til fagområder der vi for tretti år siden knapt kjente til modellen. Da tenker jeg først og fremst på humanistiske fag, sier Hoel. Det å skulle skrive etter en slik mal har både sine fordeler og ulemper, mener hun. - På den ene siden er det veldig godt å ha en ferdig struktur. Da slipper man unna uendelig mye ekstraarbeid for å finne formen, slik man må for eksempel i et essay. Men samtidig kan IMRAD-modellen virke låsende og avgrensende, ikke bare når det gjelder strukturen, men også når det gjelder hvilken plass forfatteren kan ha. Dessuten er det mye forskning og mange forskertekster som ikke lar seg plassere innenfor en rigid IMRAD-modell. Det kan være tilfellet om man for eksempel skriver en oversiktsartikkel over forskningen på et felt, eller en analyse av et verk, sier Hoel. [...] Fordelen med en artikkel skrevet på IMRAD-struktur er at leseren lett kan skanne gjennom og raskt trekke ut essensen” (*Forskerforum* nr. 5 i 2010 s. 12-13)

“IMRAD er en forkortelse for Introduction, Methods, Research and Discussion, og utgjør et standardformat for disponering av vitenskapelige tekster. Etter 2. verdenskrig innførte medisinske tidsskrifter systematisk denne standarden. Mens bare hver tiende artikkel eksplisitt var oppbygd på denne måten i 1950, hadde over 80 prosent av artiklene i medisinske tidsskrifter IMRAD-struktur. [...] - Artikler skrevet etter denne modellen blir lett til dårlige kopier av avhandlinger. Formen kan bli for stivbeint og stå i veien for budskapet [hevder en forsker ved Diakonhjemmet] [...] - Innenfor det jeg holder på med, gir modellen seg helt naturlig. Det

er sånn man skriver. Jeg har ikke følt den som hemmende, fordi forskning innenfor fagfeltet mitt lett lar seg presentere ved denne modellen. [hevder en matematikk-professor]” (*Forskerforum* nr. 5 i 2010 s. 15).

“Forskere uten matematisk kompetanse har en usunn respekt for matematikk, sier professor Kimmo Eriksson til *Forskning.se*. Han har undersøkt hvordan forskningens kvalitet oppfattes dersom man legger inn en irrelevant matematisk formel i sammendraget til en ikke-matematisk forskningsartikkel. De uten matematisk-naturvitenskapelig bakgrunn anså kvaliteten som høyere i sammendragene med den matematiske formelen. - Det viser at matematikk har høy status, ikke minst blant dem som ikke driver med det, sier han.” (*Forskerforum* nr. 4 i 2013 s. 19)

Vitenskapsparadigme

Et vitenskapsparadigme og all forskningslitteratur innen dette paradigmet kan bli avløst og gjort “ugyldig” av et annet vitenskapsparadigme. Eldre litteratur innen forskningsfeltet blir da irrelevant for feltets vitenskapsfolk (men ikke for vitenskapshistorikere). Enorme mengder faglitteratur blir utdatert/passé, og det må skapes ny faglitteratur i overensstemmelse med det nye vitenskapelige paradigmet.

Den tyske vitenskapsmannen Hermann von Helmholtz beundret Darwin for å ha gitt svar på “en opphopning av gåtefulle vidunderligheter”, og for å ha satt svarene inn i en systematisk sammenheng (Engels 2009 s. 9).

Den tyske biologen Fritz Müller skrev verket *For Darwin* (1864) etter å ha blitt overbevist om at evolusjonsteorien stemmer. Han brevvekslet med Darwin, og skrev i et brev til han: “De spør om ikke naturhistorien har blitt usedvanlig interessant gjennom de meningene som vi begge har. Ja, det skal være visst! Etter at jeg leste Deres bok om artenes opprinnelse og konverterte til Deres syn, her mange fakta som jeg hittil anså som likegyldigheter, blitt svært bemerkelsesverdige; andre som før syntes å være betydningsløse kuriositeter, har fått stor betydning, og slik forandret hele naturens ansikt seg.” (sisert fra Engels 2009 s. 73)

“Aristotle’s *Physica*, Ptolemy’s *Almagest*, Newton’s *Principia* and *Opticks*, Franklin’s *Electricity*, Lavoisier’s *Chemistry*, and Lyell’s *Geology* – these and many other works served for a time implicitly to define the legitimate problems and methods of a research field for succeeding generations of practitioners. They were able to do so because they shared two essential characteristics. Their achievement was sufficiently unprecedented to attract an enduring group of adherents away from competing modes of scientific activity. Simultaneously, it was sufficiently open-ended to leave all sorts of problems for the redefined group of practitioners to resolve. Achievements that share these two characteristics I shall henceforth refer to as ‘paradigms’ ” (Kuhn 1970 s. 11).

“Paradigms gain their status because they are more successful than their competitors in solving a few problems that the group of practitioners has come to recognize as acute. To be more successful is not, however, to be either completely successful with a single problem or notably successful with any large number. The success of a paradigm – whether Aristotle’s analysis of motion, Ptolemy’s computations of planetary position, Lavoisier’s application of the balance, or Maxwell’s mathematization of the electromagnetic field – is at the start largely a promise of success discoverable in selected and still incomplete examples.” (Kuhn 1970 s. 23-24)

Et paradigme “is a package of ideas and methods, which, when combined, make up both a view of the world and a way of doing science. [...] paradigms in the broad sense (whole ways of doing science) include within them paradigms in the narrow sense (examples that serve as models, inspiring and directing further work). Kuhn himself did not use this “narrow/broad” terminology, but it is helpful. When Kuhn first introduced the term “paradigm” in *Structure* [boka *The Structure of Scientific Revolutions*, 1962], he defined it in the narrower sense. But in much of his writing, and in most of the work written after *Structure* using the term, the broad sense is intended. Kuhn used the phrase “normal science” for scientific work that occurs within the framework provided by a paradigm. A key feature of normal science is that it is *well organized*. Scientists doing normal science tend to agree on which problems are important, on how to approach these problems, and on how to assess possible solutions. They also agree on what the world is like, at least in broad outlines. A scientific revolution occurs when one paradigm breaks down and is replaced by another.” (Godfrey-Smith 2003 s. 77)

Et paradigme, “in Kuhn’s theory, is a whole way of doing science, in some particular field. It is a package of claims about the world, methods for gathering and analyzing data, and habits of scientific thought and action. In Kuhn’s theory of science, the big changes in how scientists see the world – the “revolutions” that science undergoes every now and then – occur when one paradigm replaces another. Kuhn argued that observational data and logic alone cannot force scientists to move from one paradigm to another, because different paradigms often include within them different rules for treating data and assessing theories.” (Godfrey-Smith 2003 s. 76)

“Kuhn places great emphasis on this “consensus-forging” role of paradigms. He argues that without it, there is no chance for scientists to achieve a really detailed and deep understanding of phenomena. Detailed work and revealing discoveries require cooperation and consensus. Cooperation and consensus require *closing off debate about fundamentals*.” (Godfrey-Smith 2003 s. 81)

“What is the work of a good normal scientist like? Kuhn describes much of the work done in normal science as “puzzle-solving.” The normal scientist tries to use the tools and concepts provided by the paradigm to describe, model, or create new

phenomena. The “puzzle” is trying to get a new case to fit smoothly into the framework provided by the paradigm.” (Godfrey-Smith 2003 s. 81) “Questions that the old paradigm answered now become puzzling again, or they cease to be questions.” (Godfrey-Smith 2003 s. 91)

“According to Kuhn, the rejection of a paradigm happens only when (1) a critical mass of anomalies has arisen and (2) a rival paradigm has appeared. [...] An “anomaly” for Kuhn is a puzzle that has resisted solution. Kuhn holds that all paradigms face some anomalies at any given time. As long as there are not too many of them, normal science proceeds as usual and scientists regard them as a challenge. But the anomalies tend to accumulate. Sometimes a single one becomes particularly prominent, by resisting the efforts of the best workers in the field. Eventually, according to Kuhn, the scientists start to lose faith in their paradigm. The result is a crisis. Crisis science, for Kuhn, is a special period when an existing paradigm has lost the ability to inspire and guide scientists, but when no new paradigm has emerged to get the field back on track. The transition to a crisis is almost like a phase transition, like the change of a substance from solid to liquid during melting. For whatever reason, the scientists in a field lose their confidence in the paradigm. As a consequence, the most fundamental issues are back on the table for debate. Amusingly, Kuhn even suggests that during crises scientists tend to suddenly become interested in philosophy, a field that he sees as quite useless for normal science.” (Godfrey-Smith 2003 s. 82)

“[T]he switch to a new paradigm does not occur just because a new idea appears which looks better than the old one. Without a crisis, scientists will not have any motivation to consider radical change. [...] we should think of the shift to a new paradigm as like a “conversion” phenomenon, or like a gestalt switch. Kuhn also argued that revolutions are capricious, disorderly events. They are affected by idiosyncratic personal factors and accidents of history.” (Godfrey-Smith 2003 s. 88-89)

“[P]eople in different paradigms will not be able to fully *communicate* with each other; they will use key terms in different ways and in a sense will be speaking slightly different languages. [...] Kuhn argued that paradigms tend to bring with them their own standards for what counts as a good argument or good evidence.” (Godfrey-Smith 2003 s. 91-92)

“Kuhn argued that we cannot think of observation as a neutral source of information for choosing between theories, because what people see is influenced by their paradigm. [...] Here Kuhn puts forward his most radical claims. Not only do ideas, standards, and ways of seeing change when paradigms change; in some sense the world changes as well. Reality itself is paradigm-relative or paradigm-dependent. After a revolution, “scientists work in a different world” (1996, 135). [...] changing our view of science requires us to change our metaphysics too – our

most basic views about reality and our relationship to it.” (Godfrey-Smith 2003 s. 96)

“Kuhns bilde av normalvitenskapen er lite flatterende: Forskerne driver med en angstfylt og dogmatisk form for puslespill innenfor paradigmet, som blant annet består av metoderegler og kriterier for hva som regnes som en løsning på et problem. Men innen normalvitenskap kan det oppstå en krise ved at det etter hvert hopper seg opp problemer som ikke lar seg løse. En krise kan føre til en vitenskapelig revolusjon, som består i at det rådende paradigmet avløses av et nytt paradigme. Kuhn fremstilte dette som en prosess uten indre logikk. I diskusjonen mellom tilhengere av det gamle og det nye paradigmet vil deltagerne snakke forbi hverandre. De som er innenfor ett paradigme, vil betrakte det som er utenfor sitt paradigme som uvitenskapelig, og vice versa. Dette er Kuhns tese om inkommensurabilitet (= uten felles mål). I så måte er et paradigme sin egen målestokk, som et religiøst system, og et paradigmeskifte er mer å sammenligne med en religiøs omvendelse enn en rasjonell prosess. Senere på 1960- og 70-tallet grep blant annet marxistisk inspirerte sosiologer fatt i Kuhns idé og utviklet mer radikale teorier om hvordan forskningen og dens resultater må forstås i lys av den historiske, kulturelle og politiske konteksten den står i. Vitenskapen ble studert som et produkt av sin tid, og ikke hevet høyt over samfunnet og opp i sitt eget elfenbenstårn. Kuhn selv var sterkt bekymret over de mer radikale, og til dels relativistiske, tolkningene og gjorde sitt beste for å advare mot dem. Interessant nok skyldes kanskje den enorme populariteten til paradigmebegrepet nettopp at man ikke fullt ut har forstått hvor radikal – og problematisk – Kuhns tese om inkommensurabilitet er.” (Ragnar Fjelland og Roger Strand i *Aftenposten* 14. september 2012 s. 5)

Den ungarske filosofen og vitenskapsteoretikeren Imre Lakatos’ “main contribution was the idea of a *research program*. A research program is similar to a paradigm in Kuhn’s (broad) sense, but it has a key difference: we expect to find more than one research program in a scientific field at any given time. The large-scale processes of scientific change should be understood as *competition between research programs*.” (Godfrey-Smith 2003 s. 102) “A research program, for Lakatos, is roughly analogous to a Kuhnian paradigm (in the broad sense). [...] A research program has two main components, in Lakatos’s view. First, it contains a *hard core*. This is a set of basic ideas that are essential to the research program. Second, a research program contains a *protective belt*. This is a set of less fundamental ideas that are used to apply the hard core to actual phenomena. The detailed, specific versions of a scientific theory that can actually be tested will contain ideas from the hard core combined with ideas from the protective belt.” (Godfrey-Smith 2003 s. 104)

“In an interesting book called *Progress and Its Problems* (1977), Larry Laudan developed a view that is similar to Lakatos’s in basic structure [...] Laudan argued that there are *two* different kinds of attitudes to theories and research traditions

found in science, *acceptance* and *pursuit*. Acceptance is close to belief; to accept something is to treat it as true. But pursuit is different. It involves deciding to work with an idea, and explore it, for reasons *other* than confidence that the idea is likely to be true. Crucially, it can be reasonable to *pursue* an idea that one definitely does not *accept*. Someone might have reason to believe that *if* the idea was true, it would be of huge importance and the payoff from working on it would be high. Someone might think that although an idea is not likely to be true, it should be explored, and that she or he is the person best equipped to do so. There is a whole constellation of different reasons that a person might have for working with a scientific idea. Laudan built the distinction between acceptance and pursuit into his account of rational decision-making in science.” (Godfrey-Smith 2003 s. 109)

Den amerikanske sosiologen Robert K. Merton etablerte “Mertonian sociology of science” som “is basically mainstream sociology applied to the structure of science and to its historical development. In the 1940s Merton isolated what he called the “norms” of science – a set of basic values that govern scientific communities. These norms are *universalism*, *communism*, *disinterestedness*, and *organized scepticism*. Universalism is the idea that the personal attributes and social background of a person are irrelevant to the scientific value of the person’s ideas. Communism involves the common ownership of scientific ideas and results. Anyone can make use of any scientific idea in his or her work; the French are not barred from using English results. The norm of disinterestedness is made questionable by Merton’s later ideas, but the basic idea is that scientists are supposed to act for the benefit of a common scientific enterprise, rather than personal gain. Organized scepticism is a community-wide pattern of challenging and testing ideas instead of taking them on trust. (Merton sometimes added *humility* to his list of norms, but that one is less important.) (Godfrey-Smith 2003 s. 122-123) “I cannot see what remains of the norm of disinterestedness once we give Merton’s analysis of the reward system. What we seem to have is not disinterestedness but a special *kind* of ambition and self-interest. Earlier discussions in this book also suggest possible problems with Merton’s “organized scepticism.” There is definitely *something* right in this idea, and it has the same kind of intuitive appeal as simple statements of empiricism. But we must confront Kuhn’s argument that too much willingness to revise basic beliefs makes for chaos in science. What we find in science, Kuhn claimed, is a delicate balance between scepticism and trust, between open-mindedness and dogmatism.” (Godfrey-Smith 2003 s. 124-125)

“Det fins fire naturkrefter: Elektromagnetisme, den sterke og den svake kjernekraften og tyngdekraften. Fysikerne ønsker å koble de fire naturkreftene i en og samme teori. De tre første naturkreftene er allerede samlet i standardmodellen. Fysikerne har ennå ikke klart å forene tyngdekraften med de tre andre naturkreftene. For å skjønne tyngdekraften som kvanteteori, må partikkelen graviton inngå i atomkjernen. Når fysikerne får en felles forståelse av alle de fire naturkreftene, kan de få en unik forståelse av verden. Da kan de beskrive alle

mulige interaksjoner mellom alle mulige partikler i naturen.” (Yngve Vogt i *Aftenposten* 7. desember 2012 s. 14)

Alle artiklene og litteraturlista til hele leksikonet er tilgjengelig på <https://www.litteraturogmedieleksikon.no>