

Den naturvetenskapliga metoden

Per-Olof Westlund, professor emeritus i teoretisk kemi vid Umeå universitet, **Wolfgang Schröder**, professor i biokemi vid Umeå universitet och **Göran Lindblom**, professor emeritus i biofysikalisk kemi vid Umeå universitet, delar med sig av sin syn på den naturvetenskapliga metoden som en social process.

DENNA ARTIKEL HANDLAR om naturvetenskap som är läran om naturen, det vill säga den fysiska världen som omger oss. Den delas in i sex huvudområden: kemi, biologi, fysik, geovetenskap, astronomi och medicin, men tar ofta stöd av matematik, datavetenskap och statistik som hjälpvetenskaper. Naturvetenskapens vetenskapliga metod baseras väsentligen på empiriska undersökningar.



Detalj ur en takmålning i klostret Admont, målad av Bartolomeo Altomonte.

Men frågan vi intresserar oss för är hur dessa empiriska undersökningar blir till naturvetenskap?

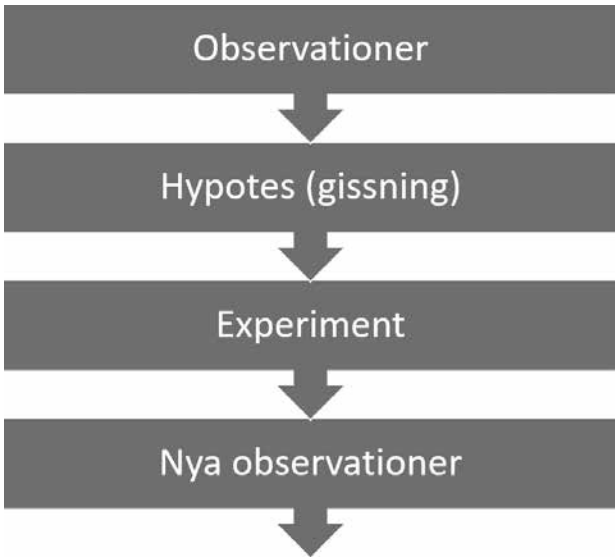
På VoF:s hemsida kan man läsa att "Föreningen Vetenskap och Folkbildning har till syfte att främja folkbildning om vetenskapens metoder och resultat." I Folkvett 2020:1 ställde Sven Ove Hansson frågan "Vad är vetenskaplig kvalitet?" för att belysa skillnaden mellan vetenskap och pseudovetenskap. I Folkvett 2021:1 invänder Per-Olof Westlund att i avsaknad av ett objektiva kriterium på vad som är naturvetenskap och omöjligheten att ange ett sådant, så avgörs vad som är naturvetenskap i en social process. Det är forskarsamhället som bedömer vad som är vetenskap genom ett erkännande och därmed accepterar att det publiceras i en vetenskaplig tidskrift. Mot detta

invänder Sven Ove Hansson att det är att ”blanda ihop kriteriet för (natur)vetenskap med metoden att avgöra om kriteriet är uppfyllt.” Denna invändning är relevant förutsatt att det finns ett kriterium, men vi hävdar att något sådant kriterium inte finns. Naturvetenskap är, enligt oss, inte en aktivitet som uppfyller ett objektiva kriterium på en naturvetenskaplig metod utan en social aktivitet där vetenskapligheten avgörs genom ett konventionellt beslut av forskarsamhället.

I denna artikel vidareutvecklar vi detta synsätt och karakteriserar därmed pseudovetenskap som sådant som inte är erkänd av vetenskapssamhället. Vad menas med den naturvetenskapliga metoden, som antas leda till ny naturvetenskaplig kunskap eller vetenskap?

Vi måste fråga oss: vad är forskning – och vad är naturvetenskap? Ibland används dessa två som synonymer, men är de det? Om vi lite enkelt delar upp ordet så blir det vetande och skapande, och frågan blir då: hur skapar vi vetande? Det är här som den vetenskapliga metoden lyfts fram som ett viktigt instrument. Det vetenskapliga tänkandet, som det framställs i den vetenskapliga metoden, kan förenklat beskrivas som att man alltid förankrar påståenden och teorier i observationer, resultat från experiment. Det är således en empirisk metod – man säger att naturvetenskapens kunskap baseras på den observerbara verkligheten. Det låter väldigt enkelt, men innehåller flera komplikationer som vi vill diskutera.

Låt oss fokusera på hur den naturvetenskapliga metoden beskrivs i olika läroböcker i kemi, fysik och biologi. Det kan sammanfattas i fyra punkter som vill visa hur experimentella observationer är relaterade till vetenskapliga



förklaringar och teorier. Kunskap skapas genom en process bestående av observerande, ett uppställande av preliminära hypoteser och därefter testning av dessa – som i sin tur ofta leder till att man måste göra nya observationer och nya hypoteser. Med detta sagt brukar beskrivningen av vetenskapens metod schematiskt se ut som i punkterna 1-4 ovan.

Man gör först en observation direkt med blotta ögat eller indirekt via någon sorts mätapparat. Det man ”ser” kräver en förklaring och man vill ha en djupare förståelse av det.

I nästa steg ställer man upp en förklaringshypotes som ger ledtrådar till vad som är relevant att studera, vilka nya

observationer man kan tänkas göra samt vad som inte spelar någon roll i förklaringen och därför inte behöver studeras.

Därefter ställer man upp nya experiment vägleda av förklaringshypotesen för att få mera fakta och data. Om dessa nya data stödjer hypotesen (verifikation) så lever förklaringen vidare. Om vissa data är oförenliga med hypotesen så mäter man om dessa tills man tror på dess riktighet och då falsifierar de ursprungshypotesen.

Ursprungshypotesen omformuleras, och nya experiment utförs som då ger mer data och fakta som testas för att se om de överensstämmer med hypotesens förutsägelser. Så går man runt mellan punkterna 1-3 tills man fått motsägelsefrihet mellan data och förklaringen.

Dessa punkter ger en mycket förenklad bild av hur det empiriska studiet kan gå till, men är alltför rudimentär för att beskriva dagens avancerade forskning. Därför är punkterna 1 till 4 som man kan se i många av naturvetenskapens läroböckers introduktionskapitel alltför simpel för att kunna kallas en "generell naturvetenskaplig metod".

Man kan säga att all naturvetenskaplig forskning börjar med en frågeställning eller ett fenomen av något slag, som kräver en förklaring. Vad är det första forskaren då gör? Jo, först måste man ta reda på vad den tidigare naturvetenskapen säger om det naturfenomen som frågeställningen berör och som man vill förklara. Det innebär att man går igenom den vetenskapliga litteraturens "alla" publicerade artiklar inom området ifråga. Att idag hitta ett beskrivet fenomen som är helt nytt är betydligt svårare med tanke på den uppsjö av vetenskapliga artiklar som publiceras

varje år och som snabbt ökar i antal. Startpunkten för ett nytt forskningsprojekt bestäms därför delvis av den tidigare vetenskapliga kunskapen om fenomenet. Det innebär att naturvetenskapen har ett starkt krav på överensstämmelse mellan ny och gammal erkänd vetenskap. Det bör finnas *ett* vetenskapligt vetande om det studerade fenomenet, inte två eller flera.

Den accepterade naturvetenskapliga kunskapen finns bara som publikationer i vetenskapliga tidskrifter, vilket skiljer den från så kallad pseudovetenskap. Den senare vill gärna göra anspråk på att vara vetenskap, men den går inte att hitta i någon erkänd vetenskaplig tidskrift. Pseudovetenskapen bygger inte på tidigare kunskap. Den lever i en annan värld, långt borta från den vetenskapliga litteraturen. Med "pseudo", som betyder falskt på gammalgrekiska, avses således avsaknad av vetenskapssamhällets erkännande och orsaken är ofta att den motsäger någon del av den erkända naturvetenskapen.

Vetenskapsfilosofin och den naturvetenskapliga metoden

Vi skall nu helt kort presentera tre vetenskapsfilosofiska skolor som diskuterar naturvetenskapens metod och om man vill gå djupare i vetenskapsfilosofin så hänvisar vi till referenserna i slutet av artikeln.

Den accepterade naturvetenskapliga kunskapen finns bara som publikationer i vetenskapliga tidskrifter, vilket skiljer den från pseudovetenskap.

Positivismen menar att observerbarhet är det fundamentala och därför skall naturvetenskapen bara handla om detta. Positivismen, som den formulerades av fysikern **Ernst Mach** (1838-1916) i slutet av 1800-talet, är en urspårad, lite absurd filosofisk inriktning som menade att endast det för ögat observerbara existerar. Allt annat är ovetenskapligt påhitt. Den bör kanske nämnas eftersom den fick katastrofala följder för att man betonar observation och mätning med emfas och att endast två verifikationer var acceptabla, nämligen observerbar erfarenhet och logisk nödvändighet. Det man inte kan se och ta på i ett experiment finns helt enkelt inte. Mach vägrade att inse att en gas består av (osynliga) molekyler. Eftersom de varken kunde ses eller var logiskt nödvändiga fanns de inte, vilket ledde till att man förkastade **Ludwig Boltzmanns** (1844-1906) statistiskt termodynamiska beskrivning av gasers fysikaliska egenskaper, som baseras just på molekylrörelser i gaser. Boltzmann fick därför inte sin kvalificerade teori erkänd och blev bespottad av flera andra fysiker, vilket trots ha bidragit till att han senare tog sitt liv. Idag används Boltzmanns teori allmänt av naturvetenskapens forskare och den tillhör en av de vackraste teorier teoretiska kemister har. Ytterligare ett exempel har vi i de experiment med partiklar som utfördes av **Walter Kaufmann** (1871-1947), som troligen missade ett nobelpris för att han inte kunde acceptera att han inte kunde se elektronen – och då fanns den ju inte.

Den logiska positivismen eller empirismen.¹ Efterföljaren till Machs positivism är Wienerkretsen eller den logiska positivismen, senare kallad den logiska empirismen, som hade sin storhetstid från cirka 1920 till 1960. Det

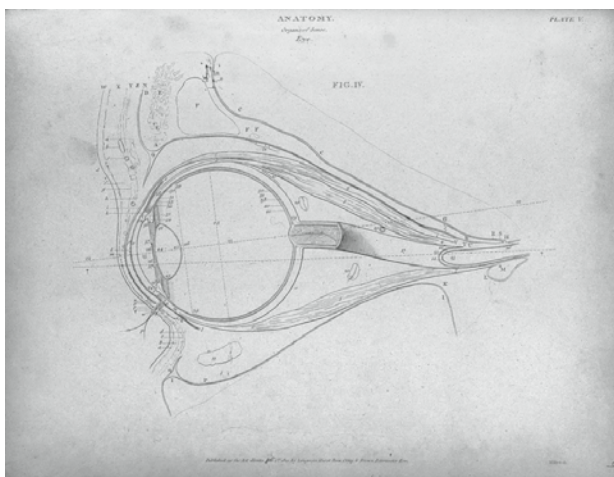


var en filosofisk skola som försökte skilja ut meningslöst babbel från meningsfulla påståenden genom att formulera ett verifierbarhetskriterium, som innebar att meningsfulla påståenden i princip måste kunna verifieras genom observation/experiment. Det som inte i princip var möjligt att verifiera förkastades som meningslöst babbel. Därmed hamnade även matematiken bland babblet, eftersom den saknade koppling till erfarenhetsvärlden. Det blev snart uppenbart att ingen naturvetenskaplig teori slutgiltigt kan verifieras som sann genom många verifierande experiment. Teorin kan ändå visa sig vara felaktig i ett framtida experiment. Följaktligen hopades problemen och detta program föll sönder, dels på grund av omöjligheten med ett verifikationskriterium för meningsfulla påståenden, dels för att det visade sig omöjligt att skapa en induktiv logik. En sådan skulle göra det logiskt legitimt att härleda generell lagbundenhet från många enskilda fall.

Poppers falsifikationsmetodologi.² Karl R Popper (1902-1994) kritiserade den logiska empirismen genom att hävda att naturvetenskapens teorier aldrig går att slutgiltigt bevisa genom verifierande exempel utan att den alltid kan vara fel. Han föreslog ett demarkationskriterium (hur man skall skilja vetenskap från strunt) och en metodologi som skulle karaktärisera god naturvetenskap. Därmed skulle man effektivt kunna bortse från ovetenskapliga teorier i naturvetenskapen. Bra vetenskapliga teorier måste formuleras med så stort empiriskt innehåll som möjligt på ett sådant sätt att de kan komma i konflikt med verkligheten och som gör det möjligt att falsifiera dem. Poppers förslag om vetenskapens metodologi fördjupade kunskapen om naturvetenskapen, men fungerade inte som beskrivning av hur den naturvetenskapliga forskningen faktiskt bedrivs.

Thomas S Kuhns paradigmteori.³ Vetenskapen förändras enligt Kuhn (1922-1996) inte främst på grund av falsifiering, som Popper föreslog. Istället sker det kunskapsprång. Naturvetenskapen är primärt en forskningsaktivitet som väsentligen sker inom vissa ramar, som Kuhn kallade ett *paradigm* – där resultaten fogas till varandra och kunskapen växer fram steg för steg. Ett paradigm är en samling av koncept, metoder och teorier som beskriver verkligheten och hur den kan utforskas. Det visar sig historiskt att naturvetenskapens forskare överger ett gammalt paradigm först när ett nytt är tillgängligt.

Forskaren arbetar inom en begreppsbox som styr vederbörandes "bild" av verkligheten och som ger ledtrådar till frågeställningar och förklaringar. Det handlar mycket om kontinuitet. Teorier i ett nytt paradigm leder därför



*Människoögat: skissdiagram som visar ett tvärsnitt igenom ögat.
Gravyr av T. Milton, 1810. Från Wellcome Collection.*

till att data, som erhållits under ett gammalt paradigman-
tingen förkastas eller omtolkas helt i enlighet med det nya
paradigmet. Begreppsboxen ändras och forskaren under
det nya paradigmet sägs leva ”i en annorlunda värld” del-
vis oförenlig med den gamla (som till exempel flogiston-
teorin* och syreförbränningsparadigmet).^{4 5} Det hela har
lite av karaktären att forskaren försöker ”att lyfta sig själv
i håret”. Följaktligen sker naturvetenskaplig forskning
alltid under en mängd tidigare erkända antaganden eller
”förutfattade” meningar. Detta är oförenligt med Poppers
”kritiska tänkande” då det kan tyckas som om forskarnas

* Flogistoner var en slags eldpartiklar som man trodde
fanns i materia och som frigjordes vid förbränning.

tänkande helt styrs av paradigmet. Trots det kan man säga att det kritiska vetenskapliga tänkandet enligt Popper, med försök att falsifiera hypoteser, finns inom Kuhns normala vetenskap.

Utan ett paradigm kan man säga att forskarna famlar efter fruktbara exempel på hur bra forskning ska gå till. Under perioder där inget paradigm vunnit erkännande (Kuhn betecknar det som revolutionär vetenskap), sysslar forskaren med spekulationer och filosofiska frågor för att försöka eliminera motsägelser eller anomalier. Därefter, med ett erkänt paradigm, blir det "normalvetenskap" och en slags enighet i forskarsamhället. Gamla "sanningar" tolkas om för att passa in i enlighet med det nya paradigmet och forskarnas problem får åter karaktären av pussel. Naturvetenskapen görs kongruent med en, endast en, accepterad vetenskaplig sanning.

Exempel

Den framstående amerikanske fysikern och nobelpristagaren **Richard Feynman** (1918-1988) hade många strängar på sin lyra och var bland annat känd som en virtuos på bongotrummor och for regelbundet till festivaler i Brasilien och spelade. Vidare kunde han snabbt ta sig in i ett kodat kassaskåp. Men främst var han en utmärkt pedagog. Flera av hans fysikföreläsningar finns på Youtube.⁶ När det gäller hur framsteg och nyskapande i vetenskapen går till menar han helt frankt att det första forskaren gör är att gissa en lösning till det vetenskapliga problemet. Sedan görs experiment eller så, som teoretiker gör, jämförs de beräknade konsekvenserna med vad som kan observeras. Om de beräknade konsekvenserna inte stämmer med ex-

perimenten är slutsatsen att den första gissningen är fel.

Feynman menar att det inte finns någon vetenskaplig metod att ta till för att göra vetenskapliga genombrott, utan det är ett moment av kreativitet i forskarens hjärna. Detta vetenskapliga tänkande kan visa vad som är mer eller mindre sannolikt – men man kan inte vetenskapligt bevisa att något, typ flygande tefat eller tankeöverföring, inte existerar. Det finns emellertid inga skäl att tro på något osannolikt bara för att vetenskapen inte kan bevisa att det inte finns. Man bör istället anamma den ur vetenskapen mest sannolika förklaringen. Vetenskapens metod kan enligt Feynman alltid bevisa att en teori är falsk men inte att den är sann. Richard Feynmans resonemang följer Karl R. Poppers falsifikationskriterium och att man med matematik kan falsifiera teoretiska förutsägelser genom motsägande fakta. Däremot diskuterar inte Feynman hur vetenskapliga lagar eller påståenden faktiskt vinner vetenskaplighet i samhället.

Det ligger naturligtvis något i både vad Popper och Kuhn har att säga. I äldre tider var filosofiska spörsmål av mindre vikt för vetenskapsmännen, men detta synsätt har ändrats totalt idag sedan kvantmekaniken introducerats i vårt sätt att se på verkligheten. För några av oss är beskaffenheten hos verkligheten den stora filosofiska frågan. Exempel på Poppers ”djärva gissningar” är vad som hände i fysiken i början av förra seklet då man trodde att hela fysiken var färdig och att det endast var lite puts kvar.

Anomalier, alltså experimentella resultat som inte kunde förklaras inom rådande paradigm, fanns emellertid kvar. En sådan var att man inte lyckats förklara frekvensvariationen hos den elektromagnetiska strålningen från en

så kallad svart kropp. En lösning föreslogs av **Max Planck** (1858-1947), nämligen att ljus bestod av energipaket av fotoner, vilka är en sorts ”partiklar”. Detta motsade den erkända klassiska teorin om ljus som **James C Maxwell** (1831–1879) beskrev. Med detta djärva antagande kunde svarta kroppars ljusfrekvenser reproduceras.

Vilka konsekvenser fick detta antagande för resten av den etablerade fysiken? Jo, **Niels Bohr** (1885-1962) skapade en enkel modell för väteatomen utifrån ytterligare ett annat antagande – också det tvärtemot den etablerade vetenskapen – men som dessutom involverade kvantisering av energin. Han antog att elektronen i väteatomen kan röra sig i cirkulära banor utan att tappa energi i form av ljusstrålning. En helt ny sorts elektron alltså! Den skilde sig från de elektroner man kände till från strålningsforskning, där elektroner i spolar eller vid accelererade rörelser borde sända ut elektromagnetisk energi. Enligt tidigare fysik skulle väteatomens elektron röra sig i en spiral in mot kärnan, men istället hoppade den mellan diskreta cirkulära banor med ett väldefinierat energipaket (kvanta), som antingen togs upp eller avgavs av väteatomen. Plancks fotoner fick således vara med i Bohrs atommodell. De nya hypoteserna förklarade nya fenomen.

Kvantmekaniken skapades därefter med bidrag från många fysiker. Det blev emellertid väldigt svårt för andra, ofta äldre forskare, att svälja de nya idéerna. Man hade mycket svårt att förstå att ljusenergi inte är en kontinuerlig vågrörelse som andra experiment tydligt visade. (Som lite kuriosa förkastades Plancks första artikel av vetenskapssamhället.) Men ett intensivt experimenterande och testande av den nya idén visade att kvantmekaniken fungerade.



erade, även om Planck själv senare hade svårt att acceptera kvantteori och även Einstein tyckte att teorin var ofullständig. Men det är heller inte ovanligt att flera forskare arbetar med ett problem och lösningen ligger ”mer eller mindre i luften” och efter hårt arbete, snarare än att en fullständigt ny hypotes får se dagens ljus. Så var det nog också när **J.D. Watson** (f. 1928) och **F. Crick** (1916–2004) bestämde DNA:s struktur, inspirerade av opublicerade röntgenbilder och diskussioner med **R. Franklin** (1920–1958) och **M. Wilkins** (1916–2004).⁷

Den naturvetenskapliga metoden är en social process

Men vi måste fråga oss varför vi, trots avsaknaden av totala bevis på sanningen, ändå hyllar naturvetenskapliga teorier som ”sanna”. När forskarna är nöjda med experimenten och hypotesens förklaring sammanfattas det i en artikel. Är det vetenskap nu? Nej, det är forskarnas subjektiva uppfattning som sammanfattas. Om artikeln läggs i skrivbordslådan så ligger det inte naturvetenskap där utan forskningsresultat – och möjligen potentiell naturveten-

skap. Det återstår att lyfta den från det subjektiva till det icke-subjektiva genom att låta en vetenskaplig tidskrift, som genom andra forskares kompetens, bedöma trovärdigheten i artikeln.

Eftersom man inte har en lista på villkor som måste uppfyllas för att resultatet skall anses sant och riktigt måste redaktören för tidskriften lita till några oberoende forskares omdöme. Man frågar sig om artikelns resultat motsäger etablerad vetenskaplig kunskap. Om så är fallet kommer vetenskapssamhällets starka motstånd fram och artikeln betraktas som ovetenskaplig och normalt sätt förkastas. I de fall de granskande forskarna tycker artikelns resultat är något nytt och intressant och kanske leder till vidare studier rekommenderar de publicering.

Därför är naturvetenskap också en social process. Det krävs en överenskommelse av vetenskapssamhället, ett erkännande beslut, för att något skall bli vetenskap. Det följs av att artikeln publiceras i en vetenskaplig tidskrift, vilket innebär att den blir allmän egendom och är vetenskapligt sann tills vidare. Det är ett socialt faktum. Forskarens artikel går via den naturvetenskapliga processen från subjektiv till objektiv vetenskap. Från privat till allmän egendom.

I den naturvetenskapliga metoden ingår således en social komponent som **John R. Searle** (1932–) beskriver i "Konstruktionen av den sociala verkligheten".⁸ Det finns i och för sig ett antal nödvändiga kvalitetskriterier som en god empirisk undersökning måste uppfylla, som reproducerbarhet, vissa statistiska villkor, förenlighet med tidigare accepterad vetenskaplig kunskap samt att den är nyskapande och inte tidigare publicerad. Dessa nödvän-

diga villkor är aldrig tillräckliga för att karakterisera den naturvetenskapliga metoden.

Eftersom ett slutligt och tillräckligt villkor för vetenskaplighet är av social karaktär, öppnar det för de granskande forskarnas omdöme. Det senare är alltid en sorts tyckande, och i likhet med andra sociala sammanhang kan det ha ingredienser av självhävdelse, karriärism, missunnsamhet och oetiskt beteende mot andra forskare (till exempel om Boltzmann). Forskarens motiv är ofta både nyfikenhet och strävan efter erkännande (till exempel Franklin). Granskningsprocessen är därför extra viktig idag med ett stort antal kommersiella vetenskapstidskrifter, där granskningen kan bli mindre kritisk eftersom copyrightavgiften för en artikel är en viktig inkomst för tidskriften. Detta faktum öppnar för publicering av mindre seriösa artiklar. Det är inte utan problem att vi har ett stort antal kommersiella vetenskapliga tidskrifter som ägs av vanliga vinstdrivande företag. Därför har flera vetenskapliga sammanslutningar eller organisationer – som till exempel The Royal Society i Storbritannien eller The American Chemical Society i USA – egna tidskrifter utan kommersiella intressen.

Sammanfattning

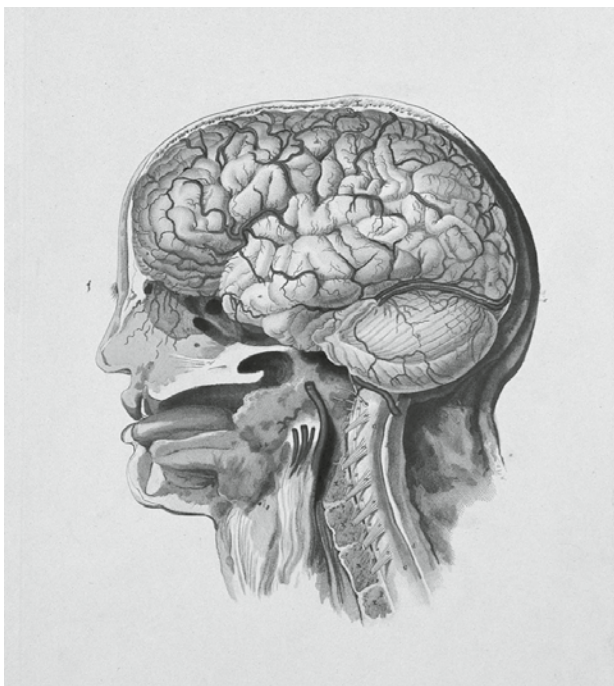
Både Popper och Kuhn påpekade att man redan har en hypotes eller idé när man beskriver observationerna från en

Granskningsprocessen är därför extra viktig idag med ett stort antal kommersiella vetenskapstidskrifter.

empirisk studie eftersom man valt vilka observationer som är relevanta och vilka som inte är det. Det går inte idag att förutsättningslöst studera naturen, utan man måste veta vad man skall mäta och hur det skall göras. Experimenten är således teoriberoende och sker på delar av naturen. Ett prov, som inte sällan består av en förenklad modell av det system man är intresserad av, placeras i ett mätinstrument som ger ett svar efter att forskaren introducerat någon sorts störning i provet. Svaret man erhåller i mätinstrumentet måste vara möjligt att tolka och förstå. Det sker oftast genom mer eller mindre avancerade teoretiska och matematiska modeller. Med dessa modellberäkningar, vilka också oftast är förenklade, vet man vad man ser i experimentet. Hela processen innehåller många sådana förenklingar och förutsätter accepterade teorier. Detta innebär att Francis Bacons (1561–1626) idealiserade bild av naturforskning, baserad på förutsättningslösa observationer följda av induktivt generaliserande av resultaten, är felaktig.

Vetenskapliga frågeställningar formuleras inom en vetenskaplig tradition på ett visst språk. När begrepp inte finns för att fånga en observation får man försöka trycka in den inom de språkramar man har – eller så hittar man på nya begrepp. När man i en ny observation menade att något orsakades av en “X-ray”, var det ett enkelt sätt att tala om att man inte riktigt förstod hur, men det passade in i den accepterade teorins språkramar (se Kuhn, slutnot 4).

Följaktligen har man redan en hypotes eller djärv gissning inför punkt 1. Hur denna gissning uppkommer säger som sagt inte den vetenskapliga metoden något om. Men



Hjärna: dissektion som visar tvärsnitt igenom huvud och hals, med sidovy av hjärnan. Färglagd gravyr av W.H. Lizars, ca 1827. Från Wellcome collection.

det är klart att om forskaren har en djup och bred vetenskaplig kunskap, blir nog kvaliteten på gissningen bättre än hos en relativt okunnig gissare. Om gissade hypoteser bekräftas är de inte nödvändigtvis sanna, men de får leva vidare för att utsättas för ytterligare tester. Om hypotesen till slut accepteras av forskarsamhället betraktas den som en vetenskapligt sann teori – i alla fall tills vidare.

Men det saknas ett objektivt kriterium på vad som är naturvetenskap. Förutom de experimentella bevisen krävs alltså att forskarsamhället accepterar teorin som vetenskapligt sann. Sammanfattningsvis kan vi konstatera följande:

Det finns ingen metod att hitta på hypoteser, det är ett moment av kreativitet i forskarens hjärna.

Observationer ger inte teorioberoende data mot vilka hypoteser eller teorier är tänkta att testas. Det handlar om samstämmighet.

Det finns ingen objektiv metod att följa för att bedriva naturvetenskap. Det hela har lite av karaktären ”att lyfta sig själv i håret” – vilket Thomas S Kuhn beskriver genom begreppet ”paradigm” – och att vetenskaplig forskning nästan alltid sker inom ett paradigm där metod, teori och förfaringssätt finns beskrivet.

Naturvetenskap blir inte till enbart på grund av kvalitet och att den inte har falsifierats, utan det krävs också ett accepterande från forskarsamhället, vilket är ett konsensusbeslut som vi kallar ett socialt faktum. Mer om detta kan läsas i den vetenskapsfilosofiska och sociologiska litteraturen.⁹

Om vi slutligen frågar oss vad pseudonaturvetenskap är så blir svaret enkelt. Det är inte möjligt att läsa om dessa pseudovetenskapliga teorier i vetenskapliga tidskrifter eftersom de saknar den sociala faktorn, det vill säga acceptansen av forskarsamhället. Anledningen till detta är att de inte bygger vidare på tidigare undersökningar utan direkt föreslår ett paradigmskifte på helt nya och okända grunder. Det är uppfattningar som avfärdats av forskarsamhället av många olika skäl, men kanske vanligast för

att dessa uppfattningar motsäger accepterad naturvetenskap. Här kan man naturligtvis ge exempel om man vill – flygande tefat, astrologi, slagrutor, pendlar, jordstrålning, vatten som ändrar egenskapen i virvlar eller stenar som läggs på kroppen för hälsans väl – alla spelar i samma liga som skojaren Uri Geller, som böjde skedar med hjälp av tankekraft. ✍

*Per-Olof Westlund, Wolfgang Schröder
och Göran Lindblom*

Referenser

1. A.J. Ayer, *Language, Truth, and Logic* (1936); Peter Godfrey-Smith, *Theory and Reality: An Introduction to the Philosophy of Science*, kapitel 2 (University of Chicago Press: 2003).
2. Karl R. Popper, *The Logic of Scientific Discovery* (1959).
3. Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (1961).
4. Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, kapitel VI "Anomaly and the emergence of scientific discovery" (1961).
5. Pontus Böckman, "Flogistonteorin", Skeptisk Måndag, inlägg publicerat 26 juli 2021, <https://www.vof.se/blogg/flogistonteorin/>.
6. YouTube, användare seabala, oidentifierad föreläsning av Richard Feynman, "Feynman on Scientific Method", uppladdad 18 februari 2011, <https://www.youtube.com/watch?v=EYPapE-3FRw>.
7. Matthew Cobb och Nathaniel Comfort, *Nature*, vol 616, 657-660 (2023).
8. John R. Searl, *Konstruktionen av den sociala verkligheten* (Daidalos: 1997).
9. Peter Godfrey-Smith, *Theory and Reality: An Introduction to the Philosophy of Science*, kapitel 8 (University of Chicago Press: 2003).