



Naturvetenskaplig bildning

Redaktör: Stefan Nilsson

Grundtviginstitutet vid Göteborgs universitet skriftserie nr 9



GÖTEBORGS UNIVERSITET

Naturvetenskaplig bildning

Grundtviginstitutet
vid Göteborgs universitet
rapport nr 9

Omslag:

Grafisk form: Anders Eurén, Informationsenheten

Tryck: Intellecta Docusys AB

ISSN 1654-1197

ISBN 978-91-976747-3-7

Innehåll

Förord 7

Inledning 10

Naturvetenskap och matematik:
I vems intresse? 17

Bilder av naturvetenskapen 31

Behöver en bildad person veta något
om universum? 41

Synpunkter på en naturvetenskaplig
bildningsstrategi 66

Referenser 87

Förord

Grundtviginstitutets uppdrag är att verka för bildning och folkbildning i ljuset av en bred syn på kunskap. Institutet skall artikulera bildningsfrågor i nära samverkan med omvärlden. Verksamheten bedrivs genom regelbundna seminarier och projekt. I institutets uppgifter ingår att kunna arbeta med bildningsfrågor vid Göteborgs universitets samtliga fakulteter. Sådana frågor betraktas som en universitetsgemensam angelägenhet.

En förutsättning för verksamheten är därmed ett inkluderande bildningsbegrepp som tillåter att alla fakulteter arbetar med bildningsverksamhet. Vi talar då om bildning i vidare mening än humanioras och konstens grundformer. Ett modernt bildningsideal innefattar även resultat och tankemodeller från andra vetenskaper och kunskapsbildning inom professionsutbildningar. Det innebär att bildningsbegreppet överbryggar motsättningen mellan teori och praktik. Bildning ingår också i processer där vi löser praktiska problem. Praktiskt arbete med bildning i detta sammanhang intar ett kritiskt förhållningssätt till fragmentering av olika kunskapsformer: teori/praktik, personlig/distanserad kunskap, konst/vetenskap, demokratiperspektiv och maktperspektiv på kunskap. Institutet letar i stället efter olika kopplingar mellan olika kunskapsformer. Därtill betraktas bildningsprocesser som en aspekt av utbildning.

Bildningsprocesser bidrar till att ge livet mening och överblick och är också ett resultat av vad livet lär oss, de rör mer än forskning och undervisning vid högskolor. Att bildas handlar i stor utsträckning om att våga möta mänskligt liv och att skapa mening för att förstå sig sin omvärld, sin plats i livet. Bildningsarbete har uppenbara existentiella aspekter.

Naturvetenskaper och matematik var innan specialvetenskaper-
nas uppkomst bildningsämnen. Men vad skulle det innebära att i
dag tala om naturvetenskap och matematik som bildningsämnen?
Projektet Naturvetenskaplig bildning lät frågan besvaras av fors-
kare vid naturvetenskaplig fakultet. Projektledare och redaktör för
denna skrift var Stefan Nilsson, professor emeritus i zoofysiologi.
Projektgruppen utgjordes av: Lars Johan Erkell, docent i zoofysio-
logi, Marie Rådbo universitetslektor i astronomi, Peter Sjömar, FD
arkitektur och docent vid institutionen för kulturvård, Margareta
Wedborg, professor i marinanalytisk kemi och Kerstin Wiklander,
universitetslektor i matematisk statistik.

Gruppen arbetade i seminarieform och en fråga som genomgå-
ende diskuterades var om den bildningsdiskussion vi förde ingick i
den naturvetenskapliga disciplinen eller inte. Var den en naturveten-
skaplig fråga? De allra flesta menade att eftersom naturvetenskaplig
metod inte användes handlade det inte om naturvetenskap. Kritiska
röster gjorde sig också hörda. Om projektets bildningsdiskussion
inte ingick i naturvetenskap vad för slags företeelse är det då?

Om vi börjar med dem som inte är naturvetare och deras natur-
vetenskapliga bildning kan svaret på frågan vara: naturvetenskaplig
allmänbildning som skapar förståelse av den värld vi lever i och vår
del i den, populärvetenskap eller delar av vårt kulturarv.

En betydande del av seminarierna handlade dock om naturveta-
res bildning i kraft att vara naturvetare. Högskolors bildningsverk-
samhet handlar dels om att initiera bildningsprocesser hos studenter
och dels om att producera ny vetenskapligt grundad kunskap.

Naturvetenskapliga och matematiska studier är för studenterna
bildande eftersom sådana studier ger allmänna kompetenser att se
sammenhang, analysera och strukturera. Det handlar då inte om
att tillägna sig enbart detaljkunskaper utan även om att betrakta
det enskilda mot bakgrund av ett övergripande sammanhang med

strukturell överblick. Bildningsprocessen i undervisning skapar också ett personligt förhållande till kunskap, kunskaper integreras i den egna erfarenheten och det egna tänkandet.

Att forska innebär bland annat att medvetet och metodiskt producera kunskap. Denna process förutsätter i sin tur kunskap om kunskap och kunskapsproduktion, till exempel vetenskapsteoretisk medvetenhet. Hur skall vi då betrakta reflektion om naturvetenskap inom naturvetenskap? Låt oss skilja mellan två betydelse hos det språkliga uttrycket ”vetenskapsteori”: För det första avses den forskning som bedrivs inom ämnet vetenskapsteori vid humanistisk fakultet. För det andra den metareflektion över metod, kunskapsbegrepp, ämnesavgränsning och liknande som bedrivs av forskare inom varje vetenskapsområde.

Här finns kopplingar mellan bildning och forskning. Matematiska och naturvetenskapliga forskare har en vetenskaplig allmänbildning i egenskap av att vara forskare. Det handlar om ämnesöverskridande kunskaper gällande metodologiska överväganden, världsbild, modeller och kunskapssyn. Projektgruppen delade till exempel övertygelsen att vetenskap inte är till för att skapa falsk trygghet. Man får ständigt vara beredd på att dess sanningar kan komma att revideras. Är inte sådan metareflektion över naturvetenskap en del av naturvetenskapen?

Oktober 2010

Eva Mark

Föreståndare

Artikelförfattare

Lars Johan Erkell, docent i zoofysiologi vid zoologiska institutionen. Cellfysiolog med intresse för tumörceller, utvecklare av kurser i zoologisk cellfysiologi oftast med mycket brett anslag (exempelvis "Biologi för filosofer" och den kurs i cellfysiologi på avancerad nivå som fått smeknamnet "zoofilosofi"). Redaktör för Djuren och människan. Om den moderna biologin och dess världsbild. Studentlitteratur, 2009. Engagerad debattör mot pseudovetenskap och kreationism.

Marie Rådbo, universitetslektor i astronomi vid institutionen för fysik. Hedersdoktor vid Chalmers tekniska högskola, flerfaldigt belönad föreläsare och författare av böcker som gör astronomi och rymdvetenskap tillgängliga för såväl barn som vuxna. Bland utmärkelserna märks bl.a. Rosénpriset från FRN 1998 och Årets Folkbildare från Föreningen Vetenskap och Folkbildning 2003. Engagerad i den årligen återkommande "Levande frågelådan" för femteklassare.

Peter Sjömar, doktor i arkitektur, universitetslektor och docent vid institutionen för kulturvård, främst baserad på denna institutions enhet "Dacapo" i Mariestad. Peter är alltså arkitekt och arkitekturhistoriker men verksam inom naturvetenskapliga fakulteten med utveckling av forskning och forskarutbildning i hantverksvetenskap. Mariestadsenheten kombinerar inom sig naturvetenskap, humaniora och dessutom konstnärlig verksamhet, vilket ger Peter särskild insikt i gränsområden och medger dessutom en smula utifrån-perspektiv på naturvetenskaplig bildning.

Margareta Wedborg, professor i marinanalytisk kemi vid institutionen för kemi. Marinkemist som deltagit i expeditioner till bl.a. Arktis och Antarktis. Engagerad lärare med intresse för utveckling av begreppet bildning hos studenter och doktorander i kemi, liksom deras förmåga att kommunicera sin vetenskap.

Kerstin Wiklander, universitetslektor i matematisk statistik vid institutionen för matematiska vetenskaper och därtill engagerad i extern verksamhet via ”Statistikkonsulterna”. Deltagare i Grönlandsexpedition tillsammans med biologer, där Kerstin fungerade som rådgivare för försöksplanering och statistisk bearbetning. Fotbollsspelare och ornitolog.

Stefan Nilsson, professor emeritus i zoofysiologi vid zoologiska institutionen, neurobiolog. Mångårigt engagemang som ledamot i ”Alltinget”, Sveriges Radios frågeprogram ”för den som vill veta”, samt ”Levande frågelådan” för femteklassare.

Inledning

”Bildning är det som finns kvar när du glömt vad du lärt dig.” (Ellen Key)

Bildning kan ses som en väv av kunskaper som gör det möjligt att väva in nya kunskaper i ett meningsfullt sammanhang. Men där finns också en mer omfattande definition av ”bildning” formulerad av Sven-Eric Liedman i *Nationalencyklopedin 2010*¹. I denna ges en översikt över begreppet bildning och relaterade begrepp, och därtill en historisk bakgrund – från antiken och framåt. Definitioner av de olika begreppen skulle, med utgångspunkt från den Liedmanska artikeln, kunna vara följande:

Bildning (från tyskans Bildung) kan ställas i motsatsförhållande till utbildning där syftet i stället är att ge en bestämd yrkeskompetens. Bildning, däremot avser en omvandling av människan. Den mångsidiga bildningen kallas inte sällan för

Allmänbildning och avser därmed den bildning som vuxna samhällsmedborgare bör besitta. Synonymt med detta talas stundom om

Folkbildning, en bildning som kanske främst associeras med det ”folk” som saknar ”högre” utbildning.

Förutom de olika varianterna av begreppet ”bildning” finns också den innehållsmässigt och språkligt orelaterade termen *”inbillning”*, vilken kan tas som introduktion till det som i dag rubriceras under *”psedovetenskap”*, dvs. uppfattningar som saknar all förankring i vetenskap, men som ändå försöker ge intryck av en sorts (icke sällan bisarr) vetenskaplighet.

Bland de tidiga ideologerna kring bildningsbegreppet har Wilhelm von Humboldt en särskild status. Wilhelm var språkfilosof, men också diplomat, politiker och därtill grundare av det nya Berlin-universitetet som idag kallas Humboldt-Universität zu Berlin. Han har särskilt poängterat den betydelse bildning har för människans (intellektuella) utveckling, och vikten av studier av klassiska språk och matematik.

Det bör poängteras att Wilhelm von Humboldts yngre bror, Alexander, är den av bröderna som sannolikt har den högsta anseendet i naturvetares ögon. Alexander von Humboldt blev forskningsresande och särdeles mångkunnig inom det naturvetenskapliga området: särskilt biologi, geovetenskaper och kosmologi. Även om storebror Wilhelm kanske var den mest betydelsefulla bildningsfilosofen av de två, står båda ståt utanför Humboldt-Universität zu Berlin, och deras skapelse kom att bli förebild för många av de universitet som grundades därefter, världen över^{2,3}. Det Humboldtiska bildningsidealet är fortfarande ett levande begrepp i universitetsvärlden.

Samtidigt tarvas troligen ett klagörande av relaterade begrepp som t.ex. ”forskning”. Forskning kan bedrivas på olika nivåer – alltifrån dagisgrupper till universitetsinstitutioner – men, naturligtvis, med olika inflytande över den kollektiva verklighetsuppfattningen. Den naturvetenskapliga arbetsmetoden med iakttagelser – hypotesformulering – hypotesprövning – omformulering av förkastade hypoteser – och vidare mot ett närmande till den i princip ouppnåeliga universella ”sanningen”. Ett försök till sammanfattande bild av det vi kan kalla ”Den naturvetenskapliga forskningsmetoden” visas nedan.

CP Snow formulerade sig kring ”*De två kulturerna*” där han observerade en ökande polarisering: å ena sidan naturvetenskaperna (med sina försök till att uppfatta och förstå en verklighet), å den andra det som senare kom att kallas konstruktivistisk epistemologi

(där ”kunskap” är en konstruktion och alltså inte handlar om verkligheten – extremt fritt översatt alltså ”påhittad kunskap”). Emellanåt jämförs den senare kulturen med den inom ”humaniora”, vilket kan tyckas en smula orättfärdigt.

”Humaniora” är dessutom en långt ifrån homogen term, och bara inom en svensk universitetsfakultet för humaniora finns många nyanser, varav en del är närmare det naturvetenskapliga tänkandet (delar av språkvetenskaperna, historia och arkeologi som exempel), än andra som kanske har flera drag av konstruktivism. Vid sidan av ”humaniora” finns dessutom olika yttringar av, låt oss kalla det ”kulturvetenskaper”. Det kan tänkas att avståndet till ren konstruktivism i detta fall är kortare än för reella humaniora-ämnen...

I våra texter har vi stundom använt begreppet ”humanvetenskaper”, vilket antas att förutom humaniora inkluderar delar av vad som idag härbärgeras inom det samhällsvetenskapliga området.

Personer med naturvetenskaplig skolning utgör inte i någon stor andel inom det politiska livet – även om man bör beakta yrkesmänniskor med en tillämplig naturvetenskaplig utbildning såsom läkare/tandläkare, ingenjörer och liknande. Från Sveriges Riksdag presenteras sommaren 2010 Riksdagsförvaltningen med totalt 660 personer bl.a. sålunda: *”Bland tjänstemännen är det många jurister och samhällsvetare som arbetar som föredragande på utskottskanslierna eller som utredare på utredningstjänsten. Som föredragande föredrar du ärenden för riksdagsledamöterna och skriver underlag till beslut. Utredarna genomför utredningar på uppdrag av ledamöter, partier och utskott.”*

Grävande journalistik ligger långt utanför vårt uppdrag att belysa begreppet bildning ur vår, naturvetenskapliga, synvinkel. Men frågan kanske ändå kan ställas: Hur är det med den naturvetenskapliga bildningen hos våra politiker? Den kanske inte behövs, eftersom energipolitik, miljöpolitik, klimatpolitik eller rovdjurshantering klaras lika bra av samhällsvetare och jurister bland riksdags-

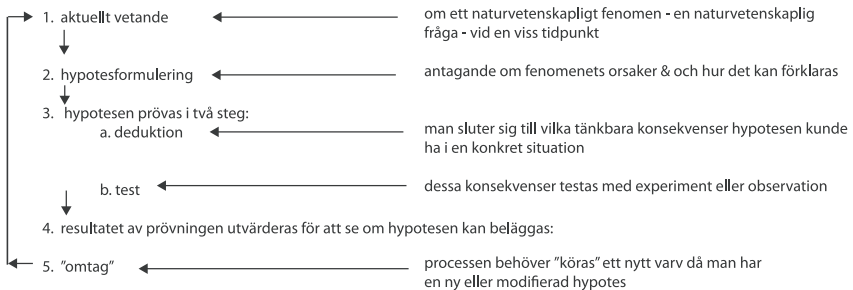
förvaltningens tjänstemän, och av naturvetenskapligt bildade politiker på nationell, regional eller kommunal nivå? Det kanske skall framhållas att brist på formell naturvetenskaplig utbildning inte utesluter förekomst av naturvetenskaplig bildning bland våra politiker, och att här liksom annorstädes är mångfald bättre än enfald.

Inom den mer sofistikerade journalistiken framhålls emellanåt att journalistens uppdrag är att ”kritiskt granska”, vilket naturligtvis är ytterst lovvärt. En fråga som då nästan formulerar sig själv är ”Hur skall den serösa journalistiken kunna fullgöra sin uppgift att ”kritiskt granska” företeelser inom naturvetenskaperna, ifall journalisterna saknar naturvetenskaplig bildning?”

I en av de tre artiklarna om bildning i Göteborgsposten (sommaren 2010) observerar teknikhistorikern Nina Wormbs (Kungl. Tekniska Högskolan) att teknik och naturvetenskap lämnas utanför bildningsdiskussionen. Hon avslutar med förslaget *”Låt oss i stället försöka vara renässansmänniskor och debattera och diskutera teknik och naturvetenskap som om det vore mänskliga aktiviteter bland andra.”*⁴

Varför inte?

Schema: den naturvetenskapliga forskningsmetoden



Principen för den *hypotetisk-deduktiva metoden*, grundschemat för naturvetenskaplig forskning. Den centrala tanken är att alla hypoteser strängt måste prövas genom experiment eller observationer. Prövningen utgör en kvalitetskontroll genom att dåliga hypoteser kan mönstras ut. Hypoteser som över huvud taget inte går att pröva anses inte vara vetenskapliga. (se också 5)

Referenser

- 1 Liedman, S-E 2010 Bildning, Nationalencyklopedin.
- 2 Mark, E. 2009 Livslångt lärande ur bildningsperspektiv som strategi för högskolan. Grundtviginstitutet vid Göteborgs universitet rapport nr 7.
- 3 Sörlin, S 2010 Alexander von Humboldt, Nationalencyklopedin.
- 4 Wormbs, N 2010 Låt oss diskutera naturvetenskap. Göteborgsposten 11 juli 2010.
- 5 Wallin M, Bohlin T, Erkell LJ 2004. Pedagogiskt godis. Bioscience Explained 2:1

Omslagsbild: Fraktal ormbunke gjord med 200 000 iterationer i datorprogrammet Matlab av Lennart Falk vid Matematiska vetenskaper. För att framställa figuren används fyra transformationer som genom iterationer (upprepningar) bygger upp generationer av allt mindre blad och stjälkar. Detta är efter en idé av den brittiske matematikern Michael Barnsley där man genom att variera vissa parametrar kan få fraktaler av mycket skiftande utseende, ofta växtliknande.

Naturvetenskap och matematik: I vems intresse?

Margareta Wedborg och Kerstin Wiklander

Att förstå olika aspekter av tillvaron, att kunna se saker och ting i sammanhang – det är att ha bildning. Men ändå räknas inte alla aspekter på tillvaron lika, för i bildningens finrum rymts i första hand den klassiska bildningen: humaniora och de sköna konsterna. Naturvetenskapligt och matematiskt kunnande uppfattas fortfarande inte i normalfallet som en del av denna gemensamma bildning, utan snarare som något för nördar. En sådan nörd kan vara, och är inte så sällan, bildad. Det betyder att hon har åtminstone översiktliga insikter i litteratur, konst och musik, historia, utöver sina naturvetenskapliga kunskaper. Den klassiskt bildade invånaren i finrummet anses självklart bildad, även om hon inte har en aning om naturvetenskapliga grunder. Hon kan till och med göra en poäng av att hon verkligen inte kan någonting om dessa (tråkiga) ting, och samtidigt positionera sig som bildad intellektuell. Det finns uppenbarligen ”någon” som definierar vad som är bildning. ”Någon” skall här inte förstås som en individ, utan snarare som en struktur, vilken är resultatet av månghundraåriga samhälleliga och vetenskapliga hegemonier.

Kunskapssökandet skiljer sig mellan vetenskap som bygger på axiomsystem och naturlagar och vetenskap som inte har en sådan grund. Ibland ser man försök att, åtminstone i viss grad, efterlikna axiomens fasta grund inom vetenskaper där det måste betraktas som betänkligt. Som ett exempel diskuterade man möjligheten och lämpligheten av en svensk litterär kanon 2006 (se t.ex. Högskolever-

kets Rapport 2009:24 R). Den ständige sekreteraren förklarade att Svenska Akademien mycket väl skulle kunna ta på sig ett uppdrag att utse vilka verk som skulle ingå. För en naturvetare förefaller en sådan tanke lätt surrealistisk (kanske även för en del litteraturvetare?). Den naturvetenskapliga utvecklingen medför visserligen att kunskapen vid en tidpunkt i regel väl kan definieras och ofta kan uttryckas i precisa termer, men också att utvecklingen leder till att ståndpunkterna snart är överspelade och att nya precisa, men också tillfälliga, rön gäller. I ett sådant perspektiv tittar man inte så mycket bakåt, utan snarare mot framtiden. Då är det inte trivialt att mötas i en gemensam bildningssyn.

Här står vi nu, naturvetare och matematiker, och knackar på dörren till bildningens finrum. Vi vill in, och vi vill gärna lära mer, men också dela med oss av våra (roliga) kunskaper. Marie Rådbos bidrag i denna skrift är ett utmärkt exempel på hur naturvetenskapen öppnar svindlande perspektiv på meningen med allt och på hur roligt det är att veta något om vår plats i universum. Faktiskt står dörren till finrummet numera lite på glänt tack vare en del intressanta överbryggande projekt, men när vi kikar in ser det inte riktigt ut som vi tänkt oss. Det verkar som om nya hyresgäster är på väg in; den flerhundraåriga boaserade träpanelen byts, åtminstone i en del av rummet, mot något trendriktigt stormönstrat, som redan i morgon kommer att ersättas av något lika trendriktigt småmönstrat (eller omönstrat, chockrosa etc.). Bildningsbegreppet håller på att omdefinieras. Ingrid. P. Bosseldal [1] skriver på GP:s kultursida, apropå att DN skär drastiskt i kulturredaktionen, att "...ett starkt internt tryck riktats mot kulturredaktionerna att skriva snabbt, kortare och så att 'folk förstår'". Hon skriver också om "... det alltmer frekventa krönikerandet i kulturradios olika program.." samt "... det lättsinniga tyckandet som blivit en självklarhet på dagspressens kultursidor". Åsa Linderborg [2] kallar fenomenet "En motståndslös feel good-journalistik som ser läsaren som konsument istället för

kritiskt tänkande medborgare”. Vill man vara sarkastisk skulle man kunna säga att förändringen innebär att det bedöms som värdefullt att ha ”friska ögon”, dvs inte kunna så mycket om det man skriver om, medan det ses som en belastning att en skribent eller debattör utifrån en djupare kunskap tränger in i en frågeställning. I det senare fallet ställs krav på läsaren att själv sätta sig in i den aktuella frågan, finna fakta och kanske till och med använda en ordbok. Att ställa sådana krav framställs som både löjligt och orimligt i ett svar till Åsa Linderborg, publicerat på Newsmill [3]. Läs det som exempel på det ofta ytliga pladdret på nätet till försvar för de ”friska ögonen”.

Mycket tyder på att uppfattningarna om vad som är bildning håller på att glida isär. Är det möjligen så att C. P. Snows två kulturer, som vi önskar skall växa ihop till en tredje kultur, håller på att fragmentiseras i ett stort antal subkulturer som har lite eller inget med varandra att göra? Kan insikter om Kalle Ankas utseendeförändringar över tid anses som jämförbara med kunskaper om antik historia, litteraturvetenskap, eller om den förbjudna operan i Rom i början på 1700-talet vad gäller bildning? Samma fråga kan ställas angående kalenderbitarkunskaper om idrott, memorering av citat ur kultfilmer m.m. Svaret på detta, som är långtifrån självklart, har också relevans för hur den naturvetenskapliga kunskapen räknas. På något sätt måste man försöka hitta kvalitetskriterier som kan accepteras allmänt, vilket kräver överblick och öppenhet. Kan ett sådant kvalitetskriterium vara att det lättuggade och motståndslösa väljs bort till förmån för det som kräver intellektuell stringens och känslomässigt engagemang? Naturvetenskaplig kunskap, som är baserad på strikta krav på bevisföring och prövning av hypoteser, kan vara en god hjälp i det valet.

Naturvetenskapen, matematiken och modellerna

Att pröva sina idéer genom logiska regler och resonemang, ibland med stöd av insamlade data, är det vanligaste arbetssättet bland de

matematiska, naturvetenskapliga och tekniska ämnena. Detta förekommer förvisso även inom vissa andra discipliner men ändå verkar det som om våra ämnen och vårt arbetssätt betraktas annorlunda. En del av förklaringen till skillnaden i betraktelsesätt skulle kunna vara att stora delar av humanvetenskaperna hanterar mellanmänniska processer som ligger närmare vardagsförståelse, men vi tror att en djupare analys skulle visa också på andra, mindre uppenbara orsaker.

Vi menar att det är uppenbart att en viktig del i bildningen bör vara kännedom om hur matematiker och naturvetare arbetar. Ett traditionellt arbetssätt är att göra sina resultat reproducerbara. Genom att beskriva hur försöksdesignen varit och vilken modell och metod som valts kan andra forskargrupper sedan återskapa en liknande situation. Från ett kritiskt angreppssätt och metodiskt arbete kan man sedan se om tidigare resultat kan stödjas. Detta är ett sätt att föra kunskap framåt och ökar tillförlitligheten om man når samma slutsatser.

Fenomen, samband, ja hela verkligheten kan givetvis aldrig beskrivas i full detalj. Det är den alltför komplex för. Istället försöker man göra en bra beskrivning genom förenklingar, genom att använda modeller. Med en modell som tar hänsyn till de viktigaste aspekterna och bortser från detaljerna kan man få struktur på det man studerar. Genom att sedan utgå från den modell man ansett vara lämplig kan man arbeta vidare med hur saker inverkar, vad konsekvenserna blir vid förändringar m.m.. Man kan kanske bli lite orolig för att det inte handlar om ”verkligheten” utan bara om modeller. Men något annat kan i praktiken alltså inte vara aktuellt, bland annat på grund av komplexiteten. Man får här inte tro att det bara handlar om olika förklaringskällor som separat inverkar på det man studerar. Även kombinationer mellan dem kan samverka och ytterligare öka komplexiteten. Som tröst kan man citera vad den kände statistikern och kemisten George Box ofta säger: ”Alla mo-

deller är fel men en del är användbara.” Dessutom är det inget som hindrar att man utifrån en enkel startmodell kan modifiera den till en som återspeglar det man studerar på ett ännu bättre sätt alltfjärsom man avancerar i kunskapsprocessen. En allmän förståelse för modelltänkandet är alltså oerhört viktigt eftersom det ofta är enda sättet att arbeta på.

I sina modeller inkluderar naturvetare och matematiker osäkerhet. Modellerna är ändå troligen mer pålitliga än t.ex. ekonomernas modeller. Attitydmässigt uppfattas det dock tvärtom, eftersom ekonomer i allmänhet är mer ”tvärsäkra” i sin attityd, medan naturvetare tenderar att betona osäkerheten. Detta kan tolkas som att vi vet mindre och är veliga vilket ger ett svårbemästrat imageproblem. Möjligen borde detta snarare leda till eftertanke hos ekonomer än till att naturvetare och matematiker skall tona ner sin osäkerhet. Den senaste ekonomiska kraschen 2008 möjliggjordes bl a genom att man förlitade sig på ekonomiska modeller som var baserade på felaktiga axiom: man hade underskattat sannolikheten att ett mycket stort antal låntagare samtidigt skulle bli tvungna att inställa sina amorteringar; möjligheten av en global kris fanns överhuvud taget inte med [4], [5]. I den vetenskapliga världen borde felaktiga axiom och modeller överges när experiment visar att de inte kan stämma. Dock verkar vissa axiom (t.ex. starka antaganden om att marknaden alltid är den bästa lösningen) inom den ekonomiska vetenskapen har så stark ställning att man i vissa läger vägrar att ändra dem. ”...the marketplace has been deified” [4], [6].

Är svaret att framträda säkrare eller att försöka förklara varför det är bättre och ärligare att se osäkerheten i vitögat?

En vetenskaplig studie måste föregås av noggrann försöksplanering utifrån syfte och praktiska möjligheter. Om man inte gör en sådan planering kan resultatet bli att man samlar in för lite data, gör ett urval som inte är representativt, använder en modell som inte är lämplig eller att man får fram resultat genom att använda

felaktiga metoder. Avsteg från detta ser man givetvis inom många områden och naturvetenskapen är inget undantag. En ingrediens i bildningskravet är att man har åtminstone någon inblick i logiska slutsatser. Att inte hitta något man söker är inte ett bevis på att det saknas. Trots det ser man ofta denna slutsats tillämpas. Det är givetvis enkelt att uppnå detta ”bevis” bara genom att inte leta tillräckligt noga. Hur ofta har man inte sett tidningsrubriker i stil med ”... ny undersökning visar att det är ofarligt att...” utan reflektion över t.ex. tidsperspektiv, dimensionering av studien och andra relevanta aspekter. Ett bra exempel på hur det kan se ut är dagstidningarnas rapportering om det nyttiga respektive skadliga med att dricka kaffe. Så fort en ny studie publiceras som visar åt något av dessa håll slås det upp stort. För tillfället (augusti 2010) sägs det att kaffe är nyttigt, så det gäller att passa på att dricka innan det blir skadligt igen! Det är viktigt att man i bildningsarbetet poängterar och motarbetar liknande ologiska resonemang.

Ett annat viktigt inslag i typiskt arbete för matematiker och naturvetare är att göra kvantifieringar. Ibland kan det vara svårt med mätbarhet, eftersom vissa saker helt enkelt inte låter sig mätas på något lätt sätt. Man bör vara medveten om riskerna för underliga budskap från exempelvis enkäter. Den enkla och så moderna frågan om hur man mår görs ofta genom att hänvisa till en skala. Man ombeds t.ex. att sätta ett kryss i någon kategori från 1 till 5. Antag att man vill jämföra två grupper där alla i ena gruppen svarat 3 och i andra gruppen svarade hälften 1 och hälften 5. Ett klassiskt fel är man sedan tror att kategoriernas siffror kan betraktas som tal (observera denna skillnad och jämför med skillnaden mellan bokstav och ord) och man börjar bearbeta dem därefter. Medelvärdena i grupperna blir lika men vem skulle tro att de mår på samma sätt om man får veta mer än den missvisande sammanfattningen från grupperna? Man har här alltså kvantifierat något som inte låter sig mätas numeriskt. Ett sunt kritiskt tänkande om hur bearbetningen

av information har gått till genomskådar liknande felaktigheter. Att ifrågasätta och noga tänka igenom påståenden som görs är eftersträvansvärt hos den allmänbildade.

Naturvetenskapen, matematiken och samhället

Att kommunicera olika forskningsrön från forskare till allmänheten och beslutsfattare är inte helt lätt. Här finns krav på stringens och tillräckligt djup samtidigt som man inte kan ta med detaljer och alltför komplicerade saker så att budskapet bli svårförståeligt. Med brist på kunskaper och bildning blir avståndet större mellan fakta och förståelse vilket gör balansgången i hur man skriver ännu svårare. En uppenbar risk är att rönen felaktigt betraktas som simpla bara på grund av att man varit tvungen att framställa dem på ett ytterst förenklat sätt.

Bristen på bildning och grundläggande kunskaper inom naturvetenskaperna och matematiken kan ibland ge sig tillkänna ganska tydligt hos allmänheten och inom många samhällsområden såsom skolor, media och i beslutsfattande organ. Detta gör att man kan få stora svårigheter att ta till sig information på ett sunt sätt; bedöma relevansen, rimligheten och sanningshalten; ägna sig åt kritisk eftertanke; bilda sig en välgrundad åsikt och sova i ett stort informationsflöde i en komplex värld.

I beskrivningen av det journalistiska arbetet på Göteborgs universitets hemsida står att *”En journalist har även en pedagogisk uppgift och behöver kunna förklara och konkretisera dagsfrågor av betydelse.”*

Det är ytterst viktigt att det här finns personer med god matematisk och naturvetenskaplig bildning. Media har ett stort ansvar som länk mellan informationskälla (t.ex. forskare) och allmänheten. Utan förståelse i detta mellanled blir det ännu svårare för allmänheten eller politikerna att ta till sig fakta. Denna länk måste vårdas och ansvar ligger både hos forskare och media. Som Allan Gut

skriver angående vad som står i tidningar och böcker: "... det vi lär oss i hög grad är resultatet av hur det vi läser har framställts. Och då är det ganska uppenbart, för det första, att den som har skrivit det vi läser har ett tungt ansvar att framställa fakta så klart och tydligt som möjligt, och, för det andra, att vi som tar till oss fakta har tillräckligt på fötterna för att förstå vad som står där." [7]

Man förväntar sig givetvis att journalister, för att klara sin arbetsuppgift, har kunskap i det ämne man skriver om. Eftersom journalister med matematisk/naturvetenskaplig bakgrund är alldeles för få har vårt samhälle i dag en urvattnad och ytlig bevakning inom dessa områden. Följden kan bli att felaktig information sprids och att ogenomtänkta och orimliga uttalanden görs. Allvarliga missförstånd kan till och med ge grogrund för vidskepelse. Missuppfattningar och förhastade larmrapporter leder till mindre förtroende för forskarna. Dessutom uppstår ofta situationer när en artikel i pressen är ytterst motsägelsefull. Av rubriken får man ett budskap som sedan sakta men säkert förändras till något helt annat via ingressen till huvudtexten.

Ibland får forskaren inte möjlighet till genmäle efter en tendentiös intervju. Men forskaren måste å sin sida ha en seriös inställning att inte utnyttja media som en snabb väg till uppmärksamhet. Journalisten får inte utnyttjas för att vinna gehör (och pengar) för det egna forskningsområdet och som ett sätt att snabbt nå ut med resultat från enskilda undersökningar. Kunskap och välgrundad erfarenhet byggs upp under lång tid och resultat från enskilda undersökningar får inte ta för stor plats i informationsflödet.

För att säkerställa god kvalitet i informationsflödet efterlyses grundläggande kunskap och bildning i matematik och naturvetenskap hos dem som är verksamma i media. I nuvarande journalistutbildning krävs 60 högskolepoäng från tidigare studier, dock ej specificerat vad. För att möta behovet av fler vetenskapsjournalister bör möjligheter att bygga vidare från naturvetenskaplig utbildning

uppmuntras. Man bör också i större utsträckning kunna anlita frilansskribenter med lämplig bakgrund till ämnet man skall skriva om. I t.ex. IPCC-rapporterna (IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change) har man ”summary for policymakers”; något liknande eller motsvarande vore bra tillsammans med längre beskrivningar av vetenskapliga resultat. Varför inte ge stöd (och resurser) till forskare att regelmässigt själva skriva populärvetenskapliga versioner av eller pressmeddelanden om sina rön?

Inom statsförvaltningen och näringslivet fattas inte sällan beslut på felaktiga, tvivelaktiga eller oklara grunder. Förenklade och förhastade slutsatser dras utan den arbetsgång som är så viktig i arbetet med att skapa beslutsunderlaget. Orsaken till det verkar ofta vara tidspressen i arbetet på besparingar, kampen om framgång och tjänster, eller politiska låsningar. Genom bildning i matematikers och naturvetares arbetssätt skulle man bättre inse när bakgrundsinformation inte räcker som grund för beslut.

Det vore önskvärt med god matematisk och naturvetenskaplig bildning hos ansvariga personer i vissa nyckelpositioner. Det gäller företrädesvis politiker och tjänstemän inom det politiska systemet, andra beslutsfattare, massmediefolk och bland lärare oavsett ämne. Speciellt skulle det behövas fler naturvetare i riksdag och regering där de lyser med sin frånvaro, med några få undantag.

Naturvetaren och matematikern: bildad eller utbildad?

Med den situation som råder på arbetsmarknaden är det naturligt och förväntat att studenterna fäster stor vikt vid att utbildningen skall ge anställningsbarhet. Följer av det att bildning är en lyx, som står i vägen för anställningsbarheten, och som därför inte bör finnas med i universitetsutbildningarna? Är bildning ekonomiskt olönsamt, och har vi i så fall råd med det? Till att börja med kan man konstatera att dagens studenter, snarare än att flyga från blomman till blomman för att insupa kunskaper och visdom, har blivit mer

och mer pressade att prestera avtenterade poäng. Denna press, så som vi ser den hos de studenter vi träffar, är tillräckligt stark för att studenterna skall tillägna sig en instrumentell syn på utbildningen: Godkänt resultat på tentamen är i absolut fokus; inhämtade kunskaper utöver vad som krävs för godkänt framstår inte som eftersträvansvärda i tillräcklig utsträckning. En polarisering tränger igenom hela samhället: Allt som ger tillväxt, som är direkt mätbar i pengar, räknas som viktigt; kortsiktighet regerar. Det leder till en uppdelning inom humaniora mellan vad som är nyttigt respektive onyttigt, det sistnämnda definierat som att ingen vill betala för det. Naturvetenskap och matematik är klämda mellan medicin och teknik, som båda på ett mycket tydligare sätt uppfyller nyttokalkylerna. Innovation, entreprenörskap och patent är eftersträvansvärt, och nyfikenhet och förundran en lyx. Var kan denna polarisering åskådliggöras bättre än i konsten? Titta på Peter Tillbergs målning ”Blir du lönsam lille vän” [8]. Även om 70-talets barn och ungdomar hade en tillvaro som på många sätt skiljer sig från 2010-talet kan man känna igen undran inför omgivningens förväntningar och rädslan att inte duga också hos dagens studenter. Lärandet är snarare ångestfyllt än lustfyllt, och bildning tycks inte ens finnas på kartan.

Bolognaprocessen, som syftar till att göra de europeiska högre utbildningarna mer jämförbara, har utan tvivel drivit på denna instrumentalisering av utbildningen. Sven-Eric Liedman har behandlat begreppet ”nyckelkompetens för livslångt lärande”, som är rubriken på Europaparlamentets och rådets rekommendation angående utbildningen [9]. Man känner i dessa rekommendationer igen begreppen ”kunskaper, färdigheter och attityder”, som också styr alla utbildningsplaner i den högre utbildningen i Sverige sedan 2007. Som Liedman påpekar är idén att kunskapen skall göras mätbar. Han avslutar artikeln med frågan (och svaret): ”Kan då inte frestelsen ligga nära att yxa till några enkla regler som gör det möjligt att göra också det svårfångade i kunskapen mätbart? Jag är

rädd för det.” Bengt Göransson diskuterade denna förändring av utbildningen på ett seminarium om folkbildning, som organiserades av Grudtviginstitutet på Göteborgs universitet den 15 april 2010: Han menade att ”Instrumentalisering av högre utbildning är farligt på längre sikt” och att ”Effektiviteten har en fiende: nyfikenheten”. När träffade vi en verkligt nyfiken student senast? Det något nedslående svaret är att det kräver viss eftertanke för att erinra sig när det hände.

Nyfikenhet och vetgirighet botas med Google under devisen att allt går att googla fram när man behöver det, och nätresurser används alltför ofta av studenterna för att klippa in texter som redan skrivits i stället för att de själva skriver. Men hur skall man utan grundläggande kunskaper och erfarenheter av att värdera information ha möjlighet att avgöra om det man hittar på nätet är korrekt? Vårt svar på den frågan är att det kan man inte. All verklig utbildning, och bildning, bygger på att man i kunskapsinhämtningen ständigt söker vidare för att hitta argument som motsäger det man just då håller för sant. I detta sökande måste man växla perspektiv mellan detaljnivå och översikt och samband med annan kunskap. Detta gäller både i samhället som helhet och i vår egen verksamhet på universitetet. I en understreckare i Sv D berörs tankar om bildning från filosofen Isokrates och W. von Humboldt [10]. Inspirerad av Isokrates skriver Bohlin: ”Därför måste det vara undervisningens uppgift att göra människor bättre.” och han menar att både Isokrates och Humboldt såg medborgerlig bildning som huvudmål för utbildning. Dagens högre utbildning är långt från dessa ideal, och det finns goda argument för att fundera över hur man stimulerar både studenter och lärare till ett livslångt egendrivet lärande och sökande efter bildning.

En helhetsbild byggs oftast av ett flertal ämnen. Alla behöver lära mer av varandra över fakultets- och ämnesgränser för att få bredare syn på tillvaron, problemen, lösningarna, tolkningarna

m.m. Sådant samarbete bör främjas och administrativa och andra hinder måste undanröjas. För oss inom matematik och naturvetenskap handlar det om att hitta vägar att föra in bildande moment i våra utbildningar, samt att väcka intresse för detta hos studenterna så att de själva aktivt bildar sig. Det handlar också om att hitta vägar för att dela med oss av den matematisk-naturvetenskapliga bildningen genom att ge inblick i naturvetarnas ämnen och arbetsätt i andra utbildningar. I försök att komma närmare bildningen har högskoleprogram utformats enligt principen ”Liberal education” på flera ställen i världen, inte minst i USA. Detta begrepp, som har sina rötter i medeltiden och upplysningen, innebär en breddning av utbildningen tillsammans med större valfrihet och mer omfattande individuell handledning. De större lärarresurser som används innebär att idén är svår att tillämpa inom den högre utbildningen i Sverige med krympande resurser per helårsstudent, försåvitt man inte lyckas finna kompletterande finansiering. En sådan breddning och valfrihet leder ju också till att mindre tid finns för fördjupning, vilket möjligen kan leda till att riksdagens krav på fördjupning för examina inom Bologna-systemet inte kan uppfyllas på ett tillfredsställande sätt.

Hur kan man då möta önskan att studenterna skall bli bildade och tydligt se naturvetenskapens plats i samhället? Vi har inte varit så framgångsrika hittills, vilket möjligen är en av orsakerna till att rekryteringen av nya studenter är lägre än önskvärt. Våra utbildningar handlar mycket om logik och problemlösning och studenternas andra egenskaper och känslor blir perifera. Skulle det vara möjligt att på ett mer aktivt sätt använda konstnärliga uttrycksmedel? Det finns bra exempel på konstnärliga verk där naturvetenskapen spelar stor roll. Michael Frayns pjäs *Copenhagen*, som spelades på Göteborgs stadsteater i slutet av 90-talet visar hur man i konventionell dramaform kan behandla de stora och avgörande frågorna om atomklyvningen och kärnvapen. Ett bra exempel på

vilken bredd som kan åstadkommas är projektet ”Fysikens rum” på KTH, som startade 1999, och därefter har lett till nya konstverk och föreställningar där fysik, statistik, skulptur, musik, dans och dikt kombineras. I Göteborg finns Monica Sands skulpturer ”Ljusorgel” och ”Myonregn”, som registrerar myoner i realtid. Gun Lunds dansföreställning ”Myonspin” till musik av Marie Samuelsson, där man bokstavligen får se myonernas intrikata rörelsemönster åskådliggjort av dansare har framförts flera gånger i Göteborg. En viktig fråga är om, och i så fall hur, vi kan vända perspektivet, så att konstnärliga uttrycksmedel kan integreras i den naturvetenskapliga utbildningen. Det är väl känt och beskrivet av pedagoger att barn lär sig och kommer ihåg mycket bättre om de sjunger och uttrycker det inlärda med kroppsrörelser. Hur är det med vuxna studenter som skall lära sig på en hög abstraktionsnivå?

Avslutande kommentarer

Vi borde ha en mer ödmjuk inställning till vår plats på jorden. Den kunskap och bildning vi besitter, eller tror oss besitta, är på intet sätt given, och dessutom föränderlig. Vi måste hitta bättre sätt att möta kraven på lösning av stora problem, t.ex. klimat- och miljöfrågorna, än att ersätta gamla synder med nya. De så kallade ”lösningarna” får inte bli ”technological fixes” som leder till att de gamla problemen ersätts av nya, visserligen något annorlunda men ofta lika stora som de tidigare. Idag kanske vi skrattar åt föreställningar som människor hade tidigare i historien, eftersom vi nu vet att de var felaktiga. Detta borde föranleda viss eftertanke: Vilka av våra uppfattningar och övertygelser kommer framtidens människor att skratta åt? Vad kan vi göra redan nu för att mildra framtidens dom? Vi kan bekämpa aningslösheten, använda omdömet (det goda), kämpa för att förstå helheten: en bildning på alla plan.

Referenser

- [1] Bosseldal I.P., Någonting har hänt, Göteborgs-Posten, 2010-03-11
- [2] Linderborg Å., Tystnaden, Aftonbladet Kultur, 2010-03-09
- [3] Mattsson M. 2010, Newsmill, 2010-03-18, <http://www.newsmill.se/node/19499>
- [4] Buchanan, M., 2010. New Scientist, 2755, 28-31
- [5] Bouchaud, J-P, 2008. Nature, 455, 1181
- [6] Nelson, R, 2002. Economics as Religion, Pennsylvania State Univ. Press.
- [7] Gut, A. 2009. Qvintensen nr 2, sid 30
<http://www.statistikframjandet.se/LinkClick.aspx?fileticket=Rc02iygbajk%3d&tabid=297>
- [8] <http://www.ne.se/lang/peter-tillberg#>.
- [9] Liedman S-E, Bildad? Nej, nyckelkompetent. Dagens Nyheter, 2008-01-24
- [10] Bohlin, H., Bildning – en väg till global medkänsla. Svenska Dagbladet, 2010-03-05

Bilder av naturvetenskapen

Lars Johan Erzell

Dagens samhälle är helt genomsyrat av naturvetenskap och teknik, och alla människor har naturligtvis sina åsikter om detta. Här finns alla tänkbara inställningar. Synen är ofta positiv och associerar till tekniska och medicinska framsteg, men inte så sällan ser man istället naturvetenskapen som roten till en omänsklig och skenande teknologi som förstör allt som är naturligt och mänskligt. Vi skall här ta upp några kritiska synsätt på naturvetenskapen som man möter ganska ofta.

De två kulturerna

Latinare är finare, realare är skralare, hette det här i Göteborg på den tid vi hade Latinläroverket och Realläroverket. Det är knappast det enda exemplet på en klyfta mellan natur- och humanvetenskaper. I sin berömda föreläsning ”De två kulturerna” målade C. P. Snow 1959 upp en bild av två motsatta världsbilder. Det traditionella bildningsidealet var helt fokuserat på humaniora – naturvetenskap räknades inte. Naturvetarna å sin sida satte inte självklart värde på den klassiska bildningen. Även om Snow i mycket utgick från personliga erfarenheter, hade han ändå formulerat något allmängiltigt – det visas av att hans föreläsning fick en så stark resonans, och att den snart citerades över hela världen.

Hur har det blivit så? Det finns rimligtvis många orsaker, som okunnighet om varandras ämnen och nog också en del revirtänkande. Men en mera djupgående faktor kan vara en skillnad i synen på verkligheten. Naturvetaren ser det som en självklarhet att det finns en yttre verklighet, och att vi kan få en om inte absolut sann

så i alla fall tillförlitlig kunskap om verkligheten genom vetenskapligt arbete. Det är däremot inte självklart för humanvetaren som i många fall ser det vetenskapliga arbetet som mer eller mindre inbäddat i en språklig och social kontext som gör att vetenskapliga metoder och resultat inte kan ses som objektivt riktiga, utan mer som uttryck för sociala och kulturella faktorer.

Emellertid har naturvetaren i många fall goda möjligheter att testa hypoteser och få klara svar på sina frågor. Det gör att man kan avgöra tvister och lägga obrukbara idéer åt sidan. Om vi inte hade haft den möjligheten hade vi säkerligen fått arbeta på ett helt annat sätt. Låt oss göra ett tankeexperiment – vi antar att vi inte har några som helst möjligheter att göra experiment eller kvantitativa studier. Så frågar vi oss vad det egentligen är som gör livet levande. På 1800-talet fanns det många olika sätt att se på saken. Vi hade ett materialistiskt/mekanistiskt synsätt (Claude Bernard), en vitalism som tänkte sig en yttre vitalkraft (Karl Reichenbach), tanken att materien själv hade ”levande” egenskaper (Johannes Müller) och naturligtvis den traditionella dualismen som skiljer mellan kropp och själ. Idag är Bernards materialistisk/mekanistiska synsätt ensam herre på täppan; de andra tankarna är undanlagda.

Hade vi nu inte haft våra experimentella möjligheter hade vi fortfarande diskuterat alla dessa idéer. Det hade bildats olika paradigmer som inrymt olika skolbildningar, och vi hade fört intrikata resonemang för att försöka komma fram till hur man skulle kunna betrakta och angripa problemet. Förmodligen hade vi inte kommit ur fläcken. Men genom att vi faktiskt har goda möjligheter att göra experiment kan vi avskryta de idéer som inte genererar prövbara hypoteser och istället gå efter dem som ger resultat. Det innebär inte att de förkastade teorierna nödvändigtvis måste vara helt felaktiga, utan bara att de för närvarande är obrukbara. Och när en teori fungerar riktigt bra (som exempelvis evolutionsteorin) har man knappast intresse av att diskutera alternativa teorier som man

inte kan arbeta efter. Den saken ändrar sig förstås när (och om) det dyker upp problem som inte går att hantera med den gängse teorin. Allt detta gör att naturvetare riskerar att framstå som lite enkelspåriga och naiva i humanisters och samhällsvetares ögon, eftersom humanvetarna på ett annat sätt än naturvetarna måste vara öppna för olika perspektiv i sitt arbete. Men hade de haft samma experimentella möjligheter som naturvetarna hade de nog också arbetat på samma sätt.

De olika tankesätten – de två kulturerna – kan därför kanske delvis förklaras som en följd av olika arbetssätt. Visserligen arbetar både natur- och humanvetare med att studera den verklighet de lever i, men den oerhörda komplexiteten i humanisten/samhällsvetares studieobjekt – och de därmed följande svårigheterna med hypotesprövning – gör det omöjligt att dra starka slutsatser. Eftersom det är så svårt att klart belägga och falsifiera hypoteser är humanvetaren helt enkelt tvungen att vara öppen för många olika perspektiv på ett helt annat sätt än vad naturvetaren behöver vara.

Den förklarade naturen - förtrollningen bryts

Den tilltagande intellektualiseringen och rationaliseringen innebär ... att det rent principiellt inte finns några hemlighetsfulla, oberäkneliga makter ... att man därför – i princip – kunde behärska allting genom beräkningar. Det betyder emellertid att världen förlorar sin förtrollning.

Orden kommer från 1919 och sociologen Max Weber. Han reflekterade över den snabba vetenskapliga och tekniska utvecklingen i sin samtid, och hans formulering *Entzauberung der Welt* – att världen förlorar sin förtrollning – som beteckning för hur en meningsskapande mytisk-religiös världsbild trängs undan av den moderna vetenskapen har blivit klassisk. Utvecklingen är ännu mer svindlande idag. Vetenskap och teknik tränger in överallt, på livets alla områden och nivåer – ingenstans på klotet kommer man undan. Traditionella förklaringar sopas undan och ersätts med

svårbegripliga vetenskapliga begrepp. Känsla och intuition läggs på sophögen; istället talar experterna om för oss hur allting egentligen förhåller sig. Gamla auktoriteter omyndigförklaras och världsbilder faller samman. Det är inte konstigt att många människor finner naturvetenskapen svårsmält.

För visst är det så att naturvetenskapen inte ger oss någon mening med det som sker – den nöjer sig istället med att beskriva världen och försöker förklara den i så grundläggande begrepp som möjligt. Men innan vi tar itu med temat vetenskap och mening måste vi säga något om det vetenskapliga hantverket.

Vetenskapen är inte allsmäktig eller allvetande, långtifrån. Den kan bara arbeta med sådant den naturvetenskapliga metoden tillåter, alltså tydligt observerbara och helst också mätbara fenomen och föremål. Det innebär att av allt det vi erfar med känsla eller förnuft är det bara en del som går att studera vetenskapligt. Den del av verkligheten naturvetenskapen inte har instrument att arbeta med kan den inte säga något om – och den del man faktiskt kan säga något om känner man ändå inte fullständigt.

Den vetenskapliga metoden har klara begränsningar. Vi skall här ta upp tre stycken. Den första är att naturvetaren utgår från att de fenomen vi kan iaktta har bakomliggande orsaker, alltså att det finns ett samband mellan orsak och verkan. Emellertid vet vi att detta samband inte alltid gäller på elementarpartiklarnas nivå. Där kan det inträffa saker som inte har någon bakomliggande orsak – en absolut slump, om man så vill. Nu ser vi förstås inte till några elementarpartiklar i vår vardag, men vad vi vet grundas livet i fysikaliska och kemiska processer där elementarpartiklar är inblandade. Exempelvis kan mutationer i DNA inträffa som resultat av händelser på denna nivå – det innebär att även om man kan uppskatta ungefär hur ofta mutationer inträffar under vissa förhållanden, är enskilda mutationer är helt omöjliga att förutse.

Den andra begränsningen består i att även om det faktiskt vore

möjligt att förutse alla molekylära processer, är framför allt biologiska system så komplexa, och molekylerna så ofattbart många, att det i praktiken är omöjligt att beskriva allt in i minsta detalj. Vi kan ta vår hjärna som exempel. Den innehåller ungefär 1.000.000.000.000 nervceller som är ihopkopplade i ungefär 1.000.000.000.000.000 kopplingspunkter – så kallade synapser. Vi vet emellertid bara i mycket grova drag hur dessa synapser är organiserade. Dessutom vet vi att det finns tydliga skillnader i nervbanornas förlopp mellan olika individer – allt detta innebär att vi aldrig kommer att kunna upprätta ett detaljerat kopplingsschema för hjärnan. Inte heller vet vi vilka processer som ligger bakom våra tankar, mer än att tänkandet innebär att nervceller signalerar till varandra via synapser. Slutsatsen blir att det framstår som helt orimligt att vi någonsin kommer att kunna veta exakt vad som händer – signal för signal – när en viss tanke uppstår hos en bestämd person. På sin höjd kommer vi att kunna veta i stora drag vad som händer.

Den tredje begränsningen är det krav på reproducerbarhet som är så centralt i vetenskapligt arbete. För att man skall våga tro på slutsatser man vill dra ur ett experiment måste försöken ha upprepats flera gånger med liknande resultat. Slumpen spelar alltid in, men genom att kräva reproducerbarhet kan vi vara säkra på att resultaten inte bara är orsakade av slumpen. Enstaka iakttagelser värderas därför mycket lägre än observationer och experiment som kan upprepas på ett systematiskt sätt.

Det vetenskapliga nätet är alltså ganska grovmaskigt; mycket kan slinka igenom. Enstaka händelser på partikelnivån kan vi aldrig förutse, och tillräckligt komplexa biologiska strukturer (som hjärnan) kommer vi nog aldrig att förstå i grund och botten. Enstaka händelser har vi också svårt att hantera – handlar det om slumpen eller någon sorts lagbundna händelser? Allt detta gör att man – om man så vill – mycket väl kan tänka sig att övernaturliga krafter kan påverka våra liv.

Vi kan aldrig veta om exempelvis en viss mutation som fått påtagliga följder för en individ har uppkommit av ren slump eller ett gudomligt ingripande. Inte heller om en tanke eller känsla uppstått på ”naturligt” sätt (vad det nu innebär) eller om den kommit genom någon sorts andligt inflytande. Om någon på ett oväntat sätt tillfrisknar från en allvarlig sjukdom kan detta ha helt naturliga orsaker, men det skulle också kunna vara resultatet av ett gudomligt ingripande – i det enskilda fallet går det knappast att avgöra. Vetenskapens luckor lämnar alltså gott om svängrum för den som vill tänka sig att andliga inflytanden påverkar våra liv; förutsättningen är bara att de andliga makterna är tillräckligt diskreta.

Men även om naturvetenskapen lämnar plats för övernaturliga förklaringsmodeller innebär inte detta att övernaturliga förklaringar blir vetenskapliga; det rör sig om två radikalt olika sätt att betrakta världen. För naturvetaren har andliga krafter inget förklaringsvärde – eftersom sådana krafter inte går att påvisa kan man inte bygga prövbara hypoteser på dem. Vetenskapliga förklaringar kan därför aldrig grundas på intuition eller myter. Visserligen kan intuitionen vara viktig då man formulerar nya hypoteser, men en hypotes kan inte beläggas med hänvisning till intuitionen. Så även om ingen vill förneka att det skulle kunna existera någon form av andlig verklighet, har andliga krafter (om de finns) ingen plats inom naturvetenskapen så länge man inte konkret kan påvisa dem.

Så är vi tillbaka till temat vetenskap och mening. Vetenskapen säger ingenting om livets mening och påstår sig inte heller göra det. Och eftersom vetenskapen inte gör anspråk på någon absolut sanning lämnar den också utrymme för icke-vetenskapliga förklaringar. Vetenskapen står bara i vägen för meningsskapande myter som uttalar sig om fenomen som går att studera vetenskapligt – exempelvis om man hävdar att livet skapats precis så som det beskrivs i Första Mosebok, en skildring som strider mot all den geologiska och biologiska kunskap vi har idag. Just denna åsikt är inte alldeles

ovanlig, men de allra flesta troende – i alla fall i västvärlden – tycks utan svårighet kunna förena religiös tro med en positiv syn på naturvetenskap.

Naturvetenskapen som samhällsteori

Naturvetare arbetar för att utveckla teorier som skall beskriva och förklara naturen på bästa sätt. Men givetvis är naturvetare – som alla andra – fångar i sin världsbild, och de arbetar ofrånkomligen utifrån sina egna och sitt samhälles föreställningar och fördomar. Emellertid arbetar man i en praxis som kräver sträng prövning av alla hypoteser, och som också präglas av en ständigt pågående kritisk diskussion. Naturvetare menar därför att man trots allt kan ställa upp tillförlitliga teorier om hur naturen är beskaffad. Det visas inte minst av det inte finns några ”dialekter” inom den etablerade naturvetenskapen – vart man än kommer i världen arbetar forskare på samma sätt, oberoende av religiös eller social bakgrund, och resultaten från olika laboratorier kompletterar varandra. Detta skulle vara svårt att förklara om det inte vore så att man faktiskt kunde stämma av sina teorier mot en gemensam, yttre verklighet.

Men även om naturvetenskapliga teorier utvecklas med syfte att lösa naturvetenskapliga problem, kan de få mycket vidare återverkningar. Framför allt gäller väl detta biologin, eftersom den beskriver oss själva och den värld vi lever i. Skälet är att våra teorier om samhället grundar sig på en uppfattning om hur världen är beskaffad och vad en människa i grund och botten är, alltså på en naturvetenskaplig beskrivning. Det innebär att naturvetenskapliga teorier – som egentligen inte säger något om samhället – ändå kommer att vävas samman med samhällsvetenskapliga teorier. Resultatet blir att inte minst evolutionsteorin inte så sällan ses som en samhällsteori. Man glömmer då bort att evolutionsteorin i själva verket är en biologisk teori som utvecklats för att lösa biologiska problemställningar.

Om man gör denna koppling mellan en deskriptiv naturvetenskaplig teori och en normativ social teori gör man sig skyldig till det så kallade *naturalistiska misstaget*.

Finner vi att det råder en brutal konkurrens i naturen betyder inte det att det måste råda en brutal konkurrens i samhället. *Är* medför inte *bör*. Ändå är denna typ av resonemang mycket vanliga – skälet är nog att man så lätt förknippar det som är ”naturligt” med det som är gott och riktigt. Kan man hävda att något i någon mening är naturligt blir det lätt att knipa retoriska poäng. Men bortsett från att man då gör det naturalistiska misstaget, är svagheten i den typen av resonemang att människan är så mångsidig och flexibel att väldigt mycket skulle kunna kallas mer eller mindre naturligt.

Scientisten – den galne forskaren

En bild av den naturvetenskaplige forskaren man alltför ofta möter i serietidningar och på vita duken är den galne forskaren, det självupptagna geniet (alltid en man) som står utanför den mänskliga gemenskapen. Det kan vara ett ont geni som Dr. No, en galning som Dr. Strangelove eller en Dr. Frankenstein – offer för sitt eget geni. I en mildare variant på samma tema kan forskaren ses som någon som visserligen förstår saker ”vanliga” människor inte förstår, men som betalar denna kunskap genom en brist på känsla och intuition som gör att han istället inte förstår saker vanliga människor kan förstå. Kunskapens pris är att man måste sälja sin själ – man anar Dr. Faust i skuggorna.

Bilden av forskaren som en känslomässig krympling inger förstås oro, särskilt som denne i kraft av sitt överlägsna intellekt antas ha stor makt. Var det inte vetenskapsmän som konstruerade atombomben? Visst var det – men det var forskare, ingenjörer, ekonomer, militärer, politiker och många andra som tillsammans arbetade i Manhattanprojektet. Projektet hade aldrig lyckats utan forskarna,

men heller inte utan ingenjörerna eller alla de andra. Naturvetenskaplig forskning görs inte på frankensteinskt sätt av enskilda genier i isolerade laboratorier – den kräver en omfattande infrastruktur och inte minst pengar.

Men vem kontrollerar egentligen forskningen? Frågar man forskarna själva får man nog svaret att makten ligger hos politikerna och i näringslivet, det är därifrån forskningsanslagen kommer. Anslagen kommer bara till projekt som utomstående bedömare ser som vetenskapligt och ekonomiskt lönsamma – svunna är de tider då i alla fall naturvetare kunde välja sina forskningsproblem helt fritt. Idag måste varje forskare arbeta målmedvetet för att sälja in sitt projekt till anslagsgivarna, och det gäller att vara lyhörd för vad marknaden vill ha.

Även om nu forskaren inte har så stor makt man kanske tänker sig, kan det ändå vara rimligt att hävda att denne ändå har ett särskilt ansvar – det är ändå forskaren som kommer med de nya idéer som gör det möjligt för andra att fatta dåliga beslut. Ingen annan av de inblandade har en sådan nyckelposition. Men kan man vänta sig att en forskare är bättre rustad att fatta etiskt riktigare beslut än andra? Knappast. Forskare är helt vanliga människor med människors alla fel och brister. Forskning innebär därför ofrånkomligen både möjligheter och risker.

Vill vi ta riskerna? Frågan är om vi har något val. Idag ses forskning och teknisk utveckling framför allt som ekonomiska produktivkrafter, och över hela världen satsar stater på vad man uppfattar som lönande forskningsgrenar. Dessutom handlar det inte bara om ekonomisk tillväxt – skall vi klara av de utmaningar mänskligheten står inför, gäller det att vi använder de möjligheter vetenskapen ger oss. Problemet är att även om vi har de allra bästa avsikter kommer ny kunskap att kunna missbrukas. Och erfarenheten visar att det som kan missbrukas sannolikt också kommer att missbrukas. Problemet är egentligen inte mer eller mindre galna forskare – det är att

det finns så många andra galningar här i världen. Vill man stoppa farlig forskning blir man därför tvungen att stoppa all forskning, något som knappast låter sig göra – helt bortsett från de ekonomiska utsikterna vill vi nog inte avstå från de tekniska och medicinska framsteg forskningen leder till.

Naturvetenskapen och livsfrågorna

Varje människa brottas med de stora livsfrågorna. Vad är sant, vad är falskt, vad är rätt, vad är fel, och – framför allt – vad är meningen med alltihop? Det lönar sig knappast att vända sig till naturvetenskapen för att få svar på frågor som dessa. Den sysslar inte med vad som är sant, utan med att få fram teorier som stämmer så bra som möjligt med verkligheten – den absoluta sanningen ses som onåbar. Den sysslar inte heller med vad som är rätt och fel, den *beskriver*, den *värderar* inte. Slutligen är den blind för ändamål och avsikter som skulle ligga bakom de fenomen den studerar. Grundläggande för den vetenskapliga metoden är att man ställer upp hypoteser som man sedan prövar. Men för att kunna hantera hypoteser som bygger på ändamål måste man veta vilket ändamålet är, vem som har det och hur vederbörande skulle kunna förverkliga sitt ändamål. Det vet vi inte, och då kan vi inte ställa upp prövbara hypoteser.

Men allt detta är kanske inte så uppenbart – naturvetenskapen svarar ju på så många andra frågor, så den borde väl ha något att säga om de stora livsfrågorna också? Nu har den som sagt inte det, och det är när man inte ser naturvetenskapens villkor och begränsningar som man kan göra misstaget att tro att den säger saker den inte gör. Resultatet kan bli föreställningar av det slag vi har diskuterat i det här avsnittet.

Behöver en bildad person veta något om universum?

Marie Rådbo

Bildningsbegreppet tycks ha fått en renässans, ändå går åsikterna isär om betydelse och definition. Är det utbildning? Är det boklig bildning? Eller är det något annat? Är det kanske lättare att säga vad bildning inte är? Knappast innebär det att lära sig saker utantill eller rabbla fakta. Inte heller Jeopardy eller liknande aktiviteter, vilka visserligen värderar lösryckta fakta så mycket att man kan vinna en miljon på dem. I stället tycks de flesta ha en föreställning om att bildning mer handlar om de stora sammanhangen, samtidigt som det innebär ett personligt förhållande till kunskapen. Det i sin tur borde leda till att bildning omfattar många skilda kunskapsområden. Men hur är det egentligen?

Ingen tvivlar i dag på att naturvetenskap och teknik genomsyrar våra liv. Trots det förknippar de flesta inte naturvetenskap med ord som bildning och kultur, det verkar snarare tvärtom. Men för att bildning i realiteten ska handla om de stora sammanhangen önskar jag nu föra fram naturvetenskapens naturliga plats i bildningsbegreppet, som i detta inlägg i första hand avser allmänbildning.

I dagens samhälle kan du betraktas som en kulturellt bildad person utan att ha den minsta vetskap om naturvetenskapens karaktär, än mindre veta något om personer och begrepp relaterade till naturvetenskapen. Ändå går det knappast att ta miste på betydelsen av de verktyg som naturvetenskapliga förgrundsfigurer som Galileo Galilei, Charles Darwin och Albert Einstein har gett oss. Även de har tveklöst bidragit till vår kultur, vår bild av oss själva och vår världsbild.

Naturvetenskapen handlar om oss, om dig och mig, om oss som

människor. Det som gör oss till det vi är. Därför är det märkligt att dagens utbildningsbegrepp inte omfattar även naturvetenskapen, eftersom den, på liknande sätt som konst och kultur, utgår från just människan. Fortfarande på 1700-talet däremot stöter vi på ett mer heltäckande utbildningsbegrepp och ett genuint intresse från båda håll för varandra, trots att naturvetenskap och filosofi redan på 1600-talet gick skilda vägar. Exempelvis roade man sig med att utforska världsbilden på sina bjudningar genom att studera ett så kallat tellurium, en anordning för att på ett åskådligt sätt visa hur jorden, månen och planeterna förflyttar sig runt solen. Det var då det. När vi träffar våra vänner i dag lär det knappast vara så många som diskuterar planeternas positioner och rörelser på himlen. Som kuriosa kan vi konstatera att förenklade tellurium har använts som läromedel under stor del av 1900-talet – i skolan upplevde jag själv denna maskin med vev som mina jämnåriga brukar uttrycka det. I dag finner vi dem med lite tur längst in i något dammigt förråd på en skola.



A Philosopher Lecturing on the Orrery, eller den fulla titeln A Philosopher giving a Lecture on the Orrery in which a lamp is put in place of the Sun, av Joseph Wright of Derby (cirka 1766)

Ändå vill vi alla förstå. Förstå hur världen ser ut och hur den fungerar. Förstå hur allt hänger ihop och hur vi själva är relaterade till denna värld – till både det som finns ovanför huvudet och under fötterna. Förstå vilka vi är och hur vi hamnade här. Elementära frågor som människan alltid har ställt sig, och vår tid är inget undantag. Våra förklaringar – och metoder - har visserligen varierat över tid, men syftet har alltid varit detsamma. Att förstå. Att förstå oss själva och vår plats i tid och rum.

Min poäng är således att Galilei med sina upptäckter - både på jorden och på stjärnhimlen - Darwin med sin evolutionsteori samt Albert Einstein med sin relativitetsteori plus många andra naturvetare, är en del av vårt kulturarv. Vi kan dessutom konstatera att naturvetenskap, filosofi och religion genom historien har gått hand i hand och utvecklats sida vid sida, eftersom alla dessa aktiviteter

handlade om en och samma sak; att skapa en förståelse för jordens plats i världen, och därmed människans roll i det stora sammanhanget. Deras bidrag till mänskligheten har alltså inte enbart varit det vi rubricerar som nyttiga. Historien om hur människan har skapat sig en bild av världen blir av naturliga skäl särskilt framträdande inom vetenskapen astronomi, och just astronomi är därför även intimt förknippat med vårt kulturarv. Genom historien – och än i dag - har konstnärer, musiker, och författare inspirerats av stjärnhimlen och vad som händer där ute.

I mitt inlägg i debatten har jag därför valt att göra ett antal nedslag i världsbilden och dess utveckling, relaterade till andra aktiviteter i samhället.

Den kosmiska ordningen

Människan upptäckte tidigt att det fanns en påtaglig ordning på stjärnhimlen, ett kosmos, där ordet kosmos härstammar från grekiskan med betydelsen ordningen i världen, i motsats till det kaos som rådde på jorden. Här kunde vad som helst hända, och det när som helst. Stjärnhimlen däremot kunde man lita på. Den kosmiska ordningen med sina förutsägbara himlakroppar visade sig vara till ovärderlig nytta för våra förfäder, bland annat för navigering. Även för att mäta tiden, både över året och över dygnet.

Solen är – och har alltid varit – vår fundamentala klocka, med soluret som det enklaste och äldsta uret. I sin grundläggande form utgörs det av en pinne nedstucken i marken, och redan för 3 500 år sedan lär egyptierna ha utnyttjat obelisker, höga smala stenpelare, som solur. En annan variant av solur under antiken var en skålformad fördjupning i ett stenblock med en nål mot skålens mitt som skuggvisare. Skålen representerade himlavalvet och skuggan från nålens spets kom därför att vandra utefter en halvcirkel i skålen, som en spegling av solens bana på himlen. Dessa skålformade solur var omåttligt populära. Enbart i Pompeji, staden som begravdes

i aska vid ett vulkanutbrott år 79 e Kr, har jag sett ett flertal solur av denna eller liknande typ. Jag undrar hur många guider som kan beskriva dess konstruktioner för den intresserade turisten?

Utvecklingen av mekaniska ur tog fart i klostren med deras behov av schemalagda andakter, ur som även de grundade sig på solens och andra himlakroppars regelbundna rörelser på himlen. Många turister har beundrat uret i Prag, men vi behöver inte resa över ån efter vatten. Även i Lunds domkyrka finns ett liknande astronomiskt ur, troligen från slutet på 1300-talet. Kopplingen till himlakropparna är uppenbar. Urtavlan är indelad i 24 timmar och timvisaren pryds av en sol, och förutom timmarna anges även solens läge på himlen. Dessutom finner vi uppgifter om planeterna, samt månen och dess faser genom en särskild månvisare. Urtavlan visar alltså mycket mer än dygnets timmar, men för att tyda alla finesser krävs nog en liten lektion i astronomi. Men visst borde det vara intressant för fler än för dem med viss kunskap inom astronomi att förstå att dagens urtavla – som hjälper både bildad och obildad att komma i tid - växte fram ur de astronomiska uren med sin geocentriska världsbild.



Bild 2. Lunds astronomiska ur, Curt Roslund

Inte bara solen, även månen kan ange tiden på dygnet. En konstnär som kände väl till detta förhållande var John Bauer, som var kunnig i astronomi och inspirerades av stjärnhimlen i sitt måleri. På illustrationen till klassikern *Sagan om älgturen Skutt och lilla prinsessan Tuvstarr* framträder Bauers astronomikunskaper tydligt. Med hjälp av just månen anger han här både tiden på dygnet och breddgrad. Själva nymånen markerar att det är kväll, eftersom den månfasen bara kan synas på himlen på kvällen, aldrig på natten eller på morgonen. Dessutom var Bauer medveten om att

nymånens lutning beror på breddgrad; en nymåne långt norrut på norra halvklotet kan aldrig ligga som en båt som den gör längre söderut mot ekvatorn, den måste vara stående som på tavlan. Vän av ordning kanske nu påpekar att älgar inte heller finns vid ekvatorn, vilket självfallet är ett helt korrekt påstående. Ändå kan det vara tillfredsställande – och bildande? - att veta att månen och älgen är i harmoni med varandra.



Bild 3. John Bauer

Innan vi lämnar Bauer är det intressant att notera att knappast någon ifrågasätter att konst ingår i vårt bildningsbegrepp, däremot naturvetenskap. Samtidigt menar jag att det finns påfallande mycket som förenar dessa aktiviteter. Både naturvetenskap och konst är kreativa verksamheter som sätter oss i förbindelse med det okända och outforskade och som bidrar till att skapa vår världsbild, samtidigt som de rör sig med mer eller mindre tidlösa och universella språk. Och båda hjälper oss att med fantasins hjälp se världen i ett nytt sken och i ett nytt perspektiv. Å andra sidan strävar vi naturvetare efter att komma allt närmare sanningen om världen, genom att utforska den inom ramen för vissa regler och rättesnören. Konstnären däremot har inte som mål att finna den rätta och sanna konsten, utan hon eller han ger i sitt arbete fritt utrymme för personliga tolkningar.

Åter till den kosmiska ordningen, som vi än i dag återfinner i vårt språkbruk.

Den kan härledas till ordet universitet, då vi i dag inte enbart använder ordet kosmos, utan även universum, där ordet universum härrör från latinet med betydelsen det hela, allt skapat. Universitetet representerar således en helhet, där vi undervisar och forskar om allting. Och just Göteborgs universitet är ett utmärkt exempel på ett brett universitet.

Men ordet kosmos är inte enbart ett uttryck för ordning och reda utan även för det vackra, det sköna, samma betydelse som vi för övrigt finner i ordet kosmetika. Om vi blir så mycket skönare av kosmetikan, det är en annan fråga.

Den kosmiska ordningen

Det enda som störde den antika kosmiska ordningen var kometerna som alltid dök upp från ingenstans när man minst anade det. Men eftersom människan var övertygad om att de förutsägbara aktörerna på himlen alltid hade något viktigt att berätta, utgick de från

att det gällde även för kometer. Kometer med sina till synes hotfulla svansar kom således att uppfattas som ett tecken i skyn på att något var i olag. Ett brinnande isklot med lång svans som störde regelbundenheten antogs berätta om allehanda oförutsägbara olyckor och katastrofer, hungersnöd, pest och krig – det pågick ju alltid något krig eller annat elände som kunde kopplas till kometerna. Till och med jordens undergång kunde vara nära, varför vi kan dra slutsatsen att jordens undergång har varit aktuell ett otal gånger i mänsklighetens historia.

Nu vet vi att vi kan lita även på kometer. Det var de engelska vetenskapsmännen Edmond Halley och hans gode vän Isaac Newton som till sist lyckades visa att även kometer rör sig på ett regelbundet sätt.

Men myter släpper inte taget bara för att några har räknat rätt.

Inte ens 1910 när Halleys komet åter passerade jorden var människor riktigt övertygade om att kometer är så ofarliga som astronomerna ville göra gällande. Än en gång spred sig skrällen för jordens undergång. Människor förberedde sig på alla tänkbara sätt; kometpill, gasmasker, samtidigt som de tätade husen för att stänga ute eventuell giftig gas. Allt för att skydda sig så gott det gick. Men kometen både kom och gick utan att bry sig om de panikslagna människorna. Den tog heller ingen notis om de människor som inte hade gripits av panik – de som tjänade pengar på andras okunskap och rädsla, det vill säga, de som sålde allt ”kometmaterial”.

Självfallet menar jag inte att alla varken kan eller ska vara experter på allt, men med breda sammanhängande kunskaper skapar vi bättre förutsättningar för att tränga igenom argument och påståenden för att därefter kunna bilda oss en egen uppfattning. Kort sagt; kunskap fungerar som ett vaccin som gör oss mindre sårbara och lättlurade.

Det är nu lätt, alltför lätt, att tro att så inskränkta är vi knappast längre. Men tyvärr, domedagsprofetior relaterade till himlafenomen florerar än i dag. Det verkar inte spela någon roll att vi har mer sam-

lad kunskap än någonsin i mänsklighetens historia. Det tycks ändå vara högkonjunktur för olika sorters vidskepelse, vilket förstärks av internet, där vem som helst kan påstå vad som helst. Som en följd av detta inträffade en tragisk händelse så sent som 1997 vid passagen av en komet, denna gång kometen Hale Bopp.



Bild 4. Hale Bopp, NASA

Det var då den amerikanska sekten Heavens gate om igen tolkade en komet som en varningssignal om jordens undergång, varför 39 medlemmar fattade det drastiska beslutet att begå kollektivt självmord. De var tydligen så hjärntvättade att de trodde att kometen varslade om en främmande civilisation som skulle anfalla jorden, men att de själva skulle få följa med till en bättre värld i det rymdskepp som gömde sig bakom kometens kärna – om de först tog livet av sig. I Heavens gate-gruppens skeva världsbild var det tydligen naturligt att koppla samman rymdskepp med kometer, på liknande

sätt som man långt tillbaka i historien tänkte sig att onda varelser kom flygande tillsammans med kometen - trots att vi i dag vet att kometer enbart påminner oss om att vår planet är ett rymdskepp, och att vi ingår som en del i en större helhet.

Lite allmän kometbildning kanske hade varit på sin plats? Inte bara utbildning om kometer för naturvetarstudenter. Det leder osökt vidare till frågan om huruvida en humanist blir bildad under sin studietid, däremot inte en naturvetare? Oberoende av svaret kan vi konstatera att okunskap ger utrymme för känsloladdade argument och mytbildning.

Gudarnas dagliga plats

Människan har som sagt i all tider skapat sig en bild av hur världen ser ut. I Indien till exempel menade man att jorden hölls upp av fyra elefanter, en i varje väderstreck, medan elefanterna i sin tur stod på en sköldpadda.

När vi däremot talar om den gamla världsbilden i största allmänhet, är min erfarenhet att de flesta tänker på västvärldens antika världsbild, en geometrisk sådan, helt utan sköldpaddor. I centrum finner vi jorden, med månen, solen och de fem planeterna Mercurius, Venus, Mars, Jupiter och Saturnus på resa runt den stationära jorden. Längst bort tänkte man sig stjärnorna, alla på samma avstånd från jorden.

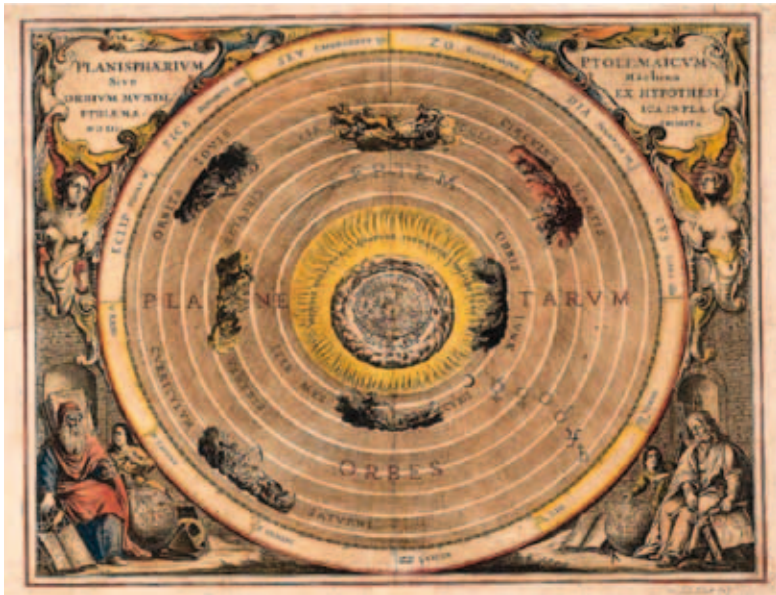


Bild 5.

Denna geocentriska världsbild kom att dominera under några tusen år, men när den till sist förkastades skedde det under former som gjorde ett ansenligt avtryck i vår kultur- och vetenskapshistoria, ja även i vårt moderna samhälle. Det vimlar helt enkelt av spår från solen, månen och de fem planetgudarna med sina romerska namn.

Ta en till synes så alldaglig företeelse som veckodagarna, som vi med viss överdrift kan påstå styr våra liv. Ordning och reda, pengar på fredag, samtidigt som vi förknippar semlor med tisdagar, och ärtsoppa med torsdagar. När det gäller namnen på veckodagarna finns i stort sett två principer; antingen numrering efter platsen i veckan; första dagen, andra dagen och så vidare, eller namn efter himlakroppar och/eller gudar.

Att veckans sju dagar i många kulturer hämtade sina namn från solen, månen och de fem planeterna har troligen två skäl. För

det första är de tillsammans lika många som veckans dagar, vilket ansågs inte kunna vara en tillfällighet. För det andra menade man att dessa himlakroppar hade makt över varsin dag i veckan, och då blev det naturligt att respektive gud även fick ge namn åt just ”sin” dag; solens dag, månens dag, Mars dag, Mercurius dag, Jupiters dag, Venus dag och slutligen Saturnus dag.

Det finns märkligt nog inget språk där alla veckodagarna har fått namn efter en och samma princip. I svenskan till exempel finner vi namn kopplade till solen och månen – söndag och måndag – plus de fyra asagudarna Tyr, Oden, Tor och Freja – tisdag, onsdag, torsdag och fredag – och slutligen en helt annan princip för veckans sista dag. Då struntar vi i såväl de romerska och grekiska gudarna som de nordiska, på lördagen ägnar vi oss i stället åt att bada - lögaredagen. I alla de nordiska språken, inte bara i svenskan, I svenskan, såväl som i övriga nordiska länder, har vissa dagar alltså fått namn direkt från gudarna utan att gå omvägen över planeterna, eftersom de nordiska gudarna inte återfinns på himlen. I dag, torsdag, kan vi konstatera att det är Tors dag i Sverige, medan det i Italien och i Frankrike är Jupiters dag, men som kuriosas kan vi lägga märke till att båda dessa gudar har hand om åskvädren. På tyska heter samma dag Donnerstag, åskvädrets dag.

I den antika världsbilden finner vi även ett talesätt relaterat till talet sju. Över jorden befinner sig just sju himlar, åtskilda åt av kristallsfärer på vilka himlakropparna rör sig. Ju längre bort från jorden och helvetet, desto gudomligare himmel. Talesättet? Att vara i sjunde himlen, vad annars?

Genast uppstår ett antal frågor som propsar på svar. Hur karakteriseras dessa kunskaper? Som humaniora? Som naturvetenskap? Eller bådadera? Är det svaren på dessa frågor som avgör om vi anser att en bildad person bör känna till något om den antika världsbilden, och de spår vi ser av den i dagens samhälle, eller inte?

Naturvetenskap kontra pseudovetenskap

År 2009 firades det internationella astronomiska året – det var då 400 år sedan Galileo riktade sin hemmabyggs kikkare mot himlen och upptäckte att det finns saker att se som inte det mänskliga ögat kan uppfatta. Galileo Galilei följde i samma anda som Tycho Brahe i slutet på 1500-talet, eftersom båda bidrog till att universum och vardagsvärlden närmade sig varandra. Det räcker inte med att tro på Bibeln och på auktoriteter utan du måste experimentera och observera, samt därefter dra egna slutsatser. Lita således på dig själv och dina iakttagelser. Med andra ord, en helt ny syn på naturen, utgående från att naturen går att utforska. Gudarna sattes därmed på plats, och grunden till den moderna naturvetenskapen var lagd.

Så hur kunde vi 400 år senare hamna här? I en tid och i ett samhälle där jag ofta möter människor som menar att världsbilden inte angår dem?

Naturvetenskapens målsättning är att förstå och beskriva världen, och när nya fakta dyker upp, måste vi alltid förutsättningslöst ompröva vår ståndpunkt. På så sätt förfinas och breddas våra kunskaper, samtidigt som felaktiga teorier kontinuerligt ersätts av nya, ibland kanske ologiska, men det finns inget som talar för att naturen ska vara konstruerad i enlighet med vårt sunda förnuft. Detta synsätt känns för många ovant och får därför till följd att nya idéer, till exempel att jorden reser runt solen och inte tvärtom, till en början ofta röner stort motstånd. Men vetenskapen får varken styras av känslor eller önsketänkande.

Ett utmärkande drag hos naturvetenskapen blir således att sanningar förändras över tid, med andra ord kunskaperna har vanligen ett bästföredatum. Dilemmat är att ingen i förväg känner till vilket detta datum är. Naturvetenskapen är en evig och oavslutad upptäcktsresa, den ofullbordade.

En av otaliga anekdoter om Einstein berättar hur sekreteraren vid Princetons universitet vid ett tillfälle till sin förfäran upptäckte

att Einstein hade skrivit exakt samma frågor till tentamen som året dessförinnan. När hon påpekade det lugnade han henne: ”Jag har helt andra svar i år”.

Pseudovetenskaper å andra sidan pekar i stället på hur deras metoder och föreställningar har fungerat sedan urminnes tider, vilket innebär att de sätter likhetstecken mellan det som är gammalt och det som är sant. Det förhållningssättet resulterar vanligen i att de lägger tyngdpunkten vid påståenden som inte får kritiseras, i motsats till vetenskapen som är just kritisk och skeptisk till sin natur.

Astrologer till exempel, med en grundpelare som bygger på myter som går tillbaka ända till Mesopotamien, anser att deras styrka är just en gammal tro som inte nämnvärt har förändrats på två tusen år. Astrologin omfattas fortfarande av den tidens rådande världsbild, den med en stjärnhimmel bebodd av gudar med makt över jordiska öden. Således tolkar astrologerna än i dag dessa aktörer ovanför huvudet som symboler med budskap om vad som ska hända på jorden.

I dag vet vi mer. Kosmos erbjuder inget rättesnöre för mitt liv, nu när naturvetenskapen har gett oss en världsbild där stjärnhimlen visar forntiden, inte framtiden. Stjärnor och planeter är inte bättre på att spå om min närmaste framtid är kaffesump, tarotkort och kristallkuler. Trots det blomstrar astrologin, plus all världens new age-rörelser och konspirationsteorier, som aldrig förr - och det samtidigt som även vetenskapens framsteg är större än någonsin i mänsklighetens historia.

Världen är så stor så stor, Lasse, Lasse liten. Den gamla barnramsan skulle kunna vara ett sätt att sammanfatta den moderna världsbilden på. Fjärran är den lilla trygga och ombonade världen, den med gudar som vakade över människan i centrum på en stillastående planet. Dagens världsbild handlar i stället om en planet på resa i ett ofattbart stort universum, som dessutom saknar centrum. En världsbild som innebär att vi bor i en galax som vi kallar för Vin-

tergatan, en galax bland hundratals miljarder andra, där varje galax innehåller lika många stjärnor som det finns galaxer.

Först blev vi utkastade från centrum av vårt solsystem, därefter från Vintergatans centrum, vilket följdes av vetenskapen om att galaxen Vintergatan bara är en i mängden. Och som om inte det var nog. På senare år har vi även tvingats inse att den kan vimla av planeter runt andra stjärnor, så kallade exoplaneter. Hur små kan vi egentligen bli? Och hur liten orkar människan bli? Kanske dessa förhållanden kan vara skäl nog att ty sig till astrologi med dess skenbara omhändertagande?

För inte behöver jag vara utbildad psykolog för att inse att astrologin fyller ett mänskligt behov av trygghet och vägledning i takt med att naturvetenskapen förminskar oss allt mer. Och för dem som även känner osäkerhet inför förändringar erbjuder dessutom astrologin och andra pseudovetenskaper en trygghet, ungefär som en varm filt att svepa in sig i. Vilken service! Det kan naturvetenskapen aldrig erbjuda.



Bild 6.

Tänk om det är själva naturvetenskapen som på ett paradoxalt sätt bidrar till att vidga klyftan mellan den enskilda människans världsbild och den naturvetenskapliga – trots vetenskapens mål att förstå världen allt bättre. För det går inte att blunda för en konsekvens av dagens nya kunskaper; ju mer vi lär oss om vår värld, desto mindre blir vi.

Har även det faktum att sanningar förändras över tid fört med sig att naturvetenskapen är utesluten från bildningsbegreppet, eftersom det många gånger tycks omfatta de eviga sanningarna och de gamla klassikerna? Och tänk om det i sin tur skulle kunna vara ett skäl till att astrologin blomstrar som aldrig förr?

Den brittiske tonsättaren Gustav Holst var influerad av astrologi, och i hans verk *Planeterna* från 1917, där karaktären hos varje musikalisk planet stämmer väl överens med respektive gudakarakter, går det inte att ta miste på hans se sätt se på världen. Dessutom är det intressant att notera att ledmotivet i *Star Wars* är nästan identisk med musiken till planeten Mars. Temat i *Star Wars* går alltså tillbaka till de gamla grekiska och romerska gudarna, i det här fallet krigsguden.

Holsts underbara svit består av sju planeter, de fem antika plus Uranus och Neptunus, vilka är upptäckta med teleskop. Däremot varken jorden eller Pluto. Att jorden saknas beror troligen på att Holst levde just i astrologernas värld. Att Pluto saknas beror helt enkelt på att Holst skrev sin planetsvit innan denna värld upptäcktes 1930. Å andra sidan, år 2006 efter en stormig omröstning, beslutade IAU, den Internationella Astronomiska Unionen, om en ny planetdefinition som resulterade i att Pluto efter 76 år inte längre kvalificerade sig som planet. Så på den punkten är Holst trots allt aktuell än i dag.



Bild 7. Solsystemet

Det fanns en tid då man menade att hela universum genomsköljdes av musik, att universum hade sin egen harmoni. Sfärernas harmoni. Det var på den tiden då ingen skillnad existerade mellan konst och vetenskap, de levde harmoniskt sida vid sida. Det var på den tiden då Pythagoras och hans likasinnade drömde om den kosmiska harmonin, ett slags musik bestående av toner som planeternas himlasfärer skapade när de vred sig runt jorden. Dessa sfärer ingick i de olika grekiska modellerna av kosmos som under grekernas storhetstid avlöste varandra, modeller som alla hade planeterna fastsatta på genomskinliga kristallsfärer på olika avstånd från jorden. Det var just dessa kristallsfärer som alstrade den kosmiska musiken. Visserligen kunde inte människan uppfatta musiken, bara ana den, helt enkelt beroende på att harmonierna fanns där redan när hon föddes.

Dessa harmonier föreställde sig Joseph Struss i sin Sphärenklänge, op 325 - bland annat framförd 1992 på nyårskonserten i Wien - på liknande sätt som Holst gav karaktärer åt planeterna.

Himlakropparna i samhället

Himlakropparna påverkar både vår historia och politik, ändå finns de knappast omtalade i våra historieböcker. Beror det på att de anses höra hemma enbart i fysik- och astronomiböcker?

Att solen har fläckar har varit känt sedan antiken, däremot inte vad de består av, inte heller varför de uppstår för att därefter försvinna i en regelbunden cykel. Var de några mörka hål, eller kanske berg som stack upp? Nu vet vi. Solfläckar är svalare områden på solens yta, och de bildas när energin från kärnreaktionerna i solens centrum hindras från att tränga upp till ytan. Detaljerna i detta händelseförlopp är däremot inte kända, ändå kan vi konstatera att de är relaterade till solens magnetfält som ”snor in sig” när solen roterar. Vi vet även att solfläckar kommer och går i en elvaårscykel, men kanske finns dessutom längre cykler och samband vilka vi ännu inte förstår.

Moderna forskning indikerar att många solfläckar skulle kunna innebära varmare klimat, medan få solfläckar leder till ett kallare. Alla håller inte med om denna slutsats, men det finns sådana hypoteser. Och detta samband kan ha varit avgörande för Sverige och dess utbredning.

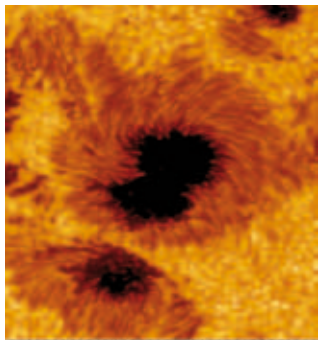


Bild 8. Solfläckar,
Göran Scharmer

I historieböckerna kan vi läsa att kung Karl X Gustav vintern 1657-58 kunde marschera över Stora och Lilla Bält med sin armé, vilka på grund av den ovanligt kalla vintern var helt frusna. Vi vet även att det var sällsynt med solfläckar mellan åren 1645 och 1715, en tidsperiod som råkar sammanfalla med en lång rad extremt kalla vintrar - inte bara den 1657-58 - en period som går under det passan-

de namnet Lilla istiden. Det var skälet till att den svenske kungen kunde överrumpla danskarna som tvingades kapitulera, vilket i sin tur ledde till freden i Roskilde 1658, då Skåne, Blekinge, Halland, Bohuslän, Bornholm och Trondheims län tillföll Sverige.

Så visst påverkar solen livet på jorden, kanske den till och med blandar sig i politiken och därmed vår historia, även om vi inte med säkerhet kan påstå att det var solen som tvingade danskarna att kapitulera. Det skulle kunna vara en tillfällighet. Å andra sidan kan det finnas ett samband. För tänk om det trots allt var solguden som hjälpte Karl X Gustav, kungen med valspråket ”I Gud mitt öde, han skall göra det”, att besegra danskarna. Att månen har haft historisk betydelse, det är däremot ställt utom allt tvivel.

Vintern 1609-10 såg Galilei i sin kikare att månen har berg och dalar, alltså att den är en egen värld, en slutsats som bidrog till att så småningom stjälpas den geocentriska världsbilden och ersättas den med den heliocentriska. Senare på 1600-talet använde Newton sig av samma himlakropp för att komma de universella gravitationslagarna på spåret.

Även konst, litteratur, musik och film har hämtat inspiration från vår närmaste granne.

Jungfru Maria var symbolen för kyskhet, och avbildades ofta med fötterna på en månskära. På denna målning ser vi hur Ludovico Cigoli - efter att ha tagit del då av Galileis upptäckter - redan 1612 avbildade månskäran med kratrar, inte slät som tidigare.



Bild 9. "The Virgin of the Immaculate Conception" Ludovico Cigoli 1612

1865 presenterade Jules Verne en smått mästertlig vision i sin sciencefictionroman *Från jorden till månen*. Jules Verne var både intresserad av och kunnig i naturvetenskapliga rön och tog i många avseenden hänsyn till fysikens lagar. Därför är det lite märkligt att i denna roman låter sina rymdfarare skjutas iväg med hjälp av en kanon, vilket skulle vara helt omöjligt. Som kuriosas kan vi konstatera att platsen där denna jättekanon avfyrades ligger endast 90 kilometer från Cape Kennedy, den plats där Apollo 11 sköts ut hundra år senare. En av filmhistoriens klassiska stumfilmer, *Resan till månen* av fransmannen Georges Méliès från 1902, inspirerades av bland annat Jules Verne berättelse, för övrigt den första sciencefiction-filmen,

Sextiosju år senare förvandlas science fiction till verklighet, en milstolpe i mänsklighetens historia med exceptionellt stor betydelse för samhällsutvecklingen; politiken, ekonomin och den moderna teknikens utveckling. Trots det finns det somliga som ifrågasätter att amerikanska astronauter har landat på månen, med andra ord, denna händelse har lett till just en sådan knasig konspirationsteori jag indikerar ovan. En analys av deras ifrågasättande är för detaljerat för att platsa i denna presentation, men mycket av deras argumentation genomsyras av bristfälliga kunskaper. Kort sagt, kritiskt tänkande kräver kunskap.



Bild. 10. Det är inte utan att jag undrar hur de lyckas förklara att det i dag finns reflektorer på månens yta, med vars hjälp vi sedan 1969 kan mäta avståndet till månen. Vem menar de har placerat dem där?

Vad gör naturvetenskapen med oss?

Hubbleteleskopet i bana runt jorden har som sin främsta uppgift att se långt ut i rymden, vilket är fullt logiskt med tanke på astronomen Edwin Hubbles bidrag till vår världsbild. Han som för alltid förändrade vår syn på världen och därmed synen på oss själva. Han som för knappt hundra år sedan insåg att Andromedagalaxen inte befinner sig inom galaxen Vintergatan utan betydligt längre bort, och som dessutom drog den djärva slutsatsen att universum inte är statiskt utan expanderar.

De mest spridda fotografierna från Hubbleteleskopet, och tankemässigt de mest utmanande och provocerande, är de som går under beteckningen Hubble Deep Field och Hubble Ultra Deep Field, fotografier som är som titthål mot universums barndom. Det må vara en sliten kliché, men lika sann för det; en bild kan säga mer än tusen ord. Det gäller i allra högsta grad dessa, som inte bara tar oss med på en tidsresa, utan även en existentiell resa i dess påtagliga bemärkelse. Fotografierna är översållade med små ljusprickar, läs galaxer, där några är så svaga att det skulle vara lika svårt att se dem som att från jorden se en ficklampa på månen. Ändå har dessa ljus något viktigt att säga oss. Dig och mig, bildad eller obildad. De visar oss en tid i universums historia, då kaos rådde och då varken sol eller jord existerade. De visar att universums historia är min historia. Och sist men inte minst; de visar hur liten och obetydlig jag är. Människan syns inte. Hon finns inte.



Bild 11, HDF, NASA

Är budskapen i dessa fotografier ytterligare ett hinder för att naturvetenskapen i allmänhet och astronomin i synnerhet ska ingå i bildningsbegreppet?

Så om igen undrar jag om inte bildning borde innebära att se världen ur olika perspektiv för att förstå hur allt hänger ihop och för att kunna ta ställning? Och då många av dagens frågor handlar om just naturvetenskap och teknik, ställer jag mig således frågan hur det ens är möjligt att delta i samhällsdebatten, argumentera och ta ställning, utan kunskaper även inom dessa områden.

Samtidigt verkar det som om ordet bildning har blivit lite infekterat och fått en negativ klang, helt enkelt blivit alltför pretentiöst i vårt moderna samhälle. Är det kanske dags att tänka om, att ersätta begreppet bildning med ett annat, mångvetenskap eller något liknande?

Men trots att vi blir allt mer medvetna om att gränserna mellan olika discipliner redan håller på suddas ut, så agerar vi för det mesta som om inget hade hänt. Kanske för att vi inte har vant oss vid att varje ny upptäckt inom en disciplin återverkar på vårt sätt att se på tillvaron som helhet? Kanske för det nya synsättet känns hotfullt? Eller vad är egentligen orsaken till att utvecklingen i den här riktningen går så långsamt? För det borde inte längre vara tillräckligt med kunskaper inom enbart filosofi, eller enbart litteraturhistoria, eller enbart naturvetenskap, eller enbart något annat för att betraktas som bildad i en demokrati.

Att se hela bilden, det var just det jag trodde var bildning!

Synpunkter på en naturvetenskaplig bildningsstrategi

Peter Sjömar

Följande inlägg har klara begränsningar vad gäller förutsättningar och syfte. Till att börja med är min ämnesmässiga bakgrund arkitekturens teori och historia. Jag är alltså inte själv naturvetare. Min nuvarande akademiska hemvist har jag emellertid sedan några år på en naturvetenskaplig fakultet med den miljöpåverkan som där i ligger. Bland annat har jag förstått att naturvetare anser att kunskapen om naturvetenskap är svag i samhället och i de omgivande vetenskapsområdena. Det finns också ett kommunikationsproblem - naturvetare känner sig inte förstådda. Naturvetenskapen (betraktad som verksamhet och miljö) har alltså svårt att "nä ut". Detta måste vara av betydelse för bildningsläget och för hur bildningsfrågan bör uppfattas: som en praktisk fråga (något bör ju göras åt ett tillstånd som inte är tillfredsställande).

Praktiska problematiska tillstånd kan vara av två slag: 1) sådana man inte rör över och därför har svårt att påverka och 2) de i vilka man har faktiska handlingsmöjligheter. Denna text utgår från att det senare gäller. Den vänder sig "inåt" för att se om det finns förklaringar till tillståndet (låg naturvetenskaplig bildningsnivå allmänt sett och kanske också inom akademien) inom den naturvetenskapliga kulturen. Tanken är att i så fall finns det också handlingsutrymme för en naturvetenskaplig fakultet att på eget initiativ och med egen kraft sätta in motåtgärder på dessa punkter.

Den använda metoden är enkel. Vid sidan av diskussionerna i arbetsgruppen har jag läst några böcker som såg ut att ha betydelse för bildningsfrågan. Resultatet är sammanställt i följande ordning: Ett försök att urskilja den naturvetenskapliga "bildningskärnan".

Därefter ett avsnitt om populärvetenskap eftersom denna genre ofta uppfattas ha just bildande funktion. Det alternativ jag i stället vill framhålla är att naturvetenskap som miljö eller tradition öppnar sig mot sin egen teoretiska och historiska utveckling. Texten avslutas med förslag till några aktiviteter som kan få bildande verkan.

Diagnostisk reflektion

I en nyutkommen bok med titeln *Spelets regler i vetenskapens hantverk* undersöker Janken Myrdal vetenskap och forskning från ett ovanligt perspektiv.¹ Han intresserar sig för vetenskapens artefakter och det vetenskapliga arbetets procedurer. Grunden för hans resonemang är en uppdelning i två traditioner eller kulturer, vad han kallar idealtyper: naturvetenskap och humanvetenskap (den senare omfattar både samhällsvetenskap och humaniora). De två typerna uppvisar bland annat olika sätt att läsa, skriva, publicera, avgränsa och bygga ämnesmässiga sammanhang. Det vetenskapliga hantverket, den vetenskapliga vardagen och ämnesutvecklingen inom naturvetenskap och humanvetenskap skiljer sig åt. Naturvetare och humanvetare uppträder och arbetar på olika sätt och producerar olika slags produkter. Skillnaderna är så avgörande att förståelsen och samverkan mellan de två vetenskapliga huvudspåren är problematisk.

Vad förklara då olikheterna mellan de vetenskapliga kulturerna? Myrdals svar är att de olika målen och medlen kan härledas till materialet och den undersökande praktiken. Det handlar om former och uttryck som är funktionella, det vill säga ändamålsenliga, i sitt sammanhang. Naturvetare och humanvetare har utvecklat metoder för att utforska olika slag av källmaterial och frågeställningar. Baksidan är som sagt att skillnaderna leder till svårigheter när det kommer till jämförelser, samverkan och normbildning. Så vitt jag förstår kan man till friktion i det vetenskapliga umgänget

lägga problem med bristande verkningsgrad på ”bildningsorganet” (den verksamhet eller aktivitet som internt och externt skall skapa intresse, överblick, sammanhang och perspektiv). I synnerhet gäller det naturvetenskap. Omvärldens svaga kunskap om naturvetenskap har, kan man misstänka, till en del att göra med hur kunskapen produceras och förmedlas och hur forskarsamhället värderar och prioriterar.

Myrdals indelning i naturvetenskap och humanvetenskap utgår från materialet. I det första fallet naturen och dess fenomen, i det andra *’människans medvetna tänkande och handlande’*.² Ett annat sätt att sortera vetenskap kan man göra efter filosofen Jürgen Habermas som såg till kunskapens syfte.³ Habermas indelning ser ut ungefär så här:

- kunskapsutveckling i syfte att förstå/hantera naturen, materialen och tingen genom att förklara hur de fungerar,
- kunskapsutveckling i syfte att förstå samhället och de mellan mänskliga relationerna,
- kunskapsutveckling i syfte att ifrågasätta och befria oss från invanda föreställningar, fördomar, trångsynthet etc.

En tredje tradition att sortera vetenskaperna utgår från ordparet förklara och förstå.⁴ Då uppfattas naturvetenskap som i första hand förklarande kunskap och humaniora i första hand som förståelseburen kunskap. Nu är emellertid förklara och förstå, i synnerhet det senare, ”svåra” begrepp och indelningen är nog i ett strängare vetenskapsteoretiskt sammanhang även föråldrad. Men orden finns där. De har närliggande men inte synonym betydelse och sett till bildningsfrågan handlar det rimligen om det vi i allmän mening avser med att förstå, dvs att ha överblick, se sammanhang och möjlighet att kunna orientera i det kunskapsmässiga landskapet, snarare än att besitta förklarande detaljkunskaper.

Således: om det möjligen är otydligt hur samhällsvetenskap

och humaniora skall uppfattas så är naturvetenskap något ganska entydig. Som ordet säger handlar det om naturen och de naturliga fenomenen, dock med det matematiska tillägget. Förklaringar har en framträdande plats. Den fortsatta diskussionen utgår därför från att naturvetenskap innebär att söka förklara de fenomen och situationer som naturen uppvisar i syfte att förstå naturen som företeelse.

Detta ger två kunskapsperspektiv:

1. Förklaringarna till hur enskildheter och mer eller mindre sammanvävda system, mönster eller lagbundenheter fungerar.
2. De övergripande sammanhang som leder till förståelse av vad dessa funktioner betyder.

Men betydelser uppstår hos någon i en bestämd situation. Människor och samhälle ser på och förhåller sig till naturen. En av dessa "förhållare" eller betydelseskapande aktörer är naturvetenskapen själv. Systemen, mönstren eller lagbundenheterna är alltså vetenskapens bilder av naturen. Därför måste bildskaparen likaväl som den avbildande vara med för att bilden skall bli begriplig.

Av de två perspektiven har "förklaringsspåret" av flera orsaker företräde framför "förståelsespåret", i alla fall om man ser till de naturvetenskapliga fälten sammantagna som en helhet. En orsak är att förståelse kan uppfattas vara konstruerad av förklarande byggstenar ("byggstensteorin"). I enlighet med vardagligt språkbruk kan man säga att vi förklarar i syfte att förstå. Men det finns också i den naturvetenskapliga kulturen en stark drivkraft mot att upptäcka och reda ut det som är obekant. Denna kraft understöds av samhällets önskan om kunskap för att hantera konkreta problem och utveckla nyttigheter. Förklaringar har då direkt operativt värde. Om man inte vet hur något fungerar får man handla efter intuition eller giss-

ningar. Värdet av att förstå ligger snarare på vägvalet. Alltså – en skillnad mellan vad man vill jämfört med hur något bör göras.

Att upptäcka hur något tidigare oförklart eller ofullständigt/felaktigt förklarar fungerar är intressedrivande. Det har högt naturvetenskapligt prestigevärde. Därtill är prestationer av detta slag förhållandevis enkla att översätta till meriter och karriärgång. Förklaringar kan relateras till kunskapsmässiga framsteg i form av rätt, fel, relevans eller sannolikhet. Förståelse hör samman med tolkningar och värderingar. Förståelse rör ofta normativa aspekter. Och det som är normerande inom en grupp behöver inte vara det inom en annan. Att vinna framgång för förståelseburen kunskap kräver därför en omständlig implementering där det kan vara svårt att säga vad enskilda prestationer bidragit med.

Sammantaget drivs alltså naturvetenskapligt fokus mot framsteg i form av nya, riktigare eller mer relevanta förklaringar. Då kan också det aktuella kunskapsläget beskrivas som en position i en rörelse. Den association till slagfält som följer med ordet forskningsfront kan förefalla märklig, men vi har i vädersystemen fronter med större illustrationskraft. För vem är intresserad av det väder som passerat när nytt är att vänta? Inriktningen på det som är och det som komma skall har, kan man misstänka, marginaliserande verkan på intresse för hur man tagit sig till den nuvarande positionen. Vetenskapshistoria och vetenskapsteori har inte heller någon självklar plats i naturvetenskapliga forskningsmiljöer.

Att tränga djupare ned i förklaringar av naturen är alltså det mål som väsentligen driver naturvetenskapligt kunskapsbygge. Framgången, både sett till kunskaper och miljöer, har heller inte uteblivit. De procedurer, redskap och institutioner (till de senare får vi räkna systemen t.ex. för meritvärdering) som det naturvetenskapliga forskarsamhället producerat bildar sammantaget en effektiv ”förklaringsapparat”. Det vetenskapliga hantverket är för sitt syfte ändamålsenligt. Dock med resultat av specialisering i allt smalare

nischer som behärskas/begrips av små forskargrupper vars behov av kontakter (mer eller mindre) är begränsade till andra inom den egna nischen.

Den diagnostiska slutsats som följer av ovanstående resonemang borde vara följande: Koncentration på en uppgift brukar innebära det motsatta för andra uppgifter. Det naturvetenskapliga forskarsamhället är bra på att förklara men är en svagare förståelseaktör. Naturvetenskapligt förståelsearbete i form av överblick över historisk och teoretisk utveckling, överbrygning mellan djupborrande men isolerade ämnesmässiga nischer, dialog med vetenskapssamhället utanför naturvetenskaperna och allmän tillgängliggörande av naturvetenskap som kunskap och verksamhet ligger, närmast av strukturella orsaker, efter. Därför är det rimligt att anta att det för förändring, t.ex. höjd bildningskapacitet, krävs justeringar och kompletteringar av de procedurer, redskap och institutioner som naturvetenskaperna gjort till sina.

Populärvetenskap

Av publicerings- eller förmedlingsformerna har populariserade framställningar liten (för att inte säga ingen) betydelse vid meritering och vetenskaplig gradering. Samtidigt är det nog en vanlig föreställning att populärvetenskap är naturvetenskapens ”bildningsfönster”. Men vad är populärvetenskap och vilken funktion kan populariserande framställningar av vetenskap tänkas ha?

Ett första orienterande men ganska väntat svar ger Nationalencyklopedin. Under uppslagsordet populärvetenskap kan man läsa: *’... Oftast avser termen sådan information som gjorts lättfattlig genom enkel, underhållande stil, ofta färgad av entusiasm för ämnet ... Gränsen mellan populärvetenskap och fackvetenskaplig framställning kan vara knivskarp, som inom nutida fysik och matematik, eller svårbestämd, som inom historiska och estetiska ämnen.*⁵

Artikeln avslutas med två litteraturhänvisningar som rimligen

bör fylla ut den bild som ett uppslagsverk kan ge. Läger man de två böckerna intill varandra visare det sig emellertid att man hamnat i en ganska skarp diskussion, en vetenskaplig kontrovers kan man säga, om möjligheterna för och behovet av populariserande framställningar av vetenskap. Även om det rör sig om ca tjugo år gamla texter så har diskussionen fortfarande relevans. Men först ett klagörande: Populärvetenskap är i sig inte bestämt till naturvetenskap. Båda böckerna hämtar dock flertalet av sina exempel från naturvetenskaperna, men ingen av författarna är naturvetare.

Vetenskap i underlandet

Denna bok av idéhistorikern Gunnar Eriksson och bibliotekarien Lena Svensson redovisar ett forskningsprojekt som hade sina rötter i 1970-talets intresse för tvärvetenskap.⁶ Framställningen följer tre spår: 1) populärvetenskapens motiv och funktion, 2) den populärvetenskapliga framställningens uppbyggnad och form, 3) exempel på historiska populärvetenskapliga texter. Samlande är en definition som säger att populärvetenskap på ett *intresseväckande* sätt skall återge vetenskapens innehåll på ett *korrekt* och *alltigenom begripligt* sätt⁷

Det är en kompakt och bred studie som på trehundra sidor tar upp ett flertal aspekter på populariserad framställning. Här behandlas enbart en aspekt – motiven för populärvetenskap. Jag uppehåller mig rätt utförligt vid motivbilden därför att jag tror att den fångar föreställningar som fortfarande äger aktualitet.

Men först populärvetenskapens bildningsuppgift: *'Detta är det klassiska fält där populärvetenskapen hört hemma under århundraden.'*⁸ Men ordet bildning har trots dess betydelse för den *'... individuella och kollektiva artikulationen ...'* närmast gått förlorat. En förlust därför att inte enbart de traditionellt bildande vetenskaperna utan också naturvetenskap *'... bär på stora värden även för vår inre bildning.'*

Lika då som nu - kan man alltså konstatera. Dragen av program för och handbok i populariserande framställningar som finns i Vetenskap i underlandet hörde nog ihop med tillståndet och ambitionen att förändra och förbättra. Det låg i tidsandan. Det var ju också vid denna tid som det högre kunskapssystemet så kallade tredje uppdrag formulerades, vilket bland annat resulterade i krav på bred forskningsinformation.

Motiv 1: kunskap är makt

Vid sidan av att vara underhållande motiveras populärvetenskap som sagt av den påverkan som vetenskapen utövar på samhället och individen. Vi lever, konstateras det, i vetenskapens tidsålder: *'Det fodras ... gigantiska insatser för att informera samhällets alla medborgare om de vetenskapliga insikter som påverkar deras dagliga liv.'*⁹ Ett motiv hör alltså samman med frågor om makt och möjlighet att påverka. Resonemanget löper efter två spår ungefär så här: Vetenskap ingår i det system som förser samhället med expertkunskap. Om kunskapen isoleras i slutna miljöer och inte når ut till beslutsfattare och allmänhet på ett begripligt sätt aktualiseras inte kunskapens maktpotential vilket får betydelse för hur makt fördelas. Därför behövs det: *'... system som tryggar en så stor del av denna kunskapsmakt som möjligt åt de ansvariga politikerna ... och folket ...'*¹⁰ Populärvetenskapen skall alltså ingå i det kontrollsystem som håller experter och politiker på mattan.

Men maktaspekten berör inte enbart samhällets beslutsfunktioner. Makt handlar också om individens möjligheter. *Den moderna människans* verklighet är invecklad och svår att få överblick över. Kunskap *'... inte minst vetenskapliga kunskaper, är av godo och ökar hennes möjligheter till orientering och rätt vägval ...'*¹¹

Motiv 2: kulturintegration

Ett andra motiv behandlas under rubriken *Populärvetenskap som*

kulturintegration. Resonemanget utgår från den otillräckligt utnyttjade bildningspotentialen i naturvetenskap. Naturvetenskap står utanför kultursfären. Argumenteringen för populärvetenskap löper i detta fall ungefär så här:

Naturvetenskaps position i den västerländska kulturen har aldrig tidigare varit så kraftfull. Men naturvetenskapens framträdande ställning har inte lett till att den intagit motsvarande plats i våra hjärtan. Naturvetenskapen syns sällan på kultursidorna. Fångar få studenter. Utgör inte något vardagligt samtalsämne, när så ändå sker handlar det om sådant som är negativt som kärnkraft och farlig kemi (boken skrev som sagt i mitten 1980-talet). Trots intresset för miljön lockas inte någon större grupp till *vetenskapliga lärdomar och metoder*. Författarna konstaterar att: '... okunnighet i dessa ting tycks man lika ofta kunna skryta med som skämmas för.'¹²

Delningen mellan betydelse och intresse spårar författarna till den blygsamma roll som naturvetenskapen har inom kulturen, i synnerhet i den yttring de benämner den *intellektuella kulturen*. Men även om man ger kulturbegreppet en vid innebörd och avser föreställningar och vanor av alla slag är det: '... lika illa beställt ... vetenskapen som faktum, värd att diskuteras eller i någon mening införlivas i upplevelsesfären, kan knappast utskiljas.'¹³

Den marginella funktionen för människor i allmänhet förklaras av främlingskap för det rationella och sakliga som gäller för alla vetenskap men särskilt för naturvetenskap. Den *metodiska kärnan* och dess *ideala resultat* är befriad från känslor. Vetenskapen mäter, registrerar, ställer upp tabeller och formler för att finna naturens lagar men: 'Om jorden lider nöd, om levande varelser plågas, om experimentatorn är lycklig eller olycklig, är i princip ovidkommande för det vetenskapliga betraktelsesättet.'¹⁴

Det vetenskapliga förhållningssättet och de vetenskapliga resultaten kolliderar inte bara med våra känslor utan också med sunt

förnuft. De abstrakta konstruktionerna av tillstånd och situationer som t.ex. tröghetslagarna är obegripliga om man inte kan tänka bort den friktion som påverkar alla de föremål vi i vår vardag skjuter, drar och flyttar runt.

Integrationsproblemet sammanfattas som '... två extrempunkter på en förståelsens skala: i extrema fall har vetenskapen blivit rent intellektuellt obegriplig ... i de mildaste fallen har den ändå omgivit sig med en air av kyla och försakligande av allt mänskligt, som intuitivt kan vara svårt att acceptera.'¹⁵

Ytterligare en av populärvetenskapens uppgifter är därför att integrera vetenskapen med vår kultur i stort. Redskapet är förståelse genom att lättfattligt klargöra för det vetenskapliga tänkandet och förmedla de emotionella aspekter som finns bakom vetenskapens objektivitet och dess till *äventyrs mekaniserande världsbild*. I de flesta fall kan det ske utan att kollidera med andra emotionella och estetiska värden, men i förhållande till vissa företeelser råder det direkt konkurrens. Då skall vidskepelse, övertro, kvasivetenskap och kvacksalveri motverkas.

Naturvetenskap blir humaniora

Författarna till *Vetenskap i underlandet* menar att god populärvetenskap bedriver sin upplysningsverksamhet efter två linjer. Den första rör kunskapsteori, forskningsmetoder, vilka frågor som naturvetenskapligt kan undersökas och vilka frågor som vetenskapen inte ger svar på. Den andra linjen är att visa vilken *intrikat och skön värld* som vetenskapen avslöjar. Genom det förunderliga i naturen befinner sig '... *Vetenskapen i själva verket alltid i underlandet.*'¹⁶ Den motivbild som Eriksson och Svensson lägger fram ger det populärvetenskapliga arbetet en omfattande uppgift. Tilltron är också stor till möjligheten att översätta eller framställa vetenskapliga resultat i allmänbegriplig form, men den bärande idé som präglar boken

är nog ändå en annan än den rent pedagogiska. Populärvetenskap handlar, såsom Eriksson och Svensson tänker sig, om alternativt perspektiv - att sätta vetenskapen som verksamhet och dess resultat in i sammanhang som var och en (på något sätt) begriper.

Hur skall då dessa sammanhang byggas? Ett övergripande men ändå avgörande svar på den frågan är: *'... ingen läsare kan ha undgått att märka att vår grundläggande föreställning om popularisering av naturvetenskap är att det är ett åtagande som förvandlar naturvetenskap till humaniora.'*¹⁷

En naturvetenskaplig bildningsstrategi i linje med Eriksson och Svenssons resonemang blir alltså att uppdraget att utveckla och driva de frågor som rör naturvetenskap som företeelse placeras utanför de naturvetenskapliga ämnesfälten.

Svindlande perspektiv

Denna bok av språkvetaren Sven Öhman kan knappast uppfattas på annat sätt än att den är svar på den föregående.¹⁸ Underrubriken är förtydligande - *en kritik av populärvetenskapen*. Öhmans ståndpunkt är att vetenskap i populär form inte fyller någon konstruktiv funktion. Tvärt om skapas missförstånd och förvirring. Ambitioner eller mål av det slag som de tidigare författarna satt upp betraktar han som orimliga.

Sven Öhman, som antagligen hade ett brett vetenskapshistoriskt och vetenskapsteoretiskt intresse, skrev recensioner av populärvetenskap åt Dagens Nyheter. Han uppskattade läsupplevelsen av väl-skrivna populärvetenskapliga böcker men hade svårt att acceptera anspråket att det på ett allmänbegripligt sätt går att göra all slags vetenskap tillgänglig för lekmannabruk. Till slut tog han själv till orda i en debattartikel i tidningen.

Reaktionen blev oväntat stark med många (mot)inlägg. En tid senare när Forskningsrådsnämnden publicerade en skrift om forskningsinformation blev han, som han själv såg det, tillrättavisad med

argumentet att bristande tilltro till populärvetenskap återspeglade en elitistisk syn som öppnar för ett expertberoende som kan få negativa demokratiska konsekvenser. För att klargöra sina uppfattningar skriver Öhman sin bok. Hans resonemang är tankeväckande. Det är också elegant framfört även om det bitvis är inopportunt. Som jag läser honom kan hans uppfattningar sammanfattas i följande punkter.

- Frågan gäller populärvetenskapen i den form den uppträder. Sven Öhman granskar en faktisk företeelse (till skillnad från den föregående boken som till stor del är ett program för vad företeelsen skulle kunna vara).
- Utifrån ett antal exempel (populärvetenskapliga böcker) finner Öhman att de populärvetenskapliga framställningarna inte klarar att förmedla det vetenskapliga innehållet i det de behandlar på ett begripligt sätt. I stället skapas myter om vad de vetenskapliga teorierna går ut på. De används i sammanhang där de inte har relevans eller för slutsatser som de inte underbygger.
- Orsaken till skillnaden i innehåll mellan de vetenskapliga och populärvetenskapliga formerna är att det populärvetenskapliga anspråket för många/vissa vetenskapliga områden är ohållbart. Det ligger med Öhmans ord: *"en ouplöslig motsättning mellan uppgiften att förklara moderna vetenskapliga teorier och att göra det på ett språk som inte är vetenskapens eget men som ändå är tillgängligt för vem som helst"*.¹⁹
- Motsättningen består i att de vetenskapliga begreppen och representationerna (t.ex. matematiska formler) är formade i en bestämd praktik och har specifik och avgränsad innebörd. Utan att vara insatt i den för ett begrepp aktuella vetenskapliga användningen kan begreppen inte förstås. Man kan därför inte utgå från att den populärvetenskapliga metoden, att använda vardagsspråkets begrepp eller bilder från det vardagliga livet, fungerar som genväg till förståelse. För att ta del av en vetenskaplig begreppsvärld krävs ofta

grundlig, ibland därtill avancerad, utbildning. (Här får man nog tänka sig att Öhman avser de fall då vetenskapens och vardagslivets begrepp skiljer sig åt. I flera vetenskapsområden gör de inte det, t.ex. klarar sig kulturvetenskaperna med en begreppsapparat som de flesta begriper.)

Så till den ”stora” frågan om vetenskapsmannen som demokratiskt hot. Det går inte menar Sven Öhman att reducera ned det väsentliga i varje forskningsområde av betydelse till så lättsmält form att den är tillgänglig för flertalet. Därför är ett samhälle oberoende av vetenskapliga experter inte möjligt. Men det beroendet skall inte förväxlas med att människor inte kan ställning eftersom det då handlar om hur de vill leva:

”För att vi skall kunna inrätta vårt liv så som vi vill ha det så är det nödvändigt att de allmänbegripliga livsbetingelserna under skilda och tänkbara omständigheter och i skilda närliggande situationer blir allmänt bekanta. Till den ända krävs inga utbredda kunskaper i vetenskapliga teorier utan en självständig värdering av teknikanvändningens verkningar på det liv vi lever.”²⁰

Öhmans slutsats är att populärvetenskapens betydelse för demokratin är felvärderad. För att förstå honom rätt tror jag att populärvetenskap, som begränsat kan uppfattas som en litterär genre, i stället skall förstås vidare som alla slag av populariserande framställningar. Då inbegrips även tidningar och tidskrifter i allmänhet. I dessa presenteras vetenskap ofta av skribenter som saknar vetenskaplig skolning eller utbildning i det aktuella ämnet:

”I lyckosamma fall utgör den kanske en harmlös form av underhållning för intellektuella. Men i olyckliga fall kan den bli direkt skadlig. Den skapar förvirring genom att urholka den vanliga människans sunda förankring i den alldagliga och välkända verkligheten. Hon tvingas försöka ta på allvar att hennes eget förstånd och hennes egen livserfarenhet inte skulle vara den fasta grund för hennes egna ställningstaganden i fundamentala frågor. Av detta skäl och genom att den

har en benägenhet att glorifiera vetenskapen och dess framgångsrika utövare, får populärvetenskapen således snarast den motsatta effekten: den tenderar att befästa vårt expertberoende.”²¹

Bildningsstrategisk draghjälp

Vilka slutsatser kan man då dra av den snart tjugo år gamla kontroversen om breda och populärt skrivna texter om naturvetenskap?

1. En första är att begreppet (ordet) populärvetenskap är hopplöst och inte har någon konstruktiv funktion. Det är laddat med sådana betydelser att det skapar mer oreda än klarhet. Lösningen på problemet att göra (natur)vetenskap tillgänglig kan ju inte heller vara vetenskap som har den bestämmande egenskapen att den är populär (den som inte hör det vetenskapligt misskrediterande måste vara begreppsligt ”tondöv”). Formen är därtill ohanterligt vid och samlar arbete av högst olik kvalitet. För att hålla ordning måste det rimligen till någon slags sortering som t.ex. en kategori för ”vetenskaplig populärvetenskap”, vilket visar hur feltänkt begreppet är.
2. Föreställningar om att all vetenskap kan presenteras på ett sätt som alla begriper utan den begreppsapparat eller de representationer som är konstituerande är inte rimlig. För vissa områden får man acceptera att den som vill förstå också måste utbilda sig. Att tro att det skulle finnas särskilt tillgängliga utgåvor av ”svåra” vetenskapsområden är att betrakta operett som en populär variant av opera när det i själva verket handlar om en annan till opera närliggande musikform som möjligen kräver mindre kunskap eller erfarenhet för att ta till sig.
3. Godtyckliga, oklara, missförstådda och felaktiga tolkningar av vetenskap öppnar för pseudovetenskapliga betraktelsesätt och uppfattningar.
4. Men vad gör det om folk får saker och ting om bakfoten? Kan de missförstånd som trivialiserande och förenklande beskrivningar

leder till vara skadliga? Ja på ett sätt kan de det. Om vanföreställningar om de vetenskapliga resultaten och deras tillämpning får någon styrka kommer naturvetenskap som miljö och aktivitet att betraktas genom ett filter av fördomar. På den punkten träffar Erikssons och Svenssons kritik sitt mål. Att motverka fördomar och öppna för så bred tillgänglighet som möjligt till det kunskapsbyggande arbetet är ju också en av det högre utbildningssystemet uppgifter. Det som ligger (närmast mellan raderna) i Erikssons och Svenssons resonemang att det är den naturvetenskapliga aktiviteten snarare än de naturvetenskapliga resultaten som är allmänt intressanta förefaller dock vara en möjlig väg för bred förankring och omvärldsdialog.

5. Samtidigt bör en naturvetenskaplig fakultet vara orolig för konsekvenserna av den antydda lösningen på tillgänglighetsproblemet. För naturvetenskapliga forskare och för ambitionen om samarbete över vetenskapsgränserna borde det vara allvarligt om naturvetenskaplighet sätts under humanvetenskapligt förmyndarskap i alla de frågor som inte är direkt bundna till förklaringar av hur naturen fungerar. Men åt det hållet tycks utvecklingen gå. Båda de två aspekter som har med övergripande eftertanke att göra – vetenskapshistoria och vetenskapsteori – har blivit humanvetenskapliga kunskapsfält.

6. Hur har det blivit så? En tänkbar orsak är att det i vetenskapsvärlden är som i andra delar av samhället: när det finns en ledig plats blir den med tiden ockuperad och upptagen. Att forskare inom humaniora och samhällsvetenskap, från sina utgångspunkter, rört sig mot det naturvetenskapliga fältet är rimligt för att inte säga ”naturligt”. Det (för mig) uppseendeväckande är att rörelsen åt det motsatta hållet varit så svag. När så varit fallet har det skett genom tvärvetenskapliga sammanslutningar som placerats utanför den naturvetenskapliga miljön och därmed inte varit naturvetenskaplig angelägenhet och inte legat under naturvetenskapligt ansvar.

Det naturvetenskapliga forskarsamhället har alltså, så vitt jag kan förstå, till del sig själv att skylla för bristande omvärldsförankring. I så fall rör det sig om konsten att säga av den gren man själv sitter på, varför den naturvetenskapliga hybris som Myrdal pekar på, men inte närmare utvecklar, förefaller ha haft betydelse.²² Därmed är vi tillbaka i den tidigare diagnostiska slutsatsen, men utan den behandlingsmetod som man kan tänka sig att populärvetenskap möjligen skulle kunna vara.

Naturvetenskapens teori & historia

Finns det alternativ till att naturvetenskaplig allmänförståelse är en populärvetenskaplig uppgift och att uttolkningen av naturvetenskap som vetenskap är en humanvetenskaplig angelägenhet?

Den indelning, som t.ex. Myrdal använder, som säger att naturvetenskap handlar om *'de processer som inte drivs av ett medvetet handlande'* medan humanvetenskap tar sig an *'människans medvetna tänkande och handlande'*, är inte övertygande och inte heller praktiskt operativ när det handlar om naturvetenskaplig förståelse och bildningsinnehåll.²³ Ett exempel får illustrera.

En naturvetenskaplig fråga skulle kunna vara följande: Snögäss klarar (har det sagts mig) att flyga på 9000 meters höjd över Himalaya. Människor gräns för fast bosättning tycks gå vid 5000 meter men det har hänt att enstaka klättrare har tagit sig upp till bergstoppar några hundra meter under gässen. Hur kommer det sig att snögäss klara så höga höjder, därtill i fullt arbetande tillstånd?

Frågan matas in i den naturvetenskapliga forskningsprocessen. Förr eller senare kommer det ut ett tillfredställande svar. Detta handlar onekligen om *'processer som inte drivs av ett medvetet handlande'* men undersökningen är självfallet en kulturprodukt. Från början med att någon bestämmer sig för att intressera sig och därefter i alla de följande stegen sker en styrning genom tankar och handlingar som i hög grad är medvetna. Och så är det med alla

naturvetenskapliga prestationer. Att aspekter på valet av frågor, hur de formuleras, hur de undersöks, konsekvenser och användning av resultaten och annat som med humanvetenskapligt språkbruk brukar kallas för att ”sätta in i ett större sammanhang” inte skulle vara naturvetenskapliga forskningsuppgifter kan ingen på allvar mena. Självfallet måste de vara det (vilket inte hindrar att de samtidigt kan vara humanvetenskapliga forskningsfrågor).

Men så tycks inte den naturvetenskapliga miljön själva se på saken. Annars hade inte arbeten med denna inriktning haft så lågt meritvärde som de har. Problemet förfaller vara att när innehållet består av pedagogiska, historiska och teoretiska perspektiv på naturvetenskap finns det inget naturvetenskapligt meriterings- eller prioriteringsfack att sortera in dem i.

Det grundläggande kriteriet för vad som är vetenskap är dock inte mer komplicerat än att vetenskap är vad vetenskapssamhället anser vara vetenskap. Den naturvetenskapliga miljön bestämmer alltså själv var gränsen för naturvetenskap går. Det naturvetenskapliga alternativet till populärvetenskaplig (i sämsta fallet populärvetenskaplig trivialisering) och humanvetenskapligt (i sämsta fallet humanvetenskapligt förmyndarskap) tolkning är att genom tjänster och meritvärdering öppna för inriktningar mot naturvetenskapens teori och historia (eller i en fallande ordning t.ex. biologins teori och historia, zoologins teori och historia, zoofysiologins teori och historia, osv). Särskilt kontroversiellt vore i grund och botten inte det. Inom teknologin, sannolikt därför att de teknologiska prestationerna så uppenbart är kulturprodukter, har teknikhistoria under ganska lång tid varit en ämnesinriktning.

En historisk och teoretisk inriktning vänder sig både inåt, för att överbrygga och bidra med självbetraktelse, och utåt mot andra vetenskapsområden och samhället i övrigt för att skapa kommunikationsyta och bredda förståelseperspektiv. Den historiska och teoretiska inriktningen utgör därför lämpligen det bildningsorgan

som tidigare varit på tal. Ett organ som har alltså både har invärtes och utvärtes funktion att fylla.

Att utforska naturvetenskapens teori och historia kommer emellertid att delvis kräva andra erfarenheter och förmågor än dem som hör till den reguljära naturvetenskapliga ”pipelinen”, det är rimligt att t.ex. tänka sig delar av den humanvetenskapliga repertoaren i den historiskt och teoretiskt verksamme naturvetarens verktygslåda. Men det handlar då om till naturvetenskap anpassade och omstöpta förhållningssätt, procedurer och metoder och inte tvärt om. Det måste ju vara frågorna – problemen – som ger metoderna och inte metoderna som bestämmer frågorna.

En möjlig naturvetenskaplig tveksamhet jag kan föreställa mig är kvalitetssäkring och meritvärdering, men inte heller dessa frågor borde vara några svårigheter. Vetenskaplig skicklighet måste ju, som all slags skicklighet, relateras till vad man är skicklig i och här handlar det om skicklighet i pedagogiska, historiska och teoretiska perspektiv på naturvetenskap.

Ungefär efter dessa linjer är det möjligt att tänka sig ett naturvetenskapligt förståelsefält med inriktning på mötet natur och kultur. För det är ju inom den senare vi måste placera de pedagogiska, historiska och teoretiska konstruktionerna. Frågan blir då om det redan finns något förebildligt eller om det måste uppfinnas?

Naturen i huvudet

En bok med denna titel borde handla om naturen som intellektuell konstruktion, i synnerhet när undertiteln är: *om biologisk vetenskap*. Författare är den danske biokemisten Jesper Hoffmeyer.²⁴ Det är också, framgår det redan efter några sidor, en ovanlig biologitext eftersom det är vetenskapen som fenomen som är undersökningsobjekt. Men det visar sig att det inte enbart är denna bok som är intressant utan Hoffmeyers vetenskapliga och biologiska verksamhet i sin helhet.²⁵ Han är en vetenskapshistoriskt och vetenskapste-

oretiskt verksam biolog - så nära det man innehållsmässigt rimligen kan tänka sig komma med bestämningen naturvetenskapens (biologins) teori och historia. I hans texter finner man också för naturvetenskapliga sammanhang så ovanliga begrepp som ontologi och epistemologi och han använder gärna ord som naturhistoria och samhällets naturunderlag.

Med sitt historiska och teoretiska perspektiv på naturen och vetenskapen om naturen har Hoffmeyer verkat brett, både in mot vetenskapssamhället och ut mot samhället; som lärare vid biologiska institutet vid Köpenhamns universitet, i vetenskapliga texter, som författare och kolumnist. Redan en hastig bekantskap med honom via hans böcker på svenska och nätet ger bilden av en betydelsefull bilningsaktör med ett språkbruk och sätt att resonera som är tillgängligt för de allra flesta. Men ingenstans har jag ännu hittat ordet populärvetenskap. Det är inget tvivel om att Hoffmeyer levererat originella vetenskapliga bidrag. Den höga tillgängligheten uppfattar jag inte som resultat av en fristående populariserande pedagogisk ambition utan av kritiskt och innovativt tänkande efter linjen att det om är redigt tänkt också tydligt och enkelt kan förmedlas. Att det rör sig om vetenskaplig profilering/positionering framgår också av att Hoffmeyer är en av de ledande i det internationella nätverk som etablerat och utvecklat det fält som kallas biosemiotik.²⁶

Slutsats: bildningsprogram i punktform

Ett hastigt och ganska tillfälligt styrt letande efter ingångar med bildningsbetydelse ger alltså det man kan misstänka: inget är nytt under solen. Som det brukar vara har andra redan funderat och handlat. De här redovisade nedslagen kan därför, av den som har bättre översikt, kompletteras med andra exempel och ingångar.

Men trots brister i underlaget bör det vara möjligt att sätta ned foten. Tankgången bör då vara att samhället behöver kunskap om naturen och matematiken, men samhället behöver också kunskap

om kunskapen om naturen och matematiken, det vill säga vetenskapshistoria och vetenskapsteori. Denna kunskap, som kanske kan hänföras till en andra ordning, måste rimligen en naturvetenskaplig fakultet "förhålla" sig till. För om inte vi gör det kommer andra uppenbart att göra det åt oss. Vi står alltså inför valet att antingen bli tolkade som företeelse eller att utveckla vår självbild i de frågor som handlar om kunskapens sociala/samhälliga/kulturella funktion och betydelse. Genom det senare vägvalet kan vi också utgå från att vi gör oss till den bildningsaktör vi bör och kan vara. Ur naturvetenskaplig synpunkt blir bildningsaspekten därmed en fråga i vad som kan uppfattas som ett andra led: något som faller ut som resultat av historiska och teoretiska inomvetenskapliga perspektiv.

Men det är med denna typ av självreflektion som med andra typer av terapeutiska insatser - de kräver individuell engagemang. De måste slå rot, i detta fall i ett kollektiv. En sådan rotslagning kan prövas och ske genom att:

1. Inrätta naturvetenskapsteoretiska & naturvetenskapshistoriska kurser inom grund- & doktorandutbildning (mer eller mindre obligatoriska).
2. Öppna för forskning med inriktning mot naturvetenskapens historia och kulturella/samhälliga tillämpning genom att, dels tillmäta forskning med denna inriktning naturvetenskapligt meritvärde, dels inrätta tjänster av det slaget.
3. Emerititförvaltning. För att fånga historisk och teoretisk utveckling krävs överblick och erfarenheter. Man måste ha varit med ett tag för att kunna se linjerna. De som är bäst på det är rimligen de som också är på väg att pensioneras eller redan har gjort det. Med gruppen av redan eller snart uttrangerade följer också fördelen att karriären ligger bakom dem. Därmed bör de ha lättare att komma förbi de strukturer som står i vägen för engagemang i de mindre meriterande frågor som vetenskapshistoria och vetenskapsteori utgör.

4. Som följd av punkt 1 till 3 inrätta ett naturvetenskapligt historiskt/teoretiskt seminarium i ordets ursprungliga betydelse vilken avser både aktiviteten och platsen där denna föregår.

Så till slut en innehållsmässig idé för seminariet: Självinsikt vilar (nog) alltid på kunskap om det förflutna. Vad beträffar naturvetare anar jag mig till att det finns något som både är intressant och samtidigt mindre känt. Jag tänker på dem som klarat av att gå över vetenskapsgränserna. Att undersöka och berätta deras historia och gärningar borde vara en angelägen uppgift. Från min avgjort begränsade utsiktspunkt kan jag bidra med tre namn: Matematikern och fysikern Charles Sanders Peirce (1839-1914) som räknas som fader till den filosofiska riktning som kallas pragmatism, biologen Patrick Geddes (1854-1932) som tog sig an stadsplanering och stadsförnyelse på ett sätt som fortfarande gör honom intressant och kemisten Michael Polanyi (1891-1976) som på sin ålderdom skrev flera böcker av central betydelse för förståelsen av den praktiska kunskapen.

Referenser

- 1 Janken Myrdal, (2009): Spelets regler i vetenskapens hantverk: om humanvetenskap och naturvetenskap. Stockholm Natur & kultur
- 2 Myrdal s 15
- 3 Habermas, Jürgen (1972). Knowledge and human interests. Boston
- 4 Liedman, Sven-Eric, Ett oändligt äventyr: om människans kunskaper, Bonnier, Stockholm, 2001, s 212ff
- 5 Nationalencyklopedin uppslagsordet: Populärvetenskap. Artikeln är författad av Gunnar Eriksson som också skrev nästa bok som behandlas.
- 6 Eriksson, Gunnar & Svensson, Lena (1986). Vetenskapen i underlandet: [två studier av populärvetenskap]. Stockholm: Norstedt
- 7 Eriksson & Svensson s 13
- 8 Eriksson & Svensson s 26
- 9 Eriksson & Svensson s 24
- 10 Eriksson & Svensson s 25
- 11 Eriksson & Svensson s 25
- 12 Eriksson & Svensson s 28
- 13 Eriksson & Svensson s 28
- 14 Eriksson & Svensson s 29
- 15 Eriksson & Svensson s 31
- 16 Eriksson & Svensson s 34
- 17 Eriksson & Svensson s 123
- 18 Öhman, Sven (1993). Svindlande perspektiv: en kritik av populärvetenskapen. Stockholm: Wahlström & Widstrand
- 19 Öhman s 8
- 20 Öhman s 160
- 21 Öhman s 160
- 22 Myrdal s 137ff
- 23 Myrdal s 15

- 24 Hoffmeyer, Jesper (1988). *Naturen i huvudet: om biologisk vetenskap*. Stockholm: Rabén & Sjögren
- 25 En slagning på Libris ger bland annat följande titlar med Hoffmeyer som ensam författare:
- 1976, *Flykten från det levande: en bok om biologi och samhälle*. Stockholm
 - 1980, *Evolution, økologi, historie: neodarwinismens krise*. København.
 - 1982, *Ekologiska produktivkrafter*. Falun
 - 1984, *Samhällets naturhistoria*. Stockholm
 - 1988, *Naturen i huvudet: om biologisk vetenskap*. Stockholm
 - 1997, *Livstecken: betydelsens naturhistoria*. Stockholm
 - 2005, *Biosemiotik: en afhandling om livets tegn og tegnenes liv*
 - 2008, *A Legacy for Living Systems [electronic resource]* : Gregory Bateson as Precursor to Biosemiotics.
 - 2008, *Biosemiotics: an examination into the signs of life and the life of signs*
Jesper Hoffmeyer samlade författarskap och vetenskapliga gärning framgår av hans hemsida: www.jhoffmeyer.dk/
- 26 Biosemiotik är enligt Oxford Dictionary of Biochemistry and Molecular Biology (1997): ”The study of signs, of communication, and of information in living organisms”. Se vidare på hemsidan för det internationella sällskapet för biosemiotiska studier: www.biosemiotics.org/



GÖTEBORGS UNIVERSITET