



Undervisning om vetenskap i skolan – dags för ett samlat grepp?

Idéer och förslag

Olle Alexandersson
2019-08-06

VIS-skriftserie 10

VIS, Vetenskap i Skolan, är en svensk sammanslutning av forskarutbildade lärare och förstelärare i förskola, grundskola, gymnasium och vuxenutbildning med ändamålet att stärka vetenskapliga perspektiv vad gäller undervisningens metoder och innehåll. VIS som startade 2012 har sitt säte i Malmö.

Författare: Olle Alexandersson
Utgivare: VIS, Vetenskap i Skolan.
Malmö 2019.
ISBN: 978-91-88461-09-4

Förord

Denna rapport är den första från VIS projekt *Vad alla bör veta om vetenskap* (vi kallar det VAD VETA-projektet). Den ska i första hand ses som ett diskussionsinlägg. Avsikten är att lägga fram tankar och idéer för granskning och debatt. Den skolläring eller de lärare som sympatiserar med rapportens huvudtanke kanske också kan få inspiration till försöksverksamhet.

Vilken är då denna huvudtanke? Det är idén om att alla elever som går ut gymnasiet ska ges möjlighet att tillägna sig en helhetssyn på vetenskap och forskning och få med sig ett visst mått av vad vi kallar *vetenskaplig bildning* ut i livet. Denna bildning ska inte vara begränsad till ett visst vetenskapsområde eller till huvudinriktningen av det gymnasieprogram de gått utan gälla vetenskap i allmänhet. Den ska vara något som går utöver förmågan att använda trigonometriska funktioner, vara insatt i den svenska regeringsformen eller känna till möjliga orsaker till första världskriget. Kort uttryckt: Den ska ge förståelse för vetenskapens natur.

Det är en hög ambition. Men vi vill ändå diskutera, och helst också praktiskt pröva, om den är genomförbar. Om den visar sig möjlig tror vi, för det första, att eleverna fått ett verktyg som de kan använda konstruktivt och produktivt i många sammanhang ute i livet. För det andra kan vi ha kommit något närmare den idag så hett eftertraktade motståndskraften mot falska nyheter, konspirationsteorier och pseudovetenskap – sådana företeelser har en sämre grogrund hos den som besitter en utvecklad förståelse för vetenskap.

Denna rapport är skriven i vi-form men även om VIS som organisation står helt bakom den övergripande tanken, dvs att undervisningen om vetenskap i skolan ska ses som en del av elevernas bildning, får olika enskildheter i första hand ses som uttryck för rapportförfattarens uppfattningar.

Malmö 6 augusti 2019

Maria Brännström

Fil lic, verksamhetsledare för VIS

Olle Alexandersson

Rapportförfattare, tidigare verksamhetsledare för Forskningsnätet Skåne

Välkommen att delta i diskussionen om undervisningen om vetenskap eller att berätta om hur ni gör på din skola – skicka e-post till olle.alexandersson@visvis.se.

Innehåll

<i>Förord</i>	3
<i>1 Idén om vetenskaplig bildning</i>	5
<i>2 Vetenskaplig bildning i undervisningen</i>	8
2.1 Undervisningens innehåll och inriktning.....	8
2.2 Frågor om planering och organisation.....	16
<i>3 Hur förverkliga?</i>	18
3.1 På skolan.....	18
3.2 Bilda opinion och engagera högskola, beslutsfattare och finansiärer.....	18
3.3 Skapa samarbeten och gemensamma resurser.....	20
3.4 Utbilda lärarna.....	21
3.5 Försöksverksamhet och forskning.....	22
<i>Referenser och källor</i>	24

1 Idén om vetenskaplig bildning

Projekttiteln **Vad alla bör veta om vetenskap** är medvetet något provocerande och ska inte tolkas bokstavligt. Vi tänker inte föreslå en checklista över det vetenskapliga kunnande som alla borde ha, en kanon för vetenskaplig kunskap. Diskussion om innehåll är givetvis oundvikligt men kanske ännu viktigare är att stimulera debatt och försöksverksamhet. Vilka grundläggande kunskaper om vetenskap kan människor i dagens samhälle behöva? Är detta kunskapsbehov tillräckligt väl tillgodosett? Om inte, vad kan bli bättre? För vår del tror vi att det finns mycket kvar att göra.

Det sägs ofta att vi lever i ett kunskapssamhälle. Vi vet att samhället är vetenskapsberoende. Den allmänna utbildningsnivån är hög. Mängder av information finns på ett knapptrycks avstånd eller på närmsta bibliotek. Är det då inte märkligt att det samtidigt finns betydande mottaglighet för uppdiktade fakta, konspirationsteorier, antivaccinationskampanjer, bevisat verkningslösa terapier och diverse mer eller mindre fantasifulla "berättelser" om nationer, organisationer och företag? Filosofen **Åsa Wikforss** talar om *kunskapsresistens*¹. Varför har inte kunskapssamhället gjort oss immuna mot detta fenomen? Vad fattas? För mer än ett halvt sekel sedan konstaterade den franske filosofen **Roland Barthes** att enbart fakta inte är något som biter på myter.² Misströstan om möjligheten att förverkliga ett konstruktivt kunskapssamhälle är inte långt borta. Men om vi trots allt väljer en mer hoppfull infallsvinkel kan vi ställa en annan fråga: När vi nu faktiskt har en ansevärd vetenskaplig kunskap som många dessutom ständigt arbetar på att vidga och förbättra – skulle vi då inte kunna använda den ännu bättre, både för att lösa samhällets problem och våra egna vardagsproblem? Vad skulle i så fall behöva göras? Vi tror på den ansatsen. Den är den yttersta grunden för VAD VETA-projektet.

Ökad kunskap om vetenskap skulle sannolikt öka möjligheterna för många att tillgodogöra sig samhällsdebatt och medierapportering, tolka och bedöma tekniska och sociala visioner och delta mer konstruktivt i det politiska livet. Den svenska riksdagens nuvarande talman, **Andreas Norlén**, som också är forskarutbildad jurist, säger så här i en färsk intervju: "Forskarutbildningen utvecklade mig väldigt mycket både som människa och yrkesman. Jag har haft nytta av den när det gäller att pröva argument och motargument, se styrkor och svagheter i en argumentation, sätta mig in i ett stort material och ha överblick över det".³ Han säger också att utbildningen skärpte hans språk. Även den som får en väsentligt mindre portion av vetenskaplig bildning borde kunna uppleva något liknande.

Ökad kunskap om och nyfikenhet på vetenskap kan också bidra till minskad tvärsäkerhet, vilket i sin tur kan leda till en mer prövande och kritisk inställning till exempelvis nyhetsflöden.⁴

¹ Wikforss 2017, s 10 f.

² Barthes 1957.

³ Borgman 2019.

⁴ Nygren-Guath 2019, s 32. Författarnas studie fokuserar på källkritik och betydelsen av utbildning i sådan.

Vad skulle då vetenskaplig kunskap – och insikt – bestå av? Att förstå hur forskare ställer frågor, formulerar problem och tolkar resultat. Att förstå skillnaden mellan hur vetenskaper bygger upp kunskap och hur vi människor till vardags gör det. Att inse att vetenskapen är vår mest pålitliga kunskapskälla, trots att den är provisorisk till sin natur och inte sällan svävar på målet, omger sina svar med reservationer och ibland har direkt fel. För att förstå vetenskap bör vi också känna till hur den utvecklats i vår kultur under årtusenden, i samspel med samhällsintressen och andra yttre förutsättningar. Och även göra oss bekanta med några av vetenskapens milstolpar, avgörande teorier, aktuella strömningar och viktiga institutioner och personer, liksom om drömmar om nya möjliga genombrott. Alla bör uppmuntras att använda vetenskaplig kunskap och att vara öppna för ny sådan.

Denna beskrivning av vetenskaplig kunskap kan sammanfattas i tre ord: faktakunskap, förståelse och attityd. Begreppet *bildning* infinner sig osökt.⁵ Kunskap om vetenskap har en plats i bildningsbegreppet och VAD VETA-projektet handlar i grunden om något som vi med fördel kan kalla *vetenskaplig bildning*.⁶

Vi instämmer med **Per Svensson** och **Thomas Steinfeld** i den för ett par år sedan utgivna *Bildningen på barrikaden* om skolans centrala roll ifråga om bildning: "Ett antal civilisatoriska institutioner har som grundläggande uppgift att upplysa i synnerhet unga människor om att dessa referenspunkter [för bildning; se fotnot] finns, vårda dem och se till att de inte glöms bort. Dessa institutioner är skolan, universitetet, biblioteksväsendet och medierna. *Viktigast av dessa är skolan [vår kursivering]*."⁷ Även den nuvarande svenska utbildningsministern, **Anna Ekström**, har nyligen uttalat sig om skolan som bildningsinstitution.⁸

I en huvudledare i *Sydsvenskan* påpekas – som kommenterar till högskolans utbildningsmål – att utbildning inte bara får handla om att producera så många genomströmmade studenter som möjligt för att göra dem anställningsbara. "Minst lika viktigt är vad studenterna får med sig i form av kunskap, förmågor och *bildning*," skriver tidningen (vår kursivering) och hänvisar till inställningen i länder som Frankrike, Storbritannien och USA, där det är vanligt med breda, bildande studier som sträcker sig över vida fält från humaniora till ekonomi och naturvetenskap.⁹ Vi delar i grunden denna uppfattning och menar att en liknande filosofi i

⁵ För en utförlig diskussion om bildning, se t ex Svensson-Steinfeld 2018. Vetenskap som en del av bildning diskuteras dock inte specifikt av dessa författare.

⁶ Jfr följande citat från Vetandets värld 2019 (programmet handlade bl a om spridning av såväl korrekta som felaktiga vetenskapliga fakta i sociala medier): "[det är] lite för sent när felaktigheter sprids, så jag tror det är väldigt viktigt att arbeta förebyggande [och] lyfta fram den vetenskapliga metoden, [ett slags] *bildning* inom hur vetenskap egentligen fungerar [---]." Sagt av **Emma Frans**, forskare och ansvarig för serien Vetenskapskollen i Svenska Dagbladet. Vår kursivering.

⁷ Svensson, Steinfeld 2018, s 11. Med "referenspunkter" menar författarna t ex "klassiska verk och gestalter – dramer, romaner, dikter, filosofer, målningar, kompositörer, poplåtar, idéer – som blivit en del av 'bildningsarvet'".

⁸ Ekström 2019. I ett inlägg hos socialdemokratiska Tankesmedjan Tiden talar Anna Ekström – med syftning på en formulering i den s k januariöverenskommelsen – om att återupprätta skolan som bildningsinstitution och skriver: "Att fokus ska vara på kunskap och bildning i varje klassrum och att skolan ska vila på vetenskaplig grund och beprövad erfarenhet är bra."

⁹ *Sydsvenskan* 2019.

varierande grad borde genomsyra hela det svenska utbildningssystemet, inte minst gymnasieskolan.

Vetenskaplig bildning med en bred, icke-instrumentell innebörd är idag knappast ett huvudmål i skolan. Vårt intryck är att undervisningen om vetenskap i huvudsak är snävt ämnesfokuserad. Detta har förvisso fördelar, t ex för den som ska studera kemi eller historia på akademisk nivå, men leder antagligen till att många elever inte får en helhetsbild av vetenskapens arbetssätt och kulturella roll.

Vår vision är att varje gymnasieelev ska få med sig ett visst mått av vetenskaplig bildning ut i livet. Denna bottenplatta av kunskap, förståelse och förhållningssätt ska vara densamma oavsett gymnasieprogram. Den innebär ett bredare perspektiv där vetenskap sätts in i ett större sammanhang än ett visst vetenskapsområde eller specifikt skolämne. Vi tror att detta lättare uppnås bl a om eleverna under gymnasietiden får möta många forskare och ta del av faktiska vetenskapliga frågeställningar. Det handlar i hög grad om att bygga en för vetenskapligt tänkande gynnsam kultur i skolan. Det är inte något som uppstår av sig självt. Precis som när skolan eftersträvar att skapa andra slags kulturer – t ex av tolerans, likabehandling och demokrati – krävs ambition och målmedvetenhet.

Termen *curriculum* är användbar i detta sammanhang. Även om ordet i grunden bara betyder kursplan har det, särskilt i anglosaxisk utbildningsdiskussion, ofta kommit att förknippas med sådana utbildningsplaner som har målet att göra eleven delaktig av en kultur, i kontrast mot att utbilda eleven enbart till specialist eller yrkesutövare.¹⁰ Ett typiskt *core curriculum* kan bestå av separata kurser om litteratur, filosofi, historia, etik etc men skulle lika gärna kunna vara en planmässig "strimma" invävd i ordinarie undervisning. Det svenska gymnasiet, eller varje skola som tror på vikten av allmän kunskap om vetenskap, skulle kunna skapa ett *curriculum för vetenskaplig bildning* invävt i undervisningens olika ämnen.

I nästa avsnitt lägger vi fram en första skiss som underlag för diskussion om ett sådant curriculum för gymnasiets högskoleförberedande program. Vi hoppas på det sättet kunna bidra till intressant diskussion och försöksverksamhet. Givetvis borde vetenskaplig bildning vara ett tydligt ledmotiv genom *hela* skolsystemet och omfatta *alla* elever. Men hur detta skulle gå till är just nu en alltför omfattande fråga för VAD VETA-projektet. Motivationen för att satsa på vetenskaplig bildning är sannolikt störst på de högskoleförberedande programmen och kanske kan dessa också fungera som vägvisare för andra delar av skolsystemet.

¹⁰ Ett välkänt exempel på detta slags curriculum är det för *liberal arts* som ges av Harvard College inom Harvard University. Syftet är att bibringa nybörjarstudenterna en kulturell kunskap och förståelse samtidigt som de går en fackutbildning inom något akademiskt specialområde ("a concentration"). Se <https://college.harvard.edu/what-liberal-arts-education>. Det första initiativet till ett core curriculum med allmänbildande inriktning togs av Columbia University strax efter första världskriget och har sedan fått många efterföljare.

2 Vetenskaplig bildning i undervisningen

2.1 Undervisningens innehåll och inriktning

De tankar och idéer som förs fram här utgår från lång erfarenhet. Den kommer dels från Forskningsnätet Skåne som under ett 20-tal år arbetat med att väcka intresse för vetenskap på gymnasier i Skåne, dels från den verksamhet av liknande slag som även VIS numera bedriver i samarbete med skolor.¹¹ Delar av Forskningsnätet Skånes verksamhet har utvärderats ingående av föreningen Vetenskap & Allmänhet.¹² Vi har också beaktat resultat av en ännu inte publicerad VIS-studie inom VAD VETA-projektet av hur elever, lärare och lärarutbildare ser på undervisningen om vetenskap (under utgivning 2019).

Vilka ledstjärnor kan en skola ha som vill lägga upp ett curriculum för vetenskaplig bildning? Här är några förslag:

1. **Alla vetenskaper:** Vetenskaplig bildning omfattar alla vetenskapsområden. Det handlar alltså inte enbart om naturvetenskap, en inte ovanlig vanföreställning.¹³
2. **Oberoende av programgränserna:** Huvudinriktningen av elevens gymnasieprogram (naturvetenskap, samhälle, humaniora, teknik, ekonomi, estetiskt program) ska inte bestämma gränsen för innehållet i den vetenskapliga bildning som eleven erbjuds, utan den ska i princip omfatta all vetenskap. Givetvis får naturvetaren möjlighet att skaffa sig en djupare bildning i fysik eller kemi, humanisten i lingvistik eller historia osv men det ska finnas en nivå där de kan mötas i ett meningsfullt samtal om varandras vetenskapsområden.

¹¹ Billgren 2016. Ytterligare information om Forskningsnätet Skåne finns på <http://www.visvis.se/index.php/mot-forskarna/forskningsnatet-skane/>, bl a en lista med exempel på forskningsanknutna ämnen som tagits upp i skolorna i föreläsningar, seminarier och kurser hållna av forskare.

¹² Larsdotter 2015.

¹³ Den engelske fysikern och romanförfattaren C.P. Snow noterade redan på 1950-talet en svåröverskridbar rågång mellan naturvetenskap och humaniora. På ett berömt ställe säger han (man kan tänka sig med referens till middagskonversationer): "Once or twice I have been provoked and have asked the company how many of them could describe the Second Law of Thermodynamics. The response was cold: it was also negative. Yet I was asking something which is about the scientific equivalent of: 'Have you read a work Shakespeare's?'" (Snow 1964.) Intrycket är att Snows gränslinje fortfarande är högst levande men intressant nog med omvända förtecken – där Snow efterfrågade mer naturvetenskapliga inslag i en bildning som i hans samtid nästan totalt dominerades av humaniora, har nu naturvetenskap intagit en nästan oöverbärande huvudroll, åtminstone i skoldebatten. Det ska dock tilläggas att balansen inte har förändrats mycket i de sammanhang Snow främst hade i åtanke, t ex mediernas kulturavdelningar. *Anmärkning:* Termodynamikens andra lag (eller huvudsats) uttrycker att naturens processer bara kan ske i en riktning, nämligen mot tilltagande oordning. En annan beskrivning är att värme alltid flödar från en varm plats till en kall.

3. **Främja kommunikation och förståelse mellan vetenskapsområden:** Vetenskaplig bildning ska lägga grunden för en respektfull (men givetvis inte okritisk) kommunikation mellan olika vetenskapsområden. Den bör uppmuntra nyfikenhet på vetenskapsområden som ligger utanför elevernas gymnasieprogram och motverka stereotyper och förutfattade meningar – vetenskap utförs av personer i vit rock i laboratorier, fysik reducerar naturen till kylig matematik, litteraturvetenskap är mest subjektivt flum, osv.
4. **Nya dimensioner i ämnesundervisningen:** Undervisningen ska kompletteras med inslag som syftar till att öka den *allmänna* förståelsen för vetenskap – vilken sorts frågor en viss vetenskap arbetar med, vilka metoderna är, hur vetenskapen utvecklats historiskt och vilken dess samhällsroll har varit och är (utvecklas ytterligare nedan, se slutet av avsnittet Årskurs 1).
5. **Tvärvetenskap:** Tvärvetenskapliga teman som är intressanta för alla gymnasieprogram bör komplettera den ämnesanknutna undervisningen.
6. **Starta tidigt i gymnasiet:** Undervisningsinslag som syftar till vetenskaplig bildning bör introduceras redan de första veckorna i årskurs 1 och sedan löpa som en strimma genom hela gymnasiet. Eleverna ska hållas kontinuerligt påmind om detta undervisningsflöde både genom undervisningen i olika ämnen och genom särskilda arrangemang på skolan, t ex forskarbesök.
7. **Erbjud många forskarkontakter:** Eleverna bör under gymnasietiden komma i direkt kontakt med många yttringar och tillämpningar av vetenskap, framför allt genom att möta forskare många gånger under gymnasietiden.
8. **Använd husforskare:** Skolan bör överväga att knyta en eller flera forskare till sig under längre tid. Forskningsnätet Skåne och VIS har myntat begreppet *husforskare* för detta.
9. **Utnyttja gymnasiearbetet:** Gymnasiearbetet (elevernas egna projektarbete) är en utmärkt plattform för fördjupning och konsolidering av den vetenskapliga bildning eleverna tillägnat sig. Ett av de uttalade målen med gymnasiearbetet på de högskoleförberedande programmen är också att det ska präglas av vetenskaplighet.¹⁴ Det finns dock tecken på att detta inte är väl uppfyllt.¹⁵ Den

¹⁴ "I förberedelserna för högskolestudier ingår att eleven tränar ett erfarenhetsbaserat och vetenskapligt grundat arbetssätt. Det handlar till exempel om att eleven successivt utvecklar förmåga att planera, genomföra och utvärdera arbeten och att ge, beakta och värdera respons. Det handlar också om att eleven utvecklar sin problemlösningsförmåga och lär sig förhålla sig kritiskt och självständigt till källor" heter det i Skolverkets information och kommentarer ang gymnasiearbetet och det är sådana förmågor eleven enligt Skolverket ska visa upp i gymnasiearbetet. Skolverket 2012.

¹⁵ Tio vanliga brister, där flertalet skulle kunna föras in under rubriken "bristande vetenskaplighet", påtalades för några år sedan i en granskning av ett riksgenomsnitt av gymnasiearbeten på ekonomi- och naturvetenskapsprogrammen. Se Alla redo för högskolan 2015.

vetenskapligt inriktade processen kring gymnasiearbetet måste starta i god tid innan arbetet ska genomföras. Själva utförandet av gymnasiearbetet bör enligt vår mening förberedas, och även sätta konkreta avtryck i elevernas aktivitet, redan i årskurs 1, något som knappast är det normala idag.

- 10. Planera noga och följ upp löpande:** Satsning på ett curriculum för vetenskaplig bildning kräver systematisk planering och löpande resultatuppföljning under alla gymnasieår.

Utifrån sådana tankegångar skisserar vi här ett curriculum för vetenskaplig bildning. När vi nämner innehåll i form av teman, ämnen eller tänkbart undervisningsmaterial handlar det enbart om möjliga exempel (som, bör det tilläggas, till stor del speglar rapportförfattarens egna käpphästar). Avsikten är främst att göra framställningen mindre abstrakt men också att, förhoppningsvis, bidra med ett och annat användbart förslag.

Det bör redan här understrykas att den föreslagna satsningen kräver utbildning av lärarna. Några tankar om detta finns i avsnitt 3.4.

Årskurs 1

Redan inom några veckor efter starten av det första gymnasieåret ordnar skolan några (schemabrytande) vetenskapsdagar. De kan t ex innehålla inslag som dessa:

- 1 Forskare från olika vetenskapsområden kommer till skolan och berättar om vad de själva och deras vetenskap arbetar med just nu och ger exempel på arbetssätt (aula- och/eller klassrumsföreläsningar, möjlighet till diskussions- och frågestunder).
- 2 Ett par tre specifika forskningsämnen eller teman behandlas mer ingående. Det kan vara
 - ett brett tvärvetenskapligt tema, som klimatforskning eller forskning kring begreppet liv.¹⁶
 - ett ämne med bred tillämpning, t ex forskning om risker och sannolikhet, mätning i olika vetenskaper eller källkritik.¹⁷
 - ett specifikt ämne som ofta dyker i medier, typ placeboeffekten.¹⁸
 - ett ämne med aktualitetsprägel (2019 kunde ett sådant ämne vara missnöjesrörelser och populism)

¹⁶ Det senare ämnet har bl a gymnasieskolorna S:t Petri skola i Malmö och Spyken i Lund i samarbete med VIS tagit upp på detta sätt med lyckat resultat.

¹⁷ Den skola som ev fastnar för mätning hittar också tankeväckande perspektiv i Bornemark 2018.

¹⁸ Allt du velat veta 2017.

- 3 Om det är praktiskt möjligt ordnas studiebesök på några forskningsinstitutioner.
- 4 Elever från olika program får i blandade grupper diskutera vilka vetenskapsområden de är nyfikna på och vill veta mer om. Resultatet används för att planera kommande forskarbesök på skolan eller studiebesök hos forskare.
- 5 Några inslag kan vara mer övergripande och handla om, t ex
 - kunskapsteori, särskilt vad som skiljer den vetenskapliga kunskapsupbyggnaden från den vardagliga
 - tankefällor, psykologiska iakttagelser om hur människor tar till sig kunskap, drar slutsatser och fattar beslut.¹⁹
 - forskningens drivkrafter och yttre förutsättningar, hit kan t ex höra att diskutera innebörden av idén om akademisk frihet – vilken betydelse har den för forskningens resultat och utveckling, kan det finnas gränser motiverade av t ex etiska, sociala eller ekonomiska överväganden?²⁰
 - pseudovetenskap
- 6 En eller par spel- eller dokumentärfilmer med forskare eller forskning i centrum kan visas, kommenteras av forskare eller lärare och diskuteras av eleverna.
- 7 Ett obligatoriskt inslag är att förklara idén med skolans vetenskapliga curriculum – varför det finns, hur det är tänkt och hur skolan försöker förverkliga det under elevernas gymnasieår.

Vi har redan i förbigående nämnt begreppet husforskare, forskare som knyts till en skola under en längre tid. Husforskaren fungerar som rådgivare till elever och lärare, ger tips om litteratur och webbplatser och kan öppna dörrar till forskarkolleger som skolan kan engagera. Det kan ligga ett betydande värde i att eleverna får träffa samma forskare många gånger. Det har, till att börja med, en avdramatiserande effekt – forskare är vanliga människor. Det underlättar kommunikationen och det motverkar också den upplevelse av kort nedslag som är oundviklig när skolan engagerar forskare för ett program några timmar under en skoldag (vilket skolan givetvis också måste göra ibland). Forskningsnätet Skåne och VIS har i många år

¹⁹ Vi tänker här på fenomen som *förlustaversion*, *bekräftelsebias* (confirmation bias) och *synlighetsbias* (availability bias) som tas upp i t ex Sutherland 2013, och Kahneman 2011 men även sådant som den iaktagna oförmågan hos människor att intuitivt bedöma sannolikheter eller *besserwissereffekten* (overconfidence effect, se t ex Nygren-Guath 2019). För helt andra perspektiv på förnuft och rationalitet än dessa, se Mercier-Sperber 2017, 2019 (presenterad och kritiskt granskad i Gärdenfors 2019).

²⁰ Den dramatiska och i stora delar gripande berättelsen om förlossningsläkaren Ignaz Semelweiss kamp för förståelse för orsakerna till barnsängsfeber är här ett närmast givet exempel med alla dess olika aspekter på såväl kunskapsteori som vetenskapssociologi. Se t ex Persson-Sahlin 2013, s 187 ff.

använt husforskare i skolan i samband med olika projekt och i anslutning till gymnasiearbetet.

Under resten av årskurs 1 bör skolan ordna program med inbjudna forskare, förslagsvis minst ett par per termin, kanske också något ytterligare studiebesök. Det är viktigt att dessa forskarmöten har anknytning till undervisningen i olika ämnen och förbereds och följs upp i klassrummen. En viktig del av förberedelsen är att formulera frågor till forskarna som de bör få i förväg.

Ytterligare förslag, förvisso ganska krävande, är att närläsa populärvetenskapliga texter (kanske t o m en hel bok) där minst någon är tvärvetenskaplig. Alla elever på samtliga program tar del av samma texter. De kan t ex gälla ämnen som klimatförändringar, hjärnan, hur historia används för politiska syften, ”genkniven” CRISPR/Cas9 eller användningen av teknik och naturvetenskap inom arkeologin. Eftersträvansvärt är att samma text används i flera ämnen men med olika synvinkel. En möjlighet är att ordna paneldiskussioner i klassrummet kring dessa texter, kanske avslutade med en eller flera aulapaneler. Husforskare kan gärna kopplas in. Eleverna bör också producera en kortare populärvetenskaplig text i ett ämne de själva valt och helst då också få stöd och återkoppling från forskare. I detta sammanhang kan även filmer eller TV-program användas.²¹

I sociala medier sprids såväl korrekt som felaktig information av vetenskaplig karaktär. En uppgift för eleverna kan vara att identifiera sådan information och försöka värdera den med hjälp av pålitliga källor eller direkta kontakter med husforskare eller andra forskare som de möter på skolan. Detta bör ske ganska tidigt det första gymnasieåret och kan mycket väl tas med som en punkt under vetenskapsdagarna. Liknande, mer specialiserade uppgifter, t ex knutna till ett visst vetenskapsområde, kan återkomma senare under gymnasieåren.

Eleverna kan också få träna genom att utföra andra undersöknings- eller rapportuppdrag, föregångna av teoretiska genomgångar av hur sådana uppgifter kan lösas med en vetenskaplig ansats. De kan t ex skriva en liten biografi över en framstående vetenskaplig person, intervjua en forskare om vilken forskning som pågår vid dagens kunskapsgräns eller tänka ut en metod för att undersöka och klarlägga något som de själva är nyfikna på. Eftersom det ofta är lättare att kritisera än att producera själv kan även kritisk granskning av en populärvetenskaplig text, ett TV-program eller kanske en blogg vara en utvecklande uppgift. En synnerligen intressant uppgift kan vara att studera olika vetenskapliga ståndpunkter i en fråga, t ex läsa en debatt där olika forskare intar olika ståndpunkt och försöka klarlägga meningsskiljaktigheter, argument och argumentationsteknik.²²

²¹ Ett exempel som är aktuellt när denna rapport skrivs är arkeologen Jonathan Lindströms serie i SVT1 *De första svenskarna* som på ett utmärkt sätt illustrerar vetenskapligt tänkande men även hur naturvetenskap och teknik tillämpas i en i princip humanistisk vetenskap som arkeologi. Se *De första svenskarna* 2019.

²² Ett bra exempel är debatten för några år sedan om ekologiska livsmedel, se t ex Kirchmann et al 16 nov 2014, Belfrage-Olsson 2014 och Kirchmann et al 25 nov 2014.

I den ordinarie klassrumsundervisningen tar lärarna i alla ämnen upp det nya innehåll och de nya perspektiv som man enats om att lägga till i ämnesundervisningen för att uppfylla målet vetenskaplig bildning. *Vilket* innehåll och *vilka* perspektiv i *vilket* ämne planläggs av lärarna tillsammans, en planering som troligen är den svåraste delen av hela satsningen, även därför att den av vissa kan uppfattas som ett intrång i lärarens frihet att utforma undervisningen. Här krävs tid för diskussioner, och tålmod. Helt klart är förutsättningarnas för vetenskapligt innehåll olika i olika ämnen – vissa ger större utrymme för teoretisk vetenskap (typ fysik, kemi och historia), andra präglas mer av färdighetsträning (typ engelska och faktiskt även matematik). Konkret handlar det om att tillföra ytterligare dimensioner, eller aspekter, i undervisningen – det kan förenklat sammanfattas som att undervisningen i vetenskaper byggs ut med mer undervisning *om* vetenskaper. Det kan t ex handla om följande:

- Tillämpningar (goda och dåliga)
- Viktiga metodiska särdrag i jämförelse med andra vetenskaper (t ex kvantitativ kontra kvalitativ metod)
- Viktiga teorier, viktiga misstag – kanske t o m falsarier
- Vetenskapliga genombrott (historiska och framtida)
- Gränsområden till andra vetenskaper
- Framstående institutioner och personer
- Olika vetenskapliga skolbildningar
- Kontroverser (inom och utom vetenskapen)
- Samhälls- och miljökonsekvenser
- Ekonomisk betydelse
- Förhållande till religiösa system, politiska ideologier och andra värdesystem
- Utnyttjande i tvivelaktiga syften
- Påverkan på eller av litteratur, konst, musik

Det finns säkert lärare, kanske t o m många lärare, som redan idag tar upp vetenskap från vissa av dessa synvinklar. Det nya vi föreslår är att göra det planmässigt och samordnat vilket denna lista, i förbättrad form, kan bidra till. Ytterst är det frågan om att eleverna ska se sammanhang och uppleva att deras vetenskapliga bildning utvecklas också i klassrummet.

Årskurs 2-3

Vi har redan tidigare föreslagit att den vetenskapliga anknytningen av gymnasiearbetet bör förberedas i årskurs 1. Redan tidigt på höstterminen andra gymnasieåret bör eleverna nu fortsätta och fördjupa denna vetenskapliga ansats i god tid innan gymnasiearbetet når sin kulmen i årskurs 3. Det kan börja med att elever och lärare diskuterar sig fram till några få forskningsområden som ett flertal elever anser intressanta för gymnasiearbetet. Husforskare inom dessa ämnen engageras.²³

²³ Ett tänkbart underlag för att hitta och bedöma intressanta forskningsområden kan vara de årliga forskningsöversikterna från Vetenskapsrådet. För exempel se Forskningsöversikt 2019.

Senare under terminen, eller tidigt under vårterminen, ordnas ytterligare vetenskapsdagar, nu gärna utvidgat till en vetenskapsvecka med i princip liknande innehåll som föreslagits för årskurs 1. De valda forskningsområdena står i centrum och husforskarna kommer in på allvar som stödresurs. Denna gång behandlas vetenskapsteoretiska frågor på ett djupare sätt med resonemang kring bl a följande:

- Hur formuleras vetenskapliga frågor och problemställningar på ett fruktbart sätt?
- Hur viktigt är språket – termer, begrepp och uttryck?
- Vad innebär olika vetenskapliga angreppssätt som kvantitativ metod, kvalitativ metod, hypotetisk-deduktiv metod, hermeneutik?
- Hur konstrueras vetenskapliga undersökningssituationer, t ex experiment eller intervjuundersökningar?
- Hur används verktyg som statistik, enkäter och intervjuer?
- Vad är en *modell* i vetenskapliga sammanhang?
- Var hittar man pålitliga källor, t ex vetenskapligt korrekta populariseringar av vetenskap?
- Hur samlar och strukturerar man sitt material under arbetets gång?
- Hur presenteras resultat?

Undervisningen kan här med fördel ges av forskare och ske i föreläsningar, workshops eller kortkurser där eleverna också ges möjlighet till individuell handledning. Såväl Forskningsnätet Skåne som VIS har goda erfarenheter av sådana aktiviteter.

I årskurs 2 och 3 bör eleverna också fortsätta att läsa populärvetenskapliga texter. Varför inte nu även på engelska och andra språk som de studerar? I Oxford University Press utmärkta serie *Very Short Introductions* finns flera hundra korta böcker i en mängd olika ämnen.²⁴ Franska dagstidningen *Le Figaro* uppmärksammar vetenskap flera gånger i veckan och även då och då i sitt veckomagasin.²⁵ Det är inte

²⁴ Ett par exempel är Bahn 2012 (om begreppet risk) och Fischhoff-Kadvany 2011 (om arkeologi). För fler titlar, se www.veryshortintroductions.com. Se även Stewart 1998, ett utmärkt exempel på tvärvetenskaplig behandling av ett område som på senare år kommit att bli av stor betydelse (studium av biologi med matematik och statistik som verktyg).

²⁵ Bra exempel är Doré 2019 (veckomagasin), som handlar om minnet och innehåller flera kortare faktaartiklar med neurovetenskaplig inriktning) och Bordenave 2019 (dagstidningen) med en hel sida om de nya fynden av benrester från Denisovamänniskan.

heller någon brist på populärvetenskapliga böcker på franska.²⁶ Ett exempel på tysk populärvetenskaplig tidskrift är Bild der Wissenschaft.²⁷ Listan kunde lätt förlängas med exempel från andra språk. Möjligheterna att hitta intressant material är praktiskt taget oändliga.

Någon gång under årskurs 2 och 3 bör också relationen mellan å ena sidan vetenskap, å andra sidan religion, politik och andra värdesystem tas upp i undervisning och specialarrangemang med forskare.

Skolorna i Forskningsnätet Skåne har sedan länge en verksamhet där de låter gymnasieelever under sommaren mellan årskurs 2 och 3 vistas som stipendiater i forskningsmiljö.²⁸ Resultaten är mycket positiva och det är vanligt att stipendiaterna uppger att de fått en helt annan förståelse för vad forskning är.²⁹ Detta är givetvis en möjlighet som inte särskilt många elever kan få del av, redan av det skälet att tillgången på stipendiatplatser är ganska begränsad sommartid. Men om stipendiaterna får i uppgift att hålla föreläsningar om sina erfarenheter för klasskamraterna, besöka andra klasser och kanske medverka i större arrangemang på skolan, typ en vetenskapsvecka eller någon utställning, kan ändå ringarna på vattnet bli avsevärda.

Slutligen vill vi understryka betydelsen av att hela processen att genomföra ett curriculum för vetenskaplig bildning följs upp grundligt. Den bör utvärderas terminsvis genom enkäter och intervjuer med slumpmässigt utvalda elever och lärare. Elevernas mentorer föreslås också genomföra klassrumsdiskussioner med eleverna ett par gånger per år. Varför inte också en gång per år ordna en auladiskussion där kritiska och konstruktiva synpunkter kan föras fram? En ambitiös skola borde kanske också då och då göra uppföljande undersökningar bland eleverna en tid efter avslutad skolgång för att utröna om och i så fall hur de haft någon glädje av skolans speciella satsning på vetenskaplig bildning.

²⁶ Humanister som är nyfikna på matematikens natur och historia hittar i Launay 2019 en stimulerande och välskriven berättelse som inte kräver nämnvärda förkunskaper och som inte behöver sträckläsas.

²⁷ Många texter i denna tidskrift är fritt åtkomliga, se t ex Vieweg 2019.

²⁸ Vi vill peka på att här finns ett ekonomiskt problem. Åtminstone skolor i kommunal regi är förhindrade att bekosta hela eller delar av elevernas stipendier. I detta fall har en stiftelse stått för stipendierna. Stipendiesumman kan vara avgörande för elever som annars av ekonomiska skäl skulle se sig nödsakade att i stället ta ett vanligt sommarjobb.

²⁹ Larsdotter 2015, s 12, s 17, s 22. VIS arbetar just nu på en utvärdering av stipendiatverksamheten, där tidigare års stipendiater deltar. Planen är att publicera en rapport under läsåret 2019-20.

2.2 Frågor om planering och organisation

För att genomföra något i stil med det vi har föreslagit krävs givetvis en hel del organisatoriskt arbete på skolan.

Först behövs en övergripande plan som omfattar alla gymnasieår med svar på frågor som:

1. Vilka mål ifråga om kunskaper, insikter och attityder ska undervisning som syftar till vetenskaplig bildning ha (för beskrivningen av detta föreslår vi en konkretionsgrad som lägst motsvarar den i avsnitt 1 i denna rapport)?
2. Vilket konkret innehåll ska undervisningen om en viss vetenskap ha för att målet ska nås? Vilka ämnen och aspekter ska vi ta upp (se listan i slutet av avsnittet om årskurs 1)? Hur gör vi det i olika undervisningsämnen?
3. Vilka aktiviteter utöver den ordinarie ämnesundervisningen ska ordnas och när ska de äga rum, typ vetenskapsdagar, forskarföreläsningar eller studiebesök för att få bästa möjliga anknytning till ordinarie undervisning?
4. Hur planerar vi gymnasiearbetets anknytning till vetenskap? Vilka teman ska vi erbjuda eleverna?
5. Hur går vi till väga för att knyta husforskare till skolan?
6. Vilken utvärdering ska vi göra? När?

Planen kräver en stor insats första gången men bör sedan kunna återvändas med mindre revideringar. En grundligare översyn bör ske efter några år när tillräcklig erfarenhet finns.

Den övergripande planen bör vara klar minst ett halvt år före starten av årskurs 1. Det betyder att arbetet åtminstone första gången nog bör starta minst ett år före, kanske tidigare.

Vissa delar av planen bryts ner i detaljplaner. Det gäller t ex undervisningens innehåll – hur ska innehåll som berör flera ämnen tas upp i respektive ämne? Lärarna behöver god tid på sig att förbereda och modifiera lektioner.

Planering av vetenskapsdagar måste startas minst ett par tre månader i förväg med tanke på att forskare ska engageras, ev studiebesök förberedas osv.

Det krävs också speciellt avdelade personresurser. Att tillsätta en projektledare/koordinator för vetenskaplig bildning underlättar – kanske uppgiften läggs i en speciell förstelärartjänst? Koordinatören kan t ex vara en forskarutbildad lektor. Alternativt kan skolan undersöka om det går att koppla in någon av de licentiaterna eller doktorerna som finns som gemensam resurs i vissa kommuner.

Ytterligare en möjlighet är att anlita någon av de s k VIS-lärarna³⁰ som både är utbildade forskare och lärare i olika skolformer. Den sistnämnda kategorin passar också bra om skolan utöver koordinatören önskar en extern rådgivare med bred erfarenhet av skolors arbetar med undervisning i vetenskap och med goda kanaler till forskningsvärlden, eller en utvärderare med lämplig bakgrund. En rådgivande grupp där alla undervisningsprogram är företrädda behövs också. Koordinator, extern rådgivare och medlemmar i rådgivande grupp spelar en central roll i planeringsarbetet och bör utses tidigt.

Resurser behöver också avsättas i skolans budget för externa kostnader, t ex arvoden till medverkande forskare eller extern rådgivare och aktiviteter som studiebesök.

Det vi talar om här är förstås en ambitiös satsning på vetenskaplig bildning. Vi förstår om skolledare och lärare, särskilt på mindre gymnasieskolor, uppfattar den som krävande. Vi vill dock påpeka att den kan underlättas väsentligt om skolor samarbetar och om gemensamma resurser byggs upp, som många skolor kan använda (se avsnitt 3.3).

En skola kan självfallet göra en mer begränsad satsning. Redan att genomföra vetenskapsdagar eller vetenskapsveckor några gånger under gymnasieåren, att knyta ihop gymnasiearbetet på ett målmedvetet sätt med vetenskap och att se till att eleverna får möta forskare med viss regelbundenhet kan räcka långt. Sådana begränsade satsningar kan också fungera som ett sätt att känna sig för innan den här skissade curriculummodellen införs fullt ut.

Skulle det vara bättre att i stället samla vetenskaplig bildning i ett särskilt skolämne? Det vore troligen enklare att hantera praktiskt. Men vi ställer oss ändå tveksamma. Det är svårt att dra en skarp gräns mellan det vi kallat snävt ämnesfokuserade vetenskapliga inslag (undervisning *i* vetenskaper) och bildande inslag i undervisningen (undervisning *om* vetenskaper). Det specifika bildningsmålet för vetenskap är också antagligen lättare att uppnå om det är brett förankrat bland lärarna. Dessutom finns redan många gymnasieämnen och krav på nya förs fram med jämna mellanrum. Vi tror därför mer på modellen att bygga in vetenskaplig bildning i den befintliga undervisningen.

³⁰ Se <http://www.visvis.se/index.php/vi-ar-vis-larare/>. OBS att de flesta VIS-lärarna finns i de sydligaste delarna av Sverige.

3 Hur förverkliga?

3.1 På skolan

Ett första steg är att klargöra skolans inställning till och behov av vetenskaplig bildning som den här beskrivits:

- Är detta viktigt för just våra elever?
- Är det i linje med vår skolas allmänna mål och vision om sin samhällsuppgift?
- Är det en faktor som stärker skolans profil?
- Kommer vi att få gehör och stöd av skolans huvudman?

Om svaret på sådana frågor är övervägande ja, följer en rad frågor om förverkligandet:

- Vad gör vi redan idag? Kan vi bygga vidare på det? (Denna analys görs med fördel med hjälp av något för ändamålet utvecklat diagnosverktyg.)
- Har vi nödvändig kompetens för planering och koordinering eller behöver vi komplettera med externt stöd?
- Har vi tillräckligt med kanaler till forskarvärlden? Eller behöver vi hjälp av något förmedlande organ?
- Kan vi samarbeta med andra skolor? Vilka? Och om vad – kompetensutbyte, lärarfortbildning, resursskapande, opinionsbildning?
- Vilken fortbildning kan skolans lärare behöva?
- När är det realistiskt att komma igång?

Om även denna djupare analys pekar mot en fortsättning är det dags att sätta igång organisationsarbete av det slag vi beskrivit i avsnitt 2.2.

3.2 Bilda opinion och engagera högskola, beslutsfattare och finansiärer

Vi gissar att många, från allmänhet till politiska beslutsfattare, föreställer sig att skolan, särskilt gymnasiet, redan idag gör vad som behövs för att utrusta eleverna med kunskaper om vetenskap. Det står ju i skollagen att undervisningen ska vila på vetenskaplig grund, åtminstone som en av grundpelarna. Vår uppfattning om verkligheten är något annorlunda.³¹ Vår erfarenhet är att det finns enskilda lärare som gör stora insatser för att få eleverna att intressera sig för och förstå vetenskap. Däremot saknas ofta det samlade greppet på skolan. Om eleverna lämnar gymnasiet

³¹ Exempelvis påtalade en rapport från Skolinspektionen (Alla redo för högskolan? 2015) avsevärda brister i vetenskapliga ansatser i samband med gymnasiearbetet.) I Nordgren et al 2019 påtalas ett antal problem och brister beträffande lärarnas arbetssituation och praxis som författarna menar utgör ett allvarligt hinder för förverkligandet av idén om undervisningens vetenskapliga grund.

med bra vetenskaplig bildning är det ofta en fråga om att de haft tur. På detta område är den idag så ofta diskuterade likvärdigheten mellan skolor sannolikt ganska bristfällig. Det är därför hög tid att lyfta fram frågan om vetenskaplig bildning i den allmänna debatten. Denna rapport är ett försök att medverka till det.

En basal åtgärd borde vara att undersöka vad olika kategorier lägger i begreppet vetenskaplig bildning – vad menar t ex

- forskare (när det gäller vetenskap i allmänhet men i synnerhet ifråga om sina egna ämnen)
- högskoleledningar och forskningsråd
- lärare på gymnasiet (allmänt och beträffande sina egna ämnen)
- skolhuvudmän
- politiker
- nyckelpersoner i medier
- föräldrar och allmänhet?

Detta är en spännande forskningsuppgift. Vilken institution vill ta den på sig? Vilket forskningsråd vill finansiera? VIS ställer för sin del upp med sin erfarenhet.

Högskolan är naturligtvis en central aktör i en satsning på vetenskaplig bildning. Det är därifrån som denna bildnings basresurs, dvs den vetenskapliga kunskapen förkroppsligad av forskare, oftast måste komma. Men högskolans resurser och forskarnas tid utgör starka begränsningar – hur mycket är man beredd att offra när det direkta målet inte är att rekrytera studenter, eller potentiella framtida forskare, till den egna institutionen?

Vi har också den närmast eviga frågan om att forskningskommunikation och liknande former av samverkan med högskolans omvärld för forskarnas del inte på långt när är meriterande i proportion till insatsen. Vår erfarenhet är att enskilda forskare trots dessa hinder gärna ställer upp för att tillgodose skolans önskemål. Men det borde ske med uttryckligt stöd från högskolan och dess huvudmän. Det bör också vara klart uttalat att forskare får uppbära ekonomisk ersättning från skolor för sin medverkan där, eftersom det nästan alltid handlar om ett extraåtagande utöver ordinarie arbete.³²

Forskare som medverkar i skolan bör också få instruktioner och utbildning, så att de kan lägga sin medverkan på rätt nivå. Hur detta ska ske måste diskuteras.³³

Att högskolan är en viktig part som bör ha stort inflytande i diskussionen om begreppet vetenskaplig bildning är självklart. Trots det är det viktigt att skolan behåller initiativet när det gäller anpassningen till elevernas behov. Exempelvis får högskolan inte uppfatta samverkan med skolan som i första hand en

³² Angående forskares attityder och villkor ifråga om forskningskommunikation (dock inte specifikt vid samarbete med skolan) finns värdefulla synpunkter i Carlsson 2019 och Ilar 2019.

³³ Ett exempel är en handledning som VIS utarbetat för medverkande i det av Vinnova stödda projektet *Young Infra Academy möter forskarna* och som bör kunna användas som ett underlag. Opublicerat.

rekryteringsåtgärd eller en PR-verksamhet, även om den givetvis indirekt, med all rätt, kan ha en sådan effekt. Både skolan och andra aktörer som verkar för vetenskaplig bildning behöver sannolikt ett tillskott av ekonomiska resurser för detta arbete. Den skolverksamhet vi har erfarenhet av har under årens lopp kunnat genomföras tack vare bidrag från ett litet antal förstående donationsstiftelser och liknande finansiärer. Vi hoppas att fler sådana fristående finansiärer och, inte minst, forskningsråden i framtiden kommer att se mer positivt på stöd till vetenskaplig bildning i skolan.³⁴ Medel bör också komma över ordinarie budget. Vi hoppas de berörda inser att en bred satsning på vetenskapligt bildade medborgare på lång sikt är en av förutsättningarna om vi vill bevara och stärka Sverige som kunskaps- och forskningsnation.

3.3 Skapa samarbeten och gemensamma resurser

Som påpekats kan bördan för en skola bli väsentligt lättare om skolor samarbetar om en satsning på vetenskaplig bildning, på en ort eller i en region. Det kan t ex gälla att dela på planeringsarbete eller lärarfortbildning eller att ha en gemensam koordinatorresurs. Forskningsnätet Skåne och VIS är exempel på plattformar för samarbete.

Något som också borde övervägas är en för alla svenska skolor tillgänglig gemensam webbresurs med t ex

- pedagogiska tips och pedagogisk diskussion
- förslag på forskningsämnen att ta upp
- materiallistor, webblänkar och litteraturförslag, helst kompletterade med bedömningar (vetenskaplig värdering, svårighetsgrad, användbarhet i olika ämnen, osv)
- handledning för vetenskaplig anknytning i gymnasiearbetet
- kalender över evenemang o d (t ex utställningar, föreläsningar, TV-program, lärarutbildningar)
- experter och kontaktpunkter i olika ämnen, t ex på högskolor
- exempel på planer samt diagnos- och utvärderingsverktyg

På en mer ambitiös nivå kan en sådan webbplats också erbjuda hantering av diagnos- och utvärderingsverktyg on-line. En fördel med detta kan vara att data i anonymiserad form kan sparas i en databas som ger skolor en bild av det aktuella allmänna läget ifråga om undervisning om vetenskap i skolan med vilken de kan jämföra sin egen verksamhet (det som i kommersiella sammanhang brukar kallas benchmarking).

I utvärderingen av Forskningsnätet Skåne påpekas det stora värdet av förmedlingsorgan som kan avlasta skolan.³⁵ Eftersom en skola normalt knappast kan förlita sig på samarbete med enbart närmaste högskola är det rationellt att anlita en

³⁴ Se även Carlsson 2019.

³⁵ Larsdotter, s 43.

mellanhand som har kanaler till befintlig expertis inom olika områden och som också kan åta sig att engagera forskare för olika tillfällen. VIS är ett exempel på sådant förmedlingsorgan.³⁶

Ytterligare ett sätt för skolor att samarbeta är att utbyta erfarenheter på skollednings- och lärarnivå. Med jämna mellanrum bör därför konferenser ordnas på temat vetenskaplig bildning i skolan, både regionalt och nationellt.

Regelbundna kontakter mellan gymnasier och högskolor bör också utvecklas där sådana inte finns idag. Från högskolan har betydelsen av kontakter påtalats i en nyligen presenterad rapport om gymnasiets högskoleförberedande funktion.³⁷ Ett givet ämne av gemensamt intresse är de redan omnämnda brister i undersökta gymnasiearbeten som Skolinspektionen uppmärksammat.³⁸ Enligt vår mening spelar vetenskaplig bildning en väsentlig roll i högskoleförberedelserna och därför borde samtalen mellan parterna ta upp även allmänna frågor kring detta begrepp. Vi föreslår som ett första steg regionala konferenser där företrädare för resp part också har möjlighet att mötas i mindre grupper. Det är viktigt att denna möjlighet till utbyte ges inte bara på högre ledningsnivåer utan att även många lärare från såväl gymnasiet som högskolan deltar, speciellt de med en nyckelroll i undervisningen, t ex arbetslagsledare i skolan. Konferenserna bör utarbeta förslag till former för löpande samarbete.

3.4 Utbilda lärarna

En intressant fråga är: Har *lärarna* de kunskaper och perspektiv som behövs för att förverkliga ett curriculum för vetenskaplig bildning? Vad saknas eventuellt? Detta bör undersökas (se nedan avsnitt 3.5).

VIS har gjort en första, mindre sondering (rapport ännu ej publicerad) av eventuella inslag i lärarutbildningen som är tänkta att stödja lärarnas arbete med att i klassrummet bibringa eleverna en grundläggande vetenskaplig förståelse. Det första intrycket är att det finns betydande utvecklingspotential på denna punkt. Därför rekommenderas lärarutbildningar att pröva och utvärdera olika sätt att få lärarna intresserade av begreppet vetenskaplig bildning och av att stärka sin kompetens att förmedla sådan bildning. Kanske försöksverksamhet kan ske i anslutning till de lärarstuderandes verksamhetsförlagda utbildning (VFU)? Om skolor i större omfattning börjar satsa systematiskt på vetenskaplig bildning måste detta givetvis slå igenom även i VFU. Vi föreslår vidare att den pågående försöksverksamheten ULF (Utbildning, Lärande, Forskning) tar upp även elevernas vetenskapliga bildning. Syftet med ULF är att utveckla och pröva modeller för samverkan mellan forskning, skola och lärarutbildning.³⁹ Även om ULF:s primära uppdrag är att främja vetenskapligt grundade sätt att bedriva undervisning är det i princip ingen skillnad mellan det

³⁶ VIS fyller numera denna funktion åt Forskningsnätet Skåne.

³⁷ Skolverket 2019.

³⁸ Alla redo för högskolan? 2015.

³⁹ För mer information om ULF, se <http://www.ulfavtal.se>.

vetenskapliga förhållningssätt som är ledstjärnan för ULF och de vetenskapliga perspektiv som krävs för att bibringa eleverna vetenskaplig bildning.

Försöksverksamheten ULF ska utveckla och pröva hållbara samverkansmodeller mellan akademi och skola vad gäller forskning, skolverksamhet och lärarutbildning.

Det förefaller också saknas en djupare, generell utbildning i *vetenskapspedagogik* eller, med ett kanske mer vedertaget uttryckssätt, *vetenskapsdidaktik*. Denna fråga bör tas upp i något lämpligt forum och kanske helst ägnas en särskild arbetskonferens med berörda parter – lärarutbildare, erfarna lärare, forskare, skolmyndigheter, skolhuvudmän etc.

En särskild utbildning för lärare bör gälla metoder att vetenskapsanknyta elevernas gymnasiearbete (projektarbete) som vi tidigare tagit upp (avsnitt 2.1, speciellt den del som gäller årskurs 2-3). Det kanske mest lämpliga är att den ordnas som internutbildning på skolan i anslutning till planeringen av gymnasiearbetet. VIS kan ge råd ang sådan utbildning och även tillhandahålla föreläsare.

Om aktiva lärare ska kunna bibringa eleverna vetenskaplig bildning måste deras ämneskunskaper hållas à jour löpande. En aktuell undersökning visar att det finns betydande intresse för detta.⁴⁰ Samma undersökning visar att lärare ofta hämtar sin forskningsinformation från sociala medier, i andra resp tredje hand från pedagogiska eller vetenskapliga tidskrifter.⁴¹ I vilken utsträckning de deltar i kurser som ges av t ex lärosäten har inte gått att utröna.

3.5 Försöksverksamhet och forskning

Vi har redan i avsnitt 3.2 gett exempel på en intressant forskningsuppgift – att ta reda på vad olika aktörer anser bör innefattas i begreppet vetenskaplig bildning.

När det gäller införandet av vetenskaplig bildning i undervisningen föreslår vi en försöksverksamhet där förslagsvis 8-10 gymnasier genomför planerade satsningar på vetenskaplig bildning. Hälften av dessa skolor bör ligga på den höga ambitionsnivå som vi beskrivit i avsnitt 2 medan andra kan pröva olika grader av mer begränsade satsningar. Forskare skulle följa denna försöksverksamhet under de tre år den minst måste pågå. Kontrollgrupper av elever från andra skolor måste förstås finnas. Två till tre år efter att eleverna gått ut gymnasiet görs en uppföljning. Innan försöksverksamheten startar bör en mätning ske av nivån på den vetenskapliga bildningen hos elever som just gått ut försöksskolornas sista gymnasieår, för att jämförelser ska kunna göras.

En viss geografisk koncentration av försöksverksamheten kan vara önskvärd av praktiska och ekonomiska skäl. Eftersom Skåne, enligt vad vi vet, är den del av Sverige där det hittills mest omfattande, systematiska och långvariga arbetet på att

⁴⁰ Ca 60% av svarande lärare i en nyligen genomförd enkät söker sig till forskningsinformation i sina ämnen. Det är dessa lärares helt dominerande forskningsintresse. Nordgren et al 2019, s 41.

⁴¹ Ib s 42.

föra ut vetenskap till gymnasieelever pågått, föreslår vi att huvuddelen av försöksverksamheten förläggs dit. Ytterligare ett skäl för detta är att det då också blir möjligt att effektivt utnyttja de tidigare nämnda VIS-lärarna som resurs i försöksverksamheten – dessa finns till allra största delen i Skåne.

En speciell hypotes som vi föreslår prövas av forskare i samband med försöksverksamheten är om de elever som fått ett visst mått av vetenskaplig bildning har en mindre benägenhet att låta sig luras av t ex falska nyheter. En närliggande forskningsuppgift är att undersöka hur eleverna förhåller sig specifikt till vetenskaplig information i sociala medier – hur stor roll spelar sociala medier för elevernas uppfattning om vetenskap och hur lätt genomskådar de falska påståenden i vetenskapliga frågor?

Vi ställde i förra avsnittet frågan om lärarnas utbildningsbehov. Detta kan undersökas t ex genom att studera lärarutbildningar, intervjua lärare och diskutera i fokusgrupper. Denna kunskap är viktig som underlag för eventuella kommande utbildningar i vetenskapsdidaktik och eventuella modifieringar av lärarutbildningen.

Slutligen är ytterligare en väsentlig forskningsuppgift att studera innehållet i olika läromedel med avseende på vetenskaplig bildning.

Referenser, källor och litteraturtips

OBS att vissa betallänkar förekommer bland referenserna.

Referenser och källor

Alla redo för högskolan? (2015). Tillgänglig på internet:

<http://www.skolinspektionen.se/sv/Beslut-och-rapporter/Publikationer/Granskningsrapport/Kvalitetsgranskning/alla-redo-for-hogskolan/>

Allt du velat veta (2017). Om placebo med Karin Jensen. [Podcast]. 22 maj.

Tillgänglig på internet: <https://podtail.com/podcast/allt-du-velat-veta/089-om-placebo-med-karin-jensen/>

Paul Bahn (2012). *Archaeology: a very short introduction*. [Elektronisk resurs]. Oxford: Oxford University Press

Barthes, Roland (1957). *Mythologies*. Paris: Éditions du Seuil

Belfrage, Kristina & Olsson, Mats (2014). Ekologiska lantbruket utvecklas hela tiden. *Svenska Dagbladet*, 19 november. Tillgänglig på internet:

<https://www.svd.se/ekologiska-lantbruket-utvecklas-hela-tiden>

Billgren, Tor (2016). *Forskningsnätet Skåne. Försök till forskningskommunikation på skolans villkor*. (VIS skriftserie 2016:7). Tillgänglig på internet:

<http://www.visvis.se/index.php/litteratur-och-rapporter/>

Bordenave, Vincent. (2019, 2 maj). Denisova, cet inconnu qui venait d l'Est; Une offrande au bouddha devenue trésor scientifique. *Le Figaro*, s. 9. Tillgänglig på internet (för prenumeranter): <http://kiosque.lefigaro.fr/le-figaro/2019-05-02>

Borgman, Teresia. (2019). Forskarstudier rustade honom för regeringsbildning. *Vetenskapsrådets nättidning Curie*, 20 mars. Tillgänglig på internet:

<https://www.tidningencurie.se/nyheter/2019/03/20/forskarstudier-rustade-honom-for-regeringsbildning/>.

Bornemark, Jonna (2018). *Det omätbaras renässans – en uppgörelse med pedanternas världsherravälde*. [Elektronisk resurs] Stockholm: Volante

Bota mig (2019, 25 mars). Vad kan bota mig? [radioprogram]. Sveriges Radio, P1, 25 mars. Tillgänglig på internet: <https://sverigesradio.se/botamig> .

Carlsson, Ella (2019). Hur kan vi premiera kommunikation om forskning?

Vetenskapsrådets nättidning Curie, 7 mars. Tillgänglig på internet:

<https://www.tidningencurie.se/gastbloggar/ellacarlsson/hur-kan-vi-premiera-forskningskommunikation/>.

De första svenskarna (2019). Avsnitt 1. [TV-program]. Sveriges Television, SVT play, 20 februari. Tillgänglig på internet: <https://www.svtplay.se/de-forsta-svenskarna>

Doré, Christophe. (2019). Mémoire. Comment mieux l'utiliser. *Le Figaro Magazine*, 22-23 mars. Tillgänglig på internet (för prenumeranter):
<http://kiosque.lefigaro.fr/ouvrir-liseuse-milibris/figaro-magazine/291ce1f3-2545-4725-8d4c-b8f89846af92>

Ekström, Anna (2019). Hög tid att återuppväcka arbetarrörelsens bildningsideal. *Tiden analys*, 22 mars. Tillgänglig på internet:
<https://tankesmedjantiden.se/arkiv/hog-tid-att-ateruppvacka-arbetarorelsens-bildningsideal/>

Fischhoff, Baruch. & Kadavy, John. (2011). *Risk: A Very Short Introduction*. [Elektronisk resurs] Oxford: Oxford University Press

Forskningsöversikt 2019 Humaniora och samhällsvetenskap [Elektronisk resurs]. (2019). Vetenskapsrådet. Tillgänglig på internet:
<https://www.vr.se/5.5511f9a7168876f741cc4.html>

Gärdenfors, Peter (2019, 29 april). Förnuftig blir bara den som möter motstånd. *Svenska Dagbladet*, 29 april. Tillgänglig på internet (för prenumeranter):
<https://www.svd.se/fornuftig-bli-bara-den-som-moter-motstand>

Ilar, Anna. (2019). Prioritera kommunikation redan under forskarutbildningen. *Vetenskapsrådets nättidning Curie*, 7 maj.
<https://www.tidningencurie.se/debatt/prioritera-kommunikation-redan-under-forskarutbildningen/>

Kahneman, Daniel (2011). *Thinking, fast and slow*. [Elektronisk resurs]. London: Allen Lane/Penguin Group. (På svenska: Tänka, snabbt och långsamt. 2012. Stockholm: Volante)

Kirchmann, Holger, Bergström, Lars & Kätterer, Thomas & Andersson, Rune. (2014). Ekologisk odling – vägen till svält. *Svenska Dagbladet*, 16 november, s 6.
<https://www.svd.se/ekologisk-odling--vagen-till-svalt>

Kirchmann, Holger, Bergström, Lars & Kätterer, Thomas, Andersson, Rune. (2014). Ekologiskt en återvändsgränd. *Svenska Dagbladet*, 25 november, s 5.
<https://www.svd.se/ekologiskt-ar-en-atervandsgrand>

Larsdotter, Karin (2015): *Aktiviteter för ökad vetenskaplig förståelse – utvärdering av möten mellan elever, lärare och forskare*. Stockholm: Vetenskap & allmänhet, (VA). Tillgänglig på internet: <https://v-a.se/2016/05/varappport-2015-3/>

Launay, Mickaël (2016). *Le grand roman des maths. De la préhistoire à nos jours*. [Elektronisk resurs]. Paris: Flammarion

Mercier, Hugo; Sperber, Dan (2017). *The Enigma of Reason* [Elektronisk resurs]. Cambridge: Harvard University Press. (På svenska: Förnuft & fördom: varför vi tänker som vi gör. 2019. Stockholm: Fri Tanke förlag)

Nordgren, Kenneth, Kristiansson, Martin, Liljekvist, Yvonne & Bergh, Daniel (2019). *Lärares planering och efterarbete av lektioner. Infrastrukturer för kollegialt samarbete och forskningssamverkan*. [Elektronisk resurs] Karlstad: Karlstads universitet. Tillgänglig på internet: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kau:diva-71597>

Nygren, Thomas & Guath, Mona (2019). Swedish teenagers' difficulties and abilities to determine digital news credibility [Elektronisk resurs]. *Nordicom Review*. 40:1, 23-42. Tillgänglig på internet: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-375818>

Persson, Johannes & Sahlin, Nils-Eric (2013). *Vetenskapsteori för sanningssökare*. Stockholm: Stockholm: Fri Tanke förlag

Skolverket (2012). *Gymnasiearbete – introduktionstext. Gymnasiearbete för högskoleförberedande examen*. Tillgänglig på internet: <https://www.skolverket.se/download/18.49f081e1610d8875002f93/1517837981645/introduktionstext%20gymnasiearbetet%20h%C3%B6gskolef%C3%B6rberedande.pdf>

Skolverket (2019). *Gymnasieskolans högskoleförberedelse* [Elektronisk resurs]. Tillgänglig på internet: <http://www.skolverket.se/publikationer?id=4052>

Snow, C. P. (1964). *The two cultures and A second look*. Cambridge: Cambridge University Press. Innehåller förutom originalutgåvan från 1959 författarens kommentarer till de första årens omfattande debatt kring denna. (*Originalutgåvan på svenska: De två kulturerna*. 1961. Uppsala: Studentföreningen Verdandi)

Stewart, Ian (1998). *Life's other secret: the new mathematics of the living world*. London: Allen Lane Penguin Press

Sydsvenskan (2019). Studenter ska bildas, inte produceras. 24 juni, s. 2. Tillgänglig på internet (för prenumeranter): <https://www.sydsvenskan.se/2019-06-24/studenter-ska-bildas-inte-produceras>

Sutherland, Stuart (2013). *Irrationality: the enemy within*. [Elektronisk resurs]. London: Pinter & Martin. Originalverket utkom 1992. Denna utgåva innehåller ett efterord av James Ball vilket snarast är ett tilläggskapitel med kommentarer och exempel från senare år som bl a tar upp internet och de senaste årens enligt vissa beräkningar grovt överskattade terrorismhot (Sutherland avled 1998 före internetexplosionen och 11 septemberattackerna).

Svensson, Per & Steinfeld, Thomas (2018). *Bildningen på barrikaden – Ett manifest* [Elektronisk resurs]. Stockholm: Weyler förlag

Vetandets värld (2019, 13 mars). Att berätta om forskning i en tid av falska nyheter. [radioprogram]. Sveriges Radio, P1. Tillgänglig på internet: <https://sverigesradio.se/avsnitt/1250207>

Vieweg, Martin. (2019). Urgeschichte im genetischen Spiegel, 21 mars. Tillgänglig på internet: <https://www.wissenschaft.de/geschichte-archaeologie/urgeschichte-im-genetischen-spiegel/>

Wikforss, Åsa (2017). *Alternativa fakta om kunskapen och dess fiender*. [Elektronisk resurs]. Stockholm: Fri Tanke förlag

Andra litteraturtips

Hammer, Olav (2002). *Osunt förnuft: en bok om intuitivt och kritiskt tänkande*. Stockholm: Wahlström & Widstrand

Hedin, Christer (1996). *Vetandets villkor: vetenskapsteori och verklighetsuppfattningar i historisk belysning*. Stockholm: Arena

Jarrick, Arne (2017). *Det finns inga häxor: en bok om kunskap*. [Elektronisk resurs]. Stockholm: Weyler förlag

Skrift nr 10

VIS IDÉ