

Mönster i teknisk förändring

Claes Klasander och Thomas Ginner, Linköpings universitet

Beskrivningen av teknik som bestående av kedjor, eller kanske snarare nät, av komponenter är viktig om man vill studera och förstå hur nya tekniska produkter kommer till och hur tekniken förändras över tid.

Ytligt sett verkar det att gå i ett rasande tempo och det är väl i någon mening sant när det gäller vissa teknikområden. Men för det första har mycket av den teknik vi använder dagligen åtskilliga år på nacken – spisen, cykeln, tandborsten, klockan, telefonen, vattenkranen etc. – även om den har genomgått stora tekniska förändringar. För det andra blir ny teknik mindre ofta snabbt en del av vår vardag. För det krävs särskilda omständigheter, vilka kommer tas upp nedan.

Oavsett förändringstakt är det möjligt att skönja mönster i de tekniska förändringsprocesserna. Mönster som gör det lättare att förstå, analysera och värdera teknik i ett historiskt perspektiv. De mönster vi kan skönja i teknikhistorien blir också verktyg för att tolka, ordna och bedöma de tekniska förändringar som sker i vår omvärld idag och vad som möjligen kan ske i en framtid.

Här kan det vara en poäng att kort säga något om begreppet ”mönster” i den betydelse det används här. Det handlar inte om något fysiskt påtagligt, utan om något vi konstruerar mentalt – ett sätt för människan att ordna och förstå världen. Vi skapar sådana tankemönster i alla möjliga sammanhang och förstår vår omvärld med hjälp av dem. I Nationalencyklopedin beskrivs de så här: ”underliggande struktur hos komplext system e.d.; vanl. inte omedelbart synlig”. De mönster man kan urskilja när det gäller teknisk förändring är inte ”omedelbart synliga”, utan kräver att man studerar teknikens utveckling över tid. Då först framträder de.

Genom att bekanta sig med och diskutera några av dessa mönster öppnar man upp för möjligheten att kunna ta in dem i sin teknikundervisning och planera för hur man ska kunna använda dem som verktyg för att göra det möjligt för eleverna att utveckla sin förmåga att:

- förmåga att reflektera över olika val av tekniska lösningar, deras konsekvenser för individen, samhället och miljön samt hur tekniken har förändrats över tid

Några vanliga mönster

Här följer nu några exempel på hur teknisk förändring kan beskrivas med hjälp av mönster. De är inte de enda, men de är relativt vanligt förekommande både historiskt och idag. Därmed är de användbara i teknikundervisningen som verktyg när eleverna skall utveckla de två förmågor som är i fokus här.

Nästan ingen teknik är helt ny

Det finns i princip ingen helt ny teknik. Påståendet låter kanske en smula märkligt med tanke på hur ofta det talas om hur ”ny teknik” introduceras inom alla möjliga områden. Men den teknik vi kallar ny bygger nästan alltid på redan existerande teknik. Studera t.ex. hur dammsugaren och diskmaskinen utvecklats. Från att ha varit ganska enkla hand- eller fotdrivna maskiner, konstruerade med den tidens kunskap och komponenter, är de nu mer eller mindre automatiska, programmerbara apparater. Utvecklingen har hela tiden byggt på tidigare teknik och lösningar, som förbättrats bl.a. genom att flytta in teknik från andra områden. Ingen teknik kan i vår tid plötsligt dyka upp från ingenstans.

Datortekniken bygger i grunden på det s.k. binära talsystemet – d.v.s. kombinationer av ”ettor” och ”nollor” – antingen ”etta” eller ”nolla”, öppet eller stängt. I en mycket tidig version återfinner vi den sortens princip i franska sidenvävtolar redan i början på 1700-talet. De styrdes av pappersremсор med hål. Tekniken utvecklades senare av fransmannen Joseph Jacquard, som bl.a. ersatte remсорna med hålade pappskivor. Än idag väver man s.k. jacquardtyger med hjälp av sådana vävtolar. Mönstret i väven bestäms av om det finns ett hål eller inte i remsan eller pappskivan, som ”läses av” av ett slags nålar. Hål var en ”etta”, inget hål en ”nolla”. Den principen har sedan utvecklats från hålremсор och hålkort till moderna datorer, som i grunden bygger just på detta – etta eller nolla, hål eller inte hål. Numera handlar det vanligen om elektrisk ström på eller av.

Men är då inte hålremсорna i de första, franska vävtolarna ett exempel på en helt ny teknik? Nej, faktiskt inte. Idén lånades troligen in från ett helt annat teknikområde: tillverkning av vev-positiv eller vev-orgel (eng. barrel organs).

Det mesta av det vi kallar ”ny” teknik består alltså av redan existerande teknik, som utvecklats och satts samman i nya kombinationer – om än ofta på ett snillrikt sätt. Det är väl egentligen rätt självklart. Man kan inte utveckla något från ingenting. Ett modernt exempel är dagens smartphone, som revolutionerade vårt sätt att kommunicera – och mer därtill! Den är en sammanslagning av flera tekniska lösningar som var för sig redan var etablerade, men som tillsammans gav helt nya möjligheter: pekskärm, GPS (Global Positioning System), musikspelare, mobiltelefon, kamera, klocka, SMS (Short Message Service) och mycket mer. Men tekniken ser ju idag trots allt helt annorlunda ut än för

t.ex. hundra år sedan. De mönster som presenteras nedan är exempel på hur förändringarna gått till.

Sammanfattande kommentarer

Att ingen teknik är ny är ett grundläggande mönster att ta hjälp av när eleverna och alla vi andra ska analysera och bedöma dagens – och morgondagens – teknik! Då måste man ta hjälp av teknikhistorien. Att i en klassrumssituation plocka isär och spåra de olika komponenternas historia är ofta lärorikt – även om man idag för att komma åt innehållet kanske tvingas bryta och slå sönder de ofta väl tillslutna skalorna ...

Justeringar och stegvisa förbättringar

Det kanske allra vanligaste sättet på vilket teknik förändras är genom successiva, större eller mindre justeringar för att förbättra prestanda, öka säkerheten, förenkla användningen o.s.v. Under den långa period i historien då jordbruket och självhushållningen dominerande måste sådana förändringar ha gjorts kontinuerligt. Man kan anta att både män och kvinnor var delaktiga i den processen inom sina olika arbetsområden. I och med industrialiseringen och en allt lägre grad av självhushållning förändras successivt detta mönster. Förändringsprocesserna hamnar i en av män dominerad tillverkningsindustri.

Men även här sker naturligtvis ett förändringsarbete i små steg genom att en eller flera komponenter förbättras, byts ut eller läggs till. Pågår den sortens stegvisa utvecklingsarbete under en längre period kan det efter en tid resultera i stora skillnader mellan den första och senaste modellen. Det kan t.ex. handla om ett litet ingrepp, som görs av en maskinoperatör för att öka maskinens effektivitet. Eller mer systematiska, planerade ansträngningar för att förändra någon del i produktionen. Poängen är att det inte handlar om stora, genomgripande förändringar. Snarare är det summan av dessa små justeringar som på sikt kan innebära att den gamla produkten med svårighet känns igen i den nya.

Jämför t.ex. en tvättmaskin eller ett kylskåp från 1950-talet med dagens exemplar. Vi har sällan problem med att se vad de är avsedda för. Men tittar vi närmare finner vi att en rad förändringar har ägt rum. Detsamma gäller bilen. Vi kallar både en T-Ford och en modern personbil för ”bil”, trots att skillnaderna är stora. Under senare år har t.ex. plåten successivt ersatts av plast och s.k. kompositmaterial. Nu görs stora ansträngningar att utveckla el-drivna bilar. Det är nu ingen ny teknik, det heller. Vid förra sekelskiftet fanns i New York ungefär lika många ång- och el-drivna bilar som bilar med förbränningsmotorer. Som bekant var det de senare som av olika skäl tog hem spelet – och idag utgör de ett miljöproblem, som vi hoppas elbilen kan bidra till att lösa.

Den här sortens processer kan man följa genom att välja nästan vilken teknik som helst – dammsugaren, kvarnen, symaskinen, tvättmaskinen, bilen, mjölkmaskinen, mobiltelefonen o.s.v. Det är ett användbart mönster när man vill undersöka hur en specifik teknik utvecklats över en längre tidsperiod. På internet finns idag en hel del texter som beskriver utvecklingen av exempelvis dammsugaren. Självklart kräver det en analys och värdering av källans trovärdighet, men det går att hitta många sidor, inklusive bilder, som man kan använda i teknikundervisningen. (Man får dock vara försiktig när det gäller bildrättigheterna. Numera anges det ofta rättigheterna i anslutning till bilden.)

Sammanfattande kommentarer

Teknisk förändring sker alltså huvudsakligen i små steg. Komponenter, material och tillverkningsmetoder har utvecklats successivt under flera år och används ofta inom flera teknikområden. Den sortens stegvisa teknikförändring är en viktig förklaring till teknisk utveckling över tid. Kanske t.o.m. den viktigaste! En lång rad kvinnor och män har bidragit med viktiga förslag och lösningar men sällan blivit omnämnda i historien. Exempelen ovan som dammsugaren, kvarnen, tvättmaskinen utgör goda exempel att diskutera i klassrummet. Men även kniven, pilbågen, kaffekokaren eller tandborsten – inklusive eltandborsten – är goda exempel att titta närmare på för att upptäcka mönstret av justeringar och stegvisa förbättringar.

”Hoppande” teknik

Ett annat vanligt sätt att förändra teknik är att dra nytta av komponenter eller material som redan används inom andra områden. Det gäller nog samtliga exempel ovan. Jämför en cykel från 1930-talet med en modern standardcykel. Vi kallar båda exemplaren för ”cykel”, men tittar vi närmare så finns där en rad tekniska förbättringar när det gäller mekanik, ljus och inte minst nya, lättare material, ”inlånade” från andra användningsområden. Vice versa kan man se hur en del av denna teknik funnit vägen till handikapphjälpmedel som t.ex. rullstolar.

I teknikhistorien finner vi åtskilliga exempel på hur teknik sprids. Till exempel ”hoppar” ångmaskinen till en lång rad andra teknikområden. Det började i de engelska gruvorna på tidigt 1700-tal, där den användes för att driva pumpar, nödvändiga för att hålla undan inträngande vatten. Dessförinnan hade man använt sig av framför allt muskelkraft – gruvarbetare och dragdjur – och vattenhjul, som energikällor för att driva pumparna. Muskel-, vatten- och också vindkraft användes inom flera andra områden, men kom successivt att ersättas av ångmaskinen för att driva vävstolar, lokomotiv, fartyg och mycket annat. En ny teknik utvecklas, etableras och tas i bruk inom ett område men sprids sedan ofta, mer eller mindre snabbt, till helt andra områden. Som så mycket annan teknik blev ångmaskinen också så småningom en leksak.

Att många tekniska konstruktioner hamnar som modeller i barnens leksakslådor (bilar, järnvägar, spisar och dammsugare) är för övrigt ett intressant ”sidomönster”, värt att följa och diskutera i klassrummet. Vilka andra exempel finns det? Varför är det på det viset?

Ett annat exempel på teknik som flyttas in i en lång rad andra verksamheter är elmotorn. Den hade till en början få användningsområden. Idag sitter den i en stor mängd apparater för att få delar att rotera eller utföra någon annan sorts rörelse, t.ex. knivarna i en mixer, valsarna i en pappersmaskin eller i den tidigare nämnda cykeln, som därmed blev en elcykel.

Ytterligare ett, och kanske ännu tydligare exempel, är datatekniken som nu finns inom snart sagt vartenda teknikområde. Den återfinns idag i vävstolar, gräsklippare, kassaapparater, smarta telefoner och i ett oändligt antal andra apparater – inklusive leksaker. Var såg du senast en pekskärm på ett nytt och överraskande ställe?

Att tillsammans med eleverna leta efter ”hoppande” teknik när man söker förklaringar till en viss tekniks utveckling är ofta mycket givande. Teknik utvecklad för ett visst ändamål återfinns ganska snart använd i helt andra sammanhang. Ett ofta återgivet och slående exempel handlar om mikrovågsugnen. Under andra världskriget var de allierade intensivt engagerade i arbetet på att utveckla en teknik som kunde upptäcka fiendliga flygplan långt innan man kunde se dem med blotta ögat. Resultatet blev det vi kallar radar (av eng. Radio Detection and Ranging). Av en slump upptäckte man att matvaror – det lär ha varit en chokladkaka första gången – blev varma när de befann sig i närheten av radarapparaturen. Det var början på mikrovågsugnen. Det första patentet togs ut strax efter kriget.

Sammanfattande kommentarer

Man kan ta nästan vilken teknik som helst och finna samma mönster: användbara komponenter och funktioner hoppas mellan olika teknikområden. Detta kan resultera i en apparat som kan göra något helt nytt, eller ersätta en äldre teknik och utföra samma uppgift fast kanske snabbare och billigare. Det är viktigt att komma ihåg att den här processen kännetecknas av – ofta idérika – förbättringar och anpassningar till den nya uppgiften. En ny ändamålsenlighet. En uppgift att genomföra hemma och i klassrummet kan ju vara att söka efter likheter i funktion hos olika saker. Helt enkelt få till uppgift att kartlägga likheter bland saker exempelvis i köket eller att söka efter just en udelad funktion, exempelvis hävstänger, i sport hallen, stallet eller någon annanstans. Intressant kan också vara att fundera över vilken sak som kom först eller vilken sak som lånat teknik från en annan.

Ett annat vanligt sätt att förändra teknik är att dra nytta av komponenter eller material som redan används inom andra områden. Det gäller nog samtliga exempel ovan. Jämför

en cykel från 1930-talet med en modern standardcykel. Vi kallar båda exemplaren för ”cykel”, men tittar vi närmare så finns där en rad tekniska förbättringar när det gäller mekanik, ljus och inte minst nya, lättare material, ”inlånade” från andra användningsområden. Vice versa kan man se hur en del av denna teknik funnit vägen till handikapphjälpmedel som t.ex. rullstolar.

I teknikhistorien finner vi åtskilliga exempel på hur teknik sprids. Till exempel ”hoppas” ångmaskinen till en lång rad andra teknikområden. Det började i de engelska gruvorna på tidigt 1700-tal, där den användes för att driva pumpar, nödvändiga för att hålla undan inträngande vatten. Dessförinnan hade man använt sig av framför allt muskelkraft – gruvarbetare och dragdjur – och vattenhjul, som energikällor för att driva pumparna. Muskel-, vatten- och också vindkraft användes inom flera andra områden, men kom successivt att ersättas av ångmaskinen för att driva vävstolar, lokomotiv, fartyg och mycket annat. En ny teknik utvecklas, etableras och tas i bruk inom ett område men sprids sedan ofta, mer eller mindre snabbt, till helt andra områden. Som så mycket annan teknik blev ångmaskinen också så småningom en leksak.

Att många tekniska konstruktioner hamnar som modeller i barnens leksakslådor (bilar, järnvägar, spisar och dammsugare) är för övrigt ett intressant ”sidomönster”, värt att följa och diskutera i klassrummet. Vilka andra exempel finns det? Varför är det på det viset?

Ett annat exempel på teknik som flyttas in i en lång rad andra verksamheter är elmotorn. Den hade till en början få användningsområden. Idag sitter den i en stor mängd apparater för att få delar att rotera eller utföra någon annan sorts rörelse, t.ex. knivarna i en mixer, valsarna i en pappersmaskin eller i den tidigare nämnda cykeln, som därmed blev en elcykel.

Ytterligare ett, och kanske ännu tydligare exempel, är datatekniken som nu finns inom snart sagt vartenda teknikområde. Den återfinns idag i vävstolar, gräsklippare, kassaapparater, smarta telefoner och i ett oändligt antal andra apparater – inklusive leksaker. Var såg du senast en pekskärm på ett nytt och överraskande ställe?

Att tillsammans med eleverna leta efter ”hoppande” teknik när man söker förklaringar till en viss tekniks utveckling är ofta mycket givande. Teknik utvecklad för ett visst ändamål återfinns ganska snart använd i helt andra sammanhang. Ett ofta återgivet och slående exempel handlar om mikrovågsugnen. Under andra världskriget var de allierade intensivt engagerade i arbetet på att utveckla en teknik som kunde upptäcka fientliga flygplan långt innan man kunde se dem med blotta ögat. Resultatet blev det vi kallar radar (av eng. Radio Detection and Ranging). Av en slump upptäckte man att matvaror – det lär ha varit en chokladkaka första gången – blev varma när de befann sig i närheten

av radarapparaturen. Det var början på mikrovågsugnen. Det första patentet togs ut strax efter kriget.

Sammanfattande kommentarer

Man kan ta nästan vilken teknik som helst och finna samma mönster: användbara komponenter och funktioner hoppas mellan olika teknikområden. Detta kan resultera i en apparat som kan göra något helt nytt, eller ersätta en äldre teknik och utföra samma uppgift fast kanske snabbare och billigare. Det är viktigt att komma ihåg att den här processen kännetecknas av – ofta idérika – förbättringar och anpassningar till den nya uppgiften. En ny ändamålsenlighet. En uppgift att genomföra hemma och i klassrummet kan ju vara att söka efter likheter i funktion hos olika saker. Helt enkelt få till uppgift att kartlägga likheter bland saker exempelvis i köket eller att söka efter just en udelad funktion, exempelvis hävstänger, i sport hallen, stallet eller någon annanstans. Intressant kan också vara att fundera över vilken sak som kom först eller vilken sak som lånat teknik från en annan.

Teknisk kunskapsspridning som förändringsmönster

Teknik som flyttar mellan olika användningsområden gör det inte av sig själv. Det fordras möjligheter till kunskapsspridning. Denna kan självklart gå till på många olika sätt – alltifrån slump till ett medvetet och metodiskt sökande. Det senare har blivit en allt viktigare metod.

Särskilt intressanta fall av kunskapsspridning är när en teknik förs från ett land till ett annat eller från en kontinent till en annan. Ett tidigt sådant exempel utgör den kinesiska trampvävstolen – den vi ofta kallar hand- eller skaftvävstol och som för inte länge sedan stod i vart och vartannat bondehem. Den hade utvecklats i den flera tusen år gamla sidentillverkningen i Kina, och nådde först södra Europa via arabvärlden och spreds sedan vidare norrut någon gång kring 1000-talet. Den grundläggande principen är den samma då som nu: Genom ett större eller mindre antal parallella trådar för man in en tråd från sidan (inslag, väft), omväxlande över och under de parallella trådarna (varp). En teknik som används sedan flera tusen år – även i dagens datorstyrda vävstolar.

Här finns det ett rikligt bild- och textmaterial på internet, som illustrerar såväl den forntida som moderna vävtekniken. Och resultatet kan ju studeras genom att undersöka några de textilier vi har på oss idag. Allt är dock inte vävt. En del bygger på två andra gamla metoder, filtning (tovning) och stickning. Textiltillverkning har alltså en mycket lång historia och är ett intressant område om man vill exemplifiera olika mönster för teknisk utveckling.

Men teknikspridning är inte oproblematiskt. Svensken Mårten Triewald tog på 1720-talet över en s.k. ”eld- och luftmaskin” från England, en ångmaskin utvecklad av

engelsmannen Newcomen under tidigt 1700-tal, och fick den placerad i Dannemora gruva. Det blev ingen succé. Maskinen möttes av misstänksamhet, som självklart kan ha haft sin grund i konservatism. Men än viktigare var att det i Sverige inte fanns någon erfarenhet av eller kunskap om den sortens teknik vid den tiden.

Liknande exempel hittar vi i vår egen tid, t.ex. när modern industriteknik överförs till länder som saknat nödvändig kunskap och infrastruktur eller inte sett någon anledning att överge en traditionell teknik, som man t.ex. kan ha bedömt mindre sårbar. Den sortens misslyckad tekniköverföring kan naturligtvis också drabba småskalig teknik avsedd att exempelvis underlätta vattenförsörjningen i en by. Man kan ha nonchalerat eller varit okunnig om mottagarlandets tekniska infrastruktur, t.ex. elförsörjning, utbildningsnivå och inte minst landets sociala och kulturella strukturer.

Idag sprids teknik snabbt och över stora avstånd. Effektivare transporter, internet, standardisering och annan teknik gör processen så mycket enklare. Den moderna datortekniken är ett gott exempel på den sortens förflyttning – som inte alltid skett öppet och med allas samtycke. Informationsöverföring sker numer systematiskt, t.ex. genom att man studerar nya patent och patentansökningar, följa teknisk utveckling i olika media – eller genom ett mer eller mindre aggressivt industrispionage. Många patentstrider kan förklaras av ett aktivt och inte sällan skrupelfritt ”teknikfiske”.

Kunskap om andra teknikområden spelar således ofta en viktig roll när en viss teknik förändras, liksom kännedom om vad som händer inom naturvetenskaperna. Men kunskap om samhälle och kultur har också betydelse i dessa sammanhang. När den engelska designern och entreprenören James Dyson försökte sälja sin idé om en pås-lös dammsugare till europeiska tillverkare i början på 1980-talet tog det tvärt stopp. Den europeiska ”dammsugarkulturen” eller -traditionen fordrade en påse i dammsugaren. Inga européer skulle enligt tillverkarna köpa maskinen. Däremot gick den att sälja i Japan. Där var man van vid pås-lösa dammsugare. Nu, ett trettio år senare, erbjuder de flesta dammsugartillverkare i världen sådana maskiner, s.k. cyklondammsugare. Ett annat skäl att motarbeta den pås-lösa maskinen kan förstås ha varit en önskan om att ha kvar möjligheten att sälja påsar till maskinerna.

Att hålla sig informerad om vad som händer i ens omvärld är alltså viktigt. Gör man det inte kan det gå riktigt illa. Ett känt exempel på detta från 1970-talet är det svenska kontorsmaskinföretaget Facits nedgång och fall. Med sina mekaniska räknemaskiner hade man länge haft en världsledande ställning. Så kom de elektroniska räknedosorna. På Facit hade man alltför sent insett elektronikens möjligheter. Trots försök till samarbete med japanska tillverkare kunde företaget inte hålla kvar sin ledande position på räknemaskinsmarknaden. Ganska kort därefter var både Facit och deras maskiner borta.

Historien erbjuder många viktiga exempel på olika former av kunskapsspridning, allt ifrån munkväsendets kunskapsbanker som spreds över Europa, och det s.k. vallonsmidet som kom till de svenska järnbruken under 1600-talet med hjälp av smeder som rekryterades från Vallonien, till de internationella utbytesstudenter som idag förflyttar kunskap över världen. Idag intar internet en nyckelroll i den globala kunskapsspridningen.

Om man tillsammans med eleverna vill undersöka hur en viss teknik förändrats är det en poäng att hålla utkik efter den sortens kunskapsöverföring som skett mellan länder eller kontinenter.

Sammanfattande kommentarer

Att teknik förändras genom att kunskapen om den sprids mellan kulturer, över landsgränser och kontinenter är ett centralt mönster. Det handlar såväl om själva tekniken i sig, som de tillverkningsmetoder, processer och material som är nödvändiga för att färdigställa tekniska lösningar. Till den tekniska kunskapen hör också kännedom om sådant som berör hur teknik kan anpassas till olika sammanhang. Här framträder mönster av motstånd och acceptans, av kulturella och strukturella infogningsproblem, av öppenhet och ignorans m.m. Dessa mönster kan användas för att undersöka hur olika teknikkunskaper förflyttat sig över världen i olika riktningar och hastigheter och med olika aktörer.

Att härma naturen

En speciell förändringskategori utgör de lösningar som inspireras av naturen. Ibland som resultat av en systematisk undersökning, ibland som en följd av en oväntad association. Isbjörnpälsen har studerats i detalj för att finna bättre isoleringsmaterial. Hajens skinn skall ha lett till nya material för tävlingssimmare o.s.v. Man prövar nu att väva in elektriskt påverkbara trådar i tyger så att de kan dra ihop sig som muskelceller och på så vis få fram kläder som kan vara ett stöd till personer som behöver hjälp med att röra sig. Det finns gott om sådan systematisk ”härkning”, idag ibland benämnd bionik.

Ett känt exempel på hur en naturföreteelse kan ge upphov till en teknisk lösning är tillkomsten av kardborrbandet. Uppfinnaren, den schweiziske ingenjören George de Mestral, skall ha kommit på idén 1941 när han en dag var ute och jagade med sin hund och såg hur kardborrarna fastnade i hundens päls. Skulle den effekten inte kunna utvecklas till en användbar teknik att fästa samman t.ex. textilier? Det skulle ta nästan tio år att utveckla idén till en produkt. Idag används kardborrbandet i en lång rad tillämpningar: i skor, i operationssalar och för att hålla mat och annat på plats i den viktlösa miljön i rymdfarkoster.

Sammanfattande kommentarer

Härnningen av naturen innebär i den enklaste formen att man identifierar strukturer och funktioner i naturen som man sedan provar att tillämpa i tekniska lösningar av olika slag. Man använder andra material och utvecklar tillverkningsmetoder. Den härnade strukturen och funktionen kommer till användning i ett nytt sammanhang och tillfredsställer därmed en önskan eller ett behov. Detta förändrar ofta en befintlig teknik. Att i klassrumsmiljön och eventuellt ute försöka hitta likheter mellan natur och teknik är ett spännande sätt att bekanta sig med både natur och teknik. Spindelnät och fisknät är ett annat exempel och som i fallet med kardborren följer även benämningen med när det som förekommer i naturen kopieras till tekniska artefakter.

Teknisk genialitet och ”snilleblixar”

Ingenjörer eller designers engagerade i utvecklingsarbete kan berätta om hur de plötsligt kommit på en lösning på ett problem som sysselsatt dem och kanske en hel utvecklingsgrupp. Insikten kan ofta ha dykt upp långt borta från ritbordet. En promenad, en naturiakttagelse eller ett biblioteksbesök har oväntat gett en association, som lett fram till en lösning – en lösning som i efterhand ofta verkat självklar.

Problemet har bearbetats medvetet och omedvetet oavsett var man befunnit sig, men något inträffar som gör att en möjlig lösning plötsligt dyker upp. Det är då viktigt att komma ihåg att den som får den sortens infall nästan alltid är väl förtrogen med det område det gäller och det problem som skall lösas. Den typen av geniala idéer dyker knappast upp utan teknisk och annan omvärldskunskap. Här ligger ett av teknikämnets viktigaste syften i skolan, att bli förtrogen med teknik och erövra förmågan att utveckla teknik.

Symaskinens utveckling rymmer en del av just den sortens utvecklingshistoria. Många hade under det sena 1700-talet och under 1800-talet försökt bygga fungerande symaskiner. En av de mer framgångsrika var Elias Howe, verksam i USA vid 1800-talets mitt. Ett av hans viktigaste bidrag till symaskinens utveckling var idén att flytta nålsögat till nålens spetsiga del. Genialt och en helt avgörande förändring för symaskinens utveckling. Enligt myten skall han ha kommit på lösningen i en dröm. Troligare är kanske att han sett de nålar som används bl.a. vid sömnad i läder. De har ofta nålsögat i spetsen. I så fall ännu ett exempel på vikten av både kunskapsspridning, omvärldskunskap och associationsförmåga.

Ett annat exempel på genialitet kan hämtas från mobiltelefonin. När den tidiga mobiltelefonin NMT (Nordiska Mobil Telefonsystemet) utprovades vid 70-talets slut kunde man inte längre använda den gamla, snurrande nummerskivan, där man ”slog” en siffra i taget. Mobiltekniken krävde en annan metod, men ”nummerskivstekniken” var det tekniska mönster som låste mångas tänkande. Laila Ohlgren, ingenjör vid dåvarande

Televerket, tänkte utanför detta invanda mönster och föreslog att man istället för den ”självklara” metoden, att sända siffra för siffra via nummerskivan, skulle knappa in hela numret i telefonen och sända det som ett ”paket”. Det fungerade och blev världsstandard! Numera är det allt färre som kommer ihåg den gamla nummerskivan, som man ”slog” telefonnumret på. Men uttrycket ”slå” en signal, eller ett telefonnummer, är äldre än så. Det kommer från den gamla telegrafien, där telegrafisten slog bokstav för bokstav på sin telegrafnyckel. En parallell till detta är ”lur”, ett slanguttryck för telefon. Det kommer från de allra första telefonerna då man faktiskt både pratade och lyssnade i en lur.

Något patent tog Laila Ohlgren aldrig ut. Hon var väl förtrogen med sitt teknikområde, telekommunikation, och med problemställningen. Hur hon kom på idén vet vi inte – möjligen är det ett exempel på vad vi brukar kalla ”snilleblix”. Men det är värt att komma ihåg att sådana mycket sällan dyker upp om man inte har den sakkunskap Laila Ohlgren hade.

Sammanfattande kommentarer

Teknisk genialitet förutsätter en bred teknisk kunskap och en omvärldskunskap. De flesta användbara tekniska ”snilleblixarna” dyker upp hos personer som har en egen gedigen teknisk repertoar. Mycket sällan, eller kanske aldrig, ur tomma intet. Undervisningen i teknik måste med nödvändighet ge eleverna en bred bild av ämnet, ge många exempel på olika lösningar på problem människor haft och därtill öva deras förmåga att tänka själva kring tekniska lösningar. För ökad motivation att lära sig teknik är strukturerad och konkret problemlösning viktig.

”Gör tvärtom” eller ”Tänk utanför ramarna”

Howes lösning på nålproblemet och Ohlgrens ”sifferpaket” kan också ses som ett specialfall av genialiska infall, eller t.o.m. som en metod som kan användas systematiskt: vad händer om jag gör tvärtom eller försöker medvetet tänka bort redan existerande lösningar eller metoder? Eller som det ofta formuleras idag: ”Tänk utanför ramarna!”

”Tvärt om”-lösningar finns det gott om i teknikhistorien, dammsugarens utveckling är en. För den under det sena 1800-talet framväxande, välbeställda över- och medelklasserna blev behovet av att hitta mekaniska städhjälpmedel för sina stora och välmöblerade lägenheter allt mer angeläget, eftersom det successivt blev svårare och dyrare att anställa tjänstefolk. Industrierna växte och sög upp en stor del av den arbetskraften. En lösning presenterades i ett amerikanskt patent från 1890-talet, som beskrev en maskin som blåste dammet in i en mottagande behållare. Det här tyckte en

engelsk ingenjör, Hubert Booth, verkade vara en smula opraktiskt. Varför inte göra tvärtom och suga in dammet?

Självklart nu, men inte då. Booth konstruerade en maskin, som utnyttjade ett välkänt ”naturfenomen”, nämligen undertryck. Då – och nu – ofta felaktigt kallat vakuum. Vi återfinner det för övrigt fortfarande i ett av engelskans ord för dammsugare, vacuum cleaner. Maskinens luftpump drevs först av en förbränningsmotor, ibland t.o.m. av en ångmaskin, och senare av en elektrisk motor – ännu ett exempel på ”hoppade” teknik. De första dammsugarna var så stora att de fick flyttas med hjälp av häst och vagn eller bil. Slangen fick man ta in utifrån genom fönster och dörrar. När elmotorn successivt förbättrades och blev allt mindre började man utveckla dammsugare av det format vi känner idag.

Dammsugaren är ett intressant exempel på många sätt. Den har fortlöpande förbättrats av teknik och material från andra områden. Dagens lövblåsare är möjligen ett exempel på hur processen gått hela varvet runt. Den är tillbaka där det hela började.

Sammanfattande kommentarer

Att teknik förändras genom att någon ”tänker annorlunda” är ytterligare ett mönster som bygger på kunskaper om befintlig teknik, men i detta fall handlar det om att processen kännetecknas av ett strategiskt och medvetet pröva att vända tanken i en annan riktning. Numera finns det flera välutvecklade metoder för att träna sådana arbetssätt. ”Kan det bli bättre användbarhet om man skjuter på i stället för att dra? Går det att använda en annan drivning, t.ex. batteri i stället för sladd? Blir tillverkningen bättre och mer miljövänlig om vi byter material?” etc. Att systematiskt undersöka olika tekniska föremål och bl.a. ställa frågan om de skulle kunna användas till något annat än de är avsedda för kan vara en intressant uppgift, liksom att tänka i ”tvärt-om”-termer: Vad skulle hända t.ex. om man vänder på processen? (En dammsugare blir lövblås...)

Riktiga tekniska genombrott – naturföreteelser och nya fenomen

I teknikhistorien – och det gäller i mycket hög grad idag – finns många exempel på hur en ny teknik vuxit fram därför att människan förstått hur man kan utnyttja en naturföreteelse eller -fenomen, t.ex. gravitationen – eller tyngdkraften i dagligt tal. Forna tiders människor kunde utveckla teknik som byggde på fenomen som var lätta att upptäcka och iaktta. Fenomen som inte krävde avancerad forskning och vetenskapliga teorier för att kunna användas i tekniska sammanhang. Ett fallande föremål eller ett vattenfall är ju tydliga illustrationer av just tyngdkraften. Den insikten ledde tidigt till olika tekniska lösningar långt innan Isaac Newton formulerade sin teori om gravitationen. Det är ju bl.a. den sortens iakttagelse och erfarenhet som är förutsättningen för utvecklingen av exempelvis vattenhjulet för ett par tusen år sedan.

Riktigt stora teknikgenombrott sker alltså när en helt ny princip, som utnyttjar en inte redan använd naturföreteelse eller tidigare känt naturfenomen, blir utgångspunkt för nya tekniska lösningar. En alltmer avancerad naturvetenskaplig forskning och kunskapsbildning har under senare år lett till helt nya tekniska möjligheter. Ett av de mer kända exemplen utgör den s.k. biotekniken, där kunskapen om DNA-molekylen är central.

Ett annat och tidigare exempel på hur nya kunskaper om ett naturfenomen leder till en omfattande och alltjämt pågående teknikutveckling utgör det växande intresset för elektricitetens egenskaper, som tar fart under det sena 1700-talet och framåt. Under den här perioden är det många som intresserar sig för elektricitet. Två viktiga personer i sammanhanget är dansken Hans Christian Ørsted (1777–1851) och engelsmannen Michael Faraday (1791–1867). De båda bidrog på ett avgörande sätt till utvecklingen av två för vår tid helt avgörande tekniska maskiner eller apparater: den elproducerande generatoren och den eldrivna motorn. En parentes - för den som i sin undervisning gärna använder enskilda personer och deras insatser för att väcka intresse kan Michael Faradays liv och karriär ett bra val.

Idag får vi huvuddelen av vår elektricitet från stora generatorer, som drivs av turbiner i t.ex. vatten- och kärnkraftverk. Elmotorer återfinns vi i ett oändligt antal olika typer av maskiner och andra tekniska lösningar. Generatoren och elmotorn har förändrat produktionsvillkoren i grunden – och också vår egen vardag. Det var bland annat detta som Ørsted, Faraday och andra forskare lade grunden till genom sina banbrytande insatser för snart 150 år sedan. Självklart sitter det idag också elmotorer i åtskilliga typer av leksaker.

Sammanfattande kommentarer

Det mesta av teknisk förändring bygger på redan existerande teknik. Men riktigt ny teknik kan vi tala om när människan upptäcker ett naturfenomen eller naturföreteelse som sedan tillämpas i tekniska lösningar. Under det sena 1800-talet och än mer i vår egen tid finner vi en lång rad sådana kunskapsgenombrott inom naturvetenskapen, som i sin tur lett till att man hittat metoder för att använda de nya insikterna i tekniska sammanhang.

Teknisk förändring och andra kunskapsfält

Det har hittills handlat om olika sätt på vilka teknisk förändring kan gå till. Med hjälp av teknikhistoria kan man urskilja allmängiltiga mönster, som sedan kan användas som verktyg för att analysera någon speciell tekniks utveckling över tid. Mönstren kan också användas för att samtala om möjliga tekniska förändringar i framtiden (se modulens del 8) och vad som ur olika perspektiv kan ses som önskvärt, alltför riskfyllt o.s.v.

I takt med att mänsklighetens samlade kunskap vuxit har också möjligheterna att göra de tekniska lösningarna mer ändamålsenliga, med bättre precision, mindre resursanvändning, högre kulturell acceptans etc. Därmed inte sagt att dessa lösningar alltid är önskvärda men den tekniska kunskapsbasen har expanderat – på gott och ont.

Vi vet idag mer om tekniska lösningars funktion, strukturer, material och processer och har strategier för hur teknik kan förändras och anpassas till nya förhållanden. En del av den förändringen har en nära relation till det vetande som andra vetenskapsfält har erövrat. Psykologins kunskaper kan t.ex. utnyttjas i designsammanhang för att ta reda på olika användarmönster. Samhällsvetenskaperna kan ha betydelse för att bättre hantera de tekniska systemens infogning i samhället. Ekonomisk teori spelar ofta en central roll när t.ex. en viss produktionsprocess skall effektiviseras.

Men det finns två andra kunskapsområden, som både genom historien och nu i växande grad har mycket nära kopplingar till tekniken: naturvetenskapen respektive matematiken.

Teknik och naturvetenskap

Naturvetenskapernas roll för den tekniska utvecklingen har successivt blivit allt viktigare. Människans tidiga teknik byggde, som vi sett, på naturfenomen som inte var alltför djupt dolda och därmed inte så svåra att upptäcka, t.ex. tyngdkraften. Eller att man av en slump i kombination med god iakttagelseförmåga och kreativitet upptäckte något i naturen som man sedan kunde utveckla till teknik. Järnframställning har människan sysslat med i minst 5 000 år – långt innan man med kemins hjälp kunde förklara vad som hände.

Idag utnyttjar vi fenomen som inte skulle kunna upptäckas utan vetenskaplig forskning. Den moderna fysiken ligger t.ex. till grund för en rad nya teknikområden, inte minst inom elektroniken. Att många av oss har svårt att förstå fysikens senaste landvinningar hindrar oss inte från att använda teknik som bygger på den. Kvartsuret är bara ett av många exempel.

I Nationalencyklopedin skriver man under uppslagsordet teknik: ”Föreställningen att all teknik är tillämpad naturvetenskap är missvisande.” Att naturvetenskapens kunskapsuppbyggnad spelar en viktig roll för dagens teknikutveckling innebär inte att teknik kan definieras som en del av naturvetenskapen. Det handlar i grunden om två olika mänskliga aktiviteter, även om man ofta i media och i andra sammanhang slarvigt definierar teknik som tillämpad naturvetenskap.

För det första har människans förmåga att utveckla och använda teknik, t ex stenyxor, kvarnhjul och vad det nu kan vara, en mycket längre historia än den kunskap vi idag kallar naturvetenskap. För det andra har de båda kunskapsområdena olika syften.

Naturvetenskapen syftar till att förstå och förklara fenomen i naturen, d.v.s. det icke människogjorda. I Nationalencyklopedin definierar man naturvetenskap som ”den sammanfattande benämningen på de vetenskaper som studerar naturen, dess delar eller verkningar.” Det är något annat än att arbeta med tekniska konstruktioner.

Tekniken däremot är ”människogjord”. Den handlar om att med hjälp av olika konstruktioner hitta fungerande lösningar på sådana problem som låter sig lösas med hjälp av teknik och teknikvetenskap. Det utvecklingsarbetet har gjorts och görs fortfarande ofta utan en tanke på vilka naturvetenskapliga lagar och fenomen som är inblandade. Kraven är inte sällan motstridiga och det visar sig ofta att det finns mer än en lösning på problemet. Det handlar då om att välja det ur olika synvinklar optimala alternativet. Huvudsaken är att den lösning man väljer fungerar och gör det den är tänkt att göra på ett optimalt sätt. Det engelska uttrycket ”good enough” beskriver väl vad det handlar om.

Det rör sig alltså om två kunskapsområden med olika uppdrag. Men som framgått finns det nära kopplingar mellan å ena sidan de villkor och förutsättningar naturen och de fysikaliska villkoren ger och teknikens förmåga att ta tillvara och utnyttja dessa – och omvänt: teknisk utrustning är en förutsättning för den naturvetenskapliga forskningen, idag kanske mer än någonsin tidigare. Ett tydligt exempel på detta utgör dagens kraftfulla datorer och den roll de spelar inom en lång rad naturvetenskapliga områden.

De naturvetenskapliga landvinningarna har i ökad utsträckning kunnat tillämpas i tekniska lösningar av olika slag. Idag är kopplingarna mellan teknik och naturvetenskap ofta så intrikata att det är svårt att se var gränserna går mellan de båda kunskapsområdena. Det gäller t ex modern bioteknik och många nya material, som tas i bruk idag. Men det innebär alltså inte att de två områdena kan beskrivas som ett enda kunskapsområde med samma syfte och metod. Se del 1 där ett mer omfattande resonemang återfinns.

Teknik och matematik

Sambandet mellan teknik och matematik har en lång tradition. Mycket av teknisk förändring har byggts på praktiskt arbete och beprövad erfarenhet. Man har provat, misslyckats, provat igen och så småningom kunnat skapa mer eller mindre exakta regler, som utgjort den kunskapsmassa som förts vidare till och utvecklats av nästa generation. (De mindre exakta reglerna kallar vi ofta ”tumregler”.) Denna kunskapsform skulle vi kunna kalla teknikvetenskap. Matematiken intar här en central roll. I en rad olika

sammanhang har kraven på att kunna beräkna olika samband och storheter varit helt grundläggande.

Mycket tidigt kom matematiken att utgöra en viktig hjälpvetenskap. Inom t.ex. byggnadstekniken har geometrin historiskt spelat en central roll för att beräkna vinklar, ytor, höjd och längd. I ingenjörernas arbete har kunskapsområdet länge utgjort ett mycket viktigt verktyg.

Vi ser det inte när vi sitter uppkopplade mot internet och letar efter en begagnad bil, men de processer som arbetar i datorn bygger ytterst på matematik. I Sverige kallades också datorerna till en början för matematikmaskiner. I engelskan har man kvar begreppet, computer – d.v.s. ”beräkningsmaskin”. ”Computer”, räknebiträde, var också den yrkestitel de damer hade som skötte många av de uppgifter datorerna sedan tagit över.

Sammanfattande kommentarer

Teknisk förändring bygger numera i hög grad på den kombination av allt större teknisk kunskapsbildning och kunskaper från andra vetenskapliga fält, inte minst matematiken och naturvetenskaperna. Det är ett mönster man kan lägga märke till när man följer en teknisk lösning och dess förändring genom historien. Någonstans bidrog kunskaper från ett annat fält till att tekniken förändrades. Teknikämnet kan i samspel med de samhällsorienterade, naturvetenskapliga och praktiskt estetiska ämnena ge goda förutsättningar för eleverna att utveckla sin förmåga att tänka associativt och göra kreativa kombinationer och se nya samband.

Myten om den ensamme Uppfinnaren

Det finns anledning att punktera, eller i alla fall sticka en nål i, en vanlig mytbildning om ”teknikens hjältar”. Inte sällan är det män som glorifieras. Här gäller förmodligen samma förhållande som i vetenskapshistorien: kvinnorna har inte funnits med. I många teknikhistoriska beskrivningar utgör den ensamme, geniale Uppfinnaren en central gestalt. Men den bilden är mycket sällan sann.

Kardborrbandets tillkomsthistoria (återgiven på s 5) lär vara sann, men det finns också gott om myter kring den här sortens tankesprång, t.ex. att Elias Howe skulle ha fått sin idé om symaskinsnålen i drömmen. En liknande historia berättas om James Watt, som också han i drömmen skulle ha kommit på hur han skulle kunna förbättra ångmaskinen. Watt uppfann inte ångmaskinen. Han förbättrade en redan använd teknik. Ångmaskinen är bra exempel på att det nästan alltid är omöjligt att utnämna en person till uppfinnare. Det fanns åtskilliga patent innan Watt gjorde sina viktiga förbättringar.

Det gäller t.ex. också glödlampan, telefonen, televisionen, datorn och många fler tekniska landvinningar. Vanligen står fler personer bakom en viss teknik, ibland medvetna, ibland omedvetna om varandras ansträngningar. Det var t.ex. inte en person som 2014 fick nobelpriset för utvecklingen av LED-ljuset (Light Emitting Diod), utan tre. Ett faktum som inte motsäger förekomsten av enskilda personers ofta geniala insatser och infall. De Mestral och hans kardborrband är ett exempel.

Den här sortens myter tycks fascinera och fånga intresse. Att använda sig av dem i undervisningen kan därför ha sina poänger – men det är nog klokt att samtidigt förhålla sig en smula skeptisk till dem. Att diskutera bilden av den ensamme Uppfinnaren när man undersöker teknisk förändring är ofta både spännande och viktigt. Först mötet med hjälten, den store uppfinnaren. Sedan – när man t.ex. låter eleverna studera historien lite närmare – upptäcker man en tillkomsthistoria med betydligt fler trådar och förgreningar. Den historien är ofta än mer spännande än den om det ensamma geniet. Och både sannare och mer lärorik.

Vilka nya bilder och myter kommer att växa fram ur vår tids teknikutveckling? Vad kommer att skrivas om t.ex. Bill Gates, Steve Jobs och Ingvar Kamprad om 50 eller 100 år?

Teknisk förändring i undervisningen

Den tekniska förändring som ständigt pågår kring oss lägger vi inte alltid märke till. Förändringarna sker succesivt. Mycket av den teknik som omger oss och som vi använder oss av dagligen har funnits där länge, men i de flesta fall förändrats mer eller mindre och på olika sätt. Därtill kommer förstås teknik som inte fanns tillgänglig för fem eller tio år sedan.

Går vi än längre tillbaka och jämför med den teknik som fanns för låt säga 50–60 år sedan blir förändringarna naturligtvis mer märkbara. Att göra den sortens jämförelser är för övrigt en ofta

uppskattad metod som erbjuder eleverna möjligheter att prata med personer som faktiskt var med. Låt dem intervjuas äldre personer om konkreta tekniska processer, t.ex. mat, transporter, bostäder, vatten och avlopp. Att jämföra dessa berättelser med hur det går till idag kan bidra till förståelsen av hur olika teknikområden förändrats över tid och hur förändringen gått till. Och då kan de ”förändringsmönster” som presenterats i detta avsnitt fungera som verktyg med vars hjälp man kan göra teknisk utveckling begriplig.

Referenser

(Sundin 1991, Hansson 2002, Arthur 2009)

Arthur, W. B. (2009), *The nature of technology: what it is and how it evolves*, London; New York, Allen Lane.

Hansson, S. (2002), *Den skapande människan: om människan och tekniken under 5000 år*, Lund, Studentlitteratur.

Sundin, B. (1991), *Den kupade handen: historien om människan och tekniken*, Stockholm, Carlsson.