

Teknik och teknisk förändring

– mönster och drivkrafter

Varför en text om teknik och teknikens drivkrafter?

I grundskolans kursplan för teknik finns flera skrivningar som handlar om teknisk förändring och de bakomliggande drivkrafterna. Redan i det inledande stycket hittar vi:

”Tekniska lösningar har i alla tider varit betydelsefulla för människan och för samhällets utveckling. Drivkrafterna bakom teknikutvecklingen har ofta varit en strävan att lösa problem och uppfylla mänskliga behov.”

I syftesbeskrivningen står bl.a. att eleverna skall ges möjlighet *”att utveckla förståelse för att teknisk verksamhet har betydelse för, och påverkar, människan, samhället och miljön.”* och utveckla sin förmåga att *”att bedöma tekniska lösningar och relatera dessa till frågor som rör estetik, etik, könsroller, ekonomi och hållbar utveckling”*.

I samma avsnitt:

”Undervisningen ska bidra till att eleverna utvecklar kunskaper om teknikens historiska utveckling för att de på så sätt bättre ska förstå dagens komplicerade tekniska företeelser och sammanhang och hur tekniken påverkat och påverkar samhällsutvecklingen.”

Två av de fem förmågor som eleverna skall utveckla handlar också om dessa frågor:

*Värdera konsekvenser av olika teknikval för individ, samhälle och miljö,
Analysera drivkrafter bakom teknikutveckling och hur tekniken har förändrats över tid.*

Ett viktigt syfte med teknikundervisningen är således att bidra till elevernas förståelse av hur teknik utvecklas över tid och hur den utvecklingen kan förklaras.

Styrande formuleringar i Centralt innehåll

I kursplanens avsnitt Centralt innehåll anges följdriktigt ett undervisningsinnehåll, som fokuserar på teknisk utveckling:

Centralt innehåll 1-3 Tekniska lösningar

- Några vanliga tekniska lösningar där människan härmat naturen, till exempel den kupade handen som förebild för förvaringskärl.

Centralt innehåll 4-6 Teknik, människa, samhälle och miljö:

- Hur tekniska system i hemmet och samhället förändrats över tid och några orsaker till detta.
- Konsekvenser av teknikval, till exempel för- och nackdelar med olika tekniska lösningar.

Centralt innehåll 7-9 Teknik, människa samhälle och miljö:

- Samband mellan teknisk utveckling och vetenskapliga framsteg. Hur tekniken har möjliggjort vetenskapliga upptäckter och hur vetenskapen har möjliggjort tekniska innovationer.



- Konsekvenser av teknikval utifrån ekologiska, ekonomiska, etiska och sociala aspekter, till exempel i fråga om utveckling och användning av biobränslen och krigsmateriel.
- Hur kulturella föreställningar om teknik påverkar kvinnors och mäns yrkesval och teknikanvändning.

Poängen med ett teknikhistoriskt perspektiv

Den tekniska utveckling som sker i vår egen samtid är ofta svår att överblicka och tolka. Ett skäl är förstås att tekniken idag, jämfört med för exempelvis 500 hundra år sedan, är långt mer komplex och sammanvävd. Men det behövs också ett längre tidsperspektiv för att kunna skönja aktuella trender och konsekvenser. Genom att studera teknisk utveckling över längre tidsperioder kan vi urskilja mönster och strukturer, som vi kan ha användning av när vi vill förstå och bedöma teknisk förändring i vår egen tid.

Teknikhistoria kan också bidra med viktiga perspektiv i samtal om ”frågor som rör estetik, etik, könsroller, ekonomi och hållbar utveckling”. Hur har till exempel tidigare generationer reagerat på ny teknik? Hur har den tekniska utvecklingen påverkat könsrollsmönstren? Teknikens påverkan på miljön är långt ifrån någon ny företeelse – vad kan vi lära av teknikhistorien?

Tre frågor står här i fokus och alla tre har en teknikhistorisk dimension och hänger ihop:

- Vad är teknik?
- Hur går teknisk förändring till?
- Vilka faktorer är det som driver fram den?

Mönster som verktyg för förståelse

De tre frågorna har inte några entydiga, lätt avgränsade svar. Ytligt sett kan ju den tekniska förändring, som skett under årtusenden och som sker runt om oss idag, te sig som ett virrvarr av händelser och processer. Deras ”inre liv”, deras relation till sin omgivning och placering på en tidslinje är svåra att genomskåda. Men så är det med det mesta vi möter, ända tills vi tar oss tid att studera det hela lite närmare och mer systematiskt. Det är först då vi kan urskilja mönster och strukturer i det som i förstone kanske framstår som kaos. Men det handlar i hög grad om mentala ”konstruktioner”. Ett utmärkande drag för oss människor är att vi förstår vår omgivning genom att ordna och skapa kategorier, eller mönster. Det gäller förstås också när vi vill förstå teknik och teknisk utveckling.

Denna kortfattade text presenterar några viktiga utvecklingsmönster, som kan vara till hjälp när man vill analysera och förstå teknisk utveckling historiskt eller i ett nu- och framtidsperspektiv, i enlighet med kursplanens intentioner. Det är långt ifrån de enda möjliga, och gränserna mellan dem är långt ifrån knivskarpa – men de kan ändå fungera som didaktiska ”verktyg”.

Vad är teknik?

Människans förmåga att – på gott och ont – utveckla teknik är tillsammans med språket det som i hög grad gör oss till människor. Ta bort all teknik och vi hamnar nakna på bara marken! Men just det faktum att vi ständigt omges av teknik leder möjligen till att vi tar den för given. Den bara finns där. Kanske är det en förklaring till varför teknik och teknisk utveckling, och dess betydelse för samhället och våra egna liv, ofta ägnas ett så relativt begränsat intresse. Om



det inte handlar om något alldeles extra spektakulärt, exempelvis en stor olycka där tekniken på ett eller annat sätt spelat en viktig roll.



(Modell från Musé d'Archéologie site de Terra Amata. Foto: T Ginner)

Ett "kök" från äldre stenålder och ett från vår egen tid. Det skiljer minst 200 000 år mellan de två miljöerna. Hur skulle en lista på de tekniska skillnaderna kunna se ut? (till exempel material, energi, verktyg m.m.)

Men en diskussion om vad som driver fram teknisk förändring, och hur den förändringen går till, kräver att vi har en någotsånär gemensam uppfattning om vad teknik är. Det finns många skiftande svar på den frågan. Ett är just det som inleder kursplanen: teknik handlar i hög grad om att "att lösa problem och uppfylla mänskliga behov". Den formuleringen är värdeneutral – säger inget om "ond" eller "god" teknik. Splitterbomber fördöms av de flesta, men militära organisationer har uppenbarligen ansett sig ha behov av dem. Det är bland annat den sortens behov som påkallar en diskussion om teknik, etik och moral.

"Att lösa problem och uppfylla mänskliga behov" är ju därtill en mycket vid beskrivning. Vi löser problem och tillfredsställer behov i en rad olika sammanhang. En juridisk tvist kan lösas med hjälp av förhandlingar, eller ett miljöproblem med anvisningar eller lagar. I dessa och andra sammanhang använder vi också ofta ordet teknik – förhandlingsteknik, utredningsteknik o.s.v. Men då handlar det inte om den sorts teknik kursplanen avser, utan snarare om att det finns etablerade strukturer, metoder och regler att använda sig av i dessa sammanhang.

Den teknik kursplanen diskuterar handlar om av människan tillverkade fysiska, materiella konstruktioner, och de kunskaper och praktiska färdigheter som är förbundna med dessa. Det kan vara ett verktyg, en apparat av något slag eller stora, komplicerade sammansättningar av den sortens anordningar, till exempel ett järnvägssystem. I det senare fallet talar vi om tekniska system. De får en allt större betydelse för individ och samhälle, och blir därmed allt viktigare att förstå och diskutera. Gemensamt både för det enkla verktyget och de storskaliga systemen är att de har en uppgift, ett ändamål. De används för något syfte. Det är en första viktig bestämning av begreppet teknik.



Komponenter och underkomponenter

Den teknik som omger oss består så gott som alltid av inbördes samverkande delar eller komponenter. Plockar vi isär en dammsugare hittar vi till exempel en elmotor med fläkthjul, en dammbehållare av någon sort, en slang med olika munstycken och en strömbrytare. Men det är inte slut med det. Flera av de här komponenterna, exempelvis elmotorn, är i sin tur sammansatta av mindre komponenter, som i sin tur ofta består av komponenter, som i sin tur o.s.v. Man kan ta nästan vilket tekniskt föremål som helst och man finner samma mönster.



Äldre ficklampa med få komponenter.



Ficklampa från 2014 med betydligt fler komponenter: Generator kopplad via kuggväxel till veven, laddningsbart knappcells batteri, kretskort, solcell, ledlampor och plasthölje.



Man kan ganska enkelt göra ett "utvecklingsträd" genom att "googla" varje komponents historia. Det visar sig då att rötterna sträcker sig rätt långt tillbaka i historien för flera av dem.

Många av våra allra äldsta verktyg har vanligen bara några få komponenter, exempelvis en enkel träskafthammare har två: ett skaft och ett hammarhuvud. (hammare av fornsvenskans hamar, sten) Men mycket av den teknik vi idag använder – till exempel mobiltelefoni, "världens största maskin" – består av stora komplex av över-, under- och sidoordnade komponenter, som alla har olika funktioner, eller uppgifter, i det system eller i den apparat de ingår. De bildar långa kedjor av komponenter, sammanlänkande i mer eller mindre komplexa nät. I stora tekniska system rör det sig om åtskilliga hundra eller tusentals komponenter – ordnade bredvid varandra och i hierarkier.



Tänger, skruvnycklar och andra viktiga verktyg

Hur gammal är egentligen tången?



En kniv, också det ett verktyg med en mycket lång historia, består vanligen av två komponenter: knivblad och handtag. En Boeing 747, en så kallad "Jumbojet", lär innehålla cirka 6 miljoner delar. De svarar för en rad olika funktioner, som samverkar för att det hela skall fungera som tänkt. Här är det på sin plats att tala om ett tekniskt system. Flygplanet ingår i sin tur i ett, eller om man så vill, flera olika system, som sammantaget bildar ett globalt tekniskt system med flygplatser, trafikledning, bagagehantering, säkerhetssystem m.m.

Teknisk förändring – några vanliga mönster

Justeringar och stegvisa förbättringar

Beskrivningen av teknik som bestående av kedjor, eller kanske snarare som nät av komponenter, är viktig för förståelsen av hur nya tekniska produkter kommer till. Den processen sker på olika sätt, alltifrån stegvisa justeringar och förbättringar av någon eller några av komponenterna till större tekniska genombrott, där teknikens uppgift är densamma, men där någon ny princip eller nytt material används.

Det kanske allra vanligaste sättet att förändra teknik är att göra successiva, större eller mindre justeringar för att förbättra prestanda, öka säkerheten, förenkla användningen o.s.v. Det sker 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.

Jämför till exempel en tvättmaskin eller ett kylskåp från 1950-talet med dagens exemplar. Vi har inga problem med att se vad de är till för. Men tittar vi närmare finner vi en lång rad förändringar. Detsamma gäller bilen. Vi kallar både en T-Ford och en modern personbil för "bil", men skillnaderna är ändå stora. Under senare år har till exempel plåten successivt ersatts av plast och andra så kallade kompositmaterial. Material och tillverkningsmetoder har utvecklats successivt under flera år och används nu dessutom inom allt fler teknikområden.



Tvättmaskinen Rurik från ca 1900,
Tekniska museets samlingar



Tvättmaskin, 2015

Det skiljer drygt hundra år mellan dessa båda tvättmaskiner. Hur fungerade Rurik när man fällt ner locket? Vad har den maskinen gemensamt med den moderna – och hur skulle en lista på de tekniska skillnaderna se ut? (Till exempel material, energi, styr- och reglering m.m.)



Ett annat, äldre och välkänt exempel är ångmaskinen. Man brukar ibland påstå att skotten James Watt uppfann ångmaskinen. Men det gjorde han inte. Det fanns flera olika, patenterade versioner före hans. Men han genomförde viktiga och avgörande förbättringar. Men utvecklingen stannade inte vid Watts maskin. Andra tog vid och fortsatte att förbättra ångmaskinen på olika sätt. En process som pågick ända tills den successivt kom att ersättas av förbrännings- respektive elmotorn.

Den sortens stegvisa teknikförändring är en viktig förklaring till teknisk utveckling och ett mönster man kan ta hjälp av när man undersöker hur en specifik teknik utvecklats över tid.

“Flyttande” eller “vandrande” teknik

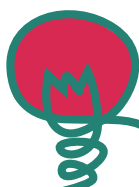
Några av exemplen ovan visar också på ett annat vanligt mönster: man drar nytta av komponenter eller material som redan används inom andra områden. Det gäller tvättmaskinen och kylskåpet. Jämför en cykel från 1930-talet med en modern standardcykel. Vi kallar båda exemplaren för ”cykel”, men tittar vi närmare så finns där en rad tekniska förbättringar när det gäller mekanik, ljus och inte minst nya, lättare material, ”inlånade” från andra teknikområden.

I teknikhistorien finner vi åtskilliga exempel på hur en viss teknik, t.ex. ångmaskinen, sprider sig till en lång rad andra teknikområden. I ångmaskinens fall började det i gruvorna för att pumpa upp vatten, men den kom sedan att användas för att driva vävstolar, lokomotiv, fartyg och mycket annat. En ny teknik utvecklas, etableras och tas i bruk inom helt andra områden. Idag är kanske det mest slående exemplet datatekniken, som flyttar in i snart sagt vartenda teknikområde. Den återfinns i vävstolar, gräsklippare, spisar, leksaker och i ett oändligt antal andra apparater, till och med i medicinska hjälpmedel som opereras in i människokroppen, till exempel pacemakern.

Hålkortets “nollar” och “ettor” – en minst 300 år gammal teknik

Ett intressant och spännande exempel på ”flyttande” teknik utgör kedjan vevorgel (positiv) – hålkortsmaskin – dator. Låt oss börja mitt i kedjan. Under det sena 1800-talet fick amerikanen Herman Hollerith i uppdrag att göra en folkräkning. Han ville pröva en ny idé och konstruerade en maskin som använde hålkort för att ordna materialet och utföra olika beräkningar. Mekaniken kände av om det fanns hål eller ej i kortet och en viss kombination av hål gav en bestämd information, som Hollerith sedan kunde bygga sin rapport på. Holleriths verksamhet ledde tjugo år senare till IBM, ett idag välbekant företag inom informationshantering. Företagets hålkortsmaskiner användes världen över ända in på 1970-talet. Men var Hollerith först?

Syftet med hans maskin var att underlätta folkräkningen i USA. Idén att använda hålkort som ”programvara” fick Hollerith från en komplicerad matematikmaskin, utvecklad i England av Charles Babbage och Ada Lovelace under 1800-talets första hälft. Den styrdes av ett program som måste kunna lagras och vara lättillgängligt. Lösningen blev hålkort. Babbage fick idén från den hålkortsstyrda vävstol, som fransmannen Joseph-Marie Jacquard utvecklat vid sekelskiftet 1800. Den vävtekniken används än idag, om än moderniserad, och produkten kallas just jacquardväv. Möjligen kan också Hollerith fått uppslaget att använda hålkort direkt från Jacquard. Det var hur som helst inget Babbage och Hollerith kom på själva. Men de förstod hur de skulle kunna använda tekniken för helt andra ändamål än vävning.





En hålkortsstyrd Jacquardvävstol.
Den används än idag i Almgrens
sidenväveri, etabl. 1833 i Stock-
holm.

Jacquard var dock inte heller först. Han utvecklade och förbättrade de hålkortstyrda vävstolar han sett när han under 1700-talets sista hälft arbetade i Lyons sidenväverier. Några årtionden tidigare hade nämligen en annan fransman, Jacques de Vaucanson, inspektör vid sidenväverier i Lyon och en berömd mekaniker, förbättrat de ”hålremsestyrda” vävstolar som redan då användes i Lyon. De var byggda av en sidenvävare vid namn Basile Bouchon, cirka 1725. Men varifrån hade Bouchon fått idén att arbeta med hålremсор?

Bouchons far byggde positiv, så kallad vevorglar. Vilka toner som instrumentet spelade styrdes av små piggas på en roterande trumma – på samma sätt som i barnens speldosor idag. För att få dessa piggas rätt placerade på trumman använde sig pappa Bouchon av en pappersremsa med små hål i. Den lade han över trumman och markerade var piggarna skulle sitta. Det var den tekniken som Basile Bouchon såg och som han förde över till en helt annan verksamhet, sidenvävning.

Hålremsan och senare hålkortet användes således för att lagra information och styra både vävstolar och mekaniska ”matematikmaskiner”, d.v.s de hade samma funktion som dagens datorprogram. Men hur gick styrningen till? ”Nålar” kände av kortet: hål eller inte hål. Om det fanns ett hål åkte ”nålen” igenom och ledde till en bestämd rörelse i maskinen. Det fanns alltså två lägen: öppet eller stängt.

Det är också den grundprincip dagens datorer arbetar med fast då är hålen ersatta av ettor och nollor, d.v.s det vi idag kallar för det binära talsystemet. Hålkorten är sedan länge borta. Idag processas ettorna och nollorna i elektroniska kretskort. Den teknik, som utvecklades inom radio- och radarteknik under andra världskriget, togs tillvara och flyttades över till de nya matematikmaskinerna. Hålkorten försvann och maskinerna blev allt mindre mekaniska. När transistor och kretskorten utvecklades kom utvecklingen att gå allt snabbare och maskinernas minnen blev allt större samtidigt som de kunde göras allt mindre. Den synliga mekaniken hade ersatts av elektroniska processer.



Det här är ett typiskt exempel på hur teknisk utveckling kan gå till. Från positivtillverkning, till vävteknik, till en tidig, helt mekanisk matematikmaskin, vidare till hålkortsstyrda ”folkräkningsmaskiner”, som sedan med hjälp av den nya elektroniken utvecklats vidare till de datorer vi använder idag. Det går att hitta åtskilliga andra exempel inom andra teknikområden.

Det är just det faktum att datorutvecklingen har sina rötter i den tidiga hålkortstekniken som lett till att man ofta ser Jacquards och Babbages maskiner som början på den datorutveckling som sker idag. Under senare år har forskningen gett lady Ada Lovelace en mer framträdande roll i arbetet med matematikmaskinen än man tidigare tilldelat henne.

Tar vi exemplet ännu ett stycke, finner vi att utvecklingen gått hela varvet runt. De apparater och maskiner, där hålkortstekniken en gång startade, innehåller nu modern, elektronisk datorteknik. Vävstolar i industrin styrs i dag av datorer. Keyboards och många andra instrument utnyttjar en likartad teknik. Vi är tillbaka där vi började – i instrumentverkstaden och väveriet. Dagens datorer och deras kretskort är kanske ett av de allra kraftfullaste exemplen på hur en teknisk princip kan utnyttjas i maskiner som har helt olika funktion och syfte. Idag sitter den tekniken i allt från rymdskyttlar till leksaker.



En radiostyrd leksaksrobot som kan skjuta gummikulor.

Leksaker väcker flera intressanta ”teknikfrågor”, till exempel hur återspeglas teknikutvecklingen i barnens leksaker? Vilka frågor om till exempel etik och könsroller väcker de?

Den beskrivna utvecklingen från tidigt 1700-tal till idag är ett ovanligt tydligt exempel, men man kan nästan ta vilken teknik som helst och man finner precis samma mönster: komponenter, som flyttar mellan olika teknikområden och kan resultera i t.ex. en apparat som kan göra något helt nytt, eller ersätta en äldre teknik och utföra samma uppgift – fast kanske snabbare och billigare. Men det är viktigt att komma ihåg att den här processen sällan sker utan – ofta idérika – förbättringar och anpassningar till den nya uppgiften. Det gäller förstås också utvecklingen från handvevade orglar till IBM:s hålkortsmaskiner till dagens smartphones.

Teknik som flyttar eller vandrar mellan olika teknikområden är exempel på ett mönster som kan vara användbart när man letar förklaringar till en viss tekniks utveckling.

Gammal teknik i ny teknik

Exemplen och resonemangen ovan leder till en intressant och viktig slutsats. Det finns i princip ingen teknik, som plötsligt dyker upp från ingenstans. Studerar vi till exempel hur dammsuga-



ren och diskmaskinen utvecklats, från hand- eller fotdrivna, ganska enkla maskiner till automatiska, programmerbara apparater kan vi se hur man hela tiden byggt på tidigare teknik och lösningar. Det innebär att det mesta av det vi kallar ”ny” teknik består 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. Ännu ett viktigt mönster att ta hjälp av när dagens teknik skall analyseras! Hur ser till exempel solcellens ”utvecklingsträd” ut?

Men det finns en typ av teknikutveckling som inte riktigt stämmer med den här beskrivningen. I teknikhistorien – och även idag – finns många exempel på hur en ny teknik vuxit fram därför att människan förstått hur man kan utnyttja en inte tidigare använd naturföreteelse eller effekt, till exempel strömmande vatten eller avancerad atomfysik. Det kan gälla vattenhjul, kärnkraftverk eller ledlampor. Till det återkommer vi.

Teknisk omvärldskunskap

Men teknisk utveckling kan inte enbart förklaras med teknik som hoppar från en maskin till en annan. Den gör det inte av sig själv. Hålkortsexemplet visar vilken betydelse information och kunskap från andra teknik- och samhällsområden har. För exempelvis Jacquard var erfarenheterna från sidenväverierna i Lyon avgörande. Babbage hade på något sätt fått kännedom om Jacquards hålkortsstyrda vävstolar. En teknisk kunskap som sedan Hollerith utnyttjade i sin folkräkningsmaskin ett halvt sekel senare.

Ett specialfall av kunskapsspridning, som påverkar teknikutvecklingen, 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 tidigare stod i vart och vartannat bondehem. Den hade utvecklats i den flera tusen år gamla sidenindustrin i Kina, och nådde först södra Europa via arabländerna och spreds sedan vidare norrut någon gång kring år 1000.



En trampvävstol från vår egen tid men med sina ”tekniska rötter” i de kinesiska sidenväverierna för mer än 2000 år sedan.

Idag sprids teknik snabbt och över stora avstånd. Effektivare transporter, internet m.m. 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, till exempel genom att studera nya patent och patentansökningar, följa teknisk utveckling i olika media – eller genom ett mer eller mindre aggressivt industrispionage. Många patentstrider kan nog ofta 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.

Att leta efter den här sortens kunskapsöverföring när man undersöker hur en viss teknik förändrats kan bidra till förståelsen av hur det gått till.

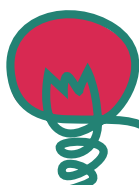
Teknisk genialitet

Ingenjörer engagerade i utvecklingsarbete kan berätta om hur de oväntat kommit på en lösning på ett problem, som sysselsatt dem och kanske en hel utvecklingsgrupp. Insikten har ofta dykt upp långt borta från ritbordet. En promenad, en naturakttagelse eller ett biblioteksbesök har oväntat gett en association, som lett fram till 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. Men det är 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 sortens geniala idéer dyker mycket sällan upp utan teknisk och annan omvärldskunskap. Bouchons idé att flytta hålkortsremorna från faderns instrumentverkstad till väveriet vågar vi kanske kalla genial. Men här handlade det om en person, som tack vare sin uppväxt var bekant med en helt annan teknik än den han själv arbetade med.

Symaskinens historia rymmer också ett exempel på ett genialt infall. 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 bland annat vid sömnad i läder. De har ofta nålsögat i spetsen. I så fall ännu ett exempel på vikten av omvärldskunskap – och associationsförmåga. Möjligen har erfarenheten och den möjliga lösningen dykt upp i en dröm – men inte ur tomma intet.

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. Den nya tekniken var ju just mobil och man förflyttade sig hela tiden mellan olika sändar- och mottagarantennar, vilket krävde en annan ”anropsmetod”. Laila Ohlgren, ingenjör vid dåvarande Televerket, 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 en världsstandard! Något patent tog hon aldrig ut. Också Ohlgren var väl förtrogen med sitt teknikområde, telekommunikation, och problemställningen.



“Gör tvärtom!”

Howes lösning på nålproblemet kan också ses som ett specialfall av genialiska infall, eller t.o.m. som en metod som kan användas systematiskt när man vill lösa ett tekniskt problem: vad händer om jag gör tvärtom?

”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 intressant. Ett amerikanskt patent från 1890-talet 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. Han konstruerade en maskin, som utnyttjade ett välkänt ”naturfenomen”, vakuum, eller snarare undertryck. Maskinen drevs antingen av en ångmaskin eller en förbränningsmotor. Senare ersatta av en elektrisk motor. De första dammsugarna var så stora att de fick flyttas med hjälp av häst och vagn eller bil. Slangarna fick man ta in genom fönster och dörrar. När elmotorn successivt förbättrades och blev allt mindre började man utveckla dammsugare av det format vi känner idag.

Att härma naturen

En speciell sorts lösning – ibland som resultat av en systematisk undersökning, ibland mer som en ”blixtnöjs från klar himmel”, ett resultat av en oväntad association – är de lösningar som inspireras av naturen. Isbjörnspälsen har systematiskt studerats i detalj för att finna bättre isoleringsmaterial. Hajens skinn skall ha lett till nya material för tävlingssimmare o.s.v. Det finns gott om sådan systematisk ”härming”, 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 var ute och jagade med sin hund och såg hur kardborrarna fastnade i hundens päls. Skulle den effekten inte kunna utnyttjas för att fästa samman exempelvis textilier? Det skulle ta nästan tio år att utveckla idén till en användbar produkt. Idag används kardborrbandet i en lång rad tillämpningar; i skor, i operationssalar, i rymdfarkoster och i många andra sammanhang.

Kardborrbandets tillkomsthistoria lär vara sann, men det finns också gott om myter kring den här sortens tankeprång, som till exempel att Elias Howe skulle ha fått sin idé i drömmen. En liknande historia berättas om James Watt (1736-1819), som också han i drömmen skulle ha kommit på hur han skulle kunna förbättra ångmaskinen. 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 förhålla sig en smula skeptisk till dem. Ofta är det skrönor med liten eller ingen sanningshalt.

I populärhistoriska beskrivningar av ny teknik utnämner man ofta en person till Uppfinnaren, till exempel James Watt och ångmaskinen. Det är nästan alltid en man. Men den ovan nämnda Ada Lovelace är inte den enda kvinnan som lämnat viktiga bidrag till teknikutvecklingen och det är intressant och givande att leta efter dem. Den utmaningen får vi lämna därefter här, men företeelsen lämpar sig väl för en diskussion om teknik och kön.



Det får räcka med att betona att bilden av den ensamme, heroiske Uppfinnaren sällan stämmer. Ångmaskinen och dammsugaren är bra exempel på att det nästan alltid är omöjligt att utnämna en person till uppfinnare. 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. Ett faktum som inte motsäger förekomsten av enskilda personers ofta geniala insatser och infall. De Mestral och hans kardborrband är ett exempel.

Tekniska genombrott eller "riktigt" ny teknik

Vi har sett hur teknik förändrats genom stegvisa förbättringar, eller hur en teknik tagits över från ett område till ett annat.

Riktigt stora teknikgenombrott sker dock, som redan tidigare nämnts, när en helt ny princip, som utnyttjar ett inte tidigare känt eller använt naturfenomen, blir utgångspunkt för nya tekniska lösningar. Ångmaskinen är ett sådant exempel och som bygger på det över- eller undertryck som skapas när vatten förångas eller kondenseras. Den ersatte till att börja med successivt de väderkvarnar, vattenhjul och så kallade ox- och hästvandringar (en anordning där dragdjur driver en axel, som i sin tur är kopplad till en pump eller annan maskin), som drev bland annat gruvornas pumpar och mjölnarens kvarn. Ångtekniken spreds sedan till en rad andra användningsområden och ersatte vattenhjul och hästar i industrier, och placerades till exempel i lokomotiv och fartyg.

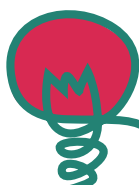
Ett annat och senare tekniskt genombrott, när det gäller energiöverföring och kraftutvinning, bygger på den under 1800-talet växande naturvetenskapliga kunskapen om elektricitet och dess egenskaper. Det leder till utvecklingen av den elproducerande generatoren och den eldrivna motorn. Idag sitter det elmotorer i en oändlig räckvidd maskiner och andra tekniska lösningar. Den förändrade produktionsvillkoren i grunden – och också mycket av arbetet i hemmet. För att inte tala om vad den betyder för dagens leksaker!

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 en metod för att använda de nya insikterna i tekniska sammanhang.

Övergången från hålkort till radiorör och vidare till transistorer och kretskort är just exempel på teknikgenombrott där uppgiften, eller ändamålet är detsamma, men där en ny teknisk princip, byggd på ett inte tidigare utnyttjat naturfenomen, successivt ersätter en äldre teknik. Exempelen här visar på stora tekniska genombrott, till exempel ångans och elektricitetens egenskaper, som bygger på skilda grundprinciper, inte sällan baserade på kunskapsutvecklingen inom naturvetenskapen.

Teknik och naturvetenskap

Naturvetenskapernas roll för den tekniska utvecklingen har successivt blivit allt viktigare. Människans tidiga teknik byggde på naturfenomen, som inte var alltför djupt dolda och svåra att upptäcka. Idag utnyttjar vi fenomen som inte skulle kunna upptäckas utan vetenskaplig forskning. Kvantteorin ligger till exempel till grund för en rad moderna teknikområden, inte



minst inom elektroniken. Att många av oss har svårt att förstå vad den här teorin går ut på hindrar oss inte från att använda teknik, som bygger på de här kunskaperna. Kvartsuret är bara ett av många exempel.

Även om naturvetenskapens kunskapsuppbyggnad spelar en viktig roll för dagens teknikutveckling, innebär det 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 långt mycket längre historia än den kunskap vi idag kallar naturvetenskap. För det andra har de båda kunskapsområdena olika syften.

Enkelt uttryckt handlar teknik om att med hjälp av olika konstruktioner hitta fungerande lösningar på problem – som kan lösas med teknik. Det har gjorts och görs fortfarande ofta utan en tanke på vilka naturvetenskapliga lagar och fenomen som är inblandade. Huvudsaken är att den lösning man väljer fungerar och gör det den är tänkt att göra på ett acceptabelt sätt. Tekniken är ”människogjord”.

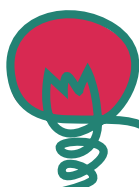
Naturvetenskapen syftar till att förstå och förklara fenomen i naturen, d.v.s det icke människogjorda. I Nationalencyklopedin definierar man naturvetenskap som ”den sammanfattande benämningen på de vetenskaper som studerar naturen, dess delar eller verkningar.” Det är något annat än att arbeta med tekniska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

Det handlar således 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. Naturvetenskaperna skulle stå sig slätt utan dagens avancerade teknik. Det gäller inte minst den roll dagens kraftfulla datorer 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 till exempel modern bioteknik och många nya material, som tas i bruk idag. Men det innebär alltså inte att dessa två områden kan beskrivas som ett enda kunskapsområde med samma syfte och metod.

Vilka är de faktorer som driver på teknikutvecklingen?

Hitills har vi diskuterat hur teknisk utveckling kan gå till. Men vad är det som driver på denna utveckling? Vilka är drivkrafterna? Här finns inte något enkelt, välavgränsat svar, men det är möjligt att peka på några olika typer av drivkrafter, verksamma såväl historiskt som i vår egen tid. I verkligheten överlappar de ofta varandra, men det kan vara värt att försöka urskilja några för undervisningen användbara mönster.



Teknisk "klåfingrighet"

En mycket enkel förklaring till kanske framför allt de små, stegvisa förbättringarna är enskilda individers nyfikenhet och strävan att förbättra ett verktyg, en maskin eller ett tekniskt system av något slag. Man ser ofullkomligheter och kan inte låta bli att göra något åt dem.

Det finns gott om exempel på hur anställda i exempelvis industrin kommit med förslag till förbättringar, inte i första hand för att bidra till företagets ekonomi, utan för att man helt enkelt sett en bättre lösning. Ett slags förbättringsinriktad teknisk "klåfingrighet".

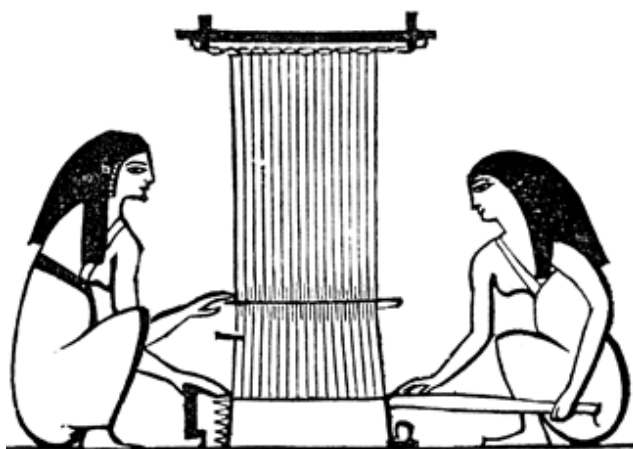
Genomgripande, samhällliga förändringar

Den sortens utvecklingsarbete har långsiktigt varit en viktig drivkraft, men det finns andra, "utomtekniska" drivkrafter som spelat och spelar en viktig roll när det gäller att få fram ny och effektivare teknik.

Övergången till jordbruksekonomi leder till ny teknik

Så kan till exempel stora förändringar i människans livsvillkor, ekonomi och kultur möjliggöra och driva fram ny teknik. Ett exempel på sådana stora skiften är när människorna, för cirka 10000 år sedan, på några olika håll i världen successivt övergick från att leva som jägare och samlare till att bli bofasta jordbrukare. Det är en av de största och mest genomgripande förändringar som människosläktet upplevt och som skapade helt nya villkor för den tekniska utvecklingen.

Vävning är ett bra exempel. Under den äldre stenåldern levde människorna – beroende på det omgivande klimatet – mer eller mindre nakna, med några få skylande och skyddande kläder, tillverkade av skinn och läder. Men i övergången mellan äldre och yngre stenålder utvecklades en ny teknik att tillverka kläder: vävning. Vävtekniken började utvecklas i och med den successiva övergången från jägar- och samlarkulturer till jordbruksbaserade ekonomier. När människorna blev alltmer bofasta fick de en mer kontrollerad tillgång på fibrer för tillverkning av tråd. De förändrade sociala villkoren ledde till nya behov och kulturella mönster växte fram, som påverkade den tekniska utvecklingen, och då bl.a. när det gäller tillverkning av textilier. Något som i sin tur kom att påverka samhällsstrukturen.



(Med tillstånd från ClipArtFCIT)

Två egyptiska väverskor för ungefär 4000 år sedan och en modern vävram för skol- och hobbybruk. Tekniken är densamma.



Det växande behovet av att uttrycka skillnader mellan grupper, stammar eller klasser drev också på utvecklingen. Därtill kan man väl tänka sig att en ökad användning av kläder långsiktigt gjorde människorna mer känsliga för till exempel kyla. Idag är det nog få nordbor som bär kläder enbart som ett slags kulturella markörer, även om den aspekten är viktigt också idag, inte minst bland barn och unga – och värt en diskussion.

Vävningen är ett exempel på ett stort tekniskt genombrott som uppstår och möjliggörs i samband med genomgripande samhällsliga förändringar. Intressant nog är det ännu idag samma grundprincip vi använder när vi väver: en eller flera trådar (väft eller inslag) förs växelvis genom ett system av parallella trådar (varp). Den principen har sedan spritt sig till helt andra teknikområden och används till exempel i dagens bilindustri, när man i datorstyrda specialvävstolar väver ”mattor” av kompositmaterial, som sedan pressas till olika bildelar.

Kapitalismens pådrivande kraft

Ett annat exempel på en stark yttre drivkraft, i högsta grad verksam idag, utgör den under tidig medeltid framväxande kapitalismen, som successivt överflyglar och drar in jordbruket i en marknads- och penningekonomi.

I korthet kan utvecklingen beskrivas så här. Under medeltiden, från cirka 1000-talet, ökar varuhandeln. På medeltidens stora och små marknader runt om i Europa uppstår konkurrens mellan handelsmännen. Det gäller att se till att man inte går med förlust, eftersom det innebär att andra, mer framgångsrika aktörer tar marknadsandelar och till slut tvingar bort de mindre lyckosamma från marknaden. Vinst är ett överlevnadskrav.

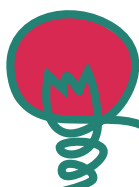
Det här leder till en spiraleffekt och en ständig jakt på bland annat effektivare produktionsmetoder. Systemet växer sig allt starkare och är till stor del förklaringen till den industriella revolutionen. En omvälvande förändring av samhälle och livsvillkor, som tar sin början i Storbritannien under 1700-talets senare hälft och sedan utvecklas allt snabbare och sprider sig till allt fler länder. Det handlar långt ifrån enbart om teknik, men den tekniska utveckling, som då tar fart och som fortsatt in i vår egen tid, är i hög grad driven av kampen om marknadsandelar och konkurrens.

Det nya produktionssystemet är ett bra exempel på en storskalig, samhällelig förändring som driver på den tekniska utvecklingen, som i sin tur i hög grad förändrat det omgivande samhället i grunden.

Flaskhalsar i produktionen

Googlar man på ”flaskhalsar i produktionen” får man cirka 50000 träffar, som handlar om flaskhalsproblem idag. Uttrycket är inte svårt att förstå. Någonstans från råvara till färdig produkt uppstår en ”trång” passage, som påverkar produktionstakten negativt – och därmed också företagets ekonomi. Problemet behöver inte nödvändigtvis lösas med teknik. Bättre organisation, förändrad personalpolitik och andra insatser kan vara nog så effektiva. Men ”flaskhalsar” har ofta drivit fram nya tekniska lösningar – och gör så än idag.

Ett klassiskt och ofta refererat exempel handlar om den tekniska utvecklingen inom den växande textilindustrin i England på 1700-talet. Av olika skäl ökade efterfrågan på vävda bomullstyger. Tillverkarna sökte då naturligtvis efter möjligheter att öka produktionen.



Hittills hade man vävt på ganska traditionella vävstolar. Enda sättet att öka produktionen var då att få folk att arbeta snabbare eller längre tid – eller både och. Men dessa metoder hade sina begränsningar. Här fanns en uppenbar flaskhals. Så patenterar på 1730-talet mekanikerna och vävaren John Kay ”the wheeled shuttle”, som han själv kallade den och som också säger något om dess konstruktion. Eftervärlden kom att benämna den ”the flying shuttle”, den flygande skytteln, eller vävstolen med ”ryckverk”.

Istället för att för hand skicka skytteln med den tvärgående tråden genom varpen, en metod som används också idag i vävstugornas vävstolar, konstruerade Key en vävstol där man genom att rycka i ett snöre påverkade en mekanism som i hög fart ”sköt” över skytteln från den ena sidan till den andra. Med den tekniken kunde man väva betydligt snabbare än tidigare. Men den effektivare vävtekniken ledde till brist på spunnen tråd och därmed en ny flaskhals. På 1760-talet dyker en för många än idag välkänd uppfinning upp: The Spinning Jenny, utvecklad av engelsmannen James Hargreaves, snickare och vävare från Lancashire. Det var en handdriven spinnrock, som kunde spinna flera trådar samtidigt. Den kom att på ett avgörande sätt öka produktionen av spunnen tråd.

Ungefär samtidigt byggde Richard Arkwright, också han engelsman, en vattendriven, större spinnmaskin, kallad the water frame. Sammantaget ledde de nya metoderna till en ökad tillgång på spunnen tråd, som i sin tur ledde till en ny flaskhals och ett behov av effektivare vävstolar. Och så har utvecklingen fortsatt.

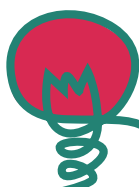
Arkwright utvecklade för övrigt inte bara textilmaskiner utan var framför allt en framgångsrik entreprenör. Han var en av de första i England att organisera produktionen i ett fabrikkssystem. År 1782 hade han 5000 anställda i sina industrier. Han har kallats ”the father of the industrial revolution” och slutade som en adlad och förmögen man – till skillnad från både Key och Hargreaves.

Behov och teknisk utveckling

I engelsk litteratur om teknisk utveckling nämns ”push and pull” som två motsatta drivkrafter. Översätter vi det till svenska blir det ”tryck och drag”. Det är inte alldeles lyckat eftersom det leder tankarna – särskilt hos en naturvetare – till fysikens tryck- och dragkrafter, och det är inte vad det handlar om här. Vi skall snarare tänka på de skyltar med ”tryck” eller ”drag” vi finner på dörrar.

I den ekonomiska litteraturen beskrivs ofta marknadsekonomi så att det är köparnas behov och efterfrågan som skapar, eller ”drar” ut nya produkter på marknaden, vilket i sin tur tvingar fram ny teknik.

Men det finns också en etablerad diskussion som problematiserar det synsättet. Om vi tittar på den produktutveckling som sker idag – är den verkligen styrd av kundernas behov? På den frågan finns det åtskilliga som svarar nej och menar att det likaväl kan vara tvärtom. En ny produkt kan t.ex. ha utvecklats i företagets forskningslaboratorium och som man gärna vill lansera. I det fallet handlar det om ny teknik som utvecklas inom systemet, som leder till nya produkter som ”trycks” ut på marknaden, med hjälp av t.ex. reklam.



När frågor om ny teknik, hållbarhet, etik och genusfrågor diskuteras är frågan om tryck- och dragkrafter en viktig del.

Militära behov – en viktig drivkraft

Genom århundrandena har militära behov varit en pådrivande kraft i den tekniska utvecklingen. Människans ofta primitiva sätt att lösa konflikter genom militärt våld har genom historien kunnat motivera stora och dyra satsningar på olika typer av vapen och militära system.

Ofta nog har den nya militärtekniken sedan spritt sig till den civila sektorn. Radar (Radio Detection And Ranging) är ett sådant exempel. Experiment med radartechnik gjordes redan i början på 1900-talet, men det verkliga genombrottet kom under andra världskriget, då radar blev en viktig del i luftförsvaret. Därefter har tekniken ”vandrat” in i många civila sammanhang och finns idag till exempel i fartyg och nöjesbåtar, flygledningscentraler, i flygplan, i fartkontroller och på många andra håll.

Ett annat exempel är jetmotorn. Den utvecklades för militära ändamål under 1930-talet, men sitter idag i en stor del av världens civila flygplansflotta.

Listan på exempel kan göras lång. Den militära teknikutvecklingen reser flera viktiga och intressanta frågor om till exempel försvar, resursanvändning, miljö och etik. Här saknas inte målkonflikter.

Nationell prestige och konkurrens

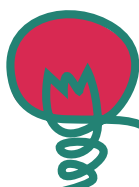
I historien finner vi gott om byggnadsverk av olika slag, som kan ses som uttryck för nationell prestige. Nationens ledning vill skapa symboler för makt och handlingskraft. För många är också rymdtekniken ett sådant exempel och framför allt de bemannade färderna till månen. Men dess försvarare brukar peka på den civila rymdteknik som idag används för att utveckla och skjuta upp väder- och kommunikationssatelliter m.m. Även här råder alltså delade meningar och det finns plats för olika ståndpunkter. Men det är svårt att förneka att själva starten hade sin grund i kapploppningen mellan Sovjet och USA på 1950- och 60-talen.

Ett annat exempel på prestige som drivkraft är det fransk-brittiska Concordeprojektet. Målet var att utveckla ett överljudsplan för passagerartrafik. Man insåg redan från början att det inte skulle bli någon vinstmaskin. Flygbolagen hävdade t.o.m. att det inte skulle gå att flyga med vinst ens om man fick det gratis. Vilket man i praktiken sedan fick. Concorde flög mellan Europa och USA i 30-tal år.

Till dagens prestigeprojekt får nog räknas de allt högre byggnader som växer upp i flera länder. När man i ett land nöjt kunnat konstatera att man vunnit kampen om vem som har världens högsta byggnad dröjer det ofta inte länge förrän man besviket upptäcker att ledartröjan sitter på ett annat torn i ett annat land.

Religioner som teknikutvecklare

Runt om i världen finns idag fantastiska byggnadsverk tillkomna på religiösa grunder. Egyptiska pyramider, grekiska och romerska tempel, arabiska moskéer och europeiska katedraler är alla exempel på en för sin tid högt utvecklad byggnadsteknik och utgör viktiga delar av vårt gemen-



samma teknik- och kulturarv. Intressant är att många av dessa byggnadstekniker fått efterföljare långt in i vår egen tid och då ofta i helt andra sammanhang.

Slutord

Tre frågor har stått i centrum för denna text:

- Vad är teknik?
- Hur förändras den?
- Vilka faktorer driver på förändringen

De representerar ett stort och växande kunskapsområde där åsikterna inte sällan går isär. Genom att peka på ett antal mönster och strukturer, exemplifierade ungefär som i denna text, bör de kunna ge uppslag och idéer om hur de här frågorna kan undersökas och belysas.

Teknikhistoriska exempel är användbara på flera sätt. Eftersom de ligger en bit bort i tiden är de ofta ”avklarnade”, därmed tydligare och lättare att analysera och diskutera. Man vet ”vad som hände sedan”. Men lika givande är att börja med ett tekniskt föremål, eller system i vår egen tid, och följa det bakåt i tiden. Det leder nästan regelmässigt till ett intressant ”utvecklingsträd” med förgreningar till åtskilliga andra teknikområden.

