

# TGTU49 Teknikhistoria *Hemskrivning*

Jesper Otterholm

jesot351, 930312-2098

December 2015

# 1 Inledning

Sedan miljontals år tillbaka har människan och dess förfäder utnyttjat resurser och föremål i omgivningen för att underlätta det vardagliga arbetet. Till en början handlade det om stenar med vassa kanter för att gräva upp rötter och krossa växter och med tiden har dessa redskap förfinats för att öka deras nytta [1, s. 15]. Många av dessa utvecklingar var av empirisk natur där nya material med nya attraktiva egenskaper successivt upptäcktes. Med vetenskapens intåg började så småningom dessa förbättrade egenskaper ges förklaringar i ett teoretiskt beskrivande ramverk vilket sedan i fortsättningen möjliggjorde den mer syntetiserade utvecklingen vi ser idag.

För att styrka denna tes, att teknikutvecklingen har gått från en modell med empiriskt utgångsläge följt av teoretisk validering till en modell där teorin i allt större utsträckning lägger grunden för den utveckling som sker, kommer nedslag i tre distinkta områden med successiva inträden i historien ske: användandet av metaller, ett slags material som utnyttjats och bearbetats sedan forntiden in i modern tid och som har sett enorm utveckling, både empiriskt grundad och sedan även mer och mer präglad av teoretiskt framtagna resultat; den moderna vetenskapen som fick sitt stora genomslag på 1500- och 1600-talen med personer som Kepler, Galilei och Newton och tidigt gav sammanhängande förklaringar till sedan länge upplevda fenomen, och som med ett nytt sätt att se på kunskap kunde ta fram lösningar på problem som ännu inte ens uppenbarats sig; och slutligen elektroniken som under andra halvan av 1900-talet har förändrat stora delar av vårt samhälle med framsteg till synes omöjliga utan det teoretiska arbete som föregått. Centralt i dessa resonemang är de respektive utvecklingarnas inverkan, både direkta och indirekta, avsedda och oavsedda, på samhället de växelväxlar med och integreras i.

Slutligen diskuteras konsekvenserna av denna aspekt av teknikutvecklingen och hur den kan komma att forma morgondagens framsteg.

## 2 Användandet av metaller

Metaller har haft en central roll i människans utveckling; från forntidens Egypten ca. 9500 år f.Kr. till idag har metaller av olika slag och bearbetning utgjort grunden för många av de

verktyg människan utnyttjat för att underlätta sin vardag. Den tidigast praktiskt använda metallen tros vara koppar med fynd från ca 9500 år f.Kr [1, s. 46]. Till en början hamrades kopparn till önskad form, en process som även visade sig öka materialets hårdhet. Förekomsten av ren koppar i naturen var dock högst begränsad och det dröjde till ca 4000 f.Kr. i nuvarande Iran innan man upptäckte att kopparhaltig malm kunde smältas i keramikfärl för att på så vis extrahera den rena metallen. Det visade sig dock med tiden att helt ren koppar inte nödvändigtvis var att föredra och att vissa föroreningar faktiskt bidrog till metallens hårdhet [1, s. 46]. Ett viktigt sådant exempel, och även ett exempel på en av de första medvetet framtagna legeringarna, är brons. Blandningen av koppar och tenn visade sig ge en hårdare metall än kallhamrad ren koppar. Bronset såg stor användning i tillverkning av smycken och konstföremål men dess hårdhet gjorde det även till ett bra material för vapentillverkning. Hårda spjutspetsar, svärd och yxor kunde användas i jakt såväl som i krig och erbjöd stor fördel i förhållande till vapen av trä och sten [1, s. 46].

En annan tidigt viktig metall var järn. Med sitt intåg i den mänskliga historien drygt 2000 år f.Kr. såg metallen till en början en högst blygsam användning [1, s. 47]. Förekomsten av järn var sällsynt och förekomsten av rent järn än mera så. Dessutom var det kraftigt förorenade järnet mycket skört och delade således inte många av de attraktiva egenskaperna som kopparn och framför allt bronset hade. Detta gjorde att järnet först kom att användas till konst och smycken och metallens sällsynthet bidrog till dessa föremåls prestigefullhet [1, s. 47]. Man upptäckte emellertid att upprepad upphettning av slaggmassa kunde öka järnets kvalitet och gjordes dessutom detta i en träkolseld erhöles en metall som med sedvanlig hamring var betydligt hållfastare än det tidigare föredragna bronset [1, s. 48]. Vad som skedde under denna process var att kol trädde in i järnet och bildade ett slags stål. Det började med dessa upptäckter bli möjligt att tillvärka praktiskt användbara järnredskap och järnet tog över från bronset som den vardagligt använda metallen och bronsföremål övergick till att vara reserverade till de högre samhällsklasserna [2]. Ytterligare en viktig upptäckt var att glödhett järn doppat i vatten fick en mycket hård, om än spröd, yta. Detta lämpade sig väl till spjutspetsar och andra jaktföremål där just hårdheten var önskvärd [1, s. 48]. Just vapen och jaktredskap var ett stort användningsområde för järn som allteftersom utvecklingsprocesserna förbättrades vann fler och fler fördelar jämfört med bronset som dessförinnan använts som

huvudmaterial i vapentillverkningen. Men även andra delar av samhället drog nytta av det nya materialet. Jordbruket var just ett sådant område och järn ersatte både trä och sten i redskap såsom hackor, spadar och plogar. Dessa redskaps nya utförande var givetvis mycket tåligare och redskapen höll således under längre tid. Men metallens formbarhet möjliggjorde även andra förbättringar. Till exempel kunde redskap få utbytbara delar vilket gjorde att de kunde användas i olika sammanhäng och fylla olika behov, eller som i fallet med en nyutvecklad plog med en skruvformad vändskiva. Detta innebar att plogen både skar och vände jorden samtidigt vilket gjorde processen mycket effektivare och flera vändskivor kunde nu placeras på rad, bredvid varandra. Den effektivare vändningen av jorden gjorde dessutom att plogen var lättare att dra och dragdjur kunde då frigöras till att arbeta med annat [1, s. 84].

Förmågan att tillverka och bearbeta järn såväl som stål ökade successivt med åren och ca 100 f.Kr. utvecklade kineserna en effektiv process för att framställa stål som byggde på kraftig luftinblåsning vid upphettning av järnet. Denna process kom att utgöra grunden för Bessemerprocessen som tillsammans med Martinprocessen så sent som under andra halvan av 1800-talet kraftigt kunde öka stålproduktionen i världen; produktionen var ca. 500 000 ton år 1870 och kom att stiga till så mycket som 50 000 000 ton 40 år senare. En annan viktig faktor i järnets genomslag var gjutjärnstekniken. Först utvecklad i Kina gav den en tidig möjlighet till massproduktion redan på 500-talet f.Kr. Möjligheten att masstillverka svärd, spjut och sköldar var en viktig faktor för krigsindustrin som i och med detta kunde utrusta allt större arméer. Den kraftigt ökande stålproduktionen inför första världskriget är också ett tecken på att användning av ny teknikutveckling hittas och i vissa fall även drivs av militärmakter [1, s. 385–390].

## 2.1 Viktiga utvecklingar

Som vi kan se har bearbetning av diverse metaller pågått och haft en viktig roll under en stor del av historien. Detta har lett till stora utvecklingar inom tillverkningsprocesser såväl som färdiga produkter. Två sådana viktiga utvecklingar som fortlöper än idag är framställandet av legeringar och ytbeläggningar.

Brons och stål är två tidiga legeringar av empirisk uppkomst. Dessa kunde upptäckas,

framställas och även förfinas utan direkt kännedom om varför blandningen av koppar och tenn blir mer hållfast än metallerna var för sig eller varför mängden kol i järnet påverkar stålets egenskaper. Med de kunskaper om tillverkningsprocesser och materialegenskaper vi besitter idag använder vi nästan uteslutande legeringar av olika slag för att uppnå de egenskaper som önskas och pågående forskning söker ständigt nya sammansättningar.

Exemplet med glödhett järn doppat i vatten illustrerar ytterligare ett fall med, högst troligen, empiriskt grundad utveckling. Att behandla ytor för att erhålla önskade egenskaper, såsom hårdhet, hög eller låg friktion eller speciella termiska egenskaper, är även det högst aktuellt idag och är ett område där det bedrivs mycket forskning, både vid universitet och ute i industrin.

### **3 Den moderna vetenskapen**

Den moderna vetenskapen har sitt intåg i historien under 1500- och 1600-talen och kom att påverka näst intill alla delar av samhället. Centralt för detta område är framtagandet av en teoretisk grund varpå vidare upptäckter och slutsatser byggs. Dessa vidareutvecklingar kan vara i syfte att förklara och beskriva vår omgivning alternativt lösa kända problem.

#### **3.1 Vetenskap används för att förklara omgivningen**

Några av de namn vi förknippar med den tidiga vetenskapliga revolutionen, Copernicus, Kepler, Galilei med flera, ägnade sig åt att beskriva sin omgivning, främst jordens position och rörelse i förhållande till andra himlakroppar. Copernicus bestridde den geocentriska världsbilden, med jorden i mitten, i förmån för den heliocentriska där solen är placerad i centrum och resterande himlakroppar kretsar kring solen i cirkulära banor. Kepler förklarade sedan, med stöd i observationer och matematiska beräkningar, att planeterna i solsystemet i själva verket rör sig i elliptiska banor i stället för i perfekta cirklar. När Galilei i början av 1600-talet iakttog Jupiters månar i en kikare stärktes de vetenskapliga beläggen för den heliocentriska världsbilden. Under denna tid hade kyrkan en mycket stark position i samhället och då denna nya uppfattning tycktes strida mot kyrkans lära utsattes dessa vetenskapsmän och deras efterhängare för stora påfrestningar. Galilei ställdes inför inkquisitionens domstol

och tvingades ta tillbaka sina uttalanden och dömdes till husarrest för återstoden av sitt liv. Kyrkans försök att förtrycka detta nya tänkande hade dock föga effekt och de idéer som spunnits kom att bana väg för otaliga upptäckter i framtiden [1, s. 228–229].

Newton byggde vidare på arbeten av bland andra Kepler när han formulerade mekanikens lagar och hans framsteg inom matematiken utgör grunden i lösningarna till många av de problem vi står inför än idag [1, s. 230].

Arbeten av Linné och Darwin på 1700- och 1800-talen satte människan såväl som alla andra levande ting i perspektiv och en kategoriserad struktur. Utmynningar av detta arbete ses i dagens framsteg inom medicin och genetik.

I vissa avseenden används denna kunskap för att verifiera resultat som utnyttjats genom historien. Till exempel kunde nya framsteg inom kemin och förståelsen kring atomer och molekylers uppbyggnad, och inte minst vad som sammanfattas i det periodiska systemet, användas för att förklara varför järnets hållfastighet ökas när det hettas upp i en tråkseld och varför en glödhet järnbit doppad i vatten erhåller en hårdare yta. Dessa insikter banade sedan väg för fortsatt arbete med att utveckla nya legeringar och ytbeläggningar.

### **3.2 Vetenskap används för att lösa problem**

Hansson skriver i [1, s. 231] ”Uppenbart är alltså att det fanns många beröringspunkter mellan det vi kan kalla vetenskaperna och praktikerna. En sådan hittar vi i en annan av den vetenskapliga revolutionens rötter - de praktiska verksamhetsområden där problem dök upp som för sin lösning krävde eller i varje fall uppmuntrade till metoder som inte enbart kan betecknas som hantverkets gradvisa vardagsförbättringar.” Detta understryker det nyfunna behovet av teoretisk bakomliggande kunskap i lösandet av problem. Från Newtons teorier kunde man förutspå tidvattnets höjd på olika platser och med hjälp av astronomi tog man fram mer exakta sätt att bestämma longituden och kunde således bättre bestämma sin position till havs. Den matematiska förståelsen bakom projektilers banor genom luften kom att forma en hel disciplin, ballistik, som var ett av huvudämnena vid ett av de första utbildningsinstituten, Gresham College i London 1597 [1, s. 231–232]. Detta var givetvis av stort militärt intresse då framsteg inom materialtillverkningen började möjliggöra artilleripjäser med allt högre kapacitet och kunskap om projektilernas ballistik kunde utnyttjas för att

bättra precisionen över längre avstånd.

En viktig princip som börjar uppenbara sig är att arbeten och resultat bygger på varandra. Huygens bygger vidare på Galileis arbete med pendelrörelser och förbättrar förmågan att mäta tid, och Torricelli och von Guericke lägger under 1600-talet den teoretiska grunden för ångmaskiner och liknande, försök till sådana som senare samma århundrade kom att konstrueras. En annan viktig konsekvens av denna utveckling kan ses i exemplet med byggandet av större fartyg. Genom att först räkna på en designs resulterande displacement och vattenlinjeströmning och i planeringsfasen göra successiva justeringar kan stora mängder tid, material och pengar sparas eftersom den första produktionen då generellt sett presterar mycket bättre [1, s. 231–232].

Läkemedel och medicin är ett område som byggt vidare på framsteg inom både biologi och kemi med de kanske främsta genombrotten antibiotika och penicillin (ett slags antibiotika). Penicillin möjliggjorde behandling av många svåra sjukdomar och infektioner såsom syfilis och stafylokockerinfektioner. Antibiotikan hade, och har fortfarande, stor betydelse för kroppens möjlighet att återhämta sig efter till exempel en operation och i militära sammanhang behöver en lindrigare skottskada i fält inte längre innebära en näst intill säker död eller amputation. I modern tid har dock antibiotikan sett en kraftigt överdriven konsumtion, inte minst till boskap och som ingrediens i foder till kycklingar. Under 90-talet gick så mycket som hälften av all antibiotika tillverkad i USA åt till djurfoder [3, s. 163]. Detta överdrivna användandet av antibiotika har på senare tid lett till antibiotikaresistenta bakterier som i allt större utsträckning börjar påverka oss människor.

### **3.3 Vetenskapens framkant har inte alltid uppenbara ändamål**

Vi har idag kommit så långt i vetenskapens sfär att vi är beredda att spendera enorma resurser i jakten på ny kunskap utan att egentligen ha en direkt aning om vad den ska användas till. Ett tydligt exempel på detta är teoretisk partikelfysik med mångmiljardlaboratorier som LHC vid CERN. Mycket av denna typ av vetenskap drivs givetvis utifrån en stark nyfikenhet och ständigt suktande efter ny kunskap och detta har lett till att dessa projekt ställs i förhållande till deras uppenbara samhällsliga nytta; hur mycket skulle samma summa pengar kunna bidra i andra sammanhang såsom framtagande av mer miljövänliga energikällor

eller kanske för hjälpa människor i hunger och nöd runt om i världen? Dessa är givetvis viktiga frågeställningar och även om alternativet att förkasta viss forskning för mer pressande ärenden kan ses som ett alldeles för kortsiktigt tänkande kan det vara värt att fundera på om det aktuella forskningsområdet faktiskt ligger rätt i tiden. Inkrementella utvecklingar i andra områden kan successivt förbättra förutsättningarna för den aktuella forskningen som då enklare kan nå användbara resultat.

## 4 Elektronik

De första elektroniska datorerna utvecklades i England på 40-talet i avseende att dechiffrera kodade meddelanden under kriget. Dessa tidiga datorers framgångar kom att spela en stor roll i kriget då de allierade i hemlighet kunde ta del av motståndarnas krigsplaner [1, s. 488]. Maskinerna i användning under kriget var dock kraftigt begränsade till just kryptografi och hade ingen förmåga att lösa andra, mer allmänna problem. På denna fronten anses ENIAC, utvecklad av den amerikanska militären, också under 40-talet, vara den första. ENIACs uppgift var att snabbt ta fram ballistiska tabeller för användning i militära syften [1, s. 488-489].

Gemensamt för denna tidiga generationens elektronik var elektronröret. Elektronröret fyllde funktionen av transistorerna som från 50-talet mer eller mindre helt ersatte elektronröret i forstätt elektronikutveckling. Transistorerna var både mindre och snabbare och utlovade således högre prestanda. Dessutom var den billig att tillverka och därtill energisnålare och mer hållbar än elektronröret. De nya transistorerna kunde tillverkas och kopplas samman i väldigt smått utförande på kiselytor där miljontals, med dagens teknik miljardtals, individuella transistorer. Dessa framsteg banade väg för utvecklingen av mikroprocessorn som fungerade som en allmän beräkningsmaskin förmögen att programmeras till att lösa en mängd olika uppgifter [1, s. 492-497]. Mikroprocessorn banade väg för persondatorn som med åren har hittat in varje hem och varje arbetsplats. Denna tämligen unga industri har vuxit enormt. Bara halvledarindustrin tillsammans med datortillverkning uppskattas ha en omsättning på över 600 miljarder USD och mjukvaruutvecklingsbranchen tillsammans med internetcentrerade bolag som Google, Facebook och Yahoo omsätter tillsammans över 500 miljarder USD [4]. Tjänstemarknaden inom data och IT uppges i [4] omsätta nästa 900 miljarder USD



och telekombranschen uppskattas till hela 2,08 biljoner USD. Tillsammans utgör alltså dessa marknader, som alla i någon mening har sin grund i elektronikens utveckling, över 4 biljoner USD, eller cirka sju gånger Sveriges BNP. Elektronikens utveckling har alltså haft en enorm inverkan på världens ekonomi.

## 5 Konsekvenser

Teknikutveckling grundad i teori kan enklare styras i en vald riktning. Stater och institutioner får då möjligheten att med stora tillgängliga ekonomiska resurser välja vilken teknik som ska utvecklas och utvecklingen är mer begränsad till universitet och andra instanser där det näst intill uteslutande krävs hög utbildning. Den empiriska teknikutvecklingen är mer utspridd och kan drivas av fler personer, var och en med lång erfarenhet inom ett givet område varefter empirisk framtagning av teknik faller naturligt i strävan att göra det dagliga arbetet enklare.

Ett tidigt exempel på hur individer kan styra stora delar av utvecklingen är fallet med Gresham College i London grundat av finansmannen Thomas Gresham 1597. Utbildningsinstitutet, som var ett de första att lära ut modern vetenskap, erbjöd brevid mer traditionella ämnen som matematik även lära om ballistik [1, s. 232]. Det gjordes alltså satsningar för att stärka nationens militära styrka.

En annan aspekt som uppenbarar sig mer i modern tid är inverkan av kapitalism på teknikutvecklingen. Företag spenderar stora resurser på forskning och utveckling med målet att behålla eller ta nya marknadsandelar. I många fall kan denna utveckling drivas av kunders efterfrågan och företagen bidrar då till att lösa våra kända problem. Men många nya företag, kanske främst inom tekniksektorn, inser också vikten av att vara först på en marknad och spenderar således delar av sin utvecklingsbudget på teknik som fyller behov som ännu inte uppenbarar sig. Företag har en tendens att växa och med denna tillväxt följer även större budgetar för forskning och utveckling. De större företagen spenderar årligen flertalet miljarder USD enligt [3, tabell 8.1]. Detta medför till exempel att politiska institutioner med legislativ makt har möjlighet att i viss mån styra i vilken riktning den övergripande teknikutvecklingen ska gå genom att ändra till exempel de samhällsekonomiska förutsättningarna för olika branscher och i vissa fall även möjliggöra naturliga monopol [5]. Ett lägre antal sto-

ra företag ökar även risken för mer traditionella monopolställningar då vissa branscher kan kräva enorma utvecklingsresurser vilket kan vara svåråtkomligt för mindre, nyare företag.

## Referenser

- [1] S. Hansson, *Den skapande människan: Om människan och tekniken under 5000 år*, 1:6. Studentlitteratur, 2002, ISBN: 978-91-44-02148-5.
- [2] D. Magnusson, ”Forntiden och antikens teknik”, Tema teknik och social förändring vid Linköpings universitet, 10 nov. 2015.
- [3] D. Edgerton, *Shock of the old*. Profile Books LTD, 2008, ISBN: 978-1-86197-306-1.
- [4] Bloomberg. (8 dec. 2015). Bloomberg industry market leaders, URL: <http://www.bloomberg.com/visual-data/industries/rank/name:market-share> (hämtad 2015-12-08).
- [5] C.-F. Helgesson, ”Formar den tekniska utvecklingen branschens organisering? fallet med det svenska telemonopolet.”, Tema teknik och social förändring vid Linköpings universitet, 1 dec. 2015.