

Stigbøjlen, seletøjet og hjulploven

Af Uffe Østergård

Ovenstående er nogle af de opfindelser, der har forandret verden mest. Faktisk har Kina meget ofte været opfindelsernes og de teknologiske nyskabers hjemland. Men det er først i Vesten, at de for alvor er blevet sluppet løs og blevet til revolutioner.

Det er nemt at opregne en hel række opfindelser, der har ændret betingelserne for den menneskelige tilværelse.

Fra den neolitiske
agerbrugsrevolution i den frugtbare halvmåne i Mellemøsten til



Flertallet af opfindelserne blev gjort i Kina, men slap først løs og blev til revolutioner, da de kom til Vesten.

den første, anden, tredje og fjerde industrielle revolution til den globale digitalisering, der er temaet for dette nummer.

Fælles er, at flertallet af opfindelserne blev gjort i Kina, men de slap først løs og blev til revolutioner, da de kom til Vesten og siden med kapitalismen har gået deres sejrsgang over hele jor-

den. Og den globale udbredelse af dem har været en sådan succes, at Europa nu må se i øjnene, at andre verdensdele har overtaget førertrøjen.

Men i en 500 år lang periode var Europa teknologisk og naturvidenskabeligt førende. Problemet ved at studere opfindelser er, at man ikke har forklaret noget ved at undersøge dem rent teknisk. Vi kan først rigtig forstå dem, når vi undersøger, hvordan de slår

igennem og ændrer samfundet.

Denne måde at se tingene på er typisk for de europæiske samfund, hvor opfindelser hurtigt er blevet bredt ud og brugt til andre funktioner end den først tiltænkte. Det betyder ikke, at alle andre samfund har stået stille, men de var ikke gennemsyret af opfindelsers påvirkning på dem.

Et eksempel: Den græsk-romerske civilisation kendte til principperne i

Uffe Østergaard (f. 1945) er professor emeritus ved Copenhagen Business School i europæisk og dansk historie og forfatter til en lang række bøger om europæisk politik og historie. Uffe Østergård er uddannet ved Europakollegiet i Brügge og Aarhus Universitet, hvorfra han har en ph.d. i historie. Han er med i redaktionskomitén for tidsskriftet *Udenrigs*.

dampmaskinen, men Heron fra Alexandria (10-70 e.v.t.) brugte kun idéen til at konstruere en model af et tempel, som selv kunne åbne dørene, når man varmede den op. Ingen fik den tanke, at dampkraft også kunne drive maskiner.

Forklaringen på dette er, at fysisk arbejde blev udført af slaver og lavere klasser, mens overklassens ideal var fri tid. Ikke lediggang, men uafhængighed. Opfindelser var forbeholdt bygning af akvædukt og veje samt maskiner til krigsførelse. Modsat Europa efter Romerrigets undergang ændrede landbruget sig således ikke grundlæggende i den tusind år lange antikke periode, trods det høje videnskabelige niveau.

Denne forskel kan bedst illustreres af sejrsgangen for muldfjælploven, stigbøjlen og seletøjet i Nordvesteuropa i den tidlige middelalder. De skabte nemlig det europæiske feudalsamfund, som igen lagde grunden til nationer, kapitalisme, industrialisering, Europas verdensherredømme, demokrati og den frie tanke samt det modsatte med verdenskrige, holocaust og atomvåben.

Nøglen til Europas succes

Årsagerne til denne europæiske dynamik har der været ført store debatter om – især siden den amerikanske middelalderhistoriker Lynn Whites klassiker fra 1962, *Medieval Technology and Social Change*.

Her forklarede White håndfast opkomsten af den feudale samfundsorden i Vesteuropa fra 700-tallet med opfindelsen af stigbøjlen, seletøjet og hjulploven. Stigbøjlen effektiviserede

kamp til hest, fordi rytteren nu kunne sidde fast. Men det krævede store, vel-fodrede heste og trænede ryttere, som kun de store jordejendomme kunne stille.

Deraf det feudale godssystem. Hestene skulle fodres med havre, og derfor tog man tunge jorder i brug, som kun den tunge hjulplov trukket af et stort spand okser kunne bearbejde. Det krævede samarbejde om pløjning i kilometerlange furer, så man ikke skulle vende ploven ret tit.

Denne teknologi kunne bedst udnyttes af landsbysamfund, der dyrkede jorden i fællesskab uanset ejendomsretten. Plovene, der blev trukket af okser eller heste, krævede desuden effektivt seletøj, der ikke trykkede trækdyret på halsen.

Der indgik flere faktorer, blandt andet vand- og vindmøller, som kunne male kornet til mel, men hele systemet hang nydeligt sammen.

Problemet ved Lynn Whites forklaring er dog dens teknologiske determinisme, der lader selve opfindelsen være afgørende uden at undersøge, om denne skulle være gjort tidligere uden at slå an. Det gælder især stigbøjlen. Desuden er der rejst tvivl om de empiriske belæg, der er blevet ihærdigt endevendt i det halve århundrede siden fremkomsten af hans indflydelsesrige bog.

Fra naturens rytme til det mekaniske ur

Problemet med teknologisk determinisme kan bedst illustreres med udviklingen af det mekaniske ur i højmiddelalderens Vesteuropa.

Den førindustrielle arbejdsrytme var præget af naturens rytme snarere end afmålt og betalt arbejdstid. Inddelingen af dagen og døgnet i mindre enheder var helt til 1200-tallet baseret på solens gang. Tiden blev målt med solure, der kendes fra Egypten siden 1500 f.v.t. Egypterne inddelte dagen fra solopgang til -nedgang i tolv lige store enheder. Denne tidsmåling bredte sig over hele Middelhavsverdenen og senere til resten af Europa.

Da dagens tid fulgte solens bane, betød det, at længden på tidsenhederne – timerne – forandrede sig med årets gang, så en time i dagslys var længere om sommeren end om vinteren – og omvendt med nattetimer. Det er svært at forestille sig i dag, hvor vi helt har internaliseret den mekaniske tidsmåling med absolutte størrelser, der er i overensstemmelse med det newtonske verdensbillede.

I de før-industrielle samfund var arbejdsrytmen og det levede liv bestemt af naturens rytme, der skiftede med døgnets længde.

I det middelalderlige samfund var der derfor forskel mellem købmandens tid og kirkens tid, som den franske historiker Jacques Le Goff beskrev i 1960.

De tidligste skriftlige omtaler af ure er fra 1270'erne. De nævner maskiner i klostre og katedraler i Frankrig og Sydengland med en omdrejning på 24 timer. De kunne i al slags vejr fortælle munkene, hvornår der skulle holdes messe, også om natten. Udfordringen ved det mekaniske ur bestod i at konstruere en maskine, der gik både jævnt og langsomt.

Maskiner med tandhjul fandtes tidligere i middelalderen og også maskiner

trukket af et lod. Problemet var bare, at et lod falder hurtigere og hurtigere, hvis det ikke bliver reguleret. Hvis maskinen skulle virke, var det nødvendigt med en anordning, der regulerede maskinens gang.

Løsningen på problemet var det såkaldte hemværk, der sørgede for, at uret blev bremset af to tappe, der skiftevis greb ind i tænderne på et stort tandhjul. Tappenes bevægelser blev styret af en svingarm med vægte, så urets hastighed kunne reguleres. Det var svært at bygge.

Det afgørende skridt mod det mekaniske ur blev taget i Norditalien i form af mekaniske efterligninger af solsystemet med planeternes, solens og månens bevægelser.

Et af de tidligste var Giovanni de Dondis store ur i Padova, som også viste dato og år. Det var færdigt omkring 1360, men er gået tabt og kendes kun fra de Dondis egen beskrivelse og moderne rekonstruktioner. De Dondi, der levede 1318 til 1389, var professor i matematik, astronomi og filosofi ved universitetet i Padova. Sammen med personer som Galilei Galileo og Isaac Newton repræsenterer han den første sammenhæng mellem måling af tid og den naturvidenskabelige revolution.

Den offentlige tid

Det første offentlige ur med slagværk, der kunne høres i hele byen, kendes fra Milano i 1333. Det dannede hurtigt mode som middel til at regulere bylivet med en fælles standard, som erstattede den tidligere kakofoni af klokker og råbere.

Nu blev der ringet ved messe i kirken, når byportene blev åbnet og luk-

ket, ved religiøse processioner, åbning af markedet og afgang af skibe.

Det førte til, at hele samfundslivet blev reguleret med klokkeslæt, i takt med at mekaniske ure i offentlige bygningers tårne bredte sig fra de norditalienske byer til hele Nordvesteuropa. De tidligste ure havde ingen synlig tidsangivelse, men var udstyret med et slagværk, hvor en klokke angav bestemte tidspunkter. Derfor spørger vi stadig 'hvad er klokken?'

Urene gjorde det videre muligt at fastsætte regler for arbejdstidens begyndelse og slutning. Og de blev styrende for de handlendes åbningstider og for afholdelsen af marked.

Klokkens timeslag gav også skoledagen et fast forløb, som

forberedte eleverne på et tidsstyret arbejdsliv. Tårnuret og de regelmæssige klokkeslag blev på denne måde en væsentlig del af byens identitet, modsat livet på landet, der meget længere fulgte årstidernes skiftende tidsregning og deraf følgende varierende længde af timerne.

De første par hundrede år var kravene til urenes præcision ret beskedne: Uret måtte højst fravige 'sand tid' med en time. Pendul-uret, der gjorde tidsmålingen mange gange nøjagtigere, blev først udviklet 300 år senere i 1656.

Disciplineringen af arbejderklassen

Hvad var følgerne af den gradvise mekanisering af tidsmålingen og regulering af livet? Det gav den idérige britiske socialhistoriker Edward Thompson et godt bud på i 1967. Ifølge ham skete

det store gennembrud for tidsmålingen i England omkring 1680 med opfindelsen af vækkeuret.

Urets mekaniske tid blev nemlig brugt til at disciplinere den engelske arbejderklasse ved at måle arbejdstid i urets tid i stedet for løsning af opgaver. Det ses af reglementerne i de nye fabrikker, hvis værktøjsmaskiner og arbejdsdeling forudsatte en ny tidsopfattelse. Den slog igennem i det engelske samfund i 1600-tallet formuleret i puritanske prædikener og pamfletter. Spild af tid var for puritanerne en synd mod Gud, mens det for kapitalisten var tabt profit.



Urets mekaniske tid blev brugt til at disciplinere den engelske arbejderklasse ved at måle arbejdstid i urets tid i stedet for løsning af opgaver.

Således dukker en anden forståelse af den industrielle revolution i 1700-tallet op: Den var ikke et resultat af dampmaskinen, men i stedet af det mekaniske urs disciplinering af menneskene. De første tekstilfabrikker lå ved vandløb, der leverede kraften til at drive spinde- og vævemaskinerne. Først senere blev fabrikkerne drevet af de kulfyrede dampmaskiner.

Ure og kalendere er to af hjørnenene i det tidsregime, der i løbet af 1800-tallet bredte sig over stadig mere af kloden, så vi i dag kan tale om et globalt tidsregime. Det var skabt i Vesten, men den globale udbredelse skyldtes, at mange udenfor Vesten havde egne interesser i det, som den tyske globalhistoriker Sebastian Conrad for nylig har påvist.

Krudt, kompas og bogtryk, der var afgørende for det europæiske herre-



Således dukker en anden forståelse af den industrielle revolution i 1700-tallet op: Den var ikke et resultat af dampmaskinen, men i stedet af det mekaniske urs disciplinering af menneskene.

dømme i verden, blev omvendt ikke opfundet i Europa, men i Kina.

Og det er en myte, at kineserne ikke selv indså potentialet i disse opfindelser og kun brugte krudt til nytårsraketter. Kineserne udviklede både kanoner og geværer og skabte krigsskibe i 1400-tallets første årtier, som kunne krydse mod vinden og navigere i hele Det Indiske Ocean med kompas og søkort. Hvorfor det ikke var dem, der underlagde sig Europa i 1400-tallet, er et af de store spørgsmål, som drøftes intenst blandt moderne globalhistorikere. Og i øvrigt en fejl, som den kinesiske ledelse er fast besluttet på ikke at gentage.

Det samme ræsonnement kan anlægges på den kommunikationsrevolution, som opfindelsen af telegrafen i 1860'erne medførte. På globalt plan lykkedes det det Store Nordiske Telegrafelskab efter 1869 med en linje gennem Sibirien sammen med de undersøiske kabler over Atlanten at skære kommunikationstiden mellem Europas hovedstæder og Østasien ned fra tre uger til få timer.

Men også internt i landene blev det nødvendigt at standardisere tiden af hensyn til køreplaner for jernbaner og dampskibsruter. Det har Poul Due Dahl skildret for Danmarks vedkommende i bogen *Gudhjemtid*, fra 2017.

Således hænger tingene sammen, men ikke altid i én simpel årsagssammenhæng, hvor én ny opfindelse direkte fører til ændring af samfundet.

Dette gælder nok stadig, også for den digitale revolution, uanset hvor omfattende den tager sig ud.

Internettet var således et resultat af det amerikanske militærs behov for et kommunikationssystem, der kunne overleve en atomkrig. Netværkstækningen blev udviklet af matematikere som Alan Turing før og efter 2. verdenskrig, men den blev først stor med udviklingen af de personlige computere i 1980'erne. Idérige videnskabsmænd ved det internationale forskningscenter CERN nær Geneve tog ifølge Niels Ole Finnemann initiativet til World Wide Web. Men netværksprotokollerne var besværlige, indtil Tim Berners Lee i 1989 offentliggjorde protokollerne [http/www/URL](http://www/URL), der var tæt på at realisere drømmen om en herredømmefri global kommunikation. Kombinationen af militære og forskningsmæssige mål betød altså, at internettet var helt lukket for kommerciel aktivitet indtil 1993!

Men så gik det til gengæld stærkt med opkomsten af de sociale medier og Facebooks gennembrud. De sociale medier begyndte i midten af 1990'erne, men kun i små miljøer. Fra 2004 var Facebook kun på Harvard, fra 2005 for alle studerende i USA, og senere på året for hele verden.

Den sidste dimension i denne fase med globalt netværksforbudne computere er udviklingen af interaktive, globale videnssystemer med realtidsopdatering af data fra hele kloden. Det er højt udviklet i finansverden og i de mange former for big data-forskning.

I dag er techgiganterne med Google og Facebook i spidsen verdens største selskaber, der trods megen kritik reelt kun udfordres af de kinesiske alternativer. Hvordan det ender, er ikke godt at vide, som det fremgår af dette temanummer. Men digitaliseringens korte historie viser, at der ikke er en enkel kausal sammenhæng mellem idéer, tekniske opfindelser og deres

samfundsmæssige følger. Der er stadig plads til idérige idealister, grådige monopolister og konkurrerende staters interesser. Den opmuntrende lære af historien er, at det sjældent lykkes for nogen af parterne i det lange løb fuldstændigt at bestemme udviklingen. Resultatet er bare umuligt at forudsige.

○○○