

Teknologihistoriske modeller

Indledning

Teknologihistorie er en særlig del af historiefaget, der beskæftiger sig med hvorledes menneskeskabte redskaber påvirker og påvirkes af de hændelser som har fundet sted i vores fortid.

Historie er generelt et fag, der beskæftiger sig med at forstå hvordan en given begivenhed fandt sted. Det er ikke historiefagets ønske eller mission at skabe generelle regler, eller fremstille overordnede kausaliteter (årsagssammenhænge), men at forstå det enkelte fænomen, på dets egne betingelser.

Det kan således forekomme lidt mærkeligt at opstille analysemodeller for hvordan teknologihistoriske problemstillinger skal eller kan behandles.

Dette hænger sammen med historikerens andet problem: Det er ikke muligt at beskrive et fænomen fra alle tænkelige perspektiver på samme tidspunkt, derfor er det nødvendigt at vælge en vinkel, eller en ramme, med hvilken, det er muligt at tolke de informationer som er tilgængelige.

De modeller, der præsenteres nedenstående skal altså ikke forstås som de eneste muligheder for at forstå den teknologiske udvikling og dennes påvirkning på omgivelserne, men derimod komplementerende værktøjer til at skabe en øget bevidsthed om teknologihistoriske problemstillinger.

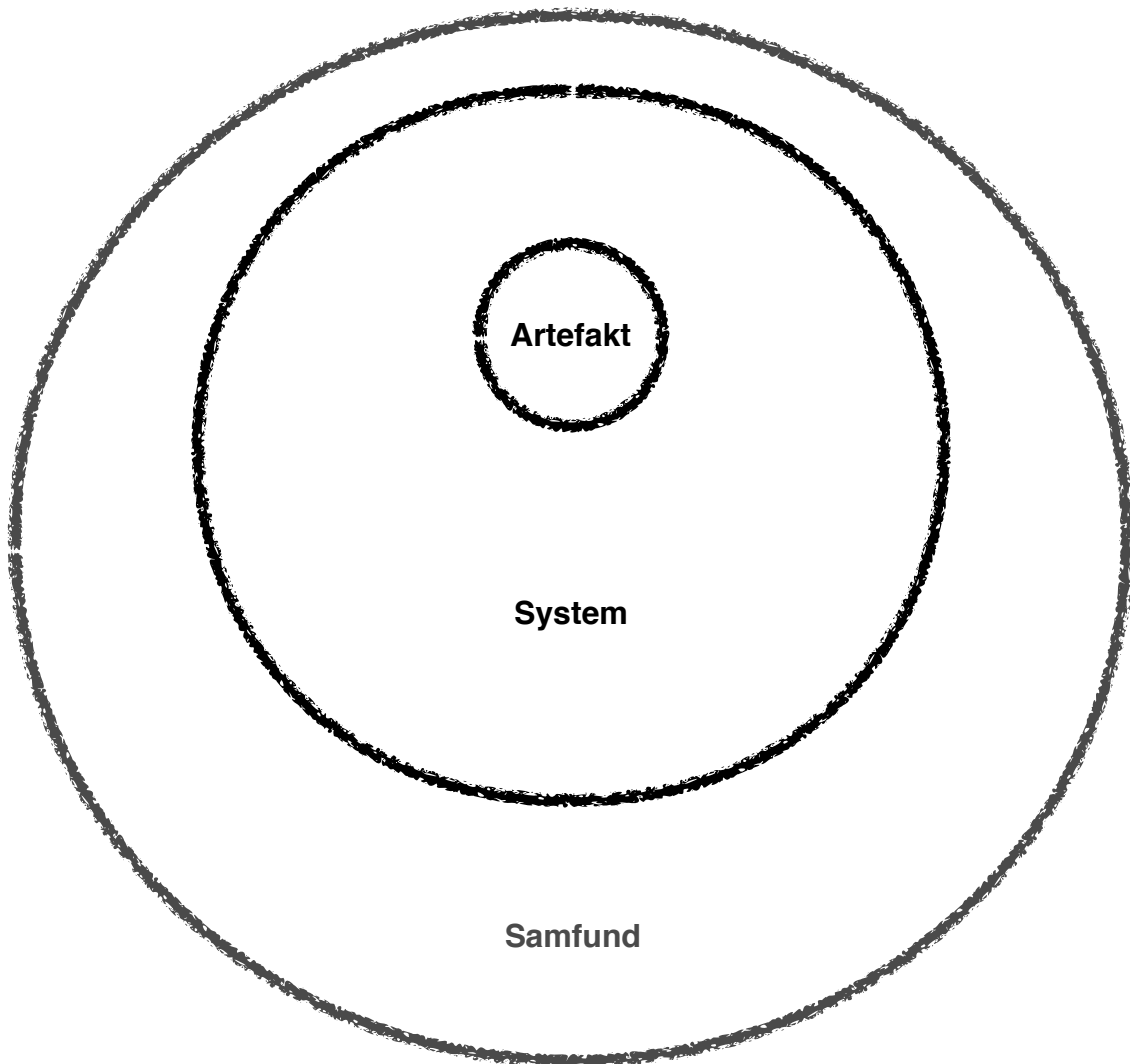
Overordnet set præsenterer forskellige modeller forskellige perspektiver på det samme fænomen, og det kan ofte være sundt for ens generelle forståelse at være bevidst om hvor over- eller underordnet et perspektiv der arbejdes med.

De modeller som præsenteres nedenstående kan alle placeres i *figur 1*, der illustrerer hvor analysemodellens fokus er.

En grundlæggende teknologianalyse vha. Aalborgmodellens teknologi begreb er således at finde på artefaktniveauet, mens en analyse vha. Hughes model fokuserer på organisationsniveauet.

Igen er det centralt at være opmærksom på at alle modellerne indeholder elementer, der tilhører andre perspektiver, det er blot ikke her at fokus er - tænk det som en plet af vandmaling, der langsomt mister kontur og intensitet, som den flyder ud.

Figur 1: Modelperspektiver



Figur 1: Diagrammet viser forskellige udgangspunkter for en teknologihistorisk analyse. En analyse kan således tage udgangspunkt i såvel en artefakt som en teknologisk struktur eller det samfund som en teknologi befinder sig i.

Systemer

Store teknologiske systemer danner den teknologiske rygrad i den senmoderne verden, men er ofte usynlige og i alt væsentligt uerkendte dele af vores hverdag. Vi tænker sjældent over hvor vores vand kommer fra, hvordan strømmen i kontakten produceres og hvilke steder vores afløb ender.

Disse systemer har et enormt omfang, beskæftiger tusindvis af mennesker og sikrer os en komfortabel tilværelse - det er således næsten umuligt at forestille sig vores verden uden dem, men samtidig er vi sjældent bevidste om hvor meget vi bruder dem.

Som nævnt ovenstående tænker vi sjældent over at der er et ekstremt komplekst system bag det rene drikkevand i hanerne eller den elektricitet som sørger for at vores huse er oplyste i de mørke vintermåneder.

Endvidere er det generelt meget svært at forestille sig hvordan vores samfund skulle kunne hænge sammen uden disse systemer, ikke desto mindre har de fleste af disse systemer, i deres nuværende form, ikke en meget lang historie, men stammer i vid udstrækning fra den industrielle revolution og industrialiseringen.

En model, der hører under kategorien LTS er Hughes' model for udviklingen af store teknologiske systemer. Hughes model er en fasemodel, der beskriver hvorledes udviklingen fra en initial opfindelse til et sammenhængende system, der er dybt integreret i vores samfund finder sted.

Hughes' model

Thomas P. Hughes udviklede sin model til analyse af store teknologiske systemer i forbindelse med hans arbejde omhandlende elektrificeringen. Det er derfor diskutabelt om modellen er velegnet til at analysere emner som tilhører den præindustrielle æra.

Modellen tager udgangspunkt i generel system teori. Dvs. der bliver taget udgangspunkt i den klassiske definition af et system. Et system er således: Et antal interagerende enheder, der bindes sammen af en struktur. Denne struktur kan opfattes som værende vertikalt og horisontalt integreret. Med andre ord vil en given struktur vil være bundet sammen af "lodrette" hierarkiske forbindelser, men også af "vandrette" ligestillede enheder.

Eksempelvis er det elektriske system vertikalt integreret for så vidt som kæden går fra kraftværker til transformerstationer og endelig til forbrugeren. Hver enhed er her underordnet en anden. Modsat dette er kraftværkerne horisontalt integreret idet de er ligestillede, men stadig gensidigt afhængige.

Et stort teknologisk system er altså et antal gensidigt afhængige artefakter, der bindes sammen af en struktur, og som har en anseelig størrelse. Som det fremgår af de foregående paragraffer fokuserer Hughes' model på systemet, og kan altså siges at befinde sig i den midterste af cirklerne på *figur 1*.

Når modellen benyttes er det som regel en rigtig god ide at lave et overordnet diagram, der illustrerer hvordan systemet er opbygget i en eventuel momentfase før de resterende skridt i arbejdet med at analysere et system føres ud i livet.

Udvikling

Formålet med modellen er at beskrive udviklingen, af et stort teknologisk system, fra opfindelse til central samfundsfaktor. Til dette benytter Hughes en fasemodel, der omhandler fire forskellige stadier det elektriske system gennemgik. Det er samtidig Hughes (implicitte) påstand, at denne model gælder alle teknologiske systemer.

Et teknologisk system skal således gennem, først en opfindelsesfase, derefter en spredningsfase, dernæst en udviklingsfase og endelig en momentfase, hvorigennem systemet opnår karakter af en essentiel del af samfundet.

Opfindelsesfasen:

Denne fase karakteriseres, som navnet indikerer, ved opfindelsen af den centrale teknologi som systemet opbygges omkring. Dette kan være en konkret artefakt, eller en organisatorisk nyskabelse, som tillader ny brug af en allerede eksisterende genstand.

Denne fase strækker sig fra det tidspunkt hvor en teknologi ser dagens lys, til en egentlig anvendelsesklar version er parat til at blive benyttet. Det vil sige at teknologien udfylder alle de centrale funktionskrav, som måtte være til stede.

Spredningsfasen:

Det centrale kendetegn ved fasen er, som navnet igen indikerer, at teknologien spreder sig, dvs. at den opnår en vis anvendelse indenfor rimeligt snævre kredse. Der er ikke tale om massiv brug i

den generelle befolkning, men derimod blandt en udvalgt, og ofte teknologivenlig gruppe, som kan leve med de fejl og mangler som netop også kendetegner teknologien på dette tidlige stadie.

Der kan være tale om, at teknologien spreder sig internationalt eller nationalt. Det vil sige at brugen af teknologien er begrænset, men dog signifikant større end det er tilfældet i forbindelse med opfindelsesfasen.

Udviklingsfasen:

Med øget brug af en given teknologi følger også en øget tendens til, at fejl og mangler fremstår væsentligt klarere, idet brugerne vil udsætte teknologien for scenarier som ikke umiddelbart fremkom når den blot blev brugt i en snæver kreds.

Derfor vil en given teknologi, forudsat den har opnået en succesfuld spredning, og ikke er alt for fejlbehæftet gå ind i en udviklingsfase hvor brugerne og opfinderen/producenten bliver tæt forbundet i forsøget på at eliminere de problemer som måtte eksistere.

Det teknologiske system vil i denne fase blive et egentligt system, det vil sige, at det er både horisontalt og vertikalt integreret. Udbredelsen af systemet vil således nå den almindelige befolkning.

Momentfasen:

Systemet når momentfasen, idet det netop er blevet en integreret del af samfundet, dvs. samfundet, og den relevante sektor, ikke længere kan fungere uden systemet. Det betyder også at alle signifikante reverse salients er blevet elimineret. Altså at systemet kan udbredes til hele befolkningen, og at denne, uden større problemer, er i stand til at udnytte teknologien i dagligdagen.

Et teknologisk system, som har nået momentfasen, vil således kunne beskrives som havende en nogenlunde stabil form. Den vertikale og horisontale opbygning ligger fast. Med andre ord, at det er blevet generelt accepteret hvordan et succesfuldt system, af denne type, skal opbygges.

Eksempelvis kan det elektriske system beskrives som værende i momentfasen, idet der opnås en fast forståelsesramme for hvilket antal kraftværker som er nødvendige i forhold til befolkningens størrelse, hvorledes disse placeres indbyrdes, og hvilken type strøm de skal producere (vekselkontra jævnstrøm), dvs. den horisontale integration er på plads. Endvidere skal distributionen fra kraftværk til forbruger samtidig være klar, således at den vertikale integration også er fastlagt.

Dette naturligvis ikke forstået sådan, at der ikke finder ændringer sted, men blot at disse har en begrænset betydning for hvorledes systemet grundlæggende er opbygget. Det er således ikke problematisk hvis der i momentfasen bliver bygget stadig større og flere kraftværker, eller forbrugerne bruger stadig mere energi.

Flaskehalse

Et givet system vil igennem sin udvikling skulle overkomme en række problemer kaldet reverse salients, eller flaskehalse, disse kan antage mange former, men fælles for dem er, at de optræder hæmmende for systemets videre udvikling mod momentfasen.

Et systems udvikling kan overordnet stoppes af en lang række forskellige typer af reverse salients. Nedenstående er beskrevet tre forskellige typer, men disse er så at sige kun toppen af isbjerget. De tre er: Økonomiske begrænsninger, tekniske problemer og politiske bestemmelser.

Økonomiske begrænsninger:

En given teknologi har naturligvis behov for økonomisk støtte, dette gælder både i opfindelses-, sprednings-, udviklings og momentfasen.

En opfindelse kræver som regel et økonomisk bagland, det er ikke gratis at beskæftige sig med udviklingen af nye produkter. Materialer og personale koster penge, derfor er en god ide sjældent nok til at udvikle et nyt produkt.

Spredningen af et produkt er ligeledes omkostningsfyldt, hvad enten der er tale om en kopiering til andre lande eller en udbredelse blandt et lands befolkning. Ofte vil spredningen decideret basere sig på en økonomisk støtte til projektet, idet det kan være besværligt at få produktet accepteret blandt forbrugerne, hvis dette er mere omkostningsfuldt end allerede eksisterende alternative produkter.

I udviklingsfasen forefindes samme problem som i spredningsfasen, dvs. at der kan eksistere en modstand mod teknologien, som kun kan overkommes ved hjælp af økonomisk støtte. Samtidig er selve oprettelsen af systemet også ekstremt omkostningsfuld. Et stort teknologisk system vil ofte være ekstremt kapital intensivt, og udvise karakteristika i overensstemmelse med et naturligt monopol.

Selve momentfasen, hvor det store teknologiske system er på plads, er stadig karakteriseret af at være kapital intensiv, der er således tale om at et system nødvendigvis vil kræve store mængder vedligeholdelse, og i den forbindelse økonomiske midler.

Tekniske problemer:

Ligesom teknologi har brug for økonomisk støtte for at udvikle sig til et stort teknologisk system, er der også brug for tekniske løsninger i forhold til udbredelsen og dannelsen af den struktur, der binder systemet sammen.

Typisk vil der i opfindelsesfasen være tale om tekniske problemer i forhold til enkelte artefakter. Dvs. at enkelte dele af det, der senere vil udvikle sig til et system, udgør funktionelle barrierer for udførelsen af de simpleste af de relevante kerneopgaver. Eksempelvis Eddisons problem med at udvikle en fungerende glødepære.

I spredningsfasen vil en mængde tekniske problemer, næsten uundgåeligt, opstå. Der er primært tale om problemer i forbindelse med de forskellige omstændigheder som det spirende system udsættes for. Forskellige lande kan for eksempel byde på forskellige geografiske udfordringer, forskellige befolkningsgrupper kan have forskellige behov, alle disse udfordringer vil være signifikante i forhold til at opnå et succesfuldt teknologisk system.

Disse udfordringer bringes videre til udviklingsfasen, hvor de dog mangedobles i kompleksitet og størrelse. Samtidig er der her tale om tekniske problemer som fokuserer på distribution mere end egentlig spredning af teknologien. Med andre ord er der tale om spørgsmålet: Hvordan får vi leveret varen? Mere end spørgsmålet: Hvordan får vi udbredt varen?

Momentfasen karakteriseres ved at alle betydende tekniske problemer er løst. Dette skal, som nævnt ovenfor, ikke tolkes som en situation hvori systemet bliver statisk, men blot at de forbedringer der finder sted ikke grundlæggende ændrer opbygningen af systemet.

Politiske bestemmelser:

En nyskabende teknologisk udvikling vil ofte blive mødt af politisk modvind. Denne modstand kan være betinget af mange faktorer. Det kan være eksisterende økonomiske interesser, som benytter det politiske system til at modarbejde en teknologi, der ses som en trussel, men det kan også være etiske overvejelser omkring teknologiens muligheder, som skaber problemet.

I opfindelsesfasen vil der generelt kunne opstå politisk modstand mod en given teknologi med baggrund i etiske overvejelser, eksempelvis modstanden mod genmanipulation og kloning, som anses for at være forkert og i modsætning til gængse moralbegreber.

Spredningsfasen derimod vil typiske være domineret af en anden slags politiske problemer. Her vil der være tale om flaskehalse, som hidrører tidligere typer af teknologier, der har udfyldt samme funktion som den nye teknologi. En fuldt funktionel ny teknologi vil således ofte møde politisk modstand, når det støder sammen med eksisterende teknologiske systemer. Eksempelvis stødte det elektriske system på store problemer i London, idet der netop var blevet indført et nyt gasbelysningsystem, hvorfor de lokale myndigheder, ikke var begejstrede for tanken om at dette skulle udskiftes.

Denne type reverse salients vil også kunne konstateres i udviklingsfasen, men her vil der også støde nye begrænsninger til: Som systemet udvikler sig vil der automatisk komme fokus på sikkerheden. Således vil der fra politisk hold blive indført regler for hvorledes systemet skal vedligeholdelse og anlægges, hvilke ofte kan have karakter af en signifikant flaskehals.

Idet systemet opnår en udbredelse og betydning, som retfærdiggør, at det karakteriseres som værende i momentfasen, vil det ofte være understøttet af staten, og det politiske system. Dette fører naturligvis til at systemet har en privilegeret status, men også er underlagt meget stramme kontrol instanser. Tænk bare på at det er forbudt at pille ved sine egne elinstallationer. Dette indebærer også at systemet bliver meget statisk, hvilket igen kan påpeges at være en reverse salient, for så vidt en videre udvikling ønskes.

Reverse salients er her beskrevet i forhold til de enkelte faser i systemet. Det er centralt at pointere, at det ikke kun er i disse faser de enkelte flaskehalse optræder. Således kan der optræde problemer med omfattende statslig kontrol allerede i opfindelsesfasen, og denne kan falde helt bort når systemet har nået momentfasen. Dette afsnit er altså blot at opfatte som et heuristisk redskab (forståelsesramme), ikke en copy-paste skabelon til analysen af reverse salients i ethvert stort teknologisk system!

Systembyggere

Udjævningen af reverse salient sker ikke automatisk. Det er nødvendigt at et givet system får fødsels- og udviklingshjælp. Det er her at det tredje centrale begreb, systembyggere, kommer til sin ret. Et system har således behov for aktører, der hjælper det videre fra fase til fase.

Systembyggere optræder i mange forskellige forklædninger. En systembygger, er en person, som på den ene eller anden måde, hjælper til at udbrede systemet; med andre ord, til at eliminere reverse salients.

Den første, og ofte mest fascinerende, systembygger er naturligvis opfinderen. Opfinderen er dog ikke alene om projektet, et stort antal myndigheder, investorer, pr-mænd og vedligeholdere, samt andre aktører, vil spille en rolle i et systems udvikling fra opfindelse til moment.

Det er således svært at give en præcis karakteristik af hvem, der spiller en rolle som systembygger, eftersom dette i meget høj grad afhænger af det enkelte system. De ovenstående vil som regel være inkluderet, men derfra vil et væld af yderligere aktører kunne defineres som værende systembyggere.

Det er derfor centralt at udvælge de instanser som måtte have haft den største betydning for systemets udvikling. I denne sammenhæng er det vigtigt at understrege at systembyggeren ikke nødvendigvis er et individ, men derimod ofte en sammensat aktør. En systembygger kan således være et firma, en regering eller en helt tredje instans, som ikke består af et enkelt menneske, men alligevel agerer sammen.

Afsluttende bemærkninger

Et stort teknologisk system kan altså analyseres ved at undersøge, hvorledes det har udviklet sig igennem de fire faser, og fokusere på hvilke reverse salients det har været udsat for, og hvilke systembyggere som har været involveret i at løse disse problemer.

Dette vil dog for de fleste gymnasieopgaver være et for omfattende projekt. Det er således relevant at overveje om det er en bestemt fase, der er relevant, eller forholdet mellem to centrale systembyggere, eller noget helt tredje. Det er altså centralt at afgrænse opgaven, og derved også analysen. Dette vil som regel også være af betydning for hvilken vinkel opgaven vil få. Dvs. om den har en politisk, filosofisk eller teknisk indgangsvinkel.

Hvis man ønsker at analysere et stort teknologisk system fra før den industrielle revolution, er det relevant at overveje hvilke undtagelser det er nødvendigt at gøre sig, før modellen er brugbar. Eksempelvis kan begrebet systembyggere godt blive temmelig problematisk.

Det ovenstående er skrevet med baggrund i:

Hughes, Thomas P.: *Networks of Power*. Baltimore, 1983.

Samfund

Eksternalisme er en generel betegnelse for studier af teknologihistorie, der ikke fokuserer på de tekniske elementer i den teknologiske udvikling, men derimod på hvilke samfundsforhold, der påvirker teknologien. Det er altså forklaringer, der kun baserer sig på forhold i den yderste cirkel af *figur 1*.

I en rent eksternalistisk forklaring er det således alene faktorer uden for selve det teknologiske system, der påvirker den teknologiske udvikling. Teknologien opfattes derfor også som en form for "black box".

Det er uden for enhver tvivl at samfundsforhold påvirker den teknologiske udvikling, men det er også problematisk alene at anskue denne udefra, hvorfor denne type forklaringer ofte bliver ganske ensidige.

En anden type forklaringer som ligger vægt på samfundets betydning uden at ignorere selve teknologien er den såkaldte kontekstualisme, der søger at placere teknologien i dens historiske sammenhæng, for derved at skabe en bedre forståelse for denne.

Et givent samfund er med til at forme de teknologier som benyttes indenfor grænserne af dette og formes endvidere i et vist omfang af disse. Således er de fleste af de teknologier, som benyttes i Danmark betinget af vores økonomiske forhold, vores politiske system og vores kulturelle værdier.

Dette medfører også at det som regel er ganske besværligt at overføre et teknologisk system fra Danmark, eller et andet vestligt land, til et udviklingsland uden at tage højde for disse forhold. Ligeledes er det svært at forestille sig at et teknologisk system ikke skulle have en grundlæggende påvirkning på det samfund, som det eksisterer i.

Det danske Dankort-system er f. eks. betinget af at danske politikere vedtog den såkaldte Dankort-lov, der regulerede indførelsen af dankortet i 1983, men er også med til at sørge for at Danmark er et af de lande hvor plastikkort er mest udbredt og brugt. Dette medfører igen at omløbet af penge er meget ubesværet, og gavner således dansk økonomi, fordi transaktionsomkostningerne i den danske dagligvarehandel er meget lave for forbrugerne.

Lovgivningen påvirker altså hvordan en teknologi indføres, mens denne samtidig ændrer rammebetingelserne for økonomien.

Trekassemodellen

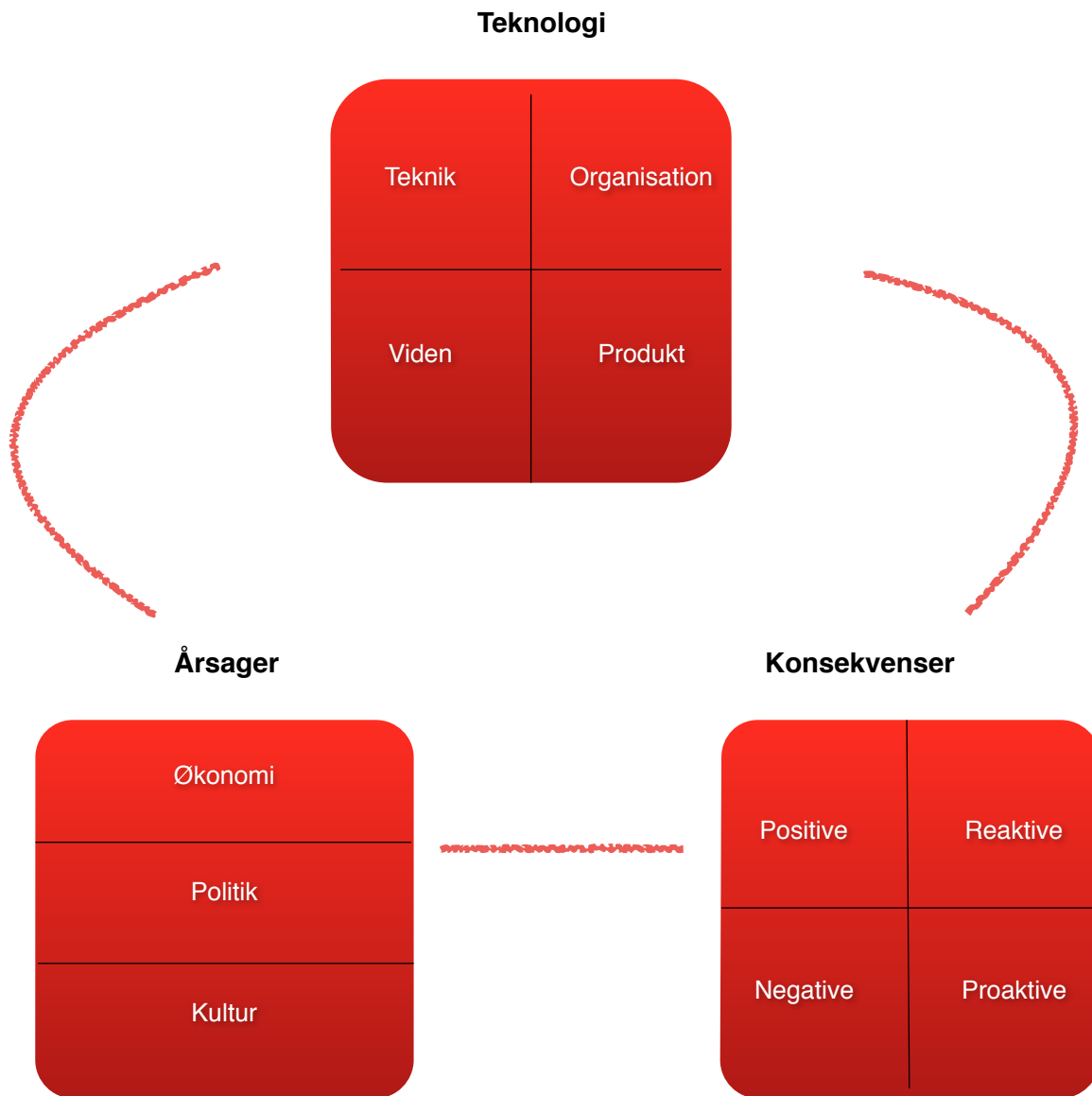
Trekassemodellen kan anskues at være en kontekstualistisk model, der både fokuserer på teknologien i sig selv, det omgivende samfunds påvirkning af teknologien og teknologiens påvirkning af samfundet.

Modellen tager udgangspunkt i det klassiske teknologibegreb fra Aalborg-modellen, dvs. at en teknologi defineres ud fra fire elementer: Teknik, organisation, viden og produkt.

Modellens tre kasser omhandler den gensidige påvirkning (dialektikken) mellem årsager, teknologiens sammensætning og konsekvenser af teknologien.

Trekassemodellen understreger således, at al teknologisk udvikling har nogle årsager og nogle konsekvenser (for arbejderne, miljøet, samfundet). For at belyse konsekvenserne af den teknologiske udvikling, er det også nødvendigt at se på de økonomiske, politiske og kulturelle årsager til teknologiudviklingen.

Figur 2: Trekassemodellen



Figur 2: Figuren viser den gensidige påvirkning, der eksisterer mellem årsager, teknologi og konsekvenser, illustreret ved de røde streger.

Sammenhæng

Forbindelsesstregerne mellem årsager og teknologi viser, at al teknologisk udvikling har en årsag (venstre til højre) og at teknologi giver grundlaget for økonomisk udvikling, politiske beslutninger og ændringer i de kulturelle mønstre (højre til venstre).

Stregen mellem teknologi og konsekvenser viser, at al teknologisk udvikling har positive og negative konsekvenser, samt at vurderingen af teknologiens konsekvenser kan være proaktiv (man prøver at forudsige teknologiens konsekvenser) eller reaktiv (man venter til der har vist sig konsekvenser).

Endelig er der en pil fra konsekvenssiden til årsagssiden. Denne viser, at mennesker der påvirkes af teknologien enten i form af positive eller negative konsekvenser vil bruge deres indflydelse eller magt til at påvirke beslutningsprocesserne i samfundet og dermed påvirke den teknologiske udvikling.

Hver kasse indeholder desuden en række underpunkter, som det er værd at gå lidt mere i dybden med.

Teknologikassen

Teknologikassen tager udgangspunkt i teknologibegrebet fra Aalborgmodellen, som gennemgås i afsnittet om artefaktperspektiver, der vil således ikke blive givet en gennemgang af hver af delementerne her, idet dette er gjort ovenstående.

Det skal dog understreges at hvor der i det artefaktbaserede perspektiv er fokus på forståelsen af teknologien i sig selv, er fokus i trekassemodellen på hvordan elementer i såvel årsagskassen som konsekvenskassen påvirker og påvirkes af de enkelte dele af teknologien.

Dermed ikke sagt at det i trekassemodellen er uinteressant at analysere hvordan teknologien på et givet stadie er opbygget ud fra begreberne teknik, viden, organisation og produkt. Dette er en forudsætning for at kunne sige noget som helst meningsfyldt om hvordan teknologien hænger sammen med de andre kasser.

Udgangspunktet for en god analyse med trekassemodellen er således en solid forståelse for teknologien ud fra Aalborgmodellen.

Det er dog sammenhængen mellem disse dele, der er i centrum for det videre arbejde med modellen. Når Aalborgmodellens teknologibegreb benyttes i det videre arbejde med

trekassemodellen understreges det eksempelvis hvordan en given politisk beslutning påvirker organiseringen af en teknologi, og hvordan materialevalget påvirker miljøet, ikke kun at teknologien er organiseret på en bestemt måde og opbygget af bestemte materialer.

Ligeledes er det relevant hvorledes de eksisterende markedsforhold påvirker produktet, såvel som tilgængeligheden af den viden, der danner baggrund for teknologien.

Det er altså vekselvirkningen mellem kasserne, der udgør kernen i arbejdet med trekassemodellen, ikke de enkelte dele uden sammenhæng.

Årsager

Årsagskassen indeholder tre elementer: Økonomi, politik og kultur.

Økonomi:

Økonomikassen refererer til det økonomiske system, der eksisterer på det givne tidspunkt hvor teknologien udvikles. Dette handler helt overordnet om, hvorvidt der er tale om et markedsøkonomisk, et planøkonomisk eller et helt tredje system, der kan siges at udgøre rammerne for den økonomiske aktivitet i det givne samfund.

Endvidere er det som regel relevant at fokusere på mere specifikke økonomiske samfundsforhold, såsom f. eks. velstandsniveauet relativt til andre samfund på det relevante tidspunkt eller produktionen af diverse goder, der har betydning for teknologiudviklingen, som f. eks. jern under den industrielle revolution.

Det er derfor relevant at gøre brug af de begreber og forståelser som også økonomiundervisningen i samfundsfag beskæftiger sig med. Det er eksempelvis betydningsfuldt hvorvidt en given regering fører en ekspansiv finanspolitik, eller yder støtte til en given industri.

Andre elementer som f. eks. protektionisme eller frihandel kan ligeledes være signifikante for teknologiudviklingen.

Kort fortalt handler økonomikassen altså om at identificere hvilke økonomiske strukturer, et samfund er undergivet, og vurdere hvilke, der måtte være relevante for udviklingen af en given teknologi.

Politik:

Politikkassen handler om hvilke grundlæggende politiske strukturer et samfund er underlagt. Det er således, på det overordnede plan, centralt at bestemme hvorvidt, der er tale om et liberalt demokrati, et kommunistisk folkedemokrati eller et fascistisk diktatur.

Yderligere er det vigtigt at sætte sig ind i hvilke strukturer, der eksisterer i det politiske system. Det er således ikke uden betydning om der er tale om et stærkt polariseret tokammersystem eller et mangepartisystem med en betydelig grad af samarbejde over midten af det politiske spektrum.

Andre faktorer som f. eks. korrupsion, eller mangel på samme, og organisationsgrad, dvs. hvor mange og hvor stærke interesseorganisationer der er, kan også være af væsentlig betydning.

Lovgivning er også en signifikant faktor, der ofte spiller en rolle i politikkassen. Det kan således være helt centralt for den teknologiske udvikling, om der eksisterer en effektiv patentlovgivning i et givet samfund eller hvorvidt der ud fra etiske overvejelser lovgives mod specifikke teknologier.

Det politiske element i årsagskassen kan altså siges at inkludere alle de elementer, som omhandler hvordan et samfund styres, og hvordan magten er fordelt. Det er naturligvis igen relevant at inkludere og benytte viden fra samfundsfag.

Kultur:

Kulturkassen omhandler, ikke overraskende, de kulturelle grundelementer, som kan siges at udgøre de bånd som binder et samfund sammen, og definerer det som distinkt fra andre samfund.

Vigtige elementer er her fænomener som religion og sociale normer.

Det er sjældent uvæsentligt for teknologiudviklingen om der er tale om et samfund hvor religiøse forskrifter, der begrænser videnskabelig virksomhed, opretholdes med ekstrem stor nidkærhed, eller hvorvidt en religiøs bevægelse opfatter hårdt arbejde som et bud fra en højere magt.

Det er her meget vigtigt at pointere at religion ikke nødvendigvis begrænser den teknologiske udvikling, men også kan være en understøttende faktor.

Normer kan ligeledes være stærkt medvirkende til både at begrænse og facilitere teknologisk udvikling, således kan et samfund meget vel have stærke normer forbundet til forskellige begreber.

For eksempel kan der eksistere normer om renlighed, der underbygger udbyggelsen af et vandsystem eller etiske normer, der modvirker brugen af diverse bioteknologiske landvindinger.

Endvidere kan normer, der underbygger eller begrænser eksempelvis delingen af viden mellem forskellige dele af et samfund være af stor vigtighed for udbredelsen af teknologi. Det kan således være af betydning hvilken status en håndværker har relativt til en akademiker i forhold til hvorvidt, de er i stand til at dele viden om såvel praktiske som teoretiske problemstillinger.

Kulturkassen er således defineret ved de elementer, der kendetegner et givent samfunds grundlæggende normer og værdier. Igen er en solid fundering i samfundsfag relevant.

Årsagskassen som helhed:

I forhold til årsagskassen som helhed er det helt centralt at betone, at de forskellige kasser har en høj grad af overlap. Økonomiske strukturer er således næsten altid understøttet af et lovgivningsnetværk, lovgivning vil næsten altid tage udgangspunkt i de herskende normer, som igen vil være påvirket af de økonomiske og politiske forhold. Det kan således være svært at adskille disse meget stringent, og det er heller ikke meningen at dette skal ske, men netop at understrege denne gensidige påvirkning.

Konsekvenser

Ligesom årsagskassen er opdelt i en række underpunkter er også konsekvenskassen opdelt. Der indgår her fire elementer: Positive og negative samt reaktive og proaktive.

Positive og negative:

Konsekvenser af en given teknologisk udvikling kan forstås ud fra flere perspektiver. Eftertiden vil ofte have en ganske anden opfattelse af en teknologi end samtiden. På samme måde vil forskellige grupper i et samfund også opfatte en teknologi forskelligt.

En fabriksejer vil ofte opfatte en ny maskine, der medfører en mere effektiv produktion som positiv mens de arbejdere, der erstattes af maskinen, og derfor bliver fyret, vil opfatte den som negativ.

Vurderingen af en teknologisk konsekvenser er således altid afhængig af det perspektiv, der anlægges. Det er derfor vigtigt at være opmærksom på hvilket perspektiv en given teknologi vurderes ud fra, idet dette vil være af afgørende betydning for forståelsen af konsekvenserne.

Positive og negative konsekvenser er således et spørgsmål om at sætte effekten af en teknologisk udvikling i perspektiv i forhold til forskellige interessegrupper i samfundet, der måtte blive påvirket af teknologien.

Det er derfor også vigtigt at pointere at der ikke eksisterer teknologi med udelukkende positive eller negative konsekvenser. Konsekvensen af at der bygges vindmøller i et sommerhusområde er således positive set fra en miljøgruppes perspektiv, mens sommerhusejerne ser støjgenerne som negative.

Reaktive og proaktive:

Konsekvenserne af en teknologisk udvikling kan være svære at forudse, ikke desto mindre vil der ved indførelsen af en ny teknologi som regel være en ide om hvilke effekter den vil have. På den anden side vil der ofte være konsekvenser, som enten ikke kan forudsiges, eller blot ikke er blevet afklaret på forhånd.

Forsøget på at vurdere konsekvenserne af en teknologi på forhånd er det der kaldes en proaktiv vurdering. En sådan vurdering efterfølges ofte af handlinger, designet til at maksimere udbyttet af en ny teknologisk mulighed, hvis der er tale om positive konsekvenser, eller minimere effekten hvis der er tale om negative konsekvenser.

Hvis der bliver bygget en motorvej vil der således ofte blive planlagt industrikvarterer i nærheden af afkørsler for at udnytte den gode infrastruktur, mens der vil blive bygget støjhegn for at beskytte beboelsesområder, der generes af lyden af de mange biler.

I denne sammenhæng er det også vigtigt at pointere at en proaktiv vurdering kan lede til ganske betragtelige fejlslåen. Proaktive vurderinger kan således være baseret på forkerte antagelser eller være for optimistiske eller pessimistiske.

Et godt eksempel kunne være den massive investering i online-virksomheder i slutningen af 1990'erne, hvor det blev forudsagt at onlinehandel ville overtage store dele af markedet allerede fra begyndelsen af det nye årtusind. Milliarder af dollars blev skudt ind i virksomheder, der ikke havde en blot nogenlunde sammenhængende ide om hvordan de skulle tjene penge, resulterende i et massivt sammenbrud på NASDAQ - det såkaldte "Dotcom Crash".

Der er altså tale om konsekvenser, der både er blevet forudset og vurderet på forhånd ud fra de forskellige interessenters perspektiver, men ikke altid med det resultat som blev forudsagt.

En del konsekvenser kan ikke vurderes på forhånd, idet de ikke er blevet forudsagt, og vil således kun kunne indgå i vurderingen af en teknologisk udvikling efter denne er foregået. Dette er konsekvenser som vurderes reaktivt.

I forhold til den tidligere nævnte motorvej, kan det være at en given vej i en nærliggende by pludselig bliver genstand for en stærkt forøget trafik til og fra motorvejen, til glæde for de lokale supermarkeder, hvor pendlerne handler, men irritation for de lokale beboere.

Et andet eksempel kunne være at det efter introduktionen af masseproduktion på Ford-fabrikkerne blev konstateret, at de stærkt ensformige arbejdsprocesser medførte en ganske voldsom udskiftning af arbejdere, idet folk simpelthen ikke kunne holde til de gentagne rutiner, og derfor foretrak mere afvekslende job med lavere løn.

En reaktiv vurdering af konsekvenser er således også at opfatte som en vurdering af utilsigtede konsekvenser, men dette er ikke det samme som at de altid er negative. Et resultat af den store udskiftning af arbejdere på Ford-fabrikkerne var således at lønnen for en gennemsnitlig arbejder steg voldsomt, med den effekt at den samlede økonomiske aktivitet (BNP) i det amerikanske samfund voksede. Det var der ikke nogen som havde forudset.

Konsekvenskassen som helhed:

Det er et vigtigt led i forståelsen af konsekvensboksen, at der er tale om specifikke konsekvenser af en given teknologi, og ikke teknologiens mere overordnede effekt på samfundet, og dermed på årsagsboksen.

Der er altså et skel mellem umiddelbare konsekvenser og mere overordnede effekter. De overordnede effekter af en teknologi på samfundet illustreres af forbindelsen mellem konsekvens- og årsagskassen.

Forskellige interessenter, der udsættes for konsekvenserne af teknologien vil således påvirke samfundet - bevidst eller ubevidst - gennem blandt andet interesseorganisationer, valg og ændrede forbrugs- og handlingsmønstre, og således ændre forudsætningerne i årsagskassen.

Afsluttende bemærkninger

Trekassemodellen giver udtryk for et perspektiv på teknologiudvikling, der tager udgangspunkt i at al teknologi står i et gensidigt forhold til det samfund, som omgiver den.

En sådan kontekstuel tilgang medfører at der stilles store krav til, at den der udfører en analyse ved hjælp af modellen har en solid forståelse for det samfund, som danner grundlag for teknologiudviklingen, og er i stand til at udvælge relevante årsagssammenhænge med henblik på at forklare denne.

Som det var tilfældet i relation til Hughes' model er det ofte en stor mundfuld at tackle hele modellens kompleksitet i en gymnasieopgave, hvorfor det også her kan anbefales at begrænse sig til udvalgte sammenhænge.