

Teknologi og design

Hva Hvorfor Hvordan

Et fagdidaktisk veiledningshefte

2.utgave

Pål J. Kirkeby Hansen



2. utgave 2007,
© EVINA (Etter- og Videreutdanning i Naturfag) og
Høgskolen i Oslo, Avdeling for lærerutdanning

1. utgave 2004,
© RENATE (Nasjonalt senter for rekruttering til naturvitenskapelige og teknologiske fag).
Utarbeidet med støtte av Norges Ingeniørorganisasjon – NITO.
RENATEs disposisjonsrett er tilbakekalt av forfatter ved brev 05.10.07 iht. avtale av
23.06.06.

"Design det som skal lages - lag det som er designet!"

Forord

Jeg var så heldig å få være med i referansegruppen for prosjektet Teknologi i Skolen (TiS) som var initiert og ble drevet av Norges Ingeniørorganisasjon (NITO) i perioden 1996 - 2001. Fra skoleåret 1997/1998 drev TiS forsøk med fagområdet Teknologi og design på alle trinn i stadig flere grunnskoler over hele landet. Forsøkene ble hele tiden drevet innen rammene til Læreplanverket for den 10-årige grunnskolen (L97) som tema- eller prosjektarbeid. Fra 2001 ble prosjektet og forsøksvirksomheten overtatt og videreført som eget program av Nasjonalt senter for rekruttering til naturvitenskapelige og teknologiske fag (RENATE) med samme referansegruppe og ledelse.

1.utgave av dette heftet var utarbeidet med støtte av NITO og utgitte av RENATE i en serie med veiledningshefter for lærere som var med på forsøkene. Heftet bygget på refleksjoner over erfaringene fra forsøksvirksomheten, samt studieturer og fagkonferanser i England og Sverige. Nyttige erfaringer fikk jeg også fra gjennomføringen av etterutdanningskurs ved Høgskolen i Oslo, og som sensor på videreutdanningen ved Høgskolen i Østfold. Det teoretiske grunnlaget for refleksjonene var generell fagdidaktisk teori samt fra tidsskriftartikler, bøker og læremidler i fagområdene teknologiundervisning og designundervisning.

Program for Teknologi i Skolen ble lagt ned våren 2004 da Stortinget gjorde vedtak om Kunnskapsløftet i grunnsopplæringen. Teknologi og design ble et flerfaglig emne. Utviklingen av Læreplaner for Kunnskapsløftet (LK06) startet høsten 2004, og læreplanene ble iverksatt fra høsten 2006. Denne utgaven av heftet (2.utgave) er revidert og tilpasset de nye læreplanene der Naturfag, Matematikk og Kunst og håndverk samarbeider om emnet Teknologi og design. Heftet bygger på ferske erfaringer med undervisning og lærerutdanning etter LK06. I perioden 2004-2006 hadde jeg en deltidsstilling i RENATE bla. med implementering av Teknologi og design i grunnskolen og lærerutdanning som arbeidsområde. Skoleåret 2005/2006 deltok jeg i prosjektgruppen for TeknoVisjon som RENATE drev sammen med Ungt entreprenørskap for å utvikle et konsept der teknologi, design og entreprenørskap utgjør en enhet i grunnskolen. Jeg drev også følgeforskning i prosjektet for å dokumentere. Jeg ledet utvalget som laget Studieplan for Teknologi og design (30 studiepoeng) ved Høgskolen i Oslo og har ledet studiet fra starten høsten 2006. Jeg har også vært med i utvalget som laget tilsvarende studieplan ved Høgskolen i Agder. Fra starten av skoleårets 2006 er jeg faglig veileder i Teknologi og design for fire skoler i Oslo under Program for skoleutvikling OSLO: Lede, prioritere og organisere. Skoleutvikling gjennom fokus på resultater og undervisningspraksis i realfagsfeltet. Jeg driver også følgeforskning i programmet for dokumentasjon og teoriutvikling i fagdidaktikk for emnet.

Laila Løset fra Høgskolen i Østfold, Jon Arve Husby fra Høgskolen i Nord-Trøndelag og undertegnede fikk høsten 2005 i oppdrag å lage ressurser til nettbasert etter- og videreutdanning i Teknologi og design. Vi hadde startproblemer, men i løpet av våren og sommeren 2007 kom det hele på plass. Dette heftet er et av mange som utgjør teoridelen av ressursene. Jeg takke mine to kolleger for godt samarbeid, og prosjektleder for EVINA (Etter- og Videreutdanning i Naturfag) Tone Nergård for at hun ikke mistet troen på oss, tross meget lang inkubasjonstid.

Oslo oktober 2007

Pål J. Kirkeby Hansen

Dosent, dr.scient.

Innhold

Forord	4
Innhold	5
Innledning	6
Hva er teknologi?	7
Hva er design?	15
Oppgave 1: Gjenstander på pulten	20
Oppgave 2: Gjenstander på kjøkkenet	21
Oppgave 3: Håndredskaper i verktøykassa	21
Fra idé i 1996 til flerfaglig emne i 2006	23
Teknologi og design i LK06	36
Hvorfor teknologi og design i grunnskolen?	41
Hvorfor teknologi og design?	51
Hvordan kan teknologiundervisning planlegges og gjennomføres?	52
Eksempel 1: Planlegging av et prosjekt på 6.årstrinn	53
Eksempel 2: Planlegging av Teknologi og design 5.-7.årstrinn	59
Oppgave 4: Vurderingskriterier	65
Didaktisk oppsummering	67
Referanser	69

Innledning

Fagdidaktikk er svar på emnet Teknologi og designs grunnleggende spørsmål *hva* er emnet, *hvorfor* har vi emnet i grunnskolen, *hvordan* kan emnet undervises, *hvem* skal undervises og *av hvem*. Teknologi og design er ikke eget fag, men et flerfaglig emne der fagene Naturfag, Matematikk og Kunst og håndverk samarbeider. En viktig bakgrunn for studier av emnets didaktikk, er kunnskap om emnets utvikling fra en idé hos noen få entusiaster i 1996, gjennom forsøksvirksomhet og etterutdanning av lærere fra 1997, til emnet ble en del av det nye Læreplanverket for Kunnskapsløftet i 2006 (LK06). Ideen var inspirert fra utlandet der teknikk eller teknologi allerede hadde vært eget fag i flere år i mange land. Derfor er det *komparative* perspektivet også trukket inn dvs. sammenlikning av hvordan faget står i noen andre land. Dette heftet presenterer bare noen få prosjektideer og oppgaver som er nødvendig for å illustrere teksten. Dette er altså ikke et idehefte for gode teknologi- og designprosjekter. Mange gode ideer til de ulike kompetansemålene på alle trinn i LK06, finnes på kurssidene til EVINA (Etter- og Videreutdanning i Naturfag; Løset, Husby og Hansen 2007).

Hva er teknologi?

Mange vil være enig i påstanden: Teknologi er vesentlig for store deler av vårt liv og vårt samfunn. Vi forbinder teknologi med håndverk, industrier, energiproduksjon, måling, kartlegging, jordbruk, fiske, skogbruk, gruvedrift, konstruksjoner, bygninger, transport, kommunikasjon, prosesser, kontroll, medisin, forsvaret, våpen, systemer, organisering, systematisering, hjem, idrett, musikk, jakt ... Vi har en intuitiv forståelse av begrepet *teknologi*. Hva sier norske og engelske ordbøker? Vi skal senere se hva læreplanverket sier.

Ordbøker: *Teknologi*...

(combination of Greek *techne*, “art, craft” with *logos*, “word, speech”) ... the application of scientific knowledge to the practical aims of human life, ..., to change and manipulation of the human environment, (Encyclopædia Britannica 2000).

...1 læren om og studiet av praktiske fremgangsmåter i håndverk og industri; bearbeiding av råvarer 2 bruk av vitenskapelige resultater for å oppnå bestemte mål (Bokmålsordboka 1997)

Teknologiens historie og utvikling.

Dette er ikke selve historien, men heller en kort versjon av noe som har drevet fram den teknologiske utviklingen og det teknologiske mangfoldet. (For en grundigere beskrivelse anbefales *Skruen uden ende* av Nielsen, Nielsen og Jensen (1996). Utviklingen startet nær sagt med de første menneskene. Både menneskeaper og mennesker kan lage verktøy. Tenk på det berømte forsøket til den tyske psykologen Wolfgang Köhler. En sjimpanse setter en mindre stokk inn i en større hul stokk og lager dermed et primitivt ”verktøy” for å fiske til seg bananer den ikke kunne nå med en stokk alene. Psykologene tolker dette som driv eller instinktiv adferd drevet av sult. Det som skiller menneskene fra menneskeapene, er at vi kan tenke systematisk og kreativt i arbeidet med å utvikle våre verktøy. Det er nærmest en del av menneskets natur. Vi lager fortsatt verktøy og annen teknologi for å løse problemer. Det har fulgt oss gjennom hele menneskets utviklingshistorie.

Historien viser at teknologisk utvikling er sterkt avhengig av sosial medvirkning. Tre faktorer er viktige: For det første måtte det opprinnelig være et sterkt følt sosialt behov for å løse et problem som drev fram utviklingen av nye verktøy eller ny teknologi. I våre dager hjelper reklameindustrien oss med å skape behov vi ikke selv vet om eller føler. For det andre må det være ressurser som kapital, materialer og personer med de rette kunnskaper og ferdigheter til stede, for å bringe ideene fram til ny anvendelig teknologi. Leonardo da Vinci (1452-1519) hadde et utall av skisser til teknologiske løsninger på mer eller mindre følte behov. De aller fleste ble bare skisser fordi han manglet en eller flere av de nødvendige ressursene til å videreutvikle de enkelte ideene. Kanskje var det også mangel på forståelse for ideene blant hans medborgere? Det er den tredje faktoren. Spesielt må de dominerende sosiale grupper i samfunnet forstå ideen og ta den alvorlig før de stiller ressurser til rådighet slik at ideen skal kunne utvikles videre. Dette er den viktigste sosiale faktoren i teknologiens utvikling helt fra første stund.

Nye arkeologiske funn viser at innvandrerne fra Afrika til Europa i mellomistiden for ca.500.000 år siden, var listige jegere. De samarbeidet etter en nøye plan for å nedlegge byttet og brukte avanserte kastespyd. Når de flådde og delte byttet, brukte de sylskarpe flintredskaper. Disse første europeerne, som tidligere ble betraktet som språkløse og dumme, var *Homo erectus* eller *Homo heidelbergensis*, altså Neandertalermannens forfedre. Selv de hadde utviklet teknologi! Steinalderen har fått sitt navn etter råstoffet til de viktigste redskapene. I hundretusener av år gikk den teknologiske utviklingen utrolig sakte, ja var nærmest stillestående i lange perioder. I Norge regnes eldre steinalder fra etter siste istid fram

til ca.4000f.Kr. og yngre steinalder fram til ca.1800f.Kr.. Den ble avløst av bronsealderen. Deretter fulgte jernalderen fra ca.500f.Kr. Disse to epokene er også navnet etter en av de viktigste nye ressursene som ble anvendt i datidens teknologi. Utviklingen gikk fortatt sakte. Innen hver epoke var utviklingen kumulativ dvs. det nye var ofte videreutvikling av det eldre.

I begynnelsen fulgte teknologien folkegrupper på vandring eller tilfeldige kontakter med andre grupper. Spredningen av teknologi tok først fart med etableringen av faste handelsforbindelser. Handel med varer i noe omfang, er igjen avhengig av en eller annen form for transportteknologi. Arkeologien kan vise mange eksempler på at det har vært parallell utvikling av teknologi på forskjellige steder i verden når behovet har vært det samme og de tilgjengelige materialene har vært de samme. For eksempel har avanserte sivbåter og flåter vært bygget flere steder i verden uten at det er påvist kontakt mellom befolkningene.

Teknologiens historie er like lang som menneskehetens historie. Det er først i det siste årtusen og spesielt det siste århundre, at den teknologiske utviklingen har akselerert i en slik grad at vi tror selve utvikling er en iboende og ustoppelig del av teknologien. Naturvitenskapens historie er mye kortere enn teknologiens. Noen mener naturvitenskapen startet med den greske antikkens naturfilosofier som Demokritos (460-370f.Kr.), Platon (427-347f.Kr.) og Aristoteles (384-322f.Kr.). Mange vil imidlertid regne at naturvitenskapens historie startet med den polske astronomen Nicolaus Copernicus (1473-1543e.Kr.) sitt brudd med det aristoteliske (geosentriske) synet på himmellegemenes bevegelse. Det copernicanske (heliosentriske) syn ble senere støttet av dansken Tycho Brahe (1546-1601) og tyskeren Johannes Kepler (1571-1630). Det som virkelig satte fart i astronomien, var oppfinnelsen av kikkerten (teknologi!). Den gjorde at italieneren Galileo Galilei (1564-1642) i løpet av få måneder fra august 1609 kunne gjøre oppdagelser som mangedoblet den astronomiske kunnskapen det hadde tatt årtusener å utvikle. Også på andre, mer jordnære områder av fysikken, var Galileo en banebryter. Han utviklet *den eksperimentelle metoden* fordi han mente at observasjoner bare var grunnlag for å stille opp hypoteser. Disse hypotesene satte han på prøve ved å gjøre kontrollerte eksperimenter. Hvis en hypotese ikke stemte med det eksperimentet viste, måtte den forkastes og eventuelt erstattes av en ny hypotese. Sammen med Galileo regnes engelskmannen Francis Bacon (1561-1626) som grunnlegger av den eksperimentelle metoden. Bacon hevdet at det magnetiske kompasset, trykkekunsten og oppfinnelsen av kruttet, tre store teknologiske landevinninger, var det moderne menneskets viktigste oppfinnelser. Han tok til orde for at eksperimentell naturvitenskap kunne videreutvikle menneskets evne til å herske over naturen. Naturvitenskapen skulle brukes i praktisk retning mao. han gikk inn for en harmonisering av vitenskapelig forskning og teknologisk utvikling. Det skulle gå mer enn 200 år før denne tilnærmingen begynte for alvor.

Keplers og Galileos forståelse av bevegelse og gravitasjon var viktig grunnlag for at engelskmannen Isaac Newton (1642-1727) kunne gi teoriene sin endelige utforming i verket *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1687). Newton var også teoridanner i lyslære og optikk presentert i *Optics* (1704). De nederlandske brillemakerne som oppfant kikkerten, hadde satt mennesket i stand til å utforske verdensrommet dvs. makrokosmos. Omkring 1590 hadde de også bygget det første mikroskopet (mere teknologi!). Mikroskopet gjorde menneskene i stand til å utforske mikrokosmos i langt større grad enn med enkelte lupen de til da hadde brukt. Dette førte etter hvert til like store omveltninger innen vitenskaper som botanikk, zoologi og medisin som kikkerten hadde gjort for astronomi og fysikk. Det var altså ny teknologi som var en viktig forutsetning for det som ofte har blitt kalt *den naturvitenskapelige revolusjonen*.

Folk flest kjente neppe til slike teknologiske og vitenskapelige nyvinninger, og nyvinningene hadde ingen innflytelse på dagliglivet. For folk flest var det kampen for tilværelsen det som

opptok dem. De fleste var direkte eller indirekte knyttet til jordbruk, men noen drev også håndverk. På disse områdene var det en kontinuerlig, men meget sakte teknologiutvikling. I Norge ble det på 1600-tallet oppdaget nye resurser med stor økonomisk verdi. Sølvgruvene på Kongsberg ble åpnet i 1624 og koppergruvene på Røros 1644. Verken Norge eller Danmark som vi var en del av, hadde den nødvendige teknologien og kunnskapen. Teknologi og nøkkelpersonell til gruvene ble hentet fra Tyskland. Gruvedrift var ikke noe nytt i Norden, men det var størrelsen, industrialiseringen og økonomien som var det store skiftet. Gruvedriften etter kopper i Falun startet allerede på 1200-tallet, men også her skjedde industrialiseringen på begynnelsen av 1600-tallet med tyskimportert teknologi og kunnskap. Falu gruva var verdens største koppergruve på 1600- og 1700-talet, men også Sveriges største gullgruv og nest etter Sala, den største sølvgruven, med mer enn 1.200 gruvearbeidere. "Falu gruva är rikets skattkammer och kassakista" sa Gustav 2. Adolf (konge 1613-1632) som trengte penger til sine mange kriger. I 1734 skrev Carl von Linné: "Detta är Sveriges största under, men faseligt som Helvetet självt", det siste sier noe om både hvordan det var å arbeide der og størrelsen på gruva. Det kom stadig nye krav til teknologisk utvikling i gruvene. I 1690 ble Karl XI (konge 1660-97) mektig imponert av en demonstrasjon av mekaniske innretninger som unge Christopher Polhem (1661-1751) gjorde for han. Kongen utnevnte straks Polhem til Directeur över Bergsmechaniken. To år senere blev han Konstmästare ved Stora Kopparberget (offisielt navn på Falu gruva). Polhem så at det var stort behov for ingeniører og teknikere til gruvene og annen mekanisk virksomhet som for eksempel mekaniske verksteder og sagbruk. Han interesserte seg derfor sterkt for teknisk utdanning og pedagogikk. I 1697 grunnla han sitt Laboratorium mechanicum, en skole for ingeniører. Hans ideer og oppfinnelser utgjorde grunnstammen i Kongliga modellkammaren i Stockholm, grunnlagt i 1756. Denne inneholder en samling av tekniske tremodeller, Polhems mekaniska alfabet (kan fortsatt sees på Tekniska museet i Stockholm) til bruk i undervisningen. Her kan studentene studere alle mulige mekaniske overføringer og hvordan de kan føyes sammen – som bokstaver i et alfabet. Polhem, ofte kalt "svenska mekanikens fader", var ikke bare et teknologisk geni for sin tid, han var også en pedagogisk foregangsmann på undervisning i teknologi (og industridesign!) – derfor har denne historien fått så stor plass her. Historien om gruvene på 16- og 17-tallet peker dessuten videre mot det som skulle komme:

Ingen historisk periode har betydd mer får våre liv og den moderne verden enn *den industrielle revolusjonen*. Den var ikke bare en teknologisk revolusjon. Den var like mye en sosial revolusjon. Det hele startet i England omkring 1750 fordi det var der det lå best til rette politisk og kulturelt. I England hadde de rette personene den rette holdningen til teknologi, arbeid og profitt. De hadde mennesker med den rette utdanningen, kunnskapen og fornuftstenkningen. England var dessuten langt fremme i naturvitenskap. Det startet i bomullsindustrien, først med John Kays flygende skyttel i 1733. Når vevernes produktivitet ble fordoblet, måtte det gjøres noe for å skaffe mye mer garn. Svaret var James Hargreaves Spinning Jenny i 1760-årene. Denne mekaniseringen reiste behov for mer mekanisk drivkraft. Richard Arkwrights vandrevne spinnemaskin kom derfor rett etter. Arkwright fant også opp en kardemaskin i 1775, og i 1787 kom de første helmekaniske vevstolene. I 1780-årene ble det gjort forsøk med dampkraft i bomullsindustrien. Alt i 1698 hadde Thomas Savery fått patent på en dampmaskin som kunne drive pumpene i kullgruvene. Den skulle erstatte pumper som var drevet med hester i rundgang. Dampmaskinen hadde et enormt kullforbruk, og var derfor ikke lønnsom. I 1712 kom Thomas Newcomens dampdrevne pumpe, den første som var lønnsom i drift. Foreløpig hadde utviklingen av dampteknologien vært preget av prøve-og-feile. I 1760-årene tok universitetet i Glasgow del i forsøkene og utviklingen på mer vitenskapelig basis. Gjennombruddet kom med James Watts dampmaskin med kondensator. Den ble satt i arbeid i 1776. Dette var kanskje første gang teknologi og vitenskap gikk

sammen om utvikling av et produkt. Watt kombinerte en solid teknisk utdanning med stor praktisk begavelse. I 1781 tok han patent på tekniske løsninger i å overføre stempelets opp/ned bevegelse til rotasjonsbevegelse. Den nye teknologien gjorde at kull ble den viktigste energikilden, og jern ble et viktig råstoff. Den videre teknologiske utviklingen ga oss jernbane og dampskip alt tidlig på 1800-tallet. Dette førte senere til en transport- og samferdselsrevolusjon. I kjølvannet av den raske teknologiske utviklingen, fulgte voldsomme sosiale forandringer gjennom alle de nye arbeidsplassene og flyttingen til byene. Den nye industrien førte til en ny form for økonomi. Arbeidsrytmen ble radikalt forandret, og arbeidsdagene ble meget lange også for kvinner og barn. De voksende byene og industrien skapte store miljøproblemer. Industrien førte til fremveksten av fagbevegelsen, og etter hvert en helt ny politisk situasjon.

Industriutviklingen kom senere i Tyskland og Frankrike, mest på grunn av de indre politiske forholdene, revolusjonen og krigene. Fra 1815 var vekstvilkårene for industrialisering og modernisering på plass, men det var etter 1830 den virkelig skjøt fart. Utviklingen skjedde parallelt i USA. Den nye verden ble ledende i teknologiens utvikling på flere områder etter borgerkrigen. De fleste kjenner Thomas Alva Edison (1847-1931) for oppfinnelsen av fonografen, forløperen til gramofonen, og den elektrisk glødelampen. Edison hadde verken teknisk eller naturvitenskapelig utdanning, men hadde et stort oppfinnertalent og evnen til å knytte til seg og inspirere mennesker med nødvendig kompetanse. Disse arbeidet i Edisons laboratorium i Menlo Park, verdens første spesiallaboratorium bygget for systematisk teknologisk utviklingsarbeid. Uten et elektrisk forsyningssystem ville glødelampa ha begrenset verdi. Oppfinnelsen ga støt (!) til at det i Menlo Park ble arbeidet intenst med både forbedringer av glødelampa og utvikling av en dynamo og et forsyningssystem som kunne erstatte gasslysene i bygatene og gi elektrisk lys i hjemmene til vanlige mennesker. Gjennombruddet kom i 1879. Forsyningssystemet som var basert parallellkopling av glødelamper med stor motstand, var Edisons viktigste teknologiske bidrag. Andre laget fort bedre glødelamper. I løpet av få år tapte Edisons forsyningssystem som hadde likestrøm, for vekselstrømsystemer. Årsaken var at oppfinnelsen av transformatoren omkring 1885 gjorde det mulig å levere strøm i grise-greide strøk og til steder langt unna generatoren. Hydroenergiverkene kunne bygges ved fosser som lå langt unna forbrukerne. Transformatoren var avhengig av vekselstrøm. Det var nådestøtet for likestrømsystemer. Elektrisitetsforsyning i stor stil til industri og vanlige husstander ga støtet til en voldsom utvikling av elektriske maskiner og apparater til alle mulige formål. Mange vil derfor mene at utviklingen av et elektrisk forsyningssystem, har vært den teknologiske nyvinningen som har hatt størst samfunnsmessig betydning.

Andre vil si det var en annen amerikaner og en annen teknologi som må få den merkelappen, men her er den samfunnsmessige betydningen ikke udelt positiv. Den første bilen, nå kalt bilen, med forbrenningsmotor ble utviklet på samme tid som Edison arbeidet med elektrisitetsforsyning. Bilen var i tyve år for de få, rike og spesielt interesserte. Det var Henry Ford (1863-1947) og hans system for masseproduksjon, utviklet i 1908-15, som gjorde bilen til "alle-mann-seie" i løpet av 10 år. T-Forden fra 1908 ble et begrep på både bilteknologi og teknologi for masseproduksjon. Modellen ble produsert i mer enn 15 millioner eksemplarer før den i 1926 ble tatt av samlebåndet. Samlebåndet, som ble introdusert i 1913, var en av de viktigste komponentene i masseproduksjonssystemet. Samlebånd var stressende og frafallet av arbeidere var stort. Derfor måtte Ford fordoble lønningene for å holde på de arbeiderne som klarte å tilpasse seg "Modern Times" (jamfør Chaplins berømte film fra 1936). Med slik lønn fikk Fordarbeiderne råd til å kjøpe en T-Ford. Utviklingen av bilen og konkurransen mellom produsentene skjøt fart på 1920-tallet. I Europa ble bilen først alle-mann-seie i 1960-årene. Av nasjonaløkonomiske grunner ble personbilsalget fritt i Norge først i 1960, og det tok enda mange år før "alle" hadde råd til privatbil. Ved utgangen av 2006

var det registrert 2,4 millioner person- og varebiler her til lands. Mange mener at ingen annen enkeltoppfinnelse har endret samfunnet så mye, på godt og vondt, som bilen. Indirekte har også ideen om og systemer for masseproduksjon hatt enorm samfunnsmessig betydning. Masseproduksjon er grunnlaget for at hverdagsteknologi er så billig at snart hele verden oversvømmes av den.

Den korte oppsummeringen, som stopper lenge før vår egen tid, viser at teknologiens historie er mye lenger enn naturvitenskapens. Mye av teknologiens utvikling skyldes praktiske og oppfinnsomme håndverkere. Naturvitenskapen har sitt utspring i aristoteliske filosofers spekulasjoner. I flere århundre har teknologien og naturvitenskapen stort sett utviklet seg uavhengig av hverandre. Det siste århundre har teknologisk forskning adoptert naturvitenskapens forskningsmetoder, men målene for studiene er forskjellige. Teknologisk forskning skal utvikle bedre gjenstander, produksjonsmetoder og systemer. Naturvitenskapens mål er å utvikle stadig bedre og dypere kunnskap om natur og miljø. Det betyr at moderne teknologisk og naturvitenskapelig forskning stadig oftere møtes på felles arenaer for eksempel i materialforskning, bioteknologi, elektronikk, kjemisk prosesseteknologi, romforskning, energiteknologi.

Eksemplene i denne oppsummeringen er bakgrunn for den videre drøftingen av "Hva er teknologi?" Drøftingen tar utgangspunkt i Rodney L. Custer (1995) sitt forsøk på å systematisere synspunktene til fire aspekter ved teknologi:

Teknologi som gjenstand

Denne tradisjonelle forståelsen av begrepet "teknologi" er knyttet til alle de *gjenstander* som er utviklet for å utvide menneskets muligheter. Tenk på noen kjente gjenstander og deres forløpere: barberkniv, barberhøvel, barbermaskin; synål, symaskin; kaffekjele, kaffetrakter; lyre, harpe, piano, flygel; semafor, telegraf, radio, TV; stokkebåt, vikingskip, fullrigger, dampbåt, supertanker; ... Stikkord til denne forståelsen av teknologibegrepet er: nytte, behov, utvikling, produksjon, verktøy. Noen kaller gjenstandene i denne sammenhengen for *artefakter* (menneskeskapt) eller kulturgjenstander fordi vår kultur dvs. våre verdier, streben, mål, ressurser, kunnskap, kløkt, fornuft, ufornuft osv. påvirker de typer gjenstander vi utvikler. Kanskje gjelder også det motsatte: Kanskje påvirker gjenstandene oss?

Noen vil gi "gjenstander" en videre betydning som også omfatter *systemer* designet for å utvide menneskets muligheter. Eksemplene er mange. Her er noen: morsealfabetet, notesystemet, Fords system for masseproduksjon (samlebånd), Office 2003 med bl.a. Word, PowerPoint og Excel, Internett, mobiltelefonnett, trafikkregulering, bookingsystem for flybilletter, ...

Teknologi som gjenstand er den vanligste forståelsen blant folk flest. På spørsmål "Hva er teknologi?" ville mange sikkert svart "datateknologi". Dette eller den moderne varianten IKT (informasjons- og kommunikasjonsteknologi), er nettopp et eksempel på teknologi som kombinasjon av fysisk gjenstand og systemer. IKT har i høy grad utvidet menneskets muligheter, men påvirker samtidig både enkeltmennesker og samfunnet.

Utdanningspolitisk er det problematisk å begrense "teknologi" til gjenstander og systemer. Da ville kanskje ikke teknologi vært "akademisk" nok til å finne plass i grunnskolen og i studieforberedende utdanningsprogram i videregående opplæring. Med den store, viktige og økende innflytelse teknologi har og får i vår og andre kulturer, er det viktig å gi teknologi en videre tolkning i skolen.

Teknologi som kunnskap

Det ble laget verktøy og utviklet teknologisk kunnskap i steinalderen, bronsealderen og jernalderen lenge før geologi, mineralogi og metallurgi ble vitenskaper. Utviklingen mekaniske innretninger til gruver (pumper og transportsystemer) og tekstilindustrien (spinnemaskiner og vevemaskiner) og dampmaskiner etablerte mye ny teknologisk kunnskap før matematisk mekanikk og termodynamikk ble utviklet som nye vitenskaper. Den videre utviklingen av mekaniske teknologi og dampenergiteknologi kunne trekke veksler på ny vitenskapelig kunnskap, men uten at disse teknologiene dermed ble "anvendt vitenskap". Deler av moderne teknologiutvikling anvender i enda større grad naturvitenskapelig kunnskap, men utviklingen er også avhengig av mye annen kunnskap.

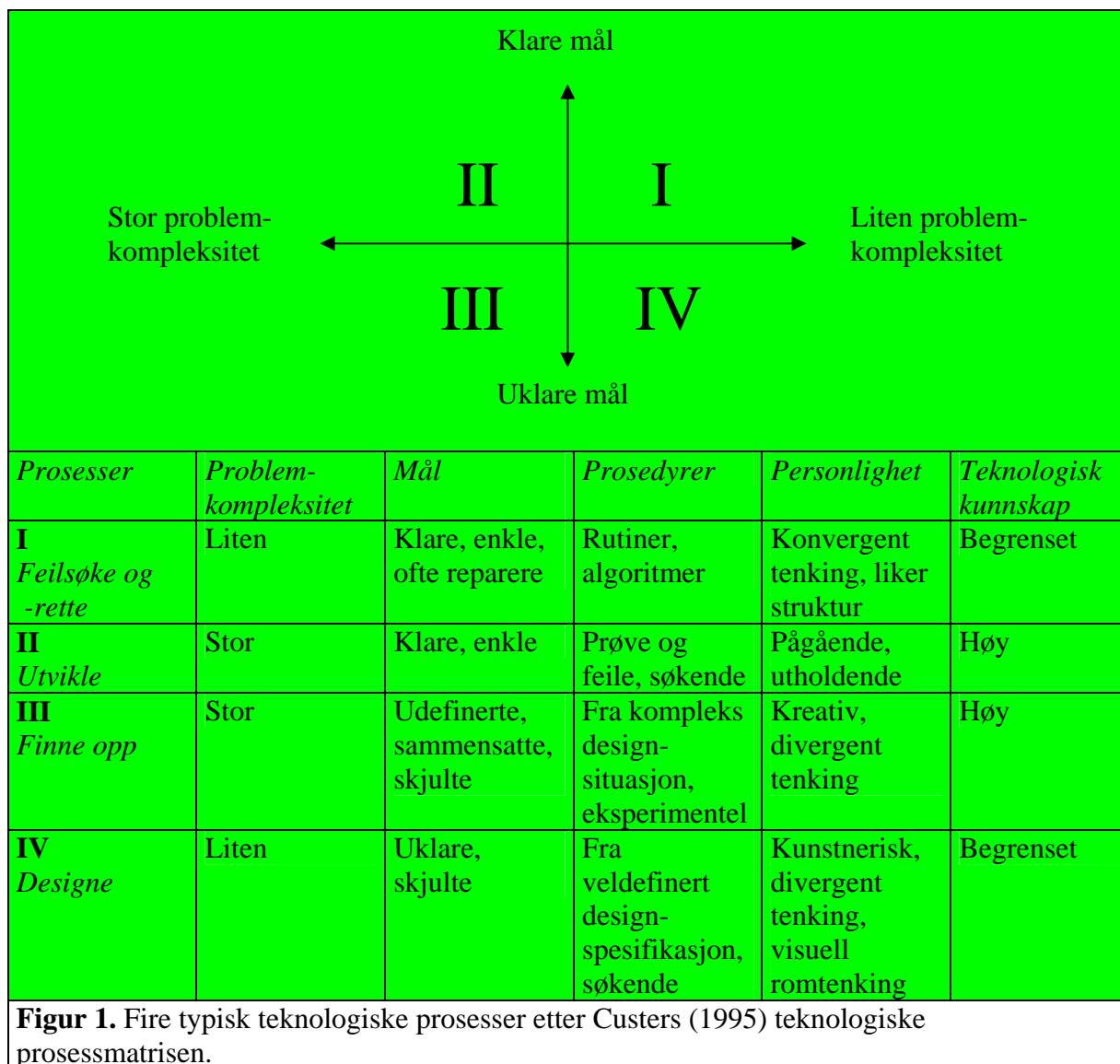
Det er kanskje vanskelig for folk flest å se grensen mellom teknologi og vitenskap. Det skilles ofte mellom teknologisk *utvikling* og vitenskapelig *forskning*, og mellom de to aktivitetenes forskjellige mål og hensikt: *know how* og *know why*. Det sies at teknologi er målrettet skaping av nyttige gjenstander, systemer og prosesser, og at teknologi er oppsamlet kunnskap om og fra praksis. Mens "ren" naturvitenskap er "fri" forskning av autonome forskere eller forskningsmiljøer, og naturvitenskapens kunnskap er grunnleggende kunnskap om "verden" – *worldview*. Kanskje er det vanskeligere å se skillene her også i en moderne verden. Ofte står næringslivet eller forsvaret bak både teknologisk utvikling og vitenskapelig forskning. Da blir det umulig å skille teknologi og vitenskap på typer av mål og hensikt.

Teknologisk kunnskap er et alt fra taus kunnskap til analytisk og symbolsk kunnskap. Den tause kunnskapen er på et intuitivt og subjektivt nivå. Det kan være slik kunnskap en håndverksmester "har i hendene" etter mange år i faget. Analytisk og symbolsk teknologisk kunnskap i den andre enden av skalaen, bruker et matematisk symbolspråk. Slik kunnskap kan likne mye på vitenskapelige lover, men er empirisk utviklede, ofte med kompliserte formler, funksjoner og modeller. Grunnlaget for all teknologisk kunnskap er hentet fra praktisk erfaring med design, utvikling, problemløsning og reparasjon av teknologiske gjenstander (i vid tolkning). Teknologisk kunnskap er akkumulert praksis, altså sterkt empirisk preget. Det skiller teknologisk kunnskapen fra naturvitenskapelig og ingeniørvitenskapelig kunnskap.

Teknologi som prosess

Teknologi kan defineres som prosess, og vi ser med en gang for oss verksted, verktøy, maskiner, materialer osv. Naturvitenskap kan også defineres som prosess. Da ser vi for oss laboratoriet, reagensrør, mikroskop, kjemikalier, hvite frakker. De som står i den teknologiske prosessen har et verdisett knyttet til at teknologien skal virke effektivt, designet møter kravene som er satt til produktet, produktet er markedsorientert og fungerer, prisen er konkurransedyktig osv. Vitenskapsmannens verdier er knyttet til den vitenskapelige metoden med stikkord som reproduserbarhet, verifikasjon, validitet og reliabilitet, hypotesedannelse og -testing, teori osv. Både teknologene og vitenskapsmenneskene bedriver prosesser som kan kalles *problemløsning*.

Hva karakteriserer så teknologiske problemer og teknologisk problemløsning? Teknologiske problemer kan være mer eller mindre komplekse, og prosessen kan ha mer eller mindre klare mål. Dette gir to akser med glidende overganger i det Custer kaller den teknologiske prosessmatrisen. I aksekorsets fire kvadranter plasseres fire typiske teknologiske prosesser (figur 1).



Matrisen er en grovdeling i fire typisk teknologiske prosesser: *Feilsøking og -retting*, *produktutvikling*, *finne opp nye produkter*, *designer produkter*. Det vil i mange praktiske situasjoner være en viss overlapping av prosessene. Prosessene innebærer ulike prosedyrer og stiller ulike krav til utøverens teknologiske kunnskap (se *Teknologi som kunnskap*). Custer hevder at det ofte vil være forskjellige personlighetstyper som bedriver ulike teknologiske prosesser. Vi ser for oss den typiske oppfinner, den typiske designer og den typiske reparatør, men det innebærer også en fare for stereotyping.

Prosjektet Teknologi i Skolen som drev forsøk med Teknologi og design i grunnskolen fra 1997 til 2006, hentet mange av sine ideer fra England der det ble lagt mye vekt på nettopp prosesser som teknologiforståelse, spesielt design og utvikling – det som vi kaller designprosessen (se *Hva er design*). Erfaringene fra Teknologi i Skolen lever videre i LK06 der Teknologi og design er forankret i både Naturfag og Kunst og håndverk (og Matematikk). I England ble det lagt stor vekt på kvaliteten på produktene og porteføljen (mappen) som beskrev hele prosessen fra idé til ferdig produkt. I LK06 er det opptil lærere og skoler å tolke kompetansemålene og velge arbeidsmetoder.

Teknologi som makt

Selv om teknologi ikke er *makt* per definisjon, må det sies at mye teknologi (som gjenstand, kunnskap eller prosess) har effekter som går langt ut over denne teknologiens intensjoner. Vi lever i en verden som takket være teknologi, stadig blir mindre og stadig endrer seg raskere. Et naturlig spørsmål er i hvilken grad teknologi er en makt eller kraft som påvirker kulturen, og i hvilken grad er menneskene i stand til å kontrollere teknologien og dens påvirkning? Slike spørsmål setter økt krav til at innbyggerne har evne til kritisk tenking om teknologi. Vi må ikke bli pessimistiske teknologideterminister som mener at teknologien allerede har overtatt styringen selv.

Skolens oppgave burde være å sette elevene i stand til å bli bevisste og kritiske i forhold til bruk av teknologi og utvikling av ny teknologi. Skal elevene klare det, må Teknologi og design, ikke bare hente impulser fra naturfagene, matematikken og håndverksfagene. Teknologi må også ha aspekter fra samfunnsfagene og de humanistiske fagene. Det er ikke sikret i LK06 side ”Emnet *teknologi og design* er et flerfaglig emne der naturfag, matematikk og kunst og håndverk samarbeider.” (LK06:83). Det kreves altså ikke at Samfunnsfag, andre humanistiske fag og Mat og helse (med delmål: ”å bli medvitne forbruker”, LK06:145) er med i samarbeidet – men det utelukkes ikke heller. Igjen er det opp til lærere og skoler å lage noen teknologi- og designprosjekter der forbrukerespektet og maktaspektet ved teknologien får innpass.

Oppsummering

Det kan diskuteres om det er hensiktsmessig i forhold til skole og utdanning, å ha en snever forståelse av begrepet "teknologi" som ordbøkene eller en vid forståelse som Custer. Selv med den meget snever forståelsen "bruk av vitenskapelige resultater for å oppnå bestemte mål" (Bokmålsordboka 1997), kommer straks spørsmål om hvilke vitenskaper det gjelder. Historisk startet det med fysikk knyttet til dampmaskiner og mekaniske konstruksjoner. Kjemiteknologi startet utviklingen med klesfargeindustrien. Meteorologi og seismikk er teknologi som bygger på geofysisk kunnskap. I dag er genteknologi, altså bruk av biologisk kunnskap, og IKT – informasjons- og kommunikasjonsteknologi, som omfatter både software og hardware, høyaktuelle. Slik kan vi fortsette å vise at alle grener av naturvitenskapene har bidratt til teknologisk utvikling – og teknologisk utvikling har reist nye vitenskapelige problemer vitenskapene kan arbeide med.

En liknende diskusjon pågår også omkring begrepet "naturfag" (science) i skolesammenheng. Før var det kun fysikk, kjemi og biologi i skolens naturfag. Nå har vi også fått noen geofag som geologi og væremner inn i Naturfag i LK06. Andre land inkluderer naturgeografi i naturfaget. Det finnes altså både snevre og vide definisjoner av "naturfag" også. I noen land som Sverige og Danmark, har teknologi tidligere vært et emne i naturfag. I Sverige har *Teknik* (innbefatter alle fire av Custers aspekter ved teknologi) lenge vært eget fag. I Danmark heter faget fortsatt *Natur/Teknik* (der alle teknologiaspektene er relativt godt skjult i naturfaglige emner). I LK06 er Teknologi og design et hovedområde i Naturfag, men skal undervises flerfaglig. En interessant og aktuell diskusjon i Norge, Danmark og flere andre land, er derfor: "Hvor går skillet mellom teknologi og naturfag i skolen – og i virkeligheten?" Eller, er det nødvendig at grunnskoleelever skiller disse begrepene?

Hva er design?

*Det beveger oss å betrakte enhver harmonisk gjenstand.
Ved det føler vi at vi ikke er helt på fremmed grunn.
Vi aner at vi kommer nærmere et hjem som vårt beste, vårt innerste,
utålmodig streber mot.*

Slik uttrykker Johan Wolfgang von Goethe (1749-1832) det som kanskje er essensen i designere eller formgiveres virke - å strebe etter å utvikle harmoniske gjenstander som kan bevege oss. Gjenstander som samtidig kan være til nytte for oss og der det estetiske og teknologiske blir en harmonisk helhet.

Ordbøker: *Design* ...

(... gjennom engelsk fra fransk, opphavelig latin, av *de-* og *signum* 'tegn')
formgivning, særlig av industrivarer og brukskunst; modelltegning ... (Bokmålsordboka 1997)

... interior design, industrial design, IC design, building design and construction,
(Encyclopædia Britannica 2000)

... *subst* 1.tegning; 2.mønster; motiv ... 3.: (industrial) ~ formgivning; design; 4.konstruksjon; utførelse; ...

... *vb* 1.tegne (*fx a building; clothes*); 2.konstruere (*fx a bridge*); 3.utvikle (*fx products* ...) (Engelsk-norsk ordbok 1995)

... internasjonalt anvendt uttrykk for formgivning dvs. enten betegnelse for prosessen der man fastsetter produktets endelige utseende med sikte på å gjøre det visuelt tiltalende; eller som betegnelse for resultatet av denne prosessen, det tiltalende utseende (-> formgivning, grafisk formgivning, industridesign) (Store norske leksikon 1996)

... (eng.), formgivning, utforming. *Designere* (av latin) betegne, bestemme, utpeke til (et embete eller verv) (Store norske ettbinds leksikon 2004)

... kunstnerisk utforming av bruksgjenstander; formgivning (Norsk riksmålsordbok 1995)

... angår altså produktets funksjonelle egenskaper like meget som dets utseende. ... **Design** består både av den prosess og det resultat som muliggjør forholdet mellom mennesker og omgivelsene." ... (professor/industridesigner Per Farstad 2003)

Norsk Designråd

Norsk Designråd (2007) ble etablert av Norges Eksportråd og Industriforbundet (nå Næringslivets Hovedorganisasjon, NHO) i 1963, og er i dag en stiftelse som finansieres over Nærings- og Handelsdepartementets budsjett, gjennom bedriftsrådgivning og egne prosjekter. Formål er:

Norsk Designråd skal fremme bruk av design som et strategisk innovasjonsverktøy for å oppnå større konkurranseevne og lønnsomhet i norsk industri og næringsliv.

Rådet deler hvert år ut *Merket for God Design* innen områdene industridesign, møbeldesign, tekstil- og konfeksjonsdesign, grafisk design, digitale løsninger, design for alle (design som tar hensyn til en utvidet brukergruppe som inkluderer både funksjonsfriske og

funksjonshemmede, som igjen resulterer i bedre produkter og et mer inkluderende samfunn). Listen skulle vise hvor mangesidig og altomfattende begrepet design er. Fra starten og slutten på det siste tiåret kan det gis noen eksempler på industriprodukter som vi kjenner fra dagliglivet, og som har fått Merket for god design:

Merket for God Design 1998 og 2007

I 1998 ble det innsendte 108 søknader. Av dem ble hele 53 produkter belønnet med merket God Design i 1998. Bredden i produktspekteret er stor. For å nevne noen produkter som mange kjenner fra dagliglivet: bilbarnestol, barnesete sykkel, sykkelhjelme; uniformer, sittegrupper og visuell profil for Flytoget, samt selve Flytoget; BBB-reolen, Pure Pak ("brett ut og bøy helt tilbake" systemet), lysarmatur, Rottefella skibinding, SOHO sjokolade. I alt er det hele 17 produkter som er grafisk design - de fleste visuell profilering, 6 stoff og klær, 6 møbler og innredning, samt bygningsdeler, elektroniske og elektriske produkter. Dette viser at design omfatter teknologi i en vid tolkning. Etter ti år er flere av produktene fortsatt i salg og i bruk, og bedriftene er stadig aktive brukere av industri- og produktdesignere som konkurrerer om Merket for God Design.

2007 ble det bare innen industridesign delt ut 18 priser. Noen eksempler: Glamox for en downlight-serie, Hamax for en serie sykkeltilbehør bl.a. barnesete, HTS BeSafe for en bilstol for barn inntil ett år, Jordan for en sammenleggbær tannbørste i etui med tannpasta og tannstikker for folk på farten, Jøtul for en serie med støpejernovner, Posten Norge for sitt lastbærersystem for å få bedre ergonomi, færre håndteringar og mindre frakt av luft, Rottefalla se *Hedersprisen for God Design 2007* nedenfor, Swix for verdens beste skistav (eget mål) for langrenn racing med vekt på ergonomi, aerodynamisk utforming, styrke, stivhet og lav vekt, Åspro "Opp & Lek" aktivitetstavle for barn. I møbeldesign var det 5 priser, tekstil- og konfeksjonsdesign 4, grafisk design 6. Det fører for langt å trekke frem eksempler fra alle disse områdene, men for å gi innrykk av hva de aller nyeste områdene innebærer, kan nevnes at i klassen digitale løsninger var det priser bla. til Jotun for måten å presentere fargetrender innen maling og interiør på sine nettsider, Vinmonopolet for sin nettløsning som skal sikre lik tilgjengelighet og trygg handel for kunder i områder uten vinmonopoldekning. I klassen design for alle, utdelt for annen gang, var det bare en pris og den gikk til NAVI Norge for et 360 graders hvitt konstant lys til småbåter (nytt påbud).

To designeksempler fra 1999

Delikat Fabrikker engasjerte industridesignere for å lage nye beger til sine påleggssalater. De håpet på uttelling i dagligvarekonkurransen og lavere priser. Resultatet er at produktene krever 20% mindre hylleplass, kan stables uten å falle, gir mindre stopp i produksjonen, synes bedre i butikken, har 97% pallutnyttelse mot før 84%, er mer tiltalende, kan settes i hyller på halve tiden. Industridesigner Hilde S. Angelfoss sier: "Vi har klart å legge til en del estetiske verdier samtidig som vi har ivarettatt klare kravspesifikasjoner når det gjelder miljøhensyn, logistikk og enklest mulig produksjon."

Jordan hadde sin klassiske oppvaskbørste. Den hadde ikke endret form på 25 år og solgte i 4 millioner eksemplarer årlig. I 1999 satset Jordan 5 millioner kroner i utvikling av en ny oppvaskbørste som ikke skulle gjemmes i skapet, men kunne henge framme på kjøkkenet, en såkalt "designerbørste". I motsetning til andre designerbørster på markedet, skulle denne også egne seg for oppvask! Industridesignerne har tegnet og modellert nærmere 30 varianter på skisseblokken og dataskjermen før prototypen i plast endelig forelå. Produktet har blitt mer brukervennlig og fått et mykere formspråk enn den gamle Jordanbørsten. Den nye blir dyrere

å produsere fordi den kombinerer to ulike plastmaterialer, men vanskeligere å kopiere. Kopiering har vært et problem med den gamle oppvaskbørsten.

Disse to eksemplene fra kjøkkenet viser at designere ofte arbeider med vår enkleste hverdagsteknologi. Noen vil kanskje kalle arbeidet kunst, men det ligger også mye godt håndverk bak en prototyp.

Inspirert Design 2001

Dette var navnet på en av Kunstindustrimuseets 125-årsjubileumsutstillinger høsten 2001. Her mønstret 12 av våre fremste designere resultatet av og glimt fra prosessen bak noen av sine mest inspirerte øyeblikk. Det er produkter som Cherox støvlene, Tripp-Trapp stolen og flere andre kjente norske stoldesign, systemmøbler, elektronisk stetoskop, Flytoget, OL-frimerker, redskaper, lamper, barneservise, sølv-omalje og stål-omalje arbeider og mye mer. Terje Meyers stand har en overskrift til ettertanke:

En god idé?! ... jeg blåser i en god idé når du ikke kan produsere den.

Meyer (2007) er bl.a. designeren av Flytoget/Gardermobanen. Han har klart å plassere signaturen sin forrest på førervognen i togsettet (se om du finner den!).

Et annet sitat på veggen fra Olle Eksell hjelper oss også til å plasserer design og designeryrket:

Planera. Sortera. Organisera. Kalkylera. Forma = Design.

Hverdagsdesign 2002

I artikkelen Hverdagsdesign skriver Daniel G. Butenschøn og Christer Dynna (2002):

Design får mest oppmerksomhet som form og kanskje funksjon, vakkert og visuelt betagende. Vi ville mer enn denne todimensjonaliteten, vi ville sette designet på utplassering i virkeligheten.

De viser at våre hverdagsting, de vi møter hele tiden i virkelighetens verden, er designerens normale arena. Eksemplene henter de fra noe så trivielt som et sykehjemsmiljø, en uteplass i en barnehage, en fritidsbåt, et snekkerverksted og et vanlig hjemmeinteriør. Den enkelte gjenstand designeren arbeider med står ikke alene, den skal alltid brukes i et miljø eller en kontekst. Derfor hevder Butenschøn og Dynna at "kontekst er konge" i design.

Hedersprisen for God Design 2007

Hedersprisen for God Design gikk i år til Rottfella for en ny skibinding som kan komme til å revolusjonere telemarksporten. ... Hedersprisen 2007 ble gitt i knivskarp konkurranse med tre andre nominerte: Bedriften LESS med sitt båresystem, Swix Sport og deres nye skistav for langrennsracing og bedriften KLOSS med barnemøbelet Tassen. – Alle de nominerte har utviklet svært gode produkter som representerer nytenking innen sine respektive segmenter. Rottfella trakk likevel det lengste strå. Dette er en svært innovativ skibinding der design har stått sentralt i produktutviklingen. Denne bindingen setter ny standard innen telemark, og kan medvirke til at flere vil prøve sporten, sier administrerende direktør Jan R. Stavik i Norsk Designråd. Han trekker særlig fram brukerfordelene man får med den nye gåfunksjonen. (Norsk Designråd 2007)

Denne begrunnelsen sier mye om fagområdene industridesign og produktdesign.

Konklusjoner

I dagligtale er design noe mer enn håndverk, men kanskje noe mindre enn "ren kunst". Noen av definisjonene legger vekt på at det er kunstnerisk utforming, mens andre ikke nevner kunst. Eksemplene viser at mange designere arbeider med produktutvikling av rene bruksgjenstander i tett dialog med oppdragsgiverne. Det innebærer meget begrenset "kunstnerisk frihet" i forhold til ren kunst. Like vel vil kanskje designere regne seg som kunstnere? I dagligtalen og media brukes uttrykk som "designermøbler" og "designerklær" for å markere at det ikke er vanlig industrivare, men produkter som er utviklet og tilvirket i en prosess som kan kalles kunstnerisk, men som samtidig er solid håndverk. Designerbørstene og alle eksemplene fra Merket for God Design var imidlertid beregnet på masseproduksjon i meget stor stil. På en presentasjonsposter til et eksamensarbeid ved det treårige profesjonsstudiet Design & Technology i York 1999 hadde en kandidat presisert: "Design is not art!" Kanskje for å understreke at *design* er først og fremst et håndverk som kan læres – slik designlæreren på colleget understreket i en forelesning for norske lærere på etterutdanningskurs i regi av Teknologi i Skolen. Kanskje har begrepet *design* litt annet meningsinnhold på engelsk enn på norsk på tross av at det er et låneord hos oss? Encyclopædia Britannica (2000) hevder:

It is important to note that there is an important distinction between art and design. A designer is basically concerned with the solution of problems (be they functional, aesthetic, or psychological) that are presented to him. The artist is more concerned with emotive or expressive ideas and with the solution of problems he himself poses.

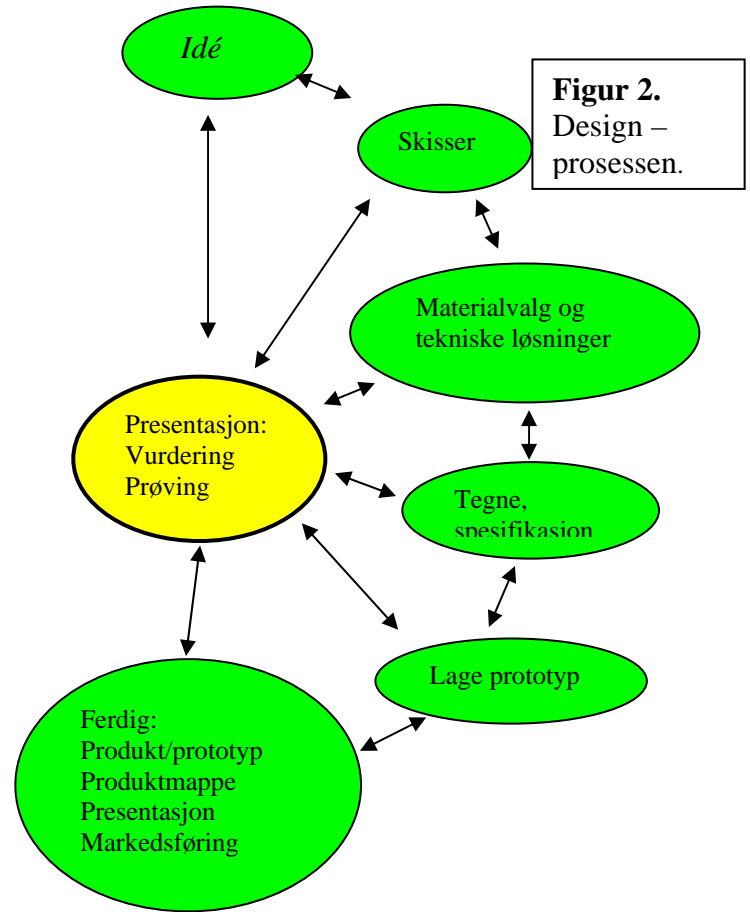
Eksemplene over viser at design omfatter alle deler av et vidt teknologibegrep: Industridesign, informasjons- og kommunikasjonsdesign, grafisk design, arkitektur, bygningsdesign, konstruksjonsdesign, interiørdesign, møbeldesign, kunstindustridesign, matdesign, tekstil- og konfeksjonsdesign. Design er langt mer enn estetikk. Design gjelder hele produktet dvs. også tekniske løsninger som ikke synes, men som er en del av svaret på en ide, et ønske eller et behov for et annerledes eller helt nytt produkt. Ta radioen som eksempel: I gamle radioer var forsterkeren bygget med radiorør. Jo bedre forsterker, dess flere rør. De krevde stor plass og avga mye varme. Hvis radioen skulle gi god lyd, måtte også høyttalerne være relativt store og tunge. Derfor måtte radioen være stor. Oppfinnelsen av skikttransistoren i 1952 og videreutviklingen utover på 50-tallet ga oss de små transistorene – og de "små" bærbar heltransistoriserte radioene omkring 1960. (Hvem av dagens femtiåringer har ikke hatt en Kurér Transi fra RadiOnette i sin ungdom?) Senere kom enda mindre transistorer, integrerte kretser, micro chips og ny høyttalerteknologi som gjorde at en radios volum nær sagt kunne bli så lite som helst. Derfor kan det sies at den tekniske utviklingen de siste femti årene har vært en viktig premisse for den mangfoldige estetiske utformingen av radioer. Slik er det på mange produktområder: Teknologi og design går hånd i hånd.

Designprosessen

I RENATEs heftet *Designprosessen som arbeidsmetode* (Kaneborg 2004) behandles design, designprosessen og designmetodikk grundig. Beskrivelsen her blir mer summarisk, og bygger på andre kilder.

Gjennom Teknologi og design skal elevene lære noe *om* hvordan produkter blir designet *gjennom* selv å arbeide med design av produkter de senere skal lage. De skal altså få innblikk den profesjonelle designers arbeidsprosedyre. Mange veier kan føre til målet. En designoppgave har ikke ett fasitsvar. Det ser ut som om designprosessen har flere faser. Prosessen er sjelden *lineær (sekvensiell)*, den er *iterativ (syklisk)* dvs. at noen faser må gjentas flere ganger, som en sløyfe, før designeren kan gå til nest fase. Industridesignere, grafiske designere, interiørdesignere, matdesignere, klesdesigner og andre designere arbeider med helt ulike produkter, men designprosessen har mange av de samme fasene:

- *Innledningsfasen:* Intervjue klienten om ideer, behov og ønsker for det nye produktet. Lage en oversikt med analyse av klientens program, kanskje skissere alternativ og kostnadsoverslag. Diskuterer programmet med klienten for å gjøre forbedringer. Når programmet aksepteres av klienten, inngås en avtale om videre arbeid.
- *Design og presentasjon:* Gjør forundersøkelser og kritisk analyse rundt oppgaven. Utarbeide flere utkast til løsning og presenterer disse for klienten. Utkastene ledsages av skisser, enkle tegninger, eventuelt enkle modeller og forslag til materialvalg og materialanvendelse. Diskuterer utkastene med klienten, og revidere utkast på basis av diskusjonene. Dette er den mest kreative (kunstneriske?) delen av designerens arbeid. Først når klienten er fornøyd med utkastet, kan prosessen gå til neste fase.
- *Tegne- og spesifikasjonsfasen:* Nå skal skisser og utkast videreutvikles til arbeidstegninger (ingeniørtegninger), detaljtegninger, produkttegninger (designertegninger), arbeidsbeskrivelser, materialspesifikasjoner, eventuelt planlegg opplegg og verktøy for masseproduksjon.
- *Lage prototyp:* Gjelder bare noen typer produkter, spesielt innen produktdesign, industridesign og klesdesign der produktet senere skal masseproduseres.
- *Ferdig:* Produkt/prototyp, produktmappe eller designmappe som viser hele utviklingsprosessen fra første idé til ferdig produkt, presentasjonsopplegg, markedsføringsopplegg



Figur 2 viser i grove trekk designprosessen som er beskrevet og prosessen vider mot produksjon. Pilene indikerer vekselvirkning mellom fasene (grønne) og at flyten i prosessen noen ganger går fremover og andre ganger bakover (iterativ/syklisk). "Navet" i figuren (gul) viser at på alle nivåer i designprosessen må ideene presenteres for oppdragsgiver eller kolleger og være gjenstand for vurdering og prøving før prosessen går videre eller tilbake.

Kunnskap om design kan utvikles i skolen

Elisabeth Killie Kaneborg (2004) har vist i sitt RENATE-hefte hvordan design kan undervises og læres. Det har også Angela Anning (1997) gjort i grunnskolen i England:

The ability to visualise or create images in the mind's eye and then to deploy these imaginings into drawn or modelled form was at the heart of design capability.

Design handler altså om å virkeliggjøre sine forestillinger. Det er mer enn å være god til å tegne. Lærere opplever ofte at elevene tror de har gjort en god designjobb hvis de har laget en dekorativ og flott designertegning, selv om viktige tekniske detaljer manglet eller er feil.

Produktanalyse som metode

Teknologi møter vi overalt i hverdagen. Elevene kan lære mye om design av teknologiske produkter ved å studere eksisterende gjenstander og systemer. De må gjøre produktanalyse og observasjonsskisser. De må vende seg til å snakke og skrive om det de har funnet ut, og diskutere det i gruppen eller klassen. Dette legges det stor vekt på både i England og i Sverige. Når elevene har lært å analysere og forstå designet av enkle teknologiske produkter fra eget hverdagsliv, kan de fortere bli gode til å designe egne produkter.

Analyse av hverdagsteknologi er en aktivitet som kan gjøres på alle trinn gjentatte ganger. Progresjonen og differensieringen skjer ut fra hva slags gjenstander som elevene skal arbeide med og oppgavene de får. På 1.-7.årstrinn kan elevene arbeide med enkle mekaniske gjenstander som de finner på pulten, i kjøkkenet og i verktøykassa. Når elevene har trening med å analysere og kommer på ungdomstrinnet, kan det være mer avanserte og kompliserte gjenstander.

Oppgave 1. Gjenstander på pulten

Oppgaver i produktanalyse kan være:

- Hvilke deler består gjenstanden av?
- Hva slags materialer er delene laget av?
- Hvordan er delene satt sammen?
- Hvordan er delene og gjenstanden laget?
- Hvorfor har gjenstanden og delene akkurat dette designet (formen)?
- Hvordan virker gjenstanden?
- Hvordan er livsløpet til gjenstanden (fra råstoff til destruering)?
- Bygger gjenstanden på noen fysiske prinsipper?

Bruk alle eller noen av oppgavene i treningsoppgaver i produktanalyse på:

Blyant
Blyantspisser
Linjal
Viskelær
Kulepenn
Hullemaskin
Stiftmaskin
Saks
Brevåpner

Skriv et kort sammendrag av analysen av en av gjenstandene. Lag salgsbrosjyre (på PC) for gjenstanden der det også skal være en best mulig tegning av gjenstanden.

Dette er en øving i å forstå design av eksisterende gjenstander. En fullstendig oppgave i forundersøkelse bør også ha med noe om samfunnsmessige og miljømessige aspekter ved at produktet er tatt i bruk. Den historiske utviklingen av produktet eller sammenlikning av flere produkter med samme bruksområde, hører også med i en forundersøkelse.

Gjenstandene kan også være objekter til tegnetrening: Skisser med mål, frihåndstegning og teknisk tegning med mål. Alle disse tegneformer inngår i en designers repertoar.

Oppgave 2. Gjenstander på kjøkkenet

Analyser, etter malen i Oppgave 1, gjenstander på kjøkkenet. Prøv også på en naturfaglig forklaring på hvorfor de virker. Oppgaven kan utvides til en mer fullstendig *oppgave i forundersøkelse* dvs. analysen kan suppleres med historisk utvikling av produktet og sammenlikning med tilsvarende produkt fra andre produsenter. Det er lurt å begrense seg til enkle kjøkkenredskaper, inventar, emballasje og lignende i begynnelsen. Senere kan det mer kompliserte vannsystemet og elsystemet, kjøkkenmaskinene, kjøleskapet, komfyren, mikrobølgeovnen og oppvaskmaskinen være produkter som kan forstås og beskrives, iallfall til et visst punkt.

Oppgave 3. Håndredskaper i verktøykassa

Analyser, etter malen i Oppgave 1, gjenstander i verktøykassa. Hvilke redskaper bygger på *vektstangprinsippet* og andre fysiske prinsipper. Bruk prinsippene i forklaringen på hvorfor redskapene virker. Gjør eventuelt en mer fullstendig oppgave i forundersøkelse. Tenk over at evnen til å lage redskaper er et kjennetegn ved mennesket gjennom hele menneskehetens historie (se *Hva er teknologi?*)

Veien videre

Etter å ha trent litt med produktanalyse og forundersøkelse, er neste steg å gjennomføre en enkel designoppgave som senere skal lages: *Telefonbordordner* (se nedenfor).

På større prosjekter formaliseres designprosessen. Angela Anning (1997) anbefaler at lærerne lar elevene arbeide etter en sekvensiell modell, ikke iterativ, på de første prosjektene. Det gjelder å ikke bruke alt for lang tid på design før elevene kan gå i gang med å lage produktet. En fordeling på ca.30/70 mellom design og produksjon er passe for at ikke elevene skal gå trøtte. Profesjonelle designere kan kanskje ha mellom 70/30 og 90/10, men det kan ikke være forbilde i skolen.

På Lea Valley High School i Middlesex hang det en plakat som beskrev faser i designprosessen (stikkordene i *kursiv*) på større elevprosjekter. De videre kommentarene er basert på inntrykk fra samtaler med lærerne, elevenes designporteføljer (mapper) og AngliaCampus (2000):

- *Design brief*: Krav til produktet (kravspesifikasjonen) er en kort presentasjon av problemet og kriterier løsningen dvs. produktet skal oppfylle. Spesifikasjonen skal ikke antyde ideer til løsninger. Det er elevenes oppgave.
- *Specifications*: Analyse av krav til produktet som ender i en designspesifikasjon, en detaljert versjon som inkluderer alle aspekter ved produktet, bla.:
 - Hva brukeren trenger
 - Hva produktet skal gjøre
 - Hvordan det skal se ut
 - Hvilken teknologi og materiale skal anvendes
 - Hvilken kvalitet og holdbarhet produktet skal ha
 - Hva det skal koste
 - Når det kan være ferdig for masseproduksjon

- Hvordan produktet vil virke på helse, sikkerhet og miljø
- *Research*: Undersøke markedet, liknende produkter, produkthistorie, og analysere hva av dette som er viktig informasjon for produktet som skal designes
- *Ideas*: Generere ideer til flere designforslag i form av skisser og beskrivelser som presenteres, overveies/diskuteres, endres og revurderes fram til et endelig forslag.
- *Development*: Utvikle det valgte designforslaget videre, fortsatt som skisser og beskrivelser
- *Details*: Utarbeide produksjonsdetaljer, konstruksjonstegninger, designertegninger, perspektivtegninger, modeller og beskrivelser
- *Planning*: Planlegge produksjonen og tidsbruken fram til ferdig prototyp
- *Spesifications*: Lage materiell- og verktøyspesifikasjon
- *Making*: Lage prototyp eller modell av produktet
- *Testing*: Teste detaljer og hele produktet mot designspesifikasjonene
- *Evaluating*: Evaluere detaljer, hele produktet og prosessen

Mindre prosjekter skal ikke inneholde alle faser, mens noen ganger må enkelte faser gjentas flere ganger før alle er fornøyd. Når elevene har analysert og forstått krav til produktet, starter den egentlige oppgaven. *Research* (forundersøkelse), men først og fremst *Ideas* og *Development*, utfordrer elevenes kreative evner dvs. evner til divergent tenking. I *Details*, *Planning* og *Spesifications* utfordres evnen til konvergent tenking. Elevene skal nå finne hvilke faktorer som kontrollerer det videre arbeidet og utforme klare spesifikasjoner til det som skal lages. Designprosessene bør dermed være en utfordring både til elever med evner i retning divergent og konvergent tenking. Elevene vil etter hvert forstå at utvikling av gode produkter krever begge egenskaper, eventuelt samarbeid mellom mennesker som til sammen har disse egenskapen.

Nå er tiden inne til å anvende dette ”designverktøyet”, i passe modifikasjon, på flere oppgaver i Teknologi og design. Husk at oppgavene må passe til elevenes alder og nivå både når det gjelder krav til design og til å lage produktet. I Teknologi i Skolen var det et ordspråk:

Design det som skal lages - lag det som er designet!

Det betyr at tegninger, modeller, planer og spesifikasjoner må være gode nok *før* elevene setter i gang å lage noe. Så kan det hende at det viser seg produktet eller noen detaljer i produktet ikke lar seg lage slik det var tenkt. Da må eleven gå tilbake i tenkeboksen og revidere sine tegninger.

Fra idé i 1996 til flerfaglig emne i 2006

En viktig del av et skolefags didaktikk er fagets historie og utvikling. Historie og tradisjon er bakgrunnskunnskap som kan bidra til å forklare hvorfor faget er som det er – og hvordan det kan utvikle seg videre. Teknologi og design er ikke eget fag, selv om det lenge ble arbeidet med det for øyet. *Var det hell eller uhell at Teknologi og design "bare" ble et flerfaglig emne?*

Naturfagutredningen 1994

Den første offisielle utredningen som omtalte mangelen på teknologi i skolen var Naturfagutredningen ledet av Svein Sjøberg (1994:7):

Utvalget mener å kunne dokumentere at: *Teknikk/teknologi* ikke finnes som eget fag i norsk grunnskole, mens mange land har dette på timeplanen – og L93 [blivende Generell del i L97 og LK06] legger stor vekt på teknologi, vitenskap og deres samfunnsmessige betydning

Naturfagmeldingen fikk meget stor innflytelse på utformingen av innholdet i Natur- og miljøfag i L97 og kvaliteten på lærebøkene til faget. Det ble dessverre ikke noe eget hovedområde for teknologi i faget, bare noen innslag av teknologiske anvendelser av fysiske prinsipper. L97 var bare en halvveis oppfølging av den teknologivennlige Generell del som ble implementert allerede i 1993 (L93, se også *Teknologi og design i LK06*). Dette, sammen med at prosjektarbeid ble en foreskrevet metode i skolen (L97:83f), var imidlertid tilstrekkelig formelt grunnlag for å starte forsøkene med Teknologi og Formgivning (senere kalt Teknologi og design) i regi av Teknologi i Skolen i 1997.

Prosjektet Teknologi i Skolen 1996-2004

Til førsteutgaven av dette heftet (Hansen 2004:5ff) skrev Svein Briså en innledning. Briså var utdanningsrådgiver i NITO da Teknologi i Skolen ble etablert i 1996/97, og Briså ble prosjektleder. Han skriver:

Teknologi utgjør en stadig større del av hverdagen vår, og i dag er teknologien så avansert at mange kjenner seg fremmedgjort overfor den. Det er derfor viktig å øke kunnskapen om hverdagens teknologi. Samtidig viser det seg å være nødvendig og nyttig at det skapes en bedre forståelse for sammenhengen mellom teknologi og naturvitenskap. Matematisk, naturvitenskapelig og teknologisk kompetanse er sentrale faktorer for fremtidig verdiskaping og sysselsetting. Derfor bør teknologi inngå som en del av allmennutdanningen.

Momentene ovenfor er bakgrunnen for at NITO (Norges Ingeniør- og Teknikerorganisasjon) i 1996/97 etablerte grunnskole-prosjektet *Teknologi i Skolen*. Prosjektet ble etablert med bidrag fra næringslivets organisasjoner, Norges Forskningsråd, NHO, Utdannings- og Forskningsdepartementet og utdanningsinstitusjoner.

Allerede sommeren 1996 undersøkte NITO hvordan det obligatoriske faget (siden 1991) *Design & Technology* ble drevet i England. Det var også kontakt til Sverige som hadde *Teknik* på læreplanen som eget fag fra 1994. Faget omfatter alle fire aspekter av teknologi (se *Hva er teknologi?*) – også som prosess dvs. design. Vinteren 1996/97 ble det etablert en referansegruppe for prosjektet. Den hadde medlemmer fra NITO, grunnskole, høgskole – både ingeniør- og lærerutdanning, universitet og fra Utdanningsdepartementet. Det nærmeste

målet var å starte forsøk med fagområdet *teknologi* allerede høsten 1997 innen rammen av den generelle læreplanen fra 1993 (L93) og det nye læreplanverket for grunnskolen (L97) som skulle iverksettes fra samme høst. Hensikten var å få erfaringer som kunne være grunnlag for utstaking av kursen videre for Teknologi i skolen. Nøkkelen til målet var at noen lærere kunne gjennomføre undervisningen på egen skole. Fire skoler sa seg villig til å delta på forsøket og sende to lærere på etterutdanning. Pionerskolene var Bjerkvik skole i Nordland, Rosenborg skole i Trondheim, Hovseter skole i Oslo og Kråkstad skole i Akershus. Siden ingen lærerutdanninger eller grunnskoler hadde kunnskaper om teknologi som grunnskoleemne, måtte etterutdanningen skje i utlandet. I valget mellom England og Sverige, seiret det første. Det engelske konseptet med mye praktisk arbeid med prosjekter ”fra idé til ferdig produkt”, og deres tydelige læreplan for hele grunnskolen (National Curriculum) falt utvilsomt mest i smak i referansegruppen. Valget av England skulle få helt avgjørende betydning for resten av utviklingen fram mot 2006!

Medlemmene av referansegruppen og lærerne fra de fire skolene var på etterutdanning i York og Middlesex to uker sommeren 1997. Deltakerne fikk rikelig hands-on erfaring med flere teknologiprojekter de kunne gjennomføre fra samme høst på egen skole – og noen som var for avansert både hva kunnskap, utstyr og materiale angikk. Deltakerne var dessuten på flere skolebesøk og snakket med elever og lærere om hvordan faget fungerte i praksis. Som dagene gikk, ante deltakerne konturene av hva fagområdet teknologi kunne innebære, hva ved det engelske opplegget de likte og hva de ikke ønsket å ta med tilbake til norsk skole. Det gikk så langt at de ved kursets slutt diskuterte seg fram til mål de ønsket for prosjektet. Referansegruppen redigerte dette forslaget rett over sommeren og målene (se figur 3) ble stående mer eller mindre uendret til avviklingen av programmet i 2004. Navnet *Teknologi og Formgivning* ble omdøpt til *Teknologi og design* i 2002. Målene og erfaringene fra Teknologi i Skolen fikk også relativt stor innflytelse på det politiske arbeidet som etter hvert ble igangsatt for å revidere grunnskolen.

Mål for prosjektet Teknologi i Skolen:

- Gi elevene i grunnskolen økt kunnskap om teknologi i hverdagen
- Skape bedre forståelse for sammenheng mellom teknologi og naturvitenskap
- Sette teknologi og teknologiutvikling i historisk og samfunnsmessig sammenheng
- Utvikle praktiske og estetiske ferdigheter ved å utforme et produkt
- Utvikle ferdigheter i å anvende IT i formingsprosessen
- Støtte opp under matematikk og naturfagene
- Bidra til at teknologi blir en del av allmenndannelsen

Fagbeskrivelse

Fagområdet kalles *Teknologi og Formgivning*

Faget er flerfaglig og er bindeledd mellom teori og praksis

Kunnskap fra naturvitenskap og håndverksfag blir anvendt

Det estetiske (design, forming og formgivning) er viktige elementer

L-97 gir store muligheter for faget som *prosjektarbeid*

Figur 3: Mål for Teknologi i Skolen utviklet i 1997 (NITO 1997). Navnet på fagområdet *Teknologi og Formgivning* ble erstattet med *Teknologi og design* fra 2002.

RENATE (Nasjonalt Senter for Rekruttering til Naturvitenskap og Teknologi) ble opprettet av Kunnskapsdepartementet i 2000 for en periode på 3 år - senere forlenget til 2009. Et av målene var: "Øke interessen for og kunnskapene om realfag og teknologi blant elever i grunnskolen". Som et ledd i den nasjonale satsningen for å styrke matematikk, naturvitenskap og teknologi, ble derfor prosjektet Teknologi i Skolen fra 2001 videreført gjennom RENATE. Det viser hvor positivt departementet så på NITOs arbeid med prosjektet helt siden 1996. Prosjektet ble oppgradert til *Program for Teknologi i Skolen*. Målet var fortsatt at faget Teknologi og design skulle få sin fortjente plass i læreplanene når disse revideres. Briså fortsatte som leder for programmet til det ble avviklet i mai 2004. Da skulle Stortinget i juni avgjøre grunnskolen og dermed fagets/emnets videre skjebne. Følg med!

Tilbake til Brisås innledning i første utgave av dette heftet (Hansen 2004:5ff):

Samarbeid lærerutdanning og ingeniørutdanning.

Det er et godt tegn [i 2004] at høgskolene i Østfold, Stord/Haugesund, Vestfold og Oslo har tatt utfordringen og arbeider nå med å utvikle teknologiorienterte fagtilbud som del av lærerutdanningen. Ingeniørutdanningene og lærerutdanningene ved flere høgskoler ser også mulighetene for å samarbeide om å utvikle tilbud om teknologikurs og etablering av teknologiverksted som støtter opp under *Teknologi i Skolen* - prosjektet.

Foranledningen var at referansegruppen ganske snart innså at skulle rekruttering av flere lærere og spredning av ideene få noe omfang, måtte det også etableres kursvirksomhet og etter hvert ordinær lærerutdanning i fagområdet. Derfor ble en gruppe lærere fra lærerutdanningene ved diverse høgskoler tatt med til York på etterutdanningskurs i januar 2000. Allerede samme høst satte Høgskolen i Østfold i gang halvårsenhet (tilsvarer 10 vekttall/30 studiepoeng) i Teknologi, og ved Høgskolen i Oslo ble det fullt hus på et omfattende etterutdanningskurs (2 vekttall/6 studiepoeng).

Teknologi i Skolen fikk hvert år flere skoler med på forsøksvirksomheten. Briså skriver (Hansen 2004:5ff):

Foreløpig [skoleåret 2003/2004] utprøves teknologifaget som prosjektarbeid ved over 50 grunnskoler (barne- og ungdomstrinn) under betegnelsen *Teknologi og Design*. De 26 prosjektskolene, som er spredt over store deler av landet, har hatt representanter på to ukers sommerkurs i Design & Technology (D&T) i England. Sommerkurset var veldig praktisk rettet og inkluderte flere skolebesøk, noe som gjorde kurset til en verdifull startpakke for de norske lærerne. D&T er et obligatorisk fag i engelsk grunnskole og videregående skole på linje med f.eks. engelsk, historie, matematikk eller fysikk.

Teknologifaget som utvikles for norsk skole er ikke en kopi av det engelske faget. Den norske versjonen tar bevisst sikte på å involvere flere fag, som for eksempel samfunnsfag og forming [Kunst og håndverk]. Det er et underliggende prinsipp ved prosjektet at praktisk arbeid med design og teknologiske løsninger skal avmystifisere teoretiske fag. Av de teoretiske fagene gjelder dette særlig matematikk, men arbeidet med teknologi støtter også naturlig opp under de andre naturfagene.

Spredning av teknologiprojektet

Virksomheten ved de norske prosjektskolene har ført til spredning av prosjektet til nye skoler. Det registreres en voksende interesse i en rekke kommuner med bl.a. etablering

av omfattende kommunale prosjekter i Trondheim og Oslo, slik at totalt 43 skoler er involvert ved inngangen til 2003, mens flere skoler ligger i startgrova.

Rosenborg skole i Trondheim, som har vært med fra prosjektets start, skal gjennom et par år utprøve teknologi som eget, selvstendig fag for hele skolen, noe som vil bringe nyttige erfaringer for fagområdets videre ferd i norske skoleplaner.

En viktig forutsetning for å lykkes med forsøkene, var at prosjektskolene hadde tilgang på nødvendig verktøy og materiell til de prosjektene de ønsket å gjennomføre. Her bidrog både Teknologi i skolen og den enkelte skole over eget budsjett. Teknologi i skolen drev også aktiv kursvirksomhet for skolen der de hentet forelesere fra England eller egne rekker. Kursene ble en kilde til spredning av ideer mellom prosjektskolene. Flere skoler utviklet også egne ideer. Referansegruppen så det som sin oppgave å samle ideene i temabaserte veiledningshefter for å gi dem til gamle og nye prosjektskoler. Heftene ble brukt i kursvirksomhet og i lærerutdanning. Heftene skulle også være en del av dokumentasjonen av forsøksvirksomheten når den skulle avvikles og oppsummeres. Briså skriver (Hansen 2004:5ff):

Undervisningsmateriell

Det har hittil ikke eksistert noe undervisningsmateriell innen teknologi for norsk grunnskole. Et viktig område har derfor vært å samle erfaringer for å utarbeide veiledningshefter med ideer til prosjekter. Som et resultat av dette ser de første læreveiledninger og idehefter dagens lys i løpet av skoleåret 2002/2003.

Teknologi i skolen utga med RENATE som forlegger og deler av referansegruppen som redaksjonskomité i alt 9 hefter (de merket med* ligger fortsatt på RENATEs (2007) Teknologiforum):

Perspektiv på plast. (Baune, R.)*

Energiske prosjekter. (Dinesen, J., T. Fagerli)*

Teknomatikk [om teknologi og matematikk] (Eriksen, A., Ø. Sandnes)

Hva Hvordan Hvorfor. Et fagdidaktisk veiledningshefte. (Hansen, P.J.K.) *[ut 2007]

Elegant elektronikk (Ingebrigtsen, R.)

Bærende konstruksjoner. (Jensen, J.J.)*

Flerfaglig bilprosjekt (Jørgensen, E.C.)

Mangfoldig mekanikk. (Kamperud, K.A., L. Nordholm, N.E. Nygaard)*

Designprosessen som arbeidsmetode. (Kaneborg, E.K.)*

Temaene viser hva som etter hvert hadde utkrystallisert seg som det faglige innholdet i forsøkene. Dette innholdet finnes i stor grad igjen i kompetansemålene for Teknologi og design i LK06. Heftene ble digitalisert og lagt på RENATEs hjemmeside i løpet av skoleåret 2004/5.

Forsøkene med Teknologi og design pågikk i hele perioden for L97s gyldighet fra 1997 til 2006 (for 10.klasse 2007). Tallet på skoler som drev forsøk i regi av Teknologi i Skolen, i regi av skoleeier (kommunen) eller på eget initiativ, må ha vært nærmere 100 det siste skoleåret 2005/6. I følge L97(83f) skulle minst 60% av årstimetallet på småskoletrinnet, minst 30% på mellomtrinnet og minst 20% på ungdomstrinnet være organisert som prosjektarbeid. Dette var minimumstid. Det var altså rom for å utprøve teknologi- og designprosjekter når disse ble brukt til å realisere målene i fagplanene. I fagplanen for Natur- og miljøfag var det mange teknologisk orienterte mål (L97:206ff).

Prosjektet/Programmet Teknologi i Skolen arbeidet som vist, meget iherdig for å realisere sine mål (figur 3). Det siste målet ” Bidra til at teknologi blir en del av allmenndannelsen” – for alle elever, mente referansegruppen bare kunne nås hvis Teknologi og design ble et obligatorisk fag eller emne i grunnskolen. Det lå langt frem i tid siden implementeringen av L97 startet samtidig med forsøkene høsten 1997. Målet skulle vise seg å ha et tiårsperspektiv. For en gang å nå målet, drev lederen (Briså) og noen medlemmer av referansegruppen i flere perioder lobbyvirksomhet både mot Stortinget og Undervisningsdepartementet for å overbevise om ”hullet” i L97 - mangel på kunnskap om og i teknologi, fortreffeligheten ved fagområdet Teknologi og design og suksessen (etter egenvurdering) med forsøkene og spredningen. Resultatet av lobbyvirksomheten var at både skiftende statsråder og stortingsrepresentanter ble interessert og så poengene. Det skulle etter hvert også resultere i ”hederlig omtale” i de offisielle dokumentene (se nedenfor) som til slutt gjorde at Teknologi og design ble et flerfaglig emne i det neste læreplanverket LK06.

Tveitereidutvalget 1996-1997

I innspurten med fagplanarbeidet mot L97, nedsatte Undervisningsdepartementet i desember 1996 et utvalg ledet av Morten Tveitereid (Tveitereidutvalget) som stadig viser til prosjektet Teknologi i Skolen i innstillingen som kom i august 1997, altså på et tidspunkt da grunnskolen nettopp hadde startet implementeringen av den ny læreplanen. Her konkluderes det med (KUF 1997:35):

På lang sikt bør ”teknologi og formgivning” innføres som eget fag i skolen og dermed også i lærerutdanningen.

... kan [på kort sikt] gå inn som tema eller prosjekt i undervisningen.

Utvalget bruker altså *formgivning* som begrepsord på linje med prosjektet i 1997. Deres konklusjon var dessuten meget hyggelig sett fra Teknologi i Skolen sitt ståsted.

Referansegruppen prøvde fram til 2002 å holde seg til *formgivning* som begrepsord i tråd med Tveitereidutvalgets og Teknologi i Skolen sitt valg i 1997. Begrunnelsen var at ordet var norsk, og at mange forbandt design med noe eksklusivt og unikt, ikke masseproduserte hverdagsprodukter. L97 som kom 1996, bruker imidlertid begrepet *design* flere steder (L97: 190, 191, 199, 201, 202), men ikke i forbindelse med teknologi. De profesjonelle fagmiljøene bruker også design (se *Hva er design?*). I dagligtale og media er det design som stadig vinner større innpass, også i den begrepsforståelsen som prosjektet la i formgivning.

Kvalitetsutvalget (Søgnenutvalget) 2001-2003

Kvalitetsutvalget (2003) som ble ledet av Astrid Søgnen, startet arbeidet med grunnlaget for neste skolereform senhøstes 2001. Kvalitetsutvalgets forslag *I første rekke* (NOU 2003:16) ble overlevert 5.juni 2003. Tveitereidutvalgets innstilling var ikke blant Kvalitetsutvalgets grunnlagsdokumenter (ibid.:192) når utvalget foreslår (ibid.:121):

Teknologi og design opprettes som et fag på ungdomstrinnet. Faget skal kombinere teori og praksis.

Teknologi og design skulle være et ledd i modernisering av ungdomstrinnet (ibid.:145f). Etter utvalgets oppfatning er ikke teknologi tilstrekkelig synlig i norsk grunnopplæring. De viser til arbeidet som gjøres ved en av forsøkksskolene til Teknologi i Skolen (Boks 12.5, ibid.:148):

Teknologi og design ved Rosenberg skole

Rosenborg skole i Trondheim har hatt erfaring med faget teknologi og design siden 1997. Faget er innført som obligatorisk på lik linje med norsk, engelsk og matematikk. Timetallet er 150–180 timer i ungdomsskoletiden.

Faget har økt elevenes motivasjon for skole betraktelig. Teknologi og design bidrar til å avteoretisere matematikken og gjør den til et nyttig redskap slik at den matematiske forståelsen blir større. Teknologi og design har bidratt til bedre differensiering av opplæringen, slik at behovet for spesialundervisning er blitt mindre.

Skolen har fått bedre undervisning til en «billigere penge». Rosenborg skole har revidert noe av L97 og skrevet egen fagplan for teknologi og design. Faget har ført til økt søkning til tekniske fag i videregående opplæring. Når

Rosenborg skole ønsker at faget skal gjøres obligatorisk, er det ut fra følgende argumenter:

- Faget øker skolemotivasjonen.
- Nasjonen har behov for teknologisk høyt utdannede mennesker.
- Faget øker den generelle allmenndannelsen i et demokratisk og teknologisk samfunn.
- Faget øker forståelsen og bedrer resultatene i realfag.

Kvalitetsutvalgets forslag og eksemplene var en kraftig oppmuntring for alle som arbeidet med Program for Teknologi i skolen – nå under RENATE. Målet om et eget fag på ungdomstrinnet syntes nådd. Men målet til referansegruppen var mer ambisiøst. Vi ville ha Teknologi og design som fag i hele grunnskole, fordi vi helt fra starten var overbevist om at interessen måtte vekkes tidligst mulig. Elever som har mistet grepet på realfagene og ikke fått interesse for teknologi i løpet av barnetrinnet, kan vanskelig snu sin innstilling til disse fagene på ungdomstrinnet. Briså skriver (Hansen 2004:5ff) etter at Kvalitetsutvalgets forslag var kjent, men før regjeringen kom med sin innstilling:

Læreplaner og teknologi

Læreplanene for grunnskolen gir svake holdepunkter om hvilke føringer man ønsker å legge når det gjelder å formidle kunnskap om *teknologi*. I læreplanens generelle del finner vi følgende formulering: ”*Det er en vesentlig del av allmenndannelsen å kjenne vår teknologiske kulturelle arv.*” Det tales også om *teknologikunnskap* som et viktig mål. På tross av slike uttalelser har teknologien fått liten oppmerksomhet i norske fagplaner. Det er derfor et nybrottsarbeid som gjøres gjennom teknologiprojektet. Fra prosjektets start i 1997 er det opparbeidet kompetanse og gjort erfaringer med undervisningsopplegg innen teknologitemaer. Dette fagområdet blir kontinuerlig drøftet, bearbeidet og justert, og vil danne et godt grunnlag for 7teknologifaget i norske læreplaner ved en fremtidig læreplanrevisjon.

Teknologi som del av allmennutdanningen

Motivasjonen for å initiere prosjektet var i utgangspunktet den sviktende søkning til teknologisk utdanning. Mange tomme studieplasser har vært en fellesnevner for de teknologiske læresteder gjennom 1990-årene. Tomme studieplasser har også preget starten på det nye årtusen. Fortsetter denne tendensen vil Norge oppleve en fatal mangel på personer med teknologisk kompetanse. Både for de teknologiske miljøene og myndighetene var det derfor naturlig å stille spørsmålene: Hva er årsaken til at de unge svikter et teknologipreget yrkesvalg? Har samfunnet ”glemt” å utvikle viktige sider av utdanningen i grunnskolen? Har vi fått en skjev kompetanse hos grunnskolelærerne i forhold til matematikk og naturvitenskap som påvirker elevenes verdivalg?

En tendens innen utdanningssystemene i den vestlige verden gjennom de siste tiår er at teknologi går inn i den allmenne utdanningen. I norsk skole mangler dette elementet, noe som kan være en av flere grunner til manglende interesse for matematikk, naturvitenskap og ingeniørutdanning. Vi har heller ingen tradisjon i norsk skole for å anvende kunnskap om teknologisk relaterte emner. Med en overveiende humanistisk - naturvitenskapelig tradisjon, har teknologien i stor grad vært ekskludert, både i skolens innhold og i lærerutdanningen. Man kan derfor si at allmennutdanningen ikke er så balansert som den bør være.

Gjennom teknologiprojektet ønsker man å påvirke elevenes holdninger så tidlig som mulig ved å bidra til en bedre forståelse for denne type kunnskap. I dette bildet bør også matematikk og naturvitenskap stå helt sentralt fordi det er så tette bånd mellom disse fagene og teknologi. Enkelt formulert kan man si at teknologi er den praktiske realiseringen av realfagene, men - teknologibegrepet har noe langt mer enn dette i seg. Ser vi på menneskehetens historie oppdager vi fort hvor stor samfunnsmessig og økonomisk betydning teknologien har og har hatt. Teknologiske nyvinninger har spilt en stor rolle ved en rekke store sprang i samfunnsutviklingen. Raskt kan nevnes introduseringen av jernploegen, dampmaskinen, datamaskinen, røntgen, antibiotika og genteknologi.

Aksept av teknologiens viktige rolle i samfunnsutviklingen må derfor ha den naturlige konsekvens at teknologikunnskap blir en del av den norske allmennutdanningen, slik situasjonen er i andre europeiske land. Denne type kunnskap bør ha sin rettmessige plass i utdanningen i et moderne samfunn, slik at samfunnet på sikt har mulighet til å rekruttere det nødvendige antall unge til teknologiske yrker.

Handlingsplan for matematikkfaget 2002

Etter starten i 1997 rekrutterer Teknologi i Skolen nye skoler hvert år. Noen kommuner tok eget initiativ til å innføre teknologi på bakgrunn av prosjektskolenes gode erfaringer. Utdanningsdepartementets oppfølging av Tveitereidutvalgets klare innstilling lar imidlertid vente på seg. 13.juni 2002 legges *Handlingsplan for matematikkfaget* (Læringscenteret 2002) fram. Teknologi får, etter innspill fra Teknologi i Skolen/RENATE, en sentral plass når elevene skal oppleve hvilket nyttig verktøy matematikken er i sammenheng med andre fag i grunnskolen. Et av tiltakene som foreslås er (ibid.:19):

Videreutvikle *Teknologi* som tverrfaglig kunnskapsområde hvor matematikk får sin naturlige anvendelse.

RENATE er ansvarlig for at tiltaket iverksettes. Skoleeiere (kommuner) får ansvar for å. (ibid.:22):

Legge til rette for at det bygges opp teknologiroom på alle skoler.

Lærerne skal få informasjon og veiledning i "*Teknologi med matematikk som tverrfaglig kunnskapsområde*" (ibid.20). Hvis alt dette gjennomføres, vil det være et langt steg i retning av Teknologi som et klart definert emneområde i skolen. Det var altså først da matematikkfaget trengte et "praktisk alibi", Tveitereidutvalgets innstilling kunne tas ut av møllposen. Teknologi i Skolen og RENATEs oppgave ble å ta inn matematikk i teknologiprojektene på en slik måte at det ivaretar den egenarten ved teknologiundervisning som er utviklet siden 1997. Handlingsplanen viser eksplisitt til Teknologi i Skolens kvaliteter (ibid.18):

Teknologi i skolen har en praktisk tilnæringsmetode, lar elevene utnytte sine kreative emner [feiltrykk: evner?], og har et praktisk produkt som mål for læringsprosessen.

Handlingsplanen peker også på hvordan det skal rekrutteres nye lærere. Ansvar er plassert i lærerutdanninga (ibid.25):

Det utvikles tilbud om 10 vekttall studieenhet i matematikk og teknologi ved allmennlærerutdanningen på nasjonal basis.

Det etableres demonstrasjonsrom for matematikk og teknologi. Alle høgskoler som har avdeling for lærerutdanning starter oppbyggingen av et matematikk- og teknologirom.

Fortsatt (i 2007) er ingen av disse tiltakene gjennomført fullt ut, men flere høgskoler tilbyr Teknologi og design i grunnutdanningen eller som videreutdanning av lærere og som etterutdanningskurs.

Realfag, naturligvis– strategi for styrking av realfagene 2002–2007

Handlingsplanen for matematikkfaget (se over) følges opp av *Realfag, naturligvis– strategi for styrking av realfagene 2002–2007* (Utdanningsdirektoratet 2005). Denne handlingsplanen revideres hvert år. I 2005 (og før) var manglende rekruttering til realfag og teknologiske yrker, spesielt av jenter, gjennomgående argument. Avslutningsvis i dokumentet oppsummeres hovedaktørens rolle i implementeringen av Teknologi og design. RENATE, som har ledet Program for Teknologi i skolen og drevet forsøkene med emnet, samt organisert etterutdanning og utviklet lærerveiledninger skal:

Arbeide for at teknologi (Teknologi og design) får økt plass i norsk skole i hele det 13.-årige løpet. Teknologi skal knyttes opp mot den nasjonale satsningen for å øke elevenes evne til kreativitet og utvikle kultur for entreprenørskap

Mens Naturfagsenteret som til 2004 ikke har engasjert seg nevneverdig i Teknologi og design, skal:

Bidra til å utvikle og implementere Teknologi og design i grunnskolen og i videregående skole slik at naturfaglig kompetanse blir vektlagt

Her kan det tolkes som om de to sentrene får oppgaver det kan bli vanskelig å forene i et relativt lite emne som Teknologi og design blir i LK06. RENATE skal i kraft av sin kompetanse ivareta fagets inder og genuine kvaliteter ”kreativitet” og ”entreprenørskap”. Naturfagsenteret, skal ivareta emnets instrumentelle rolle ”naturfaglig kompetanse” som ledd i styrking av realfagene.

I 2005 var en konkret ”handling”:

Videreutvikle og spre kunnskap om gode undervisningsopplegg i T&D knyttet til fagene naturfag og matematikk. Tilby kurs for å øke lærerens kompetanse innenfor feltet.

På dette tidspunktet (2005) var emnets status og plass sikret, og utviklingen læreplanarbeidet var i full gang, ledet av Utdanningsdirektoratet. Ansvarlige/utøvere forøvrig var RENATE, Matematikksenteret og Naturfagsenteret. Gjennomføringen av ”opplæring [av lærere] i temaer innenfor teknologi og design” kom raskt i gang parallelt med læreplanutviklingen: RENATE har gjort det gjennom et landsomfattende todagers etterutdanningsprogram. Det startet med tilbud til alle grunnskolene i fire fylker skoleåret 2005/2006 og fortsatte med de fleste resterende fylker i 2006/2007. I alt har 1600 lærere vært på kurs! Naturfagsenteret satsset på

EVINA (nettbasert Etter og Videreutdanning i NATurfag). *Ressurs: Teknologi og design* (Løset, Husby og Hansen 2007) kom på plass førts til skolestart 2007. Kurset er egentlig ikke et ferdig kurs, men åpne ressursider som kan brukes som ”pensum” for høgskoler som vil lage etter- og videreutdanning for lærere. Siden ressursen er åpen, kan også enkeltlærere hente ideer og teori fra nettsiden.

St.meld. nr.30 (2003-2004)

Kvalitetsutvalgets innstilling dannet grunnlaget for regjeringens arbeid med St.meld. nr.30 (2003-2004) *Kultur for læring* som ble lagt fram 2.april 2004 (Utdannings og forskningsdepartementet 2004). Teknologi og design omtales meget positivt både av departementet og høringsinstansene, men mange av disse, bl.a. Naturfagsenteret, ønsker ikke at det skal bli eget fag. Departementet (ibid.s.45) lytter mer til høringsuttalelsene enn til Kvalitetsutvalgets innstilling i sin konklusjon:

Departementet mener at å legge teknologi og design inn i de ordinære fagene vil være et bidrag til å fremheve fagenes praktiske forankring og nytteverdi. Dersom den praktiske anvendelsen av fagene trekkes ut i et eget fag, kan det bidra til å gjøre blant annet realfagene mer abstrakte og mindre relevante for elevene. Departementet vil derfor ikke innføre teknologi og design som eget fag på ungdomstrinnet, men mål for kompetanse innenfor teknologi og design innarbeides i relevante læreplaner for fag, i første rekke realfagene og kunst- og håndverksfag, ...

Departementet fremhever altså Teknologi og design sin instrumentelle funksjon: ”... vil være et bidrag til å fremheve fagenes praktiske forankring og nytteverdi”, men nevner ikke emnets iboende kvaliteter i konklusjonen. Samfunnsfag nevnes ikke eksplisitt blant relevante fag, selv om teknologi – vår menneskeskapt verden - i aller høyeste grad er et samfunnsanliggende (se *Hva er teknologi?*). Departementet drøfter heller ikke åpenbare problemer knyttet til de to alternativene, eget fag eller flerfaglig emne. Et vesentlig problem med Teknologi og design som et helt nytt fag, er mangelen på kompetente lærere. Et problem med Teknologi og design som flerfaglig emne er, at det allerede er trangt om plassen, spesielt i Naturfag. Det skriver Departementet (ibid.:45) faktisk selv:

Tiltaksplanen «Realfag, naturligvis» gir en situasjonsbeskrivelse av realfagenes stilling i Norge og internasjonalt. Innenfor OECD-området har Norge det laveste timetallet i naturfag og teknologi i den obligatoriske skolen.

Det er merkelig at undervisningsministeren Kristin Clemet som i hele sin regjeringstid har talt varmt for å styrke realfagene, ikke trekker den eneste naturlige konklusjonen på dette faktum, og styrker timetallet til naturfag og teknologi så vi minst kommer på nivå med land vi liker å sammenlikne oss med.

Innst.S.nr.268 (2003-2004)

I Stortinget vedtok 17.juni 2004 Kirke-, utdannings- og forskningskomiteen sin innstilling (Innst.S.nr.268 (2003-2004):18) om *Kultur for læring* 2004 uten endringer hva angår Teknologi og design:

På barne- og ungdomstrinnet vil komiteen innføre teknologi og design som et tverrfaglig emne.

Merk at Stortinget vedtar ”tverrfaglig emne” mens det i læreplanen blir til et ”flerfaglig emne” (LK06:83). Noen mener dette er sideordnede begreper. L97 (s.71f, 77) knytter ”flerfaglig” til temaarbeid og ”tverrfaglig” til prosjektarbeid (jfr. Koritzinsky, 1997:26ff).

Komiteen (Innst.S.nr.268:20f) går langt dypere inn i diskusjon og problematisering av Teknologi og design enn det regjeringen gjorde:

Teknologien har en sentral plass i samfunns- og hverdagsliv, og er en drivkraft i verdiskapning, samfunnsutvikling og utformingen av livet til hver enkelt av oss. Komiteen mener at det å utvikle en innsikt i teknologiens rolle og å gi elevene teknologiske ferdigheter og forståelse må være en viktig del av skolens allmenndannende oppgave. Komiteen støtter departementets forslag om å legge teknologi og design inn i de ordinære fagene, og er av den oppfatning at dette vil styrke fagenes praktiske forankring og nytteverdi. Komiteen vil likevel legge vekt på at det å innføre teknologi og design som et tverrfaglig emne vil kreve en ytterligere synliggjøring av emnets plass og rolle. Komiteen ser det slik at fagområdet på en spennende måte kombinerer teoretisk og praktisk lærdom, og kan virke stimulerende på elever som har vansker med rene teorifag. Komiteen mener det er viktig at elevene får økt innsikt i utviklingsprosesser bak produkter med høyt teknologiinnhold og veien fra idé til ferdig produkt. Sviktende rekruttering til studier innen matematikk, naturvitenskap og teknologi gir grunn til bekymring, og en bred integrering av fagområdet teknologi og design i skolen, vil kunne bidra til at flere elever fatter interesse for videre studier innen disse fagene.

Det ble vedtatt og er i tråd med Departementets forslag. Argumentasjon støtter langt på vei Departementets instrumentell tenkning om emnet, men viser også til emnets iboende kvaliteter og samfunnstilknytningen. Et mindretall i komiteen ønsket å sette emnet Teknologi og design i en enda større sammenheng:

Komiteens medlemmer fra Arbeiderpartiet, Sosialistisk Venstreparti og Senterpartiet mener at Teknologi og design må fremstå med en egen identitet i Læreplanverket slik at fagets betydning ivaretas selv om det organiseres som et tverrfaglig emne. Disse medlemmer mener at teknologi ikke kan forstås løst fra sin sosiale og historiske sammenheng, og at teknologi og design er emner som også må få en forpliktende plass i samfunns- og livssynsfagene. Disse medlemmer mener også at det er avgjørende at de enkelte skolene har lærere med tilstrekkelig kompetanse til å veilede elevene i det tverrfaglige emnet. En god teknologiopplæring vil kreve etter- og videreutdanning av lærere og utvikling av nye og egnede læremidler og utstyr. Disse medlemmer forutsetter at innføringen av det tverrfaglige emnet understøttes av tilstrekkelig kompetanse og ressursøkning.

Det er beklagelig at ikke mindretallets ønske om å ” få en forpliktende plass i samfunns- og livssynsfagene” ble vedtatt. Det hadde vært en videre støtte til å oppnå det overordnede målet Det arbeidende menneske slik det er beskrevet i Generell del (LK06:G9ff). Dette var også Teknologi i skolens mål (Figur 3). Kapittelet *Teknologi og design i LK06* viser at samfunnsaspektet er relativt usynlig i de relevante fagplanene.

Mindretallets siste forutsetning om kompetansespørsmål har imidlertid blitt relativt godt ivaretatt av RENATE, skoleeiere og noen høgskoler i tiden før og under iverksettelsen av LK06.

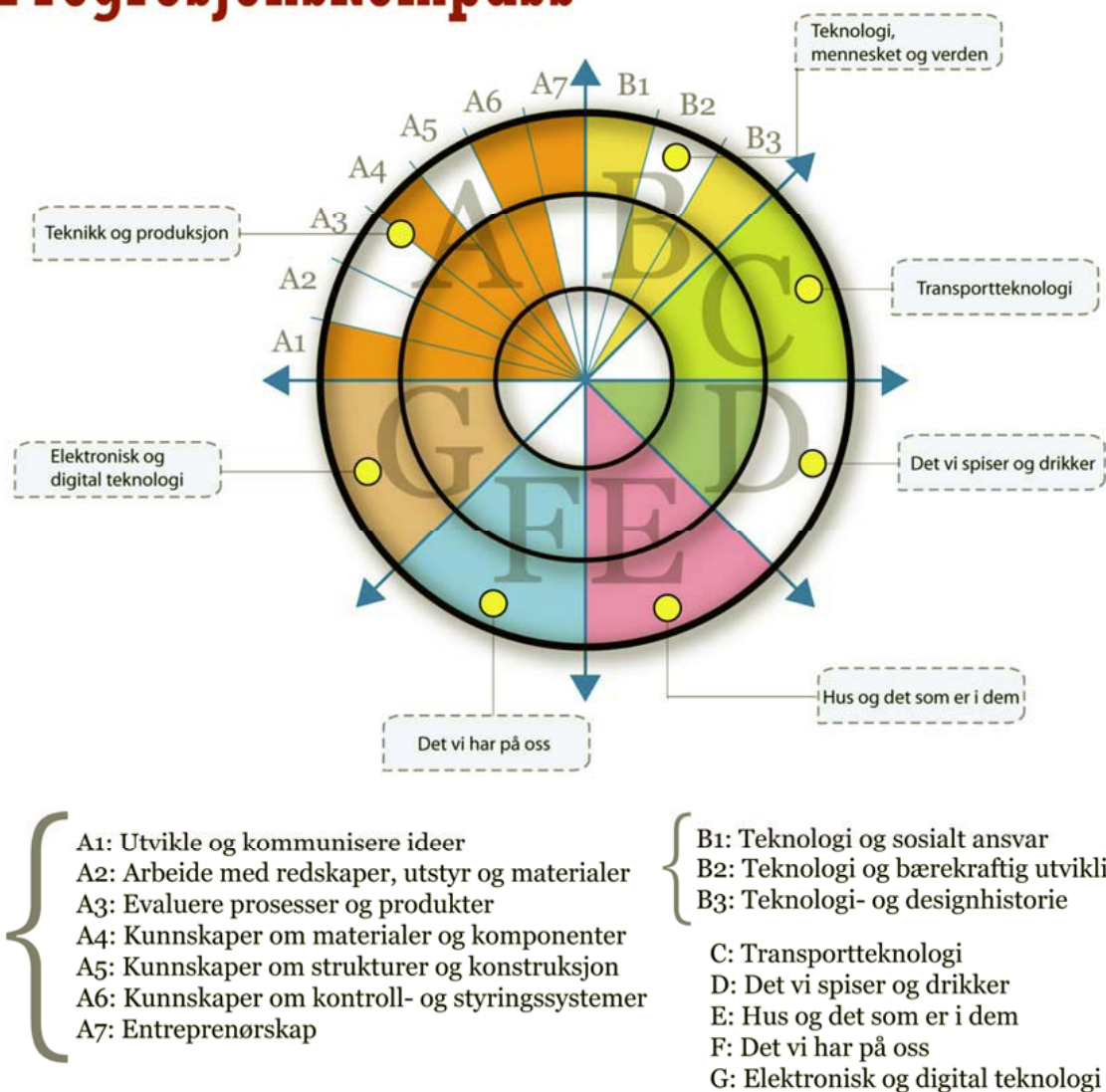
Når at av hovedmålene i skolen helt siden 1993 er at eleven skal ha en bred teknologiforståelse, er det rart at ikke teknologi og design – i en eller annen form - fant innpass allerede ved læreplanreformen i 1997.

Læreplanverket for Kunnskapsløftet blir til 2004-2005

Våren 2003 ble Nasjonalt senter for naturfag i opplæringen (Naturfagsenteret) etablert ved Universitetet i Oslo etter initiativ fra Utdannings- og forskningsdepartementet. I mandatet står det at Naturfagsenteret skal samarbeide med de andre nasjonale sentrene, deriblant RENATE, og aktuelle råd slik at arbeidet med satsingen på realfagene blir koordinert på en god og funksjonell måte. Program for Teknologi i skolen var en av RENATEs hjørnesteiner fra 2001 fram til avviklingen våren 2004 da Stortinget vedtok at Teknologi og design skulle være et flerfaglig emne med en basis i Naturfag og ikke eget fag. Det medførte at både Naturfagsenteret og RENATE følte et ansvar for utformingen av Teknologi og design i den nye læreplanen. RENATE hadde kompetansen etter pionertiden og en lang og omfattende forsøksperiode. Naturfagsenteret fikk imidlertid tildelt formelt ansvar siden senterets leder Anders Isnes også ledet læreplangruppen for Naturfag. Som skolemann, senterleder og fysiker følte han ansvar for at Teknologi og design skal ”styrke fagenes praktiske forankring” (Inst.S.nr 268:20). Kanskje er det ingen tilfeldighet at kompetansemålene (se *Teknologi og design i LK06*) inneholder mye teknologi knyttet til fysikk og lite av de andre naturfagene? I rettferdighetens navn må det sies at Runar Baune også satt i læreplangruppen. Han hadde helt fra 1996, sammen med Svein Briså, stått eget sentralt i arbeidet med Prosjekt/program for Teknologi i Skolen. Baune hadde dessuten utviklet mange prosjekter, prøvet ut ”alt” på egen skole og vært prosjektleder for teknologisatsingen i Osloskolen.

Etter at Stortinget hadde vedtatt reformen av grunnskolen og videregående opplæring i juni 2004, startet arbeidet med læreplanene allerede i august. For å få innspill om teknologi og design til de relevante læreplangruppene, ga Utdanningsdirektoratet allerede 19.april 2004 RENATE i oppdrag å utvikle en progresjonsmodell Teknologi og design for den 13-årige grunnutdanningen. Her kunne de beste erfaringene fra forsøksvirksomheten videreføres. RENATEs (2004) lille ekspertgruppe, ledet av RENATEsenterets (i Oslo) lederen Bjørn Jensen, startet opp dagen etter stortingsvedtaket(!) og leverte progresjonsmodellen allerede i august. RENATEs veiledningshefter var et viktig grunnlag for gruppen, men heftene ga ikke struktur og progresjon til et flerfaglig emne fra 1. til 10.årstrinn slik Stortinget hadde vedtatt. Heftene ga bare eksempler på mulige prosjekter og antydninger om passe klassetrinn for de enkelte prosjektene. RENATE-gruppen tok utgangspunkt i spørsmålet: ”*Hva slags teknologi møter barn i sitt dagligliv?*” Etter komiteens mening burde Teknologi og design bygge på barnas egen teknologierfaring tilpasset alderen – i god konstruktivistisk ånd. Det skulle danne grunnlag både for faglig innhold, pedagogikk og progresjon fra 1. til 10.årstrinn. Komiteen (RENATE 2004) illustrerte progresjonsmodellen med et *Progresjonskompass* (figur 4) – noe å navigere etter mot en ny læreplan for emnet.

ProgresjonskompPASS



Figur 4: RENATEs (2004) forslag til emner og progresjon i Teknologi og design i grunnskolen.

Hver konsentriske sirkel representerer grunnskolens trinn fra barnetrinnet innerst til ungdomstrinnet ytterst. (I etterkant vet vi at inndelingen i trinn ikke ble tre, men fire: 1.-2., 3-4., 5.-7., 8.-10.årstrinn). Hver sektor A-G representerer store målområder. Noen er gjennomgående i hele grunnskolen, andre bare på ett eller to trinn.

Målområdene A og B er generelle kunnskaper og ferdigheter i emnet. Hele B og A7 peker mot et samarbeid med Samfunnsfag, og viser at LK06 Generell del (se nedenfor i *Teknologi og design i LK06*) tas på alvor.

Målområdene C til G er spesifikke teknologiområdene fra elevenes eget dagligliv. C, E og G er helt eller delvis kjent fra forsøksvirksomheten og RENATE-heftene, mens D og F er emner komiteen mener bør supplere de øvrige områdene for at det overordnede målet for Program for Teknologi i Skolen er nådd: "Bidra til at teknologi blir en del av allmenndannelsen". Emnet D krever samarbeid med faget Mat og helse.

RENATEs innspillet fikk bare delvis gjennomslag i læreplanarbeidet. Det skyldes delvis at verken Samfunnsfag eller Mat og helse skulle delta i det flerfaglige samarbeidet (se. *Innst.S.nr.268*). Dessuten var innspillet ambisiøst og ikke helt tilpasset den størrelsen og omfang Teknologi og design var tiltenkt som flerfaglig emne. Kanskje RENATES innspill kan trekkes fram ved neste fagplanrevisjon, hvis emnet blir eget fag?

Læreplangruppene arbeidet utover høsten 2004 og våren 2005. Prosessen som var ledet av Utdanningsdirektoratet, var åpen dvs. gruppenes forslag og revidert forslag ble lagt ut på nettet ved flere anledninger med innbydelse til alle interesserte om å komme med innspill. Hver læreplangruppe hadde dessuten en referansegruppe som hadde et formelt ansvar for å vurdere forslaget. Fagplanene ble endelig stadfestet i 2005, og iverksatt fra høsten 2006.

Oppsummering

Teknologi og design ble ikke eget fag, selv om det hele tiden ble arbeidet med det for øyet fra RENATEs Program for Teknologi i Skolen. Kanskje var det et hell at det "bare" ble et flerfaglig emne? Selv om både Tveitereidutvalget i 1997 og Kvalitetsutvalget i 2003 konkluderte med at det måtte bli eget fag, ville det fått meget store konsekvenser. Et helt nytt fag i grunnskolen er en meget sjelden begivenhet. Ved revisjonen i 2006 skulle ikke skoletiden utvides eller timetallet økes. Hvilke fag skulle avgi tid, og hvordan skulle det bli politisk mulig å redusere noen fag for å gi plass til Teknologi og design? Selv plasseringen av emnet i Naturfag var problematisk. Tiden i faget var meget lite fra før av og ble knapt utvidet fra L97 til LK06. Kanskje var Utdanningsdepartementet også usikker på om erfaringene med emnet fra Program for Teknologi i Skolen var entydig gode nok til å danne grunnlag for et helt fag med innhold, progresjon og struktur – om enn bare på og noen trinn i grunnskolen. Rosenborg skole (se over) hadde pekt på en mulig vei, men var det nok erfaring å bygge på? De fleste prosjektskolene hadde bare kjørt frittstående prosjekter uten nøyte gjennomtenkt progresjon. Et stort problem med å innføre Teknologi og design som et helt nytt fag ville være mangel på kvalifiserte lærere. Hvordan skulle det i løpet av noen få år kunne omskoleres og utdannes nok nye lærere i Teknologi og design? Uten kvalifiserte lærere kunne faget fort bli en fiasko. Vel har RENATE og mange høyskoler i flere år gjort en stor innsats med etter- og videreutdanning av lærere i Naturfag og Kunst og håndverk for å undervise i Teknologi og design, men nå skulle eventuelt alle skoler ha lærere med slik kompetanse. Dessuten har mangelen på lærere med utdanning i naturfag i alle år vært et problem, så omskolering av noen til fullverdige teknologi- og designlærere ville bare fortsterke det problemet. Ved en læreplanrevisjon skal også lærebøker og annet undervisningsmaterieell revideres. I et nytt fag er det ikke noe å revidere, alt må tenkes og skrives fra nytt, og hvem skulle skrive det? RENATEs hefter er veiledningshefter for lærere. Lærebøker og annet undervisningsmaterieell for elever har det ikke vært laget i prosjektperioden.

Min konklusjon er at problemene med et helt nytt fag i grunnskolen hadde blitt for store både politisk og praktisk. LK06 gir skolene muligheter til å bygge opp kompetanse og erfaring med Teknologi og design som flerfaglige emne. Årene som kommer bør brukes til å forsere etter- og spesielt videreutdanningen av gode lærere. Alle lærerutdanninger må innarbeide Teknologi og design i sine programmer. Det må utvikles godt undervisningsmaterieell og skolene må etablere en samling av nødvendig verktøy og utstyr. Parallelt må det systematisk samles inn erfaringer om "best practise" på vitenskapelig basis fra mange skoler. RENATE og de andre nasjonale sentrene må sørge for at disse erfaringene kommer alle skoler til gode. I sum vil disse tiltakene innvirke på neste revisjon av læreplanene og vise om tiden er moden for et helt nytt fag i norsk skole: Teknologi og design.

Teknologi og design i LK06

Teknologi

Generelle del av LK06 (egen paginering fra s.11,G1) – som har vært generell del for norsk skole helt siden 1993 (L93) – slår fast at et av hovedmålene med skolen er *Det arbeidende menneske*. Kapittelet Teknologi og kultur (Det bør leses!) har en egen definisjon av begrepet ”teknologi” (se *Hva er teknologi?*) som må ha autoritet i skolen:

Teknologi er fremgangsmåter menneskene har utviklet for å nå sine mål, arbeide lettere og samarbeide bedre. Teknologi gir hjelpemidler for å lage og gjøre ting ...

I en oppsummeringsramme i samme hovedmål står det:

Det er en vesentlig del av allmenndannelsen å kjenne vår teknologiske arv - de lettelsene i livsforholdene og løft i levekårene den har gitt, men også de farer teknologiske nyvinninger har medført.

Beskrivelse av et annet hovedmål *Det skapende menneske* (LK06:G6ff), harmonerer også med en meget vanlig forståelse av begrepet teknologi, nemlig teknologi som prosess (designprosessen, se *Hva er teknologi?*):

Skapende evner vil si å oppnå nye løsninger på praktiske problemer ... Skapende evner kommer til uttrykk både i forbedrede maskiner, redskaper og rutiner; ...

Teknologi angår også *Det allmenndannede menneske* (ibid.:G14ff):

... referanserammer for forståelse og fortolkning må være felles for folket - må være en del av den allmenne dannelse - om det ikke skal skapes forskjeller i kompetanse som kan slå over både i udemokratisk manipulasjon og i sosiale ulikheter. Det er derfor viktig at disse referanserammer og den nye teknologiske kunnskap deles av alle grupper, ... Et forskningsbasert samfunnet risikerer å bli stadig mer teknologidrevet. Strømmen av teknologiske funn og fakta krever bred viten om en skal unngå ”vitenskapelig analfabetisme”.

Det miljøbevisste menneske slipper heller ikke unna teknologiforståelse (ibid.:G18f):

Et hovedtrekk ved moderne samfunn er at de mer og mer baseres på teknologi - på framgangsmåter og hjelpemidler for å omdanne naturens råstoffer for menneskenes formål. ... Kunnskap og ny teknologi har utvidet rommet for inngrep både i menneskelivet og i naturen. ... Samspeillet mellom økonomi, økologi og teknologi stiller vår tid overfor særlige kunnskapsmessige og moralske utfordringer for å sikre en bærekraftig utvikling.

De to siste sitatene peker mot teknologi som kunnskap og makt (se *Hva er teknologi?*).

Generell del viser at det er en bred forståelse av begrepet teknologi som skal ligge til grunn for læreplanene i de fag der teknologi blir emne.

Design

Sitatet fra beskrivelse av *Det skapende menneske*: ” Skapende evner vil si å oppnå nye løsninger på praktiske problemer”, peker bla. mot arbeid med produktutvikling, design, arkitektur osv. ”Skapende evner” er kreativitet, noe barn ofte har i rikt monn (LK06:G6f):

Men kreativitet forutsetter også læring: at en kjenner elementer som kan kombineres på nye måter og har innarbeidet ferdigheter og teknikker til å virkeliggjøre det en kan forestille seg eller fabulerer over.

Arbeidet med design og det beslektede emnet arkitektur er realisert som egne hovedområder i faget Kunst og håndverk (ibid.:130):

I *design* står formgivning av gjenstander sentralt. Her videreføres håndverkstradisjonen i faget. Design omfatter både arbeid direkte i materialer og arbeid med skisser og modeller. Utforming av ideer, arbeidstegninger, produkter og bruksformer står sentralt. Kjennskap til materialer, problemløsning og produksjon kan danne grunnlag for innovasjon og entreprenørskap.

I *arkitektur* står kunnskap om det fysiske nærmiljøet sentralt. Dette innebærer kunnskap om hvordan bygningskulturen, inne- og uterom, kan påvirke vår hverdag. Tegning og bygging av modeller i målestokk inngår i hovedområdet og danner grunnlag for å forestille seg tredimensjonale rom ut fra tegninger og dataanimasjoner.

Beskrivelsene viser i hva LK06 legger i designprosessen og hva som elevene kan trekke på av kunnskaper når de arbeider med teknologi- og designprosjekter. Innholdet i hovedområdene er imidlertid langt mer omfattende enn det som realiseres gjennom det flerfaglige emnet Teknologi og design.

Teknologi og design

Både fagområdet *teknologi* og fagområdet *design* har for første gang kommet inn på "sikker plass" i norske læreplaner for grunnskolen med Kunnskapsløftet i 2006. Det ble ikke et eget fag slik noen hadde ønsket (se *Fra idé i 1996 til flerfaglig emne i 2006*), men et hovedområde i Naturfag som beskrives slik (LK06:83):

Emnet *teknologi og design* er et flerfaglig emne der naturfag, matematikk og kunst og håndverk samarbeider.

Teknologi og design dreier seg om å planlegge, utvikle og framstille produkter til nytte i hverdagen. Samspillet mellom naturvitenskap og teknologi står sentralt i dette hovedområdet. Naturfaglige prinsipper vil være et grunnlag for å forstå teknologisk virksomhet.

Læreplaner er forskrift. Derfor *må* de tre nevnte fagene samarbeide om gjennomføringen av Teknologi og design. Beskrivelsen sier ikke noe om *hvordan* samarbeidet skal skje. Hovedansvaret hviler på Naturfag. Det er der emnet er hovedområde med egne kompetansemål på alle trinn. I de fleste prosjekter vil derfor Naturfag være regifag, mens Matematikk og Kunst og håndverk blir støttefag.

I Kunst og håndverk (LK06:129ff) er det først og fremst hovedområdet Design og i noen grad Arkitektur som støtter samarbeidet i Teknologi og design (se beskrivelsen over).

I matematikkplanen er det ikke noe spesielt hovedområde som er dedikert samarbeidet. I stedet står det (LK06:57):

I arbeid med teknologi og design og i praktisk bruk viser matematikk sin nytte som reiskapsfag.

Samarbeidet bør starte med at de tre fagene lager en årsplan for skolens, årstrinnets og den enkelte klasses gjennomføring av Teknologi og design. Graden av samarbeid innen enkeltprosjekter vil variere ut fra kompetansemålene prosjektet skal støtt.

Beskrivelsene viser at tre aspekter ved teknologi er tydelig ivaretatt: *Teknologi som gjenstand*, *Teknologi som kunnskap* og *Teknologi som prosess* (se *Hva er teknologi?*). Det siste aspektet *Teknologi som makt* er skjøvet i bakgrunn siden Samfunnsfag ikke er med som samarbeidspartner. Det betyr ikke at dette faget og andre fag som Norsk, Engelsk og KRL, ikke kan delta i teknologi- og designprosjekter der det er naturlig.

Som alle hovedområder i alle fag, har også Teknologi og design kompetansemål. Her beskrives den kompetansen eleven skal vise etter 2., 4., 7. eller 10. årstrin. Kompetansemålene i dette emnet sier kanskje mer enn i andre emner, noe om hva det skal arbeides med og hvordan elevene skal arbeide. Kompetansemålene vil være en av flere kriterier i vurderingen av elevenes arbeid i Teknologi og design.

Etter 2. årstrinn: Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- lage gjenstander som kan bevege seg ved hjelp av vann eller luft og fortelle om det de har laget
- lage gjenstander som bruker refleksjon av lys og fortelle om det de har laget

Denne målformuleringen illustrerer en prinsipiell nyhet: LK06 har kompetansemål (*eleven skal kunne*) for den enkelte elevs utvikling, mens målene i L97 var mål for hva som skulle skje i undervisningen (*i opplæringa skal elevane*). Etter LK06 må elevene kunne vise sin kompetanse, ikke bare ha gjennomført arbeidsoppgavene. Hva er det så elevene kan arbeide med for å utvikle kompetansen? Og hvor kompetente skal de være? Det siste først: Læreplangruppene som laget læreplanene for de forskjellige fagene, fikk fra Utdanningsdirektoratet (2005) en liste med eksempler på verb som kunne angi taksonomisk nivå på kompetansemål. Kompetanse på nederste trinn beskrives med verb som: *beskrive*, *gjenkjenne*, *navngi*, *angi*. På mellomste trinn er det verb som: *påvise*, *forklare*, *fortelle*, *bruke*, *velge*, *sammenlikne*, *beregne*. Kompetanse på øverste trinn beskrives med verb som: *vurdere*, *planlegge*, *drøfte*, *produsere*, *utlede*, *generalisere*. I Teknologi og design 2. årstrinn brukes *lage* og *fortelle*. Selv om det første verbet ikke finnes på listen, er også det verbet antakelig på eller nær mellomste taksonomiske trinn. Teksten levner ikke tvil om på hvilke områder eleven skal utvikle sin kompetanse.

Hva elevene skal arbeide med, har meget nær tilknytning til fysikkemner i Naturfag. Emnets instrumentelle alibi (se *Fra idé i 1996 til flerfaglig emne i 2006*) er meget klart, men kan like vel resultere i mye kreativitet og morsomme og flotte gjenstander.

Etter 4. årstrinn: Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- planlegge, bygge og teste enkle modeller av byggkonstruksjoner og dokumentere prosessen fra idé til ferdig produkt
- beskrive konstruksjoner og samtale om hvorfor noen er mer stabile og tåler større belastning enn andre
- gjenkjenne og sammenligne bærende strukturer i ulike byggverk i nærmiljøet

Kompetansemålene etter 4. årstrinn er en blanding av alle taksonomiske trinn: Eksempel på nederst trinn er å *gjenkjenne*, på mellomste trinn (antakelig) *bygge* og øverste trinn *planlegge*. Innholdet går på områder og produkter som er helt nye i grunnskolen: *konstruksjoner*, *stabilitet*, *bærende strukturer* – alle med realfagstilknytning, men ikke gammeldags grunnskolefysikk. Dette er noe helt nytt! Det andre helt nye er *prosessen fra idé til ferdig produkt* dvs. å utvikle kompetanse i designprosess og i å lage gjenstander. Her kan naturfaglærere og kunst- og håndverkslærere samarbeide om flere sider av saken.

Etter 7.årstrinn: Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- planlegge, bygge og teste mekaniske leker, beskrive ulike bevegelser i lekene og prinsipper for mekaniske overføringer
- planlegge, bygge og teste enkle produkter som gjør bruk av elektrisk energi, forklare virkemåten og beskrive prosessen fra idé til ferdig framstilt produkt
- gjøre greie for hvordan man gjennom tidene har brukt overføring av bevegelse til å utnytte energi i vind og vann

Kompetansemålene etter 7.årstrinn har tyngdepunkt på de to øverste taksonomiske trinnene. Det er altså en god progresjon i planen for emnet. Innholdet i 5.-7. årstrinn går på tradisjonelle fysikkområder: *elektrisk energi*. Her kan Naturfagets mål (LK06:83) om at ”samspillet mellom naturvitenskap og teknologi stå(r) sentralt i dette hovedområdet” virkelig realiseres. Her er nettopp ”Naturfaglige prinsipper ... grunnlag for å forstå teknologisk virksomhet” (ibid.). Det gjelder også områder og produkter som er helt nye: *mekaniske overføringer*. Dette er ikke gammeldags grunnskolefysikk, men bygger på og illustrerer anvendelse av generell fysikkunnskap om bevegelse, krefter og energiformer. Videreutviklingen av kompetanse i designprosess er også tydelig.

Etter 10.årstrinn:

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- ut fra kravspesifikasjoner utvikle produkter som gjør bruk av elektronikk, evaluere designprosessen og vurdere produktenes funksjonalitet og brukervennlighet
- teste og beskrive egenskaper ved materialer som brukes i en produksjonsprosess
- gjøre rede for elektroniske kommunikasjonssystemer på systemnivå og drøfte samfunnsmessige utfordringer knyttet til bruk av slike

Kompetansemålene etter 10.årstrinn har tyngdepunkt på øverste taksonomiske trinn dvs. progresjonen fortsetter. Innholdet i første punkt går på det tradisjonelle fysikkområdet: *elektronikk*, en videreutvikling fra elektrisitet på 7.årstrinn. Elektronikk og elektrisitet har alltid hatt ord på seg å være vanskelig, også blant lærere. Her kan kanskje arbeide med kompetansemålet ”styrke ... praktiske forankring og nytteverdi” (Innst.S.nr.268: 20) og være med å avmystifisere fagområdet. Elektronikk er tross alt ”hjernen og motoren” i mye av vår tids teknologi! Videreutviklingen av kompetanse i designprosessen og lage produkter fortsetter. Det midterste kompetansemålet dreier seg om *materialer*. Her bør elevene ikke bare møte de gamle sløydmaterialene, men også moderne materialer for eksempel plast i flere varianter. Plastmaterialer møter vi over alt i hverdagen, og da må elevene lære hvordan de kan lage gjenstander i plast og lære om hva plast er. Her kan kjemiske prinsipper utdypes gjennom plastkjemien. Det aktualiserer en kommentar: Materiallære er eneste stedet i grunnskolen der kjemidelen av naturfaget naturlig kan inviteres inn i ”Samspillet mellom naturvitenskap og teknologi”. Biologi er holdt helt utenfor i grunnskolen teknologi. Flere har kommentert at biologi og kjemi nærmest er glemt i ”samspillet”, og at fysikkbasert teknologi har fått en dominerende plass. I Naturfag VG1 (11.klasse) heter hovedområdet ikke Teknologi og design, men Bioteknologi (LK06:91).

Kravspesifikasjoner (se et eksempel i *Eksempel 1, Innhold*) er et nytt begrep i en naturfagplan, og var heller ikke brukt i Kunst og håndverk tidligere. Begrepet kommer fra profesjonelt arbeid med teknologiutvikling og designprosesser. Når for eksempel det skal designes og bygges en bro, må mål, bæreevne, materialvalg, utførelse, tidsrammer osv. beskrives til detalj og undertegnes av oppdragsiver og entreprenør før selve arbeidet med konstruksjonen kan begynne. Kravspesifikasjon er altså et meget sentralt dokument i en profesjonell teknologi- og designprosess – og det skal elevene erfare. En mulig tolkning av

første kompetansemål er at læreren er oppdragsgiveren som gir elevene (entreprenørene) en ferdig kravspesifikasjon. Det kan også tenkes at elevene får en oppgave som bare skisserer oppdraget eller målet. Da må de selv lage sin kravspesifikasjon før de starter selve designprosessen. Da kan de også erfarer hvordan kravspesifikasjonen blir til gjennom en dialog med oppdragsiver (lærer som veileder).

Det siste kompetansemålet har reist mang spørsmål etter at planen ble stadfestet. Hva tenker man på med *elektroniske kommunikasjonssystemer på systemnivå* og hvordan gripe det an i undervisningen? Dette er et åpent mål sammenliknet med flere av andre kompetansemålene i dette hovedområdet. Dessuten trekkes det inn andre aspekter ved teknologi og designe enn dem som er forankret i fagene som skal samarbeider om emnet. I dette temaet bør Samfunnsfag inviteres i samarbeidet, kanskje også andre fag. Dette er det eneste kompetansemålet som direkte innbyr til å drøfte *Teknologi som makt* (se *Hva er teknologi?*). Det er dessuten et meget viktig mål, fordi kommunikasjon og kommunikasjonssystemer er helt sentralt i vårt samfunn.

Hva er *elektroniske kommunikasjonssystemer*?

Noen eksempler fra elevenes dagligliv (de er storforbrukere av elektronikk) kan trekkes inn i undervisningen: Mobiltelefon, Internett, e-mail, kredittkort/bankkort, CD, DVD, spill, radio, TV, skolens LMS (Learning Management System: ClassFronter, ITslearning, ...), ...

Voksnes dagligliv er preget av de samme kommunikasjonssystemene og i tillegg kan det nevnes for eksempel bookingsystemer, levere selvangivelsen, GPS (Global Position System), regulering av lyskryss, trafikkovervåkning, trafikkregulering i en by, ...

Hva er *systemnivå*?

Ta utgangspunkt i "dingsen" som er i brukerens ende av systemet, for eksempel selve mobiltelefonen. Finn ut hvilke andre fysiske gjenstander som utgjør det systemet som skal til for at den virker (antennor, sendere, datamaskiner, dataprogrammer, ...) og hvordan disse delene kommuniserer. Hva skjer når vi mottar en samtale eller sms – og når vi sender? Osv. Svarene på slike spørsmål gir det store bildet av systemet. Kanskje det er tilstrekkelig i forhold til kompetansemålet. Neste nivå kan være å se mer på hvordan de enkelte fysiske gjenstandene i systemet fungerer – fortsatt på overordnet nivå.

Hva menes med *samfunnsmessige utfordringer*?

For eksempel mobiltelefonsystemet: Hvem eier nettet? Hva slags tjenester, tilbud, priser og rabatttilbud gis? Hvordan påvirkes vi av mobiltelefon som brukere – hvordan kan vi påvirke systemet? Hvordan påvirkes samfunnet? ...

Hvorfor teknologi og design i grunnskolen?

Noen få elever vet ganske tidlig at de vil inn i et teknologisk yrke. Andre fatter interesse for teknologi i løpet av skolegangen og velger teknologiske fag på videregående eller høyere utdanning. Det skjedde også før LK06 på tross av at elevene knapt hadde møtt teknologi i grunnskolen. Designyrker har de siste årene blitt mer populært, og design har hatt en liten plass i Kunst og håndverk 7., 8., 9. år under L97 (s.199, 201, 202). De som valgte teknologiske yrker eller designyrker, ville hatt glede og nytte av Teknologi og design som emne i grunnskolen. Men hva med alle de andre? Kapittelet *Fra idé i 1996 til flerfaglig emne i 2006* viser at håpet for alle som har støttet introduksjonen av teknologi og design i grunnskolen, er at flere elever enn tidligere fatter interesse for teknologi og realfag og kanskje velger det som videre utdanningsvei. (Få eller ingen av aktørene nevner ”design” i den sammenhengen.) Men hva med resten - flertallet? Finnes det argumenter for at *alle* elever bør ha teknologi og design i grunnskolen? Vi har allerede sett at Generelle del av LK06 har mange gode argumenter, og flere kan leses ut av kompetansemål i planen for Naturfag (se *Teknologi og design i LK06*). Hva gjør de i andre land vi like å sammenlikne oss med? Mange lærere som var med i prosjektet/programmet Teknologi i Skolen og medlemmene av referansegruppen (se *Fra idé i 1996 til flerfaglig emne i 2006*), fikk to ukers etterutdanning i Design & Technology i England. Denne felles bakgrunnen og det felles arbeidet, kanalisert gjennom RENATE de siste årene, har hatt stor innflytelse på mål, innhold og arbeidsmåter i *Teknologi og design i LK06* (se det kapittelet).

Design & Technology som fag i engelsk skole

I England ble *Technology* innført i 1988 som obligatorisk fag for alle elever fra 5 til 16 år etter nærmere 20 års diskusjon og diverse forsøk. Ved innføringen av National Curriculum i 1991 ble faget hetende *Design & Technology* for å tydeliggjøre begge sider av fagets innhold. De viktigste argumentene i utviklingsprosessen var instrumentelle: England måtte henge med i den rivende teknologiske utviklingen, ellers ville de ikke klare å forbedre sin allerede dårlige økonomi og få skikk på sin skakkjorte industri. Skulle de klare det, måtte skoleverket mobiliseres. Allerede fra starten i grunnskolen måtte elevene møte faget, for derigjennom å rekruttere nok interesserte ungdommer til videre teknologisk utdanning.

England er i dag verken teknologisk, industrielt eller økonomisk akterutseilt. National Curriculum generelt og Design & Technology spesielt, har kanskje en liten del av æren? Når et fag har ”erobret” og beholder en plass som obligatorisk fag i hele grunnskolen for alle elever, skyldes ikke det bare instrumentelle argumenter. I et av de aller første nummerene av *The Journal of Design and Technology Education* henter Frank R. J. Banks (1996) fire argumenter for å ha teknologi i skolen fra et foredrag han holdt i 1990:

1. its intrinsic value
 - solving of real problems and the reflective thinking
 - synthesis of thought ... real life does not respect traditional subject boundaries
2. education for citizenship
 - important part of our culture
 - enable the young to have a general technological understanding despite the need for specialisation ... citizen should be empowered to express an informed opinion
3. education for capability
 - educate people who can ‘do’ as well as ‘know’ ... practical curriculum for all to balance the academic
 - vehicle for promoting planning, personal organisation and working with others

4. economic importance
 - school technology was being linked to the country's economic performance

Læreplanen for Design & Technology gir selv en begrunnelse for at faget finnes (DfEE 2007):

The importance of design and technology

Design and technology prepares pupils to participate in tomorrow's rapidly changing technologies. They learn to think and intervene creatively to improve quality of life. The subject calls for pupils to become autonomous and creative problem solvers, as individuals and members of a team. They must look for needs, wants and opportunities and respond to them by developing a range of ideas and making products and systems. They combine practical skills with an understanding of aesthetics, social and environmental issues, function and industrial practices. As they do so, they reflect on and evaluate present and past design and technology, its uses and effects. Through design and technology, all pupils can become discriminating and informed users of products, and become innovators.

Denne begrunnelsen viser mye til Banks' *education for capability* og *its intrinsic value* dvs. den personlige nytteverdien av et interessant og utfordrende fag, men er også tydelig motivert av samfunnets behov for og krav til framtidig arbeidskraft (*education for citizenship*). Hovedmålene i Design & Technology er å utvikle *knowledge, skills and understanding*. Programmet for faget omfatter:

- Developing, planning and communicating ideas
- Working with tools, equipment, materials, and components to make quality products
- Evaluating processes and products
- Knowledge and understanding of materials and components

Elevene arbeider med papp, papir, tre, mat og tekstil på de lavere trinnene, etter hvert også plast, metall og materiale som kan støpes eller modelleres, samt elektriske, elektroniske, mekaniske og pneumatiske komponenter, dessuten kontrollsystemer. Altså et bredere spekter av materialer enn hos oss. Det legges hele veien vekt på utstrakt bruk av IKT i alle fire programområder. I LK06 (60, 84, 131) er det generelle formuleringer av digitale ferdigheter som Grunnleggende ferdigheter i hver av de tre involverte fagene, men ikke noe spesifikt om bruk av IKT i kompetansemålene for Teknologi og design.

Elevene vil utvikle sine kunnskaper, ferdigheter, forståelse, interesse og holdninger når de arbeider med ulike prosjekter – ofte fra idé til ferdig produkt - over grunnskolens 11 år med 2-3 timer hver uke. Vurderingskriterier gis i form av ni nivåbeskrivelser. For gjennomsnittselever som er 16 år og ferdig med grunnskolen, sier nivåbeskrivelsen:

Pupils use a wide range of appropriate sources of information to develop ideas. They investigate form, function and production processes before communicating ideas, using a variety of media. They recognise the different needs of a range of users and develop fully realistic designs. They produce plans that predict the time needed to carry out the main stages of making products. They work with a range of tools, materials, equipment, components and processes, taking full account of their characteristics. They adapt their methods of manufacture to changing circumstances, providing a sound explanation for any change from the design proposal. They select appropriate techniques to evaluate how their products would perform when used and modify their products in the light of the evaluation to improve their performance.

Det kan nevnes at parallelt med faget *Design & Technology*, har National Curriculum også fagene *Art & Design* og *Science*, og at *Science* har flere undervisningstimer enn Naturfag i LK06. Sammenliknet med England, blekner undervisningsminister Kristin Clemets realfagsatsning gjennom Kunnskapsløftet og LK06 noe! Det er vel bare i matematikk vi er på samme nivå som i England. Fra høsten 2006 fikk vi ny regjeringen med Øystein Djupedal som kunnskapsminister. De fikk gleden av å gjennomføre Kunnskapsløftet, men heller ikke den regjeringen tilført realfagene og teknologi særlig større plass i LK06.

Teknik som fag i svensk skole

I Sverige heter faget *Teknikk* (Skolverket 2007) og skal gis alle elever fra førskole til siste år i grunnskolen. I sin nåværende form kom *Teknikk* inn i læreplanen i 1994 med begrunnelsen:

Ämnets syfte och roll i utbildningen

Människan har alltid strävat efter att trygga och förbättra sina livsvillkor genom att på olika sätt förändra sin fysiska omgivning. De metoder hon då använt är i vidaste mening teknik. Utbildningen i ämnet teknik utvecklar en förtrogenhet med teknikens väsen. Syftet är att öka förståelsen av hur produktionsförhållanden, samhället, den fysiska miljön och därmed våra livsvillkor förändras. Teknisk verksamhet har påtagliga konsekvenser för människa, samhälle och natur. Särskilt tydligt blir detta när tekniken är stadd i snabb utveckling.

Samhället och våra livsmönster präglas i allt högre grad av användandet av tekniska föremål, som i sin tur ofta ingår i tekniska system. Att så långt som möjligt göra vardagstekniken begriplig och synlig är därför ytterligare ett syfte. Detta innefattar alltifrån de enklaste redskapen i hemmet till moderna apparater och komplicerade transportsystem. Tekniska kunskaper blir i allt högre grad en förutsättning för att kunna bemästra och använda den teknik som omger oss. Som medborgare i ett modernt samhälle behöver man en grundläggande teknisk kompetens, som man dessutom ständigt måste kunna utvidga och anpassa. I denna kompetens ingår såväl kunskap om den tekniska utvecklingens roll i ett historiskt perspektiv som viss vana att reflektera över och praktiskt lösa tekniska problem. Därutöver krävs förmåga att analysera och värdera samspelet mellan människan, tekniken och våra möjligheter att existera. Nyttjandet av teknik reser nämligen en rad etiska frågor som berör grundläggande värderingar, till exempel vad gäller teknikens konsekvenser för miljön. Också många andra sidor av tillvaron, som arbetsliv, boende och fritid, påverkas av tekniken. Individens och gruppernas möjligheter att utöva inflytande och makt är i stor utsträckning beroende av hur tekniken utformas och utnyttjas i samhället.

Flickors och pojkars förhållningssätt till teknik skiljer sig ofta åt – så också omgivningens syn på flickors respektive pojkars roller i tekniska sammanhang. Ett syfte med teknikämnet är att alla ges tillfälle till ett medvetet och allsidigt kunskapssökande i utbildningen.

De fleste av Banks' (se *Design & Technology som fag i engelsk skole*) fire argumenter med underpunkter sees igjen i hensikten og rollen til faget *Teknik* i svensk skole.

Samfunnsaspektet (*education for citizenship*) synes mer vektlagt enn i både Norge og England. Hovedmålene i *Teknikk* er:

- Skolan skall i sin undervisning i teknik sträva efter att eleven
- utvecklar sina insikter i den tekniska kulturens kunskapstraditioner och utveckling och om hur tekniken påverkat och påverkar människan, samhället och naturen,

- utvekkler førtrogenhet med i hemmet og på arbeidsplatser vanligt førekommande redskap og arbeidsmetoder av skilda slag samt k nndom om den teknik som i övrigt omger oss,
- utvekkler förmågan att reflektera över, bedöma og v rdere konsekvenserna av olika teknikval,
- utvekkler förmågan att omsätta sin tekniska kunskap i egne ställningstaganden og praktisk handling,
- utvekkler intresset f r teknik og sin förmåga og sitt omd me vad gäller att hantera tekniska frågor.

Målene, spesielt det andre og fjerde, viser at eleven ikke bare skal arbeide teoretisk, men også bør arbeide med praktiske oppgaver, men det er ikke like tydelig som i den engelske og norske læreplanen.

CETIS (Centrum för teknik i Skolan, 2007) er den svenske parallellen til RENATE. CETIS viser på sin hjemmeside i oppslaget ”Teknik som allm nbildning” at faget først og fremst skal være allmenndannende (*education for citizenship*). CETIS har siden 1992 arrangerer rikskonferansen *Teknik i Skolan* annet hvert år. Den hittil siste i 2006 gikk over tre dager med mange hundre deltakende lærere og forskere. I mellom rene er det regionale konferanser.

Hvert år arrangerer en egen stiftelse *Teknikåttan* (2007) for elever i 8.klasse, nest siste år i grunnskolen. Gjennom lokale uttagningskonkurranser i februar og regionale finaler, kommer klassene fram til riksfinalen i mai. Et eksempel på oppgave er fra 2007:

De tolv regionerna skickar sin vinnarklass från de regionala finalerna. Dessa klasser har fått en ny klassuppgift att l sa føre riksfinalen. De ska bygga en termos efter en del givna förutsättningar [utsendt detaljert kravspesifikasjon] . Bland annat f r inga delar från någon redan existerande termos användas.

Eftersom alla f rut givna klassuppgifter har l sts på ett fantastiskt s tt f rv ntar vi oss tolv fantasifulle, sofistikerade, kreativa og spännande lösningar

Denne oppgaven og tidligere oppgaver, viser at stiftelsen Teknikåttan mener at elevene skal kunne designe og lage egne produkter. I riksfinalen, semifinalen og i de lokale uttakene viser elevene også at de behersker den mer allmenndannende siden av faget gjennom et sett med teoretiske spørsmål.

Teknologi i skolen i andre vestlige industriland

Da prosjektet Teknologi i Skolen startet i 1996, viser Banks (1996) at land som allerede hadde teknologi i skolen omkring 1990, innførte faget først og fremst på basis av argumentet *economic importance*, og til en viss grad argumentet *education for capability*. Disse argumentene, sammen med ulik tradisjon og kultur, har styrt innholdet i faget. Faget fikk derfor variert tilnærming i de forskjellige landene i starten:

- *H ndverksorientert tilnærming*, Vest-Europeiske land spesielt nevnt Sverige (”tradition of ’sloyd” [nb! f r 1994]),
- *Produksjonsorientert tilnærming*,  st-Europa,
- *Anvendt-fysikk tilnærming*, Danmark og delvis Sveits,
- *High-tech/IKT tilnærming*, Frankrike og Tyskland
- *Teknologi-begrep tilnærming* (mer teoretisk enn praktisk), Australia (Queensland) og delvis USA,

- *Design tilnærming*, Nord-Irland og stort sett England og Wales,
- *Problem-løsning tilnærming*, USA og Skottland,
- *Grunnleggende-kompetanse tilnærming*, England og Wales,
- *STS tilnærming* (Science-Technology-Society dvs. fysikk anvendt i samfunnskontekst), mange land spesielt nevnt Hellas og Canada (Alberta)

Det fører for langt i dette heftet å beskrive situasjonen nå i 2007 i andre land enn England og Sverige. For spesielt interesserte lesere henvises til den nye serien International Technology Education Series første bok "International Handbook of Technology Education" (de Vries og Mottier 2006) med gjennomgang av mange lands utvikling på området de siste tjue år.

Argumenter for teknologi og design i norsk skole

Den generelle læreplanens (L93, LK06:11ff) argumenter faller i hovedsak inn under Banks' *education for citizenship*. Banks liste indikerer at i noen land lærer elevene *i* eller *gjennom* teknologi, mens i andre lærer de *om* teknologi, grovt sett. I kapittelet *Fra idé i 1996 til flerfaglig emne i 2006* har vi møtt flere argumentene som ligger til grunn for at Teknologi og design ble et flerfaglig emne i LK06. La oss se litt nærmere på noen argumenter:

Tveitereidutvalget som Utdanningsdepartementet ville skulle se på tiltak som kunne styrke matematikk, naturvitenskap og teknologi i norsk utdanning på kort og lang sikt, fikk mandatet (KUF 1997:5):

I likhet med de fleste andre vestlige land er det klare tegn på sviktende rekruttering til matematiske, naturvitenskapelige og teknologiske fag. ... Den raske teknologiutviklingen krever et høyere utdanningsnivå i matematikk, naturvitenskap og teknologi i befolkningen generelt. Det er nødvendig med en viss basiskunnskap på disse områdene for å kunne delta i samfunnsdebatten og påvirke de politiske prosessene. Manglende kunnskap på disse områdene er en reell fare for demokratiet. Naturvitenskapene er dessuten et av våre viktigste hjelpemidler i utforskning av mennesket, kultur og natur. Utdanningen i disse fagene er derfor også et spørsmål om allmenndannelse og kultur.

Vi kjenner igjen flere av argumenttypene for teknologi i skolen fra Banks' liste, men kanskje spesielt *education for citizenship* og *economic importance*. Dette preger også utvalgets innstilling som har argumenter for teknologi i skolen (ibid.:34f) som konkurransedyktighet, informasjons- og kommunikasjonsflyt, samfunnets levedyktighet, den enkeltes livskvalitet, ta del i den generelle utviklingen, motvirke teknokrati og være aktiv i demokratiet, motvirke fremmedgjøring, fag der det er mulig å kombinere teori og praksis, utfordrer ... elevens kreative side, teknologien er hverdagen vår, muligheten til å relatere skolen til elevenes interesser ... Konklusjon kunne bare bli: "Teknologi må derfor bli et klart definert emneområde i skolen."

Samtidig med at Tveitereidutvalget ble nedsatt, startet NITO (1997, 2002) prosjektet *Teknologi i Skolen* (RENATE 2002). Den direkte foranledningen var rekrutteringsproblemene til ingeniørutdanningen (se sitater av Briså i *Prosjektet Teknologi i Skolen 1996-2004*). På lang sikt håpet NITO at prosjektet kunne øke rekrutteringen til teknologisk utdanning og yrker. NITO la Banks' *economic importance* altså instrumentelle argumenter i bunnen for sitt initiativ. Vi har sett at utviklingen i prosjektet gjennom arbeidet referansegruppen, ganske snart utmeislet mål (figur 3) som også var tuftet på de andre tre Banks-argumentene.

Vi har sett at Handlingsplan for matematikkfaget (Læringscenteret 2002) gir teknologi ”hvor matematikk får sin naturlige anvendelse”, en sentral plass. Elevene skal oppleve hvilket nyttig verktøy matematikken er i sammenheng med teknologi og andre fag i grunnskolen. Det er et *instrumentelt* argument for å innføre teknologi som ikke er på Banks’ liste. Kan det kalles *pedagogical importance* i Banks’ språkdrakt? (I motsetning til *economic importance*.)

Handlingsplanen for matematikkfaget følges opp av Realfag, naturligvis– strategi for styrking av realfagene 2002–2007 (Utdanningsdirektoratet 2005). Manglende rekruttering til realfag og teknologiske yrker, spesielt av jenter, er gjennomgående argument. Samtidig er vi et samfunn som er storforbrukere av teknologi uten selv å være store produsenter og det kan få store økonomiske konsekvenser i fremtiden. Vi har sett at de to nasjonale sentrene får oppgaver med implementeringen av Teknologi og design som det kan bli vanskelig å forene i LK06. Naturfagsenteret skal ivareta emnets *instrumentelle* rolle for å øke ”naturfaglig kompetanse”, mens RENATE skal ivareta det Banks kaller emnets *intrinsic value* dvs. emnets inder eller genuine kvaliteter ”kreativitet” og ”entreprenørskap”.

Ikke overraskende har Handlingsplanen for matematikkfaget og Realfag, naturligvis, overveiende instrumentelle argument for innføring av Teknologi og design. Argumentene er både rekruttering til realfag og teknologiske yrker (Banks’ *economic importance*) og oppfriskning av fag som mange elever opplever som fjerne og lite relevante (kalt *pedagogical importance*)

Oppsummering

Vi har sett at Kvalitetsutvalget (2003) ønsker at Teknologi og design skulle være et ledd i ”modernisering av ungdomstrinnet”. Det er et argument som tilsynelatende er instrumentelt av type *pedagogical importance* fordi det skal føre til at pedagogikken på ungdomstrinnet blir mer moderne slik at undervisningen tar utgangspunkt i elevenes kunnskaper og interesser, og at undervisningen knyttes til konkrete erfaringer. Det kan også være instrumentelt av type *economic importance* hvis Teknologi og design gjør at elevene kvalifiseres bedre for valg av riktig utdanning og yrke. Modernisering kan dessuten være et argument av type *intrinsic value* fordi Teknologi og design har inder og genuine kvaliteter, som kreativitet og entreprenørskap, som savnes på det ”gamle” ungdomstrinnet under L97.

I St.meld. nr.30 (2003-2004) Kultur for læring følger ikke Regjeringen Kvalitetsutvalgets forslag om at Teknologi og design skal bli nytt fag på ungdomstrinnet, fordi de frykter at ”dersom den praktiske anvendelsen av fagene trekkes ut i et eget fag, kan det bidra til å gjøre blant annet realfagene mer abstrakte og mindre relevante for elevene” – et klart argument av type *pedagogical importance*. Det understrekes tydelig ved at emnet ”vil være et bidrag til å fremheve fagenes praktiske forankring og nytteverdi”.

Innstilling til Stortinget (Innst.S.nr.268 (2003-2004)), debatten og vedtaket om Kultur for læring er i tråd med regjeringens forslag hva angår Teknologi og design, men de instrumentelle argumentene er både av type *economic importance* og *pedagogical importance* og av type *education for capability*. Kirke-, utdannings- og forskningskomiteen understreker det siste med at ”fagområdet på en spennende måte kombinerer teoretisk og praktisk lærdom, og kan virke stimulerende på elever som har vansker med rene teorifag”. Mindretallet i komiteen som ønsket å gi emnet en bredere faglig plattform, bruker dessuten argumenter av type *intrinsic value*: ”Teknologi og design må fremstå med en egen identitet i Læreplanverket slik at fagets betydning ivaretas selv om det organiseres som et tverrfaglig emne.”

Det er allerede vist at Generell del av Læreplanverket (L93, LK06:11ff) har en bred definisjon av teknologi og dermed støtter de fleste typer av Banks’ argumenter for at teknologi skal være et emne i grunnopplæringen. Beskrivelsen av hovedområdet Teknologi og design (LK06:83)

viser til emnets *intrinsic value* og *education for capability*: ”planlegge, utvikle og framstille produkter til nytte i hverdagen”, men bruker mer plass på emnets instrumentelle karakter som også har preget forarbeidene: ”Samspillet mellom naturvitenskap og teknologi står sentralt i dette hovedområdet. Naturfaglige prinsipper vil være et grunnlag for å forstå teknologisk virksomhet.”

Banks’ argumenter og de argumentene for teknologi og design som dukker opp i norske debatter, utredninger, vedtak og læreplaner, er av samme type som føres for å styrke *naturfag* i skolen (Sjøberg 1997, 2004, Quale 1997). Det er ikke merkelig siden Sjøberg mener at ”noen av de argumentene vi bruker for *naturfag* i skolen, egentlig er argumenter for *teknologi* i skolen!” (Sjøberg 2004:175). Når ”naturfag” eller lignende tas bort i Sjøbergs (ibid.:159) oppsummering, blir argumentene påfallende like Banks:

1. Økonomiargumentet
 - ... lønnsom forberedelse til yrke og utdanning i et høy-teknologisk ... samfunn
2. Nyttteargumentet
 - ... for praktisk mestring av dagliglivet i et moderne samfunn
3. Demokratiargumentet
 - ... viktig for informert meningsdannelse og ansvarlig deltakelse i demokratiet
4. Kulturargumentet
 - ... en viktig del av menneskets kultur

Hvis vi ser på alle argumentene samlet, finnes det argumenter nok for at *alle* elever bør ha teknologi i grunnskolen. Det er grovt sett to typer argumenter: De som vektlegger det *instrumentelle* som omfatter *intrinsic value*, *education for capability*/nyttteargumentet, *economic importance*/økonomiargumentet, *pedagogical importance* og de som mer går på *dannelse* eller allmenndannelse: *education for citizenship*/demokratiargumentet, kulturargumentet.

Emnets indre verdier

Teknologi og design har preg av problemløsning, slik det har i flere andre land. Elevene skal lære *i* eller *gjennom* teknologi. Her får de ofte oppgaver som krever at de skal analysere eksisterende hverdagsteknologi, eller de skal selv utvikle og bygge gjenstander etter visse spesifikasjoner, men ofte med en stor grad av frihet til å finne kreative løsninger. En viktig del av produktutviklingen er kommunikasjon og diskusjon av ideene. Mens ideene utvikles og produktet etter hvert tar form, må elevene stadig reflektere over hva de driver med. Når de arbeider med reelle problemer, utvikler de en kompetanse som er grunnleggende for mange teknologiske og kreative yrker. Denne kompetansen har også stor overføringsverdi til andre fag i skolen og til andre yrker.

Problemløsningen skjer ikke innenfor ett fags snevre kunnskapsrammer. Før elevene setter i gang et arbeid, må de kanskje finne ut noe om historisk utvikling eller samfunnsmessige aspekter med denne type teknologi. De må bruke kunnskaper fra Kunst og håndverk når det skal lages arbeidstegninger eller gjenstanden skal bearbeides. Kanskje må de bruke matematikk til beregninger eller konstruksjoner. For å forstå materialet de arbeider med, kan det kreves kjemisk, fysisk eller biologisk kunnskap. Er det et byggverk eller elektronikk som skal lages, kan fysikken bidra. Er det en matoppgave (som i England) kan både biologi og faget Mat og helse være nyttig. Teknologi- og designprosjekter respekterer ikke tradisjonelle faggrensener. Derfor er det et flerfaglig emne.

Når elevene arbeider med en praktisk teknologi- og designoppgave, utvikler de ikke bare grunnleggende håndverks- og tegneferdigheter. De utvikler også et begrepsapparat de ikke uten videre får gjennom andre skolefag. En metode til å bevisstgjøre elevene, er å ha et begrepskort ("glosebok") som fylles ut etter hvert som nye begreper på verktøy, håndgrep, materialer, prosesser, sammenføyninger osv. brukes i prosjektet.

Emnets nytte for den enkelte

Det er en selvfølge at alle jenter og gutter har nytte av å kunne håndtere ulike verktøy og materialer. Jo flere typer de arbeider med, jo bedre. I England arbeider de med tre, metall, plast, papp, papir, mat, tøy, mekanismer, elektro, elektronikk, pneumatikk, kontrollsystemer og IKT. Beskrivelsen av emnet og kompetansemålene i LK06 peker ikke ut typer materialer. Læreren og skolen har stor frihet. Mulighetene er mange og det er et variert emne. Det er dessuten et emne som kan være en motvekt til den teoretiseringen mange føler spesielt på ungdomstrinnet.

Den norske læreplanen LK06, i likhet med mange andre land, legger vekt på å utvikle elevenes kreative evner ved at emnet også skal omfatte designprosessen dvs. prosessen fra en idé, ønske, behov eller spesifisering foreligger til elevene kan gå i gang å lage produktet. Designprosessen er altså produktutvikling, design, planlegging og kommunikasjon med andre i en gruppe. I denne prosessen utvikler elevene alle grunnleggende ferdigheter som LK06 (84) foreskriver: Å kunne uttrykke seg muntlig og skriftlig, lese, regne og bruke digitale verktøy - og enda flere som for eksempel tegneferdigheter. De lærer å presentere og diskutere sine ideer. De lærer å arbeide i team. Denne type ferdigheter er minst like nyttige i et moderne samfunn som ferdigheter med verktøy og materialer.

Dagens norske ungdom er storforbrukere av moderne teknologi som mobiltelefon, TV, video, DVD/CD og IKT. De føler ikke at denne teknologien er vanskelig. Foreldre- og besteforeldregenerasjonen føler seg mer fremmedgjort for denne teknologien, men er kanskje mer fortrolig med teknologi knyttet til mat og tøy eller byggteknologi og mekanisk teknologi. Her er det hull i skoleelevenes kunnskaper. Når nå alle elever har Teknologi og design fra starten i grunnskolen, vil det være færre som vil føle seg fremmedgjort for teknologi både som barn og senere i livet. Det er kanskje emnets viktigste bidrag til den enkelte elev.

Gjennom fortrolighet følger kanskje interesse. Med Teknologi og design i skolen kan det åpne seg utdannings- og yrkesmuligheter de ikke oppdaget i den gamle grunnskolen og videregående skole. Kanskje erfarer de også at de mer teoretiske tunge fagene som matematikk, fysikk og kjemi, er både "nyttige" og "ufarlige". Det er i dag, og vil i mange år fremover, være stort behov for rekruttering til teknologiske yrker på alle nivåer. Det betyr at det er jobber å gå til etter utdanning. De er dessuten ofte bedre betalt enn mange andre yrker på tilsvarende utdanningsnivå. De som i første omgang satser på teknologiske håndverksfag, møter på ingen måte stengsler hvis de senere vil ta høyere utdanning. De kan ta *teknisk fagskole*. For opptak kreves fagbrev eller minst 5 års praksis innenfor fagområdet. Det kan også gjøres opptak på grunnlag av realkompetansevurdering. Fullført toårig fagskoleutdanning gir, etter særskilte vilkår, også muligheter til å fortsette i høyskoler for å få den akademiske graden *bachelor i ingeniørfag*.

Emnets nytte for samfunnet

I mange land var det samfunnsøkonomiske argumenter og behovet for velutdannet arbeidskraft i teknologiske yrker som var det viktigste argumentet for å innføre teknologi i

skolen. Dette var også et tungtveiende argument for mange gjennom hele prosessen *Fra idé i 1996 til flerfaglig emne i 2006* (se det kapittelet). Hvis alle elever har en viss kunnskap om og i teknologi, ville rekrutteringen til teknologisk utdanning og yrker bli bedre. Selv de mange som aldri reflekterer over en slik karrierevei, vil ha en basiskunnskap i teknologi. Befolkningen som helhet vil dermed ha en høyere arbeidslivsrelevant utdanning. De vil i sine yrker kunne kommunisere og samarbeide bedre med teknologer og designere.

I 1905 ble Norsk Hydro etablerte med forente krefter av vitenskapsmannen Kristian Birkeland, gründeren og ingeniøren Sam Eyde og finansmannen Marcus Wallenberg. Dette var Norges første storindustri, og mer fulgte i de kommende tiårene. Ingeniørene var tidens helter. De temmet fosser; bygget broer, veier, skip og jernbane; sprengte tunneller og bygget ut industrien. De etablerte sikre arbeidsplasser basert på moderne teknologi. Heltestatusen holdt seg også i etterkrigstidens gjenoppbyggingsfase og langt opp i sekstiårene. Det var lite problem med å rekruttere ungdommer til industri og til teknologiske utdanning. Vendepunktet kom kanskje med miljøbevegelsens fremmarsj. Fra å være tidens helter, ble ingeniørene og industrien skurkene som forurenset og ødela naturen. Teknologi ble for mange unge et negativt ladet begrep, selv om det nå også spørres etter teknologi som kan løse miljøproblemene. De negative holdningene til teknologi kan ha bidratt til at søkningen til all teknisk utdanning sank utover syttitallet og har fortsatt siden. En annen årsak kan være at mange får et negativt forhold til matematikk og fysikk alt i grunnskolen, og velger bort disse fagene på videregående. Da er veien til teknikker- og ingeniørstudier stengt. En tredje årsak kan være at yrkesvalgmulighetene blir stadig flere, og da taper den delvis miskredittede teknologien som krever realfaglig kompetanse, i konkurransen.

Design og designeryrket har hatt en mer positiv utvikling gjennom hele etterkrigstiden – og har det fortsatt. Elever og studenter strømmer fortsatt til utdanninger for kreative yrker. Design var lenge forbundet med eksklusive og unike produkter, selv om flere norske designere arbeidet med utvikling av produkter for industrielle massefremstilling. Emnet Teknologi og design vil sette elevene i bedre stand til å forstå hvordan gjenstander og systemer vi bruker daglig, blir til og hvilke krefter som står bak. Det er nyttig kunnskap i et forbrukersamfunn som vårt. Det peker mot neste punkt:

Emnets bidrag til demokratiet

Vårt demokrati bygger på at alle er deltakere. Enten vi stiller til valg eller nøyer oss med å stemme, må vi ta stilling til informasjon og andres argumenter. Det har ikke blitt lettere i en moderne mediatid der ”likt og ulikt” kommer inn over oss nær sagt hele døgnet. Vi bør selv kunne gjøre oss opp en mening om viktige saker basert på egen kunnskap, fornuft og etiske normer. Vi bør kunne argumentere for våre standpunkter. Mange av dagens store politiske utfordringer krever et minstemål av teknologisk innsikt. Noen stikkord i fleng: Oljeutbygging, gasskraftverk, CO₂-håndtering, hydrogensamfunnet, vannkraftutbygging, ENØK, vannbåren varme, varmepumpe, alternative energikilder, atomenergi, elbil, rassikring; sikkerhet i tog, båt, fly og bil; utbygging av kollektivtrafikk; bygging av hus, broer, veier, jernbane og tunneller; IKT, byplanlegging, ny medisinsk teknologi, krav til matkvalitet, genteknologi, genmodifisert mat, medisiner, radon problemet, strålevern, oppfylle Kyotoavtalen, katalysatorer på biler og vedovner, personovervåking, mobiltelefon, satellittnavigasjon, ... De som ikke har nødvendig innsikt i de problemene som står på dagsorden, kan lett manipuleres og forføres av andres argumenter. Vi må kjenne de mest grunnleggende begrepene og teorier innen sentrale teknologiske områder. Vi må kjenne til hvordan teknologi blir til, redesignes og videreutvikles. Vi må kunne vurdere om et flott design bare gjelder den ytre formgivningen, eller om det også gjelder produktets teknologiske kvaliteter. Vi må kjenne til hvordan

teknologi og design kan påvirke enkeltpersoner og samfunnet, og hvordan samfunnet og enkeltpersoner kan kontrollere den teknologiske utviklingen.

Teknologi kan synes vanskelig for legfolk. Noen mener derfor at spørsmål om teknologi ikke kan avgjøres av politikere, men må overlates til eksperter. Ikke uten grunn gjorde presidenten i USA Bill Clinton "scientific and technological literacy" (vitenskapelig og teknologisk allmenndannelse) til en hovedsak i sin andre presidentperiode (Fjelland 1999:13). Han hadde to mål: Opprettholde produktiviteten, og styrke demokratiet mot teknokratiet dvs. mot et samfunn styrt av forskere og teknologiekspertene. "Teknokrati betyr at den typen "nøytral" instrumentelle rasjonalitet som antas å kjennetegne den tekniske sfære, utbres til samfunnet som helhet." (Feenberg 1999:33). Slik sett blir demokratiet en motkultur til teknokratiet. Så lenge vi ønsker et levende demokrati, kan vi ikke overlata utviklingen til ekspertene. Styring må preges av samfunnets grunnleggende normer og verdier, økonomiske og økologisk bæreevne, ikke bare av å finne best mulig tekniske løsninger. Det overordnede målet for Teknologi og design i skolen må være å øke "technological literacy" i befolkningen slik at verken framtidige politikere eller velgere føler seg fremmedgjort for teknologien og prosessene bak teknologiutviklingen. Alle skal kunne danne seg meninger om teknologi og design, dvs. "vår menneskeskapte verden", som er basert på noe mer enn følelser.

Emnets som del av vår kultur

Hvis vi ser oss rundt eller tenker gjennom hva vi har gjort i dag, må de fleste innrømme at den mangfoldige teknologien preger hele vår tilværelse på godt og vondt. Teknologi er en viktig del av vår kultur, og den skyldes en lang historisk utvikling. Kanskje startet det med at mennesket tok i bruk de første primitive redskaper for å grave fram spiselige røtter. Teknologisk utvikling gjorde at noen mennesker tusenvis av år senere kunne slå seg ned som jordbrukere. Utveksling og "transport" av teknologi kunne ta århundrer i førhistorisk tid, mens det i våre dager går med lysets fart, bokstavelig talt. Teknologi kunne utvikle seg parallelt og uavhengig i forskjellige deler av verden. Historien beretter om vekst og fall av stadig nye kulturer ofte som resultat av teknologisk utvikling. I de siste århundrene har utviklingen av ny teknologi stadig akselerert. Det førte i vår del av verden for eksempel til oppfinnelsen av boktrykkerkunsten, til den industrielle revolusjonen og til IKT-revolusjonen vi nå antakelig står midt oppi.

Teknologisk utvikling er sjelden lineær. Den er ofte resultat av en prosess der ekspertene strider, resultatene diskuteres, det forhandles, det er maktbruk og økonomisk press, det inngås kompromisser osv. Derfor er teknologiutvikling en sosial prosess med mange aktører. Teknologi er en sosial konstruksjon hevder sosialkonstruktivister. I bunnen for hele prosessen ligger vår kultur der vitenskap utgjør en vesentlig del i denne sammenhengen. Hvis vi aksepterer at teknologi og drivet til stadig ny teknologiutvikling er en viktig del av vår kultur, er det enda viktigere at teknologi og design inngår som en del av vår allmenndannelse.

Konklusjon

Vi har sett at det er både sterke instrumentelle argumenter og dannelsesargumenter for å ha Teknologi og design som emne i grunnskolen. Norge er ikke vesentlig forskjellig fra våre naboland og andre vestlige industriland der teknologi lenge har vært eget fag, nesten like selvfølgelig som morsmål, matematikk og naturfag, fagene som ellers i verden rangeres som de "viktigste" skolefagene (jamfør et OECD/PISA (1999) utvalg). Vi har ikke sett på argumenter mot å introdusere emnet Teknologi og design, men kan undre oss over hvorfor vi fikk det først i 2006 og "bare" som flerfaglig emne ikke eget fag i norsk grunnskole.

Hvorfor teknologi og design?

Ja, hvorfor integreres disse to fagene i noen land for eksempel i Teknologi og design i Norge og Design & Technology i England, mens i andre land står ”teknologi” eller ”teknikk” alene? Målsettingen og innholdet i emnet varierer fra land til land (se *Hvorfor teknologi og design i grunnskolen?*). Sett at Teknologi og design ikke skulle være flerfaglig, men bare knyttet til Naturfag. Da kunne det lett innsnevres til teknologi som ”anvendt naturvitenskap”. Hvis faget i stedet ble plassert i Kunst og håndverk, ville kanskje den gamle sløydtradisjonen få størst innflytelse på hva som skulle lages og hvordan det skulle arbeides. Design ville kanskje beholde sitt preg av mer kunst enn produktutvikling.

Hvis vi helt eller delvis aksepterer både de *instrumentelle* begrunnelsene og begrunnelsene med utgangspunkt i *dannelse* for å innføre emnet, må det påvirke de læringsmål vi vil sette for elevene. ”Teknologi” har en bred definisjon som også omfatter designprosessen i Generell læreplan (se *Hva er teknologi?* og *Hva er design?*). Vi har sett at slike definisjoner ikke kan gis som noen korte setninger. Det er mer beskrivelser av virksomhetsområdene og prosessene for to profesjonelle fag. Vi har sett at disse fagene overlapper hverandre på flere områder når det handler om utvikling av teknologiske produkter. Det er ikke vanntette skott mellom virksomhetene der en ingeniør bestemmer det tekniske, en kunstnerisk designer sitter i sitt studio og utvikler ferdig et produkt på tegnebrettet, mens en håndverker venter i sitt verksted på å lage en prototyp etter ingeniørens og designerens detaljerte beskrivelse. Produktutvikling krever tett samarbeid under hele prosessen mellom ingeniøren, designeren og håndverkeren, samt oppdragsgiver, for å bringe en idé fram til en prototyp og plan for produksjon. Målet for elevenes læring er at de skal få innsikt og ferdigheter i hele denne prosessen, og bruke dette til å designe og lage sine egne produkter. Med slik basiskunnskap vil de bedre kunne analysere og forstå hverdagsteknologien. Eleven må også lære å se teknologi og teknologiutvikling i en historisk og samfunnsmessig ramme. De må videre oppdage hvilken sammenheng det er mellom teknologi, naturvitenskap, matematikk og design. Summen av slike mål blir forhåpentligvis at emnet Teknologi og design bidrar til elevenes allmenndannelse. En av de førende engelske teknologifagdidaktikeren John Eggleston (1996:35)formulerer det slik:

Above all, the Design and Technology process provides a tool of inquiry, once experienced, will probably have a wide general applicability in the adult life likely to be experienced by the students; it is a process that will link rather than isolate them from economic and social aspects of adult community in which they live.

Hvis slike brede læringsmålene vinner tilslutning, må det påvirker valg av innhold og arbeidsmåter i emnet innenfor kompetansemålenes rammer (se *Teknologi og design i LK06*). Erfaringene fra England og forsøket i Norge med integrert teknologi og design, viser at elevene lærer best når de er aktive og handlende gjennom alle deler av prosessen. Det gjelder i like stor grad jenter som gutter. En sideeffekt ved emnet er at det kan gi rik anledning til å utvikle de grunnleggende ferdighetene: Å kunne uttrykke seg muntlig og skriftlig, lese, regne og bruke digitale verktøy - også på andre områder enn i de ”gamle” skolefagene.

Hvordan kan teknologi- og designundervisning planlegges og gjennomføres?

LK06 gir skoler og lærere stor faglig og pedagogisk frihet til valg av innhold og metoder i undervisningen for at elevene skal nå kompetansemålene. Teknologi og design skiller seg fra andre hovedområder i fagene ved at emnet skal være flerfaglig. Det setter krav til samarbeid om planlegging og gjennomføring av undervisningen på lang og kort sikt. Hovedområdet Teknologi og design i LK06 har kompetansemål etter 2., 4., 7. og 10. årstrinn (se *Teknologi og design i LK06*). Det betyr at plasseringen av teknologi- og designprosjekter, må planlegges for to eller tre årstrinn samlet. De forskjellige kompetansemålene krever at elevene arbeider med mange ulike teknologier, materialer og verktøy – noe som gjør at prosjektene må få ulik tilnærming avhengig av elevenes kunnskaper og ferdigheter. De ulike prosjektene kan dessuten ha svært ulik grad av flerfaglighet. Gjennomføringen av teknologi- og designundervisningen ved en skole og i den enkelte klasse kan dessuten ha mange former, det kan være individuelle prosjekter og gruppeprosjekter, det kan legges spesiell vekt på designprosessen, selve framstillingen av produkter eller ”samspeillet mellom naturvitenskap og teknologi” – eller alt på en gang. Det er derfor verken mulig eller ønskelig å lage en fagdidaktisk oppskrift for Teknologi og design – bare noen velmente råd knyttet til noen fagdidaktiske hovedområder. Et velment råd er å bruke et planleggingsverktøy, eller i hvert fall ha det i bakhodet når undervisningen planlegges og gjennomføres.

Bruk av planleggingsverktøy

Det finnes mange planleggingsverktøy. Et mye brukt er *didaktisk relasjonstenkning*. Figur 5 skal illustrere forholdet mellom de didaktiske kategoriene i modellen. Forbindelseslinjene i figuren symboliserer den bærende tanken i didaktisk relasjonstenkning: Dynamikken i og mangfoldet av relasjoner mellom de enkelte kategoriene. Opphavsmennene til modellen Bjørndal og Lieberg (1975:86f) skriver:

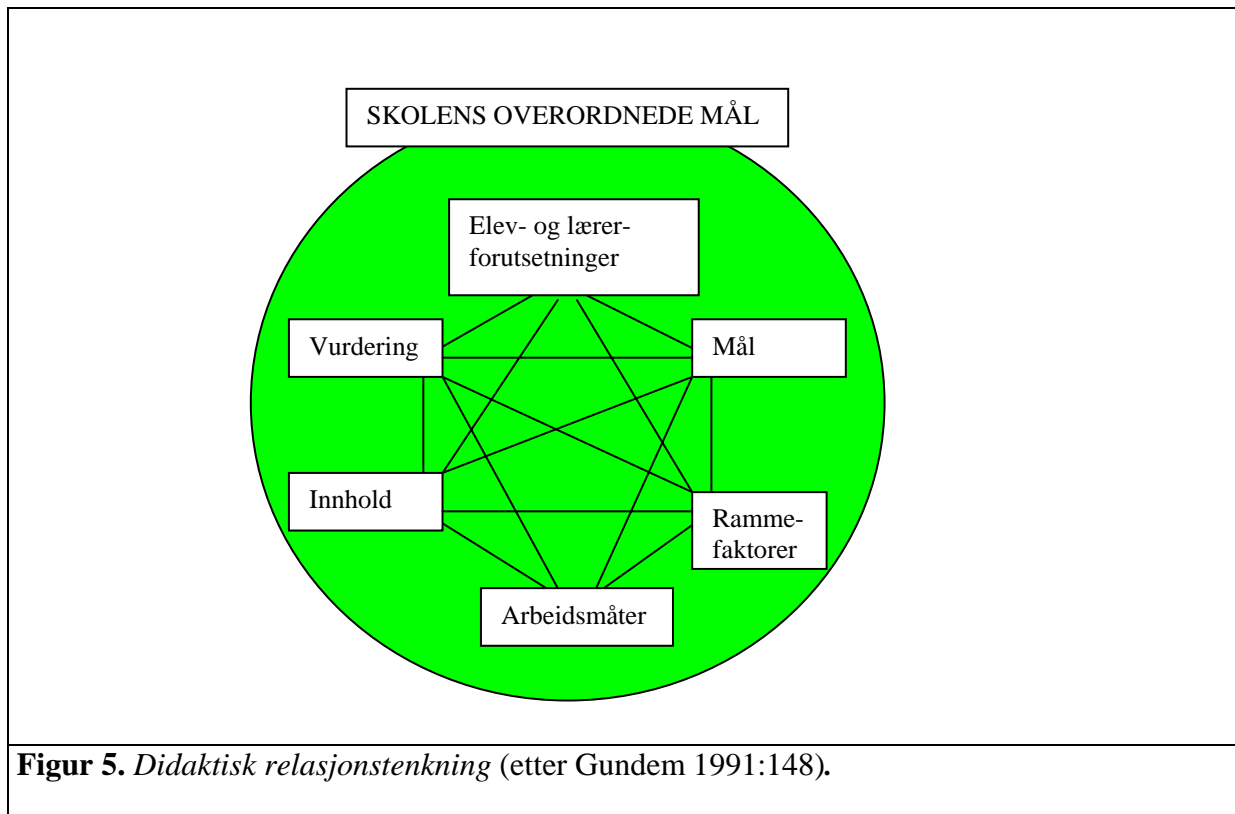
Vårt grunnsyn på undervisning innebærer at det ikke er mulig eller ønskelig å planlegge undervisning fullstendig. ... Ingen av faktorene eller relasjonene i modellen bør få en styrende funksjon slik f.eks. målene har fått innenfor undervisningsteknologien.

Modellen ble utviklet for miljøundervisning. Den var en reaksjon på den såkalte undervisningsteknologien, en gren av mål-middel-pedagogikken som hadde mange tilhengere på 1960 og 70-tallet. Denne pedagogikken var fundert på behavioristisk teori. I de siste 20-30 årene har konstruktivistisk kunnskaps- og læringsteori vunnet stadig bredere tilslutning – og er i stadig utvikling. Konstruktivismen går i korthet ut på at vi selv utvikler – konstruerer - våre kunnskaper, ikke mottar kunnskapen ferdig fra andre, for eksempel fra en lærer. Ofte utvikler vi våre kunnskaper i samhandling og dialog med andre. Det kan være gjennom undervisning eller på andre arenaer. Konstruktivismen er ingen undervisningsteori som foreskriver spesielle pedagogiske metoder. Planleggingen skal imidlertid ha for øyet hvordan vi vet barn kan utvikle sine kunnskaper, holdninger og ferdigheter, alene og i samhandling med medelever og lærere, og hva slags forhold og kontekster effektiv læring skjer under. For mer inngående drøfting av lærings- og kunnskapsteori, henvises til Svein Sjøberg (2004): ”Naturfag som allmenndannelse – en kritisk fagdidaktikk.”

Kanskje er det en trøst at Bjørndal og Lieberg advarer om ”at det ikke er mulig eller ønskelig å planlegge undervisning fullstendig”. Det må alltid være tid og rom for å utnytte ikke planlagte situasjoner og kontekster som måtte dukke opp – og det gjør det stadig i

teknologi- og designundervisning. Noen kaller det "carpe-diem-" eller "død-mus-" pedagogikk. (Hvis det plutselig ligger en død mus på stien når klassen er ute på geologitur, kan de ikke la være å diskutere hvorfor det ligger en død mus akkurat der og da.) I teknologi- og designprosjekter må det til en viss grad være slik at "veien blir til mens vi går". Dukker det opp et uforutsett problem i designfasen eller et verktøy viser seg vanskelig å bruke for flere, må læreren benytte situasjonen til å la alle elevene få del i veiledningen og instruksjonen. Miljøundervisning og teknologiundervisning har også det felles at de begge er flerfaglige og ofte tema-/prosjektorganisert. Det setter ekstra krav til planlegging og gjennomføring av undervisningen.

Didaktisk relasjonstenkning kan brukes på alle nivåer i undervisningsplanlegging. Det er utenfor dette heftets mål og ramme å skrive en lærerveiledning til alle kompetansemålene i *Teknologi og design i LK06*. Det finnes på EVINA (Løset, Husby og Hansen 2007). Vi skal derfor bare se på to eksempler på bruk av modellen, ett på prosjektnivå og ett på overordnet nivå. Til sammen gir disse eksemplene muligheter til å drøfte mange viktige faktorer i teknologi- og designundervisning i LK06.



Eksempel 1: Planlegging av et prosjekt på 6. årstrinn

Modellen (figur 5) kan brukes når en lærer skal planlegge en enkelttime eller et prosjekt som strekker seg over noen timer, for eksempel prosjektet *Telefonbordordner*. Dette prosjektet er brukt med hell på korte kurs der lærere introduseres med tanken bak teknologi- og designundervisning for første gang. Prosjektet er valgt fordi erfaring viser at mange elever og noen lærere, spesielt de med bakgrunn i Naturfag – der Teknologi og design er hovedområde

– ofte har større problemer med designfasen enn det å lage produktet. Prosjektet er også brukt i grunnskolen.

Prosjektet peker også mot arbeidet med *entreprenørskap* som bla. er et mål i Kunst og håndverk (LK06:130):

Kjennskap til materialer, problemløsning og produksjon kan danne grunnlag for innovasjon og entreprenørskap.

LK06 definerer ikke hva som legges i begrepet entreprenørskap. Organisasjonen Ungt Entreprenørskap som har drevet øvelser i entreprenørskap ved hundrevis av grunnskoler over hele landet gjennom det de kaller elevbedriftsmetoden, bruker Kunnskapsdepartementets (2004) definisjon:

Entreprenørskap er en dynamisk og sosial prosess, der individer, alene eller i samarbeid, identifiserer muligheter, og gjør noe med dem ved å omforme ideer til praktisk og målrettet aktivitet, det være seg i sosial, kulturell eller økonomisk sammenheng.

Vi ser at det er en viss overlapping mellom designprosessen og entreprenørskap. Elevbedriftsmetoden går ut på å opprette en elevbedrift som har som formål å utvikle og produsere produkter, som i Teknologi og design. Produktene skal markedsføres og selges under reelle bedriftsforhold og økonomisk tenkning. Bedriften skal avvikles kontrollert senest ved skoleårets slutt. For å utvikle ideen om at teknologi-design-entreprenørskap er flere sider av samme sak, har RENATE og Ungt Entreprenørskap drevet prosjektet *TeknoVisjon* siden 2005 (Hansen 2006).

Oppgave og eksempel *Telefonbordordner*

Utgangspunktet er et lenge følt behov for ny teknologi som kan løse problemet med rot og mangler på telefonbordet. Hver gang det skal tas i mot en beskjed, så er blyant og kulepennen eller de gule lappene borte. Og hvor er limstiften når den trengs i en fart? Målet er at 6.klasse lager prototyp til et produkt som kan masseproduseres til en god kvalitet og rimelig pris til en julemesse som skal gi penger i kassa til klasseturen deres i 7.klasse. I den sammenheng kunne klassen opprette en elevbedrift som har dette som formål.

Designprosessen skal dokumenteres med en enkel *designmappe* (portefølje). Her legger elevene inn alle skisser, arbeidstegninger og kostnadsoverslag. Hvis det avsettes tid til markedsanalyse, skal den også tas inn.

Innhold

Kanskje er det innholdet i dette prosjektet som styrer prosessen fra idé til ferdig produkt aller mest? Derfor nevnes denne didaktiske kategorien først. De andre kategoriene følger i "logisk" rekkefølge (med *kursiverte* relasjoner, se figur 5). Elevene i 6(Kunnskapsdepartementet 2004):

.klasse får følgende kravspesifikasjon til produktet:

Du skal designe og lage en holder til telefonbordet. Det skal være plass til en blokk mellomstore "gule lapper", en kulepenn, en blyant og en liten limstift. Råmaterialene er en hard sponplate 15 x 15 cm, en trekloss 48 x 48 x 150 mm, en lekt 08 x 15 x 300 mm, sterkt hurtigtørkende lim (eventuelt skruer). Prototypen skal om fire timer presenteres på julemesse møtet. Produktutviklingen skal dokumenteres ved en enkel designmappe (portefølje).

Klassen velger den eller de prototypene som kan masseproduseres for salg på årets julemesse.

Alternativt materiale er plast (Briså, Ingebrigtsen og Jørgensen, 2006:22f). Hvis ideen om julemesse eller elevbedrift følges opp, må matematikk brukes for å beregne riktig pris på telefonbordordneren. Oppgaven kan være:

Hvis din prototyp skal masseproduseres, må det utarbeides et prisoverslag og nøyaktige arbeidstegninger. Hva blir salgsprisen for din telefonbordordner når enhetsprisen for sponplater er kr.449,- levert i størrelse 125 x 260 cm (16 mm tykkelse), treklosser i gran koster kr.23,20 pr. meter og lekter i furu kr.12,50 pr. meter. Glem ikke å anslå pris på forbruksmateriell (lim, skruer, osv.) og arbeidstid (timeprisen fastsetter klassen i fellesskap). Du må lage arbeidstegning i tre forskjellige målestokker. Først målestokk 1:1 etter direkte mål på prototypen, 1:2 som skal være i mappen, og 3:1 som skal henge på teknologirommet. (Priser MAXBO, 06.10.2007)

Elevforutsetninger

Elevene har arbeidet med et teknologi- og designprosjekt tidligere, men det var vanskelig å motivere elevene for å legge tid og arbeid i designfasen. Mange gikk i gang med å lage produktet uten særlig gjennomtenkning. Svært få laget skisser og ingen laget arbeidstegning for det de ville lage. Elevene har arbeidet med ruteark for todimensjonal (2D) og tredimensjonal/isometrisk (3D) tegning. *Målet* nå er at elevene skal oppdage at designfasen både er nødvendig i produktutvikling, og kan være interessant. Derfor er *innholdet* dvs. oppgaven relativt enkel og bør kunne løses med enkle midler og begrenset tid (*rammefaktorer*)

Skolens overordnede mål

Kunst og håndverk er kanskje et mer naturlig regifag enn Naturfag i akkurat dette prosjektet. Prosjektet støtter veien mot flere av kompetansemålene i hovedområdet Design etter 7.årstrinn (LK06:133):

Elevene skal kunne:

- lage enkle bruksformer i ulike materialer og kunne gjøre rede for sammenheng mellom idé, valg av materialer, håndverksteknikker, form, farge og funksjon
- benytte ulike teknikker til overflatebehandling av egne arbeider
- bruke ulike sammenføringsteknikker i harde og myke materialer
- vurdere design og industriell produksjon av kjente bruksgjenstander fra hverdagen og gjennomføre enkle forbrukertester

I hovedområdet Teknologi og design i Naturfag er det ingen kompetansemål etter 7.årstrinn som er relevant. Da måtte telefonbordordneren inneholde bevegelige deler eller brukt elektrisitet for eksempel til belysning (en liten lampe på telefonbordordneren hadde vært en fin utvidelse av prosjektet.) Etter 10.årstrinn er det imidlertid et kompetansemål lærerne og elevene må ha for øyet gjennom hele grunnskolen:

Elevene skal kunne:

- teste og beskrive egenskaper ved materialer som brukes i en produksjonsprosess

Materialkunnskap og kunnskap om å utnytte og bearbeide ulike materialer, er kanskje noe av det viktigste elevene lærer gjennom 10 år med Teknologi og design. I språkfag har elevene en glosebok. Det kan de ha i Teknologi og design også! I dette emnet støtter elevene stadig på nye ord og begreper som skal læres, huskes og kunne brukes. I en "glosebok" kan elevene

beskrive begrepsord for materialer, redskaper og prosesser med noen korte stikkord. Gloseboken kan være digital eller analog (dvs. som gloseboken i papir).

Vi har allerede konkretisert én oppgave som viser hvordan Matematikk (*innhold*) kan brukes "som reiskapsfag". I hovedområdene Geometri og Måling 5.-7.årstrinn er det flere nyttige redskaper for dette prosjektet. Det fører for langt å gå inn på alle de aktuelle kompetansemålene bortsett fra to i Geometri (LK06:63) som er meget sentrale i dette prosjektet:

Elevene skal kunne:

- analysere eigenskapar ved to- og tredimensjonale figurar og beskrive fysiske gjenstandar innanfor teknologi og daglegliv ved hjelp av geometriske omgrep
- bygge tredimensjonale modellar og teikne perspektiv med eitt forsvinningspunkt

Andre flerfaglige muligheter, spesielt hvis prosjektet skal inngå i et julemesseopplegg eller elevbedrift, kunne være at elevene lager en plakat eller salgsbrosjyre på norsk og engelsk vha. skrive-, tegne- og bildeprogram på PC. Flere digitale ferdigheter kan øves gjennom å legge ut dette på skolens hjemmeside. Kalkulering av prisen kunne gjøres på regneark, og noen av tegningene kunne gjøres i et tegneprogram.

Mål

Målet er å prøve på alvor å "designe det som skal lages, og lage det som er designet." (*arbeidsmåter*). Det bidrar til å nærme seg alle kompetansemålene (over).

Telefonbordordneren (*innhold*) skal være funksjonell, estetisk utformet med god finish og vise kreativitet i behandling av de utleverte råmaterialene (*rammefaktorer*). Kundegruppe for telefonbordordner skal være egen aldersgruppe og oppover. Mål skal være utgangspunkt for *vurderingskriteriene*.

Lærerforutsetninger

Den tenkte læreren i eksemplet er en vanlig klasselærer uten spesialkunnskaper i faget Kunst og håndverk. Læreren har etterutdanning i Teknologi og design i regi av RENATE ("todagerskurset", se *Argumenter for teknologi og design i norsk skole*), og har prøvd dette prosjektet selv. Læreren mener prosjektet er velegnet for å fokusere på *målene* for oppgaven.

Rammefaktorer

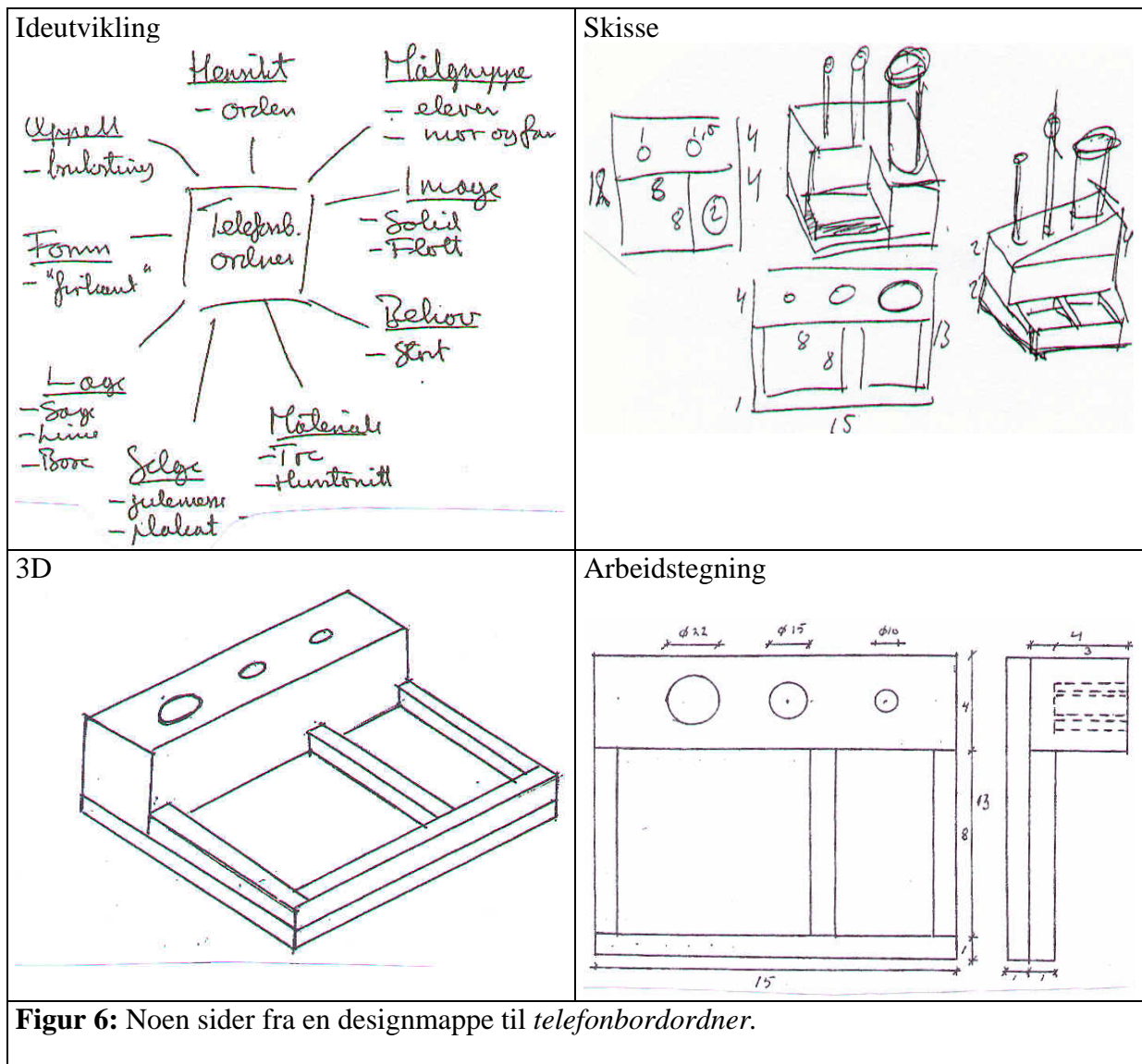
Tid: fire timer til å utvikle og lage prototyp og utarbeide enkel designmappe (portefølje).

Presentasjon og eventuelt andre tverrfaglige (*overordnede mål*) momenter krever tillegg i tid. Ved prosjektstart får alle:

- en mappe med fire blanke ark, to 2D-ruteark og to 3D/isometriske ruteark
- en blokk mellomstore "gule lapper"
- en kulepenn,
- en blyant
- en liten limstift
- en sponplate 15 x 15 cm (16 mm tykkelse)
- en trekloss 48 x 48 x 150 mm
- en lekt 12 x 12 x 300 mm

Det er tilgjengelig i rommet:

- Festemidler: Sterkt lim, limpistol og/eller skruer
- Boremaskin (drill i stativ) eller borevinne
- Bor med dimensjon tilpasset blyant/kulepenn og limstift, eventuelt til skruer og forsinking
- Håndverktøy: Sag, høvel, stemjern, hammer, linjal, passer, vinkelhake, skrutrekker...
- Pussetstyr, sandpapir



Figur 6: Noen sider fra en designmappe til *telefonbordordner*.

Arbeidsmåter

Elevene skal arbeide med designmappen (*rammefaktorer, mål*) fram til lærerens godkjenning (figur 6). Mappen vil være gjenstand for *vurdering* etter *målrelaterte* kriterier. Idemyldring og tenking kan starte på to måter, utplasseringsmetoden eller skissemetoden.

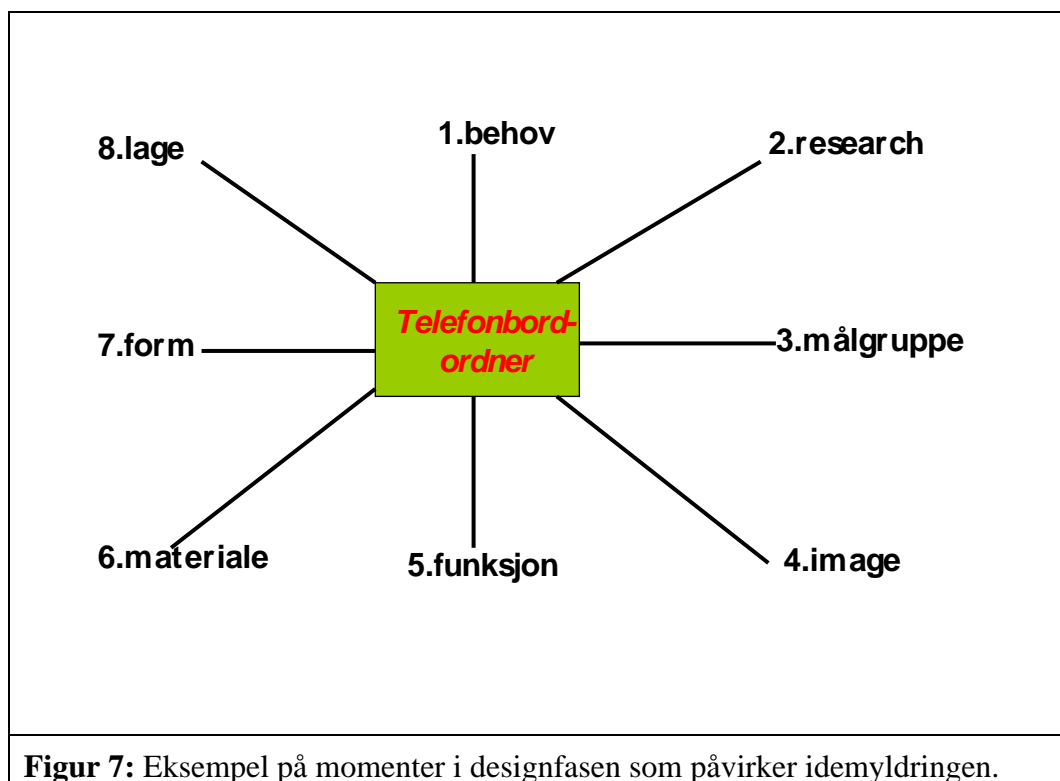
Utplasseringsmetoden går ut på å sette klossen på plata og prøve ut fysiske mulige plasseringer av blokk, blyant, kulepenn og limstift og se om det trengs å bruke biter av lekten for å holde noe på plass. Etter å ha flyttet litt rundt på objektene, vil det sikkert komme en ide til løsning som det kan arbeides videre med. Eleven tegner en skisse av plasseringen, tar nødvendige mål og sett dem på skissen. På det grunnlaget kan elevene tegne en skisse av hvordan holderen vil ta seg ut ovenfra og fra siden. Bruk så 2D ark og 3D (isometriske) ark til å lage målriktige tegninger og en arbeidstegning (ingeniørtegning) med nødvendige mål. Nå står det bare igjen å planlegge selve arbeidet og rekkefølgen på operasjonene. Hvis tiden strekker til, kan de også lage en flott tegning til brosjyren (designtegning).

For de yngre elever er ofte utplasseringsmetoden den enkleste måten å sette i gang idemyldringen. Eldre elever og voksne kan frigjøre seg mer og kanskje komme med dristigere ideer med *Skissemetoden*. Starte prosessen med raske skisser som utvikles på papiret. Dette passer spesielt godt på ideer som krever at plata og klossen endrer form radikalt i forhold til

hvordan de er som råvarer. Ikke bruk viskelæret! Tegn heller nye skisser etter hvert som ideene utvikler seg. Når en ide er valgt og er ferdig utviklet, kan den tegnes i detalj som ved Utplasseringsmetode. Ta alle skisser og tegninger med i designmappen.

Når mappen er godkjent, skal produktet lages så nøyaktig som mulig etter arbeidstegningen med de materialene og redskapene (*rammefaktorer*) elevene har til rådighet. Det vil dessuten legges vekt på god finish. Elevene skal nytte tida fullt ut. Nøyaktighet og finish blir spesielt vektlagt i *vurderingen* jamfør *målene*. Indirekte blir det en test på om elevene kan bruke de nødvendige redskapene hensiktsmessig.

Hvis det hadde vært tid (*rammefaktorer*), burde elevene gjort en nærmere analyse (figur 7) av behovet og eksisterende markedet (research) for produktet før idemyldringen mot mulige løsninger starter. Her må også målgruppen for produktet klargjøres, hvordan produktet skal fremstå (image) og fungere, analyseres. Det må velges materialer og form før det endelig lages en prototyp. Prototyp lages ofte i enklere materialer som papir, papp og isopor når produktet er mer komplisert enn telefonbordordneren. Hele av prosessen (1-8) skal dokumenteres i designmappen.



Figur 7: Eksempel på momenter i designfasen som påvirker idemyldringen.

Vurdering

Vurdering bygger på kriterier utarbeidet fra prosjektets *mål* og *overordnede* mål dvs. kompetansemål som prosjektet retter seg mot. Vårt forslag er:

Under designprosessen skal eleven vise at hun/han kan:

- Skissere telefonbordordneren de vil lage, gjerne med flere forslag, fram til endelig valg
- Tegne en 3D/isometrisk tegning og en arbeidstegning med påsatte mål

Hvert punkt kan utføres med forskjellig grad av kreativitet, godt håndverk, estetisk utforming osv. Det samme gjelder byggedelen av prosjektet:

Elevene viser at han/hun kan

- Lage telefonbordordneren mest mulig slik den er designet

- Gi den en god finish
- Beskrive egenskaper ved materialer som brukes

Hvis matematikk eller andre fag er støttfag, kan også den delen av prosjektet vurderes i forhold til *mål* for bidragene til disse fagene.

En mulig variant av *vurdering* kan være at elevene selv utfordres på hva de vil at skal vurderes og hvordan det skal gjøres. Dette må skje rett etter læreren har presentert prosjektet, men før de starter idemyldringen eller markedsundersøkelsene. Når elevene selv er med og bestemmer vurderingskriteriene, er de ofte mer bevisst på å fylle dem.

Eksempel 2: Planlegging av Teknologi og design 5.-7. årstrinn

Modellen Didaktisk relasjonstenking (figur 5) brukes også på et overordnet nivå når det skal utvikles nye fagplaner for et fag, eller helt nye skoleordninger. Modellen lå til grunn for Mønsterplan for grunnskolen M87 og "Fagplanlesten" til Råd for videregående opplæring (RVO) i 1989 (Gundem 1991:149). Det gamle Læreplanverket for den 10-årige grunnskolen (L97) bar gjennom sin tredelte oppbygging: 1. generell del, 2. prinsipper og retningslinjer for opplæringen, 3. fagplanene, tydelig preg av didaktisk relasjonstenking. Den nye Læreplan for Kunnskapsløftet (LK06) har beholdt generell del, mens fagplanene er revidert. Den midterste delen i L97 som hadde detaljerte anvisninger av bla. lokalt læreplanarbeid, arbeidsmåter og vurdering, er borte. Det betyr at skolene og lærerne har fått stor frihet når de skal drive lokalt læreplanarbeid, velge arbeidsmåter, planlegge og gjennomføre vurdering. Lokalt læreplanarbeid får også tre nye utfordringer generelt, og en ekstra utfordring i Teknologi og design:

For det første er fagplanene i LK06 for to- og treårsbolker, mens i L97 var det detaljerte læreplaner for hvert årstrinn. En viktig del av det lokale læreplanarbeidet er fordelingen av innholdet i fagene på de enkelte årstrinnene. De nye lærebøkene kan være en støtte (og en tvangstrøye) i slike valg hvis lærebøkene har fordelt stoffet på de enkelte årstrinnene.

For det andre er det i LK06 kompetansemål for den enkelte elev ("Mål for opplæringen er at eleven skal kunne ...", se *Teknologi og design i LK06*), mens målene i L97 var en beskrivelse av innholdet i undervisningen for alle elever ("I opplæringa skal elevane ..."), men uklare mål for hva elevene skulle ha lært seg. En viktig del av det lokale læreplanarbeidet er å velge faglig innhold som bidrar til at elevene kan nærme seg kompetansemålene. Kompetansemålene er ofte sparsomt formulert og generelle, og da må de tolkes. Vi har sett at bruken av verb, angir det taksonomiske nivået elevenes kompetanse skal være på. Noen kompetansemål kan nås gjennom arbeid med et enkelt teknologi- og designprosjekt. Andre krever langsiktig arbeid (fra Eksempel 1, mål etter 10. årstrinn: "Elevene skal kunne: teste og beskrive egenskaper ved materialer som brukes i en produksjonsprosess.")

For det tredje skal arbeid i alle fag bidra til utvikling av *grunnleggende ferdigheter* (LK06:84) *Å kunne uttrykke seg muntlig og skriftlig* i Teknologi og design innebærer muntlig presentasjon av designforslag, undersøkelser og ferdige produkter, samt skriftlig i designmapper og logger fra teknologiske utviklingsprosesser. *Å argumentere for egne vurderinger og gi konstruktive tilbakemeldinger. Å kunne lese* dreier seg om å samle informasjon, tolke og reflektere over innholdet i tekster, brosjyrer, bøker og på Internett. Lesing innebærer også lesing av bruksanvisninger, oppskrifter, tegninger og kravspesifikasjoner. Til om *Å kunne regne* kan matematikkplanen (LK06:57) siteres: "I

arbeid med teknologi og design og i praktisk bruk viser matematikk sin nytte som reiskapsfag.” Det er å bruke geometri, tegninger, konstruksjoner, tall og beregninger for å planlegge teknologi- og designprosjekter. Å kunne bruke digitale verktøy dreier seg om å kunne benytte standardprogrammer for informasjonsinnhenting fra Internett og DVD/CD, tekstbehandlingsprogrammer med enkel tegne- og bildebehandling, presentasjonsprogrammer og regneark. I tillegg kan det arbeides med spesialprogrammer tilpasset teknologi- og designundervisning til utforskning, måling, tegning, visualisering, programmering og simulering. I teknologi- og designundervisningen utvikler elevene også *motoriske, kreative og estetiske ferdigheter*. Disse ferdighetene var ikke politisk korrekte som grunnleggende ferdigheter, men var savnet flere lærere når LK06 forelå til høring.

For det fjerde, det ekstra: ”Emnet teknologi og design er et flerfaglig emne der naturfag, matematikk og kunst og håndverk samarbeider.” (LK06:83) Flerfaglighet setter store krav til lokalt læreplanarbeid. Det må planlegges på tvers av fag og på tvers av årstrinn. Dessuten er emnet helt nytt, og da er det lite kunnskap og tradisjon å trekke på i planleggingsarbeidet. Nye lærebøker i Naturfag, der Teknologi og design er et hovedområde, kan være en god hjelp, men kan også innsnevre mulighetene og friheten som faktisk ligger i LK06.

Skolens overordnede mål - Mål

Generell del og fagenes beskrivelse og kompetansemål er allerede presentert og kommentert over og i *Teknologi og design i LK06*. Som eksempel er valgt planlegging av 5.-7.årstrinn der relevante kompetansemål for Kunst og håndverk og Matematikk også er presentert i *Eksempel 1* (over). Målene må tolkes og tilpasses lokale forhold når det skal lages plan for *innhold* i undervisningen i 5., 6. og 7.årstrinn ved en skole og i en klasse. Disse målene og målene som blir utarbeidet for prosjektene, er sammen med kravet til produktene, viktig grunnlaget for alt som skal skje videre i planleggingen i dette eksempelet. Spesielt er målene viktig grunnlag for *vurdering*.

Årstrinn	Prosjekt*	Kompetansemål Naturfag**	Kompetansemål Kunst og håndverk	Kompetansemål Matematikk
5. høst	<i>LegoDacta</i> (intro.) <i>Pop up kort</i> (julekort)	Mekaniske leker	Bruksformer	
5. vår	<i>Vindmølle</i>	Energi i vind	Bruksformer	
6. høst	<i>Telefonbordordner</i>	(se eks.1)	(se eks.1)	(se eks.1)
6. høst	<i>Kvernkall</i>	Energi i vann	Overflatebehandling Sammenføyn.tekn.	To- og tredimensjonale figurar
6. vår	<i>Mekanisk teater</i>	Mekaniske leker	Overflatebehandling Sammenføyn.tekn.	To- og tredimensjonale figurar
7. høst	<i>Lampe</i>	Elektrisk energi	Vurdere design og industriell prod. Bruksformer	To- og tredimensjonale figurar
7. vår	<i>Loddsertifikat</i> (intro.) <i>Elektrisk jakkemerke</i>	Elektrisk energi	Bruksformer Sammenføyn.tekn.	

Figur 8: Matrise for grovplanlegging av innholdet i Teknologi og design for 5.-7. årstrinn.

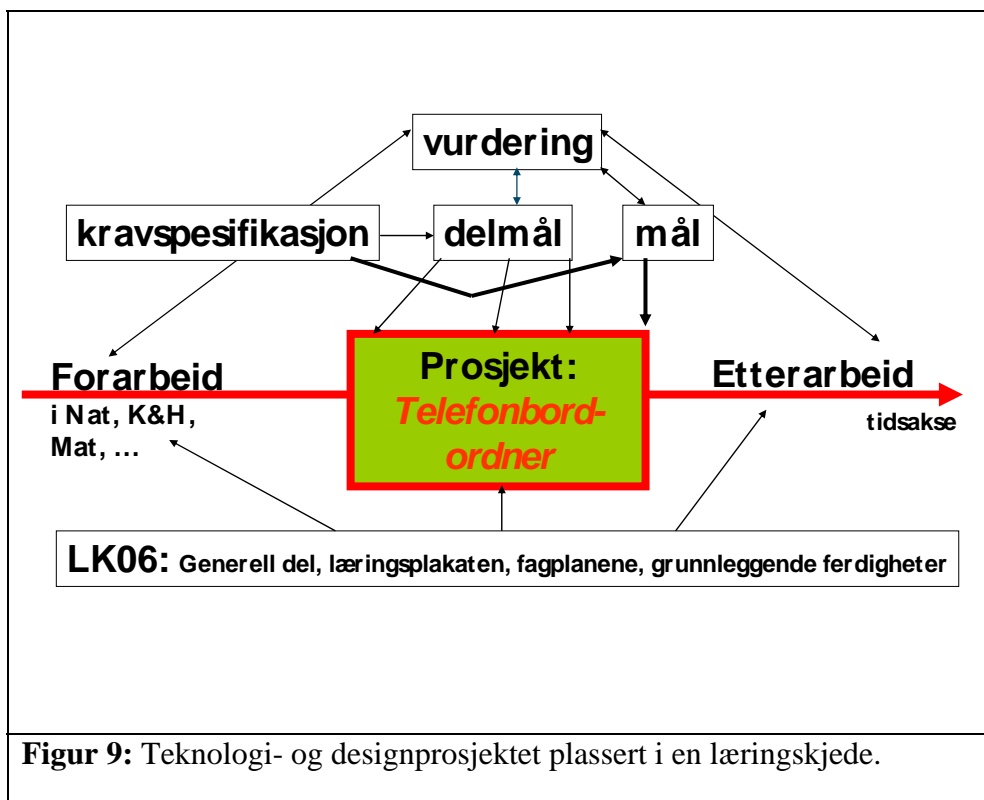
* se fullstendig beskrivelse i EVINA (Løset, Husby og Hansen 2007)

** alle kompetansemål er bare nevnt ved stikkord – se Eksempel 1 (over) eller LK06

Innhold

Teknologi- og designprosjekter, som alle andre prosjekter klassen arbeider med, må ha god forankring i kompetansemålene for det aktuelle trinnet. I *Hva er Teknologi og design i LK06* har vi sett at kompetansemålene legger relativt klare og konkrete føringer på innholdet i undervisningen og hva slags produkter eleven skal arbeide med. Unntaket er kanskje 8.-10.årstrinn der målene er litt mer åpne. En mulig måte å grovplanlegge innholdet på er å lage en matrise (Figur 8) for de tre årene og de tre fagene.

Det enkelte prosjekt kan godt betraktes som et morsomt avbrudd i den daglig skolerutinen, men det må bli noe mer enn bare en "happening" der eneste mål er å lage en gjenstand som fungerer. Alle prosjekter bør settes inn i en læringskjede som blir nøye planlagt. På figur 9 er den tykke røde pilen en tidsakse som viser hva som skjer rundt prosjektet. Det bør være et faglig forarbeide i fagene som inngår i prosjektet der bl.a. nødvendige kunnskaper repeteres. Oppgaven må presenteres, for eksempel i form av en kravspesifikasjon. Etterarbeid kan starte med elevenes refleksjon om sin opplevelse av prosjektet og fortsette med oppsummering av ny faglig kunnskap som er utviklet i prosjektet. Rammen "LK06" peker på hvilke deler av læreplanen som inngår i arbeidet med og rundt prosjektet. Rammen "vurdering" med piler, antyder mulig tidspunkt for vurdering og hva vurderingskriteriene går ut fra. Under forarbeidet kan det være *diagnostisk vurdering* (se nedenfor). Kravspesifikasjonen kan deles opp i delmål for eksempel designet, som skal vurderes og godkjennes før eleven går i gang å lage produktet. Slike vurderingstidspunkt kan også være milepæler i framdriften. Vurdering underveis vil være av type *formativ vurdering*. Vurdering ved prosjektslutt og etter etterarbeidet er vanligvis *summativ vurdering*.



Figur 9: Teknologi- og designprosjektet plassert i en læringskjede.

Rammefaktorer

Teknologi- og designundervisning der elevene skal utvikle og lage et produkt, krever ofte mer *tid* enn vanlig undervisning i Naturfag – selv når det er eksperimenter og elevøvelser. Et viktig valg er om et prosjektet skal gå i ukens vanlige naturfag-, kunst- og håndverkstimer - eventuelt noen matematikktimer der det er aktuelt - og dermed spres over flere uker.

Alternativet er at prosjektet går konsentrert over noen hele dager ved å "låne" timer fra andre fag. Begge deler er prøvd. Det finnes også mellomløsninger med halve prosjektdager.

Ulempen med å spre prosjekter over flere uker, er at det alltid krever noe ekstra tid til oppstart – fysisk og mentalt - hver gang prosjektet hentes fram. Ulempen med å "låne" timer er *organiseringen* der det skal forhandles med kolleger på trinnet om å løse opp timeplanen helt eller delvis og "gi tilbake" timer i de påfølgende ukene. Når det gjelder organisering må skole og team diskutere seg fram til hva som er gunstig for det enkelte prosjekt. Alle former har sine ulemper og fordeler. Husk at det viktigste kriteriet må være hva som maksimerer elevenes utbytte og læring i Teknologi og design, ikke hva som er mest behagelig for lærerne.

Mange, kanskje alle skolens teknologi- og designprosjektene kan gjøres i et vanlig *klasserom* eller på fagenes *spesialrom*. Det er like vel fristende å få et eget *teknologiroom* eller en krok i et spesialrom med "teknologisjel". Det trengs noe nytt *utstyr* som ikke finnes i de gamle spesialrommene for Naturfag og Kunst og håndverk. Det trengs også noe *forbruksmateriale* til de fleste prosjektene. Dermed blir *økonomi* en rammefaktor – altså enda et emne som krever ekstra ressurser. Manglende *fysiske ressurser* kan fort gjøre et godt prosjekt til en fiasko. Det er viktig at skolen får satsingen på Teknologi og design inn på sin *virksomhetsplan* og *strategisk plan* gjennom en demokratisk prosess. Hele skolen må "eie" emnet og mange vil bli deltakere siden dette er et flerfaglig emne.

Arbeidsmåter

Teknologi og design dreier seg om å planlegge, utvikle og framstille produkter

Denne beskrivelsen (LK06:93) viser at mye av undervisningen i emnet må være prosjektorganisert – akkurat som i næringslivet der designere og teknologer jobber "fra idé til ferdig framstilt produkt" (LK06:86, 88). Noen ganger er undervisningen mer rettet mot analyse av eksisterende design og teknologi i hverdagslivet, og da kan det være mer preg av temaorganisering. Det fører for langt å drøfte grenseoppgangen mellom temaarbeid og prosjektarbeid i dybden (se Koritzinsky: "Tema- og prosjektarbeid i grunnskolen", 1997). Noen vil skille etter graden av tverrfaglighet, andre vil skille etter graden av elevstyringen av problemformuleringen. Mange teknologi- og designprosjekter vil svare til L97 sin generelle beskrivelse av prosjekter (L97:77):

Prosjektarbeid er ei arbeidsform der elevane med utgangspunkt i eit problemområde, ei problemstilling eller ei aktuell oppgåve definerer og gjennomfører eit målretta arbeid frå idé til ferdig produkt. ... [Det] skal gjere sitt til at røynsler, opplevingar og kunnskapar blir formidla og presenterte for andre.

I de fleste prosjekter vil Naturfag være regifag siden det er der Teknologi og design er hovedområde, mens Matematikk og Kunst og håndverk blir støttefag. Teknologi- og designprosjekter kan utføres i grupper, men de vil ofte være individuelle. Klassen har da samme "problemområde, (...) problemstilling eller (...) oppgåve", men veien "frå idé til ferdig produkt" er individuell. Presentasjonen kan skje i en gruppe eller i klassen samlet.

Lærerforutsetninger

Arbeidsformen i Teknologi og design vil ofte være preg av temaundervisning eller prosjektarbeid der lærerens oppgave og rolle er både å være elevenes partner og deres arbeidsleder. Dette er en beskrivelse av sentrale trekk ved veilederrollen. Veiledning baseres på *formativ vurdering*. Etter at L97 har virket i mange år, bør og tema- og prosjektarbeid ha blitt vanlige arbeidsformer som mange lærere i et personale har praktisert. Dermed bør lærerne være relativt fortrolig med veilederrollen. Teknologi- og designprosjekter kan imidlertid være mer komplisert å veilede enn andre prosjekter fordi det både er veiledning i motoriske aktiviteter knyttet til designprosessen og produksjonsprosessen, og veiledning i intellektuelle aktiviteter knyttet til forundersøkelser, spesifikasjoner, samt vurdering av muntlige og skriftlige presentasjoner. Teknologi- og designprosjekter og andre prosjekter som er fler- eller tverrfaglige, vil ofte involvere flere lærere, kanskje hele teamet for klassetrinnet. Dermed stilles det større krav til lærerne om å kunne samarbeide enn i tradisjonell undervisning.

Teknologi og design har bare vært studietilbud ved noen få lærerutdanninger i Norge – og bare i noen få år. De fleste lærere har derfor ikke samme forutsetninger for å undervise dette emnet som andre fag og emner i grunnskolen. Selv om innholdet i emnet henter elementer fra mange fag, er integrert teknologi- og designundervisning fremmed for de aller fleste lærere. En forutsetning for å lykkes er nysgjerrighet og vilje til å sette seg inn i et nytt emne med basis i undervisningserfaring og solid faglig kunnskap i noen relaterte fag, samt solid generell pedagogisk og didaktisk innsikt. Erfaringene fra Program for Teknologi i Skolen helt siden 1997 viser at en god teknologi- og designlærer kan ha sin utdanning og erfaring i ethvert grunnskolefag. De fleste ble inspirert gjennom et kort etterutdanningskurs. Ved implementeringen av LK06 har RENATE, mange kommuner og mange lærerutdanninger holdt korte kurs for å gi flest mulig lærere så mye ”påfyll” at de tør å sette i gang på egen skole. Med det som ballast og de nye læreverkene og lærerveiledningene for hånden, kan de prøve seg fram på egenhånd og i kontakt med kolleger. EVINA (Løset, Husby og Hansen 2007) skal være en støtte i denne prosessen, eventuelt være teorigrunnlag for organisert etter- og videreutdanning.

Elevforutsetninger

Praktisk arbeid virker ofte mer motiverende enn teoretiske oppgaver og problemer. Det gjelder de fleste elever uansett interesser i og anlegg for faget. Teknologi og design, slik det ble utprøvd i Program for Teknologi i Skolen, var praktisk rettet: *Design det som skal lages - lag det som er designet* ble et mantra. LK06 har gjennom kompetansemålene (se *Teknologi og design i LK06*) beholdt dette preget uten å gjøre det til et teorifritt emne.

I TIMSS (Lie, Kjærnsli og Brekke 1997:168) svarte de aller fleste lærere at målet med praktisk arbeid i Naturfag var å motivere og skape interesse. En tredel mener at praktisk arbeid gir fagkunnskap og erfaringer med fenomener. Vi tror tallene fra Naturfag er relevant for Teknologi og design. Slik dette fagområdet er praktisert i forsøksperioden, har praktisk arbeid tatt mye av tiden i prosjektene. Det har stort sett gitt motiverte og interesserte elever, som dessuten har fått fagkunnskaper og erfaringer på områder de ikke møter i andre skolefag. Ved planlegging av prosjekter må en se på balansen mellom teori og praktisk arbeid. Her ligger også en mulighet til differensiering. Differensiering er et middel til individualisering. Det gjelder både individuelle teknologi- og designprosjekt og gruppearbeid. Elever som har spesiell interesse og anlegg for teori, kan i designfasen gjøre mer omfattende teoretisk forundersøkelse og dokumentasjon enn andre elever. Kanskje vil de teoretisk orienterte elevene dermed bli bedre motivert for den praktiske delen av prosjektet - og omvendt: Elever som har spesiell interesse og anlegg for tegning, kan vektlegge den delen av prosjektet. Elever med kreative ferdigheter og estetisk sans vil kunne utfolde seg på flere faser i et

teknologiprojekt. Kanskje blir dette emnet deres "fristed" i det noen mener er en grunnskole preget av teoretiske fag. Når elever som er praktisk orientert, føler at deres kompetanse er verdifull i et prosjekt, kan de kanskje bli mer motivert for den teoretiske siden av prosjektet og teknologien det arbeides med.

Eksempel 1 Telefonbordordner (over) illustrerer to sider av grunnskolelovens §7.1: "alle har rett til å få opplæring i samsvar med dei evnene og føresetnadene dei har" (Rørvik 1994:238ff). For det første er Teknologi og design et flerfaglig emne der det er store muligheter til å individualisere slik at elevene kan arbeide ut fra sine forutsetninger for å lære generelt og i emnet spesielt. For det andre gir emnet også muligheter til å oppdage, stimulere og utvikle verdifulle særtrekk hos en elev. Teknologi og design er spesielt viktig i så måte siden det utfordrer og utvikler andre kunnskaper og ferdigheter enn i de tradisjonelle fagene.

Motivasjon er viktig både for arbeidet som skal gjøres og for personlighetsutviklingen. Rørvik (1994:124ff) skiller mellom *indre og ytre motivasjon*. Indre (naturlig) motivasjon eller *interesse*, er knyttet til hva eleven føler for selve aktiviteten og de naturlige konsekvensene av aktiviteten. Hvis for eksempel aktiviteten er å lage telefonbordordner, er det viktig for interessen at kravene i oppgaven er tilpasset elevenes nivå. De må ha mulighet for å klare kravene, men kravene må heller ikke være for enkle. Det er viktig at de får følelsen av å ha lyktes når de er ferdige med prosjektet og den tilhørende mappen. For det første kan læreren påvirke interessen for prosjektet gjennom oppgaven (krav til produktet) som legges i prosjektet. Forskning viser at passelig vanskegrad stimulerer interessen best. Interessen hos litt usikre elever er avhengig av en passelig progresjon i arbeidet. Det er en utfordring til individualiseringen. Et trygt miljø hjelper elevene, spesielt de usikre, til å sette realistiske mål for egne prestasjoner. For det andre er veiledningen med tilbakemeldinger fra læreren også viktig for interessen. "Det finst knapt noko meir innteressedrepende enn å arbeida utan klare mål og utan kjennskap til korleis det går." Tilbakemeldingene må være en balansegang mellom informasjon og oppmuntring. Generelt kan vi følge et prinsipp fra idrettsinstruksjon om å ta noe positive først. De fleste telefonbordordnere og mapper har noe som er bra i forhold til elevens forutsetninger og interesser. Det er vanligvis også et forbedringspotensial. Ta én ting av gangen, fortrinnsvis det viktigste og samtidig det du vet eleven kan forbedre med litt informasjon og oppmuntring. Husk det er vanskelig å fatte interesse for teknologi- og designprosjekter hvis eleven sitter igjen med følelsen av nederlag etter veiledning. Noen vil kalle ros og oppmuntring ytre (kunstig) motivasjon. Rørvik er ikke opptatt av skillet, men det er viktig at positiv (ytre) motivasjon skal overgå den negative. Kritikkk skal komme i skyggen av ros. Men for lærere som roser alt og alltid, taper rosen sin verdi - og det oppdager elevene fort.

Vurdering og veiledning

Vurdering kommer til ulik tid i et læringsforløp (figur 9), og har ulik hensikt. Vi skiller vanligvis mellom formativ, diagnostisk og summativ vurdering.

Hensikten med *formativ vurdering* (Bell 2000) er å få informasjon om elevenes kunnskaper og forstillinger på et område med tanke på å tilrettelegge undervisning eller veiledning. Denne vurderingen kan skje før prosjektet starter og mens det er i gang (feedback). Ved planlagt formativ vurdering før starten på et prosjekt, innhentes informasjonen skriftlige eller muntlige ved spørsmål, diskusjon eller samtale i klasserommet. Bell hevder at formativ vurdering, enten den er *planlagt* eller resultat av *interaksjon* i klasserommet, er en vesentlig faktor i god undervisning. Det er like vesentlig i god veiledning.

Diagnostisk vurdering betegner vurdering der hensikten er å finne ut hvor elevene står og spesielt hvilke svakheter de har. For eksempel: I noen teknologi- og designprosjekter skal

elevene lage teknologiske innretninger som bygger på fysiske prinsipper. Svakheten kan være at de ikke forstår hva elektrisk energi er på 5.-7.trinn når de skal bygge "produkter som gjør bruk av elektrisk energi" (LK06:88). Når svakheten er avdekket (det kan gjøres på mange måter for eksempel en klassesamtale, en liten skriveoppgave eller quiz), kan læreren forberede prosjektet med noen enkle fysikkforsøk som gjør elevene fortrolig med begrepene strøm, spenning, resistans og elektrisk energi. Diagnostisk og formativ vurdering går mye ut på det samme, men med ulik hensikt.

Summativ vurdering er den vi gjør når prosjektet er ferdig. Hensikten kan være å kartlegge nivået i klassen og/eller sette karakterer. Resultatet av prosjektet dvs. det teknologiske produktet og eventuelt mappen og loggen, står nå i fokus. Vi må heller ikke glemme "læringsproduktet" dvs. i hvilken grad eleven har oppnådd den kompetansen som beskrives i de aktuelle kompetansemålene. Vanligvis er det fagkompetanse (kunnskaper) eller metodekompetanse (ferdigheter). Kompetansen må konkretiseres i *kriterier* som vurderingen kan baseres på. Ta for eksemplet kompetansemålet etter 7.årstrinn: "eleven skal kunne planlegge, bygge og teste enkle produkter som gjør bruk av elektrisk energi, forklare virkemåten og beskrive prosessen". Her er det (minst) fem kompetanser som skal vurderes! Elevene skal først vise at hun/han kan "planlegge" dvs, designe produktet og planlegge produksjonsprosessen. Hva er et godt - hva er et mangelfullt - hva er et dårlig designarbeid på dette nivået? Er oppgaven gitt som et krav eller en kravspesifikasjon til produktet, blir det et spørsmål om designet fyller disse spesifikasjonene – og om det er et godt grunnlag for neste steg dvs. å bygge gjenstanden. Slik må de andre kompetansene bygge, teste, forklare og beskrive, også spesifiseres.

Oppgave 4: Vurderingskriterier

Diskuter forslaget nedenfor til *vurderingskriterier* i et tenkt produkt *Elektrisk jakkemerke* i 7.klasse (se kompetansemålet og matrisen over). I EVINA (Løset, Husby, Hansen 2007) er det laget et forslag til kravspesifikasjon for prosjektet:

Du skal designe og lage et *elektrisk jakkemerke* som skal være et "skummelt fjes" med blinkende øyne og munn. Merket skal lages i mosegummi. Ytre mål max.12cmX12cm. Øynene er vanlige dioder og munnen er en blinkediode. Design fjeset med tydelige detaljer. Pappmalen til fjeset skal godkjennes av lærer før den overføres til mosegummi.

Forslag til vurderingskriterier:

Under designprosessen skal eleven vise at hun/han kan:

- Undersøke og beskrive muligheter (skal ligge i mappen)
- Skissere det merket som skal lages, gjerne med flere forslag fram til endelig valg (i mappen)
- Tegne og lage en mal for merket (i mappen)
- Tegne koplingskjema og forklare virkemåten av det elektriske opplegget. (Her kreves en viss forståelse av ulike begreper fra elektrisitetslæra.) (i mappen)
- Forklare egenskapene ved plastmaterialet som brukes i merket (i mappen)

Punktene er til en viss grad en progresjon, men hvert punkt kan dessuten utføres med forskjellig grad av kreativitet, godt håndverk, estetisk utforming osv. Det samme gjelder byggedelen av prosjektet:

Under byggeprosessen skal eleven vise at hun/han kan:

- Lage merket mest mulig slik det er designet
- Lodde sammen kretsen, teste den og montere den i merket

- Vurdere merket mot kravet til produktet (i mappen)
- Beskrive prosessen fra idé til ferdig produkt (i mappen)

Elevene må kjenne kriteriene fra starten, godta dem og i noen tilfeller, være med å utvikle dem. All vurdering må begrunnes.

Oppgaven her og nå er å vurdere: Var dette gode kriterier, var det for mange, hvordan skal de vektlegges innbyrdes, mangler det noen?

Noen teknologi- og designprosjekter er gruppearbeid. Hvordan skal vi gi hver enkel elev rettferdig individuell vurdering? Som alle andre tema-/prosjektarbeid i grunnskolen er *loggbok* et viktig redskap for prosessen i gruppen. Loggbok gir eleven innsikt i sin egen læring, og den er viktig grunnlag for læreren som skal vurdere og veilede. I loggboken skriver elevene om utfordringer og problemer de møter i prosjektet, avgjørelser som tas, hvem som skal gjøre hva - til hvilken tid og om det blir utført i tide, milepæler i prosjektet: når undersøkelse, design, testing osv. skal være ferdig - og om de klarte det, lærerens råd og elevenes vurdering av dem, ... Læreren bygger sin formative og summative vurdering av den enkelte elev på inntrykk fra veiledning i gruppa, produktpresentasjon, hvordan de vurderer hverandre, vurderer eget og andres produkter, ... og - ikke minst - loggboken.

Didaktisk oppsummering

Vi har sett på emnets *hva, hvorfor, hvordan, for hvem og av hvem*. Dette er viktige fagdidaktiske kategorier. Teknologi og design er ikke eget fag men flerfaglig emne, derfor er det *komparative* perspektivet også berørt dvs. hvordan faget/emnet står i andre land, og hva som skjedde i forsøksvirksomheten i Norge før LK06. Teknologi og Design er egentlig to store profesjonelle fagområder. Det er lagt vekt på å vise at det var fruktbart å integrere disse fagene i ett fag/emne når det skulle innføres i grunnskolen. De begrunnelsene for emnet som ble vektlagt i prosessen fram mot LK06, påvirket de målene som ble satt for elevenes læring og dermed emnets innhold og arbeidsmåter.

Praktisk arbeid preger emnet fra A til Å. Ideutviklingen skjer mye gjennom skisser og tegninger. Produktet som etter hvert finner sin form, skal deretter lages. Alle faser i et prosjekt gir derfor elevene muligheter til å utvikle praktisk håndlag på forskjellige områder avhengig av materialet det arbeides med. Elevene skal bli produktorienterte og kvalitetsbevisste. Mye av det de lærer vil være såkalt taus kunnskap. Det er kunnskap som "ligger i hendene" på nevenyttige mennesker. Faget kan bli et pusterom for elevene i en skole som mange mener blir mer og mer teoretisk og akademisk preget. Selv faget Kunst og håndverk har måttet tåle slik kritikk.

Kreativitet er det andre varemerket på emnet. Alle prosjekter, også dem som har et klart krav til produktet, skal ha noen frihetsgrader der elevene kan bruke og utvikle sine kreative evner. Noen prosjekter tillater elevene å utvikle produkter helt fra egne ideer – Petter-Smart-prosjekter - eller på grunnlag av forundersøkelse på eksisterende produkter. Her får kreativiteten videre spillerom. Noen designere og arkitekter blir ofte betegnet som kunstnere. De skulle bety at kreativitet er en viktig kompetanse som kan dyrkes i Teknologi og design.

Prosjektorganisert undervisning er det tredje varemerket. Det veksles mellom individuelle prosjekter og gruppe prosjekter avhengig av størrelsen på produktene. Ekte prosjekter skal ha stor grad av elevstyring i alle ledd. Det er fullt mulig å leve opp til i noen prosjekter i Teknologi og design. Da blir læreren mer veileder enn kunnskapsressurs. Produktutvikling i næringslivet er som oftest prosjekter enten det dreier seg om oppvaskbørster eller cruise skip. Prosjekter i Teknologi og design blir dermed realistiske modeller på hvordan det arbeides i det "virkelige livet" med produktutvikling.

Problemløsning vil prege arbeidet enten prosjektene er overveiende elevstyrt eller de er lærerstyrt. Problemene kan være fra det minste som valg av passe verktøy, til store som utforskning og valg av tekniske løsninger, materialer og estetisk utforming. Elevene må hele tiden ta egne avgjørelser ofte i dialog med lærer og medelever. De utvikler kompetanse i det som i anglosaksisk didaktisk litteratur kalles "responsible decision-making".

Kommunikasjon er et gjennomgående aspekt i emnet. I hele prosessen skal elevene kunne fortelle om, vise og diskutere sine ideer og produkter med andre elever og læreren. Slik arbeider også profesjonelle designere og arkitekter overfor sine kunder og oppdragsgivere. Kommunikasjon og begrepsutvikling går hånd i hånd i faget. Det bør arbeides bevisst med begrepsutvikling på produkter, prosesser, arbeidsoperasjoner, verktøy osv.

Vurdering av egne og andres ideer og arbeider er en del av emnet. Vurderingskompetanse generelt og spesielt i forhold til å designe og lage produkter, er noe som utvikles over tid. Det er først når det arbeides systematisk med vurdering i teknologi- og designprosjekter at det kan

skje en utvikling av vurderingskompetansen. Elevene vil etter hvert selv lære å utvikle kriterier for vurdering. Vurderingskompetansen vil de bruke "i det virkelige liv" når de undersøker hverdagsteknologi.

Teori er langt mindre fremtredende i Teknologi og design enn i andre naturfagemner eller i Matematikk. Ikke dermed sagt at emnet skal være teorifritt. Teknologi og design skal nyttegjøre og synliggjøre relevante teorier fra naturfagene, matematikken og andre fag. Teori knyttes til produkter, prosesser, materialer, redskaper, økonomi osv.. Slik kan faget bidra til å vise elevene at Naturfag og Matematikk har kunnskap som er relevant for hverdagslivet.

Integrere flere fag av nødvendighet, ikke som konstruert virkelighet, er noe Teknologi og design har felles med miljøfag. Kunst og håndverk, Naturfag og Matematikk er læreplanfestet til å samarbeide. Mye hverdagsteknologi, som kan være gjenstand for oppgaver i forundersøkelse, brukes i heimen. Samfunnsfag gir bakgrunn og teori for studier av historisk utvikling av teknologi på forskjellige områder. Samfunnskunnskap er viktig når teknologiens virkning på samfunnet og samfunnets behov for teknologiutvikling skal vurderes. Mat og helse kan involveres direkte hvis mat inngår i et prosjekt. Norsk er viktig fordi kommunikasjon er viktig i alle prosjekter. Eleven skal kanskje lage mapper eller logger i noen prosjekter. Det er sett eksempler på prosjekter der elevene lager en skriftlig bruksanvisning eller et dikt. Enkeltprosjekter kan trekke inn faget Engelsk både som bakgrunnstoff og ved at en del av loggen eller mappen skrives på engelsk. IKT har kommet for fullt i alle fag siden digitale ferdigheter nå regnes som grunnleggende. Først som skrive-, regne- og tegneverktøy, og Internett og DVD/CD-er som informasjonsbase. Spesielt for Teknologi og design er byggesett for roboter, kjøretøy og lignende, der kontroll og styring skjer fra en datamaskin. I England kan elevene arbeide med kontrollenheter som kan bygges inn i produktene. I verkstedene er det datastyrt dreie- og freseverktøy (CAD/CAM) som bare finnes på yrkeslinjer i videregående skoler her hjemme.

Lærerens oppgave vil variere fra prosjekt til prosjekt og med grad av elevstyring. Selv om læreren ofte vil være veileder i Teknologi og design, er det fortsatt noe som må undervises. Riktig og effektiv bruk av verktøy bygger på ofte lang erfaring som læreren har tilegnet seg, og som kan undervises. Det samme gjelder materialkunnskap. I prosjekter der kunnskap og teori fra andre fag skal anvendes, vil det ofte være vanskelig for elever å se grunnleggende naturvitenskapelige prinsipper i en teknologisk løsning på egenhånd. Litt tradisjonell undervisning kan hjelpe dem i gang.

Referanser

[dd.mm.åå] markere oppslagsdato der kilden er på Internett. Slike kilder er i stadig endring.

AngliaCampus 2000: *The Design Process*, (Bare nettbasert: <http://www.angliacampus.com/login/sec/design/process/design.htm>) [15.01.00 utgått]
Hovedside: <http://www.angliacampus.com>) [07.10.07]

Anning, A. 1997: Teaching and learning how to design in schools, *The Journal of Design and Technology Education*. Volume 2 Number 1, p.50-52.

Banks, F.J.R. 1996: Approaches and models in technology teacher education: an overview. *The Journal of Design And Tchnology Education*. Volume 1 Number 3, p.197-211.

Bell, B. 2000: *Formative assessment and science education: a model and theorizing*. I Millar, R., J. Leach og J. Osborne (red.): Improving science education. Open University Press, Buckingham og Philadelphia.

Bjørndal, B. og S. Lieberg 1975: *Innføring i økopedagogikk. En studiebok for lærere*. H. Aschehoug & Co. (W. Nygaard) A.s, Oslo.

Bokmålsordboka 1997: *Bokmålsordboka*, se Landrø, M.I. og B. Wangensten (red.) (1997)

Briså, S., R. Ingebrigtsen og E.C. Jørgensen, 2006: *Teknologi- & designboka*. Trigger, DAMM, Oslo

Butenschøn, D. G. og C. Dynna 2002: *Hverdagsdesign*. Designinteriør, Oslo.

CETIS 2007: *Centrum för teknik i Skolan*. (Bare nettbasert: <http://www.liu.se/org/cetis/index.shtml>) [07.10.07]

Custer, R. L. 1995: Examining the Dimensions of Technology. *International Journal of Technology and Design*. Vol 5 no 3 1995, p.219-244.

DfEE 2007: *Design & Technology*. I The National Curriculum [for England] online. (Bare nettbasert: <http://www.nc.uk.net/nc/contents/DT-home.htm>) [07.10.07]

Eggleston, J. 1996: *Teaching Design and Technology*. Open University Press, UK.

Encycloypædia Britannica 2000: *Encycloypædia Britannica*. (Nettbasert: <http://search.eb.com/>) [07.10.07]

Engelsk-norsk ordbok 1995: *Engelsk-norsk ordbok*, se Kirkeby, W.A. (1995)

Farstad, P. 2003: *Industridesign*. Universitetsforlaget, Oslo.

Feenberg, A. 1999: *Teknikk og modernitet*. Universitetsforlaget, Oslo.

Fjelland, R. 1999: *Innføring i vitenskapsteori*. Universitetsforlaget, Oslo.

- Gundem, B.B. 1991: *Skolens oppgave og innhold. En studiebok i didaktikk*. 3.utgave (1.utgave i 1983). Universitetsforlaget, Oslo.
- Hansen, P.J.K. 2004: *Hva Hvordan Hvorfor. Et fagdidaktisk veiledningshefte*. RENATE, Trondheim og Oslo. (PDF ut 2007: <http://www.teknologiforum.no/monographs/fagdid.pdf>) [07.10.07]
- Hansen, P.J.K. 2006: *TeknoVisjon. Teknologi og design og ungt entreprenørskap*. HiO-rapport 2006 nr.25, Høgskolen i Oslo, Oslo.
- Kaneborg, E.K. 2004: *Designprosessen som arbeidsmetode*. RENATE, Trondheim og Oslo. (PDF: <http://www.teknologiforum.no/BUskoler/Praktisk/Design.pdf>) [07.10.07]
- Kirkeby, W. A. 1995: *Engelsk-norsk ordbok. English-Norwegian Dictionary*, Universitetsforlaget, Oslo.
- Knudsen, T. 1995: *Norsk riksmålsordbok*, Kunnskapsforlaget, Oslo.
- Koritzinsky, T. 1997: *Tema- og prosjektarbeid i grunnskolen*. Ad Notam Gyldendal, Oslo.
- KUF 1997 (Tveitereidutvalget): *Matematikk, naturvitenskap, teknologi. Tiltak for å styrke disse fagområdene i norsk utdanning*. August 1997. Sluttrapport fra arbeidsgruppe nedsatt av Kirke- Utdannings- og forskningsdepartementet, Oslo.
- Kunnskapsdepartementet 2004: *Se mulighetene og gjøre noe med dem! - strategi for entreprenørskap i utdanningen 2004-2008*. Kunnskapsdepartementet, Oslo. (PDF: http://www.regjeringen.no/upload/KD/Vedlegg/Grunnskole/Strategiplaner/75561_entreprenorskap_strategi.pdf) [07.10.07]
- Kvalitetsutvalget (Søgnenutvalget) 2003: *I første rekke*. NOU 2003:16. (Nettutgave: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/NOUer/2003/NOU-2003-16.html?id=147077>) [07.10.07]
- L93 1993: *Læreplan for grunnskole, videregående opplæring og voksenopplæring. Generell del*. Det kongelige kirke-, utdannings og forskningsdepartement 1993, Oslo. (PDF: http://www.udir.no/upload/larerplaner/generell_del/bokmal.pdf) [07.10.07]
- L97 1996: *Læreplanverket for den 10-årige grunnskolen*. Det kongelige kirke-, utdannings og forskningsdepartement, Oslo. (Nettutgave: http://www.udir.no/templates/udir/TM_Tema.aspx?id=2237) [07.10.07]
- LK06 2006: *Læreplan for Kunnskapsløftet*. Utdanningsdirektoratet, Oslo. (Nettutgave: http://www.udir.no/templates/udir/TM_UtdProgrFag.aspx?id=2103) [07.10.07]
- Landrø, M. I. og B. Wangensten (red.) 1997: *Bokmålsordboka. Definisjons- og rettskrivningsordbok*, Universitetsforlaget, Oslo.
- Lie, S., M. Kjærnsli og G. Brekke 1997: *Hva i all verden skjer i realfagene? Internasjonal analyse på trettenåringenes kunnskaper, holdninger og undervisning i norsk skole. TIMSS*. Universitetet i Oslo, Oslo.

Læringssenteret 2002: "*Å tenne de unge*" *Handlingsplan for matematikkfaget*. 13.juni 2002. Læringssenteret, Oslo.

Løset, L., J.A. Husby og P.J.K. Hansen 2007: *Ressurs: Teknologi og design*. EVINA, Oslo. (Bare nettbasert: http://www.evina.no/teknologi_og_design.html) [07.10.07]

M87 (1987): *Mønsterplan for grunnskolen*. KUD, Kirke- og undervisningsdepartementet og H. Aschehoug & Co. (W. Nygaard), Oslo.

Meyer, T. 2007: *Meyer designs* (Bare nettbasert: <http://meyerdesign.no>) [07.10.07]

Naturfagutredningen 1994: se Sjøberg 1994.

Nielsen, K., H. Nielsen og H.S. Jensen 1996: *Skruen uden ende. Den vestlige teknologis historie*. 2.udgave. Bogklubben Teknikk & NaturTeknisk Forlag A/S, København.

NITO 1997: *Teknologi og Formgivning* (poster). Prosjektet Teknologi i Skolen, Norges ingeniørorganisasjon, Oslo. (Ny utgave 2001.)

NITO 2002: *Teknologi i skolen*. (Bare nettbasert: <http://www.nito.no>) [14.03.03]. Nå (2007) søk "Teknologi i skolen", "Teknologi og design", "Briså" (leder for Teknologi i skolen) [07.10.07]

Norsk Designråd 2007: *Merket for God Design* (Bare nettbasert: <http://www.norskdesign.no>, søk "Om Norsk Designråd" og "Utmerkelser og priser".) [07.10.07]

Norsk riksmålsordbok 1995: *Norsk riksmålsordbok*, se Knudsen, T. 1995

NOU 2003:16: *I første rekke*. Kvalitetsutvalgets forslag (Søgnenutvalget) (Nettutgave: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/NOUer/2003/NOU-2003-16.html?id=147077>) [07.10.07]

OECD/PISA 1999: *Measuring Students Knowledge and Skills. A New Framework for Assessment*. Programme for International Student Assessment, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris.

Quale, A. 1997: *Vitenskapelig og teknologisk allmenndannelse – hvorfor det?* I Kallerud, E. og S.A. Sjøberg (red.): *Vitenskap, teknologi og allmenndannelse*. Rapport 10/97 NIFU (Norsk institutt for studier av forskning og utdanning), Oslo.

RENATE 2002: *Teknologi i Skolen* (Bare nettbasert <http://www.renate.ntnu.no>, gå til "Teknologi i skolen".) [14.03.03]

2007 annonsert nylansering av infoweb, kommer:

14.09.07: Teknologi & design - www.renatesenteret.no/tod [ikke aktiv 07.10.07]

29.10.07: Renatesenteret.no - www.renatesenteret.no[ikke aktiv 07.10.07]

RENATE 2004: *Teknologi og design – veien fra idé til ferdig produkt. En progresjonsmodell for grunnskolen*. RENATE, Oslo (PDF: http://www.teknologiforum.no/THE_PLAN_GS_FINAL.pdf [07.10.07])

RENATE 2007: *Teknologiforum*. Veiledningshefter ikke spesifisert (PDF: <http://www.teknologiforum.no/forum.html>, klikk "Fagstoff") [07.10.07]

Rørvik, H. 1994: *Læring og utvikling. Det pedagogiske oppdraget*. Universitetsforlaget, Oslo.

Sjøberg, S. 1994: *Naturfagutredningen. Rapport 1: Naturfag i grunnskole og lærerutdanning. Sammendrag: Funn, anbefalinger og tiltak*. På oppdrag fra Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet, Oslo.

Sjøberg, S. 1997: *Scientific Literacy and School Science*. I Sjøberg, S. og E. Kallerud (eds.) 1997: *Science, Technology and Citizenship*. Norsk institutt for studier av forskning og utdanning. Rapport 7/97. p.9-28.

Sjøberg, S. 2004: *Naturfag som allmenndannelse – en kritisk fagdidaktikk*. 2.utgave Gyldendal Akademisk, Oslo.

Skolverket 2007: *Teknikk*. (Bare nettbasert: <http://www3.skolverket.se/ki03/front.aspx?sprak=SV&ar=0708&infotyp=23&skolform=11&id=2089&extraId=2087>) [07.10.07]

Store norske ettbinds leksikon 2004: *Store norske ettbinds leksikon* Oppdatert 2004, Kunnskapsforlaget (Aschehoug og Gyldendal), Oslo.

Store norske leksikon 1996: *Store norske leksikon*. Kunnskapsforlaget, Oslo.

St.meld. nr. 30 (2003-2004): *Kultur for læring*, Utdannings og forskningsdepartementet. (PDF: <http://www.regjeringen.no/Rpub/STM/20032004/030/PDFS/STM200320040030000DDDPD FS.pdf>) [07.10.07]

Teknikåttan 2007: *Teknikåttan* (Bare nettbasert: <http://www.teknikattan.nu/>) [07.10.07]

Tveitereidutvalget 1997: se KUF 1997.

Utdanningsdirektoratet 2005: *Realfag, naturligvis– strategi for styrking av realfagene 2002–2007*. (PDF: <http://udir.no/upload/Realfag.pdf>) [07.10.07]

Utdannings og forskningsdepartementet 2004: *Kultur for læring*. Se St.meld. nr. 30 (2003-2004).

de Vries, M.J. og I. Mottier (eds.) 2006: *International Handbook of Technology Education. Reviewing the Past Twenty Years*. International Technology Education Series, Sense Publishers, Rotterdam.