



UNDERVISNINGS
MINISTERIET

Tillæg til undervisnings- vejledningen i håndværk og design

Forsøgsprogrammet med
teknologiforståelse

Indhold

1 Om forsøgstillægget til undervisningsvejledningen i håndværk og design	3
<hr/>	
2 Sammenhænge mellem faget håndværk og design og forsøgsfaget teknologiforståelse	4
2.1 Teknologiforståelse integreret i håndværk og design	4
2.2 Håndværk og design integreret i teknologiforståelse	8
<hr/>	
3 Tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering af undervisningen	9
3.1 Eksempler på teknologiforståelse i håndværk og design	11
3.2 Eksempler på teknologiforståelse i sammenhængende og procesorienterede forløb i håndværk og design	13
3.3 Eksempler på et tværfagligt og procesorienteret undervisningsforløb i teknologiforståelse	17
<hr/>	
4 Evaluering af teknologiforståelse i håndværk og design	21

1 Om forsøgstillægget til undervisningsvejledningen i håndværk og design

Denne tilføjelse til den eksisterende undervisningsvejledning i håndværk og design anvendes i *forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning*, som afprøves i forsøg på 24 skoler i perioden forår 2019 – juni 2021.

Tilføjelsen giver information, vejledning og inspiration til *teknologiforståelse* i håndværk og design, i en progression fra 4.-6. klasse (jf. nye forsøgskompetencemål, færdigheds- og vidensområder og læseplanen). Beskrivelserne i denne vejledning tydeliggør konkrete sammenhænge mellem to de fagligheder, og særligt hvor de komplementerer hinanden.

Denne tilføjelse giver desuden inspiration til og understøtter tilrettelæggelse af teknologiforståelse i håndværk og design gennem beskrivelse og eksemplificering af forskellige tilgange til planlægningen, gennemførelsen og evalueringen af undervisningen.

Denne undervisningsvejledning tager udgangspunkt i et fokus på den nye teknologiforståelsesfaglighed i håndværk og design, der på sin vis bygger videre på fagets eksisterende faglighed. Yderligere information ift. fagligheden i håndværk og design i folkeskolen og teknologiforståelse kan findes i de eksisterende undervisningsvejledninger for håndværk og design og teknologiforståelse som selvstændigt fag.

2 Sammenhænge mellem faget håndværk og design og forsøgsfaget teknologiforståelse

Når der i skolen arbejdes med håndværk og design med fokus på teknologiforståelse, er det bl.a. for at understøtte elevernes alsidige udvikling, som med teknologiforståelse forankret i et praktisk orienteret fag kan give eleverne mulighed for en anvendelsesorienteret tilgang til teknologiforståelse. Med teknologiforståelse integreret i håndværk og design designer og konstruerer eleverne digitale artefakter gennem en systematisk, iterativ og reflektiv designproces. De får indsigt i re-designkompetence og muligheder for at konstruere, udvikle og forandre.

Teknologiforståelse og håndværk og design understøtter tilsammen elevernes tilegnelse af kundskaber og færdigheder, der forbereder dem til videre uddannelse i et samfund, hvor teknologi og design til stadighed spiller en større rolle. Håndværk og design med teknologiforståelse integreret som faglighed giver mulighed for at skabe rammer for oplevelse, fordybelse og virkelyst, så eleverne udvikler erkendelse og fantasi og får tillid til egne muligheder og baggrund for at tage stilling og handle i et samfund, hvor teknologien er med til at forme og definere virkeligheden på flere planer. Med udgangspunkt i komplekse problemstillinger fra elevernes virkelighed vil de med teknologiens muligheder blive i stand til at designe løsninger og prototyper, der kan være mulige svar på de opstillede problemstillinger.

Elevers designkompetencer kommer i spil, når eleven i fællesskab med andre skal designe løsninger på problemstillinger. Det kan være engagerende for eleverne at opleve, at de kan udvikle brugbare løsninger, der gør en reel forskel i virkeligheden. Eleverne skal selv have ejerskab til processen og til de artefakter, de designer. I den forbindelse er det særligt vigtigt, at læreren er opmærksom på at tilrettelægge undervisningsforløb, som sikrer, at der er en vinkel, hvor teknologiforståelsesfagligheden er medtænkt, enten som et krav til, at der skal være et digitalt element i artefaktets design, eller at der skal gøres brug af teknologi i konstruktionen af artefaktet.

2.1 Teknologiforståelse integreret i håndværk og design

Teknologiforståelse som ny faglighed kan ses som en tilføjelse eller udvidelse af kompetenceområdet *design*. Teknologien giver nye muligheder, enten i designprocessen og konstruktionen af artefakter eller i artefaktets design, der kan rumme digitale elementer.

Når eleverne arbejder skabende og konstruerende med eksempelvis digitale fabrikationsteknologier, hvor de selv har fingrene i teknologien, kan det øge deres viden om teknologiens muligheder for at optimere artefaktets design. Et eksempel på dette kunne være, at eleverne i 6. klasse arbejder med at løse en problemstilling omhandlende bæredygtighed i dansk produktion. Det kan være, at der her er fokus på produktion med genbrugsmaterialer og fokus på at re-designe de brugte materialer. Eleverne konstruerer her

en prototype til et bæredygtigt produkt af genbrugsmaterialer. Eleverne lasergraverer fx klassiske brætspil på genbrugstræ og 3D-printer hjemmedesignede brikker dertil. I produktionen af spillet bliver det tydeligt for eleverne, hvilken teknologi der er oplagt at anvende for at kunne lasergrave og dermed arbejde med spillets design, form og udtryk. Eleverne designer spillets form og udtryk i fx programmet InkScape. De tegner en vektoriseret stregtegnning af rammen for spillet. De er her nødt til at forstå, hvorledes laserskæreren arbejder med vektorfilen. Hvad definerer en vektorfil? Og hvordan behandles filen af laserskæreren? De forskellige indstillinger af laseren og opbygningen af filen, samt om man skærer eller graverer, vil påvirke det endelige design.

Læreren kan i tilrettelæggelsen af undervisningen overveje, om der er fokus på at arbejde med temaer og udfordringer, hvor det er oplagt at bruge den digitale teknologi, eller at indtænke et digitalt element i artefaktet. Her tages hensyn til elevgruppen og det trin, eleverne befinder sig på.

2.1.1 Kompetenceområder og -mål

Teknologiforståelsesfagligheden i håndværk og design tager afsæt i kompetenceområdet digital design og designprocesser og de tilknyttede færdigheds- og vidensområder. Færdigheds- og vidensområderne bidrager tilsammen til at gøre eleven i stand til at tage stilling til, handle og designe løsninger på komplekse problemstillinger med digitale teknologier. Ved at tilføje en digital, teknologisk dimension via det nye kompetenceområde og tilknyttede færdigheds- og vidensområder til den eksisterende faglighed i håndværk og design afspejler faget i højere grad den virkelighed og nutid, som eleverne er en del af, og peger samtidig ind i den fremtid, som de skal være med til at forme. Traditionelle forarbejdningsteknikker og håndværk bliver med teknologiforståelsesfagligheden suppleret med aktuelle og tidssvarende teknologier, der giver mulighed for at designe mere præcise, men også mere komplekse løsninger på aktuelle udfordringer – lokale eller globale. De udvidede muligheder for materialer og materialekombinationer med teknologiske, digitale elementer giver ligeledes eleverne mulighed for at arbejde på nye og tidssvarende måder og for at designe artefakter, der modsvarer den virkelighed, vi lever i.

Eleven lærer at skabe artefakter, digitale og fysiske, med digitale teknologier og at gennemføre iterative designprocesser, der løser komplekse problemstillinger, som er relevante for individ og fællesskab.

Kompetenceområdet *digital design og designprocesser* omhandler tilrettelæggelse og gennemførelse af en iterativ designproces under hensyntagen til en fremtidig brugs-kontekst. De skabende processer vil i højere grad blive præget af tinkering, remixing, programmering, udarbejdelse af prototyper, trial-and-error, fejlretning m.m., og håndværk og teknikker suppleres med teknologi, der eksekverer det design, eleverne har skabt. Det kan fx være laserskærer, bord-CNC, 3D-printer eller programmer, der udfører kommandoer via blokprogrammering. Det nye færdigheds- og vidensområde *rammesættelse* tilfører det eksisterende kompetenceområde *design* en yderligere vægt på research og undersøgelse af problemfelter, før fasen med konstruktion og formgivning indtræder, hvilket kvalificerer elevens muligheder for at designe bedre løsninger på en given problemstilling eller udfordring. Det nye færdigheds- og vidensområde *argumentation og introspektion* betoner også en vægt på elevens refleksion over og forståelse af egen designkompetence og dennes betydning for designløsningen som et vigtigt element i tilføjelse til teknologiforståelses-fagligheden.

2.1.2 Færdigheds- og vidensområder

De eksisterende færdigheds- og vidensområder i håndværk og design vil med teknologiforståelse få udvidet den eksisterende faglighed ift. færdigheds- og vidensområdet *håndværktøj og redskaber*. Håndværket vil med teknologiforståelse indbefatte digitale fabrikationsteknologier, og hvordan man bruger disse. Det eksisterende færdigheds- og vidensområde *teknikker* vil i højere grad blive præget af tinkering, remixing, programmering, udarbejdelse af prototyper, trial-and-error, fejlretning m.m.

Eksisterende håndværktøj og redskaber suppleres med teknologi, der eksekverer de løsninger, eleverne har designet. Færdigheds- og vidensområdet *maskiner* vil blive suppleret af fx en laserskærer, en bord-CNC, en 3D-printer og computere med programmer, der fx udfører kommandoer via blokprogrammering. Når eleverne fx arbejder med en kompleks konstruktion, vil det være meget tidskrævende og grænsende til det umulige at skabe uden brug af diverse maskiner. Fordelen ved at tilføje de nævnte maskiner er, at processerne kan gentages, justeres og raffineres, til elevernes ønskede udtryk er opnået. Det vil være sværere at forfine designet og mulige prototyper på en hurtig og effektiv måde ved brug af fx udelukkende deкупørsav og høvlebænk.

Færdigheds- og vidensområderne, der omhandler materialer, bliver udfordret af en højere grad af materialekombinationer og vil i flere tilfælde indbefatte eksempelvis teknologiske elementer og måske også nye materialer såsom glas og plastik. Færdigheds- og vidensområdet *ideudvikling* vil blive udvidet til at indeholde en forudgående *rammesættelse* som en vigtig del af research- og undersøgelsesfasen ud fra et konkret problemfelt, før fasen med udvikling af ideer.

2.13 Tværgående temaer

Sproglig udvikling

Læreren skal i teknologiforståelse arbejde systematisk og eksplicit med udvikling af elevernes ordforråd og brug af tekster, fordi en tydeliggørelse af både det mundtlige og det skriftlige sprog er en afgørende kanal til læring for alle elever, herunder også tosprogede elever. Sproglig bevidsthed og sproglig udvikling – evnen til at kunne udtrykke sig om og igennem digital teknologi – er derfor en afgørende komponent netop for at opnå forståelse af digitale teknologier og artefakter.

Håndværk og design er et fag med specifikke fagbegreber og fagsprog. Disse fagbegreber stifter eleverne kendskab til fra første dag i faglokalerne. I begyndelsen som navne på håndværktøjer, redskaber, maskiner, materialer m.m. Ret hurtigt kommer begreber for teknikker og design- og arbejdsmetoder også til. Fagbegreberne trænes for at lære eleverne et fagsprog, så de vil være i stand til at læse arbejdsvejledninger og sikkerhedsblade, samt for at give eleverne et præcist sprog til kommunikation i og omkring faget. Med teknologiforståelse vil fagsproget udvides til at omfatte moderne og tidstypiske fagord, der relaterer til maskiner og teknikker i faget, fx tinkering, remixing, programmering, trial-and-error, fejlretning, 3D-printer, broderingsmaskiner, laserskærer, CNC osv. Følgende model kan være anvisende ift., hvordan læreren griber arbejdet med udviklingen af elevernes fagsprog an.

	Eksempel	Forklaring	Hvad kan læreren gøre?
Fagudtryk	Computational Webbaserede systemer Digitale artefakter Teknologianalyse Dataprocesser Flowdiagram Mikroprocessor	Ord, der er knyttet til et fag, og som ikke optræder i hverdags sproget.	Have fokus på ordene inden læsning, fx ved at koble konkrete billeder, oplevelser, undersøgelser til ordene. Synliggør ordene i klasserummet. Arbejd fokuseret og eksplicit med ordene i før-, under- og efteraktiviteter.
Førfaglige ord	Software Intentionalitet Grænseflade Design Redesign Algoritme	Ord, som for nogle elever kan være almindelige ord, men for andre elever er ukendte. Ofte også ord, der ændrer eller får en specifik betydning i et fag.	Forklar og præcisér ordene, og brug dem i en faglig sammenhæng. For elever, hvor ordene er ukendte, brug samme strategier som ved fagudtryk.
Nominaliseringer	Rammesætning Vurdering Programmering Visualisering	Gør sproget mere abstrakt. Ofte brugt i fagsprog for at "pakke" sproget. Udsagnsordet <i>jeg/han rammesætter et problemfelt</i> er ændret til et navneord, <i>en rammesætning</i> . Det er nu "usynligt", hvem der <i>rammesætter</i> hvad.	Øvelser i at "pakke ordene ud" for at lette forståelsen: Del ordene op/skriv om: <ul style="list-style-type: none"> • Han sætter en ramme • Jeg vurderer en øvelse • Hun laver et program • Vi visualiserer en proces
Sammensatte ord	Programmeringssprog Eksternaliseringsteknik Brugsmønstre	Ofte for at præcisere et begreb: <i>Sprog og teknik</i> bliver til et bestemt sprog og en bestemt teknik. Er vanskelige, da der skal kobles to ords betydning sammen til et nyt ord med en ny betydning.	Øvelser i at dele ordene op: <ul style="list-style-type: none"> • Sprog til at programmere i • Teknik, der skal eksternalisere • Mønster, der viser en brug
Passiv form af udsagnsord	Skabes Knyttes	Udsagnsord, der ender på -s. Bruges ofte i fagsprog/videnskabelige udsagn, der er "objektive" og ikke knytter sig til en bestemt person. Vanskelige, fordi det ikke er tydeligt, hvem der gør eller mener noget.	Øvelser med omskrivninger, hvor der skrives en person ind, der gør noget: <ul style="list-style-type: none"> • Hvem skaber hvad? • Hvem knytter hvad?
"Skolebegreber"	Reflektere kritisk Vurdere Argumentere Analysere Identificere	Det kan være uklart for eleverne, hvad læreren forventer af dem, når de skal <i>reflektere kritisk, vurdere, analysere</i> . Lærere anvender ofte begreberne forskelligt.	Vis eleverne sproglige eksempler på, hvad de skal præstere, fx ved en modeltekst, som eleverne kan støtte sig til i begyndelsen. Lærere i faget/på tværs af fagene kan blive enige om, hvad begreberne dækker over.
Teksttyper	Eleverne skal med sproget kunne: <ul style="list-style-type: none"> • Undersøge og <i>rammesætte en problemstilling</i> • Udvikle, <i>fastholde</i> og strukturere ideer • <i>Beskrive</i> faglige sammenhænge, begreber og stofområder • <i>Dokumentere</i> egen arbejdsproces og arbejdsgange • Skabe sammenhæng i <i>argumentation, refleksion, feedback</i> og introspektion 	Faglige tekster i faget kan indgå i de fem teksttyper, som er beskrevet under det tværgående tema sproglig udvikling på emu.dk: <ul style="list-style-type: none"> • Berettende tekster • Instruerende tekster • Beskrivende tekster • Forklarende tekster • Argumenterende tekster 	Undervis eleverne i, hvad fagets forskellige tekststyper formål er, og hvad eleverne kan forvente sig af de forskellige teksttyper. Vis eleverne, hvordan en tekst har en struktur, som de både selv kan skrive i og læse sig til. Der er mange træk, der går på tværs af fag. Derfor kan mange læse- og skrivestrategier bruges på tværs af fag.

Derudover er sprog iboende i teknologien selv, da den ofte udtrykker sig i et eget sprog eller medierer kommunikation i form af samtale, lytning, læsning eller skrivning.

Innovation og entreprenørskab

Håndværk og design har en helt afgørende rolle for udvikling af kreativitet, innovation og entreprenørskab i skolen, og af den grund er det vigtigt at få disse perspektiver grundfæstet i faget. Innovation og entreprenørskab betyder, at nyttiggørelse og betydning for tredjemand bliver et nyt omdrejningspunkt i faget, og i den forbindelse skal håndværk og design åbne sig ud mod det lokale samfund, hvor et samarbejde med nærmiljøets institutioner og interessenter kan etableres. For at fremme en entreprenant tilgang skal der arbejdes med designopgaver, som defineres tydeligt m.h.t., hvem brugeren af det færdige produkt er. Det kan fx være klassen, skolen, en institution, en virksomhed eller et sommermarked. Med teknologiforståelsesfagligheden er det yderligere vigtigt at arbejde med aktuelle problemfelter og at kunne researche og lave feltundersøgelser, inden en mulig bruger defineres.

Brugerens ønsker og behov og den aktuelle problemstilling præger designprocessen, så det færdige produkt eller artefakt tilgodeser de beskrevne ønsker og behov. I visse tilfælde vil det være naturligt, at eleverne samarbejder med brugeren. Fx ønsker det lokale plejecenter nogle mobiler/uroer med forskellige stemningsudtryk til forskellige af plejecentrets lokaler. For at løse denne opgave må eleverne lave undersøgelser af plejecentret og interviewe beboerne for at afdække forskellige spørgsmål, som skal indgå i overvejelserne.

It og medier

Der skal fortsat undervises i it og medier i håndværk og design. For nærmere herom henvises der til den eksisterende læseplan for håndværk og design.

2.2 Håndværk og design integreret i teknologiforståelse

Håndværk og design har fokus på elevernes håndværks- og designmæssige kompetencer til at skabe fysiske og digitale artefakter via en iterativ designproces. Den eksisterende designfaglighed med fokus på fremstilling med forståelse og fornemmelse af forskellige typer af materialer og teknikker bidrager til teknologiforståelse med sin praksisnære og anvendelsesorienterede tilgang. Fremstillingen eller konstruktionen af artefakter vil med den eksisterende designfaglighed blive mere eksemplarisk ved at rumme en æstetisk dimension, hvor materialitet og overvejelser over samspillet mellem form og funktion spiller en rolle i designløsningen og produktets endelige udtryk.

At eleverne kan anvende teknikker til forarbejdningen af træ, metal og tekstil samt at kunne anvende maskiner fra den eksisterende faglighed såsom symaskine, søjleboremaskine, deкупørsav, vil bidrage til elevernes skabelse af fysiske og digitale artefakter i processen med konstruktion. En kombination af analoge og digitale værktøjer og redskaber eller elementer vil kvalificere elevernes designløsninger og muliggøre komplekse løsninger og muligheden for at arbejde i stor skala, fx 1:1.

3 Tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering af undervisningen

Dette afsnit berører nogle af de centrale overvejelser vedrørende tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering af undervisning i faget håndværk og design med fokus på teknologiforståelse. Afsnittet rummer væsentlige overvejelser om de didaktiske valg og refleksioner, der er forbundet med lærerens tilrettelæggelse af undervisningen af teknologiforståelse som en del af håndværk og design.

Inden for kompetenceområdet digital design og designprocesser arbejdes i særlig grad med kompleks problemløsning, kreativitet, handling og omverdensforståelse. Eleverne arbejder eksperimenterende, undersøgende og skabende med komplekse problemfelter, idet der lægges vægt på elevernes proces og samarbejde. Det kan fx ske, når eleverne omsætter deres undersøgelser af et komplekst problemfelt (i omverdenen) til nye (kreative) løsningsforslag, som de efterfølgende (gennem handling eller konstruktion) udtrykker i et konkret digitalt artefakt.

Det er centralt, at læreren opstiller en didaktisk ramme, som gør, at eleverne kan arbejde iterativt. Det kan sammenlignes med procesorienteret skrivning i dansk, hvor man afleverer flere gange og ikke bare afleverer et endeligt produkt. Eller arbejdet med engineering og undersøgelser i naturfagene, hvor eleverne designer undersøgelser og forsøg i en iterativ proces, så de er i stand til at indsamle det nødvendige data. Det centrale er, at der i mindre grad er fokus på afleveringen af et endeligt fejlfrit slutprodukt, og at der i højere grad er fokus på, at eleverne løbende fremlægger resultaterne af deres arbejde i processen og kan lære af fejl. Det er essentielt, at eleverne guides til ikke at bremse idegenereringen ved den første og den bedste ide eller løsning, men derimod til at fastholde fokus, argumentation, kritik, iterationer og videreudvikling samt til at søge inspiration til helt andre måder at ansue problemstilling og løsningsmuligheder på.

Rammesættelse

I håndværk og design med fokus på teknologiforståelse arbejdes kreativt, når der tages udgangspunkt i komplekse problemfelter, som eleverne synes, er relevante og peger ind i deres egen virkelighed. Fra at gå direkte i gang med *ideudvikling* som det første skridt i designprocessen, giver det nye færdigheds- og vidensområde *rammesættelse* et bedre fundament for designprocessen. Eleverne undersøger et problemfelt empirisk, fx kan et komplekst problemfelt være *overforbrug* og *affald*. Eleverne undersøger problemfeltet og indsnævrer det til en problemstilling, der fx omhandler spørgsmålet om *produkters levetid i dagens samfund*. Tidligere tiders produkter, fx tekstiler og møbler, har en bedre holdbarhed end de fleste af nutidens produkter. Og hvorfor mon det? Man kan eksempelvis tage udgangspunkt i, hvordan forskellige digitale artefakter produceres i dag og sammenligne med tidligere. Var holdbarheden for et fjernsyn længere før i tiden sammenlignet med i dag? Hvad er formålet og intentionerne med et fjernsyns kortere holdbarhed? Kunne moderne digitale produkter produceres, så de holdt længere? Ville formålet og intentionerne så ændres? Eleverne undersøger produktionsmetoder, materialers holdbarhed og design og formulerer en problemstilling, som deres designproces kan tage udgangspunkt i.

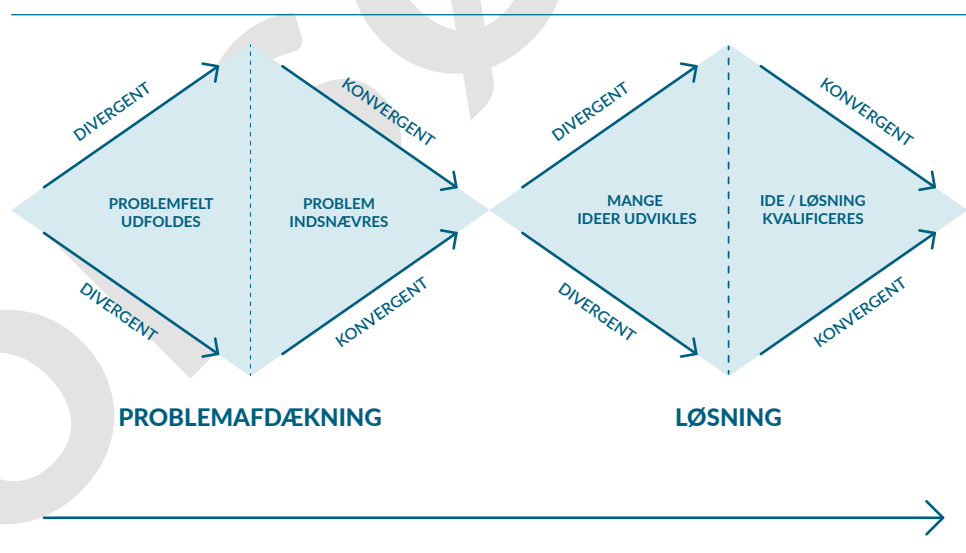
Når der arbejdes grundigt med rammesættelse af en problemstilling, der skal designes en løsning til, bliver designprocessen mere kvalificeret, og det bliver tydeligere for eleven, hvad formålet er.

Idegenerering

Med udgangspunkt i den rammesættende problemstilling, eleven har formuleret på baggrund af research og empiri, udvikler eleven nu ideer ud fra idegenereringsteknikker. De teknikker, eleven anvender i idegenereringen, har betydning for, hvilke ideer der skabes, både ift. antallet af ideer, deres brugbarhed og potentiale. Fx kan der arbejdes med en persona som en slags model for en fremtidig bruger af designløsningen. Man kan også arbejde med at skitsere hurtige ideer på tid, eller man kan lade eleverne brainstorme på forskellige måder, der primært handler om at få så mange ideer som muligt. Man kan fx bruge post-its, billeder og skitsepapir til dette arbejde. Der findes læremidler og materialer, der kan give læreren inspiration til forskellige idegenereringsteknikker.

I idegenereringsfasen er det vigtigt ikke at vurdere ideerne med det samme, da det kreative flow dermed stoppes for hurtigt. Når der idegenereres, er eleverne i den kreative, divergente fase, hvor der arbejdes med åbne læreprocesser. Når ideerne efterfølgende skal sorteres og vurderes, bevæger eleverne sig ind i den innovative og konvergente fase. Modellen illustrerer dette.

Divergent og konvergent tænkning



Konstruktion

Konstruktion omhandler den aktivitet, hvor ideer bliver udtrykt i et konkret digitalt artefakt. I håndværk og design med fokus på teknologiforståelse omsættes ideer til prototyper og dernæst færdige digitale artefakter, såsom digitalt fabrikerede designs, analoge/digitale spil og andre produkter, som bliver til i samspil mellem software og fabrikationsudstyr. Altså konkrete artefakter, der er skabt med digitale teknologier (3D-print, laserskærer, sensorer m.m.), fx interaktive mobiler eller uroer, der bevæger sig ved hjælp af lyset, prototyper af et *Smart House* eller møbler, der er designet og maskinskåret af et stykke krydsfiner (jf. knock down-møbel).

For at kunne skabe med de forskellige former for digitalt fabrikationsudstyr og teknologier er det nødvendigt med helt specifikke tekniske færdigheder, som fx at kunne benytte et programmeringssprog, at kunne betjene et CAD-program eller at kunne bruge vektor-baseret software.

Argumentation og introspektion

Når der arbejdes med håndværk og design med fokus på teknologiforståelse, står faglige begreber som argumentation, introspektion, feedback og re-design centralt. Eleverne arbejder sammen og i forskellige feedbackstrukturer med at reflektere over de processer, som de gennemgår, og de artefakter, som de og andre designer, for derigennem at kunne udfordre og forbedre processer og produkter. Eleverne lærer at give, modtage og anvende feedback i forbindelse med udviklingen af digitale artefakter.

Eleven arbejder i iterative designprocesser, som bl.a. er kendetegnet ved formativ evaluering, hvor feedback og feedforward er vigtige elementer. Eleven lærer at reflektere over egen praksis og at kunne argumentere for designvalg som introspektion. Evalueringsprocessen er således mere kompleks, end som beskrevet i færdigheds- og vidensområdet *evaluering* for kompetenceområdet *design* i håndværk og design. Elevens designkompetence handler om, kritisk og reflektivt, at kunne vurdere, hvordan det nye digitale artefakt kan være en løsning ift. en fremtidig brugskontekst og afstedkomme forandringer for mennesker, lokalt og globalt.

Eleven skal på dette trin, under vejledning, kunne forberede og fremlægge en sammenhængende argumentation for designet. Ift. introspektion skal eleven, gennem eksempler, kunne italesætte den viden og de kompetencer, som er blevet erhvervet gennem designprocessen. Eleven skal under argumentationen for egne designvalg kunne bruge fagtermer og blive i stand til at skelne mellem påstande og belæg. Eleven skal på dette trin i nogen udstrækning selv kunne gennemføre en fremlæggelse og kunne modtage samt give konstruktiv feedback.

3.1 Eksempler på teknologiforståelse i håndværk og design

Faget teknologiforståelse rummer fire sammenhængende og indbyrdes afhængige kompetenceområder: **digital myndiggørelse**, **digital design og designprocesser**, **computational tankegang** og **teknologisk handleevne**. I håndværk og design tilgodeses særligt *digital design* og *designprocesser*. Det antages, at eleverne i håndværk og design kan bygge videre på en forståelse af computational tankegang opnået i særligt matematikundervisningen.

Vinklerne på undervisningsforløb i håndværk og design, med fokus på teknologiforståelse, kan variere meget, og man kan arbejde med alt lige fra elevproducerede digitale brocher, små prototyper af *Smart Houses*, opfinderlab, til sensorteknologi i fuglehuse, som registrerer, når fuglen flytter ind.

Trafiksikkerhed

Et problemfelt som trafiksikkerhed er aktuelt for eleven og kan være genstand for feltundersøgelser i lokalmiljøet fra og til skole. Der kan være behov for at finde løsninger til forbedring af trafiksikkerheden. Eleverne kan fx finde frem til, at udfordringen kan være, at det er svært at styre cyklen samtidig med, at man skal række hånden ud for at vise, at man skal dreje. Eleverne finder måske samtidig ud af, at problemet med sikkerhed er størst på den mørke tid af året, hvor det er svært at blive set som cyklist.

På den baggrund udvikler eleverne ideer til, hvordan de kan afhjælpe udfordringen med at bruge hænder til at vise af og holde på styret samtidig. Desuden spiller lys og lygter også en central rolle, som der også idegenereres ud fra.

Eleverne udvælger den bedste ide ud fra rammesættelsen af problemfeltet og kommer frem til en designløsning, som kan være et betræk eller en form for aggregat til en cykelhjelme med programmerede elementer, der, ved en intenderet adfærd, blinker til hhv. højre eller venstre. Eleverne skaber en mock-up af betrækket i fx lagenlærred eller 3D-print og udvikler et passende udtryk tilpasset målgruppen, som kan være fx børn i indskoling.

I designprocessen med konstruktion af betrækket til cykelhelmen bruges den tilgængelige teknologi. Fabrikationsteknologier og maskiner såsom laserskærere, 3D-printere, CNC-fræsere, vinylskærere, computerteknologi osv. er en central del af elevernes arbejde med at udvikle og konstruere digitale artefakter. I konstruktionen af betrækket eller aggregatet er det centralt for eleven at forholde sig til samspillet mellem form, funktion og fremtidig brugskontekst. Artefaktets form bestemmes til dels af materialevalget, men også af forarbejdningen af materialet. Det er vigtigt, at eleven i konstruktionen af artefaktet forholder sig til formens æstetiske udtryk i samspil med artefaktets funktion.

Til inspiration kan inddrages eksempler på digitale artefakter fra den materielle kultur, fx elektrisk tandbørste, fjernbetjening, smartphone, osv. Fokus på samspillet mellem form, funktion og brugskontekst kan danne baggrund for elevens egen konstruktion af digitale artefakter.

Digitale brocher

Digitale brocher kan eksempelvis produceres således, at eleven udarbejder en håndtegnet skitse (gerne med en tynd sort tusch). Denne skitse scannes ind ved hjælp af en scanner eller evt. en smartphone med relevant software, det kunne være AdopeCapture. Efterfølgende vektoriseres strengen i evt. Inkscape, så skitsen senere kan bruges som outline eller omrids til selve brochen, der som udgangspunkt CNC-fræses eller laserskæres. Eleverne går her fra en analog streg til en digital streg, som kan viderebearbejdes i softwaren. Hvis man vil undgå ledninger på brochen, kan man CNC-fræse et PCP, også kendt som en printplade, hvor outline bliver formen eller konturen på brochen, og kredsløbet er det fræste spor i printpladen. Man kan sige, at disse spor er en erstatning for ledninger. Kobberets gyldne farve giver i sig selv også et udtryk. Det kunne også være en krydsfinerplade, MDF-plade eller akrylplade, men så bliver man selvfølgelig nødt til at lodde kredsløbet sammen med ledninger. Husk blot at orientere dig om sikkerheden ved de forskellige materialer og maskiner. De små simple kredsløb eller mere avancerede kredsløb bearbejdes i eksempelvis softwaren Eagle for at kunne fræses som spor (trace) til det elektriske eller digitale kredsløb. Begge filer (outline og trace) behandles til sort/hvide PNG-filer, som så fræses ad to omgange på en tynd kobberbelagt printplade (PCB). Nu kan kobberbrochen udsmykkes med det valgte kredsløb med små dioder, der evt. kan udgøre det for øjne, et 3-volts knapcellebatteri og en lille kontakt. Eleven skaber her en skitse, som senere maskinbearbejdes med en bord-CNC med det tilsigtede udtryk. Et eksempel på en sådan broche kunne være omkredsen af et lille spøgelse, hvor øjnene er grønne dioder, der kan tændes og slukkes for.

Uroer eller mobiler af genbrugsmaterialer

Du kan som underviser i håndværk og design med fordel fokusere på temaer som "miljøbevidst design". Fx kan en opgave være at designe en uro eller mobil, produceret af genbrugsmaterialer, som starter og kører, når solen er fremme, ved hjælp af sensorteknologi, og i denne proces også komme omkring, hvad sensorteknologi er. Hvilken sensor vil passe til dette projekt? Skal uroen triggere af lys, lyd, bevægelse, fugt osv.? Man kan også drage perspektiver til produkter ude i verden. Hvilke sensorer bliver brugt til hvad?

Eleverne skal her granske i et feltstudie, hvad miljøbevidst produktion indebærer; hvorfor er det godt at genbruge træ, frem for blot at bruge nyt? Her kan hentes viden om produktion af træ, samt hvilken ressourcekrævende proces fremstilling af brugstræ er. Dernæst er opgaven at skaffe brugt træ, hvilket også kan tænkes som en elevaktiv opgave. Kan I få noget med hjemme fra gemmerne? Kan I skaffe noget fra skolens tekniske personale? Skal vi en tur på genbrugsstationen eller lignende?

Næste stadie i processen vil være det svære arbejde i at få mobilen/uroen til at balancere (dette kan være krævende) både i afprøvning af længden fra det hængende objekt til størrelsen på de forskellige objekter. Når mobilen/uroen så endelig hænger med en vis balance, kommer arbejdet med at få prototypen til at dreje ved hjælp af sensorer. Dette kunne eksempelvis være en lyssensor og en motor fra eksempelvis mærket Little Bits,

som er en form for små enheder, man sætter sammen ved hjælp af magneter. Dette gør, at Little Bits kan bruges igen og igen og kun kan sættes sammen, hvis de passer sammen. Til hurtige prototyper er de rigtig gode, og man kan senere arbejde med en mere permanent løsning, hvis dette ønskes.

3.2 Eksempler på teknologiforståelse i sammenhængende og procesorienterede forløb i håndværk og design

I arbejdet med teknologiforståelse i håndværk og design arbejdes der ofte ud fra en designopgave i undervisningen, hvor eleven præsenteres for et designbrief, som skal bearbejdes gennem en designproces. Underviserens tilrettelæggelse af denne designopgave sker ud fra fagets mål.

Det er et særligt væsentligt aspekt af lærerens vejledning i forbindelse med elevernes arbejde inden for design og udvikling af digitale artefakter, at elever og lærere agerer i et lærende fællesskab, hvor læreren stiller åbnende og perspektiverende spørgsmål, stilladser samtaler om og strukturerer de væsentlige arbejdsprocesser, der skal til, for at eleverne får den teknologiforståelse, designviden og færdigheder, it-teknisk viden og it-færdigheder, som undervisningen forudsætter.

For at tilgodese kompetencemålene for håndværk og design med fokus på teknologiforståelse bør man som underviser overveje, om valget af tema/problemstilling/komplekst problemfelt som udgangspunkt for undervisningsforløbene lever op til nedenstående kriterier:

- Er forløbet en del af den teknologiske hverdag, lokalt eller globalt?
- Er forløbet relevant for eleverne og/eller for samfundet?
- Er forløbet relevant ift. det teknologiske genstandsfelt?
- Tilgodeser forløbet faget som helhed, eller arbejdes der med enkelte kompetenceområder?

Her er det vigtigt at være opmærksom på, at et komplekst problemfelt – også kaldet et *wicked problem*, er et problem, som ikke kan løses med rutinemæssige metoder, teknikker og digitale forarbejdningsmetoder, som ses i den digitale produktion (forurening, eksempelvis). Inden for det komplekse problemfelt skal eleverne indkredse en problemstilling – også kaldet *tamed problem*, som deres designproces kan tage udgangspunkt i. Her har læreren en stor opgave i at sørge for en rammesætning, der sikrer et udgangspunkt i det teknologiske genstandsfelt.

Bæredygtig produktion

Et problemfelt kan være *bæredygtig produktion*. Affald er et problemfelt, eleverne er berørt af lokalt, men det er samtidig også et globalt problemfelt.

I færdigheds- og vidensområdet *rammesættelse* inddrages eleverne og gøres opmærksomme på, at rammesættelse er en del af designprocessen. Eleverne udfører undersøgelser af problemstillingen i form af feltarbejde, hvor problematikken undersøges gennem litteratur, internettet, interviews eller samtaler. Gennem undersøgelser udvikler eleverne en større viden om problemfeltet, som mulige løsninger kan basere sig på. Disse undersøgelser bør være stilladseret af læreren.

Eleverne arbejder med at frame og deframe, altså zoomer ind på problemfeltet ud fra deres egne oplevelser og verden, men også forsøger at se problematikkerne på globalt niveau. Eleverne skal opøve erfaringer med, hvordan de rammesætter problemstillinger, de selv kan undersøge og handle ud fra. Det er vigtigt, at eleverne får så mange forskellige erfaringer

med rammesættelse som muligt. Dette kan fx ske ved at lade rammesætningen eller større dele af designprocessen være iterativ (eleverne prøver – får feedback – og prøver igen).

For at afdække problemfeltet bør feltstudier eller en grundig researchfase være en del af en god rammesættelse. Eleverne bør stille spørgsmål, der har til hensigt at afdække problemfeltet yderligere, så designprocessen frem mod en løsning på problemstillingen bliver så præcis og meningsfuld som muligt.

I færdigheds- og vidensområdet *idegenerering* anvender og reflekterer eleven over idegenereringsteknikker til eksternalisering af ideer, der er relevante for problemstillingen. Eleverne arbejder iterativt, og gentagne gange opleves sammenhænge mellem rammesættelse af et problemfelt, idegenereringsteknikker samt eksternalisering af ideer.

I færdigheds- og vidensområdet *konstruktion* arbejder eleverne med eksternalisering af udvalgte ideer, fx tegninger, mindmap eller pap-mock-ups til simple, funktionsdygtige, digitalt styrede artefakter. Eksternalisering kan også i nogle tilfælde inkludere lettilgængelige robotter eller mikrokontrollere (som eksempelvis, Arduino, Micro:Bit eller Makey Makey). Det er centralt, at eleverne bliver i stand til at udtrykke egne ideer på måder, som giver mulighed for nye input til designprocessen fra andre elever, underviseren og eksterne parter.

Det er en god ide at skifte mellem klassesamtaler, gruppevejledning og individuel vejledning, når klassen skal i gang med at udvikle prototyper eller konstruktioner til løsninger. I forbindelse med elevernes konkrete arbejde med udviklingen af prototyper eller konstruktioner kan det være væsentligt at give feedback på elevernes arbejde og processer.

Eleverne præsenterer deres arbejde for læreren med afsæt i følgende spørgsmål:

- Hvad gør det for verden, at jeres produkt har en længere levetid?
- Hvad kan man gøre for at ændre på vores smid-ud-kultur?
- Kan det på nogen måde gøres sejt at kunne reparere eller opgradere et produkt?
- Er der produkter derude i verden, som arbejder ud fra disse værdier?

I færdigheds- og vidensområdet *argumentation og introspektion* fokuserer eleverne på den argumenterende del af problemfeltet, og hvorfor vi bør producere mere bæredygtigt. Her kan man undersøge nutidens produktion og kvalitet, samtidig med at man vil få nogle gode diskussioner om, hvornår, hvordan og hvorfor vi bør omstille os som mennesker. Man kan stille spørgsmål som: "Er det ok at lukke øjnene over for forurenende/giftig og ikke-bæredygtig produktion?"

Her vil eleverne skulle undersøge omfanget af denne form for produktion og tage stilling til selve problemet. Derimod vil de ikke skulle forholde sig til den tekniske og designmæssige del af emnet.

Vores grønne by

Et forløb i 5. klasse tager udgangspunkt i FN's verdensmål omkring "Bæredygtige byer og lokalsamfund" og "Ansvarligt forbrug og produktion". Eleverne rammesætter i deres designproces fra et verdensproblem til et problem hentet fra hverdagen.

Eleverne identificerer, hvilke producenter der i deres lokalområde arbejder med miljørigtig produktion eller modsat, hvilke virksomheder/produkter kunne nyde gavn af en mere bæredygtig produktion. En gruppe sætter sig for at ville undersøge den tekniske service-medarbejders produktion af en scene i skolegården og brug af trykimprægneret træ frem for eksempelvis lærk. Første skridt for gruppen bliver at danne sig et overblik over, hvad overvejelserne for valg af materialerne er, fx udfordringer med eksempelvis økonomi og holdbarhed af materialerne.

Gruppen finder ifm. et besøg ved de tekniske servicemedarbejdere på skolen, den lokale tømmerhandel, internettet og forskellige små artikler frem til, at der kan være mange fordele ved brugen af eksempelvis lærk. Men de finder også andre metoder for træbeskyttelse, såsom at brænde ydersiden af billigere træsorter og brug af genbrugstræ, måder hvorpå man kan reducere forurening og undgå giftstoffer i skolegården.

På baggrund af dette beslutter gruppen sig for at lave et brugsstudie, hvor de udsætter forskellige stykker træ for en hård medfart, såsom regn, jord og tid, og interviewer et firma, der gør sig i "brændt træ som udendørs materiale". Under dette opstår ideen om at udsmykke scenen med mindre ikoner af brændt fyrretræ fra brugte paller. Det brugte træ lasergraveres med elevernes håndtegnede ikoner, som er blevet vektoriseret i InkScape og dermed gjort mulige at lasergrave i træet. Eleverne arbejder her med vejen fra et analogt materiale til en digital og vektoriseret tegning. Med denne vektorisering åbner eleverne op for muligheden for at bearbejde deres skitse digitalt og få den produceret af maskiner, som eksempelvis lasercutteren, vinylskæreren eller andre teknologiske maskiner, samt at lade maskinen replikere flere af samme art i et flow.

Vekselvirkningen mellem den faglige fordybelse og den helhedsorienterede problemløsning vil variere gennem hele forløbet med en større og større tyngde på den tværfaglige og problemløsende karakter hen mod slutningen af forløbet.

Ift. ovennævnte digitale teknologier i undervisningseksemplerne går udviklingen stærkt. Derfor er det ikke muligt at pege på konkrete teknologier, der er egnede til det hele. Dog anbefales det, at teknologierne er:

- brugbare i flere forskellige undervisningsforløb og tværfagligt med andre fag.
- kan differentieres ift. klassetrin og elever/elevgrupper.
- kan bruges i samspil med andre teknologier.
- kan programmeres, formes og justeres efter eget ønske.
- kan anvendes til produktion af prototyper.
- omfatter den grad af sikkerhed, der er foreskrevet for faglokalet i håndværk og design (når klokken ringer).

Teknologier og digitale artefakter såsom computer, iPad, hjemmesider, søgemaskiner, apps, m.m., som i en vis udstrækning er gratis at bruge, er også yderst anvendelige i håndværk og design med fokus på teknologiforståelse.

Maskiner og teknologier i håndværk og design med teknologiforståelse

I arbejdet med håndværk og design med fokus på teknologiforståelse er det helt centralt, at eleverne lærer at arbejde med de mange forskellige softwares til arbejdet med digitalt producerende maskiners software, fx InkScape, TinkerCad, 123D-design eller Fusion 360, og dermed får mulighed for at skabe nye og re-designe digitale artefakter.

InkScape, som er en vektorbaseret software, der bruges til grafisk design, vælges, hvor der er behov for at designe et billede eller en skitse. En tegning laves fx om til vektorgrafik i programmet, så laserskæreren, vinylskæreren eller CNC-fræseren kan læse informationen og udføre det job, man beder den eksekvere.

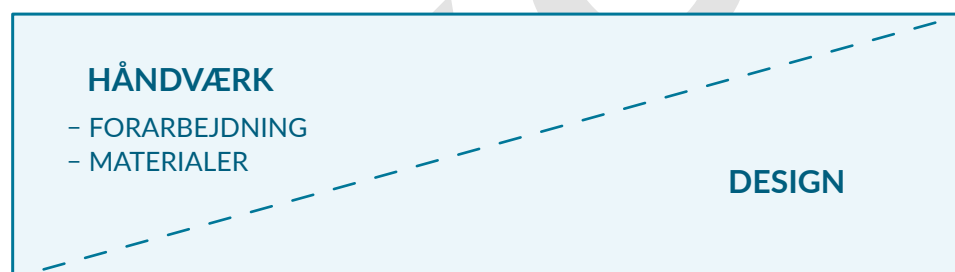
TinkerCad bruges ift. at designe og visualisere tredimensionelle modeller og er et CAD (Computer Aided Design) designværktøj. Det bruges til at opbygge 3D-designs ud fra geometriske former, men man kan også selv opbygge og definere figurer i softwaren. TinkerCad kan bruges ift. at opbygge tredimensionelle modeller, som eventuelt senere kan eksporteres fra softwaren til eksempelvis en STL- eller OBJ-fil, som kan slices (den software, som gør, at 3D-printeren kan arbejde med din fil eller mesh) og printes på en 3D-printer. Det er en god ide som underviser at lade eleverne starte med en mere styret opgave, så de får en fornemmelse af at opbygge tredimensionelt. Man kan også lade

eleverne starte deres skitsearbejde på millimeterpapir og derefter rykke over i TinkerCad, hvor den grundflade, man bygger op på, er magen til det analoge millimeterpapir, de lige har skitseret på. Herigennem opbygger de en forståelse for størrelser, mål, akser og rum.

Fusion 360 er mere avanceret og kræver, at underviseren og eleverne er mere rutinerede i brugen af software. Fusion 360 er et online CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) software, som kan bruges fra designproces til konstruktion af færdigt artefakt. Med Fusion kan eleverne arbejde med deres egne designs, men også styre eksempelvis CNC-fræsere, når de bl.a. fræser små støbeforme i voks til støbning af smykker i håndværk og design.

Progression

I håndværk og design illustrerer nedenstående model progressionen fra 4.-6. klasse, hvor håndværket, materialekendskab og tilegnelsen af tekniske færdigheder fylder en del i begyndelsen, og gradvist fylder designdimensionen mere, hvor eleverne både færdigheds- og vidensmæssigt, men også kognitivt, har bedre forudsætninger for at træffe valg mellem teknikker, materialer og maskiner ift. en given designudfordring.



I faget ligger implicit en progressionsmodel, use – modify – create, hvor eleverne først arbejder med et eksisterende digitalt artefakt for derefter at modificere artefaktet og til sidst re-designe det via iterative processer, således at eleverne skaber et nyt digitalt artefakt, der er deres eget. Denne progression gælder både ift. designprocesser og digitale produktionsprocesser. Læreren rammesætter undervisningsforløbet, så progressionen understøttes.

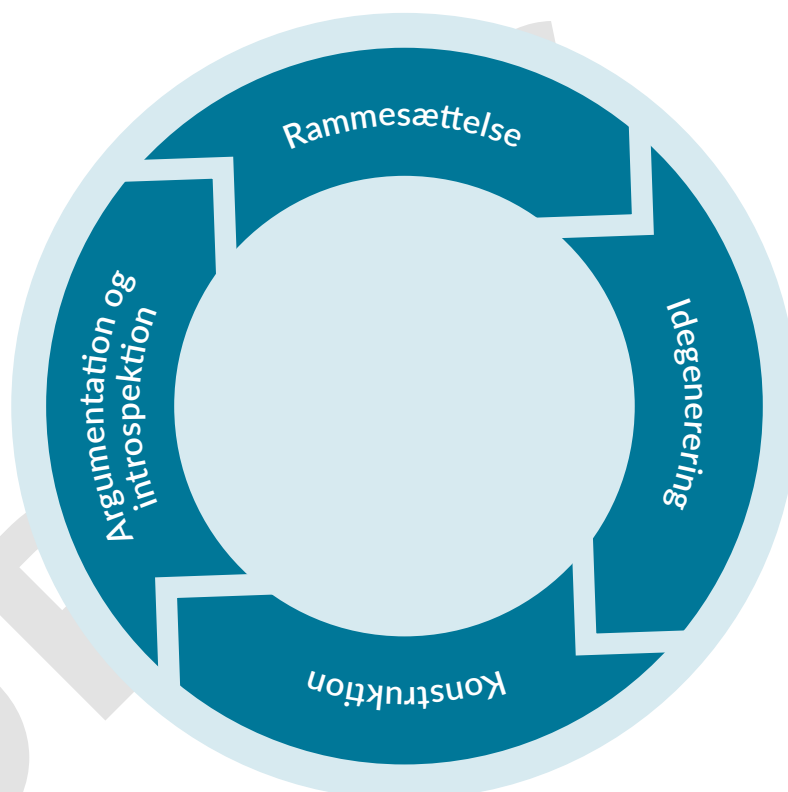
Ifølge progressionen inden for designprocessen er det hensigten, at eleverne gennem deres skoletid gradvist bliver introduceret til den iterative designproces, og at de på udskolingsniveau af sig selv tilgår et komplekst problemfelt med en iterativ tilgang, fordi de selv kan se fordelene ved denne proces. Progressionen kan også tage udgangspunkt i rammesættelse af en given problemstilling, og her er det særligt lærerens opgave at tilpasse et problem, således at det rammer niveauet for den enkelte elev.

Det er væsentligt, at der i det enkelte undervisningsforløb også arbejdes på tværs af kompetenceområderne, hvor vægtning af kompetenceområder vil variere afhængigt af genstandsfelt. Vekselvirkningen mellem faglig fordybelse og helhedsorienterede forløb giver anledning til overvejelser over undervisningens organisering ift. enkeltstående lektioner, temadage, projektuger og kombinationer af disse. Valg af genstandsfelter bør således variere, så der over tid både er specifikke faglige forløb samt forløb, hvor der knyttes sammenhænge mellem faget og øvrige fag.

3.2 Eksempler på et tværfagligt og procesorienteret undervisningsforløb i teknologiforståelse

Der er i læseplanen for teknologiforståelse ind i fag beskrevet et krav om tværfaglige forløb. Her beskrives eksempler på sådanne undervisningsforløb til 4.-6. klasse og 7.-9. klasse. Eksemplerne er på forhånd tænkt til at inkludere alle fire fag, der tilsammen bærer ansvaret for undervisningen i teknologiforståelse, men på de enkelte skoler kan man vælge at lave forløbet med tre af de fire fag.

Undervisningsforløbene er udfoldet med udgangspunkt i faserne i nedenstående designmodel:



Undervisningsforløbene er fordelt på trinforløb, men hvert forløb kan med justeringer tilpasses andre trinforløb. Nedenstående undervisningsforløb er derfor i sin helhed ikke afprøvet i praksis.

Intelligente skolemøbler til fremtidens faglokaler (4.-6. klasse)

Forløbet kan i større eller mindre grad inddrage nedenstående faglighed fra de fire fag i forsøgsprogrammet.

Håndværk og design – Håndværktøj og redskaber, teknikker, maskiner, ideudvikling, materialekombination og udtryk, produktrealisering og evaluering.

Matematik – Statistik, opmåling, matematiske undersøgelser, algoritmer/programmering, designproces.

Natur/teknologi – Naturfaglige undersøgelser, designproces, modellering, teknologianalyse.

Dansk – Digital myndiggørelse, digital design og designprocesser, præsentation og evaluering, skriftlig og mundtlig fremstilling.

Rammesættelse

Komplekst problemfelt – Skolens møbler er indkøbt med det formål at understøtte undervisning og læring i forskellige fag. I takt med at skolen og skolens fag udvikler sig, ændrer kravene sig også til indretningen af skolens faglokaler, herunder lokalets skolemøbler. Eleverne skal i forløbet integrere digital teknologi i faglokalets indretning eller i skolemøbler, så indretningen og møblerne i lokalet bedre understøtter undervisningen i skolens fag.

Indledende undersøgelser – Undersøgelse af et eksisterende faglokales indretning og skolemøbler ift. design, funktion og formål. Undersøgelse af elever og faglæreres ønsker til faglokalets indretning og skolemøbler ift. design, funktion og formål. Observationer af elever og læreres brug af lokalet, møbler, osv. Observationer af elever og læreres interaktioner. Hvilke problematikker er der i elever og læreres handlinger i klassen? Hvilke uopfyldte behov har elever og lærere i klassen? Det kan være en fordel at arbejde med et andet klasselokale og en anden klasse end elevernes egen. På den måde får eleverne større chance for at se både lokaler, møbler og interaktioner med andre øjne (jo mere man er en del af den kontekst, man undersøger, jo sværere er det at se noget nyt i den).

Afgrænsning – I fællesskab og med afsæt i elevernes egne undersøgelser udpeges centrale udfordringer ved faglokalets møbler og indretning ift. funktion og formål. Lad eleverne drøfte og kategorisere de forskellige udfordringer ud fra forskellige kriterier. Det kunne være bekvemmelighed/nødvendighed, elevbehov/lærerbehov, faglige temaer, fagets arbejdsmåder, klasserumsledelse, re-design eller design. Det er centralt at eleverne med lærervejledning oplever at kriterier kan anvendes til bevidste til- og fravalg, og at deres kategorisering er derved med til at afgrænse problemfeltet. Som underviser er det centralt, at du undervejs får faciliteret processer, som er medvirkende til, at eleverne selv sorterer udfordringer fra:

- som af forskellige grunde er urealistiske at arbejde videre med (fx pga. ressourcer, omfang, kompleksitet m.m.).
- som ikke har potentiale til at inddrage digital teknologi i løsningen.

Konkret problemstilling – Eleverne vælger den udfordring, som de vil designe en løsning til, og beskriver den som en konkret problemstilling.

Idegenerering

Her skal eleverne generere ideer på baggrund af den viden, de har skabt i undersøgelserne, og til den konkrete problemstilling, de har afgrænset fra problemfeltet. Der kan her anvendes forskellige teknikker som fx brainstorm, inspirationskort, brainbreaks til divergent tænkning, personaer og scenarier. Det er imidlertid vigtigt, at eleverne hjælpes til at vælge mellem ideerne i strukturerede processer, og at deres arbejde med at forberede konstruktionen stilladseres – fx gennem arbejdsark.

Konstruktion

I dette tværfaglige forløb vil det ofte give mening at lade eleverne lave en mock-up af deres ideer. En mock-up skal være noget, der kan laves på meget kort tid (fx 15 min), og som kan bruges til hurtigt at få noget viden om brugssituationen, samt til at kommunikere sin løsning til aftageren/brugeren. Det kan være en papmodel af et nyt møbel, placeringen af en knap, læreren skal aktivere, el.lign. I sidstnævnte tilfælde vil læreren kunne forholde sig til, om knappens placering giver mening i brugssituationen osv. Mock-ups handler om at give eleverne mulighed for meget hurtigt at afprøve centrale aspekter ved deres løsning. Det kan give mening at sætte den i spil som del af et scenarie, hvor man "spiller" den situation, som løsningen er tænkt til at skulle anvendes i.

Senere konstrueres en funktionel prototype, som eleverne skal præsentere.

Argumentation

Eleverne skal præsentere deres produkt i en samlet af argumentation for deres løsning. Argumentet for løsningen skal bygge på den viden, eleverne har genereret undervejs i processen i form af valg, fravalg, undersøgelser osv.

Det giver eleverne en mere autentisk oplevelse, hvis præsentationen ikke bare er til læreren og klassen. Optimalt set kan man invitere de interessenter, der i givet fald ville skulle tage stilling til implementering af elevernes løsninger (fx skolens leder, den anden klasse, som løsningen er lavet til, medlemmer af skolebestyrelsen, medlemmer af byrådet m.m.). Det handler imidlertid om at bruge de muligheder og ressourcer, der er tilgængelige for den enkelte lærer og skole. Det kan også fungere at lade eleverne præsentere for større dele af skolen, for forældre, eller at lægge produktvideoer på YouTube.

Velfærdsteknologi til vores bedsteforældre (7.-9.klasse)

Forløbet kan i større eller mindre grad inddrage nedenstående faglighed fra de fire fag i forsøgsprogrammet.

Samfundsfag – Velfærdssater, samfundsfaglige undersøgelser, statistik, digital myndiggørelse.

Matematik – Statistik, matematiske undersøgelser, algoritmer/programmering, designproces.

Fysik/kemi – Produktion og teknologi, naturfaglige undersøgelser, designproces, digital modellering, teknologianalyse.

Dansk – Skriftlig fremstilling (blogs, artikler), digital myndiggørelse.

Rammesættelse

Komplekst problemfelt – Velfærdsteknologi og digitalisering er teknologiske og digitale artefakter, der kan understøtte borgere i deres dagligdag. Velfærdsteknologi kan medvirke til, at mennesker med nedsat funktionsevne i alle aldre bliver mere selvhjulpne. Ifm. en rehabiliterende indsats hjælper velfærdsteknologiske løsninger til, at mennesker med nedsat funktionsevne opnår en bedre livskvalitet. Samtidig kan velfærdsteknologi medvirke til at understøtte mange af de sociale arbejdsopgaver, som i dag udføres af enten de pårørende eller pleje- og omsorgspersonale.

Velfærdsteknologi er en samlebetegnelse, der kan omfatte alt fra robotstøvsugere til sensorgulve, sensorer til at registrere bevægelse og aktivitet (smarte tekstiler), genoptræningssoftware, medicindoserings- eller medicin håndteringsteknologier, spiseroboter eller sociale robotter til kommunikation.

Problemfeltet bør på forhånd tilpasses elevgruppens designkompetence, fx ved at:

- afgrænse målgruppen, fx kun raske ældre mennesker i en ældrebolig/på et plejehjem, eller kun elevernes bedste -og oldeforældre.
- afgrænse udfordringsbilledet, fx så det kun indeholder praktiske, sociale og sundhedsfremmende (forebyggende) problemstillinger.

I forbindelse med afgrænsningen bør eleverne være med til at drøfte til- og fravalg inden for problemfeltet. Lad eleverne selv finde argumenter for at afgrænse problemfeltet ved fx at fravælge udfordringer med relation til personlig hygiejne, genoptræning, sygdomsforløb mv. Denne aktivitet egner sig til at inddrage etiske dilemmaer ift., hvad skoleelever kan beskæftige sig med. Det bør være et krav, at elevernes produkter er digitale og nyskabende. Derudover kan man som lærer vælge at anvende flere benspænd til at hjælpe med rammesætning af problem- og løsningsfeltet. Det kan fx være et krav, at eleverne skal udvikle noget, der får de ældre til at tilbringe mere tid med hinanden (socialt), noget der sparer på plejehjemmets ressourceforbrug, eller noget der giver personalet mere tid til at være sammen med de ældre.

Undersøgelse – Forløbet bør indledes med en undersøgelse af enten problemfeltet som sådan eller den af elever og lærere rammesatte problemstilling. Denne undersøgelse kan fx foregå på det lokale plejehjem, hvor eleverne kan interviewe de ældre, personalet eller eventuelt pårørende til de ældre. Eleverne kan også lave observationer af praksisser på plejehjemmet, tage billeder af indretning og tegne kort over rumindretning og brug af rummene. Alt dette vil kunne informere elevernes valg af løsninger. Det vigtige er, at eleverne får identificeret, hvad der er det vigtigste at tage med til næste trin i deres designprocesser.

Idegenerering

Her skal eleverne generere ideer på baggrund af den viden, de har skabt i undersøgelse og til den konkrete problemstilling, de har afgrænset fra problemfeltet. Der kan her anvendes forskellige teknikker som fx brainstorm, inspirationskort, brainbreaks til divergent tænkning, personaer og scenarier. Det er imidlertid vigtigt, at eleverne hjælpes til at vælge mellem ideerne i strukturerede processer, og at deres arbejde med at forberede konstruktionen stilladseres – fx gennem arbejdsark.

I dette forløb kan man fx arbejde med personakort, der repræsenterer de mange interessenter (personale, ledelse, pårørende, brugere, venner osv.) og forskellige andre, der kan tænkes at have interessante bud på, hvordan en løsning kunne se ud.

Man kan anvende inspirationskort med relevante materialer eller teknologier som en måde til både at brede løsningsfeltet ud og til at orientere eleverne mod bestemte former for løsninger.

Konstruktion

I dette tværfaglige forløb vil det ofte give mening at lade eleverne lave en mock-up af deres ideer. En mock-up skal være noget, der kan laves på meget kort tid (fx 15 min), og som kan bruges til hurtigt at få noget viden om brugssituationen samt til at kommunikere sin løsning til aftageren/brugeren. Det kan være en papmodel af den velfærdsteknologi, eleverne foreslår. I dette tilfælde vil personale, pårørende og ældre kunne forholde sig til, om løsningsforslaget giver mening i brugssituationen osv. Mock-ups handler om at give eleverne mulighed for meget hurtigt at afprøve centrale aspekter ved deres løsning. Det kan give mening at sætte den i spil som del af et scenarie, hvor man "spiller" den situation, som løsningen er tænkt til at skulle anvendes i.

Senere konstrueres en funktionel prototype, som eleverne skal præsentere. Denne kan fx være baseret på Micro:bits eller andre programmérbare mikroprocessorer. Hvis skolen har et makerspace, kan elevernes løsninger konstrueres vha. fx laserskærere og vinylcuttere og med anvendelse af håndværks- og designmaterialer.

Argumentation

Eleverne skal præsentere deres produkt i en samlet af argumentation for deres løsning. Argumentet for løsningen skal bygge på den viden, eleverne har genereret undervejs i processen i form af valg, fravalg, undersøgelser osv.

Det giver eleverne en mere autentisk oplevelse, hvis præsentationen ikke bare er til læreren og klassen. Optimalt set kan man invitere de interessenter, der i givet fald ville skulle tage stilling til implementering af elevernes løsninger (fx personale, de ældre, lederen af ældreboligen, medlemmer af kommunens ældreudvalg, pårørende m.m.). Det handler imidlertid om at bruge de muligheder og ressourcer, der er tilgængelige for den enkelte lærer og skole. Det kan også fungere at lade eleverne præsentere for større dele af skolen, for forældre, eller at lægge produktvideoer på YouTube.

Yderligere inspiration kan findes her:

<http://kunnskapsfilm.no/video/velferdsteknologi/>

<https://vimeo.com/61176906>

4 Evaluering af teknologiforståelse i håndværk og design

I forbindelse med evaluering af elevers arbejde i iterative designprocesser kan man med fordel arbejde med at opstille kriterier i undervisningen. Disse kriterier kan bruges som pejlemærker og være rammesættende for en feedback, hvor eleverne bliver en aktiv del af feedback-kulturen. Opstillingen af kriterier for en proces kan fx foregå ved, at læreren bringer to til tre kriterier på banen og lægger op til, at eleverne også er med til at opstille kriterier, så kriterierne bliver et fælles eje for hele klassen. Jo mere eleverne er vant til at arbejde procesorienteret, jo mere vil de kunne byde ind med kriterier for en god proces. Kriterier for en proces kan fx være i forhold til undersøgelsesfasen:

- I har interviewet mere end en interessent i forhold til jeres produkt.
- I har undersøgt et dækkende antal interessents perspektiv.

Eleverne kan da konkret vurdere hinanden og sig selv på nogle fælles kriterier, og kriterierne kan hjælpe dem til at overskue deres proces. Kriterier kan opstilles på forskellige dele af processen, men kan fx også opstilles for det gode samarbejde, som også spiller en væsentlig rolle i det procesorienterede arbejde.

Eftersom teknologiforståelse tager udgangspunkt i elevers skabende og kreative processer, er det særligt vigtigt både at evaluere elevernes produkter og de processer, igennem hvilke produkterne er blevet til.

Elevernes produkter i digitale designprocesser kan evalueres løbende af både lærer og andre elever gennem mundtlig og eventuelt skriftlig feedback på korte elevpræsentationer (pitches på 1-2 minutter). Desuden kan elevprodukterne evalueres som feedback på de endelige præsentationer af elevernes løsninger til det givne problemfelt. Det vil være en fordel at inkludere eksterne interessenter i en sådan afsluttende evaluering, fordi det højner elevernes oplevelse af autentisk problemløsning. I deres endelige præsentation skal eleverne argumentere for deres løsning, og i deres argument bør der omtales valg, eleverne har truffet undervejs, såvel som viden eleverne har skabt igennem designprocesserne. Eleverne kan med fordel se tilbage i en logbog for at blive opmærksomme på både de valg, de har truffet, og den viden, de har skabt.

Logbøger (digitale eller analoge) over elevernes skabende processer er også nyttige som redskaber – både til løbende (formativ) evaluering og stilladsning af elevernes arbejde med at udvikle digitale modeller og artefakter samt til efterfølgende (summativ) evaluering og refleksion over designprocesserne. Det er centralt, at logbøgerne både har fokus på elevproduktioner og rummer beskrivelser af elevernes processer. En måde at sikre, at eleverne får udfyldt logbøgerne, kan være at afsætte 5-10 minutter i slutningen af hver lektion (45 min) eller modul (90 min) til, at eleverne gennem tekst, fotos, video, skitser el. lign. beskriver, hvad de har lavet den seneste lektion. For at stilladsere elevernes udfyldning af logbøger er det en fordel at bede dem om at forholde sig til konkrete spørgsmål som eksempelvis:

- Hvad var det vigtigste, I lavede i de sidste 40 minutter?
- Nævn et valg, I traf, og forklar, hvorfor I valgte, som I gjorde?
- Hvad var sværest eller mest frustrerende? (hvorfor?)
- Hvad gjorde I, da I var allermest frustrerede?
- Hvad var det sjoveste/mest engagerende/bedste, I lavede?
- Hvad tager I særligt med jer fra de sidste 40 minutter?

Det er naturligvis vigtigt at vælge de spørgsmål, der passer bedst til de konkrete elever, og det er vigtigt, at besvarelsen ikke tager for lang tid. Hvis de samme spørgsmål bruges gennem et længere forløb, vil det få eleverne til at kunne udføre opgaven på kortere tid. Det kan være en fordel at bede om video, speak eller billeder, så det ikke er produktionen af tekst, der tager tiden fra eleverne.

Som afslutning på forløbet bruges logbøgerne til at skabe refleksion over elevernes processer, sådan at eleverne kan bruge disse erfaringer til næste gang, de har et forløb, hvor de skal være kreative og skabende. Som en stilladsning af dette arbejde kan læreren bidrage med refleksioner over, hvad eleverne med fordel kan fokusere på at gøre anderledes en anden gang. Man kan også her stilladsere elevernes egne refleksioner med konkrete spørgsmål eller specifikke krav. Det kan f.eks. være, at eleverne skal nævne tre situationer, de lærte noget af, to overvejelser, de vil dele med andre, og et element, de vil fokusere på ved næste omgang.

Evaluering af processer kan også foretages ved at observere på processerne. Direkte observation af elevernes arbejde i processer giver gode muligheder for at danne sig et retvisende billede af elevernes aktuelle tilgange og valg i de forskellige processer og dermed deres procesfaglige udvikling. Observationer er dog flygtige, og man bør derfor finde måder at fastholde indtrykkene på, så der senere kan samles op på dem. Observationerne kan være:

- direkte observation, hvor man som lærer er nødt til at notere eller på anden måde fastholde indtrykkene, mens de sker.
- optagelser af situationer, hvor man i fællesskab i klassen eller som lærer udleder centrale pointer, der har hjulpet eller bremset processen (her skal man være opmærksom på de relevante regler om indsamling og behandling af personoplysninger i forbindelse med optagelser, der inddrager elever).
- analyse af elevernes brug af værktøjer i form af eksempelvis processtyringsværktøjer, skemaer og spørgsmål til idegenerering, feedbackværktøjer el.lign.



UNDERVISNINGS
MINISTERIET

