



UNDERVISNINGS
MINISTERIET

Tillæg til undervisnings- vejledningen i natur/teknologi og fysik/kemi

Forsøgsprogrammet med
teknologiforståelse

Indhold

1 Om forsøgstillægget til undervisningsvejledningen i natur/teknologi og fysik/kemi	3
<hr/>	
2 Sammenhænge mellem fagene natur/teknologi, fysik/kemi og forsøgsfaget teknologiforståelse	4
2.1 Teknologiforståelse integreret i natur/teknologi og fysik/kemi	4
2.2 Natur/teknologi og fysik/kemi integreret i teknologiforståelse	10
<hr/>	
3 Tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering af undervisningen	11
3.1 Eksempler på teknologiforståelse i natur/teknologi- og fysik/kemiundervisningen	11
3.2 Eksempler på teknologiforståelse i sammenhængende og procesorienterede undervisningsforløb i natur/teknologi og fysik/kemi	17
3.3 Eksempler på et tværfagligt og procesorienteret undervisningsforløb i teknologiforståelse	22
<hr/>	
4 Evaluering af teknologiforståelse i natur/teknologi og fysik/kemi	27

1 Om forsøgstillægget til undervisningsvejledningen i natur/teknologi og fysik/kemi

Denne tilføjelse til eksisterende undervisningsvejledninger i natur/teknologi og fysik/kemi 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 natur/teknologi og fysik/kemi, hvor fagligheden er integreret i de to fag i en progression fra 1.-9. klasse (jf. tilføjelser til læseplaner og nye forsøgsfærdigheds- og vidensområder). Beskrivelserne i denne vejledning tydeliggør konkrete sammenhænge mellem to de fagligheder, særligt hvor de komplementerer hinanden.

Denne tilføjelse giver desuden inspiration til og understøtter tilrettelæggelse af teknologiforståelsesorienteret undervisning i natur/teknologi og fysik/kemi gennem beskrivelse og eksemplificering af forskellige tilgange til planlægningen, gennemførelsen og evalueringen af undervisningen.

Denne undervisningsvejledning tager udgangspunkt i et snævert fokus på den nye teknologiforståelsesfaglighed i natur/teknologi og fysik/kemi. Yderligere information ift. fagligheden i natur/teknologi, fysik/kemi og teknologiforståelse kan findes i de eksisterende undervisningsvejledninger for natur/teknologi, fysik/kemi samt teknologiforståelse som selvstændigt fag.

2 Sammenhænge mellem fagene natur/teknologi, fysik/kemi og forsøgsfaget teknologiforståelse

Fagligheden i det selvstændige teknologiforståelsesfag (se læseplanen for naturfag som selvstændigt fag) er grundlaget for den teknologiforståelsesfaglighed, som er integreret i natur/teknologi og fysik/kemi (se tillæg til læseplaner for teknologiforståelse i de to fag). Sammen med en række andre fag har teknologiforståelsesfaglighed i naturfag til formål at danne og uddanne eleverne til at deltage som aktive, kritiske og demokratiske borgere i et digitaliseret samfund. Teknologiforståelse som ny faglighed dækker i natur/teknologi og fysik/kemi over en række færdigheds- og vidensområder, der allerede indgår i fagenes beskrivelser. Derudover introducerer teknologiforståelse nogle nye perspektiver på den eksisterende faglighed.

Hvor eleverne i fysik/kemi fx selv skal "designe digitale og teknologiske løsninger på enkle problemstillinger", tilbyder det nye kompetenceområde **digital design og designprocesser** i en progression fra 1.-9. klasse en konkretisering af designprocesser. Designprocesser er altså både en ny faglighed for eleverne og nye måder at stilladser arbejdet med eksisterende faglighed.

2.1 Teknologiforståelse integreret i natur/teknologi og fysik/kemi

I dette afsnit udfoldes inden for tre overskrifter, hvordan teknologiforståelsesfagligheden kan bidrage til at understøtte elevernes faglige udvikling i natur/teknologi og fysik/kemi. Teksten giver konkrete bud på faglighed i skolefaget, som enten er identisk, eller som har overlap med den teknologiforståelsesfaglighed, som er beskrevet i de tilføjede mål og i læseplanen.

2.1.1 Kompetenceområder og -mål

Undersøgelse

I digital design og designprocesser i naturfag skal elever skabe digitale artefakter, som understøtter elevernes fysiske, kemiske og teknologiske undersøgelser. Disse artefakter skaber eleverne gennem designprocesser med digitale teknologier. Et sådant digitalt artefakt indeholder teknologier vedrørende elektronisk og digital styring, som i forvejen er kendt fra færdigheds- og vidensområdet *produktion og teknologi* fra fysik/kemi-faget. I teknologiforståelse som fag er der imidlertid i højere grad fokus på elevernes skabende og kreative processer. En anden forskel er, at hvor der i fysik/kemi lægges op til, at elevernes arbejde skal være systematisk, eksakt og reflekteret, er der i digital design og designprocesser i teknologiforståelse som fag fokus på elevernes arbejde som eksperimenterende,

iterativt og helhedsorienteret. Samtidig er der fokus på elevernes evner til at anvende og ændre kode (programstumper) for at skabe forståelse af sammenhængen mellem sensorer (input) og aktuatorer (output). Det er netop det programmeringslag, hvor forholdet mellem input og output bliver bestemt, der skaber elektronisk og digital styring.

Modellering

I forsøget med teknologiforståelse arbejder eleverne med digital modellering i naturfag. Hermed udvides de måder, man kan arbejde med modellering i naturfagene. Elevernes digitale modellering kan fx tage udgangspunkt i modellering og simulering af naturfaglige fænomener, der efterfølgende sammenlignes med enten virkelige, frivillige data fra forskning (Google har fx en tjeneste kaldet "Dataset search") eller elevernes egne data. Digitale modeller og simuleringer kan benyttes som færdige materialer til eleverne (det sker allerede i et vist omfang), men også som elevproduktioner.

Perspektivering

Perspektiveringskompetencen udvides i forsøget med teknologiforståelse til også at omfatte analyse af digitale teknologiers opbygning og funktion samt disses konsekvenser for samfundet og den enkelte.

Kommunikation

I forsøget med teknologiforståelse skal eleverne arbejde med at kunne argumentere for deres valg og fravalg ifm. udviklingen af digitale artefakter. Argumentationen er ikke væsensforskellig fra de argumentationsmodeller (fx Toulmins), som kendes fra eksisterende undervisning. Til gengæld arbejder eleverne inden for teknologiforståelse med at konstruere viden gennem designprocesser, og denne viden bliver til en del af argumentet for løsningen. Her skal eleverne altså arbejde med at skabe egne argumenter for egne produktioner.

2.1.2 Færdigheds- og vidensområder

Herunder følger inspiration til undervisningen i natur/teknologi og fysik/kemi, hvor man med fordel kan indtænke faglighed fra teknologiforståelse.

Natur/teknologi

I færdigheds- og vidensområdet *teknologi og ressourcer* arbejder eleverne på første trin med at undersøge "genstande fra hverdagen, der omfatter bevægelige dele og mekanismer. Det kan være mekanismer, der kan åbne, lukke, dreje, sammenhæfte, adskille, være magnetiske, fx dørhængsler, skabsmagneter, musefælder og skruelåg. Eleverne undersøger, hvordan nogle af disse mekanismer bevæger sig, virker og kan hjælpe os i hverdagen." I teknologiforståelse udvides dette med undersøgelse af digitale artefakter og sammenligning af disse med rent mekaniske genstande.

På andet trin i natur/teknologi "skal eleverne lære om enkel produktudvikling fra ide til implementering. Dette kræver kendskab til behov og efterspørgsel samt til materialer og teknikker. Eleverne skal som minimum fordybe sig i ét produkt." På tredje trin i natur/teknologi "lærer eleverne at udvikle produkter ud fra et givent behov eller problem, herunder at bygge robotter, der inddrager styring og enkle sensorer." I den forbindelse "arbejder eleverne med prototyper i form af egne mock-ups og modeludkast". Digital design og designprocesser i naturfag arbejder også med skabelse af produkter ud fra behov eller problemer samt med at lave både digitale prototyper og analoge mock-ups. Derfor kan digital design og designprocesser i naturfag med fordel ses som en del af og som en ramme for denne del af natur/teknologifaget.

Eleverne arbejder desuden med, hvordan man kan vurdere produkter og komme med forbedringsmuligheder ud fra spørgsmål som bl.a.: Hvilket problem løser den? Hvordan er den opbygget? Hvordan virker den? Kunne den være lavet af noget andet? Kunne den være konstrueret på en anden måde? Kunne den anvendes til noget andet? Denne del

af teknologi og ressourcer kan med fordel tænkes sammen med området *teknologianalyse* fra teknologiforståelsesområderne.

Færdigheds- og vidensområdet *vand, luft og vejr* indeholder målinger og simuleringer. På første trin "arbejder eleverne med vejr målinger, herunder vindhastighed, vindretning, nedbørs- og temperaturmålinger. Der inddrages digitalt måleudstyr i undersøgelserne." Allerede her kan eleverne begynde at arbejde med at anvende dataopsamling med mikroprocessorer som fx Micro:bit. Eleverne skal ikke selv lave koden på dette trin, men de kan godt få erfaringer med at anvende en mikroprocessor og evt. tilkoblede sensorer.

På andet trin skal eleverne "kunne sammenligne vejret i Danmark med vejret i andre regioner ud fra vejrudsigter, egne målinger og billeder. Eleverne anvender digitale vejrkort og simuleringer." Arbejdet med at sammenligne simuleringer med egne målinger, vejrudsigter og billeder kan med fordel ses i sammenhæng med *digital modellering* fra teknologiforståelsesområderne.

I færdigheds- og vidensområdet *natur og miljø* arbejder eleverne "med feltundersøgelser i naturområder til beskrivelse af disse, deres udformning og indhold. Der anvendes digitalt måleudstyr til undersøgelserne. Sidst i trinforløbet arbejder eleverne med feltundersøgelser, hvor også abiotiske faktorer måles. Herunder temperaturer, lys og fugtighed. Data-loggere kan indgå i dette arbejde." Det er muligt at anvende programmerbare mikroprocessorer med tilkoblede sensorer til dataindsamling som en del af teknologiforståelsesfagligheden.

I færdigheds- og vidensområdet *natur og miljø* arbejder eleverne også "med hovedtræk i livets udvikling på planeten Jorden, fra de første simple encellede organismer til den mængde af arter, der er i dag. Det er muligt at anvende digital modellering af evolution som en del af dette arbejde. På den måde vil dette færdigheds- og vidensområde fra teknologiforståelse kunne udvide arbejdet med evolution.

Fysik/kemi

Når eleverne "gennem undersøgelser af elektroniske og digitale apparater fra hverdagen [skal] opnå kendskab til, hvordan de fungerer og bliver reguleret", vil det være oplagt at samtænke dette med *teknologianalyse* og digital design fra teknologiforståelse. I teknologiforståelse skal eleverne analysere hvilke komponenter, digitale artefakter består af, mens de i digital design selv skal arbejde med at konstruere digitale artefakter. Det sidste passer med, at eleverne ifølge den eksisterende læseplan "kan begynde selv at udføre eksperimenter vedrørende elektronisk og digital styring" ud fra "viden om opbygningen af elektriske kredsløb, simpel programmering og transmission af data."

I fysik/kemi skal eleverne "kunne udforme en fysisk eller digital model af dele af en teknologisk proces i landbrug eller industri." Ifm. forsøget med teknologiforståelse vil det være oplagt at arbejde med at modellere disse teknologiske processer ved at skabe digitale artefakter – meget gerne som løsninger på aktuelle problemstillinger i landbrug eller industri.

Det samme gælder, når eleverne sidst i forløbet skal "arbejde med egne ideer til teknologiske løsninger på hverdagsproblemer." Når der endvidere lægges op til, at "elevernes arbejde [skal] være styret af, hvilke kriterier der skal være opfyldt for, at produktet fungerer efter hensigten, samt finde innovative forbedringer", er det oplagt at tænke det som designprocesser ifm. teknologiforståelse. Her skal eleverne selv opstille kriterier ud fra undersøgelser af brugskonteksten, bevidste valg og fravalg osv.

2.13 Tværgående temaer

Sproglig udvikling

Sproglig udvikling – både det mundtlige og det skriftlige sprog – indgår som en del af teknologiforståelse.

Undervisningen skal tilrettelægges, så eleven introduceres mundtligt og skriftligt til fagets ord og begreber, sproglige registre og tekster. Og undervisningen skal sikre sproglig udvikling i form af faglig læsning og skrivning. Sproglig udvikling har traditionelt set fokus på fire dimensioner af det talte og det skrevne sprog: samtale, lytte, læse og skrive.

Udvikling af alle fire sprogfærdigheder er en forudsætning for elevernes faglige udvikling i teknologiforståelse. Når eleverne i teknologiforståelse fx skal *"benævne forskellige typer af artefakter, vurdere digitale artefakter, beskrive fordele og ulemper, formulere og modtage feedback"*, foregår det i sprog både mundtligt og skriftligt. Det er lærerens opgave at stilladsere eleverne i at udvikle netop dette fagsprog – at støtte eleverne i at gå fra hverdagssprog til teknologiforståelses-fagsprog.

Teknologiforståelse repræsenterer en ny fagterminologi, som består dels af nye fagudtryk, fx *teknologianalyse, dataprocesser, flowdiagram og microprocessor*, dels af særlige faglige betydninger af kendte ord, fx *redesign, rammesættelse*, og også af fagets særlige teksttyper. Det kræver, at læreren har fokus på det nye ordforråd og de benyttede teksttyper, og at læreren anvender det systematisk og meningsfuldt i den faglige kontekst.

Ud over nye fagudtryk og særlige faglige betydninger af kendte ord skal læreren også være opmærksom på, hvordan ordforråd, teksttyper og skolesprog forstås og anvendes i teknologiforståelse. I skemaet er der listet eksempler op:

	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 teksters 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.

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.

It og medier

Der skal fortsat undervises i it og medier i natur/teknologi og fysik/kemi. For nærmere herom henvises der til den eksisterende læseplan for natur/teknologi og fysik/kemi.

Innovation og entreprenørskab

Natur/teknologi

I forbindelse med det tværgående tema *innovation og entreprenørskab* skal eleverne i natur/teknologi “demonstrere handling og kreativitet”. I forsøget med teknologiforståelse er det oplagt, at eleverne gør dette ifm. digital design og designprocesser. Det samme gælder, når eleverne i det tværgående tema skal “i en progression introduceres for og arbejde med elementerne i problemorienteret projektarbejde.”

Ved at lade elevernes arbejde med digital design og designprocesser foregår i grupper og ved at lave hyppige fremlæggelser med feedback fra både lærer og de andre elever lever et sådant forløb også op til, at eleverne i innovation og entreprenørskab skal “indgå i samarbejde med andre samt kunne give og modtage konstruktiv feedback.”

I forbindelse med det tværgående tema i innovation og entreprenørskab skal eleverne i natur/teknologi “dokumentere og begrunde tanker undervejs i arbejdsprocessen og i efterfølgende præsentation af et produkt, løsningsforslag eller en ide. Desuden skal eleverne kunne argumentere sagligt for egne valg og fravalg i udarbejdelse og formidling af handleforslag. Eleverne skal lære af egne og andres fejl...” Her vil det være oplagt at lade eleverne føre logbog. Denne logbog kan så bruges til at skabe et argument for deres løsningsforslag/produkt ud fra de valg og fravalg, eleverne har beskrevet i deres logbog. På denne måde bliver det, man i andre sammenhænge ville betegne som fejl, til nødvendige skridt på vej mod elevernes løsningsforslag/produkt.

Fysik/kemi

I forbindelse med det tværgående tema innovation og entreprenørskab skal eleverne i fysik/kemi “demonstrere handling og kreativitet”, “gennemføre problemorienteret projektarbejde i samarbejde med andre”, “udpege og formulere relevante problemstillinger”, “udvikle og designe løsningsforslag for handlemuligheder” og “designe digitale og teknologiske løsninger på enkle problemstillinger.” Alt dette kan i forsøget med teknologiforståelse med fordel gøres i designprocesser med digitale teknologier. Som beskrevet i denne vejledning og i den tilhørende læseplan er det netop udgangspunktet, at elever i teknologiforståelse skal arbejde kreativt og skabende med digitale teknologier. Eleverne arbejder her med rammesætning af problemfelter til problemstillinger, som eleverne kan handle i forhold til.

I det tværgående tema innovation og entreprenørskab skal eleverne “dokumentere og begrunde tanker undervejs”, “argumentere sagligt for egne valg og fravalg” og “lære af egne og andres fejl”. Her kan eleverne med fordel føre en logbog, som de afslutningsvis bruger til at skabe argumentationen for deres løsningsforslag/produkter. Her bliver valg og fravalg til en del af argumentationen for løsning/produkt, og det, man ellers ville kalde fejl, bliver til nødvendige trin på vej mod en løsning.

2.2 Natur/teknologi og fysik/kemi integreret i teknologiforståelse

Ligesom teknologiforståelsesfagligheden giver mulighed for at tilføje nye dimensioner til fagene natur/teknologi og fysik/kemi, indeholder naturfagene en lang række metoder og fagspecifikke områder, man kan trække på i de mere helheds- og procesorienterede forløb i teknologiforståelse.

Overordnet bidrager de naturfaglige kompetenceområder hver især med relevant faglighed i form af følgende:

- *Undersøgelseskompetence* – evnen til at undersøge på naturfaglige måder.
- *Modelleringskompetence* – evnen til at bruge, vurdere og bygge modeller.
- *Perspektiveringskompetence* – evnen til at perspektivere et fagligt indhold og faglige metoder.
- *Kommunikationskompetence* – evnen til at kommunikere om og med naturfag på naturfaglige måder.

De underliggende fagspecifikke færdigheds- og vidensområder i henholdsvis natur/teknologi og fysik/kemi rummer desuden en del af den faglighed, eleverne skal tilegne sig i helheds- og procesorienterede undervisningsforløb i teknologiforståelse for at kunne forstå og behandle komplekse problemfelter og udvikle kreative og skabende digitale artefakter.

3 Tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering af undervisningen

Dette afsnit berører nogle af de centrale overvejelser vedrørende tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering af teknologiforståelsesbaseret undervisning i natur/teknologi og fysik/kemi. Afsnittet tager udgangspunkt i konkrete eksempler på undervisningsforløb og/eller aktiviteter i forskellige undervisningsmæssige sammenhænge fordelt på trinforløb. Eksemplerne er suppleret med overvejelser om didaktiske valg og refleksioner, der (generelt) er forbundet med lærerens tilrettelæggelse af undervisningen.

3.1 Eksempler på teknologiforståelse i natur/teknologi- og fysik/kemiundervisningen

Når undervisningen i natur/teknologi og fysik/kemi ikke er planlagt med udgangspunkt i den teknologiforståelsesfaglighed, som er integreret i fagene, vil udvalgt teknologiforståelsesfaglighed kunne inddrages meningsfuldt i mange fagspecifikke læringssituationer. Det vil give eleverne mulighed for kontinuerligt, og i samspil med deres tilegnelse af naturfaglig kompetence, at udvikle og træne specifikke teknologiforståelsesfærdigheder. Samtidig kan et fokus på at inddrage teknologiforståelse bidrage med nye didaktiske tilgange, som potentielt kan medføre nye perspektiver på naturfagsundervisningen

I planlægningen og gennemførelsen af alle undervisningsforløb, som har deres afsæt i et natur/teknologi- eller fysik/kemi-genstandsfelt, bør det overvejes, hvorvidt og hvor der kan integreres relevant teknologiforståelsesfaglighed, i det omfang det også kan bidrage til elevernes udvikling af naturfaglig kompetence. Som inspiration til den planlægning og gennemførelse er der for hvert trinforløb beskrevet konkrete eksempler/ideer/tilgange til integration af teknologiforståelse i naturfagsundervisningen. Eksemplerne er suppleret med overvejelser om didaktiske valg og refleksioner og er kategoriseret inden for færdigheds- og vidensområder. For at tydeliggøre, hvilken teknologiforståelsesfaglighed der er forsøgt integreret i eksemplerne, er det i teksten markeret med et teknologiforståelsesbegreb i kursiv – fx (*teknologianalyse*).

1.-3. klasse (natur/teknologi)

Færdigheds- og vidensområde: Undersøgelser i naturfag

Der er flere faglige sammenhænge mellem området *undersøgelser i naturfag* og teknologiforståelse. En helt grundlæggende faglighed i både natur/teknologi og teknologiforståelse er elevernes evne til at kunne undre sig og stille spørgsmål, som de selv efterfølgende kan undersøge. Det er i den proces vigtigt, at elevernes nysgerrighed og evne til at undre sig løbende hjælpes på vej af underviseren gennem varierede undervisningstilgange. Når eleverne udfører naturfaglige undersøgelser i natur/teknologi er formålet grundlæggende, at de skal videreudvikle deres metodiske færdigheder, samtidig med at de opnår nye erkendelser og viden om natur og teknologi. Når eleverne derimod udfører naturfaglige undersøgelser i en digital designproces, er det grundlæggende formål ikke at få ny viden, men at finde relevant viden ift. at kunne skabe en digital løsning.

Der er imidlertid potentiale for, at disse to tilgange mødes i elevernes opsamling og behandling af undersøgelsesdata i begge trinforløb i natur/teknologi. Både i teknologiforståelse og i natur/teknologi arbejder eleverne med at opsamle data systematisk fra

undersøgelser – fx i lister, skemaer eller tabeller. Gennem undervisningen udvikles en begyndende forståelse af, hvordan fænomener, som fx ændringer i lyd, lys, temperatur og tilstandsformer, kan repræsenteres som data. I teknologiforståelse arbejder eleverne med, hvilken form fænomenerne skal oversættes til, for at de kan behandles af en computer, og med nogle af de muligheder og begrænsninger, der følger af sådan en oversættelse til data (*data*).

I forlængelse heraf, men i sidste del af trinforløbet 1.-3. klasse, introduceres eleverne til teknikker til databehandling, herunder digital lagring og visualisering af egen og andres undersøgelsesdata. Her kan eleverne arbejde med større datamængder indhentet over tid. Det kan fx være fra vejr-undersøgelser (nedbør, vind, temperatur, lufttryk) eller fra en sundhedsundersøgelse i egen familie (vægt, højde, kondital, hvilepuls, søvn, motion). Endelig bør eleverne stifte bekendtskab med databehandling og digitalisering af flere former for data om billeder, tekster og lyd, fx gennem indspilninger og scanning på eksterne enheder og/eller anden relevant input-teknologi.

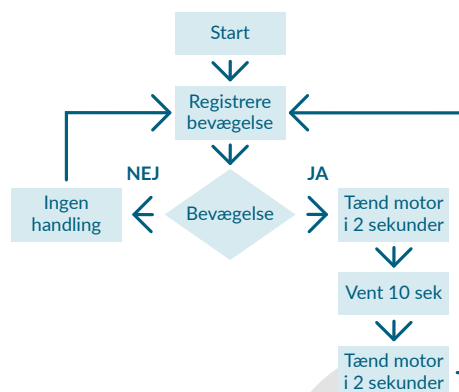
Færdigheds- og vidensområde: Teknologi og ressourcer

Et centralt element i natur/teknologi på dette trinforløb er elevernes egne undersøgelser af forskellige mekaniske og elektriske genstande fra deres hverdag, herunder genstandes funktion og anvendelsesmuligheder. Ved at udvide genstandsfeltet til også at omfatte undersøgelser af digitale teknologier fra elevernes hverdag kan man synliggøre, at mange digitale teknologier fra elevernes hverdag er videreudviklet med udgangspunkt i mekaniske og elektriske genstande. Eleverne kan fx undersøge mekaniske åbne-/lukkemekanismer i forskellige døre/låger/skabe og vurdere funktionalitet ift. til forskellige målgrupper (børn, ældre, handicappede). Herefter kan automatiske døre og låger inddrages som en teknologisk løsning på nogle af de identificerede udfordringer ved anvendelse af mekaniske døre/låger. I dette eksempel er elevernes egne erfaringer med automatiske døre udgangspunktet for en simpel teknologianalyse (hele klassen) med fokus på teknologiens opbygning, funktion, input og output. Som en del af analysen eller i forlængelse af den bør eleverne have mulighed for selv at lave modeller af automatiske døre, som skitserer opbygning og sammenhænge. En proces der støttes gennem spørgsmål som: Hvad får døren til at bevæge? Hvordan finder døren ud af, at den skal åbne? Hvorfor lukker den igen? (*idegenering/eksternalisering af ideer*). Hvis ikke selv eleverne peger på den elektriske motor og bevægelsessensorer undervejs, bør de introduceres her og evt. perspektiveres til andre genkendelige teknologier i hverdagen, fx tandbørste, hårtørrer samt sensorstyret lyskilde og vandhane. Her følger en række andre hverdagsgenstande (mekaniske og elektriske teknologier), som er relevante at undersøge og modellere inden for området *teknologi og ressourcer*, men som også har ligheder med digitale teknologier ift. funktion og formål, og som giver mulighed for at inddrage teknologiforståelse:

- Ur (mekanisk/elektronisk/digitalt)
- Vandhane (mekanisk/digitalt)
- Støvsuger (manuel/robot)
- Røgalarm (elektronisk/digital).

Sidst i trinforløbet vil eleverne med hjælp begynde at afkode databehandlingen i digitale teknologier, som fx styringen i automatiske døre, og beskrive simple dataprocesser med flowdiagrammer (*data, algoritmer*).

Eksempel på flowdiagram af databehandlingen i en automatisk dør.



Såfremt der i undervisningen fra 1.-3. klasse fagligt tages udgangspunkt i de ressourcer, der indgår i elevernes hverdag, herunder at eleverne lærer, hvor de kommer fra, og hvordan de anvendes, kan det gøres ved at planlægge et mere helhedsorienteret designforløb. Der vil i designprocessen være fokus på, at eleverne udvikler færdigheder i at undersøge, idegenerere og eksternalisere egne ideer til digitale teknologiske løsninger inden for et komplekst problemfelt, som på dette trinforløb kan omhandle vores ressourceforbrug af enten vand, fødevarer, elektricitet eller affald. På dette niveau afgrænser underviseren de komplekse problemfelter i relation til fagligheden i Fælles Mål, som i dette tilfælde beskriver nedenstående tre løsningsrum/perspektiver ift. at sikre ressourcer til hverdagen:

1. Øget produktion af ressourcer (i produktionskæden).
2. Mindske ressourceforbruget (hos forbrugeren).
3. Genanvendelse af produkter til nye ressourcer (hos virksomheden).

En velfungerende problemstilling til digitale designprocesser i naturfag skal være en, eleverne a) kan undersøge gennem naturfaglige tilgange, b) oplever er konkret, forståelig og overskuelig, c) kan helt eller delvist løse gennem design af et digitalt artefakt.

4.-6. klasse (natur/teknologi)

Færdigheds- og vidensområde: Undersøgelser i naturfag

I løbet af dette trinforløb bør eleverne gradvist bevidstgøres om, at systematiske naturfaglige undersøgelser også kan anvendes til at rammesætte komplekse problemfelter med henblik på at designe egne digitale artefakter. Desuden er en trial and error-tilgang ved eksperimenter vigtig for at understøtte både ift. elevernes udvikling af naturfaglig kompetence, men også i ift. udvikling af digital designkompetence, herunder særligt ved idegenerering og konstruktion.

Gennem undervisningen i natur/teknologi har eleverne lært at håndtere og blive fortrolige med forskellige analoge måleinstrumenter til fx at undersøge forhold som temperatur, tid, lyd og lys. Senere bør eleverne introduceres til digitale måleinstrumenter med tilsvarende funktioner. Som en undervisningsaktivitet kan elever sammenligne måleinstrumenterne ift. kompleksitet, funktionaliteter og præcision (*teknologianalyse*). Eleverne vil måske gennem deres egne undersøgelser opdage, at digitale måleinstrumenter kan virke præcise uden at være det, at de har flere funktioner, men at de også kan opleves som komplekse, hvorimod analoge måleinstrumenter måske vil opleves som nemt tilgængelige, men også kan være forholdsvis upræcise og svære at aflæse, fx pga. store intervaller mellem enheder. I fællesskab drøfter og laver klassen en fælles systematik for anvendelse af henholdsvis

analoge og digitale måleinstrumenter til undersøgelser. Lad også eleverne fx i grupper drøfte, hvilken type måleinstrument, de vurderer, bidrager mest til at forstå den faglighed, der måles på. Ofte vil eleverne have brugt begge typer instrumenter ret ukritisk og kan have svært ved gennemskue fagligheden bag særligt de digitale versioner. Herefter kan gruppedrøftelserne stilladseres mod en mere generel stillingtagen hos hver enkelt elev ift. deres egen anvendelse af digitale teknologier og artefakter (*begyndende konsekvensvurdering*).

“Hvilket måleinstrument har du størst tillid til – begrund hvorfor.”

“Hvordan har du det med at anvende et digitalt måleinstrument, som umiddelbart giver korrekte målinger, men hvor du ikke kan gennemskue, hvordan?”

“Hvordan bør forskere inden for naturvidenskab forholde sig til at anvende måleinstrumenter med stor præcision? Hvordan bør forskere forholde sig til deres undersøgelsesdata, hvis ikke de ved, hvordan de er blevet til?”

“Hvilken faglighed er nødvendig for at kunne forstå, hvordan et digitalt måleinstrument virker?”

“Hvilke digitale teknologier fra din hverdag kan du forklare, hvordan virker? Og hvad tænker du om det?”

“På en skala fra 1-10, hvor ukritisk anvender du digitale teknologier i hverdagen?”

“På en skala fra 1-10, hvor problematisk finder du din anvendelse af digitale teknologier?”

Færdigheds- og vidensområde: Modellering i naturfag

At beskrive den naturfaglige og/eller teknologiske virkelighed gennem algoritmer er en udvidelse af tilgangen til modellering i natur/teknologi, men en tilgang som har potentiale til, at eleverne både udvikler kompetence i teknologiforståelse samt bidrager med nye erkendelser af forskellige teknologiske og naturfaglige processer og fænomener. Eksempelvis kan eleverne i et undervisningsforløb, som har fokus på planters vækst, beskrive forskellige modeller af fotosyntesen, herunder som simple algoritmer af selve processen med ord eller piktogrammer.

Færdigheds- og vidensområde: Teknologi og ressourcer

I natur/teknologi arbejder eleverne med *teknologi og ressourcer*. I forsøget med teknologiforståelse vil det være centralt at give eleverne mulighed for selv at konstruere teknologiske løsninger på virkelighedsnære problemstillinger inden for natur/teknologifagets genstandsfelt. Ved design af løsninger ud fra konkrete og afgrænsede problemstillinger inden for et virkelighedsnært problemfelt vil det ofte være sådan, at digitale artefakter kun er en del af den samlede løsning.

Et eksempel på et fælles problemfelt for en klasse kunne være, at en række solceller (fastmonterede) ikke yder nok strøm til at oplade et batteri, som skal drive fx en soundboks. For at afklare, om solcellerne overhovedet har potentiale til at yde en større effekt, undersøges solcellernes maksimale ydeevne ved systematisk at måle effekt-output ved forskellige lysvinkler. For efterfølgende at kunne optimere udnyttelsen af solcellerne vil også undersøgelser af sollysets indfaldsvinkel på Jordens overflade samt Solens placering på forskellige tidspunkter af dagen være nødvendige. Elevernes undersøgelser og idegenerering kunne fx lede frem til en prototype, hvor solcellerne automatisk kan følge med Solens bevægelse (Jordens rotation) og dermed optimere sollysets indfaldsvinkel på solcellen. Løsningen medfører, at eleverne først skal udvikle en bevægelig konstruktion med batteri, solceller og en motor, der kan dreje solcellerne med sollyset. Derefter designes et digitalt artefakt, der kan styre den bevægelige konstruktion. Det kunne fx være en mikroprocessor, som har input fra sensorer, der måler lysintensitet i flere retninger eller er styret af tidspunktet på dagen, og hvis output sendes til et relæ, der kan tænde og slukke for strøm til motoren.

Færdigheds- og vidensområde: Mennesket

I natur/teknologi på mellemtrinnet kan eleverne gennemføre forskellige fysiologiske undersøgelser, når de skal lære om mennesket. Med en mikroprocessor kan eleverne selv designe digitalt måleudstyr (digitale artefakter) til at undersøge mennesket fysiologi og udholdenhed med. Det kunne fx være:

- reaktionstid
- hukommelse
- daglig bevægelse (skridttæller)
- kropstemperatur
- øjets lysfølsomhed
- søvnmønstre.

Find inspiration til programmering på både DR's Ultra:bit-hjemmeside eller Micro:bits egen hjemmeside.

7.-9. klasse (fysik/kemi)

Færdigheds- og vidensområde: Undersøgelser i naturfag

I dette område skal eleverne "i samarbejde med andre designe, opstille og gennemføre undersøgelser." Ifm. forsøget med teknologiforståelse i naturfag er det oplagt at strukturere arbejdet, hvor "eleverne [skal] identificere og formulere problemstillinger, der både har relevans for eleverne selv og andre" med en design proces-model. På denne måde arbejdes der med at "rammesætte og idegenerere inden for et problemfelt relateret til naturfag og teknologi", samtidig med at eleverne træner en central del af teknologiforståelsesfagligheden. Når eleverne tager udgangspunkt i designprocesser, vil rammesætningen skabe et fokus på, for hvem den rammesatte problemstilling er relevant. Samtidig vil en design-procesmodel skabe fokus på, at eleverne først skal undersøge problemstillingen grundigt, før de idegenererer ift. deres egentlige produkter.

I færdigheds- og vidensområdet *undersøgelser* i naturfag skal undervisningen "have fokus på elevernes indsamling og registrering af data. Eleverne skal arbejde med forskellige metoder til dataindsamling, herunder målinger foretaget med digital dataopsamling og andet elektronisk udstyr, samt andres observationer, bl.a. undersøgelsesdata fra internettet og multimodale naturfagstekster." Ifm. forsøget med teknologiforståelse i naturfag kan denne elektroniske dataopsamling med fordel gøres med sensorer, der er koblet til programmerbare mikroprocessorer (fx: Micro:bit, Arduino, Raspberry Pi). Hvis denne praksis etableres i 7. klasse, kan den anvendes igennem hele trinforløbet. Hermed opnår eleverne erfaringer med at lave eget eksperimentelt udstyr. Når eleverne selv skal arbejde med at lagre data fra sensorerne, får de et bedre udgangspunkt for at forstå, hvilke parametre der er i spil ifm. eksperimentelt udstyr i udviklingen af naturvidenskab. Det kan være parametre som præcision og mængde af målinger pr. tidsenhed. Til en mikroprocessor som Arduino findes stort set alle tænkelige former for sensorer, men Arduinoen kan være mere kompliceret at bruge end fx en Micro:bit. Sidstnævnte kan man også få en række sensorer til, og antallet vokser hele tiden.

Færdigheds- og vidensområde: Modellering i naturfag

I fysik/kemiundervisningen anvendes digitale modeller og simuleringer til, at eleverne bedre kan lære om og forstå forskellige abstrakte naturfaglige fænomener og sammenhænge. Med tilføjelsen af teknologiforståelsesfagligheden til fysik/kemi åbnes der op for også at inddrage elevproduktioner af digitale modeller og simuleringer.

Som supplement til mundtlig og skriftlig formidling kan elever, fx via udvikling af spil og simuleringer, udtrykke viden og indsigt i fysik/kemi-faglighed på nye, kreative og dynamiske måder. En fordel ved at lade eleverne konstruere egne simuleringer er fordybelsen, da eleverne er nødsaget til at "nørde" detaljer i naturfaglige fænomener og processer inden for fx elektricitet, bølgelære og tryk. For at kunne konstruere en simulering skal eleverne både kunne opsamle relevant data og omsætte det til en eller flere algoritmer, som en computer vil kunne forstå. Det er derfor væsentligt, at læreren er med til at udvælge faglighed, hvor kompleksiteten står mål med elevernes faglige niveau.

En anden form for digital modellering kan være inddragelse af spilgenren. Fx kan eleverne, med udgangspunkt i spændingsrækken, designe et computerspil om metaller og deres reaktionsvillighed, hvor opgavekravet er, at faglighed skal bevares og formidles til en yngre målgruppe, men hvor selve spil-designet er op til eleverne at finde på. Her får eleverne mulighed for at arbejde inden for en allerede kendt ramme (spilgenren), med en kendt faglighed og målgruppe (yngre elever) med det mål at forstå og formidle faglighed på en sjov og anderledes måde.

Færdigheds- og vidensområde: Produktion og teknologi

Store dele af færdigheds- og vidensområdet *produktion og teknologi* minder om mål fra forsøget med teknologiforståelse i naturfag. "I sidste fase skal eleverne gennem undersøgelser af elektroniske og digitale apparater fra hverdagen opnå kendskab til, hvordan de fungerer og bliver reguleret." Her trænes teknologianalyse fra kompetenceområdet **digital myndiggørelse** i forsøget med teknologiforståelse.

Senere skal eleverne arbejde med "at løse problemstillinger gennem inddragelse af it." Igen vil det være oplagt i forsøget med teknologiforståelse at anvende en designprocesmodel til dette arbejde med problemstillinger. Designprocesser og designprocesmodellen tilbyder et didaktisk værktøj til arbejdet med løsning af komplekse problemstillinger, samtidig med at disse designprocesser i sig selv er kernefaglighed i forsøget med teknologiforståelse.

I færdigheds- og vidensområdet *produktion og teknologi* skal eleverne "kunne udforme en fysisk eller digital model af dele af en teknologisk proces i landbrug eller industri", og de skal kunne "arbejde med egne ideer til teknologiske løsninger på hverdagsproblemer." I dette arbejde vil eleverne komme til at arbejde med mål fra færdigheds- og vidensområdet *digital design og designprocesser* i naturfag fra forsøget med teknologiforståelse i naturfag. Særligt hvis arbejdet struktureres med en designprocesmodel, vil eleverne kunne arbejde med alle målene fra færdigheds- og vidensområdet digital design og designprocesser i naturfag. Et udgangspunkt i en designprocesmodel vil også hjælpe til, at elevernes arbejde kan blive "styret af, hvilke kriterier der skal være opfyldt for, at produktet fungerer efter hensigten, samt finde innovative forbedringer."

Endelig skal eleverne kunne diskutere "fremkomsten af nyere, store teknologiske systemer, som computere, elforsyning, industrirobotter eller delvis automatiseret landbrug." Sådanne diskussioner opfylder mål fra færdigheds- og vidensområdet **digital myndiggørelse** (*teknologianalyse, konsekvensanalyse*).

Fællesfaglige undervisning i naturfagene

Da fysik/kemi har en forpligtigelse til at indgå i seks problembaserede og fællesfaglige forløb med naturfagene biologi og geografi på trinforløbet 7.-9. klasse, kan det på nogle skoler være meningsfuldt også at integrere dele af teknologiforståelsesfagligheden. Fx kan inddragelse af designprocesser i det problembaserede arbejde udmønte sig i digitale elevprodukter (artefakter), der er helt konkrete løsningsforslag på elevernes naturfaglige

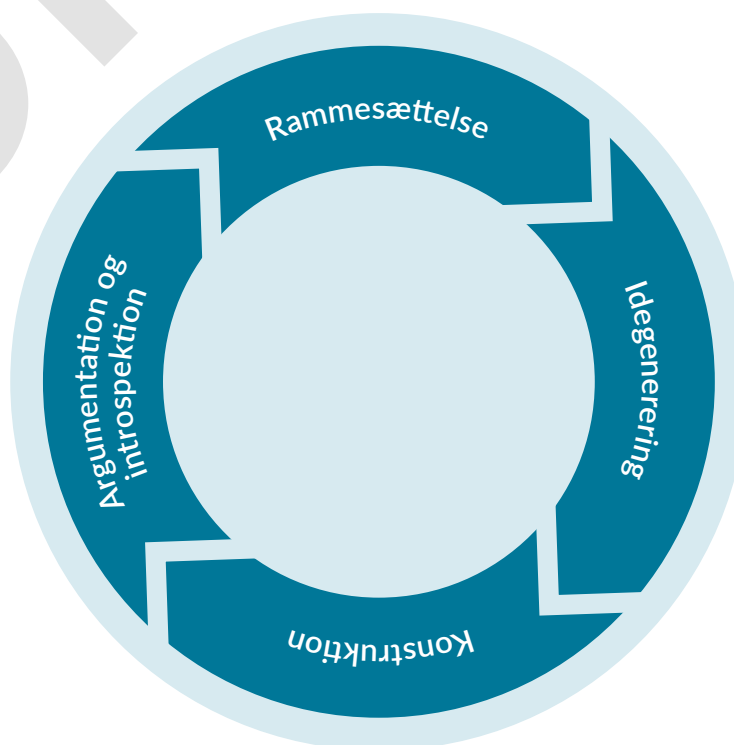
problemstilling. I fællesfaglige forløb er der normalt ikke forventninger til elevproducerede løsninger, men udelukkende at eleverne anvender naturfagernes metoder og genstandsfelter til at belyse problemstillingen. I det fællesfaglige fokusområde *teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår* kunne det komplekse problemfelt fx afgrænses til kun at omhandle digitale teknologier. Det er dog væsentligt, og det særligt i de prøveforberedende fællesfaglige forløb, at alle tre naturfag fortsat kan inddrages meningsfuldt af eleverne til at belyse deres naturfaglige problemstillinger. Inddragelsen af en digital designmodel i et fællesfagligt forløb kan alt efter elevernes evner stilladseres på forskellige måder. Grundlæggende vil det dog være nødvendigt, at:

- eleverne vejledes i, hvordan de afgrænser deres naturfaglige problemstilling yderligere for at kunne identificere et underliggende problem/arbejdsspørgsmål, som kan besvares med et digitalt artefakt.
- eleverne stilladseres til at anvende naturfaglige metoder som en del af den afgrænsning og generelt gennem rammesætningen.
- eleverne tidligt i processen bliver præsenteret for få og konkrete opgavekriterier, også for udviklingen af det digitale artefakt.

3.2 Eksempler på teknologiforståelse i sammenhængende og procesorienterede undervisningsforløb i natur/teknologi og fysik/kemi

Afsnittet herunder indeholder inspiration til sammenhængende og procesorienterede undervisningsforløb i henholdsvis natur/teknologi og fysik/kemi.

Undervisningsforløbene er udfoldet med udgangspunkt i faserne i nedenstående designmodel.



Undervisningsforløbene er fordelt på trinforløb, men hvert forløb kan med justeringer tilpasses andre trinforløb. Undervisningsforløbene herunder er i deres helhed ikke afprøvet i praksis.

Vertikale haver – 4.-6. klasse (natur/teknologi)

Rammesætning

I forløbet vertikale haver arbejder eleverne med programmerbare mikroprocessorer i designprocesser. Forløbet har særligt fokus på færdigheds- og vidensområdet digitale designprocesser i naturfag, men faglighed fra færdigheds- og vidensområderne *teknologi* og *ressourcer* og *natur og miljø* er relevant at inddrage i større eller mindre omfang.

I forløbet arbejder eleverne med at plante og passe nytteplanter på lodrette flader, som fx bygningsfacader, eller i vertikale, indendørs haver. Eleverne skal automatisere dele af pasningen af vertikale haver med programmerbare mikroprocessorer som fx Micro:bits. Eleverne kan fx få til opgave i grupper at bygge en vertikal have bestående af minimum tre planter. Eventuelt kan alle eleverne arbejde sammen om at fylde en del af en mur i skolegården eller en væg inde på skolen med planter. Fugtigheden i jorden ved planterne kan så monitoreres ved hjælp af en Micro:bit (eller en tilsvarende programmerbar mikroprocessor – fx Arduino). Eleverne kan også bruge et relay-board (en kontakt) til at styre en pumpe, der vander planterne efter behov. Opgaven kan eventuelt udvides med et akvarie med fisk, sådan at vand med fiskeafføring bruges til planterne (gødning), der til gengæld renser vandet (aquaponics).

Komplekst problemfelt – Præmissen for opgaven er, at vertikale haver er en del af en Urban Gardening-tendens, i hvilken produktion af fødevarer direkte i byerne ses som et tiltag, der dels sparer fossile brændsler ifm. produktion og transport af grøntsager og dels forbedrer luftkvaliteten i byerne. Da autenticiteten har stor betydning for elevernes motivation, bør der vælges planter med spiselige afgrøder. Det er vigtigt, at sådanne planter får den rigtige mængde vand, og derfor skal eleverne udvikle et system, der holder øje med fugtigheden i den jord, hvor planterne har deres rødder.

En alternativ præmis kan være, at planter er gode til at bekæmpe støj- og luftforurening i storbyer. Her vil man typisk vælge nogle mere robuste plantetyper. Hvis vertikale haver placeres strategisk rundt omkring i byerne, vil det kunne afbøde effekterne af både trafikstøj og luftforurening. Det er til gengæld svært at få passet alle de planter – særligt når mange af dem hænger højt oppe. Derfor skal eleverne lave et system, der automatiserer pasningen.

En tredje præmis kan være, at planter kan skabe et bedre indeklima på elevernes skole ved dels at rense luften og dels at begrænse støjniveauet. Afhængigt af valg af planter og placering af planter kan problemet være, at planterne skal vandes ret præcist og ret ofte, eller at planterne skal placeres, så de er svære at nå.

Indledende undersøgelser – Eleverne skal undersøge behovet for vertikale haver og problematikker ift. pasning af vertikale haver. Det er derfor være naturligt indledningsvist at lade eleverne udføre forskellige vækstforsøg for at undersøge specifikke vækstbetingelser for de valgte planter. Eleverne bør undersøge mulige placeringer af vertikale haver i deres nærmiljø – fx et sted i deres by eller på deres skole. Herefter kan de tage kontakt til kommunens teknik og miljø-afdeling og spørge til, hvorfor der ikke er flere vertikale haver i byen, eller de kan tale med pedellen på deres skole og eventuelt også med skolelederen. Målet er, at eleverne identificerer en mulig placering af vertikale haver, og hvis det er på skolen, at de planlægger at lave en vertikal have på dette sted. Eleverne skal også afdække problematikker, de kan afhjælpe vha. eksempelvis mikroprocessorer som Micro:bits. Der er et indbygget dilemma ift., om eleverne SKAL tage udgangspunkt i automatisk registrering af fugtigheden i jorden (i så fald kan det med fordel stilles som et krav fra begyndelsen), eller om eleverne selv skal finde frem til de problematikker, de vil arbejde med.

Afgrænsning – I fællesskab og med afsæt i elevernes egne undersøgelser udpeges centrale udfordringer ved pasning af vertikale haver. Lad eleverne drøfte og kategorisere de forskellige udfordringer ud fra forskellige kriterier. Det kunne være anvendelsen af menneskelige ressourcer (og omkostninger herved), planternes overlevelse ifm. ferier, weekender m.m., bæredygtighed (bedre udnyttelse af vandressourcer ved præcis vanding). Det er centralt, at eleverne med lærerens vejledning oplever, at kriterier kan anvendes til bevidst til- og fravalg, og 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.

I denne del af processen vil det være hensigtsmæssigt, at eleverne løbende formidler og får feedback på deres ideer.

Konstruktion

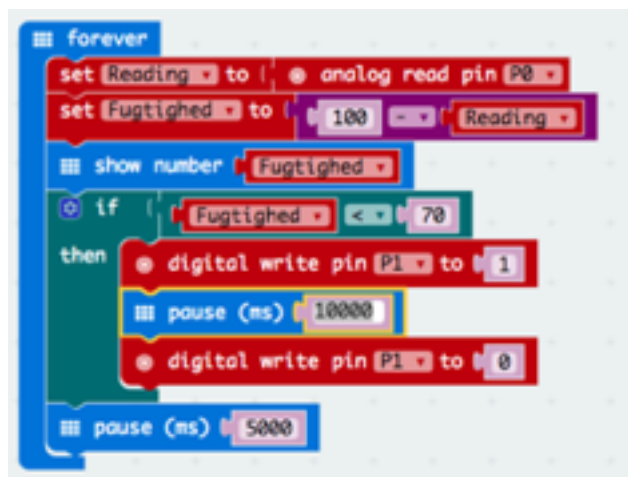
Konstruktionen vil typisk bestå af to dele – en hvor eleverne bygger et setup med planter over hinanden (alt efter elevernes faglige niveau og/eller et ønske om fokus på udviklingen af et digitalt artefakt kan det evt. være lavet af læreren på forhånd), og en hvor eleverne konstruerer den digitale/automatiserende del af projektet.

Bygge-aktivitet – Der kan være mange måder at bygge vertikale haver på. En hurtig måde er at anvende kasserede europaller. Hvis en sådan stilles op, kan der nemt laves tre hylder, hvor der kan plantes afgrøder el.lign. En anden mulighed er at plante i omvendte plastikflasker, hvor bunden er skåret af, og en tredje er at lave et ophæng til de plastikpotter, planterne købes i. Det giver en langt bedre opgaveløsning, når eleverne skal bygge til et specifikt sted på skolen, hvor planterne efterfølgende skal hænges op. Hvis dette sted er udendørs, bør man sikre Micro:bits mod regn og tyveri.

Teknologi-konstruktion – Eleverne kan fx løse opgaven ved at bruge en Micro:bit til at måle fugtigheden i den jord, planterne står i. Hvis jorden er for tør, kan eleverne bruge denne måling til at få Micro:biten til at afgive en eller anden form for alarm, eller de kan bruge den til at aktivere en pumpe. Fugtighedsmåleren laves ved at forbinde to søm i jorden til to porte på Micro:biten ved hjælp af ledninger med krokodillenæb.

Programmering – Som vist i nedenstående eksempel, kan en hjemmebygget fugtsensor aktivere en pumpe vha. nogle få blokke i makecode.microbit.org.

Eksempel på kode



Eksempel på kode lavet med makecode.microbit.org. I dette tilfælde aktiveres pumpen i 10 sekunder (10000ms), når fugtighedsmålingen er under 70.

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 implementere elevernes løsninger (fx et medlem af teknik- og miljøudvalget, en kommunal gartner, skolens leder el.lign.). 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.

SMARTE tekstiler (til brandmanden) – 7.-9. klasse (fysik/kemi)

Rammesætning

Ved at arbejde med at bygge digital teknologi ind i tekstiler, der anvendes til særligt krævende formål, kan eleverne øve digital design og designprocesser i naturfag. Afhængigt af, hvilken situation man vælger at lave smarte tekstiler til, vil man også kunne inddrage mere traditionel fysik/kemi-faglighed. Man kunne fx arbejde med politiuniformer, laboratoriekitler, fiskeres beklædning, sportsudstyr eller beklædning til fængselsbetjente (det vil være en god ide at udnytte kontakter i forældregruppen el.lign.). I dette forløb tager vi udgangspunkt i brandmænds uniformer, fordi det også giver os mulighed for at arbejde med forskellige fænomener ifm. brand og brandsikkerhed, som er fagligt relevant for fysik/kemi, herunder forbrændingsprocesser, brandtrekanten, laboratoriesikkerhed, stof- og materialekendskab mv.

Komplekst problemfelt – En del af elevernes arbejde er at rammesætte problemfeltet på en måde, så de inden for denne ramme kan lave et digitalt artefakt, der undersøger eller bidrager til løsning af en problemstilling i dette felt. Hvis eleverne fx arbejder med smarte tekstiler til brandmænd, skal de finde ud af, hvilke problemer en sådan brandmand står overfor, som vil kunne løses ved hjælp af sensorer og outputteknologier i brandmands-

dragter. Herefter skal eleverne rammesætte disse problemer på en måde, så eleverne kan designe en prototype, der kan imødekomme de rammesatte problemstillinger. Det kunne fx være at give en alarm, når temperaturen på ydersiden/indersiden af tøjet blev for høj, eller når specifikke forhold er til stede, som kan skabe overtænding (<https://brs.dk/viden/publikationer/uddannelsesmateriale/Documents/Elevhæfte%20-%20Brandforløb.pdf>). Det kan også være, at eleverne kan lave en prototype, der fx indeholder en pumpe, der kan væde brandmandsdragten, hvis den bliver for varm (kræver en vandtank), eller som på anden måde kan skabe en forbedring af en problematisk og/eller faretruende situation. For at sikre sig at elevernes produkter bliver digitale, er det vigtigt at stille opgaver, der dels er tilstrækkeligt åbne til at give plads til elevernes egne rammesætninger og designprocesser, og som dels lægger op til anvendelse af digitale teknologier. En direkte måde at gøre det på kan være at give eleverne det benspænd, at deres løsning skal være et digitalt artefakt, eller at et digitalt artefakt skal indgå som en del af løsningen.

Man kan evt. lade sig inspirere af det norske forløb om udvikling af smarte tekstiler til fiskere: <http://kunnskapsfilm.no/video/smart/>.

Indledende undersøgelser – For at kunne foreslå relevante løsninger skal eleverne starte med at undersøge brandmænds udfordringer og arbejdssituation. Undersøgelsen bør inkludere eksisterende udstyr til brandmænd med særligt blik for digitale teknologier og smarte tekstiler og undersøgelse af brandmænds ønsker til nye, smarte tekstiler ift. design, funktion og formål. De indledende undersøgelser bør også bidrage til, at eleverne får viden om, hvilke forhold der har indflydelse på forbrændingsprocessen (brandtrekanten).

Afgrænsning – I fællesskab og med afsæt i elevernes egne undersøgelser udpeges centrale udfordringer ved brandmænds uniformer. Lad eleverne drøfte og kategorisere de forskellige udfordringer ud fra forskellige kriterier. Det kunne være bekvemmelighed/nødvendighed, vægt/funktioner, holdbarhed, forebyggelse osv. Det er centralt, at eleverne med lærervejledning oplever, at kriterier kan anvendes til bevidste til- og fravalg, og deres kategorisering er derved med til at afgrænse problemfeltet. Som underviser er det centralt, at du undervejs får faciliteret processer, som er med 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 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 denne del af processen vil det være hensigtsmæssigt, at eleverne løbende formidler og får feedback på deres ideer.

Konstruktion

På dette niveau 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 at tage udgangspunkt i en vest, som brandmanden bærer uden på sin uniform, men alene fokusere på at udforme en mock-up til en digital boks (med mikroprocessor i), brandmanden skal have under tøjet el.lign. og som er forbundet med vesten. I dette tilfælde vil en boks på samme størrelse kunne bygges i pap, og brandmanden/eleverne vil kunne forholde sig til, om han/de kan have den siddende,

om han kan have den ønskede interaktion med boksen osv. Mock-ups handler om at give eleverne mulighed for meget hurtigt at afprøve centrale aspekter ved deres løsning.

Senere konstrueres en funktionel prototype, som eleverne skal præsentere.

Argumentation

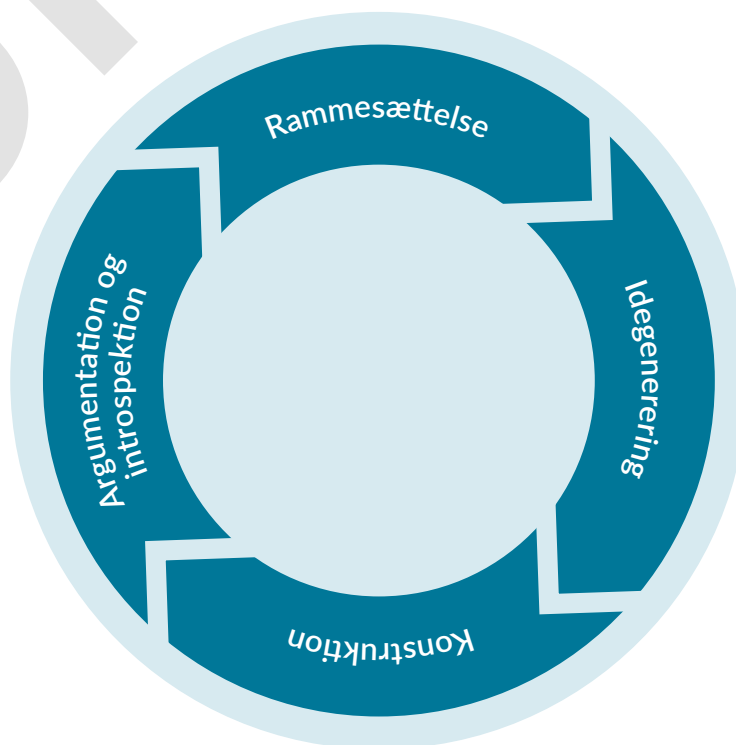
Eleverne skal præsentere deres produkt i en samlet af argumentation for deres løsning. Argumentet for løsningen skal bygge på den viden, eleverne har genereret undervejs i processen i form af valg, fravalg, undersøgelser osv.

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 implementere elevernes løsninger (fx en brandmand eller en arbejdsmiljørepræsentant for brandmænd). 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.

3.3 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. Undervisningsforløbene herunder 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.

Idgenerering

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 funktional 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 – Velfærdsstater, 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 plejehjemets 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 interesser (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 programmerbare 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 skal 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/>

FORSSØG

4 Evaluering af teknologiforståelse i natur/teknologi og fysik/kemi

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 stilladsring 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 besvarelserne 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 stilladsering 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

