



UNDERVISNINGS  
MINISTERIET

---

# Tillæg til undervisnings- vejledningen i matematik

Forsøgsprogrammet med  
teknologiforståelse

# Indhold

---

---

1 Om forsøgstillægget til undervisningsvejledningen i matematik	3
<hr/>	
2 Sammenhænge mellem faget matematik og forsøgsfaget teknologiforståelse	4
2.1 Teknologiforståelse integreret i matematik	4
2.2 Matematik integreret i teknologiforståelse	8
<hr/>	
3 Tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering af undervisningen	10
3.1 Eksempler på teknologiforståelse i matematikundervisningen	10
3.2 Eksempler på teknologiforståelse i sammenhængende og procesorienterede undervisningsforløb i matematik	15
3.3 Eksempler på et tværfagligt og procesorienteret undervisningsforløb i teknologiforståelse	19
<hr/>	
4 Evaluering af teknologiforståelse i matematik	23

# 1 Om forsøgstillægget til undervisningsvejledningen i matematik

---

Denne tilføjelse til den eksisterende undervisningsvejledning i matematik 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 matematik, som fagligheden er integreret i de to fag i en progression fra 1.-9. klasse (jf. nye forsøgs-færdigheds- og vidensområder og læseplanen). 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 matematik 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 matematik. Yderligere information ift. fagligheden i matematik og teknologiforståelse kan findes i de eksisterende undervisningsvejledninger for matematik og teknologiforståelse som selvstændigt fag.

## 2 Sammenhænge mellem faget matematik og forsøgsfaget teknologiforståelse

---

Faglighederne i matematik og teknologiforståelse har mange snitflader, og samspillet mellem de to fagligheder skal bidrage til, at eleven får tillid til egne muligheder og sættes i stand til at handle og indgå som demokratisk borger i et samfund med øget digitalisering. Såvel i teknologiforståelse som i matematik er der fokus på kreativitet, problemløsning og kritisk stillingtagen. Teknologiforståelse peger samtidig ind i stk. 3 i fagformålet for matematik, der har fokus på matematikkens rolle i samfundet og elevens evne til at forholde sig vurderende til den og tage ansvar og øve indflydelse. Her danner matematikken en del af grundlaget for at forstå de omgivende digitale teknologier, som eleverne møder i deres hverdag.

Alle fire kompetenceområder i forsøgsfaget teknologiforståelse kan meningsfuldt integreres i matematikfaget, men nogle af områderne er mere oplagte end andre. Det handler især om kompetenceområderne **teknologisk handleevne** og **computational tankegang**. Her trækker mange af færdigheds- og vidensområderne fra forsøgsfaget teknologiforståelse tråde til færdigheds- og vidensområder i matematikken. Det gælder både inden for stofområderne *tal og algebra* og *statistik og sandsynlighed* samt inden for de matematiske kompetencer, der alle kan sættes meningsfuldt i spil i en undervisning med teknologiforståelsesfagligheden integreret i matematikfaget.

### 2.1 Teknologiforståelse integreret i matematik

Teknologiforståelse og matematik kan på mange måder komplementere hinanden, bl.a. på grund af de mange overlap mellem faglighederne. Disse overlap vil blive foldet ud i afsnittene herunder.

#### 2.1.1 Kompetenceområder og mål

I Fælles Mål for matematik beskrives under kompetenceområdet *matematiske kompetencer*, hvordan eleven gradvis skal udvikle kompetencer til at handle i situationer med matematik. Her udgør mødet med de digitale teknologier situationer med matematik, og mange af de valg, der er truffet i udviklingen af teknologierne, samt de underliggende strukturer og algoritmer, bygger på matematikken og især på matematisk modellering. Slutmålet for de matematiske kompetencer er, at eleven skal kunne handle med dømmekraft i komplekse situationer med matematik. Her vil teknologiforståelse kunne bidrage med perspektiver omkring designvalg samt den påvirkning af samfundet, de digitale artefakter medfører. Det vil sætte de matematiske kompetencer ind i en konkret anvendelseskontekst.

I kompetenceområdet statistik og sandsynlighed arbejder eleverne med at gennemføre og vurdere statistiske undersøgelser. Også her kan faglighed fra teknologiforståelsesfagets kompetenceområder **digital design og designprocesser** og **digital myndiggørelse** sætte nye perspektiver og faglighed på det at undersøge og indsamle data, da begge kompetenceområder netop har fokus på at forstå behov og undersøge brug. Derudover handler computationel tankegang bl.a. om den behandling af data og digitalisering af observationer, der ligger til grund for mange af de digitale teknologier omkring os. En dybere forståelse af denne udmøntning af dataindsamling til skabelsen af et konkret produkt eller til at levere et output i en digital enhed kan være med til at nuancere og udvide elevens forståelse af det at undersøge.

### 2.1.2 Færdigheds- og vidensområder

I arbejdet med teknologiforståelsesfagligheden vil vidensområderne fra de matematiske kompetencer relativt enkelt kunne tænkes ind.

Problembehandlingskompetencen handler bl.a. om, at eleven skal kunne gennemføre problembehandlingsprocesser, der kan sammenlignes med nogle af de processer, man gennemgår i udviklingen af digitale artefakter, og mange af tilgangene fra teknologiforståelse kan berige problembehandling i matematik. Det gælder det store fokus på iterative designprocesser, ligesom også dekomposition af problemer og strukturering fra kompetenceområdet computationel tankegang kan være gode værktøjer i en problemløsningsproces.

Modelleringskompetencen i matematik skal sætte eleverne i stand til at afgrænse problemstillinger fra omverdenen, gennemføre modelleringsprocesser og vurdere matematiske modeller. Den modellering, der foregår i teknologiforståelse, vil til dels kunne tænkes sammen med matematisk modellering, og den vil samtidig kunne øge elevernes forståelse af, hvordan modellering i forskellige sammenhænge indgår i de digitale artefakter, der omgiver dem og påvirker dem.

Ræsonnements- og tankegangskompetencen samt symbolbehandlingskompetencen får ny relevans i kombination med teknologiforståelse og især i arbejdet med vidensområdet *programmering og data, algoritmer og strukturering*. Tankegangskompetencen handler eksempelvis om de typer af spørgsmål og svar, der er karakteristiske for matematik, og her vil være et sammenfald med den måde, man kommunikerer med en computer på. Tankegangskompetencen vil for eksempel hjælpe eleven til at vurdere de typer af opgaver, det er muligt at programmere en computer til at løse, og til at forstå, hvordan man samtidig er nødt til at omsætte opgaven til noget, en computer kan håndtere. Ræsonnementskompetencen kommer i spil i udviklingen af programmer og andre digitale artefakter. Det kan fx være ifm. debugging/fejlrretning og justering af computerprogrammer, så de fungerer efter hensigten eller til en ny kontekst. I udviklingen af programmer til computere opstår desuden et konkret behov for at kunne benytte matematiske symboler korrekt, da det ellers kan påvirke udmøntningen af programmet.

Hjælpemiddelkompetencen skal bl.a. sætte eleverne i stand til at benytte digitale hjælpemidler hensigtsmæssigt. En del af denne brug rummer elementer af programmering samt brug af algoritmer og strukturer ift. forskellige objekter i programmerne. Det er sjældent, at standardindstillingerne i et digitalt hjælpemiddel vil passe til den udfordring, man forsøger at løse, og det er derfor nødvendigt, at eleverne er i stand til at tilpasse hjælpemidlet til deres specifikke behov. Ved at indtænke teknologiforståelsesfagligheden og især tankerne omkring afmaskning af de digitale artefakter gennem re-design samt programmering i elevernes arbejde med hjælpemiddelkompetencen, vil det sætte eleverne i stand til i højere grad at mestre det digitale hjælpemiddel og tilpasse det til den konkrete kontekst, det skal bruges i. Det vil især kunne komme eleverne til gode i deres møde med digitale hjælpemidler i deres fremtidige uddannelses- og arbejdsliv.

Algebra rummer en del af de byggeklodser, der benyttes i udviklingen af digitale artefakter, for eksempel gennem programmering og udvikling af algoritmer, men samtidig er algebra et af de områder af matematikken, der traditionelt volder danske elever problemer. Ved at kombinere algebra med udvikling af digitale artefakter i form af computerprogrammer får algebraen ny relevans, ligesom computerprogrammet bliver en ny repræsentation af algebraen. Eleverne kan se en konkret udmøntning af deres brug af algebra fx i bevægelseserne fra en robot, og det kan medvirke til at styrke deres forståelse af opbygningen af funktioner og algoritmer og dermed deres algebraforståelse.

Statistik handler i høj grad om data samt behandling og visualisering heraf. Computere er lavet til at behandle digitale data, og eleverne vil ved integrationen af teknologiforståelse og fagets tilgang til data kunne udvikle deres overordnede forståelse af data. Det gælder bl.a. en forståelse af, hvordan data kan bruges og misbruges, og af de muligheder og begrænsninger, der ligger i brugen af data, når de skal kunne håndteres af en computer. Databegrebet i teknologiforståelse beskæftiger sig udelukkende med digitale data, mens der i matematik også er mange eksempler på mere analoge data. Samspillet mellem de to fagligheder kan især fokusere på forskelle og ligheder mellem de to tilgange til data. Der bør dog også være fokus på, hvordan man kan skabe bindeled mellem eksempelvis analoge og digitale data og oversætte fra den ene type til den anden.

### 2.1.3 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 hverdagsprog til teknologiforståelses-fagsprog.

Teknologiforståelse repræsenterer en ny fagterminologi, som består dels af nye fagudtryk, fx *teknologianalyse, dataproceser, 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"> <li>• Han sætter en ramme</li> <li>• Jeg vurderer en øvelse</li> <li>• Hun laver et program</li> <li>• Vi visualiserer en proces</li> </ul>
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"> <li>• Sprog til at programmere i</li> <li>• Teknik, der skal eksternalisere</li> <li>• Mønstre, der viser en brug</li> </ul>
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"> <li>• Hvem skaber hvad?</li> <li>• Hvem knytter hvad?</li> </ul>
"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"> <li>• Undersøge og <i>rammesætte en problemstilling</i></li> <li>• Udvikle, <i>fastholde</i> og strukturere ideer</li> <li>• <i>Beskrive</i> faglige sammenhænge, begreber og stofområder</li> <li>• <i>Dokumentere</i> egen arbejdsproces og arbejdsgange</li> <li>• Skabe sammenhæng i <i>argumentation, refleksion, feedback</i> og introspektion</li> </ul>	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"> <li>• Berettende tekster</li> <li>• Instruerende tekster</li> <li>• Beskrivende tekster</li> <li>• Forklarende tekster</li> <li>• Argumenterende tekster</li> </ul>	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.

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 matematik. For nærmere herom henvises der til den eksisterende læseplan for matematik.

### *Innovation og entreprenørskab*

Entrepenørskab handler om bestræbelsen på at omsætte muligheder og gode ideer til værdi for andre, og det bygger på handling, kreativitet, omverdensforståelse og personlig indstilling. Jf. læseplanen for matematik er det et fag, der fordrer og fremmer kreativ virksomhed og dermed innovation og entrepenørskab. Det kommer især til udtryk i arbejdet med matematisk modellering og problemløsning. Det er en forudsætning for elevernes udvikling inden for kreativ virksomhed, innovation og entrepenørskab, at undervisningen lægger op til eksperimenteren, opfindsomhed og afprøvning af ideer. Det arbejde kan understøttes og beriges af den systematiske tilgang til designprocesser i faget teknologiforståelse. Ved løbende at arbejde med rammesættelse af problemstillinger ud fra et problemfelt og den efterfølgende strukturerede idegenerering vil eleverne komme omkring alle fire dimensioner i innovation og entrepenørskab. De skal på eget initiativ iværksætte og deltage i aktiviteter, der har et konkret mål. De skal anvende kreativitet og benytte metoder til idegenerering. De skal kunne anvende skolens fag til at analysere en kontekst for problemstillinger og muligheder. De skal være bevidste om egne ressourcer og have en tro på, at de kan gøre en forskel i processen. Matematikken og metoderne herfra anvendes på forskellig vis til at undersøge, opstille modeller, analysere, visualisere og kommunikere.

Faglighederne fra hhv. teknologiforståelse og matematik komplementerer således hinanden ved, at matematikken bidrager med tilgangene fra de matematiske kompetencer og metoder og viden fra stofområderne, mens teknologiforståelse bidrager med en helheds-tænkning omkring designprocesser, analyse af brugskontekster, konkret produktion af digitale artefakter samt analyse af disses indvirkning på brugerne og samfundet.

## **2.2 Matematik integreret i teknologiforståelse**

Ligesom teknologiforståelsesfagligheden giver mulighed for at tilføre nye dimensioner til faget matematik, ligger der i matematikfagligheden en lang række metoder og fagområder, man kan trække på i de mere helheds- og procesorienterede forløb i teknologiforståelse.

Det gælder især inden for de matematiske kompetencer, hvor de underliggende vidensområder rummer mange brugbare tilgange til forståelse og behandling af omverdenen. Det kunne fx være ift. konstruktion af modeller, hvor man i matematikfaget arbejder systematisk med at afgrænse og behandle dele af verden med matematik for til slut at skue ud i verden igen med det nye perspektiv.



Problembehandlings- og ræsonnements- og tankegangskompetencen lægger også op til, at eleven forholder sig analyserende, systematisk og logisk til fænomener i omverdenen. De metoder, der læres i arbejdet med netop disse kompetencer, vil i høj grad kunne komplementere og understøtte designprocesserne i faget teknologiforståelse. Der er flere ligheder mellem det at nedbryde et matematisk problem og bruge kreativ tænkning til at finde løsninger og de iterative designprocesser, der indgår i udviklingen af digitale artefakter, der er løsningen på et autentisk problem fra omverdenen.

En central tilgang fra matematikken er at gå undersøgende og analyserende ud i verden med henblik på at beskrive fænomener med matematik. Det vil kunne udnyttes til brugsstudier eller i forståelsesfasen af designprocesserne, hvor man ofte har brug for at indsamle empiri og beskrive dem matematisk fx ved brug af diagrammer, tabeller eller sorterede lister.

Matematikken rummer flere andre områder, teknologiforståelsesfaget kan trække på, og matematik er muligvis det fag i skolen, der på flest punkter understøtter arbejdet med teknologiforståelse.

FORSØG

# 3 Tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering af undervisningen

Dette afsnit berører nogle af de centrale overvejelser vedrørende tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering af teknologiforståelsesbaseret undervisning i matematik. 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.

Når man planlægger forløb til undervisningen, der tilgodeser begge fags fagligheder, kan det være relevant at skelne mellem to typer af forløb.

- matematikfaglige forløb, hvor udvalgte områder af matematikfaget behandles mere isoleret og med fokus på netop dette indhold og dets tilknyttede kompetencer, men understøttet af indhold fra teknologiforståelsesfagligheden. Se afsnit 3.1.
- helhedsorienterede, digitale designforløb, hvor en bred palette af begge fags indhold kommer i spil, og hvor det primært er processerne og fagligheden fra teknologiforståelse, der er i fokus. Se afsnit 3.2.

## 3.1 Eksempler på teknologiforståelse i matematikundervisningen

I de matematikfaglige forløb vil der være mere fokus på elevens tilegnelse af specifikke færdigheder.

Herunder følger eksempler på aktiviteter og forløb målrettet forskellige klassetrin.

### 1.-3. klasse

I indskolingen er det oplagt at inddrage programmering af bevægelser som en del af undervisningen med placeringer og flytninger fra kompetenceområdet *geometri og måling*. I planlægningen af forløbet vil det være hensigtsmæssigt at overveje, hvilken funktion programmeringsaktiviteten kan have i det samlede undervisningsforløb. Man kan først lade eleverne fordybe sig i placeringer og flytninger som en del af et struktureret forløb med fokus på formidling og træning, hvorefter klassen prøver sin nye viden af på en case/aktivitet, fx med nogle robotter, der skal flyttes, eller man kan indlede med casen med robotprogrammering, som en semiautentisk situation, som grundlag for efterfølgende at lade eleverne lære de færdigheder, der er nødvendige for at kunne flytte robotten.

Set ift. de centrale vejledende mål for matematik skal eleverne i fase 1 kunne beskrive objekters placering ift. hinanden. I fase 3 skal de kunne beskrive positioner i et gitternet.

Inden for de matematiske kompetencer kan især problembehandling, modellering, ræsonnement og tankegang samt repræsentations- og symbolbehandlingskompetencen komme i spil.

Aktiviteten peger desuden ind i fagformålets stk. 1 og 2.

Ift. målene for teknologiforståelse skal eleverne under vidensområdet *programmering* kunne følge og tilrette simple programmer, og det uddybes i læseplanen, at eleverne desuden skal have mulighed for at eksperimentere med intuitiv programmering.

Derudover kan også færdigheds- og vidensområdet *modellering* inddrages, ligesom aktiviteterne kan skabe fundament for elevernes senere arbejde med at omsætte virkeligheden til noget data, en computer kan handle ud fra.

Hvis man ønsker at sætte konkrete mål for forløbet, kunne to eksempler på mål ifm. programmering af bevægelse være:

- eleven kan sammensætte en sekvens af ikoner til et program, der får en kammerat/sprite/robot til at bevæge sig på en bestemt måde.
- eleven kan bruge symbolsprog i form af ikoner til at beskrive flytninger i et gitternet.

### **Eksempler på aktiviteter med programmering af bevægelse:**

#### *Programmér din klassekammerat*

Det første eksempel kræver ikke meget udstyr eller forberedelse.

Eleverne arbejder sammen i grupper af 2 - 3 personer. Fokus er på at programmere bevægelser for hinanden, og en elev fungerer som programmør, mens den anden fungerer som robot. Den tredje elev kan formulere en udfordring til programmøren, som robotten ikke hører, men denne udfordring kan også formuleres af programmøren selv. Det kan fx være, at robotten skal bevæge sig hen og stå med ryggen til et bestemt område på tavlen. Gruppen bestemmer en startposition til robotten, hvorefter programmøren begynder at skrive sit program på papir. Når det er færdigt, udleveres det til robotten, der skal forsøge at tolke programmet og handle i overensstemmelse med programmørens intentioner. Undervejs i robottens udførelse må der ikke kommunikeres, men kun observeres.

Programmet vil sandsynligvis ikke være en succes i første forsøg, og undervejs i forsøgene opstår et behov for, at gruppen udvikler et simpelt og præcist sprog, der er til at skrive og forstå relativt let. Det er især dette behov for en systematisk og delvist standardiseret måde at kommunikere på, der er central, da den illustrerer en del af motivationen for at udvikle et matematisk symbolsprog og et programmeringssprog. For at sætte endnu mere skub på elevernes udveksling og udvikling af sprog og gode indholdselementer til disse bør man undervejs lade eleverne rotere mellem grupperne, så man mødes i nye grupper med forskellige fagligheder.

Man kan overveje, om man vil lade eleverne lære om flytninger i matematik forud for aktiviteten, så de har forudsætninger til at kommunikere om bevægelse inden den analoge programmering, eller om man hellere vil lade eleverne udvikle sprogene intuitivt og uden forkundskaber, så den analoge programmering i højere grad illustrerer behovet for at kunne kommunikere præcist med hinanden. På den måde vil aktiviteten fungere som motivation for det efterfølgende forløb om matematiske placeringer og flytninger.

#### *Programmeringsspil*

På nettet kan findes adskillige eksempler på programmeringsspil, hvor man ved at sammensætte sekvenser af ikoner (pile og lignende) skal få en robot til at bevæge sig rundt i forskellige forhindrebaner. Et eksempel på sådan et spil er Lightbot 2.0.

I arbejdet med programmeringsspillene er sproget for flytninger opfundet på forhånd, og aktiviteten går derfor primært ud på at tilegne sig sproget og bruge sproget til at sammensætte programmer mest hensigtsmæssigt.

I arbejdet med disse spil arbejder eleverne fra matematikfagligheden både med problemløsning, ræsonnementer og logisk tænkning samt placeringer og flytninger rundt i et landskab bestående af kvadrater og kuber i et gitternet. I teknologiforståelsesfagligheden

er der især fokus på intuitiv udvikling af programmer og algoritmer samt modellering af handlinger på skærmen i form af programmering (abstraktion).

Til aktiviteten er det nødvendigt med computere el.lign. til eleverne, og der bør være højst to elever om en computer.

### **Robotbowling**

En mere konkret variation af programmeringsspillene er robotprogrammering. Der findes gulvrobotter, som fx Blue-Bot, der bevæger sig i enhedsskridt og derfor egner sig til indledende programmering for elever i indskolingen. Gulvrobotter kan programmeres til at løbe rundt i forskellige retninger, fx på en eller flere af de forskellige tilhørende måtter.

Gulvrobotter viser typisk ikke den kode, den udfører, men fungerer ved at lagre op til 40 tryk på nogle knapper på dens ryg. Nogle kegler placeres et sted på en måtte med et kvadratnet, og udfordringen går ud på, at eleverne skal få gulvrobotten til at køre ind i keglene. Efterhånden som eleverne får bedre styr på robotten, kan man indsætte mure og andre forhindringer, ligesom man kan sprede keglene ud på flere felter. Man kan desuden indlægge refleksioner over, hvorvidt eleven har kodet den mest effektive (færrest tastetryk) rute til at ramme keglene.

Gulvrobotter bevæger sig rundt i et stort gitternet, og afhængigt af, hvordan eleverne har indtastet bevægelseskommandoer til dem, er der mulighed for at koble aktiviteten med vejledende mål fra placeringer og flytninger i matematik. Afhængigt af udfordringerne arbejder eleverne samtidig både med problembehandling, modellering og repræsentations- og symbolbehandlingskompetencen.

Fra teknologiforståelse er det primært programmering og modellering, eleverne arbejder med, men undervejs i aktiviteten kan der opstå et behov for at tegne modeller af det program, man taster ind på gulvrobotten, da det kan være svært at overskue en sekvens med 40 bevægelser. Det kræver en god systematik og strukturering, og det kræver desuden, at eleverne tænker i at opdele bevægelsesudfordringen i mindre dele, som de får til at virke en ad gangen.

### **4.-6. klasse**

På mellemtrinnet kan man arbejde med færdigheds- og vidensområder fra alle fire kompetenceområder i matematik. Herunder følger forskellige eksempler på aktiviteter, der kan inddrages i undervisningen.

#### **Programmer geometriske figurer**

På mellemtrinnet arbejder eleverne mere målrettet med konstruktion af geometriske figurer. De skal lære om forskellige typer af figurer og forskellige egenskaber ved dem. Som et led i det arbejde kan man bruge programmering som repræsentation for de forskellige figurer. For at kunne programmere en sprite eller en robot til at bevæge sig i forskellige figurer er det nødvendigt med en viden om figurenes egenskaber. De fleste elever kan godt intuitivt bevæge sig rundt, så deres bevægelse former et kvadrat, men når de skal programmere en robot til det, bliver det straks mere formaliseret, da det skal forstås af en computer, og kravene til præcision dermed øges væsentligt. Det kræver gode analytiske evner og ræsonnementskompetence hos eleven.

Arbejdet med at programmere en sprite eller en robot til at bevæge sig i forskellige figurer bør foregå som en iterativ programmeringsproces. Som udgangspunkt kræver det en mere udtalt viden om kvadratet for at kunne omsætte den til en kode til en computer, og eleven får undervejs skærpet sin forståelse af, hvad der definerer et kvadrat. Programmerne vil i takt med figurerne stige i kompleksitet, og det vil derfor være oplagt også at lade eleverne arbejde med mønstergenkendelse og kontrolstrukturer som eksempelvis løkker. I eksemplet med et kvadrat gentages den samme handling fire gange (gå en bestemt afstand og drej  $90^\circ$ ), og hvis eleverne kan gennemskue det mønster, vil de kunne effektivisere deres kode med en løkke.

I denne aktivitet arbejder eleverne ligesom i eksemplerne i indskolingen med problembehandling, modellering samt ræsonnements- og tankegangskompetencen, men samtidig er kravene til symbol- og formalismekompetencen steget.

Aktiviteten kan udvides til også at handle om geometriske mønstre, hvilket vil øge behovet for at tænke i strukturering og løkker, og samtidig vil det tilføre en mere æstetisk og kreativ dimension.

### *Røde ører på sovesalen*

På mellemtrinnene introduceres eleverne også formelt for variabelbegrebet, og som et led i udvikling af elevernes forståelse af det begreb kan man lave aktiviteter, hvor eleverne analyserer, hvordan variable og grænseværdier bruges i forskellige digitale artefakter. Eleverne kan fx arbejde med at afmaske de ører, der nogle steder hænger i klasserne og måler lydniveauet. De har nogle lydsensorer, der opfanger lyd i lokalet og oversætter det til en dataværdi i computeren, der til sidst holder denne værdi op imod nogle grænseværdier til at kategorisere forskellige lyd niveauer. Disse kategorier visualiseres med LED-pærer i forskellige farver.



Afmaskningen af ørerne kan ske som modeller af det rigtige computerprogram, fx i form af diagrammer eller i pseudokode med henblik på re-design af ørerne til fx at hænge på en sovesal i stedet for i et klasselokale. Her er der nogle andre behov for grænseværdier og visualisering, hvilket skal afspejles i en ny kode.

Man kan vælge at stoppe aktiviteten ved modellerne af det re-designede program, men man kan også lade eleverne programmere en prototype på et nyt øre, fx ved at bruge Micro:bits og lydsensorer. Som et led i udviklingen indgår afklaring af behov hos brugeren og herunder testning af lyd niveauer, fx vha. af lyd målerapps til smartphones og dataindsamling i forskellige lydscenarier. Til sidst skal eleverne kode et program, der reagerer hensigtsmæssigt ift. registrering af lyd.

Aktiviteten kan både stå alene og indgå som del af et længere forløb om variable.

I arbejdet med aktiviteten vil eleverne bl.a. udvikle faglighed inden for færdigheds- og vidensområdet *data, algoritmer og strukturering*. Her skal eleven opnå en øget bevidsthed om fænomener i omverdenen, der kan oversættes til data, og kunne programmere en computer til at behandle disse data. Eleverne arbejder dog også med færdigheds- og vidensområdet *brugsstudier og re-design*. Fra matematik er der især fokus på færdigheds- og vidensområderne *algebra, statistik og modelleringskompetencen*.

## **7.-9. klasse**

### *Design et digitalt hjælpemiddel:*

I matematikundervisningen i overbygningen øges brugen af digitale hjælpemidler og dermed også risikoen for blackbox-problematikker. Blackbox hentyder til det ukendte, der sker i digitale artefakter, og kan fx komme til udtryk i matematik, ved at eleverne fx blot fylder tal i det digitale hjælpemiddel, der herefter håndterer dem og sender et korrekt svar ud i den anden ende, uden at eleverne nødvendigvis har nogen fornemmelse af, hvad der er foregået med tallene undervejs. En central del af teknologiforståelsesfagligheden er netop at afmaske digitale teknologier og artefakter, og det er derfor oplagt at gøre det til en tilbagevendende aktivitet at kigge under motorhjelm på hjælpemidlerne i matematik, efterhånden som de introduceres. Det kan gøres på mange forskellige måder, men i eksemplet her skal eleverne skal re-designe en trekantsberegner. Man kan enten lade eleverne selv udvælge en trekantsberegner, eller man kan have valgt nogle forskellige ud på forhånd, evt. i forskellige grader af kompleksitet.

I det indledende arbejde med afmaskningen af den valgte trekantsberegner er eleverne nødt til at lave teknologi- og formålsanalyser og holde dem op mod brugsstudier. Teknologianalysen omhandler, hvordan programmet virker, mens der i formålsanalysen stilles skarpt på spørgsmål som "Hvem har mon lavet hjælpemidlet i første omgang, og med hvilket formål?", "Hvordan er programmet tænkt brugt?". I brugsstudierne kan der laves observationer og spørgeskemaer om egentlig brug af programmet. Man kan fx kigge på brugssituationen og kravene her (fx hverdag vs. prøve), umiddelbarheden i designet, specifikke problematikker i brug og lign. Ovenstående afmaskning danner fundamentet for, at eleverne efterfølgende re-designer hjælpemidlet, og man bør kræve af eleverne, at de løbende vender tilbage til analysen i deres udvikling af produktet. Et grundigt forarbejde vil gøre denne proces mere overskuelig.

I re-designprocessen vælger eleverne selv en tilgang og et slutprodukt, og man kan både lade elever gå hele vejen og programmere et færdigt artefakt, ligesom man kan lade nogle elever lave en overordnet beskrivelse fx i pseudokode og vha. af andre modeller. Det bør dog være et krav, at eleverne i deres produkt forholder sig til de beregninger, der ligger til grund for trekantberegneren. Der er en del oplagte valg af programmer til udførelse af beregningerne, og alt efter temperament kan eleverne fx bruge regneark, dynamiske geometriprogrammer, blokprogrammeringssprog, tekstprogrammeringssprog el.lign.

Gennem forløbet arbejder eleverne bl.a. med *ræsonnements-* og *tankegangskompetencen*, ligesom *hjælpemiddelkompetencen* også er i spil. Inden for stofområderne er det især *geometriske egenskaber og sammenhænge*, *måling* samt *formler og algebraiske udtryk*, der arbejdes med.

Fra teknologiforståelsesfagligheden er det primært inden for vidensområderne *brugsstudier* og *re-design*, der arbejdes med, men afhængigt af re-designprocessen vil vidensområdet *programmering* og evt. andre understøttende områder også komme i brug.

### ***Statistik med bias – "Den eneste statistik, du kan tro på, er den, du selv har manipuleret":***

Et område, hvor digitale teknologier har haft stor betydning, er ift. den lette adgang til at indsamle, behandle og udgive/præsentere data. Det betyder, at alle borgere i samfundet i princippet kan lave undersøgelser og formidle resultater, uden at de skal igennem en kvalitetssikring, eksempelvis i form af en uddannet statistiker. Det stiller store krav til elevernes indsigt i statistik at gennemskue formidling af data, fx på nettet, men da den let kan formidles til store befolkningsgrupper, er det centralt for fx ikke at blive offer for fake news.

En tilgang til denne problematik er at lade eleverne indtage rollen som statistikere, som tolker data ud fra et bestemt perspektiv, og derved opfordres til at skævvride de data, de har udvalgt til deres statistik. Man kan vælge mange temaer til arbejdet, men et tema, som både optager eleverne og er aktuelt, er indvandringsproblematikker. Det er samtidig et tema, der er let at iscenesætte med klip fra nyhederne, hjemmesider og mange andre kilder. Efter iscenesættelsen sætter man eleverne i grupper og tildeler dem en statistikerrolle som enten indvandrervenlig eller indvandrerkritisk.

Eleverne skal som produkt i forløbet producere en nyhedsbid om indvandring fra et ikke-vestligt land til Danmark i et fremtidsperspektiv, og alle grupperne har adgang til det samme datamateriale. I nyhedsbiden skal der indgå en prognose af indvandringen på baggrund af databehandling med forskellige digitale værktøjer fra matematikkens domæne.

I første fase af forløbet er eleverne nødt til at gå eksperimenterende og undersøgende til værks ift. de data, de har til rådighed. Eleverne kan arbejde ud fra spørgsmål som "Hvad sker der med vores regressionsanalyse og fremskrivning, hvis vi skifter noget data ud med andet?", "Hvad betyder valget af regressionsmodel for prognosen?", og i forlængelse heraf "Hvilke valg ift. analysen vil passe bedst med det billede, vi forsøger at tegne?".

Når analysen er afsluttet, og modellen valgt, skal eleverne forholde sig til, hvordan de ønsker at understøtte deres budskab i nyhedsbiden. Skal den fx understøttes visuelt

af forskellig grafik eller animationer? Skal der følelseladede videoklip ind i bidden? Skal noget tones ned eller op? Og lignende overvejelser.

Undervejs i processen kan man indlægge afprøvning på målgrupper og sparring om nyhedsbidderne med henblik på efterfølgende finpudsning.

Forløbet afsluttes med en nyhedsudsendelse, hvor hver gruppe fremlægger deres nyhedsbid, og klassen reflekterer sammen om forskelle og ligheder på fremstillingerne af data.

Gennem forløbet skal eleverne erfare, hvor forskelligt man kan bruge data og undersøgelser i medierne, og i forlængelse heraf skal de udvikle et kritisk blik på de nyheder og undersøgelser, de støder på i deres hverdag.

Fra matematikken er der fokus på *modelleringskompetencen*, *kommunikationskompetencen* og færdigheds- og vidensområdet *statistik*. Fra teknologiforståelsesfagligheden er det især *konsekvensvurdering* ift. de matematiske værktøjer, der gør alle til statistikere, samt *publiceringsværktøjerne* og de sociale medier, der giver alle mulighed for at komme til orde over for store grupper i samfundet. Konsekvensvurdering er et færdigheds- og vidensområde fra digital myndiggørelse, der primært er placeret i andre fag, men i dette forløb er det oplagt at tænke ind. I forløbet indgår desuden elementer fra vidensområdet digital design og designprocesser, og især idegenerering, konstruktion og argumentation kan komme i spil.

### 3.2 Eksempler på teknologiforståelse i sammenhængende og procesorienterede undervisningsforløb i matematik

Når man arbejder med de helhedsorienterede forløb, vil der oftest være fokus på designprocesser med henblik på udvikling af konkrete digitale artefakter eller prototyper. I disse forløb vil det typisk være nødvendigt at stilladsere elevernes proces undervejs, fx med fokus på ideudveksling, sparring og feedback, og det bør derfor tilstræbes at planlægge undervisningsforløbet, så den slags undervisningsaktiviteter bliver mulige. I den forbindelse kan det være hensigtsmæssigt at tage udgangspunkt i tankegangen i en Loop-model, der netop er designet med henblik på at stilladsere elevernes proces undervejs med forskellige undervisningsaktiviteter.



I ovenstående Loop-model skelnes mellem formidlingsloops og evalueringloops i arbejds- og kvalificeringsfasen.

- **Formidlingsloops:**

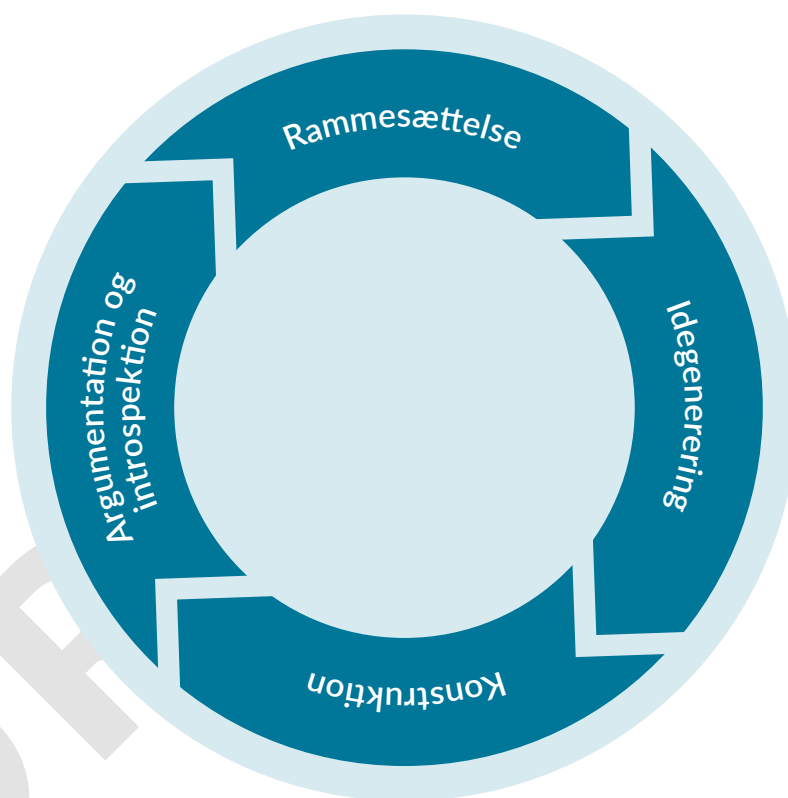
Her formidles ny viden i form af fx fagligt stof, metoder el.lign., der er nødvendig for at arbejde videre mod det endelige produkt. Både læreren, elever eller andre videnspersoner kan fungere som formidlere her.

De store loops er ofte planlagt på forhånd og er målrettet hele klassen, mens de mindre loops er ad-hoc loops, når et behov opstår. Nogle gange vil de mindre loops kun være for en mindre gruppe af klassen.

- **Evalueringsloops:**

Her præsenteres foreløbige prototyper eller resultater med henblik på feedback fra tilhørerne, der skal hjælpe en gruppe videre i deres produktionsproces. Disse loops kan også planlægges på forhånd eller arrangeres løbende efter behov, og ligesom med formidlingsloopsene kan gruppen af elever, der deltager, også variere.

Ifm. designprocessen i et undervisningsforløb kan det give god mening at støtte sig op ad en designmodel. Fra forsøgsfaget teknologiforståelse er udviklet en simpel designmodel med fire faser:



### **1.-3. klasse**

#### ***Overtag et job:***

Dette forløb har fokus på det problemfelt, at stadig flere jobfunktioner i samfundet outsources til robotter og andre digitale teknologier. Forløbet er her beskrevet som målrettet indskolingen, men det vil også kunne tilpasses elever i resten af skoleforløbet.

Forløbet er centreret omkring en designproces, der tager udgangspunkt i automatisering af jobfunktioner i samfundet. Forløbet igangsættes med en case om en fra personalet, fx skolebetjenten eller rengøringspersonalet, der er blevet langtidssygemeldt, og eleverne skal finde på funktioner, personen udførte før sygemeldingen, som vil kunne udføres af en robot. Det kunne fx være uddeling af mælk, rengøring, tømning af skraldespande eller lignende manuelle arbejdsopgaver. I introfasen skal der ske en rammesættelse af en konkret og håndgribelig problemstilling ud fra problemfeltet. Denne rammesættelse bør man på dette trinforløb lave på forhånd, men hvis man ønsker større elevinvolvering i rammesættelsen, kan det ske gennem mindre stilladsede undersøgelser, fx hvad eksempelvis skolebetjenten går og laver i hverdagen, og hvilke muligheder og begrænsninger der er i robotter. Rammesættelsen skal ende ud i, at eleverne har en isoleret jobfunk-



tion, der er fælles for klassen, som de i grupper skal designe en løsning til. Jobfunktionen bør bl.a. indeholde bevægelse rundt på skolen på en hensigtsmæssig måde, da bevægelse forholdsvis simpelt kan gøres til genstand for konkret programmering. Udover bevægelsen rundt på skolen kan der til andre dele af jobfunktionen designes og beskrives løsninger på et mere overordnet niveau, fx i form af skitser, pseudokode og lignende modeller.

Efter rammesættelsen går eleverne i gang med at undersøge jobfunktionen nærmere og laver de første skitser til løsningen. Man bør i denne fase give mulighed for differentiering, fx ved at forsimple problemstillingen, så robotten kun skal levere mælk eller gøre rent i en begrænset del af skolen. Der kan også indlægges faglige loops (formidlingsloops), hvor eleverne lærer at betjene en konkret robot eller at flytte et objekt på en computer rundt i et gitternet med sekvenser af pileikoner (fx *Move the turtle*).

Gennem en iterativ proces forfiner eleverne deres digitale artefakt, og til sidst laver klassen en fælles fernisering, hvor hver gruppe beskriver deres ide og deres digitale løsning på problemstillingen. Denne præsentation kan evt. laves på forhånd på video. Herefter gives feedback til med henblik på at lære eleverne nogle af grundprincipperne i at give og modtage konstruktiv feedback.

Som perspektivering af designprocessen kan det være relevant at diskutere, hvordan man skal forholde sig, hvis man får skabt et produkt, der overflødiggør skolebetjenten. Skal han have sit job tilbage?

I forløbet arbejder eleverne primært med indholdet fra digital design og designprocesser, programmering og modellering, mens matematikfagligheden supplerer forløbet med elementer af ræsonnements- og tankegangskompetencen og stofområderne placeringer og flytninger samt måling.

#### **4.-6. klasse**

##### **Et trygt hjem:**

Sikring af hjemmet er et af de områder, hvor digitale teknologier spiller en stor rolle, og det er samtidig et område, hvor eleverne må forholde sig til datalovgivning og en potentiel risiko for misbrug af digitale artefakter til styring og overvågning af hjemmet.

Forløbet tager udgangspunkt i problemfeltet "Utryghed i hjemmet", og eleverne skal forsøge at designe digitale løsninger, der øger folks følelse af tryghed i deres hjem. Under udviklingen af det digitale artefakt skal der indgå programmering.

Eleverne har på mellemtrinnet nået en alder, hvor de i højere grad kan involveres i rammesættelsen af en problemstilling inden for problemfeltet, men man kan som optakt stilladser denne rammesættelse med eksempler på fænomener, der gør mennesker utrygge. Det kan være alt lige fra den enlige pensionist, der er bange for at falde i hjemmet, over familiefaren, der frygter brand, mens familien sover, til rigmanden, der frygter indbrud, mens han er på ferie. Vær her opmærksom på de følelser, eksemplerne kan vække hos eleverne, især hvis de selv har været involveret i lignende situationer.

Når eleverne har formuleret en problemstilling, de vil arbejde med, skal den omsættes til konkrete ideer til et digitalt artefakt, der løser problemet, men forud for idegenereringen går en grundigere undersøgelse af problemstillingen. Her afdækker eleverne bl.a., i hvilke situationer faren opstår, samt hvilke løsninger der allerede findes, og hvordan de virker. Herefter går de i gang med at konstruere deres løsning og vender undervejs tilbage til tidligere faser, når de bliver klogere på det digitale artefakt, de producerer.

Faglige loops (formidlingsloops) indtænkes løbende, ligesom der på forhånd bør planlægges systematiske feedback-loops (evalueringsloops) i større eller mindre grupper.

Forløbet kan rundes af på forskellig vis, fx gennem en fiktiv sikkerhedskonference, hvor de forskellige løsninger præsenteres i stande, som andre elever på skolen eller forældrene fra klassen kan komme og besøge.

Som afslutning forholder grupperne sig til proces og produkt for at trække de ting frem, de har haft succes med i forløbet, og som de bør være opmærksomme på at bruge fremadrettet, men også for at eleverne får mulighed for at forholde sig til egen designkompetence.

I løbet af forløbet kommer eleverne udover designprocessen også til at arbejde inden for vidensområderne data, strukturering og algoritmer, programmering og modellering. Det er især oplagt at indtænke sensorer til dataindsamling som en del af forløbet.

Fra matematikfaget arbejder eleverne med modelleringskompetencen og ræsonnements- og tankegangskompetencen samt med stofområderne måling og algebra.

## 7.-9. klasse

### *Edutainment*

I forløbet præsenteres eleverne for genren edutainment, der dækker over undervisningsmaterialer, der både underholder og indeholder læringselementer. Eleverne får til opgave at udvikle et digitalt artefakt inden for edutainmentgenren i faget matematik, rettet mod en målgruppe i indskolingen eller på mellemtrinet.

Problemstillingen er i store træk rammesat på forhånd, og eleverne skal gennem forløbet arbejde med de resterende faser i designprocessen – undersøgelse af problemstillingen, idegenerering, konstruktion og argumentation og introspektion.

Da forløbet ligger i udskolingen, bør det forventes, at eleverne langt hen ad vejen selv er i stand til at strukturere og gennemføre designprocessen, men det kan alligevel være nyttigt at have tænkt de forskellige faser igennem på forhånd og at have forberedt noget differentieret stilladsering. Det kan være i form af ideer til undersøgelsesfasen, som fx at afmaske eksisterende eksempler på edutainment og analysere dem for kendetegn og virkemidler. I idefasen kan man snævre målgruppe og det matematiske indholdsområde ind eller begrænse antallet af valg ift. teknologi og kompleksitet. Som led i udviklingen af spillet vil det i konstruktionsfasen være givtigt at have fokusgrupper fra målgruppen, der kan teste produkterne undervejs. Som fagligt loop (formidlingsloops) kan man på forhånd have forberedt simple kodebidder, der illustrerer kodning af ofte brugte funktionaliteter i spil. Det kan fx være bevægelse, pointsystemer, tjekfunktioner, kollisioner og lign. Ved at gøre eksemplerne frit tilgængelige kan eleverne tilgå dem efter behov, hvis de skal kode en konkret funktion, men eksemplerne kan også bruges som inspiration til indholdselementer, eleverne ikke selv havde tænkt på. I åbne designprocesser som denne vil det være forskelligt fra gruppe til gruppe, i hvilken grad de har behov for stilladsering som den ovenstående.

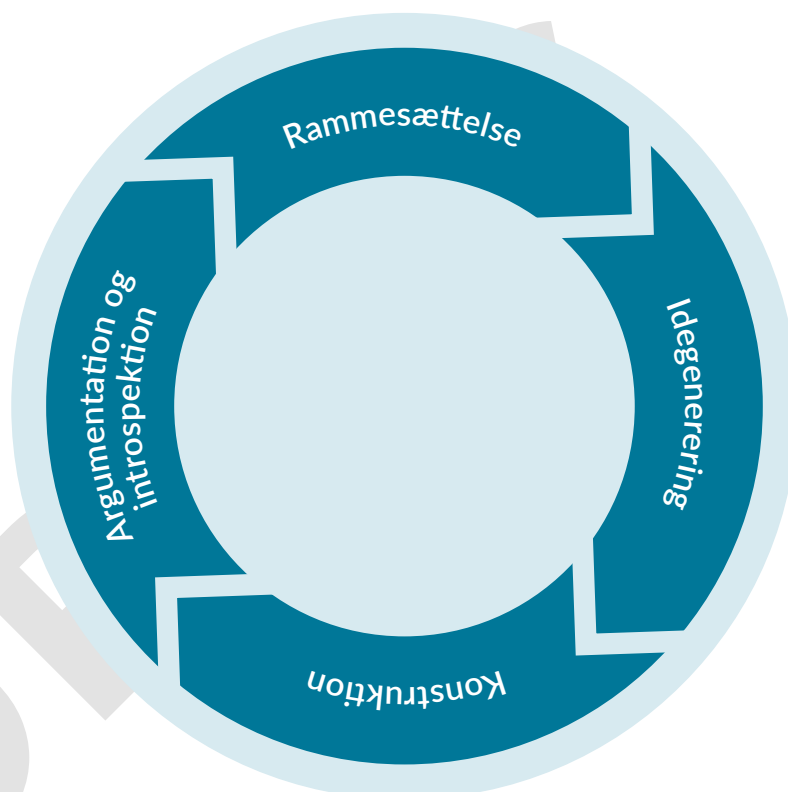
Som afslutning af forløbet overtager hver gruppe matematikundervisningen hos en klasse inden for deres målgruppe, og en anmeldergruppe deltager og tager notater undervejs. Anmeldergruppen skriver efterfølgende en anmeldelse på højst en side, der indgår i designgruppens afsluttende argumentations- og introspektionsproces.

Fra teknologiforståelsesfagligheden er det igen digitalt design og designprocesser, der er i fokus, og især elevernes evne til selvstændigt at styre processen og træffe hensigtsmæssige valg. Eleverne vil også skulle bruge indhold fra vidensområderne programmering, data, strukturering og algoritmer samt modellering. Fra matematik afhænger indholdet af det program, eleverne vælger at lave, men i selve udviklingen indgår næsten alle de matematiske kompetencer på nær problemløsningskompetencen.

### 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 ikke afprøvet i praksis i sin helhed

#### **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** – 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, spiserobotter 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 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 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 matematik

## Evaluering af processerne i teknologiforståelse:

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 besvarelsener 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.

### **Evaluering af produkter:**

Teknologiforståelse bygger på, at eleverne producerer digitale artefakter til løsning af problemstillinger. Det betyder, at der gennem et forløb ofte vil være elevproduktioner og elevmateriale, man kan forholde sig til i evalueringssøjemed. Skal man fx evaluere en elevs udvikling af færdigheder inden for programmering, kan det være interessant at analysere den kode, der er lavet, for derigennem at vurdere elevens overblik og evne til at strukturere et program. Helt konkret kan man fx vurdere, hvor effektiv koden er, og i hvilken grad eleven har brugt løkker i sin kode i stedet for at gentage samme kodebid flere gange. Det kan også være et fokus på elevens evne til at fejlsøge og tilrette i programmer, hvilket kan vises ved at bede eleverne gemme tidligere versioner af programmerne og i fremlæggelsen have fokus på, hvordan deres udvikling af programmet er forløbet trin for trin. Vurderingen skal give læreren et indtryk af elevens faglige niveau, men med det primære formål at planlægge videre undervisning, der vil støtte elevens næste oplagte trin i den faglige udvikling.

Det kan være svært på forhånd at opstille specifikke forventninger til produkterne, men man bør i et vist omfang have lavet nogle kriterier eller pejlemærker for elevernes produkter, så de har noget at navigere efter produktionsprocessen. Pejlemærkerne kan være inden for afgrænsede dele af produktet, som fx brugervenligheden i en brugergrænseflade, hvor god styringen i et computerspil er eller lignende. Kriterier er mere konkrete og kunne ift. et computerspil handle om, at der skal være en progression i sværhedsgraden i spillet, at der skal være en god baggrundshistorie, at man skal kunne bruge forskellige våben og lignende.



Ligesom ved procesevalueringen er det også udbytterigt at involvere eleverne i vurderingerne af produkterne og lade eleverne være med til at opstille kvalitetsmarkører ift. forskellige digitale artefakter.

En tilgang kan være at inddele eleverne i små grupper, der får til opgave at sætte tre af de digitale artefakter i rækkefølge fra det mindst hensigtsmæssige til det mest hensigtsmæssige. Man bør have fokus på afgrænsede dele af artefaktet som fx dets brugerflade, dets kode, grafikken eller det visuelle udtryk, lydsiden eller noget andet. Halvdelen af grupperne får de samme tre produkter at forholde sig til, mens den anden halvdel af grupperne får andre tre produkter. Fra trin til trin i rækkefølgen skal eleverne argumentere for, hvorfor et produkt er bedre end det produkt, der er niveaet under. Eleverne starter alle formuleringer med "Det her produkt er bedre end det andet, fordi...". På den måde bliver der fokus på konstruktive bud på udviklingspotentialer, der giver grupperne mulighed for at handle. Af samme grund er det vigtigt, at der udelukkende formuleres ift. det, der fungerer bedre, og ikke, hvad der ikke fungerer ved et produkt.

Efter noget tid går to grupper med forskellige artefakter sammen og laver en fælles rækkefølge af de seks artefakter. Her skal eleverne forholde sig til andre elevers prioriteringer og argumentere for og imod de forskellige bud. Til sidst samles op fælles, og der formuleres en fælles liste af kvalitetsmarkører, som man kan være opmærksom på fremadrettet.

Aktiviteten herover er en god måde at få eleverne til at spejle deres eget produkt i andre produkter, samtidig med at de får helt konkrete bud på elementer, der gør et produkt godt på det konkrete område, der arbejdes med. Det gør det både muligt for eleverne at se deres eget produkt relativt til lignende produkter, og det giver dem handlemuligheder ift. at forfine produktet. Det kan være illustrativt at vurdere de samme artefakter ud fra forskellige kriterier på skift for anskueliggøre, at et artefakt kan vurderes forskelligt afhængigt af de parametre, man kigger på.



UNDERVISNINGS  
MINISTERIET

