


LÆRE  
MIDDEL  
DK



# Læremidler, læringsrum og læringsdesign

## 15 **Learning Tech**

Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi



# **Læremidler, læringsrum og læringsdesign**

## **15 Learning Tech**

Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi

## **Learning Tech – Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi**

Udgives af Læremiddel.dk

*Learning Tech* er et forskningstidsskrift, hvor alle artikler er forskerbedømt i form af dobbeltblindt peer review. Tidsskriftet bringer artikler, der rammer genstandsfeltet mellem læremidler, didaktik og teknologi, og hensigten er at spille en betydelig rolle som platform for den voksende skandinaviske læremiddelforskning.

### **Redaktion**

Stig Toke Gissel, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole  
(ansvarshavende redaktør)

Bettina Buch, Professionshøjskolen Absalon

Hildegunn Juulsgaard Johannesen, UC Syd

Rasmus Leth Vergmann Jørnø, Professionshøjskolen Absalon

René Boyer Christiansen, Professionshøjskolen Absalon

Susanne Dau, Professionshøjskolen UCN

Thomas R.S. Albrechtsen, UC Syd

### **Redaktionssekretær**

Kamilla Bjørnskov Olsen, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

### **Temareaktion**

Rasmus Leth Jørnø, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

Susanne Dau, Professionshøjskolen UCN

Stig Toke Gissel, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

### **Design**

Trefold

### **Grafisk tilrettelæggelse**

Kamilla Bjørnskov Olsen, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

ISSN 2445-6810 (ONLINE)

### **Rettigheder**

© 2024 Læremiddel.dk og forfatterne

### **Kontakt**

Læremiddel.dk, Niels Bohrs Allé 1, 5230 Odense M

[www.laeremiddel.dk](http://www.laeremiddel.dk)

LÆRE  
MIDDEL  
ODK

## 9 **Forord**

# 13 **Fra Fysisk til Virtuel Undervisning**

Interaktive værktøjers betydning for deltagelse og sociale interaktioner

Af Kaspar Roland Kjemtrup & Christine Nadja Suadiciani

# 47 **Tryllepinde i skolen**

Om begær og forviklede materialiteter i danskfaget

Af Michael Peter Jensen & Thomas Roed Heiden

# 76 **Prototyping i naturfag**

”Det er ikke en bro, hvis det ikke ligner en bro”

Af Stine Ejsing-Duun, Lasse Stege Bredgaard  
Hansen, Maria Damlund, Peter Wied Stenkilde &  
Anne Gottlieb

LÆRE  
MIDDEL  
ODK



# Forord

Danmark er kendt for at have et af verdens mest digitaliserede undervisningssystemer, hvilket er resultatet af en omfattende indsats for at digitalisere læremiddelmarkedet, herunder en statslig støtteordning, der dækkede 50% af udgifterne til digitale læremidler fra 2012 til 2017. Ifølge PISA 2022 bruger danske 15-årige elever i gennemsnit 3,8 timer dagligt på digitale redskaber i skoletiden, hvilket placerer Danmark på en suveræn førsteplads blandt OECD-landene. ICILS-undersøgelsen fra 2018 viste desuden, at danske elevers computer- og informationskompetencer er blandt de højeste i verden.

Denne stigende digitalisering har ført til debatter om fordele og ulemper ved brugen af digitale læremidler, herunder bekymringer om, hvorvidt skærmtid fylder for meget i skolen, og om en tilbagevenden til mere analog undervisning kunne fremme fordybelse og koncentration. Men hvad siger forskningen egentlig?

Med dette temanummer har Learning Tech fornøjelsen af at præsentere fire forskningsartikler, der bidrager med både empiriske undersøgelser og teoretiske overvejelser, der kan kvalificere den offentlige debat og give indsigt i konsekvenserne af både digitale og analoge læremidler samt tilhørende undervisningsdesigns for undervisning, læring, didaktik og uddannelse generelt.

I artiklen *Fra fysisk til virtuel undervisning – Interaktive værktøjers betydning for deltagelse og sociale interaktioner* udforsker Kaspar Roland Kjemtrup og Christine Nadja Suadiciani interaktive værktøjer og didaktiske metoders betydning for studerendes deltagelse og sociale interaktioner i online-undervisning. Studiet er baseret på netnografisk undersøgelse af to 100% online skoler og viser en betydningsfuld sammenhæng mellem anvendelsen af kameraer og digitale interaktionsværktøjer og graden af samspil og sociale interaktioner i undervisningen. Forfatterne peger på redidaktisering af onlineundervisning som nøglen til bedre og mere engagerende onlineundervisning.

Artiklen *Tryllepinde i skolen – om begær og forviklede materialiteter i danskfaget* af Michael Peter Jensen & Thomas Roed Heiden introducerer et posthumant perspektiv på, hvordan ikke-familære materialiteter som tryllepinde kan producere et begær, som bidrager til at forstyrre rummet for læring med uforudsigelighed og fantasi. Forfatterne argumenterer for betydningen af det uforudsigelige som et modsvar til et mere kontrollerende designperspektiv på uddannelse og undervisning. Teoretisk tager forfatterne afsæt i posthumanistiske teorier om begær og assemblager. Artiklen undersøger videoempiri fra dansk-

undervisning i 1. og 7. klasse, hvor både analoge og digitale læremidler er repræsenterede. Artiklens analyser afslører, hvordan tryllepinde kan frigøre læringsrum og facilitere agens blandt eleverne. Forfatterne argumenterer for, at der er et behov for at frigøre læringsrum, således at der er plads til det uforudsigelige og elevagens.

Stine Ejsing-Duun, Lasse Stege Bredgaard Hansen, Maria Damlund, Peter Stenkilde og Anne Gottlieb undersøger i artikel *Prototyping i naturfag – ”Det er ikke en bro, hvis det ikke ligner en bro”*, hvordan prototyping kan anvendes i naturfagsundervisningen til at fremme elevers undersøgelses- og modelleringskompetencer gennem en designproces, hvor både digitale og analoge teknologier spiller en rolle. Gennem tre cases fra danske folkeskoler viser artiklen, hvordan elever ved hjælp af en engineering-tilgang skaber prototyper af broer. Prototyping fungerer både som en måde at undersøge og manifestere design-idéer på, og casestudiet fremhæver, at denne metode ikke kun fremmer hands-on læring, men også styrker elevernes evne til kritisk at vælge og anvende teknologiske ressourcer.

Temareaktionen

Rasmus Leth Jørnø, Susanne Dau & Stig Toke Gissel

LÆRE  
MIDDEL  
ODK

LÆRE  
MIDDEL  
ODK

# Abstract

---

Mens flere og flere onlineskoler varetager undervisningen af grundskoleelever, komplicerer onlineundervisning deltagelse og socialt samspil, som er centralt for, at læring kan finde sted. Dette studie udforsker hvilke didaktiske metoder, der kan styrke deltagelse og interaktion i onlineundervisning, samt hvilken rolle digitale interaktionsværktøjer spiller. Data blev indsamlet netnografisk på to 100% online skoler og bestod af 6 lærerinterviews, 1 lederinterview og 19 undervisningsobservationer, som dækkede en bred vifte af fag fra 2.-9. klassetrin. Resultaterne indikerer adskillige betydningsfulde sammenhænge for sociale interaktioner i anvendelsen af kameraet og digitale interaktionsværktøjer i praksisfællesskaber. Onlineundervisning, hvor det centrale var at lave noget sammen gennem inddragelse af fysiske genstande i rummet uden for skærmen, fremviste større tendens til sociale interaktioner, mens en lavere grad af samspil blev observeret i undervisning, hvor kameraet var slukket. Disse fund bør inkorporeres og nøje overvejes i onlineundervisning for at understøtte elev- og lærer-engagement.

As more online schools take on the education of primary students, online teaching complicates participation and social interaction, which are essential for learning. This study explores didactic methods that can enhance participation and interaction in online teaching, as well as the role of digital interaction tools. Data were collected netnographically from two fully online schools and included six teacher interviews, one schoolmaster interview, and 19 teaching observations, covering a wide range of subjects from grades 2-9. The results reveal several significant correlations between social interactions and the use of the camera and digital interaction tools in communities of practice. Online teaching that focused on collaborative activities involving physical objects outside the screen showed a greater tendency for social interactions, while lower levels of interaction were observed in lessons where the camera was off. These findings should be incorporated and carefully considered in online teaching to support student and teacher engagement.

# Fra fysisk til virtuel undervisning

Interaktive værktøjers betydning for deltagelse  
og sociale interaktioner

## Indledning

Forsøg med fjernundervisning i den danske folkeskole har eksisteret siden 2015 som alternativ til hjemmeundervisning (Shapiro et al., 2016). Onlineundervisning fik fodfæste som “emergency online education” under coronapandemien og er siden også blevet en alternativ måde at gå i skole på for børn, som ikke trives i skolen (Zheng et al., 2022). At der i Danmark er efterspørgsel efter online skoletilbud til grundskoleelever ses særligt på en af de skoler, vi undersøgte, som i deres korte eksistens på blot 2,5 år har haft en støt stigning af elevtilgang hvert år. Her startede 210 elever på skolen i august 2023, hvilket pr. 8. november samme år var steget til 372 elever. Skolen oplyser, at den i skrivende stund er oppe på 500 elever.

Mens der i lande som USA, Canada og Australien er omfattende erfaringer med virtuelle skoler på grundskoleniveau, er disse erfaringer i Danmark kun i deres spæde begyndelse (Shapiro et al., 2016). En af de største udfordringer, når undervisningen flyttes online, er deltagelse og engagement, fordi det online miljø virker hæmmende på samarbejdsbaseret læring og interaktioner (Dumford & Miller, 2018; Hrastinski, 2009; Kızılcık & Dewan Türüdü, 2022; Macur, 2022). Teknologien ændrer, hvordan vi interagerer, og det digitale læringsmiljø fremmer typisk en mere instruktionsbaseret tilgang til læring, hvor læringsressourcer dikterer, hvad og hvordan eleverne skal lære (MacKenzie et al., 2022). Dette resulterer i, at eleverne undlader at deltage i samtaler og vælger at slukke deres skærme (Levinsen & Sørensen, 2020). Her har kameraet fået en hovedrolle i onlineundervisning under antagelsen om, at det er en erstatning for ansigt-til-ansigt-møder (MacKenzie et al., 2022). Men ikke nok med, at video ikke erstatter fysisk tilstedeværelse – forskning viser samtidig, at eleverne overvældes med visuelle stimuli, hvilket komplicerer både samarbejde og deltagelse (MacKenzie et al., 2022, s. 296).

Af Kaspar Roland Kjemtrup, ph.d.-studerende, Universitat Oberta de Catalunya (UOC), & Christine Nadja Suadicani, Uddannelsesleder, HF & VUC NORD

Når undervisningen flyttes online, nødvendiggør det ændringer i lærernes undervisningsmetoder, som ikke blot kan overføres fra det fysiske klasserum, men kræver en gentænkning af undervisningen (Bayne et al., 2020; Godsk & Nielsen, 2024). Lærere er derfor nødt til at ændre pædagogisk praksis, når de underviser i virtuelle rum, og det betyder, at de skal finde nye interaktionsformer og engagerende måder at undervise online på, som øger forbindelsen og interaktionen med eleverne (McLoughlin & Northcote, 2017).

Det online læringsrum kræver særlige didaktiske overvejelser, som, ifølge flere studier i læreres online undervisningskompetencer, omhandler teknologisk kendskab og pædagogiske kompetencer i at facilitere kommunikation og interaktion (Aydin & Aydin, 2023; Godsk & Nielsen, 2024). I den sammenhæng viser en undersøgelse, at lærere mangler erfaring med både teknologi og online undervisningsplatforme (Alsubaie, 2022), mens en rapport fra International Computer and Information Literacy Study (ICILS) af 2018 samtidig viser, at der ingen større ændringer er i danske læreres anvendelse af undervisningsmaterialer, og at de fortsat bruger de samme instruktionsmaterialer udviklet til klasserumsundervisning, selv efter skiftet til onlineundervisning (J. Christensen et al., 2021).

I vores undersøgelse blev det tydeligt, at det at skabe deltagelse og interaktion udgjorde et væsentligt problem i den online undervisning, og at lærerne, efter eget udsagn, mangler viden og færdigheder i at undervise online og ikke selv er tydeligt bevidste om, hvilke kompetencer der kræves: "Det var jo sådan lidt learning by doing under coronaepidemien. Og jeg ved heller ikke, hvor meget der er materialer om, hvordan man gør det, og kursusmæssigt, hvordan man gør det og sådan noget" (Lærer på online skole). Undervisningen beroede mest af alt på prøve-sig-frem principper for derigennem at tilegne sig og udvikle kompetencer, hvilket i høj grad kan være betinget af, at undervisningsmaterialer, som lærerne primært fandt på læringsportalerne Clio og Alinea, ikke er specifikt udviklet til onlineundervisning samtidig med, at didaktiske greb i det online læringsmiljø synes at mangle, hvor lærerne i stedet er efterladte med tips og gode råd på eksempelvis EMU (EMU, 2023). Dette udfordrer lærernes praktiske sans, hvor de er nødt til at gøre noget andet, end det de plejer og derfor bliver eksperimenterende.

Formålet med denne artikel er at udforske de virkemidler, som skaber deltagelse og interaktion i den online undervisning, samt hvordan disse virkemidler adskiller sig fra klasserumsundervisning.

De centrale forskningsspørgsmål er:

- Hvilke didaktiske greb kan styrke deltagelse og interaktion i online undervisning?
- Hvilken rolle spiller digitale interaktionsværktøjer?



### **Teoretisk grundlag**

Der er flere begreber og discipliner i spil, når det handler om undervisning. For at analysere de problematikker, der ligger i spændingsfeltet mellem den digitale og fysiske undervisning, anvender vi begrebet *Post-digital education*, som netop indfanger dette spændingsfelt. Derudover beskrives problematikker i onlineundervisning ofte i forhold til, hvad der er nødvendigt for at onlineundervisning lykkes. Her indgår flere centrale begreber, som vi har valgt at samle under betegnelsen, god *onlineundervisning*. I undersøgelsen indgår fænomenet sorte skærme, som er en væsentlig problematik i undervisningen online, og som derfor ligeledes præciseres i det følgende.

### **Post-digital education**

Når undervisningen flyttes online, kræver det, at undervisningsdesign og -praksis tager højde for og integrerer både digitale og ikke-digitale aspekter samt anerkender kompleksiteten i deres interaktion (Fawns, 2019, 2022). I det post-digitale perspektiv indebærer onlineundervisning altid en kombination af digitale og sociale elementer, hvor anvendelse af teknologi og pædagogisk praksis er indbyrdes forbundne og gensidigt påvirkelige (Fawns, 2019). Derfor bør undervisningen (uanset om den er digital eller ej) tage højde for både digitale og ikke-digitale aspekter. Dette inkluderer at forstå, hvordan teknologi og sociale faktorer påvirker aktiviteter i praksis (Ibid.). Det post-digitale perspektiv og tilgang opfordrer til at se, at hverken læring eller undervisning er digitale i sig selv, men at digitale teknologier blot udgør en del af et bredere spektrum af undervisnings- og læringsaktiviteter. Den post-digitale tilgang anerkender kompleksiteten af interaktionen mellem digital teknologi og undervisningspraksis og fremhæver behovet for kritisk refleksion over, hvordan teknologi faktisk anvendes i undervisningen (Fawns, 2019).



Fawns (2022) fremhæver, at online interaktioner blot er del af et meget mere komplekst puslespil bestående af uadskilleligt forbundne sociale og materielle aktiviteter. Derfor kræver det, at læreren forstår at bruge værktøjer til at forbedre elevernes sociale færdigheder, når undervisningen flyttes online (Alsubaie, 2022).

Teknologi bør derfor ikke betragtes som isoleret fra denne kontekst, men som en del af undervisningsmiljøet. Der kræves derfor nye forståelser af, hvordan digital teknologi er indlejret i andre aspekter af de rum, hvor elever og undervisere handler. Det indebærer også en anerkendelse af, at ansvar og handlekraft ikke er iboende kvaliteter hos den enkelte elev, men snarere relationelle og fordelt på tværs af undervisere, studerende og miljøer (Fawns, 2022). Selvom undervisningen foregår digitalt, kan hverken den sociale eller materielle kontekst, hvor læring finder sted, ignoreres (Fawns, 2019, 2022).

### **Sorte skærme**

” Nogle gange i nogle klasser er der kun sorte skærme, og det kan være en udfordring for nogle af lærerne, at man ikke kan se hinanden og føle en eller anden form for respons.  
(Skoleleder på online skole)

Onlineundervisning repræsenterer unikke udfordringer for dannelse af relationer på grund af manglende ansigt-til-ansigt-interaktion og samtidig afhængighed af teknologien (Adams & Rose, 2014). Kameraet er en integreret del af computeren, som eleverne anvender til at forbinde sig til undervisningen online, men kameraet peger mod eleven og den kontekst, som eleven befinder sig i, hvilket er problemfyldt (MacKenzie et al., 2022). Problematikken omkring slukkede kameraer og sorte skærme er væsentlig, fordi læreren ikke kan se eleverne, og fordi eleverne ikke kan se hinanden indbyrdes. Dette er nemlig ikke uden betydning for elevernes læring, blandt andet fordi spejlneuroner fremmer læring gennem imitation (Aragundi & Vélez, 2021). Selvom slukkede kameraer umiddelbart løser problemet med visuel overstimuli, åbner de sorte skærme døren til en anden og langt mere betydningsfuld problematik.

Når alle har deres kamera tændt, har eleverne adgang til og forventes at kigge på alle andres skærbilleder samtidig, hvilket er unaturligt. Denne problematik opstår, fordi kameraet anvendes stationært i stedet for fleksibelt, hvor det fokuserer statisk og konstant på eleven. I et klasserum er der en ensartethed i det, øjet ser på, og man oplever ikke på samme måde, at man selv og ens rum hele tiden er i fokus for andres blikke og opmærksomhed (MacKenzie et al., 2022). Omvendt lukker de slukkede kameraer muligheden for at se andres udtryk,

handlinger og mimik. Hvis eleverne ikke kan se hinanden, kan de heller ikke imitere hinanden, hvilket udgør et problem i forhold til læring. Spejlneuroner er vigtige for at forstå handlinger og hensigter hos andre mennesker samt for at lære nye færdigheder gennem spejlbilleder (Mara, 2017). De slukkede kameraer udgør ligeledes et problem for læreren, som mangler respons fra eleverne (MacKenzie et al., 2022). Lærerne accepterer, at eleverne slukker kameraet, fordi de er bekymrede for indtrængen i elevernes privatliv. Men accepten af sorte skærme medfører, at elever har modvilje i forhold til deltagelse i social læring og resulterer samtidig i, at lærerne undlader aktiviteter, der fremmer social interaktion (MacKenzie et al., 2022, s. 274). Der er dermed tale om en negativ spiral, hvor manglende engagement og social interaktion forstærkes i undervisningen online.

### **Hvad er god onlineundervisning?**

Onlineundervisning handler ikke kun om at bringe undervisningen online, men nødvendiggør ændringer i undervisningsmetoder (Bayne et al., 2020). Dette forudsætter, at teknologien anvendes på en sådan måde, at interaktionen fra traditionel klasserumsundervisning transformeres, så det digitale bliver værktøjer til at støtte interaktionen mellem underviser og elever (Alsubaie, 2022; Bayne et al., 2020; Stenalt & Rossen, 2022; Tække & Paulsen, 2017). Teknologiske værktøjer og samarbejdsplatforme er vigtige for videnskonstruktion og bør anvendes som aktive værktøjer til at forstå fagligt indhold (Levinsen & Sørensen, 2020). Læringsressourcer bør vælges ud fra deres potentialer i en kontekst – ikke kun deres designede egenskaber – derfor er det at kunne didaktisere og redidaktisere en vigtig kompetence (Levinsen & Sørensen, 2020). Samtidig er en kategorisering af undervisning i hhv. fysisk og online undervisning u hensigtsmæssig, da en sådan opdeling skaber en uønsket magtdynamik, hvor det enten er pædagogikken, som driver teknologien eller teknologien, som driver pædagogikken (Fawns, 2022). Teknologi og pædagogik er uadskillelige – for selv i onlineundervisning indebærer læring en blanding af digitale og sociale faktorer (Fawns, 2019). Et centralt aspekt i denne kontekst er materialitetens betydning for samspil og læring, hvor online interaktioner blot er en del af denne kompleksitet, hvor sociale og materielle aktiviteter er uadskilleligt forbundne (Fawns, 2022; Hayes & Gee, 2010). Læring finder således ikke kun sted gennem direkte interaktion mellem individer, men også i interaktionen mellem individer og de materialer, de arbejder med (Löw, 2017). Derfor bør undervisning, uanset dens digitale karakter, tage højde for både digitale og ikke-digitale aspekter, hvilket kræver forståelse for, hvordan teknologi og sociale faktorer påvirker undervisningen (Fawns, 2019). For at opnå denne forståelse

kræves en nøje overvejelse af den faktiske rolle, teknologien spiller i undervisningen, og en anerkendelse af, at ansvar og handlekraft er relationelle og delt mellem lærere, elever og det online miljø.

Interaktionen mellem lærer-elev og elev-elev er påvirket af forståelsen af sociale signaler og har dermed indflydelse på engagementets og deltagelsens kvalitet (Heljakka & Ihamäki, 2018; Onyema et al., 2019). Her spiller spejlneuroner en central rolle, da de tillader os at forstå handlinger og intentioner hos andre mennesker og faciliterer indlæring af nye færdigheder gennem imitation. Dette fremhæver betydningen af at fremme lysten til social interaktion i undervisningen (Hertz, 2010; Mara, 2017; Thanikkal, 2019), uanset om den foregår fysisk eller online. Undervisning online er situationelt betinget (Bayne et al., 2020) og kræver derfor, at det online rum lægger op til interaktioner, hvor deltagerne har noget, de er fælles om. I Lave og Wengers (1991) forskning om aktiv deltagelse i sociale aktiviteter udviklede de begrebet praksisfællesskaber. Begrebet er beslægtet med Deweys forståelse af læring, hvor eleven må være aktivt deltagende og ikke blot til stede i læringskontekster for at lære noget (Brinkmann, 2017). Et praksisfællesskab rækker ud over interpersonelle relationer og kategoriseres som aktiv deltagelse gennem gensidigt engagement, fælles virksomhed og fælles repertoire, som finder sted i socialt samspil fysisk og online (Lave & Wenger, 1991; Nielsen, 2013). Fremfor overførsel af viden er viden og færdigheder integreret i konteksten, hvor de anvendes, hvormed læring bliver situeret i processer med deltagelse og socialt samspil (Lave & Wenger, 1991).

Det er centralt, at lærere ændrer pædagogisk praksis, når de underviser i virtuelle rum (McLoughlin & Northcote, 2017), da lysten til interaktion er reduceret af de begrænsninger, som digitale undervisningsmiljøer udgør (Stenalt et al., 2023). Her har lærere og elever ikke samme sanselige oplevelse af hinanden og undervisningen som i det fysiske klasserum. Undervisningen online er situeret og formet af forskellige faktorer (Jornet & Damşa, 2021), hvor aktiv deltagelse i praksisfællesskaber er betingelsen for, at der dannes bestemte betydninger og meninger. En forudsætning er, at vi kan sanse hinanden, og hvad vi foretager os. Derfor er det centrale i onlineundervisning, at samspillet transformeres fra skærm til krop, hvor det taktile, kroppen og rummet bliver centralt i udviklingen af fælles forståelser (Thestrup, 2020). Mens forståelsen af analoge læremidler ofte begrænser sig til fysiske tavler, bøger eller genstande som papir og figurer, som anvendes med henblik på at skrive eller læse noget (Danske Forlag, 2023; Johannessen, 2024; Tannert & Berthelsen, 2020), er det analoge uden for skærmen – det vil sige fysiske genstande og rum – centrale i onlineundervisningen. Det analoge bliver derved mere vidtrækkende til at omfatte fysiske genstande og materialer generelt, som noget sanseligt og som noget, der derfor kræver interaktion med

teknologien, navnligt kameraet, for at kunne udtrykkes og derigennem skabe viden og forståelse i et online læringsmiljø.

### **Sammenfattende**

God onlineundervisning er karakteriseret ved en integreret tilgang, hvor teknologi og pædagogik arbejder sammen for at skabe et engagerende læringsmiljø. Dette indebærer en transformation af traditionelle undervisningsmetoder, hvor både digitale og ikke-digitale ressourcer vælges og tilpasses med henblik på at støtte interaktionen mellem lærere og elever.

Onlineundervisning bør fremme praksisfællesskaber, hvor elever deltager aktivt i sociale interaktioner og læringsmæssige aktiviteter. For at modvirke begrænsningerne i digitale miljøer, bør undervisningen også inkludere sanselige elementer uden for skærmen.

## **Metode**

Vores observationer dækkede en bred vifte af fag fra 2.-9. klassetrin. Der er foretaget 19 observationer i grundfagene samt de kreative fag på to 100% online skoler. Timerne har været på 30 minutter med et elevantal på mellem 3-15. De metodiske overvejelser af valg af fag har været at observere forskellige mulige måder at undervise online på for derigennem også at observere forskellige lærere, elever og disses respons og interaktion i undervisningen. Fordelingen af antallet af observationer skyldes i høj grad, hvad der har været muligt i forhold til skolerne. Her har skolens værdigrundlag om trivsel spillet en rolle i forhold til i hvilke fag og klasser, vi har kunnet observere, ligesom dette værdigrundlag inkluderede, at der ikke var krav om, at eleverne skulle have kameraet tændt, og at deltagelse var reduceret til en tilkendegivelse af, om eleven var til stede, hvis læreren spurgte. Det kan derfor ikke udelukkes, at disse hensyn har haft indvirken på tilrettelæggelse og gennemførelse af den observerede undervisning.

Observationerne i de enkelte fag har været med henblik på at analysere de virkemidler, som læreren anvender for at skabe deltagelse og interaktion, og er foretaget netnografisk (Kozinets, 2010), hvor vi har kunnet observere det, som foregik i undervisningen via skærmen samt dennes funktioner, som fælleschat, kamera og mikrofon. Kozi-

nets (2010) definerer netnografi (også betegnet som virtuel etnografi), som deltagende observationsforskning baseret på online feltarbejde, som anvender forskellige dataindsamlingsmetoder og teknikker, såsom deltagerobservation og dybdegående interviews. I modsætning til eksempelvis online brugerkultur på sociale medier, hvor begrebet *affordancer* ville kunne anvendes til at analysere, hvilken handling de digitale værktøjer og funktioner fordrer af brugeren (Wesolko, 2016), er begrebet mindre berettiget i undervisningssammenhæng. Dette skyldes, at *affordancer* ikke tager højde for læringens sociale og konstruktive natur (Oliver, 2005) samtidig med, at begrebets betydning, ift. hvad man kan gøre med en bestemt teknologi, skaber en forventning om, at alle brugere er ens (Fawns, 2022), hvilket er problematisk i undervisningssammenhæng, hvor lærere og elever handler forskelligt. Denne kompleksitet kræver en dybdegående forståelse af de komplekse og kontekstafhængige situationer, som er på spil i den online undervisning. Derfor suppleres de netnografiske observationer med kvalitative beskrivelser, som kan indfange denne kompleksitet ved at fokusere på spørgsmålene ”hvorfors” og ”hvordan” (Flyvbjerg, 2015; Freeman, 2014; Lakshman et al., 2000).

I vores observationer har vi været bevidste om, hvad vi ikke har kunnet observere. Det gælder særligt elevernes ansigtsudtryk, samt hvad de foretog sig, når kameraerne var slukkede. Derfor har vi i højere grad analyseret det, som vi har kunnet observere, det vil sige den synlige interaktion, som vedrører elevernes interaktion i undervisningen. Der er ligeledes foretaget 6 lærerinterviews samt 1 skolelederinterview. Disse har været semistrukturerede for at tillade sonderende og spontane spørgsmål til udforskning og dybere forståelse af svar (Wilson, 2014) og for at tilnærme en forståelse af den specifikke kontekst og dens kompleksitet (Freeman, 2014). Interviewene er herefter transskriberet med programmet Whisper og gennemgået manuelt mhp. at rette eventuelle fejl. Interviewene er kodet deduktivt for at indfange ligheder og forskelle og sammenligne forskellige aktørers forståelser og beskrivelser (Brandt & Sprogøe, 2019).

## Digitale interaktionsværktøjer – potentiale og udfordringer

” Det bliver mere intimt, når du har kamera på, man får også bare en helt anden relation, og fornemmelse af, hvem er det, man snakker med, hvis man kan se personen. Altså, du får jo en hel masse subtile informationer også, som også bidrager til noget for relationsarbejdet [...].  
(Lærer på online skole)

Mens lærerens pædagogiske og teknologiske kompetencer spiller en central rolle i at skabe et engagerende undervisningsmiljø online, indikerer vores fund, at det er lærerens didaktisering og redidaktisering af læremidler, som er afgørende for udfaldet af undervisningen. Det centrale i fundene er lærerens anvendelse af analoge genstande sammen med teknologien til at skabe deltagelse og engagement. Her blev særligt webkameraet et vigtigt didaktisk greb, fordi det giver lærer og elever subtile informationer om hinanden gennem rummet og det, som man foretager sig. Det er dermed ikke, hvorvidt kameraet tændes eller ej, som udgør problemet, men selve aktiviteten og indholdet som kameraet peger hen mod, samt hvorvidt denne aktivisering af kameraet skyldes elevens lyst til aktivt at deltage eller et krav om at vise ansigt. Dette stiller krav til læreren, fordi lærerens praktiske sans - det vil sige de internaliserede vaner - udfordres, og læreren derfor er nødt til at gøre noget andet end de vaner, han/hun har tilegnet sig i klasserumsundervisningen (Bourdieu, 1998; M. K. Christensen, 2023). En forskel fra klasserumssituationen til det online undervisningsmiljø er således, at læreren er nødt til at anvende digitale interaktionsværktøjer for at muliggøre den sanselighed af rum, stemning og handling for at skabe interaktion.

Analysen indledes med observerede problemstillinger, i forhold til lærernes overførsel af internaliserede vaner fra klasserum til det online rum, og efterfølges af tre konkrete eksempler på digitale interaktionsværktøjers betydning for deltagelse og interaktion i online undervisning.

### Fra klasserum til det online rum

” [...] Hvis vi tager alle eleverne, så er det nok omkring 60-70 procent, som aldrig har skrevet noget til mig i chatten. Hvordan de så deltager, det ved jeg ikke [...]

(Lærer på onlineskole)

Når undervisningen flyttes fra klasserumsundervisning til det online læringsrum, hvor lærer og elever er fysisk placeret forskellige steder, fungerer digitale platforme som mødested for undervisningen. I vores undersøgelse udgjorde disse platforme Teams, Vedamo og Google Meet. I observationerne sås det, hvordan lærerne ofte anvendte platformene som didaktiserede læremidler – altså som ready-to-use værktøjer.

Betegnelsen, funktionelle læremidler, dækker over eksempelvis kridt- og virtuelle tavler, tekstbehandlingsprogrammer, Padlet og Kahoot (Gissel, 2022; Gissel et al., 2021), men omfatter også samarbejdsressourcer som Skype, Teams og Zoom (Levinsen & Sørensen, 2020). De virtuelle klasserum er således funktionelle læremidler og helt centrale i videnskonstruktion og handlekraft, men kræver lærerens didaktisering (Levinsen & Sørensen, 2020). Derfor spiller platformenes digitale interaktionsværktøjer en central rolle i at skabe deltagelse og interaktion. Med interaktionsværktøjer menes de muligheder, der eksisterer for synligt at påvirke den online undervisning gennem brug af chat, mikrofon og kamera til at kommunikere med, men også ved f.eks. at række en digital hånd op, give et like, svare på en meningsmåling osv. (Baym, 2015). Aktiv deltagelse skal her ses som det engagement og samspil, som udfolder sig i anvendelsen af interaktionsværktøjerne og er derfor socialt- og ikke individuelt orienteret. Det betyder at lærerens rolle og positionering i onlineundervisning er central i forhold til at inddrage eleverne gennem de teknologiske interaktionsværktøjer.

I den observerede undervisning var der ofte ingen eller meget lidt deltagelse og interaktion mellem eleverne. Lærernes oplæg varede typisk 20 minutter ud af de samlede 30 minutters undervisningstid, og de formåede i vid udstrækning ikke at anvende de muligheder, som det digitale rum tilbyder til at engagere eleverne. Her sås det, hvordan lærerne ofte brugte det online læringsrum som en tavle ligesom i et fysisk klasselokale til enten at skrive på eller hvor undervisningsmaterialer blev vist via skærmdeling, som eleverne skulle forholde sig til ved at læse eller kigge på, hvorefter eleverne kunne interagere ved at skrive i den fælles chat eller den private chat med læreren, som herefter selv skrev svarene på skærmen (Figur 1).



**Figur 1a.**  
Anvendelse af det online læringsrum som en tavle.

**Participants**

**speaking: Lærer 5**

Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

**COMMON NOUN vs. PROPER NOUN PRACTICE**

**A. COMMON VS. PROPER NOUNS**  
Instructions: Read each word in the first column of each chart below. Decide if the word is a common noun or a proper noun. Put an "X" in the correct column.

	Common Noun?	Proper Noun?		Common Noun?	Proper Noun?
dog	X		vacation	X	
banana	X		Grandma		X
Harding School		X	telephone	X	
tree	X		book	X	
Melissa		X	Paris		X

**B. PROPER NOUNS**  
Instructions: Review each common noun and write a proper noun to go with it.

Common Noun	Proper Noun	Common Noun	Proper Noun
city	New York	cat	Snowy
man	James	book	Harry Potter and the C
state	Floria	teacher	Miss Grey
car	Toyota	school	Hogwarts
boy	James Jr.	movie	

**Group Main**

C 10:47 screw the cat we have James Jr

N 10:47 harry potter 1

C 10:48 miss Gray.

K 10:48 Ms. James

K 10:49

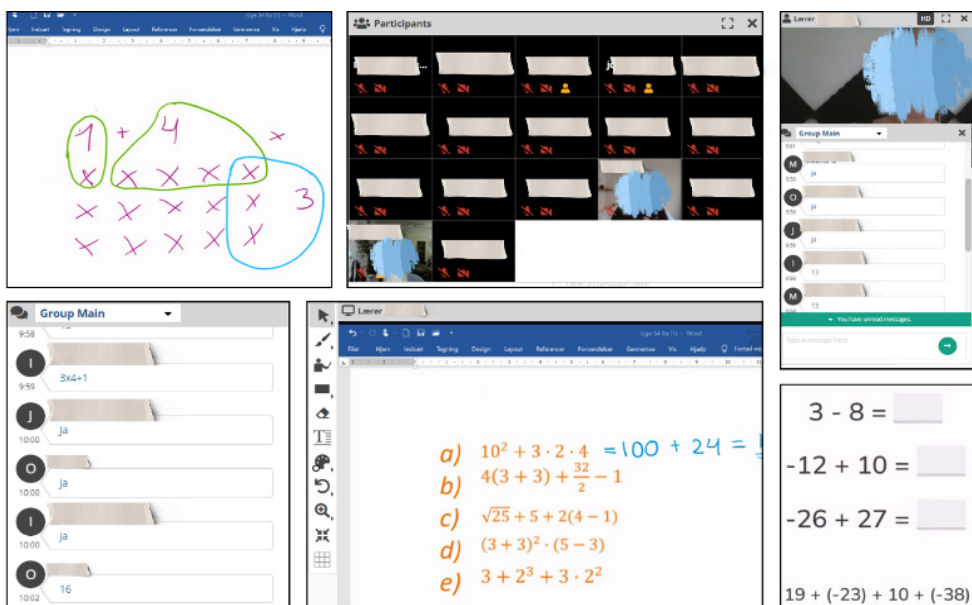
C 10:49 because she has grey hairs from picking the wrong profession!

S 10:49 Shrek 2



Figur 1b.

Anvendelse af det online læringsrum som en tavle.



Her peger McKenzie et al. (2021) på, at de teknologiske forhold og bekymringer om udviskede grænser mellem det, som er fælles, og det, som er privat, skaber komplekse situationer, som i sidste ende fremmer mere traditionelle former for onlineundervisning. Med andre ord, så ender lærerne typisk med at forlade sig på det, som de kender fra fysisk undervisning – altså deres internaliserede vaner (Christensen, 2023). I stedet for at tænke med teknologien reproducerer de det, som de kender fra den fysiske klasserumsundervisning. Det online læringsrum anvendes som et fysisk rum, hvor eleverne skal se noget, som gøres på tavlen og efterfølgende svare på spørgsmål.

I vores observationer var denne problemstilling direkte relateret til, at lærerne anvendte didaktiserede læremidler med indbyggede spørgsmål og svarmuligheder, som ikke var designet til undervisning online. Didaktiske former, som implementeres i onlineundervisning, og som definerer, hvordan eleverne skal lære, medfører ofte manglende respons og slukkede skærme (Levensen & Sørensen, 2020; MacKenzie et al., 2022).

Med slukkede kameraer og manglende respons har læreren meget lidt greb om, hvad der foregår bag elevernes skærme. Aktiviteter og strategier, som ikke drager fordel af spejlneuroner i virtuel læring, giver ikke anledning til at stimulere engagement (Aragundi & Vélez, 2021). Både elever og lærere deltager uden sanselighed. Selvom flere lærere udtrykte, hvordan onlineundervisningen gjorde det muligt at komme tættere på den enkelte elev, fordi eleven kunne skrive privat til dem i timen, så foregik interaktionen mellem den enkelte elev og læreren. Det centrale for læring – samspillet mellem eleverne og indholdet i undervisningen (Kızılcık & Dewan Türüdü, 2022; Löw, 2017) – blev dermed ikke bragt i spil. En forklaring kan skyldes, at eleverne føler sig utrygge ved at skrive i et forum, hvor det er synligt for alle, hvis de staver eller svarer forkert, og hvor det skrevne bliver stående i chatten, og dermed er synligt både for eleven, som skrev det, samt for læreren og øvrige elever under hele timen. Her udtrykt af en lærer: “[...] nogle af dem er utrygge ved at skrive for eksempel i det hele taget, fordi de ikke synes, de skriver korrekt, hvis de nu er ordblinde [...]”. Hvis chatfunktionen sammenholdes med tavlen i det fysiske klasserum, så har eleven i den fysiske undervisning kun mulighed for at skrive på tavlen, hvor alle kan se det, hvis læreren inviterer til dette. Samtidig kan eleven viske ud, hvis noget er forkert. I chatten står elevens skrevne ord fastlåst, når eleven har trykket enter. Derfor kræves der didaktiske og pædagogiske overvejelser i brugen af chatfunktionen i onlineundervisning.

Når interaktionen udebliver, får eleverne ikke mulighed for at opdage og værdsætte deres egen betydning i samspillet med andre (Espinoza et al., 2020), hvilket er afgørende for at føle sig forbundet med fællesskabet (Adams & Rose, 2014). I det fysiske klasserum har eleverne mulighed for samspil ved deres blotte tilstedeværelse, fordi de befinder sig i samme rum, men i det online læringsrum afhænger dette samspil af lærerens didaktisering af undervisningen gennem brug af spejlneuroner.

Ovenstående vidner om, at lærerne mangler kendskab til at didaktisere og redidaktisere læremidlerne, så der skabes mulighed for deltagelse og interaktion mellem eleverne. Når læreren ikke kan høre eleverne, se deres mimik, eller hvad de foretager sig bag de sorte skærme, har læreren derfor heller ikke mulighed for at vurdere, om eleverne er engagerede i det, der foregår:

” Hvis jeg skal være helt ærlig, så kan det hurtigt komme til at blive noget demotiverende faktisk også, fordi de alle sammen sidder med sort skærm [...] mange af dem, jeg aner ikke, hvem de er, jeg kender intet til dem. Jeg har aldrig set dem.

(Lærer på onlineskole)

Hverken chat, kamera eller mikrofon bliver værktøjer til interaktion og samspil, og efterlader læreren i uvished og eleverne i passiv modtagelse af undervisningen. Det som mangler er aktiviteter der didaktiseres eller redidaktiseres, så de lægger op til refleksion, hvor eleverne går fra passive modtagere til aktive deltagere i undervisningen (Laurson, 1998; Levinsen & Sørensen, 2020).

## Didaktisering og redidaktisering af læremidler

En vigtig kompetence, som læreren skal besidde i onlineundervisning, er evnen til at kunne redidaktisere læremidler, som er udviklet til undervisningsbrug samt at kunne didaktisere læremidler, som ikke er udviklet til undervisningsbrug. Der findes p.t. ikke en oversigt over læremidler som specifikt egner sig til onlineundervisning (Levinsen & Sørensen, 2020), men derimod kun tips og inspiration i forhold til programmer og it-værktøjer som kan anvendes i onlineundervisningen (Ellegaard, 2020). I en overvejende del af den observerede undervisning benyttede lærerne læremidler fra Clio og Alinea. Mens begge disse fagportaler er leverandører af online undervisningsmaterialer, er disse netop ikke udviklet specifikt til onlineundervisning, men er digitaliserede materialer til undervisning generelt, som også kan benyttes til fjernundervisning. Det er derfor relevant at se på, hvordan lærerne inddrager og anvender disse læremidler i undervisningen online.

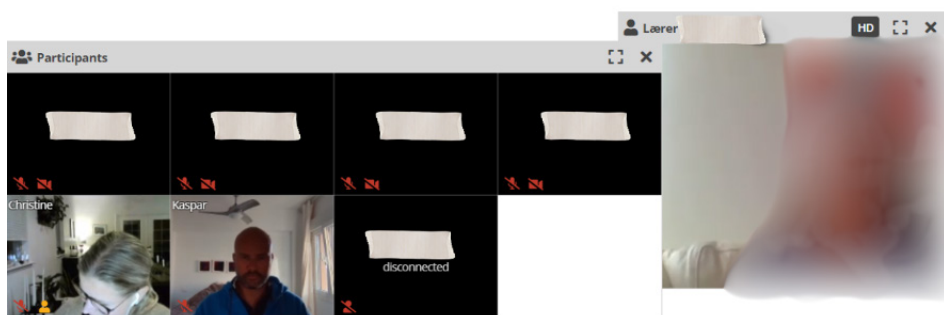
### Clio og YouTube

I en dansktime for elever i 4. klasse er fire elever til stede repræsenteret med navn og med kameraet slukket. Læreren bruger samarbejdsværktøjet Vedamo til at dele skærm, hvor hun viser et læremiddel fra fagportalen Clio, som omhandler nordiske lande. Læreren holder et oplæg på 10 minutter og spørger eleverne, om de har nogle spørgsmål. Der er ingen spørgsmål. En elev A skriver i stedet i chatten: hola,

ciao, hello og hej på forskellige sprog. Læreren deler et opgavehæfte via skærmen, som laves fælles, og to elever (A og D) skriver i chatten. Læreren spørger elev A, om han googler sine svar. Det svarer elev A i chatten, at han ikke gør. Læreren viser herefter en video fra YouTube, hvor sprog oversættes fra svensk til dansk, og hvor eleverne inviteres til at tale om ord, som er de samme, men som betyder noget forskelligt på hvert sprog. Eleverne spørges, om de kender nogle ord på svensk. Elev A skriver Giflar i chatten. Elev B og C svarer på et enkelt spørgsmål, mens en elev D ikke svarer.


I nærbilledet ses, hvordan lærerens ibrugtagning af et læremiddel fra Clio med indbyggede spørgsmål og svar (Figur 3) ikke i tilstrækkelig grad formår at skabe deltagelse eller interaktion blandt eleverne. Dette ses i de få svar, eleverne skriver i chatten ud af en halv times undervisning (Figur 4). I denne del af timen ses lærerstyring og manglende interaktion, hvor det er læreren, som holder oplæg, og eleverne som efterfølgende skal svare på spørgsmål. Læreren mangler at redidaktisere læremidlet, så det skaber potentiale for sociale interaktioner, så det ikke er de indbyggede egenskaber i læremidlet, som sætter rammen for undervisningen (Levinsen & Sørensen, 2020).

**Figur 2.**  
Sorte skærme.




**Figur 3.**  
Læremiddel fra Clio.

regnet som en del af Europa. Landet er to og en halv gange større end Danmark.



Island har ca. 350.000 indbyggere. Det er dét land i Europa, som har færrest indbyggere.



	Sandt	Falsk
Island regnes som en del af Europa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Island er meget tæt befolket.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### Fokusord

- sprogstamme
- låneord
- sprogforståelse
- falske væbner

## Sprogene i Norden

Norden er en samlet betegnelse for Danmark, Norge, Sverige, Finland og Island.

Færøerne og Grønland hører under Danmark, og Åland hører under Finland. Alle folk i Norden taler et nordisk sprog, undtagen folk fra Finland.

Folk fra Finland er meget svære at forstå. Finernes sprog kommer fra en helt anden sprogstamme end de nordiske sprog. Faktisk er finsk tættere på ungarsk end dansk. Det er derfor svært at forstå finsk.

### Grønlandsk, islandsk og færøsk

Grønlandsk har også en helt anden sprogstamme end de nordiske sprog. Derfor er det svært at forstå grønlandsk.

Islandsk og færøsk er sværere at forstå end svensk og norsk. Islandsk og færøsk er to sprog, der er meget tættere på det oprindelige nordiske sprog, som vikingerne talte.

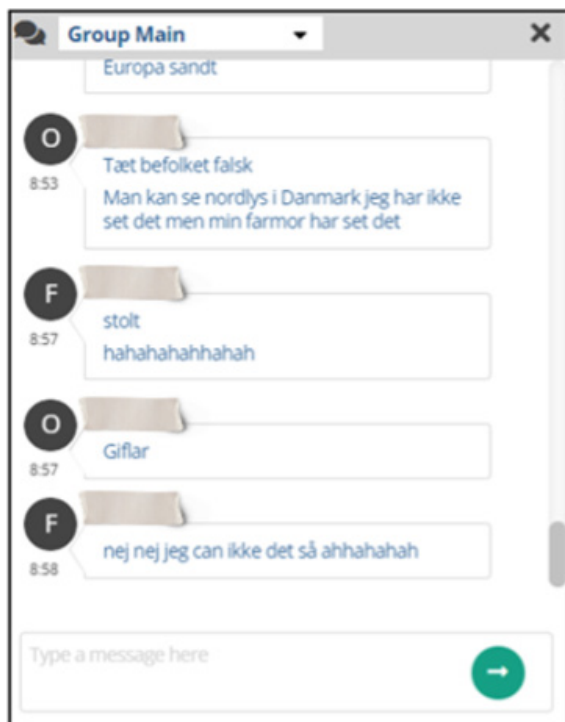
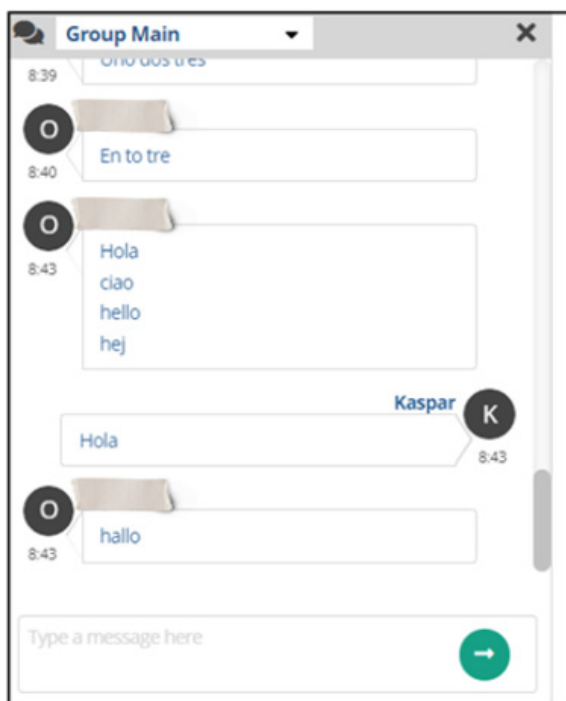
#### Fakta

**Sprogstamme:**

Alle sprog har en sprogstamme.

Sprogstammen fortæller, hvor et sprog stammer fra, og hvilke andre sprog, det er i familie med. Grønlandsk er ikke

**Figur 4.**  
Uddrag af chatten i Vedamo.



Først da læreren viser et klip fra YouTube, begynder eleverne at åbne sig for interaktion. Det viser sig, at elev A har været i Sverige og kender nogle ord derfra. Mens elev A således spiller ind med nogle ord (via chatten), som han kender, og som igangsætter dialog mellem elev A og læreren, er de øvrige elever her passive i aktiviteten. Med de sorte skærme (Figur 2) ved læreren ikke, om de er aktivt lyttende, men uden brug af chatten eller mikrofonen, som er de værktøjer, som denne time kræver for at kunne deltage, bliver eleverne blot tilstedeværende i timen. I lærerens intention med at bringe YouTube-klippet ind i undervisningen og derigennem formentlig igangsætte en dialog, mangler læreren at se det overordnede potentiale i læremidlet, nemlig hvordan det kan anvendes, så det skaber engagement og fælles virksomhed.

YouTube er et semantisk læremiddel, det vil sige, at det ikke har et indbygget didaktisk formål, som derfor kræver af læreren, at denne netop formår at omsætte indholdet til et undervisningsmæssigt formål. Det særlige ved semantiske læremidler er, at de ofte har en samfundsmæssig betydning (Gissel, 2022), som kan igangsætte dialoger, som relaterer sig til elevernes livsverden. Mens dette således er tilfældet for elev A, er det uvist, hvorvidt læremidlet relaterer sig til elev B, C og D's livsverden. Læreren mangler at didaktisere YouTube-videoen, så den får aktiv relevans for undervisningen, det vil sige de elever, som deltager i undervisningen. Situationen forstærkes negativt af, at læreren ikke kan fornemme eleverne, fordi kameraerne er slukkede, og fordi kommunikationen begrænser sig til chatten. Dette gør det vanskeligt for læreren at afgøre, om eleverne lytter aktivt, eller om de eventuelt foretager sig noget andet bag skærmene. I det fysiske klasserum havde læreren haft mulighed for at se eleverne, om de var opmærksomme, og hvad de foretog sig og ville på den baggrund kunne handle. I onlineundervisningen er de subtile informationer om eleverne ikke givet på forhånd, og kræver af læreren at denne ændrer den pædagogiske tilgang, så teknologien udnyttes til at give læreren disse informationer om eleverne, som er naturligt tilstede i det fysiske klasserum.

Når det i onlineundervisning handler om at se et læremiddels potentiale i undervisningen og herefter enten didaktisere eller redidaktisere læremidlet, bør det tages med i betragtning, at dette tager tid, fordi lærerens praktiske sans udfordres (Bourdieu, 1998) og læreren derfor skal gøre noget andet og uden for hans/hendes internaliserede vaner (M. K. Christensen, 2023).

” [...] vi sad og fandt alt, som i alt selv, så vi ledte rundt på hele nettet, og fandt alt, og der er virkelig ikke ret meget, nu har jeg selv været på skolemesse for nylig, der er ikke ret meget materiale, der ligger online, udover portalerne, så hvis jeg skal noget, så skal jeg selv bruge tid på at sidde og skanne ting ind, hvis der sidder jeg og gerne vil vise børn, og det går man død i på sigt, i hvert fald hvis man skal sidde og gøre det lang tid.

(Lærer på online skole)

I lærerens refleksioner ses det, at det at finde undervisningsmaterialer, som kan bruges online, er en omstændig og tidskrævende proces. Hvis læreren skal levere god onlineundervisning, er det centralt at forstå at en overgang fra fysisk til onlineundervisning indebærer, at lærere oplever tab af underviseridentitet, hvor indlejret viden og forståelse af samspil udfordres af manglende direkte interaktion med eleverne (Bourdieu, 1998; M. K. Christensen, 2023). Her er det en naturlig reaktion på en ny kontekst, at læreren griber ud efter noget velkendt - sin praktiske sans (M. K. Christensen, 2023) for at håndtere undervisningen. I interviews med lærerne om vægtning af pædagogiske og teknologiske kompetencer i onlineundervisningen, var der en generel vægtning af pædagogiske kompetencer – navnlig det relationelle. Mens pædagogik (herunder relationskompetencer) er afgørende for at god onlineundervisning og undervisning i det hele taget finder sted, kan manglende teknologisk kompetence netop i onlineundervisningen få negativ indvirken på sociale interaktioner (Alsubaie, 2022). De pædagogiske kompetencer har med andre ord behov for at blive støttet af teknologiske kompetencer, når undervisningen foregår online. Der er tale om et balanceforhold og et gensidigt afhængigt forhold mellem teknologi og pædagogik (Fawns, 2019), som man som lærer ikke kan undlade at forholde sig til, når man underviser online.

Her er det relevant at sammenligne med et lignende eksempel, hvor en lærer i en tysk time ligeledes bruger det semantiske læremiddel, YouTube, men hvor eleverne deltager aktivt.

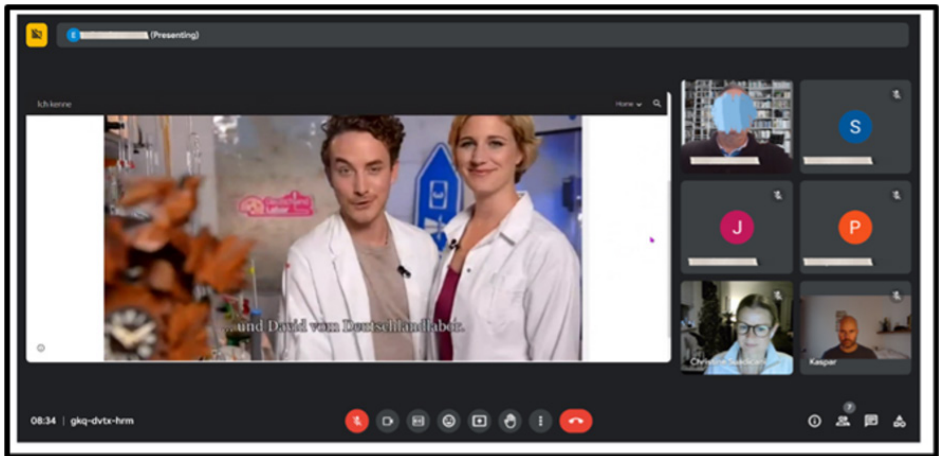
### **Tysk og YouTube**

I en tysktime for elever i 9. klasse ses 3 elever repræsenteret med navn og med slukkede kamera. Læreren deler en video fra YouTube, som handler om Tyskland. Læreren viser meget korte klip fra videoen af ca. 15 sek. varighed. Herefter deles et dokument med spørgsmål, som læreren beder eleverne svare på. Elev A og B veksler mellem at svare på lærerens spørgsmål, hvorefter læreren skriver svarene ind i dokumentet, som deles på skærmen. Elev C skriver i chatten, at han kun kan være med på en lytter.



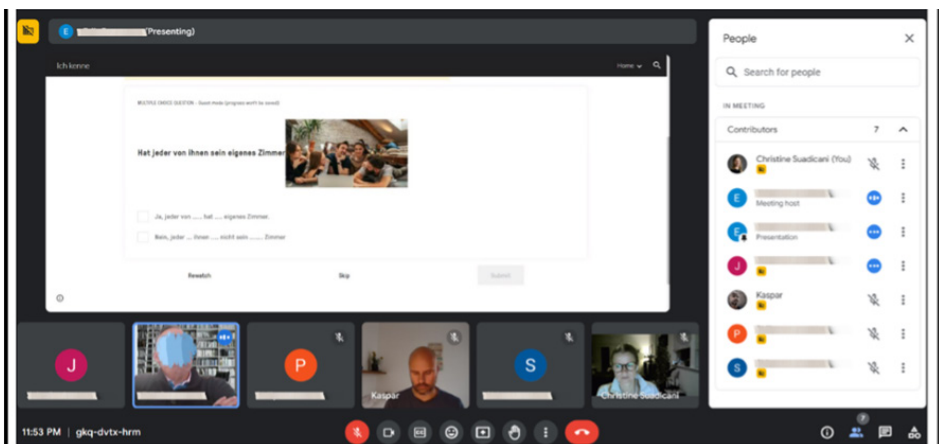
**Figur 5.**  
YouTube-video som deles i undervisningen.

---



**Figur 6.**  
Spørgsmål og svar samt chat.

---



I timen ses, hvordan læreren får et samspil i gang med to af de tre tilstedeværende elever via et YouTube-klip. Mens det er uvist, hvorfor den tredje elev (elev C) ikke deltager aktivt, tilkendegiver eleven selv i starten af undervisningen at være med på en lytter – altså passiv deltagelse. I aktiviteten observeres et flow i interaktionen mellem læreren og elev A og elev B, hvor eleverne engagerer sig i samtalen. Selvom elevernes kamera er slukkede, bruger elev A og elev B mikrofonen som kommunikationsredskab. I et interview med læreren fremgår det, at kameraet ikke altid er nødvendigt for at engagere eleverne. Dette kan ske via mikrofonen, hvor læreren, gennem elevens stemme, oplever en genkendelig sanselighed fra det fysiske klasserum – nemlig at kunne fornemme, hvorvidt eleverne synes om aktiviteten eller ej:

” [...] Og jeg kan selvfølgelig bedst lide, når de har kamera på, det er der ingen tvivl om, men vores elever de kan ikke så godt ... der er mange af dem, der af forskellige årsager bryder de sig ikke om det, og det synes jeg faktisk viser sig, at man kan sagtens undervise, selvom man ikke har et kamera på. Man lærer meget hurtigt ligesom at finde ud af, hvad er stemningen bag den stemme, som man hører.

(Lærer på online skole)

Det teknologiske bliver således for læreren et pædagogisk redskab til at vurdere stemningen og dermed engagementet hos eleverne gennem samtale. Her peger MacKenzie et al. (2022) på, at kameraet, med dets statiske placering som webcam på computeren, tvinger os til at anerkende andres tilstedeværelse og fremvise vores omgivelser. Lyd bliver en mellemvej mellem chat og video, fordi vi med lyd modtager tilstrækkelige ledetråde til at rekonstruere stemningen hos vores samtalepartnere på en mindre truende måde end med video, og at dette er mere engagerende end blot tekstinteraktion (MacKenzie et al., 2022).

I aktiviteten er eleverne aktivt deltagende og i observationen ses, hvordan læreren har didaktiseret YouTube-klippet, så det afspilles i korte sekvenser, som kræver, at eleverne følger med for efterfølgende at kunne svare på spørgsmål. Spørgsmålene har læreren tilrettelagt ud fra videoen, og selvom spørgsmålene er lukkede med rigtige og forkerte svarmuligheder, giver de anledning til refleksion, fordi eleverne skal undersøge og fortolke de korte videoklip for derigennem at kunne svare. De korte klip giver samtidig læreren mulighed for hurtigt samspil, hvor han kan inddrage flere elever. Dette er forskelligt fra den tidligere beskrevne undervisningssituation, hvor YouTube-klippet blev anvendt, som det var, uden at didaktisere det. I sammenligning med klasserumsundervisning, hvor alle kan se hinanden og dermed også se, hvis man siger eller udtaler noget forkert,

gør lærerens didaktisering, hvor mikrofonen er det værktøj, som eleverne skal bruge til aktivt at deltage, det muligt for eleverne at deltage uden at være fysisk synlige for hinanden. Samtidig kan de se læreren og får dermed subtile informationer fra læreren om dennes respons på deres deltagelse i aktiviteten. Lærerens anvendelse af Google Docs til at svare på spørgsmålene gør det muligt at dele dokumentet med eleverne og give dem mulighed for at skrive svarene. I timen har læreren valgt ikke at gøre brug af dette, men i stedet lade eleverne fokusere på det mundtlige, mens han skriver det ned, som eleverne når frem til. Her er det centralt at bemærke, at lærerens didaktisering af svarmulighederne har indbygget fleksibilitet. Eleverne skal genkalde noget, som blev vist i videoen og beskrive det fremfor at give rigtige eller forkerte facitsvar. I et interview med læreren fremgår det, at han er bevidst om valg af læremiddel, metode og didaktisering:

” [...] Så er det jo at finde noget, som jeg tror kunne være engagerende for dem, og det er forskelligt. Men altså, jeg har nogle forskellige midler, som jeg jo prøver at bruge. Det kan for eksempel være musik, eller det kan være videoer, det kan være forskellige tekster, som vi læser. Så didaktiserer jeg jo meget af det materiale selv. Altså det så I også for eksempel, at jeg finder en video, så lægger jeg selv spørgsmål ind undervejs på den her video, så jeg ligesom der kan få engageret eleverne.  
(Lærer på online skole)

Umiddelbart er der ingen indikationer på, at videoen relaterer sig til elevernes livsverden, ligesom der heller ikke i timen går dialoger forud for videoen, som har fokus på, hvad der interesserer eleverne. Alligevel ses elevengagement, interaktion og aktiv deltagelse, som finder sted uden brug af kameraet. I den sammenhæng er det værd at bemærke, at samspillet finder sted mellem læreren og de enkelte elever og ikke elev-elev. De korte klip med efterfølgende spørgsmål rammesætter aktiviteten, så eleverne har mulighed for hurtigt at afprøve at sige det, som de observerer i videoen. Det at kunne høre, hvad en anden elev siger, kan samtidig give anledning til selv at ville prøve, hvis det, som observeres, betragtes som succesfuldt (Bandura, 2012). Dette kan være en vigtig pædagogisk strategi i onlineundervisning, hvor eleverne ikke har lyst til at vise sig på kameraet, og hvor læreren derfor kan trække på andre værktøjer og pædagogiske redskaber for at sætte et samspil i gang.

Selvom eleverne ikke kan se hinanden, kan de høre hinanden. Det, de kan høre, er den anden elevs produktion af sprog og det at huske, hvad der skete i videoen. I modsætning til det foregående nærbillede om nordiske lande, hvor lærerens rammesætning ikke muliggjorde

en tydelig fornemmelse for eleverne, har læreren i dette eksempel en sparring med eleverne, som løbende giver ham en fornemmelse af, hvor de er henne, og om de er engageret (Godsk & Nielsen, 2024). Mens denne aktivitet ikke involverede redskaber, som transformerer samspillet fra skærmen til kroppen, er eleverne produktive i hinandens nærvær, og dette kan udvikle fælles forståelser i timen.

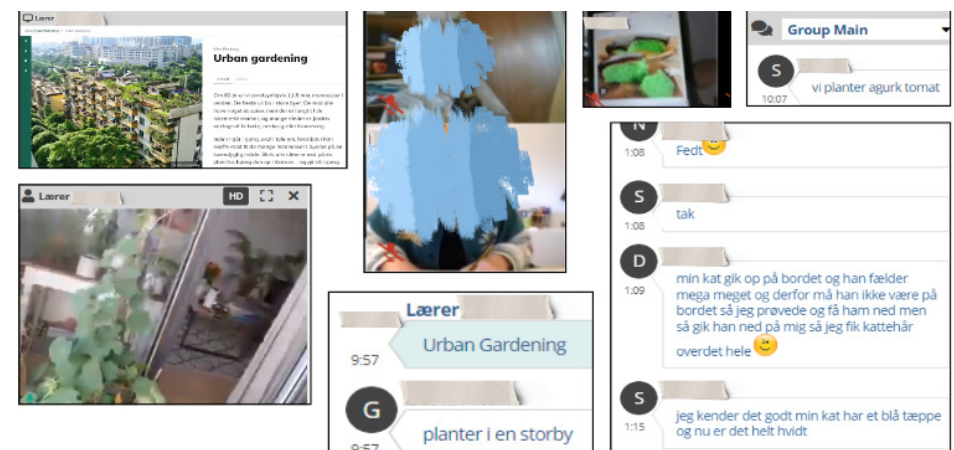
## Når deltagelse i det online rum bliver til dialogisk samtale

I ovenstående eksempel sås, hvordan en dialog om et YouTube-klip gav anledning til samspil. Samtaler er effektive værktøjer til at skabe aktiv deltagelse i onlineundervisning. Dette kræver, at spørgsmål bliver en åbning til dialog, der vækker elevernes nysgerrighed for at holde dem engagerede (Caram & Davis, 2005). Det online rum omformes til dialogiske rum, hvor teknologierne bliver redskaber til høj kvalitets læring gennem prioritering af samtale som et værktøj til responsiv interaktion: *“Learners’ involvement in discussions via technology platforms can support their higher-level thinking processes and provide more opportunities for them to participate, cooperate, and interact”* (MacKenzie et al., 2022, s. 275).

### **Urban Gardening**

I timen bruger læreren skærmen til at dele et billede af urban gardening og spørger eleverne, hvad de kan se. Nogle elever svarer mundtligt via mikrofonen. Læreren fortæller om, hvorfor urban gardening er vigtigt, og flere elever byder ind og svarer, hvordan det er hjemme hos dem med dyrkning af grøntsager (Figur 7). En elev A fortæller, hvordan de planter næsten alting i deres drivhus. En video, som læreren vil vise, virker ikke. En elev B viser sin kat frem på kameraet. Læreren går ud på sin altan og bruger kameraet til at vise, hvilke grøntsager hun dyrker. Internetforbindelsen hakker, så det er utydeligt, hvad læreren fortæller ude fra sin altan.

Figur 7.  
Urban Gardening.



I undervisningssituationen ses det, hvordan læreren skaber en samtale ud fra et tema om urban gardening suppleret af et billede. Fordi emnet berører elevernes hverdag, opstår der mulighed for, at de kan inddrage deres egne erfaringer fra deres hverdag ind i skolesammenhængen. Dermed sker der en kobling mellem skole og hjem (Dewey, 1907), som skaber en inklusiv undervisningsform (Bayne et al., 2020), hvor det via skærmen er muligt at skabe deltagelsesmuligheder på en anden måde end ved fysisk tilstedeværelse. Dette forudsætter dog, at der i undervisningen opstår en lyst hos eleverne til at vise eller fortælle noget om dem selv – noget som gør, at de gør brug af de digitale interaktionsværktøjer til at blive inddraget.

I timen har flere elever tændt kameraet fra start, men slukker undervejs. Mens det ikke direkte kan observeres, hvorfor eleverne slukker kameraet, kan et argument være, at timen ikke lægger op til, at de skal anvende kameraet til noget praktisk, som at vise noget eller inddrage noget fra deres rum. Dermed er kameraets rolle begrænset til kun at vise elevernes ansigter, hvilket kan have en negativ virkning og forårsage, at eleverne derved vælger at slukke kameraet. Selvom de slukkede kameraer kan skyldes, at eleverne ikke ønsker at vise sig selv eller deres rum, kan det i onlineundervisningen være en indikator for læreren på, at eleverne ubevidst ser deres deltagelse som passiv modtagelse af information, som kun kræver svar i chatten.

Da undervisningen udfolder sig som ren samtale, bliver kameraet således ikke et relevant interaktionsværktøj for eleverne. Dermed er den sanselighed og synlighed, som ville være at finde i det fysiske klasserum, reduceret til elevernes brug af chat og mikrofon. Lærerens didaktiske greb er her samtalen for at skabe deltagelse blandt eleverne. Derfor bliver lærerens evne til at gribe det, som eleverne spiller ind med, særligt vigtig, når læreren ikke kan se eleverne og deres reaktioner på det, som udspiller sig i timen. For at opretholde forbindelsen til eleverne skal læreren ikke blot skabe mulighed for, men lyst til at eleverne interagerer via mikrofonen. Dette kan læreren gøre ved at inddrage sig selv og egen person i undervisningen. Dette kan ske som anekdoter, hvor læreren inddrager korte eksempler fra egen livsverden, som eleverne kan bygge videre på (Goodwin & Hubbell, 2013).

I eksemplet fortæller læreren, hvordan hun dyrker grøntsager, hvorefter elev A uopfordret fortæller, hvordan der dyrkes grøntsager hjemme hos hende. Dermed bliver lærerens anekdote et springbræt til en dialog om gardening, som læreren så kan udvikle til at omfatte urban gardening. Dette gør læreren ved (via kameraet) at "tage" eleverne med ud på sin altan for at vise et levende eksempel på urban gardening. Dermed transformeres samspillet fra skærmen til rummet, som gør brug af spejlneuroner, og dermed udvider elevernes sanselighed. Men fordi teknikken fejler, så eleverne ikke kan høre læreren, og kun i korte hak se, hvad læreren viser, afbrydes det flow, som læreren og eleverne sammen er ved at opbygge. I stedet opstår der en sideløbende chat mellem nogle elever om kæledyr, hvor elev B viser sin kat, mens en anden elev reagerer på dette ved at skrive en besked om sin egen kat i chatten (Figur 7).

I det online rum er lærer og elever afhængige af teknikken. Mens læreren i det fysiske klasselokale ville opdage, hvis eleverne ikke fulgte med eller gav sig til at samtale, må hun her vente med at finde ud af dette, til hun er tilbage til en stabil internetforbindelse og herfra tage stilling til, hvad eleverne har foretaget sig i chatten, mens hun var "væk". Man kunne også forestille sig et scenarie, hvor eleverne på forhånd vidste, at de havde mulighed for at vise noget frem fra haven eller andet uden for skærmen, som ville nødvendiggøre brug af kameraet og dermed øge mængden af subtile informationer i det virtuelle rum. Dette ses i det efterfølgende eksempel.

## Når kameraet viser os det, vi laver sammen

Problematikken omkring slukkede kameraer påvirker ikke kun lærernes motivation, men også elevernes muligheder for at imitere og spejle sig i hinanden. Vores undersøgelse peger i retning af, at aktiv deltagelse og interaktion øges i onlineundervisningen, når eleverne engageres i at skabe noget sammen – et praksisfællesskab med fælles virksomhed og fælles engagement.

### **Mondrian-timen**

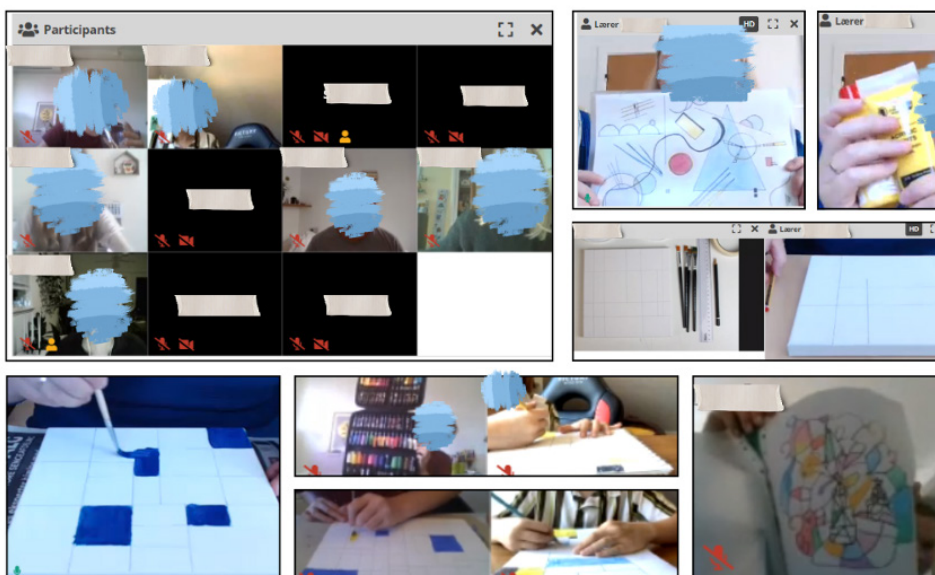
I undervisningen har flere elever kameraet tændt fra starten af timen, hvor de skal male et abstrakt maleri i Mondrianstil. En elev A spørger til, hvordan kunst skal forstås, hvis det ikke skal ligne virkeligheden. Eleverne skal male sorte streger og farvelægge inden for rammerne af stregerne. Læreren viser eleverne sine materialer (pensel, canvas, farvetuber), mens flere elever viser deres materialer (Figur 8). Læreren peger derefter sit kamera ned mod det, som først skal tegnes på canvas og derefter farvelægges. To elever følger lærerens eksempel og peger ligeledes deres deres kamera ned mod deres canvas. Lidt efter viser elev A sin tegning af streger, og læreren spørger de øvrige elever, om de vil vise deres. Det gør de. Da alle er godt i gang med at male, siger læreren, at hun gerne vil følge op på elev A's spørgsmål om, hvad kunst er. Læreren fortæller herefter om udviklingen fra maleri til felter. Elev A siger, at hun har fået tusser i fødselsdagsgave og viser dem frem. Læreren siger "wow".

I nærbilledet af undervisningen anvendes kameraet ikke blot til at kigge ud i elevernes rum men på det, som de foretager sig fælles i hvert deres rum. Der etableres et praksisfællesskab med fælles virksomhed, hvor eleverne imiterer de handlinger, som læreren udfører. Kameraets rolle bliver central, fordi det repertoire af færdigheder, som eleverne opbygger sammen, foregår gennem kameraet, hvor de kan følge og imitere lærerens og de andre elevers bevægelser og handlinger. Her udgør brugen af spejlneuroner et helt centralt element, fordi kameraet bruges til, at læreren først viser sine materialer, som derefter igangsætter en samtale, hvorefter en elev spørger til, hvordan kunst skal forstås, og herefter fortæller om sine nye tusser. Kameraet muliggør her en tilstræbelse af den oplevelse af sanselighed, som eksisterer i det fysiske klasserum.



**Figur 8.**

Eleverne bruger kameraet til at vise de materialer, de skal bruge i undervisningen.



“Making is connecting” betyder ifølge Gauntlett (2018), at kreativitet bliver en social handling, der forbinder ideer og materialer og engagerer os i vores omgivelser, når vi producerer og deler vores kreationer med verden (Gauntlett, 2018). I eksemplet ses, hvordan kameraet er en integreret del af lærerens didaktisering. Selvom der ikke er krav om, at eleverne skal have kameraet tændt, lægger timen, hvor eleverne laver noget praktisk sammen, op til at eleverne kan vise hinanden, hvad de laver. Her er det ikke kun elevernes handlinger i selve undervisningen, som er i fokus. Forud for undervisningen har eleverne skullet klargøre materialer, som flere af dem fremviser fra timens begyndelse. Til forskel fra klasserumsundervisning, hvor de subtile informationer, man giver andre om sig selv, er begrænset til det kropslige, ens handlinger og de ting man har taget med sig i skole, giver det online rum adgang til at se alt, hvad kameraet peger på hjemme hos en selv. Ved at ændre kameraets retning og fokus på informationer om det, som eleverne skal i gang med sammen, skabes et rum hvor informationerne om eleverne er afgrænset til den fælles virksomhed - det som de skal



At eleverne på forhånd ved, hvad timen indeholder, gør også, at det er de samme materialer, de medbringer, og at det er disse, samt de handlinger, eleverne udfører med materialerne, der bliver fokus for kameraet.

I timen ses, hvordan elevernes sociale interaktioner og samspil foregår sideløbende med, at de arbejder med noget fælles. Konteksten inviterer til aktiv deltagelse og interaktion, hvor eleverne kan spejle sig i hinandens arbejde og derigennem opnå mulighed for anerkendelse og værdsættelse (Espinoza et al., 2020). Ikke blot af læreren, men også af fællesskabet. Kameraet repræsenterer her en funktion i en kontekst, som muliggør dette, fordi eleverne kan vise det, de laver sammen, eller det, de laver hver for sig, som de så deler sammen.

I timen ses en gentænkning af undervisning, som sker gennem situeret vidensdeling, hvor digitale teknologier og læringsressourcer udvælges og anvendes for deres potentiale til, at eleverne kan arbejde selvstændigt, undersøgende og deltagende i sociale interaktioner, hvor de lærer af hinanden (Levinsen & Sørensen, 2020). Kameraets anvendelse giver anledning til sociale interaktioner og den anerkendelse, som naturligt ville være til stede i klasserumsundervisning.

At drage fordel af det fælles repertoire, som kendetegner praksisfællesskabet og spejlneuroner, kan også foregå som situeret læring og omhandle noget så velkendt som en fødselsdag. Dette observerede vi i en time, hvor en elevs fødselsdag gav anledning til, at flere elever tændte deres kamera. Her kunne eleverne pludselig trække på et fælles repertoire af færdigheder og viden, fordi alle har prøvet at fejre fødselsdag. Eleverne havde en fælles forståelse af, hvordan man fejrer fødselsdag – at man flager og synger fødselsdagssang. Disse to handlinger nødvendiggør brugen af kameraet og mikrofonen. Med flere elever som tændte deres kamera og bevægede det rundt i deres rum, mens de hentede flag, var der masser af stimuli, som både eleverne og læreren skulle forholde sig til. Dette gjaldt både auditivt i det, som foregik via mikrofonen og visuelt gennem chat og skærbilleder, som pludselig gav informationer fra elevernes rum. I timen brugte læreren de informationer til at udvikle samspillet og de sociale interaktioner. Mens MacKenzie et al. (2022) argumenterer for, at visuel overstimuli komplicerer deltagelse, ses det i det nævnte eksempel, at når de visuelle stimuli ikke er passive, men er aktive stimuli, som eleverne skaber sammen, udløser det sociale interaktioner og engagement.

## Konklusion

For at fremme deltagelse og sociale interaktioner i onlineundervisning er det afgørende, at læreren gentænker måden at undervise på, hvor læremidler didaktiseres eller redidaktiseres. Vi har i undersøgelsen identificeret to modstridende tilgange til onlineundervisning: Den traditionelle tilgang, hvor undervisningen primært foregår som en overførsel af viden fra lærer til elev, og en mere interaktiv tilgang, hvor eleverne deltager aktivt gennem digitale interaktionsværktøjer. I det online læringsrum, hvor elever og lærere ikke har mulighed for fysisk samspil, bliver den interaktive tilgang afgørende for deltagelse og interaktion. Udnyttelsen af digitale interaktionsværktøjer er central for at skabe fælles virksomhed hos eleverne, hvor eleverne bruger værktøjerne – ikke som et krav – men i ønsket om at deltage og være del af undervisningen. Her spiller særligt kameraet en central rolle, fordi det bliver et redskab for spejlneuroner, som giver lærer og elever de subtile informationer om hinanden, som ligner de sanselige informationer fra klasserumsundervisning. I de eksempler, hvor sociale interaktioner var størst, var fælles virksomhed og brugen af kameraet centrale faktorer. På den anden side i de situationer, hvor elevernes interaktioner var begrænset, var undervisningen mere præget af traditionelle metoder og envejskommunikation mellem læreren og eleverne. Vores undersøgelse peger på, at deltagelse og sociale interaktioner i onlineundervisning er en flerdimensionel størrelse, hvor digitale interaktionsværktøjer som chat, mikrofon og kamera spiller en central rolle. God onlineundervisning afhænger af, hvordan disse interaktionsværktøjer aktiveres og anvendes til at skabe engagement og socialt samspil gennem fælles virksomhed, hvor rummet, genstande og de materialer, som eleverne arbejder med uden for skærmen, inddrages og samtales om.

## Referencer

- Adams, C.** & Rose, E. (2014). "Will I ever connect with the students?" Online Teaching and the Pedagogy of Care. *Phenomenology & Practice*, 8(1), 5-16. <https://doi.org/10.29173/pandpr20637>
- Alsubaie, M. A.** (2022). Distance education and the social literacy of elementary school students during the Covid-19 pandemic. *Heliyon*, 8(7), e09811. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09811>

- Aragundi, P. & Vélez, C.** (2021). Mirror neurons in e-learning in high school students. *Revista Innova Educación*, 3(4), 99-109. <https://doi.org/10.35622/jrie.2021.04.007.en>
- Aydin, M. & Aydin, M.** (2023). Measuring Teachers' and Instructors' Online Teaching Competencies: A Scale Development Study. *Asian Journal of Distance Education*, 18(1), Article 1. <https://www.asianjde.com/ojs/index.php/AsianJDE/article/view/671>
- Bandura, A.** (2012). Self-efficacy. *Kognition & Pædagogik nr. 83 – 2012 – 22. årgang*, 16-35.
- Baym, N. K.** (2015). *Personal connections in the digital age* (Second edition). Polity Press.
- Bayne, S., Evans, P., Ewins, R., Knox, J., Lamb, J., Macleod, H., O'Shea, C., Ross, J., Sheail, P. & Sinclair, C.** (2020). *The Manifesto for Teaching Online*. The MIT Press.
- Bourdieu, P.** (1998). *Practical Reason: On the Theory of Action* (R. Johnson, Trans.). Stanford University Press.
- Brandt, U. & Sprogøe, J.** (2019). *Det magiske øjeblik: Kvalitativ analyse skridt for skridt* (1. udgave). Hans Reitzel.
- Brinkmann, S.** (2017). Dewey om læring og erfaring. *Kvan – et Tidsskrift for Lærereuddannelsen Og Folkeskolen*, 37(107), 43-53.
- Caram, C. A., & Davis, P. B.** (2005). Inviting Student Engagement with Questioning. *Kappa Delta Pi Record*, 42(1), 19-23. <https://doi.org/10.1080/00228958.2005.10532080>
- Christensen, J., Bundsgaard, J., Kjeldsen, C. & Pettersson, M.** (2021). *It i skolen under coronapandemien*. Aarhus Universitetsforlag. <https://unipress.dk/udgivelser/i/it-i-skolen-under-coronapandemien/>
- Christensen, M. K.** (2023). Ubehagelig udvikling. *Dansk Universitetspædagogisk Tidsskrift*, 18(34), 4-10. <https://doi.org/10.7146/dut.v18i34.137060>
- Dewey, J.** (1907). Chapter 3: Waste of Education. In *School and Society* (pp. 77-110). University of Chicago Press.
- Dumford, A. D. & Miller, A. L.** (2018). Online learning in higher education: Exploring advantages and disadvantages for engagement. *Journal of Computing in Higher Education*, 30(3), 452-465. <https://doi.org/10.1007/s12528-018-9179-z>
- Espinoza, M. L., Vossoughi, S., Rose, M. & Poza, L. E.** (2020). Matters of participation: Notes on the study of dignity and learning. *Mind, Culture, and Activity*, 325-347. <https://doi.org/10.1080/10749039.2020.1779304>
- EMU.** (2023, January 4). Når undervisningen går online – tips & tricks til de klassiske fag – Græsk – STX | *Emu.dk*. <https://emu.dk/stx/græsk/det-digitale/naar-undervisningen-gaar-online-tips-tricks-til-de-klassiske-fag>
- Fawns, T.** (2019). Postdigital Education in Design and Practice. *Postdigital Science and Education*, 1(1), 132-145. <https://doi.org/10.1007/s42438-018-0021-8>
- Fawns, T.** (2022). An Entangled Pedagogy: Looking Beyond the Pedagogy – Technology Dichotomy. *Postdigital Science and Education*, 4(3), 711-728. <https://doi.org/10.1007/s42438-022-00302-7>
- Flyvbjerg, B.** (2015). Fem misforståelser om case-studiet. I: S. Brinkmann & L. Tanggaard, *Kvalitative metoder: En grundbog* (pp. 497-521). Hans Reitzel.
- Freeman, M.** (2014). The Hermeneutical Aesthetics of Thick Description. *Qualitative Inquiry*, 20(6), 827-833. <https://doi.org/10.1177/1077800414530267>

- Godsk**, M. & Nielsen, B. L. (2024). Online Teacher Professional Development (oTPD) for Digital Competencies in Higher Education: A Systematic Review of the Literature. *Nordic Journal of Systematic Reviews in Education*, 2. <https://noredreviews.org/index.php/NJSRE/article/view/5498>
- Goodwin**, B. & Hubbell, E. R. (2013). The 12 Touchstones of Good Teaching: A Checklist for Staying Focused Every Day. In *McREL International*. McREL International.
- Hayes**, E. R. & Gee, J. P. (2010). Public Pedagogy through Video Games: Design, Resources, and Affinity Spaces. In J. A. Sandlin, B. D. Schultz, & J. Burdick (Eds.), *Handbook of Public Pedagogy: Education and Learning Beyond Schooling* (pp. 185-193). Routledge.
- Heljakka**, K. & Ihamäki, P. (2018). Preschoolers Learning with the Internet of Toys: From Toy-Based Edutainment to Transmedia Literacy. *Seminar.Net*, 14(1), Article 1. <https://doi.org/10.7577/seminar.2835>
- Hertz**, S. (2010). There is a crack in everything, that's how the light gets in. I: *Det diagnosticerede liv: Sygdom uden grænser* (pp. 75-94). Klim.
- Hrastinski**, S. (2009). A theory of online learning as online participation. *Computers & Education*, 52(1), 78-82. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.009>
- Jornet**, A. & Damşa, C. (2021). Unit of analysis from an ecological perspective: Beyond the individual/social dichotomy. *Learning, Culture and Social Interaction*, 31, 100329. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2019.100329>
- Kızılçık**, H. H. & Dewan Türüdü, A. S. (2022). *Humanising online teaching through care-centred pedagogies | Australasian Journal of Educational Technology*. <https://ajet.org.au/index.php/AJET/article/view/7872>
- Kozinets**, R. V. (2010). The Method of Netnography. In *Netnography: Doing Ethnographic Research Online* (pp. 58-73). SAGE.
- Lakshman**, M., Sinha, L., Biswas, M., Charles, M. & Arora, N. K. (2000). Quantitative Vs qualitative research methods. *The Indian Journal of Pediatrics*, 67(5), 369-377. <https://doi.org/10.1007/BF02820690>
- Laursen**, P. F. (1998). Didaktikkens kognitionsbegreb. *Psyke & logos*.
- Lave**, J. & Wenger, E. (1991, September 27). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Higher Education from Cambridge University Press; Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355>
- Levinsen**, K. T. & Sørensen, B. H. (2020). *It-didaktisk design*. Frydenlund.
- Löw**, O. (2017). Hvad betyder sociale relationer for børns læring og udvikling? I: P. Fibæk Laursen & H. J. Kristensen, *Didaktikhåndbogen* (pp. 393-408). Hans Reitzels Forlag.
- Mackenzie**, A., Bacalja, A., Annamali, D., Panaretou, A., Girme, P., Cutajar, M., Abegglen, S., Evens, M., Neuhaus, F., Wilson, K., Psarikidou, K., Koole, M., Hrastinski, S., Sturm, S., Adachi, C., Schnaider, K., Bozkurt, A., Rapanta, C., Themelis, C., & Gourlay, L. (2022). Dissolving the Dichotomies Between Online and Campus-Based Teaching: A Collective Response to The Manifesto for Teaching Online (Bayne et al. 2020). *Postdigital Science and Education*, 4(2), 271-329. <https://doi.org/10.1007/s42438-021-00259-z>
- Macur**, G. M. A. (2022). Issues in Online Teaching: Elementary Teachers Perspectives. *Journal of Education and Educational Development*, 9(2), 211-228.

- Mara, D.** (2017). The function of mirror neurons in the learning process. *MATEC Web of Conferences*, 121, 12012. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201712112012>
- McLoughlin, C., & Northcote, M.** (2017). *What skills do I need to teach online? Researching experienced teacher views of essential knowledge and skills in online pedagogy as a foundation for developing professional development*. <https://acuresearchbank.acu.edu.au/item/85ww6/what-skills-do-i-need-to-teach-online-researching-experienced-teacher-views-of-essential-knowledge-and-skills-in-online-pedagogy-as-a-foundation-for-developing-professional-development>
- Nielsen, K.** (2013). Læring i et situeret perspektiv: Kapitel 7. I: A. Qvortrup & M. Wiberg (Eds.), *Læringsteori og didaktik* (1. udgave). Hans Reitzel.
- Oliver, M.** (2005). The Problem with Affordance. *E-Learning*, 2(4), 402-413. <https://doi.org/10.2304/elea.2005.2.4.402>
- Onyema, E. M., Deborah, E. C., Alsayed, A. O., Naveed, Q. N. & Sanober, S.** (2019). Online Discussion Forum as a Tool for Interactive Learning and Communication. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(4), 4852-4868. <https://doi.org/10.35940/ijrte.D8062.118419>
- Shapiro, H., Østergaard Fuglsang, S. & Hansen Eggert, M.** (2016). Forundersøgelse: Forsøg med fjernundervisning i folkeskolen. *Teknologisk Institut*. <https://www.stil.dk/-/media/filer/stil/pdf/160930-forsog-med-fjernundervisning-i-folkeskolen-final.pdf>
- Stenalt, M. H., Nøhr, L., Løkkegaard, E. B. & Mathiasen, H.** (2023). Underviseres digitale undervisningskompetencer post-corona. *Tidsskriftet Læring Og Medier (LOM)*, 15(27). <https://doi.org/10.7146/lom.v15i27.134150>
- Stenalt, M. H. & Rossen, D. S.** (2022). *Onlineundervisning: En praksisnær guide til planlægning, gennemførelse og evaluering* (1. udgave). Samfundslitteratur. <https://samfundslitteratur.dk/bog/onlineundervisning>
- Tække, J., & Paulsen, M.** (2017). *Digitalisation of education – The theory of the three waves*. The Center for Internet Research. [https://cfi.au.dk/fileadmin/www.cfi.au.dk/publikationer/cfis\\_skriftserie/017\\_Taekke\\_Paulsen.pdf](https://cfi.au.dk/fileadmin/www.cfi.au.dk/publikationer/cfis_skriftserie/017_Taekke_Paulsen.pdf)
- Thanikkal, S.** (2019). Mirror neurons and imitation learning in early motor development. *Asian Journal of Applied Research*, 5(1), 37-42. <https://doi.org/10.20468/ajar/104654>
- Thestrup, K.** (2020). Digitalt deltagende og eksperimenterende pædagoger. I: D. Checchin & V. Sieling, *Pædagogers kompetencer: Mellem etik, dannelse, relationer og metodologi* (pp. 342-358). Akademisk Forlag.
- Wesolko, D.** (2016, October 31). The Theory of Affordances. Medium. <https://danewesolko.medium.com/the-theory-of-affordances-cb51fd138b3e>
- Wilson, C.** (2014). Chapter 2 – Semi-Structured Interviews. I: C. Wilson (Ed.), *Interview Techniques for UX Practitioners* (pp. 23-41). Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410393-1.00002-8>
- Zheng, X., Zhang, D., Lau, E. N. S., Xu, Z., Zhang, Z., Mo, P. K. H., Yang, X., Mak, E. C. W. & Wong, S. Y. S.** (2022). Primary School Students' Online Learning During Coronavirus Disease 2019: Factors Associated With Satisfaction, Perceived Effectiveness, and Preference. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.784826>

# Abstract

---

Artiklen udfordrer med posthumane perspektiver den designorienterede tilgang til læremiddeldidaktikken. Som alternativ undersøges, hvordan ikke-familære materialiteter kan åbne for det uforudsigelige og ikke-planlagte i danskfagets rum. Læremidler er blevet et dominerende perspektiv på uddannelse og undervisning, hvilket forstærker ideen om, at mennesket kan kontrollere og designe med 'ting i verden', og i forlængelse af dette, at undervisning kan styres, målrettes og designes. Med posthumane teorier om begær og assemblager forstyrrer artiklen ideerne om didaktisk intentionalitet og det kontrollerede skolerum. Det sker gennem haptiske analyser af videoempiri fra danskundervisningen i 1. og en 7. klasse. Her undersøges elevers sanselige og uforudsigelige møder med pinde som 'mærkelige' materialiteter. Analyserne viser, hvordan disse 'tryllepinde' producerer begær, der forstyrrer skolerum, og gør dem mere intense, uforudsigelige og levende. Artiklens hovedpointer er, at skizofrent begær kan frigøre læringsrum og skabe elevagens, at intentionalitet emergerer relationelt, og at der er behov for det uforudsigelige i skolen.

This article challenges the design-oriented approach to the didactics of learning materials with posthuman perspectives. As an alternative, it examines how non-familial materialities can open up to the unpredictable and unplanned in the school's teaching space. Learning materials have become a dominant perspective on education and teaching, which reinforces the idea that humans can control and design 'things in the world', and that teaching can be controlled, targeted and designed. With posthuman theories of desire and assemblages, the article disrupts the ideas of didactic intentionality and the controlled school space. This is done through haptic analyses of video data from L1 lessons in 1st and 7th grade. Here, students' sensual and unpredictable encounters with sticks as 'strange' materialities are investigated. The analyses show how these 'magic wands' produce desires that disrupt school spaces and make them more intense, unpredictable – and alive. The article's main points are that schizophrenic desire can set learning spaces free and create student agency, that intentionality emerges relationally, and that there is a need for the unpredictable.

# Tryllepinde i skolen

## Om begær og forviklede materialiteter i danskfaget

### Indledning

Som følge af politiske reformer og teknologiske udviklinger er læremidler blevet et dominerende perspektiv på uddannelse og undervisning i Norden. Det ses i en øget interesse for forskning i læremidler i relation til etableringen af det nationale videncenter for læremidler, Læremiddel.dk, i 2007 og i forskningsprojekter som Læremidlernes danskfag (Bremholm et al., 2017) i Danmark og Ark&App (Gilje et al., 2016) samt Læremiddelforskning og læremiddeldidaktikk i Norge. Læremiddelbegrebets udbredelse og stigende betydning hænger tæt sammen med særlige forestillinger om skole og læring. Det gælder især forestillinger forbundet med diskurserne om digitalisering og design (Hansen, 2023, s. 2; Petersen, Hestbech & Gundersen, 2016). Det øgede fokus på digitale teknologier i uddannelse og undervisning har medvirket til at forstærke den humanistiske forståelse af menneskets dominans over dets teknologiske og materielle omgivelser. Også i forhold til læremidler, hvilket man især ser i koblingen til designbegrebet. Vi hverken interesserer os for eller abonnerer på en binær tænkning omkring det digitale og analoge. Når denne artikel fokuserer på fysiske pinde, skal det således ikke ses som et forsøg på at sætte det analoge over for det digitale. Vi vil derfor ikke yderligere forholde os direkte til digitalisering og digitale læremidler, da det ikke er væsentligt i forhold til vores ærinde.

Design er en slags didaktisk modus operandi eller trojansk hest, der er fulgt med ind i læremiddelbegrebets didaktik (se fx Hansen, 2006, s. 14) hovedsageligt gennem den teknologiske diskurs. I meget nordisk læremiddelforskning knyttes designbegrebet til sammenbindingen af pædagogisk tilrettelagt formidling, facilitering af interaktion og stimulering af læring (Hansen, 2006, s. 15) i en slags formning af læremidlers didaktiske intentioner med undervisningens fleksible udfordringer (Hansen & Gissel, 2022; Hansen & Skovmand, 2011). Designbegrebet er således en del af et bredt forestillet læremiddelbegreb, som omfatter materialer og redskaber, der bliver anvendt som midler med læring som mål i en uddannelsesmæssig sammenhæng.

Michael Peter Jensen, Center for Anvendt Skoleforskning, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole, & Thomas Roed Heiden, Center for Anvendt Skoleforskning, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole, DPU/AU



Et (designet) læremiddel er således en fremgangsmåde, en funktion eller en materialitet, der bliver anvendt med mere eller mindre bestemte didaktiske intentioner om at *lære nogen noget* gennem mere eller mindre styring af denne læring. Læremiddelbegrebet rummer således et implicit epistemologisk perspektiv på to aspekter: dels at mennesket kan kontrollere og designe med 'ting i verden' (fx objekter, teknologier, tegnsystemer), dels at undervisning og læring kan styres, målrettes, designes og redesignes (Hansen, 2006, s. 16).

I denne artikel udfordrer vi med posthumane perspektiver den designorienterede tilgang til læremiddeldidaktikken med særlig inspiration fra Gilles Deleuzes tilblivelsesontologi (Deleuze, 2014; Deleuze & Guattari, 2013). Det er en ontologi, der tager udgangspunkt i, at entiteter ikke eksisterer forud for, men bliver til gennem, humane og nonhumane relationer. Det bryder med en forståelse af materialiteter som stabile objekter, og som noget, der er 'derude'. Endvidere indebærer det overskridelsen af binariteter som diskurs/materialitet, human/nonhuman, bevidsthed/krop (Jensen, 2022, s. 66). Vi undersøger i artiklen elevers sanselige, uforudsigelige og intense møder med pinde som 'mærkelige' materialiteter i folkeskolens danskundervisning. Ikke som klassiske æstetiske læreprocesser, hvor eleverne omsætter individualpsykologiske indtryk til æstetiske formudtryk (Austring & Sørensen, 2006), men som sansninger i et posthumant perspektiv, der for os betyder kropslige, ikke-sprogliggjorte æstetiske erfaringer i menneskers møde med det nonhumane (Illeris, 2023, s. 180).

Vores empiri peger på, at pinde som ikke-familære og 'vilde' objekter producerer begær (Deleuze & Guattari, 2014), der kan forstyrre skolerum (Hall, 2023; Niccolini & Pindyck, 2015), og derved gøre dem mere intense, uforudsigelige – og levende. Vi viser, hvordan disse 'tryllepinde' kan udvide og bøje de i læremidlerne indlagte ontoepistemologiske visheder (Barad, 2007) og forstyrre didaktisk intentionalitet i designet danskundervisning – med eller uden læremidler.

Gennem vores empiri vil vi videre skitsere en nuanceret forståelse af intentionalitet som noget, der emergerer relationelt, dvs. ikke eksisterer forud for eller kontrolleres alene af humane aktører. Tryllepindene producerer begær i relationel og aktiv form, og dette begær er med til at udvælge og forstærke materialers egenskaber (Hall, 2023). For at give et alternativ til læremidlernes dominerende perspektiv på danskundervisning introducerer vi i artiklen en uforudsigelighedens didaktik (Heiden & Jensen, in press), hvor undervisning bliver til i forbundetheder mellem materialiteter, elever, lærere, fag og rum. Begær kan både føre til begrænsende og til frigørende læringsrum. Vi er optagede af, hvordan begær i danskfagets klasserum kan skabe 'noget andet' og anderledes (Deleuze,



2014; Leander & Boldt, 2018), hvordan kan elever (og lærere) gøre begærets stærke kræfter tilgængelige for dem selv og derigennem forstyrre det kontrollerede og strukturerede skolerum og skabe elevagens?

Vi rammesætter vores empiri som to autoetnografiske vignetter (Adams & Jones, 2011; Truman, 2014). Den første vignette med to 7. klasseelever, der i en interviewsituation anvender en pind som mikrofon, den anden med en 1. klasseelev, som i et litteraturforløb med procesdrama anvender en pind som tryllestav. Med udgangspunkt i vignetterne udforsker vi elevers og forskeres sanselige grebthed af ikke-familære og affektive påvirkninger, som 'bebor' disse materialiteter (Anundsen & Illeris, 2019). Forskeren er kropsligt forbundet med intensiteter i empirien i en sanselig relation – en mærkelig forbindelse, hvor noget fremtræder som vigtigere end andet (MacLure, 2013; Heiden & Jensen, in press). Med vignetterne undersøger vi skolens sammenviklede rum gennem elevernes og vores egne forbundetheder med pinde som udvalgte materialiteter (Barad, 2007). Disse mærkelige forbindelser kalder vi fortryllelser – en sanselig og kropslig tilstand af både nydelse og forstyrrelse, som kontinuerligt bevæger os ind og ud af næsten-aktualiserede forestillinger og den 'virkelige virkelighed' (Bennett, 2001; Jensen & Heiden, 2022).

Disse sammenviklede rum teoretiserer vi i artiklen som assemblager (Deleuze & Guattari, 2014). En assemblage er "a multiplicity which is made up of many heterogeneous terms and which establishes liaisons, relations between them, across ages, sexes and reigns – different natures" (Deleuze & Parnet, 1987, s. 69). Assemblager er relationelle samlinger af heterogene, sammenfiltrede, humane og nonhumane kroppe, hvori affekter, energier, intensiteter og stemninger strømmer. Det, der får energier til at strømme i assemblager, er begær. Begær og materialitet er ofte i baggrunden, når vi undersøger undervisning. Men ifølge Deleuze og Guattari (2013, s. 26) bliver det, vi regner for realitet, produceret af begær. Vi vil i artiklen vise, hvordan begær producerer rettetheden i det didaktiske rum. Kan begær bruges didaktisk til at producere liv, intensitet og elevagens? Hvornår kan det finde sted? Under hvilke omstændigheder kan begær blive en sådan produktiv kraft? Hvordan adskiller det sig fra forståelser af undervisning, der dominerer i dag?

Artiklens forskningsspørgsmål er derfor:

Hvordan sanser, bevæger og forbinder elever sig med ikke-familiære materialiteter i danskfagets rum, og hvordan åbnes danskfagets rum for det produktive begær?



## Teoretisk ramme

Forskning i danskfagets materialiteter er forholdsvis uberørt land. I forhold til teknologiforståelse undersøger Slot, Rasmussen og Kjærgaard (2023) materialitetsforståelser i relation til udviklingen af læreruddannelsens danskfag. De bygger på DiSessas materialitetsforståelse (2000), hvor materialiteter og teknologier har intention- alitet, og således er materielle argumenter for nye ideer og tings opståen (Slot, Rasmussen & Kjærgaard, 2023, s. 4). Hvad angår ana- loge materialiteter, har Michael Jensen (2022) i et posthumant perspektiv undersøgt materialiteter, kroppe og affekt i skriveundervisningen. Han kritiserer også med affektteori human- centrerede forståelser af menneskets dominans over dets tekno- logiske og materielle omgivelser (Jensen, 2023).

I denne artikel undersøger vi elevers sanselige og intense møde med pinde som ikke-familiære materialiteter i skolen. Det gør vi med det i forskningssammenhænge ikke-familiære begreb 'tryllepinde'. Pinde fra træer eller buske er i skolerum usynlige eller ubrugelige ob- jekter, som traditionelt ikke tillægges didaktisk værdi eller intention. De er blot og har ingen vilje eller agens. Vi vælger at dvæle ved dem i et posthumant perspektiv for at afsøge, hvad pindene gør i skolerum: hvordan de påvirker og påvirkes i stemninger, bevægelser og vibrati- oner (Niccolini & Pindyck, 2015). Vi rammesætter relationelle møder med pinde for at gøre det muligt at gentænke relationer i skolerum mellem elever, lærere, borde, stole, stole, blyanter, sakse og en masse andet som forbundne. Relationerne består ikke blot af humane agen- ter, som handler med nonhumane entiteter. Pindene 'tryller' sanseligt og usynligt med-og-i de forbundne elementer og aspekter i undervisningen.

Vi mener, at dominerende forståelser af læremidler og design risi- kerer at kolonisere og regulere skolerum, adfærd og kroppe i binære hierarkier (god/dårlig, barn/voksen, human/nonhuman) og allerede eksisterende kategorier (elev, læremiddel). I det følgende opstiller vi derfor en teoretisk ramme for, hvordan skolerummet kan

genbefolkes med sanselighed, intensitet og påvirkning fra materialiteter. Det gør vi på baggrund af en relationel ontologi (Barad, 2007; Deleuze & Guattari, 2014), der tager udgangspunkt i, at entiteter ikke eksisterer forud for, men bliver til gennem, relationer (Barad, 2007). Relationel ontologi er også en ontologi om tilblivelse (Deleuze & Guattari, 2014, s. 238-239), hvis dynamiske karakter kan indfanges med billedet af rhizomet (Deleuze & Guattari, 2014, s. 6). Det spreder sig som et rodnet i hvilken som helst retning fra hvilket som helst punkt. Tilblivelse og forbundethed indkredser vi med begreberne begær og assemblage.

### **Begær**

Begær er et nøglebegreb i Deleuzes filosofi, hvor det adskiller sig fra psykoanalysen ved at være en førindivuel livsintensitet, som ikke knytter sig til det enkelte individ som en iboende drift (Hall, Murphy & Pallesen, 2023). I en deleuziansk forståelse (Deleuze, 2003; Deleuze & Guattari, 2013) er begær en udifferentieret, produktiv energi, der organiseres ved enten at blive underlagt dominerende sociale ønsker og udtryk eller ved at producere noget uventet og nyt. Begrebet ligger således langt fra en psykoanalytisk forståelse, hvor vægten er på mangel og længslen efter et manglende objekt. For Deleuze producerer begær handling, ideer, interaktion, og derfor virkelighed – det opstår og påvirker i begivenheder (Hall, 2023), hvor begivenheder, som fx undervisning, skal forstås som processer, hvor noget 'bliver til'. Begær er en affirmativ, vital kraft uden objekt eller et fast subjekt. Det er således en førindivuel energi eller intensitet (Deleuze & Guattari, 2013, s. 5), der produceres relationelt mellem førindividuelle kræfter og intensiteter (Jackson & Mazzei, 2012, s. 731). Det er ikke som sådan knyttet til eller noget, der er iboende subjektet. Det adskiller sig dermed fra den klassiske freudianske forståelse, hvor begær er en naturlig drift, der kommer indefra, udspringer fra den enkelte og er knyttet til seksualitet, tryghed og anerkendelse (Hall, 2023). Begær i en posthuman forståelse styrker og producerer relationelle intensiteter i aktive former.

Begrebet begær giver således mulighed for at forstå undervisning på andre måder, nemlig som skabt relationelt af begær. Elever og lærere (og forskere, læremiddelproducenter, osv.) står aldrig alene, men er konstant og allerede rekonstituerede gennem assemblager, dvs. i relationer og flows med andre objekter, ideer, materialiteter. Andet og mere end det humane indgår som noget, der påvirker og påvirkes, når undervisning bliver til (Van der Tuin & Dolphijn, 2010). Materialiteter har således en performativ effekt (Barad, 2007), og begær spiller en afgørende rolle for, hvordan sådanne rettetheder opstår i et pædagogisk rum (Hall, 2023). Vi bruger begær til at udfordre antropocentriske forståelser af intentionalitet og agens

og metodisk til at undersøge, hvordan undervisning og læring bliver til gennem intensitet, materialitet og forbundetheder.

Begær har som nævnt to aspekter. Begær kan underlægge sig dominerende sociale strukturer. Det går mod sig selv ved at blive paranoidt (Deleuze & Guattari, 2013) 'lokket' ind bag et tankesystem. Men begær kan også blive skizofrent og bryde med det dominerende system. Der ved kan såkaldte flugtlinjer opstå (Deleuze & Guattari, 2014, s. 204). De følger linjerne i systemet som sprækker i vægge og demonterer gradvist systemet. Det er en vigtig pointe i vores undersøgelser af elevers sanselige og kropslige møder med ikke-familære materialiteter i skolen, at kun det skizofrene begær kan åbne og forandre.

### **Assemblage**

Begær er det, der får energier til at strømme i assemblager. Assemblage betegner tilfældige samlinger af heterogene, ikke-hierarkiske kroppe og entiteter, der relationelt knyttes sammen og former en helhed (Deleuze & Guattari, 2014). Med følgende lidt længere definition prøver vi at indfange de tre vigtige aspekter: En assemblage er en *tilblivende* samling af *forbundetheder*, der producerer *agens*.

I assemblager har hverken mennesker eller materielle, sociale eller abstrakte entiteter ontologisk status, før de trækkes ind i assemblager (Deleuze & Guattari, 1994, s. 16), og dermed forbindes med andre og andet. Det er således i overensstemmelse med en tilblivelsesontologi, hvor assemblager og deres deltagere altid forandrer sig, er i gang med at blive noget andet og nyt – er i tilblivelse (Jensen, 2022). Det er en grundlæggende åben proces, der forskyder ideen om agens fra noget, nogen eller noget 'har', til en emergerende effekt af forbundetheder. Assemblager er altid åbne, altid i tilblivelse. Men denne åbenhed kan blive lukket ned, når den gentagne produktion af det samme oversætter det nye og tilblivende til allerede kendte mønstre og forventninger (Boldt & Leander, 2020). Det skaber stabile, hierarkiske og regelstyrede assemblager, hvor bevægelser og relationer er begrænsede (Hickey-Moody & Malins, 2007, s. 11). Segmenterede assemblager er stærke i institutioner som grundskolen, og didaktisk kan det være vigtigt med brud, der kan frigøre og udvide rummets energi og dermed elevernes kapacitet til at forbinde sig med ting, bevægelser og intensiteter omkring dem (Jensen, Høegh & Slot, 2024). Disse brud kalder vi flugtlinjer, vores oversættelse af 'lines of flight' (Deleuze & Guattari, 2014).

### **Flugtlinjer**

Flugtlinjer er flygtige øjeblikke, hvor forandring kan finde sted i sko-

lens hierarkier og statiske organiseringer. I et posthumant perspektiv mener vi ikke, at undervisning defineres så meget af skolens segmenterede strukturer som af, hvad der undslipper dem. Flugtlinjer er utætheder, undvigelse og afvigelser fra territorier (Deleuze & Guattari, 2014, s. 204). De opstår tilfældigt og i usikkerhed, sættes i gang af begær efter at indgå i uventede forbindelser, med materialer, ideer, intensiteter, rytmer – at blive berørt af og dermed forstærke intensiteter. Det, vi forstår som skizofrent begær, kan derfor producere flugtlinjer, der fører over i nye tilstande eller identiteter, som kan være både socialt og individuelt transformative (Jensen, 2022, s. 161).

## Metode

Vores måde at undersøge skole og undervisning på er inspireret af posthuman tænkning. Vi ønsker således at gentænke og udvide forståelsen af hvilke agenter og kræfter, der former undervisning og læring. Det sker med en postkvalitativ procesmetodologi (Gunnarsson & Bodén, 2021, s. 5-6), der med sin forpligtelse på en relationel ontologi fokuserer på nonhumane og immaterielle elementer i produktionen af uddannelse. Det handler om metodisk at undersøge, hvordan sammenfiltringer af diskurser, materialiteter og begær gensidigt påvirker og former hinanden. Det gør vi ved at 'tænke' procesmetodologisk med teori, særligt med begreber fra Deleuzes tilblivelsesontologi. Ved at 'tænke med teori' forholder vi os kritisk til mere traditionelle kvalitative metodologier, hvor metodologien bliver prædeterminerende for forskernes beslutninger i forskningsprocessen (St. Pierre, 2019, s. 3). Procesmetodologisk undersøger vi, hvad der opstår, når teori og empiri mødes og gensidigt producerer hinanden (Jensen, 2022; Åkerholm & Höglund, 2022). Postkvalitativ forskning er også performativ, hvilket vil sige, at forskningspraksisen er med til at producere den undersøgte praksis, samt at forskeren og den undersøgte praksis altid allerede er forbundne: som forsker er man en relationel del af forskningsassemblagens forbundetheder (Jensen, 2022).

Empirien til denne artikel er indsamlet som videooptagelser på to folkeskoler i midten af Danmark. Michael har fulgt en 7. klasse over ni måneder i danskundervisningen, hvor de i forskellige skriveaktiviteter med inddragelse af materialiteter som karton, udklippede billeder, kopimaskiner og lim har skabt tekster i gruppearbejde (Jensen, 2022; Heiden & Jensen, in press). I artiklens empiri optræder

fire elever med pseudonymerne Kia, Louise, Malene og Vera. Thomas har indsamlet videoempiri med to 1. klasser i tre undervisningsforløb i danskfaget med billedbøger og procesdrama over et år (Heiden & Rørbech, 2024; Heiden & Jensen, in press; Heiden, press). Eleverne og lærerne har i Thomas' empiri fortolket billedbogen *Besat* (Kofod & Jensen, 2021) med handlende fortolkning (Heiden, in press). I alt har 44 elever og tre lærere deltaget, og forløbet har været gennemført samlet over to dage. Vi fokuserer i artiklen på eleverne med pseudonymerne Vilbur, Holly og Christoffer samt lærerne med pseudonymerne Sif og Thilde.

Vi har begge som feltforskere bevæget os rundt i og været en del af de to assemblager, som med elever, lærere, borde, stole, kapper, hatte, computere og 'ting og sager' udgør empirien i denne artikel. I 7. klasse (vignet 1) synes Michaels kamera for eleverne at have en central betydning: de leger med det, piller ved det, optræder med og for det. I 1. klasse (vignet 2) har Thomas' kamera ikke optaget eleverne syndeligt. De har studeret det lidt, performet en smule med det i løbet af empiriindsamlingen, og synes i vignettens begivenhed at have vævet det ind i assemblagen som noget næsten usynligt.

I begge begivenheder fokuserer vi på en pind, der indgår i og påvirker assemblagen, deraf *tryllepinde*. Kameraerne og vi selv som forskere indgår også i assemblagen. Vi har sammen udvalgt særlige begivenheder i vores videoempiri, der som mærkelige forbindelser har fortryllet os (MacLure, 2013; Jensen & Heiden, 2022). Med vores fokus på fysiske pinde og elevernes relationelle bevægelser med dem i assemblagen forsøger vi at omfavne det, som fortryller os som noget ekstraordinært og anderledes, og dermed tillægge disse materialiteter en didaktisk værdi, som de ikke ofte tildeles i skolens diskursive norm. Med pindenes materiel-diskursive (Barad, 2007) tilstedeværelse i assemblagen forbinder eleverne sig sanseligt og engageret med verden.

### **Haptisk videometode**

Analyserne i denne artikel bygger på en postkvalitativ tilgang til videodata (Menning, Murriss & Wargo, 2021), mere konkret en multisensorisk forbundethed med videoklip, der fortryller os som forskere (MacLure, 2013; vores oversættelse af *wonder* og *glow*). Inspireret af Deleuzes teori om det haptiske blik (Deleuze, 2003, s. 129) kalder vi det haptisk videometode (Jensen, 2022). Haptisk, fordi indsamling og analyse af empiri med video i sig selv er sansninger: billeder, lyde og bevægelser fremkalder affekt, uventede forbindelser og nye materialiseringer (Niccolini & Pindyck, 2015). Metodisk, fordi både videokamera og -data skaber en særlig modus operandi i relationer med elever og læringsrum i indsamling og analyse af empiri.

Det haptiske blik er et alternativ til en optisk billeddannelse og synsmåde, der lægger vægt på afstand og kontrol. Et optisk syn er skilt fra alle andre sanser. Haptisk berøring er lige dele visuel-auditiv-taktil. Øjnene er ikke adskilt fra andre sansorganer, men er i en sansesammenfiltrering. Da berøring er forbundet med intimitet og nærhed, involverer haptisk blik et tæt, kropsligt og sensorisk engagement med empirien. Haptisk videometode er derfor en måde som forsker at være kropsligt og sanseligt forbundet med og viklet ind i forskningsassemblagen – analysearbejdets og undervisningens kropslige og sanselige dimensioner vikles sammen og producerer hinanden. Viden handler i dette perspektiv om at et sanseligt og materielt engagement (Jensen, 2022, s. 111). Et haptisk blik fremmer langsommelighed, materialitet og nærhed ved at appellere til multisensorisk berøring. Det kan registrere og synliggøre nonhumane, ikke-intentionelle og førpersonlige kræfter i undervisningen (Jensen, 2022).

Vores haptiske tilgang til video er konkret sket ved, at vi har set små videosekvenser igennem mange gange, igen og igen, nogle gange uden lyd, ofte stoppet op, set længe på stillbilleder, ind imellem fastholdt et billede ved at forvrænge det (Jensen, 2022; Heiden & Jensen, in press). I denne langsommelige sanselighed har vi udskudt en repræsentationel og humancentreret forståelse. Særligt har vi brugt slowmotion til at fremhæve materialitet og intensitet i elevkroppenes møde med skolens rum gennem bevægelse. En tilgang, der er opmærksom på, hvordan det humane og det nonhumane relaterer til hinanden. Slowmotion synliggør relationer gennem elevernes sensoriske reaktioner på materialiteter og andre kroppe.

Vores mål er således at forstærke videoempiriens materielle nærvær, jf. Marks' (2000, s. 112) beskrivelse af objekters fysiske nærvær i film. Det kan åbne for betydningen af krop, bevægelse og materialitet i elevers multisensoriske måder at forbinde sig med deres omgivelser på, og dermed synliggøre intensiteter, stemninger og energier, som normalt passerer ubemærket hen. Fokus i analyserne er på haptisk-rige objekter (Niccolini & Pindyck, 2015) med egne former for agens og sanselige kræfter. Objekter, der er placeret uvante steder, kan netop forstærke nye energier. Med vignetter som snit ind i videoempiriens belyser vi to forskellige pinde som haptisk-rige objekter, som begge skaber assemblager fyldt med skizofrent begær.

Vi har tidligere defineret begær som en forindividuel energi, der produceres relationelt. Begær er det, der flyver rundt som påvirkninger imellem os og 'sætter sig' som handlinger, ideer, følelser, interaktioner. Vi kigger derfor i vores empiri efter begær i lydene, genstandene, bevægelserne, bruddene, rytmerne, gestikken, ordene, stemmerne, stemningerne, osv. Vi kigger især i mellemrummene og bindestregerne mellem disse: dér, hvor de klistrer og filtreres, og hvor intensiteter opstår. Flugtlinjer forstår vi som de utætheder,



undvigelse og afvigelse, som opstår i disse intensiteter. Vi leder derfor efter flugtlinjer i sprækkerne, hvor noget andet og nyt viser sig.

## Haptiske analyser: Når pinde tryller

Vores empiri og haptiske analyser rammesættes som autoetnografiske vignetter (Heiden & Jensen, in press). I et postkvalitativt perspektiv skal de ikke ses som repræsentationer af empirien, men som kunstige, performative tekster. På den måde vil vi undgå optiske metaforer så som 'refleksion' og 'at reflektere', der signalerer afstand og kontrol. Målet er derimod at forlænge vores analysers haptiske blik, og dermed deres multisensoriske forbundethed, videre ind i artiklens sproglige formidling. Hver vignette præsenteres som tre snit, som indfanger forskerens sanselige forbundethed med pinde, elever og undervisning.

### **Vignette 1: Begær, blog og pind-som-mikrofon**

En 7. klasse på skole Y har i lidt mere end en uge arbejdet med blogs i danskfaget. I grupper laver de blogs om et selvvalgt emne. En gruppe på fire piger har valgt at lave en blog om dans, deres store, fælles interesse. De har skrevet forskellige indlæg til bloggen, linket til andre blogs og til forskellige dansevideoer, og de har selv lavet flere danse-videoer, som de har uploadet på den. Michael har på dette tidspunkt været på feltbesøg i klassen i danskundervisningen med sit videokamera i mere end et halvt år, og gruppen har vænnet sig så meget til både forsker og kamera, at de har spurgt, om de må låne det (Jensen, 2022). De er således alene det meste af tre lektioner med kameraet i et grupperum. Flere gange henvender de sig til kameraet, optræder for det ("Så folkens, så sidder vi her og er i gang med at arbejde") og styrer det i roller som elev, forsker og journalist (se også Jensen, 2022). De beslutter sig for at lave et interview til bloggen. Et interview, hvor to journalister spørger en gruppe elever, en forsker, en skoleleder og en lærer om det at lave blogs i skolen. På skolens udeområde har de fundet en pind, den bruger de som mikrofon.



### Billede 1.

Opvarmning til interviewet.

---



#### **Første snit: Pind og parodi**

*De fire elever har siddet samlet ved bordet et stykke tid og arbejdet på bloggen. Kia og Louise sidder stadig ved computeren, da Vera og Malene sætter sig på bordet helt tæt på kameraet, hvor de henvendt til kameraet går i gang med at øve, eller nærmere parodiere, et interview – pinden fungerer som mikrofon. ”Ja, hvor længe har I så haft om blogs?”, spørger Vera og rammer Malene i ansigtet med pind/mikrofon. De eksploderer i latter. ”Cut”, siger Malene og slår håndkant mod håndflade som et klapbræt. Grinende prøver de igen: ”Take ... tre”. ”Hvad har du lavet en blog om?”, spørger Vera. ”Jeg har lavet en blog om DANCE!”, det sidste nærmest råber Malene med et spjæt i kroppen, der får hende til at slå ansigtet ned i pinden igen. De knækker grinende sammen, forsøger atter: ”Take fire...”, men denne gang nøjes Vera med at svinge pinden frem og tilbage mellem dem. Som var det aftalt, siger ingen af dem noget, de stirrer bare ind i kameraet, pinden som et pendul.*

**Billede 2.**  
*Interviewet.*

---



### **Andet snit: Dirigentstokken**

*Så går de i gang. Først laver gruppen den del af interviewet, hvor Vera og Louise interviewer de to andre. Vera, som efter den lille optræden har holdt fast i pinden, nærmest langer 'mikrofonen' ind over bordet mod Malene og Kia. Louise filmer med sin mobil. Forskerkameraet sætter scenen. I over 10 minutter forsøger de at lave interviewet, konstant må de tage det om, latter, sjove fejl, nye ideer og vittigheder afbryder igen og igen. Pinden i Veras hånd trækker linjer, suger til sig, skubber fra sig, flytter rundt (på ord, blikke, kroppe, latter, irritation). Alt vibrerer omkring pinden – som en dirigentstok omsætter den energier til rytmer og klange, bevægelser og stemninger.*

### Billede 3.

Efter interviewet.



#### **Tredje snit: Stav, stafet og trommestik**

*Første del af interviewet er overstået, gruppen er ved at se det igennem. Vera går rundt bag de andre, frem og tilbage med pinden, hele tiden enten piller hun i barken, danser lidt med den, slår med pinden som en stav i hånden, som en trommestik på stoleryggene. Nu prikker hun Malene på skulderen med den et par gange, presser den ned i mellemrummet i bordet. De beslutter at lave noget af interviewet om. Helt umotiveret får pinden Kia til at bryde ud i sang ind i den, "det jo en mikrofon", griner hun. Senere ligger pinden på bordet, hele tiden er der én, der tager den op, lægger den ned igen. Som en stafet er den mellem dem: de synger i den, peger på de andre, svinger med den, holder den op i luften.*

#### **Analyse af vignet 1: Et skizofrent begær**

Hvilken form for begær opstår i de tre snit ind i vignetten? Hvordan opstår begæret, og hvor fører det eleverne og læringsbegivenheden hen? På den ene side er der skolens curriculære begær efter undervisning (lovgivningens, lærerens, læremidlets), hvilket vi med Deleuze kalder et paranoidt begær. Det er et begær, der er begrænset og reguleret, så det kan 'sætte' sig på og i elevkroppe. I vignetten produceres det i arrangementet af opgaven, organisering (bl.a. gruppearbejde), struktur (bl.a. tid), normer og regler. Disse begrænsende begærslinjer kan betegnes som 'normaliserende rytmer' (Harney, 2013), der inddæmmer og regulerer elevernes adfærd og kroppe. Forskeren havde længe inden vignetten mærket,

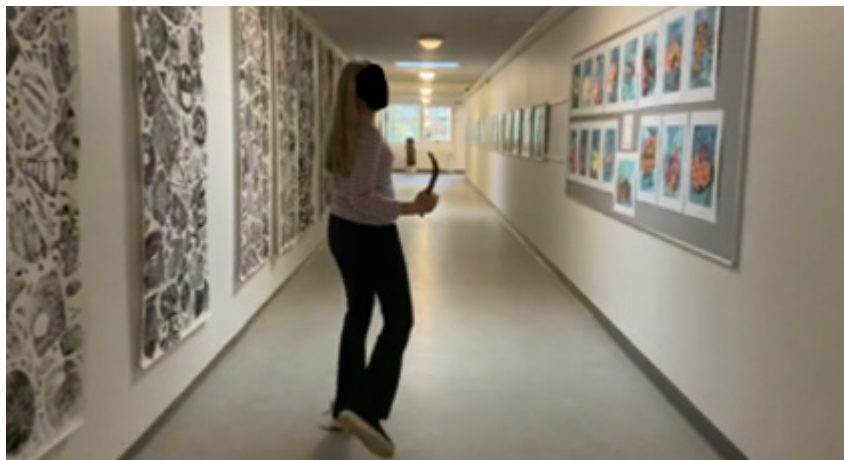
hvordan elevernes modstand mod skolens begær løber som understrømme, verbalt i indforståede kommentarer, toneleje og tavshed, kropsligt i blikke, gestik, drejninger af kroppen, rytmebrud. I vignetten er der tillige forskerens begær efter empiri – et begær, der er mere diffust for eleverne: det både ligner og ligner ikke skolens. Det begær omsætter og omformer de med ironi, humor og performance gennem forskerkameraet, hvilket skaber tvetydige flugtlinjer (Jensen, 2022).

På den anden side er der elevernes skizofrene begær efter ikke/læring, forstået som et begær efter noget andet end, men alligevel uløseligt forbundet med, skolens begær. Skråstregen mellem 'ikke' og 'læring' både samler og adskiller, begæret er både rettet mod læring og dets negation. Disse elevers begær aktiveres gennem dans og musik, nærvær og venskab, performance, kropslighed – og tab af kontrol. Eleverne er tiltrukket af de sanselige, men også uforudsigelige elementer, der kan skabe plads til bevægelse og intensitet. Vi ser det som subtile måder at yde modstand mod og forstyrre det curriculære begær ved at følge alternative rytmer: kropslige, humoristiske, spontane. Her er pinden omdrejningspunktet, som en fremmed materiel-diskursiv entitet (pind/mikrofon) i skolens rum, uden fast identitet (som 'pind', 'mikrofon', 'stafet', 'stav'), men som en multipel størrelse, der i begivenheden hele tiden bliver til relationelt sammen med elev, interview og kamera. Det sker i en intens forbundethed, der fremkalder liv, fantasi og formål. Pinden inviterer til bestemte måder at blive peget med, holdt på, svinget og slået med, men også blive talt og placeret i forhold til. Pinden er bragt ind i undervisningsrummet, hvor den ikke 'hører til'. Det forstærker de kropslige og mentale berøringer, bevægelser og ideer, rytmer og stemninger. Pinden forbinder sig til elevernes erfaringer, forestillinger og følelser, hvilket åbner for nye måder at være elev på. Det fører til et frigørende læringsrum, fordi eleverne gør begærets stærke kræfter tilgængelige for dem selv.

Pinden producerer således et skizofrent begær – flugtlinjer, der finder sprækkerne i systemet. Skizofrent begær er det modsatte af design: det forbinder sig og vokser i rhizomatiske processer, producerer nye muligheder for at være og lære. I den færdige video med interviews af elever, lærere, forsker og skoleleder indtager pinden en særlig rolle: Op til hvert interview går interviewerens gennem skolen (gange, trapper, kantine, bibliotek, fællesrum) med pinden i hånden som en fakkel – eller tryllepind.

**Billede 4.**  
*Tryllepinden.*

---



Sekvenserne, som er taget i et take, hvor kameraet følger eleven gennem skolens rum i fast motion, har ikke rigtigt noget med interviews eller emnet at gøre. Det er slapstick, legende, æstetisk overskud, et overskud af intensitet, der gennemløber skolen i en materiel-diskursiv berøring. Eleverne overtager eller punkterer 'skolen' med pinden som eventyrets tryllepind. Pinden producerer et begær, som er frisættende, netop fordi det som noget vildt og uforudsigeligt er et skizofrent begær, men samtidigt kan forbindes til skolens begær (Hall, 2023). Skolens og elevernes begær foregår samtidigt og i gensidighed: de står i spændingsforhold til hinanden, og elevernes flugtlinjer både følger (og bekræfter) og forstyrrer skolens. Det skaber spændinger og får undervisningen til at sitre og bevæge sig (Coleman & Ringrose, 2013). Som misplaceret objekt (Niccolini & Pindyck, 2015) forstyrrer pinden skolens genkendelighed, samtidig med at det hele er meget genkendeligt (som attrap, som elevproduceret video). Med pinden skaber eleverne et heterogent rum, som både er genkendeligt og ubestemmeligt, begrænsende og frigørende, med mulighed for eleverne både at være genkendelige som ('gode') elever og komme i berøring med det uventede og ukontrollable. Vi ser det som en produktion af både læring og elevagens – i modspil med skolens, et læremiddels eller en lærers (koloniserende) intervention.

## Vignet 2: Sanselige eksplosioner omkring tryllepinden

To 1. klasser på skole X har i to dage arbejdet med handlende fortolkning af billedbogen *Besat* (Kofod & Jensen, 2021) i litteraturundervisningen i danskfaget. Thomas har været med i hele forløbet med sine kameraer og sin notesbog. Både elever og lærere virker meget trygge ved ham og inkluderer ham i deres aktiviteter og performative udtryk. Eleverne har den første dag fået bogen læst op i brudstykker, og de har i grupper konstrueret snedige fælder for heksen i bogen, både udenfor og indenfor. På forløbets anden dag er den onde heks sprunget ud af bogen og har besat fortælleren(!): en eventyrsoldat, som er lærer-i-rolle (Heiden, 2023). Eleverne har forsøgt at lokke heksen frem og ud af soldaten i dramatiske tableauer med hekse fra klassiske eventyr, og de har i grupper samlet forskellige materialer som sten, pinde, blade og kogler i skolens udeområder, som kan bruges til at redde eventyrsoldaten. Eleven Vilbur, som kan følges på billede 5-7 i den sribede trøje, har begge dage været fuldstændig opslugt af, hvad der foregår, og han har valgt en tryllepind som våben, når heksen 'bryder frem' af eventyrsoldaten.

### Billede 5.

*Den besatte fortæller læser op.*





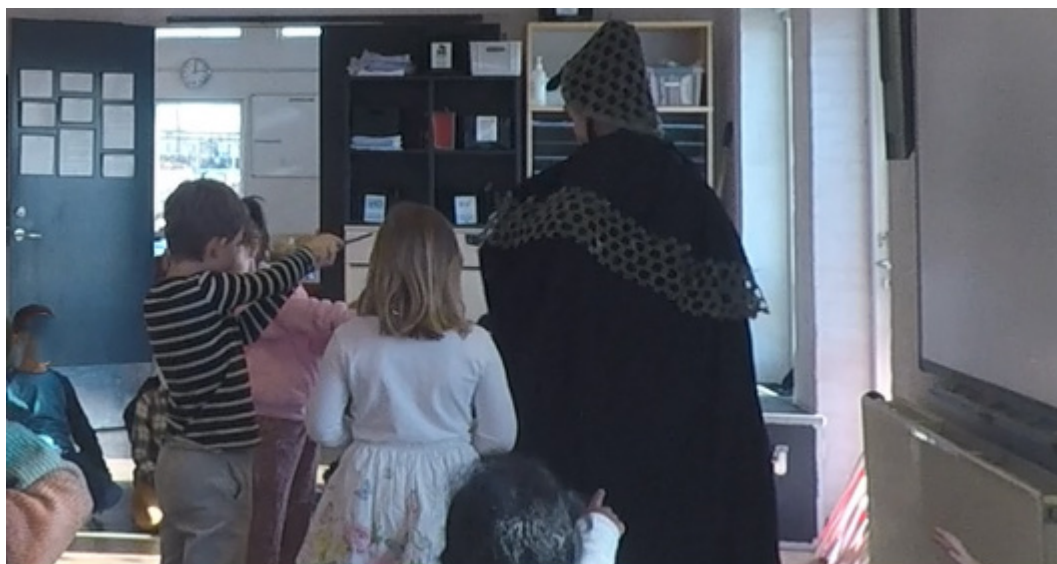
### **Første snit: Stemningen fortsættes**

*Vilbur er helt opslugt af stemningerne. Eleverne i de to 1. klasser performer på skift udvalgte scener fra klassiske eventyr om hekse i en spilleplads, faciliteret af lærer Sif, i rolle som eventyrsoldaten, en perifer person i den oprindelige fortælling, som har bevogtet den undslupne heks. Gennem deres æstetiske performances forsøger de at kommunikere med heksen, som har besat soldaten. De bevæger arme, ben, stemmer, griner, gyser, hopper, holder om hinanden. Barnets mor (eleven Holly længst fremme i billede 5) har en stor, tyk mave med en baby inden i, som svulmer op og bliver større og større, og faderen (eleven Christoffer med den grønne trøje) er så lykkelig, at han helt har glemt, at han har lovet barnet til den onde heks.*

#### **Billede 6.**

*Vilbur tryller.*

---



### **Andet snit: Tryllepinden virker**

*Vilburs gruppe har samlet forskellige genstande, som kan lokke heksen ud af den besatte eventyrsoldat: sten, pinde og blade. De er trådt ind på spillepladsen og præsenterer dem for den forpinte og besatte soldat, som vrider og vender sig. "Kan vi ikke få hende væk", pruster soldaten. Han får det mere og mere skidt, stønner og hvæser. Heksen er på vej ud af hans krop. Vilbur fægter med tryllepinden i luften, stemninger intensiveres, fortsættes. De andre elever uden for*

*spillepladsen bevæger sig langsomt og glidende, vrider fingre og øjne, rejser sig langsomt. "Alle gør noget", råber Thilde, den anden lærer.*

#### **Billede 7.**

*Eventyrsoldaten flygter.*

---



#### **Tredje snit: Sanselige eksplosioner**

*Stemningerne eksploderer i råb, skrig, grin, glæde, bevægelser af kroppe og fremmede lyde. Hænder, kløer, fletninger, kapper og hår suser rundt og rundt i rummet. Eventyrsoldaten flygter ind i klasselokalet ved siden af og smækker døren i under grynten, hvinen, råben og prusten. Vilbur svinger og bevæger tryllepinden med hele sin krop. Han laver skydelyde med munden, peger på eventyrsoldaten med pinden, vender sig så om og flygter, griner og smiler. Eleverne styrter rundt i rummet, opslugt af stemningerne: glade, gysende, forventningsfulde. Hvad vil der nu ske?*

#### **Analyse af vignet 2: Den eksplosive assemblage**

Hvad gør en tryllepind i danskfagets rum? Hvorfor er den der? Hvad vil den i rummet? Den synes at have værdi i tilblivelsen af undervisningsassemblagen, som bevæger sig, bevæges og eksploderer i skrig, råb, grin og fnisen. Vilbur bevæger sig med den, omkring den, forbinder sig med den. Den er en blandt mange agenter i tilblivelsen af det sanseligt-sammenfiltrede rum, hvor begæret producerer energi



og noget uventet og helt nyt. Løber lærere og elever rundt og råber og skriger i 'ægte' danskundervisning? Hvad er det egentlig, pinden tryller frem?

I vignettens snit producerer tryllepinden skizofrent begær, forbundet med Vilbur, forbundet med eventyrsoldaten, forbundet med heksen, forbundet med pinde og blade, forbundet med ... Den sære, banale, ikke-familiære materialitet, som i det normale skolerum fremstår som noget usynligt og ubrugeligt, får energier til at strømme i rummet, sammenfiltret med Vilbur og hans vilde lyde, svingen, fægten og krumspring, og eventyrsoldat-heksens prusten, stønnen, råben og løben. Tryllepinden bliver til som en del af en særlig begivenhed, hvor 'noget bliver til'. Den flyder sammen med Vilbur, sammen med Holly, sammen med klasserummet, sammen med farverne, sammen med lydene i rummet. Som tryllestave i klassiske eventyr skaber uforklarlige hændelser, skaber tryllepinden begær, som skaber handling, nye ideer, nye tilblivelser i undervisningsrummet.

Tryllepinden og Vilbur skaber flugtlinjer: en nedbrydning af det traditionelle, diskursive skolerums materialitet, fyldt med borde, stole, særlige bevægelser som rækken-hånden-op og lærerkroppens dominans – en flytten-grænser i forhold til, hvad skolen *er*, til hvordan den *gøres*. Tryllepinden gør sprækken større og større: den intensiverer stemningen fra Vilburs omstændelige sprogliggørelse af pinden til hans fægten-i-luften, til hans svingen-med-pinden-og-hele-kroppen og til hele den materielle og sanselige eksplosion af råben, skrigen, grinen, løben, fægten-med-ting-og sager, smilen og hoppen. Er det 'rigtig' skole? Er det 'rigtig' virkelighed?

I undervisningsassemblagens dynamiske tilblivelser producerer Vilbur-og-pind agens, og denne agens fortryller både lærerne Sif og Thilde, de andre elever og forskeren, der som en del af assemblagen bliver sanseligt påvirket og sært fascineret af Vilbur-og-pind-begivenheden. Med begæret som affirmativ og vital kraft, som svæver rundt og rundt i rummet, produceres med Vilbur-og-pind noget nyt og uventet, som synes at bevæge og forstærke flugtlinjerne i rummet. Det danskdidaktiske rum med procesdrama og billedbøger tilbliver som 'noget andet'. Med farver, pinde, elever, lærer-i-rolle, råb, skrig, grinen, kådhed, ideer og improvisationer i rummet skabes der i assemblagens bevægelser flygtigt noget nyt, anderledes og 'vildt'. Som en eksplosion af sansninger synes det familiære skolerum at forbindes med ikke-familiære materialiteter – i dette tilfælde med en tilsyneladende banal og ubrugelig pind, som får agens i assemblagen. Som et misplaceret objekt gør pinden i assemblagen rummet, tiden, eleverne og lærerne både genkendelige og samtidig sært forstyrrende (Niccolini & Pindyck, 2015).

## Diskussion

Hvordan sanser, bevæger og forbinder elever sig med ikke-familære materialiteter i danskfagets rum? Hvilken betydning har det for danskfaget, at tryllepinde både kan genkendes og samtidig synes sært anderledes og misplacerede i undervisningen? I det følgende diskuterer vi dette ud fra tre forskellige perspektiver: designorienterede tilgange og læremiddelforståelser, intentionelitet som relationel emergens og produktion af skizofrent begær og elevagens.

### **Decentrering af design og forstyrrelse af læremiddelbegrebet**

Designorientering er et paradigme i uddannelsesforskning, som meget generelt fokuserer på at undersøge læring i kontekst gennem studier af interventioner og læreprocesser i uddannelsespraksis (Brown, 1992; van den Akker, 2006). En række nordiske læremiddelforskere (Gilje et al., 2016; Hansen, 2006, s. 14; Bundsgaard & Hansen, 2011; Norup, 2021) knytter i deres forskning designbegrebet til didaktik og læring, hvilket gør det muligt empirisk at udforske undervisning som læreprocesser med materialiteter, hvor underviseren har didaktiske læringsintentioner med andre. Et læremiddel kan således designes didaktisk til at formidle et bestemt undervisningsindhold, at iscenesætte (og redesigne) en læreproces og (systematisk) at understøtte planlægning, gennemførelse og evaluering af undervisning med læremidlet (Hansen, 2006, s. 14; Norup, 2021). Designet er således en konstellation af artefakter i tid og rum arrangeret og artikuleret af en human agent med didaktiske intentioner om at lære nogen noget (Bundsgaard & Hansen, 2011).

Tryllepindene i vores analyser er hverken designede, konstruerede, arrangerede eller tildelt didaktiske intentioner. De er end ikke valgt eller medbragt af læreren. Tryllepinde som ikke-familære materialiteter kan derfor heller ikke forstås, sprogliggøres eller underlægges diskurser som funktionelle læremidler. De nærmere afbøjer og forskyder design og intentioner, de skaber ikke-koloniserede, eksplosive og uforudsigelige assemblager. De performer og bliver til med verden som 'noget andet' (Anundsen & Illeris, 2019). I deres forbundetheder i skolerummene åbner de for en endnu-ikke-kolonisering, hvor relationer kan gentænkes.

Hos eleverne i 7. klasse bliver det endnu-ikke-koloniserede til flugtlinjer: tærskler til det mere vilde og uforudsigelige, som synes at engagere dem, glæde dem og generere sanselig nydelse ved at bevæge sig gennem og rundt i skolens segmenterede rum. De segmenterede rum 'flyder ud' i det ubestemmelige og porøse rum, der bryder frem. De to pinde løser ikke systematisk en pædagogisk opgave med en bestemt intention, men skaber uforudsigelige forbundetheder og derigennem

engagement og glæde. De forstyrrer forståelsen af læremidler som livløse artefakter, blot underlagt menneskeligt herredømme – pindene har former for agens og sanselige kræfter, som i deres nonhumanitet er anderledes (Niccolini & Pindyck, 2015). De er sære og ikke-sære på samme tid.

Det peger på nødvendigheden af at rekontekstualisere de menneskelige intentioner og handlinger i et større og mere åbent rodnet. Det handler om at åbne design til at inkludere det nonhumane, eller formuleret anderledes, at decentrere mennesket i design, hvilket vil sige at 'dele scenen' med nonhumane entiteter såvel som marginaliserede grupper (som fx elever). Ved at fokusere på pinde som figurer i vores undersøgelser decentrerer vi den menneskelige designers privilegerede position og åbner for mere porøse, udviskede grænser til det nonhumane og ikke-privilegerede. Vores analyser viser, at begrebet begær er bedre end design, når vi skal forstå, hvad der sker mellem elever og materialiteter i undervisningen – et rodnet, der spreder sig i hvilken som helst retning fra hvilket som helst punkt.

### **En posthuman forståelse af intentionalitet som relationel emergens**

I humanismen ses intentionalitet som del af menneskets særlige natur sammen med bevidsthed og den frie vilje. En intention er en handling eller aktivitet med et mere eller mindre bestemt formål (Hansen & Gissel, 2022; Hansen, 2006, s. 14). Et læremiddel er en fremgangsmåde, en funktion eller en materialitet, der bliver anvendt med didaktiske intentioner om at lære nogen noget. En didaktisk intention med henblik på funktionelle læremidler er et 'løst formål', hvor læreren eller læremiddeldesigneren, som repræsentant for skolen som segmenteret system, kan 'klistre' bestemte pædagogiske opgaver eller funktioner til bestemte artefakter med henblik på læring (se også Larsen, 1997). Den didaktiske intention bliver således lærerens intention om at lære nogen noget med det livløse artefakt som repræsentant eller redskab for læringens indhold. Læreren bliver centrum for didaktik og læring med det fulde ansvar for den didaktiske rettetthed og med nonhumane artefakter og tomme rum som redskaber.

Vi vil gerne nuancere denne antropocentriske forståelse af didaktisk intentionalitet med begrebet *relationel emergens* formet af vores analyser af vignetterne. I en relationel emergens opstår den didaktiske intentionalitet relationelt i møderne mellem forskellige humane og nonhumane deltagere i undervisningen. Vi forstår intentionaliteten som en tilblivelse i undervisningsassemblagen – som en meningsfuld produktion af elevagens og læring gennem en rettetthed mod assemblagens andre agenter i relationer. Skole og læremidler er koloniserende og segmenterede strukturer, som i deres repræsentation af ver-

den bærer en iboende forestilling om 'læring': hvilken viden og hvilke færdigheder og kompetencer menneskelige agenter bør bære med videre. Anvendelse af læremidler i skolen bliver således en intervention, et nålestik ind i verden, som den er, hvor nålestikket kan forbedre eller fremme den mere eller mindre objektive kvalitet af læring.

De didaktiske intentioner i vores vigneters relationelle emergens både bobler og springer uforudsigeligt frem i de materielle, sanselige og kropslige relationer. At emergere er at komme til syne, tilblive, bevæge sig frem som forestillinger – noget næsten-aktualiseret (Heiden & Jensen, in press). Det flytter intentionalitet væk fra et fokus på menneskelig kognition mod en mere ekspansiv forståelse, hvor intentionalitet er en usikker og åben formåls-rettethed, hvor formålet ikke er defineret på forhånd (Favareau & Gare, 2017). Vi ser relationel emergens som en boblende og uforudsigelig produktion af både læring og elevagens – uafhængig af skolens, et læremiddels eller en lærers (koloniserende) intervention.

### **Produktion af skizofrent begær og elevagens**

Forståelser af agens er traditionelt centreret omkring mennesket – mennesker handler med materialiteter, med andre, med verden – mennesket er agent, har agens. Det gælder i selvbestemmelsesteorien (Ryan & Deci, 2000), hvor agens kobles til autonomi, og i sociokulturelle teorier (Edwards, 2011), hvor agens ses som relationel. Vi vil argumentere for en forståelse af begrebet som spredt over mange entiteter – agens opstår i og af assemblagerne.

Vores analyser viser dels, hvordan pinde som ikke-familiære objekter producerer skizofrent begær, dels hvordan elevagens afhænger og udspringer af denne form for begær, ikke af skolens, lærerens eller læremidlets paranoide begær. Skizofrent begær skaber flugtlinjer, med hvilke eleverne kan finde og forstørre sprækkerne i systemets hårde segmentering. Vi ser derfor skizofrent begær som decentrering af design: det forbinder sig og vokser i rhizomatiske processer (Höglund & Jusslin, 2023). Det kan derfor åbne og forandre, og det kan føre over i nye (didaktiske) tilstande og nye måder at være (elev) på. Eleverne tiltrækkes af de sanselige, men også vilde og uforudsigelige, elementer, der skaber plads til bevægelse og intensitet. Det problematiserer ideen om didaktisk kontrol og styring og ikke mindst, at elever har behov for (voksnes) intervention med design. Det skizofrene begær retter eleverne mod, hvad vi har kaldt ikke/læring, et begær efter noget andet end, men alligevel forbundet med og allerede en del af, skolens begær.

I overensstemmelse med Deleuzes tilblivelsesontologi (Deleuze, 2014; Deleuze & Guattari, 2014) ser vi det alternative, nye og friske,

der produceres i det skizofrene begær, som altid allerede indskrevet som et potentiale i det dominerende, etablerede og segmenterede. Kun det skizofrene begær kan åbne, forandre og producere elevagens. Samtidigt er det paranoide begær dog forudsætningen for, at det kan ske. Skolens og elevernes begær står i spændingsforhold til hinanden – elevernes flugtlinjer både følger og forstyrrer skolens segmentering. Denne segmentering ødelægges ikke, men forskubbes og forandres. En flytten-grænser for, hvordan skolen 'er', til hvordan den *gøres*.

## Konklusion: Uforudsigelighedens didaktik

Vi indledte denne artikel med at stille to forskningsspørgsmål. På baggrund af teori, analyser og diskussion vil vi afsluttende konkludere på, hvad vi mener at være nået frem til.

### **Hvordan sanser, bevæger og forbinder elever sig med ikke-familære materialiteter i danskfagets rum?**

Vi har i vores analyser vist, hvordan elever i relationer med pinde i danskfagets rum ironiserer, griner, performer, skaber kunst i proces og ikke mindst udfordrer og giver slip på kontrol med krop og sanser. Vi ser det i vignet 1, hvor assemblagen pind-Kia-Vera-kamera producerer sang og 'sving-dans' og tryller skoleaktiviteten 'interview' om til et både æstetisk og skizofrent modtryk. Vi ser det også i vignet 2, hvor assemblagen heks/eventyrsoldat-Vilbur-grin-kapper-hår tryller pinden om til en revolver, og det bliver legitimt at 'skyde' læreren (i rolle) (se også Mouritsen, 1996). Vi tolker det som elevernes skizofrene begær efter ikke/læring, der kommer til syne kropsligt og sanseligt med de haptisk-rige pinde. Eleverne er tiltrukket af de sanselige og uforudsigelige elementer, der kan skabe (uventet) plads til bevægelse og intensitet i skolens paranoide begær. Vi ser pindenes trylleri som subtile måder at yde modstand mod og forstyrre det curriculære begær i danskfagets rum. Det fører til et frigørende læringsrum, fordi eleverne gør begærets stærke kræfter tilgængelige for dem selv. Eleverne sanser, bevæger og forbinder sig med ikke-familære materialiteter på 'vilde' måder, som både udfordrer fagdidaktiske forestillinger om læremidler, skole og 'læring', og som samtidig bidrager til elevers engagement og agens i det 'vilde', uforudsigelige og grænseoverskridende (må man punktere skolen, må man skyde læreren?). Vi kalder det *uforudsigelighedens didaktik* (Heiden & Jensen, in press).

### **Hvordan åbnes danskfagets rum for det produktive begær?**

Produktivt begær er skizofrent – det er en forbundet tilblivelse, der overskrider og rummer sin egen modsætning. Det bliver synligt i danskfagets rum, når vi eksempelvis i vignet 1 ser Vera daske til Malene med pinden, hvilket forvandler rummet til ‘noget andet’. Kontrollen tabes momentant, stemningen intensiveres med grin og pjat, og eleverne engageres. Ligeledes bliver det synligt i vignet 2, da lærer Thilde råber og skriger (“alle gør noget”). Udråbets intensitet og semantiske absurditet forvandler rummet, lærerens autoritet og materialiteternes agens til ‘noget andet’: noget multipelt og produktivt, som i assemblagen skaber uforudsigelighed. Hvad skal man gøre? Hvad sker nu? Ingen ved det, men det er produktion af noget nyt, af ubestemmelighed.

Men hvordan kan man åbne danskfagets segmenterede rum for det produktive begær? Vores bud er uforudsigelighedens didaktik, der både inviterer til og griber de ikke-planlagte øjeblikke af forandrende intensitet. Uforudsigelighedens didaktik er en mere ydmyg og ‘usikker’ didaktik, der ser det vilde, ubestemmelige og forstyrrende som et kreativt vilkår i undervisningens segmenterede rum. Det vilde er netop ‘vildt’, fordi det ligger udenfor lærerens didaktiske intention – didaktisk set er det ikke-domesticeret. Det åbner for noget anderledes i forhold til skolens, lærerens og læremidlernes didaktiske intentioner. Uforudsigelighedens didaktik handler om at styre mindre, og i stedet være vendt og stemt mod det uforudsigelige og det æstetiske. Skolens stabile, hierarkiske og regelstyrede assemblager begrænser bevægelser og relationer. Derfor er det vigtigt med brud eller forstyrrelser, der kan frigøre og udvide rummets energi og dermed mulighederne for at forbinde sig med ting, bevægelser og intensiteter.

Uforudsigelighedens didaktik inddrager i højere grad sanselige, kropslige og spontane oplevelser. Det kan for det første gøres ved at invitere haptisk-rige objekter ind. Det gælder ikke kun fysiske objekter: også lyde kan være haptisk-rige og velegnede til at producere skizofrent begær (se Wargo, 2018). Det samme gælder digitale teknologier, hvilket Slot, Rasmussen og Kjærgaard (2023) med begrebet teknologiforstyrrelser også peger på. Det fordrer, at man som underviser løsner sit didaktiske greb og giver tid og plads til elevernes åbne og intense møder med disse objekter. På den måde får de mulighed for at åbne sprækkerne mellem paranoide og skizofrene begærslinjer og derved skubbe til balancen mellem segmentering og flugtlinjer. Det skaber spændinger og får undervisningen til at sitre og bevæge sig med mulighed for eleverne til både at være genkendelige som ‘elever’ og komme i berøring med det uventede og ukontrollable. Og endelig kræver det, at forskning, skole og lærere engagerer sig med og udvider de intense forbundetheder, der opstår i det skizofrene begær.

## Referencer

- Adams, T. E. & Jones, S. H.** (2011). Telling stories: Reflexivity, queer theory, and autoethnography. *Cultural Studies ↔ Critical Methodologies*, 11(2), 108-116. <https://doi.org/10.1177/1532708611401329>
- Anundsen, T. W. & Illeris, H.** (2019). Inhabiting practice: Performative approaches to education and research as art. I: A. Østern & K. N. Knudsen (red.), *Performative Approaches in Arts Education* (s. 119-135). Routledge.
- Austring, B. D. & Sørensen, M.** (2006). *Æstetik og læring: grundbog om æstetiske læreprocesser*. Hans Reitzel.
- Barad, K.** (2007). *Meeting the Universe Halfway: Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning*. Duke University Press.
- Bennett, J.** (2001). *The Enchantment of Modern Life: Attachments, Crossings and Ethics*. Princeton University Press.
- Boldt, G. & Leander, K. M.** (2020). Affect theory in reading research: Imagining the radical difference. *Reading Psychology*, 41(6), 515-532. <https://doi.org/10.1080/02702711.2020.1783137>
- Bremholm, J., Bundsgaard, J., Fougat, S. S. & Skyggebjerg, A. K.** (2017). *Læremidlernes danskfag*. Aarhus Universitetsforlag.
- Brown, A. L.** (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls0202\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327809jls0202_2)
- Bundsgaard, J. & Hansen, T. I.** (2011). Evaluation of learning materials: a holistic framework. *Journal of Learning Design*, 4(4), 31-44. <https://www.jld.edu.au/article/view/87>
- Coleman, R. & Ringrose, J.** (2013). *Deleuze and Research Methodologies*. Edinburgh University Press.
- Deleuze, G.** (2003). *Francis Bacon: The logic of sensation*. Continuum.
- Deleuze, G.** (2014). *Difference and repetition*. Bloomsbury.
- Deleuze, G. & Guattari, F.** (1994). *What Is Philosophy?* Columbia University Press.
- Deleuze, G. & Guattari, F.** (2013). *Anti-Oedipus: Capitalism and Schizophrenia*. Bloomsbury.
- Deleuze, G. & Guattari, F.** (2014). *A Thousand Plateaus*. Bloomsbury.
- Deleuze, G. & Parnet, C.** (2007). *Dialogues II*. Bloomsbury.
- DiSessa, A. A.** (2001). *Changing minds: Computers, learning, and literacy*. The MIT Press.
- Edwards, A.** (2011). Building Common Knowledge at the Boundaries between Professional Practices: Relational Agency and Relational Expertise in Systems of Distributed Expertise. *International Journal of Educational Research*, 50(1), 33-39. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2011.04.007>
- Favareau, D. & Gare, A.** (2017). The biosemiotic glossary project: Intentionality. *Biosemiotics*, 10(3), 413-459. <https://doi.org/10.1007/s12304-017-9309-4>
- Gilje, Ø., Ingulfen, L., Dolonen, J. A., Furberg, A., Rasmussen, I., Kluge, A., Knain, E., Mørch, A., Naalsund, M. & Skarpaas, K. G.** (2016). *Med ARK&APP. Bruk av læremidler og ressurser for læring på tvers av arbeidsformer*. Universitetet i Oslo.



- Gunnarsson, K. & Bodén, L.** (2021). *Introduktion till postkvalitativ metodologi*. Stockholm University Press.
- Hall, L.** (2023). Mikro-optisk kortlægning af stemninger i læringsrummet gennem videooptagelser. I: Falkenberg, H. & Sauzet, S. (red.), *Multisensoriske metoder – til undersøgelser af pædagogiske praksisser* (s. 101-124). Samfundslitteratur.
- Hall, L., Murphy, T. & Pallesen, E.** (2023). At forstå og understøtte fællesskabers tilblivelse – meningsskabelse, materialitet og begær. *Samfundslederskab i Skandinavien*, 38(2), 56-79. <https://doi.org/10.22439/sis.v38i2.6908>
- Hansen, J. J.** (2006). *Mellem design og didaktik: Om digitale læremidler i skolen*. Syddansk Universitet.
- Hansen, T. I.** (2023). Phenomenological Exploration in Literature Education: On the theoretical development of a phenomenological approach to inquiry-based literature teaching as a focal point for a large-scale intervention study in Denmark. *L1-Educational Studies in Language and Literature*, 23(1), 1-26. <https://doi.org/10.21248/l1esll.2023.23.1.382>
- Hansen, T. I. & Gissel, S. T.** (2022). Mellem design, didaktik og diskurs: En analyse af det adaptive læremiddel Rhapsode til matematikundervisning i folkeskolen. *Learning Tech*, 7(11), 44-72.
- Hansen, T. I. & Skovmand, K.** (2011). *Fælles mål og midler*. Klims Forlag.
- Harney, S.** (2013). Hapticality in the undercommons, or from operations management to black ops. *Cumma Papers*, 9, 1-7.
- Hickey-Moody, A. C. & Malins, P.** (2007). *Deleuzian encounters: Studies in contemporary social issues*. Palgrave.
- Heiden, T. R.** (2023). Så er jeg Hr. Pindse, så er du en rive: hvordan indskolings-elever træder i rolle i dramatisk fiktion. *DRAMA*, 60(3), 1-13. <https://doi.org/10.18261/drama.60.3.3>
- Heiden, T. R. & Jensen, M. P.** (under udgivelse). “Teksten bryder frem”: tekst-som-begivenhed i danskfaget. *Acta Didactica Norden*.
- Heiden, T. R.** (in press). “Er der et hul i bogen?” – om dramaleg, handlende fortolkning og (dør-)tærskler. *BUKS – Tidsskrift for Børne- og ungdomskultur*.
- Heiden, T. R. & Jensen, M. P.** (in press). “Teksten bryder frem”: tekst-som-begivenhed i danskfaget. *Acta Didactica Norden*.
- Heiden, T. R., Rørbech, H.** (2024). Entangled Worlds: The Becoming of Interpretive Spaces in Pupils’ Engagement with Literature Through Process Drama. *Research in Drama Education: The Journal of Applied Theatre and Performance*, 29(4), D635-653. <https://doi.org/10.1080/13569783.2024.2321221>
- Höglund, H. & Jusslin, S.** (2023). Embracing unpredictability: A rhizomatic approach to arts integration in literacies and literary education. I: Klausen, S. H. & Mård, N. (red.), *Developing a Didactic Framework Across and Beyond School Subjects: Cross- and Transcurricular Teaching* (s. 119-130). Routledge
- Illeris, H.** (2023). Lying on the Ground: Aesthetic Learning Processes in the Anthropocene. I: Paulsen, M., Jagodzinski, J. & Hawke, S. M. (red), *Pedagogy in the Anthropocene* (s. 175-193). Springer International Publishing.
- Jackson, A. Y. & Mazzei, L. A.** (2012). *Thinking with theory in qualitative research. Viewing data across multiple perspectives*. Routledge.



- Jensen, M. P.** (2022). *Skriversubjektivitet i det multimodale danskfag: En post-human undersøgelse af affekt, krop og materialitet i skriveundervisningen* [ph.d.-afhandling]. Aalborg Universitetsforlag. <https://doi.org/10.54337/aau506310518>
- Jensen, M. P.** (2023). Affektiv literacy og digitale teknologier: Når vi skriver og læser med maskiner. *Learning Tech – Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi*, 8(13), 126-148. <https://doi.org/10.7146/lt.v8i13.133073>
- Jensen, M. P.** & Heiden, T. R. (2022). Intra-aktiv fagdidaktik: Teori-praksis i arbejdet med video i læreruddannelsens danskfag. *Learning Tech*, 7(11), 125-144. <https://doi.org/10.7146/lt.v7i11.126049>
- Jensen, M. P., Høegh, T. & Falkesgaard Slot, M.** (2024). En bæredygtig digital didaktik. I: Elf, N., Svabo, C. & Skovgaard, T. (red), *Bæredygtige skoleliv* (s. 150-168). Syddansk Universitetsforlag.
- Kofod, D. G. & Jensen, K. E.** (2021). *Besat*. Jensen & Dalgaard.
- Larsen, C. A.** (1997). *Didaktiske emner*. Danmarks Pædagogiske Bibliotek.
- Leander, K. M. & Boldt, G.** (2018). Design, Desire, and Difference. *Theory into Practice*, 57(1), 29-37. <https://doi.org/10.1080/00405841.2017.1390331>
- MacLure, M.** (2013). The wonder of data. *Cultural Studies <=> Critical Methodologies*, 13(4), 228-232. <https://doi.org/10.1177/1532708613487863>
- Marks, L.** (2000). *The skin of the film: Intercultural cinema, embodiment, and the senses*. Duke University Press.
- Menning, S. F., Murriss, K. & Wargo, J.** (2021). Reanimating video and sound in research practices. I: Murriss, K. (red), *Navigating the postqualitative, new materialist and critical posthumanist terrain across disciplines. An introductory guide* (s. 150-168). Routledge.
- Mouritsen, F.** (1996). *Legekultur: essays om børnekultur, leg og fortælling*. Odense Universitetsforlag.
- Niccolini, A. D. & Pindyck, M.** (2015). Classroom acts: New materialism and haptic encounters in an urban classroom. *Reconceptualizing Educational Research Methodology*, 6(2), 1-23. <https://doi.org/10.7577/rerm.1558>
- Norup, M. S.** (2021). Læremidler i brug i danskfagets litteraturundervisning – en empirisk undersøgelse af litteraturanalyse og litteraturfortolkning i udsko-lingen. *Learning Tech – Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi*, 6(9), 40-70. <https://doi.org/10.7146/lt.v6i9.124193>
- Petersen, A. K., Hestbech, A. M. & Gundersen, P. B.** (2016). A Design-Based introduction to learning centres. *Tidsskriftet Læring Og Medier (LOM)*, 9(15). <https://doi.org/10.7146/lom.v9i15.23103>
- Ryan, R. M. & Deci, E. L.** (2000). Self-determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. doi:10.1037/0003-066X.55.1.68
- Slot, M. F., Rasmussen, H. F. & Kjærgaard, T.** (2023). Teknologiforstyrrelser i læreruddannelsens danskfag – på vej med danskfaglige teknologiforståelser i læreruddannelse. *Tidsskriftet Læring Og Medier (LOM)*, 16(28). <https://doi.org/10.7146/lom.v16i28.136093>
- St. Pierre, E. A.** (2019). Post Qualitative Inquiry in an Ontology of Immanence. *Qualitative Inquiry*, 25(1), 3-16. <https://doi.org/10.1177/1077800418772634>

- St. Pierre, E. A., & Jackson, A. Y.** (2014). Qualitative Data Analysis After Coding. *Qualitative Inquiry*, 20(6), 715-719. <https://doi.org/10.1177/1077800414532435>
- Truman, S. E.** (2014). Reading, writing and materialisation: An autobiography of an English teacher in vignettes. *Engineers Australia*, 49(3), 88-95.
- van den Akker, J. J. H.** (2006). *Educational design research*. Routledge.
- Van der Tuin, I. & Dolphijn, R.** (2010). The Transversality of New Materialism. *Women: A Cultural Review*, 21(2), 153-71. <https://doi.org/10.1080/09574042.2010.488377>
- Wargo, J. M.** (2018). Writing with wearables? Young children's intra-active authoring and the sounds of emplaced invention. *Journal of Literacy Research*, 50(4), 502-523. <https://doi.org/10.1177/1086296X18802880>
- Åkerholm, K. & Höglund, H.** (2022). Möte med det obestämbara: ungdomars tolkningsförhandlingar med bilderboken Hemma hos Harald Henriksson. *Acta Didactica Norden*, 16(3), 1-19. <https://doi.org/10.5617/adno.8720>

# Abstract

---

Denne artikel undersøger, hvordan prototyping kan anvendes i naturfagsundervisningen til at fremme elevers undersøgelses- og modelleringskompetencer gennem en designproces, hvor undersøgelse gennem digitale og analoge teknologier spiller en rolle. Artiklen baserer sig på tre cases fra to danske folkeskoler, hvor elever igennem en engineering tilgang arbejder med at skabe prototyper af broer. Prototyping fungerer både som måder at undersøge og manifestere deres designidéer. Casestudiet viser, at prototyping ikke kun fremmer læring gennem hands-on tilgang, men også styrker elevernes evne til kritisk at vælge og anvende analoge og digitale ressourcer i overensstemmelse med at understøtte deres undersøgelse samt udtrykke deres designidé og æstetiske ambitioner. Resultaterne fremhæver yderligt vigtigheden af lærerens rolle i at støtte en fleksibel anvendelse af både analoge og digitale teknologier, med henblik på at skabe meningsfuldt samspil mellem teknologivalg, æstetik og designbaseret undervisning i naturfagsundervisningen.

This article examines how prototyping can be used in science education to promote students' inquiry and modeling skills through a design process where inquiry through digital and analogue technologies plays a role. The article is based on three cases from Danish elementary schools, where students work to create prototypes that function both as ways to investigate filters and manifest manifestations of their design ideas. The case study shows that prototyping not only promotes learning through a hands-on approach, but also strengthens the students' ability to critically choose and use materials in accordance with supporting their research objectives/ as well as express their design idea and aesthetic ambitions. The results further highlight the importance of the teacher's role in supporting and flexible use of both analogue and digital technologies, to create meaningful interaction between technology choice, aesthetics and design-based teaching in science education.

# Prototyping i naturfag

“Det er ikke en bro, hvis det ikke ligner en bro”

## Indledning

Der er begrænset plads til undersøgelser og kreativ problemløsning i naturfagsundervisningen, det konkluderer forskerne bag SCOPE-projektet i 2023 i udgivelsen *Børn og unges science-kapital – Baseline-rapport* (Pedersen et al., 2023). Undersøgelsen er baseret på dels en spørgeskemaundersøgelse blandt knap 20.000 elever, 5.000 forældre og 1.000 lærere, dels en omfattende kvalitativ dataindsamling blandt elever og familier. Lærerne har ifølge forskerne et større fokus på fagligt indhold, der ofte foregår ved, “...at en lærer gennemgår noget fagligt indhold efterfulgt af opgaver, eleverne skal løse, og en fælles gennemgang til sidst.” (Pedersen et al., 2023, s. 54). Rapporten citerer elever, der oplever denne form som dominerende og kedelig. Omvendt oplever eleverne ifølge rapporten også nogle gange en mere levende undervisning, hvor naturfaget løfter sig fra arket og forbinder sig med verden omkring dem.

Engineering er et eksempel på en tilgang, der sigter mod at sætte naturfaglig viden i en autentisk kontekst (Nielsen & Sørensen, 2019; Daugbjerg et al., 2021; Auner et al., 2022), samt at opnå en differentiering, der inddrager og motiverer en bred elevgruppe (Auner, 2021). Engineering kræver kompetencer inden for problemløsning og design (Bybee, 2010, Auner et al., 2022) samt udvikling af teknologisk forståelse (Auner et al., 2022.; Nielsen, et al., 2023). Med udbredelse af engineering har prototyping sneget sig ind i den danske grundskoles hverdag, særligt siden 2017 hvor projektet Engineering i skolen (EiS) tog sin begyndelse (Engineerthefuture.dk, 2023). Begrebet prototyping har ikke fundet vej til de Forenklede Fælles Mål (FFM) for fagene, men nævnes hyppigt i læseplanen for forsøgsfaget Teknologiforståelse (Undervisningsministeriet, 2018) og ligeledes i afsnittene om Innovation og entreprenørskab samt Engineering i faghæfterne for fysik/kemi, biologi og geografi (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019). Men vores<sup>1</sup> erfaring er, at design og specifikt prototyping ikke er en kompe-

1 Omfatter de af artiklens forfattere, der er uddannede naturfagslærere.

Stine Ejning-Duun, Institut for Planlægning og Bæredygtighed, Aalborg Universitet, Lasse Stege Bredgaard Hansen, Kildegård Privatskole, Peter Wied Stenkilde, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet, Maria Damlund, Danmarks Tekniske Museum, Anne Gottlieb, Tranegårdsskolen

tence, som naturfagslærerne har med fra læreruddannelsen. Eleverne har heller ikke nødvendigvis kompetencer til at udtrykke sig og undersøge igennem digital og analog prototyping. Endelig er der også forskel på hvilke digitale og analoge materialer og redskaber skolerne har til rådighed samt hvilke kompetencer lærer og elever har med digital og analog modellering.

### **Prototyping i naturfag: En tur på flagermusloftet**

Forskningsprojektet er blevet til i et samarbejde mellem en forsker og fire studerende på *Kandidatuddannelsen i STEM-undervisning*, der i kurset *De teknologisk innovative videnskaber* arbejdede med prototyping i naturfag. Alle fire studerende er uddannede naturfagslærere og deres erfaring var, at elevernes prototypefokus ofte er lagt på uvæsentlige detaljer frem for essensen af den faglighed. Et sigende og konkret eksempel stammer fra et undervisningsforløb i en 6. klasse, hvor formålet var at designe en prototype ud fra udfordringen: “Skab mere biodiversitet på din skole”. Her havde en gruppe lavet en prototype af et loft, hvorpå der sad skilt, hvor der stod: “Vi har lavet et hus, der skal tiltrække flagermus oppe på loftet. Vi vil tiltrække flagermus, fordi de kan bestøve, og det har vi brug for.”

**Figur 1.**

Prototype af flagermusloftet (tv.), med fokus på det detaljerede udtryk af et hjem(th).



Gruppen havde lavet en model af et hus i pap (figur 1), hvor de havde lavet et lille loft med flagermus og spindelvæv for at vise deres idé. Størstedelen af den samlede prototype var dog underetagen, hvor de havde hygget sig med at skabe et detaljeret udtryk af et hjem. Havde skiltet ikke været der, havde vi haft svært ved at gennemskue prototypen, fordi prototypen var fuld af detaljer, som ikke havde med deres undersøgelse af, hvordan man "tiltrækker" flagermus at gøre. Modellens fokus var skæv, da den ikke undersøgte eller formidlede det naturfaglige problem.

### **Forskningsspørgsmålet**

Prototyping er en aktivitet og kompetence, der vinder frem, og med engineering særligt i naturfag. Vi ønsker at undersøge netop hvordan prototyping med digitale og analoge ressourcer kan hjælpe med at understøtte undersøgelser og kreativ problemløsning i naturfagsundervisningen. Forskningsspørgsmålet for denne artikel er derfor:

**Hvordan kan elevers prototyping igennem digitale og analoge ressourcer, herunder deres valg af og arbejde med disse ressourcer, hjælpe dem med at udtrykke og få større forståelse af naturfaglige fænomener?**



Vi har belyst dette igennem en designbaseret forskningstilgang (Christensen et al., 2012), hvorigennem vi på baggrund af den i artiklen præsenterede teori har udviklet et naturfagligt forløb, der har til formål at styrke elevernes kompetencer i at arbejde med digitale og analoge prototyper i naturfag i 7. og 8. klasse. Eleverne skulle i dette forløb designe en prototype af en hydraulisk bro med indbygget automatisering for at øge sikkerheden. De blev opfordret til at indtænke analoge og digitale teknologier for at bygge en prototype, der netop lod dem stille skarpt på automatisering og sikkerhed.

### **Modellerings- og undersøgelseskompetencer**

Hensigten med vores undervisningsforløb er, at eleverne får kompetencer til at kunne frembringe og bruge prototyper som et relevant led i naturfagligt arbejde.

I FFM relaterer det at kunne frembringe en relevant prototype sig til den naturfaglige modelleringskompetence, kendt fra faghæfterne i fysik-kemi, biologi og geografi. Her defineres modelleringskompeten-

cen som “evnen til at bruge, vurdere og udarbejde modeller.” (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019, s. 19) og:

” En elev med modelleringskompetence vil kunne bruge naturfaglige modeller til at forstå, forklare eller forudsige fænomener og systemers opførsel, kunne diskutere og forholde sig kritisk til modeller samt kunne revidere/konstruere modeller med afsæt i egne undersøgelser eller som en del af problemløsning. (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019, s. 22)

Her kan arbejdet med prototyper ses som et eksempel på en konstruktion af en konkret model, som led i en problemløsning.

Det at kunne bruge en prototype i forbindelse med at undersøge et fænomen er en vigtig del af den didaktiske ramme fra *EiS*. Den naturvidenskabelige undersøgelseskompetence beskrives fra læseplanen som mangfoldige og omfatter både “praktiske hands-on undersøgelser, observationer, feltstudier, virtuelle og interaktive undersøgelser og afsøgninger af eksterne datasæt i fx statistiske databaser”(Børne- og Undervisningsministeriet, 2019, s. 22).

## Teoretisk afsæt

Det teoretiske afsæt for vores design af undervisningsforløb, der lader os undersøge, hvordan prototyping igennem digitale og analoge materialer kan bruges meningsfuldt i naturfag omfatter: Prototyping som modellerings- og undersøgelsesproces (som ting at tænke og udtrykke sig med); og i forlængelse heraf analoge og digitale ressourcer i prototyping (forudsætninger for og udfordringer ved skabe prototyperne igennem forskellige ressourcer).

### **Prototyping som modellerings- og undersøgelsesproces**

I det danske *EiS*-projekt bliver begrebet prototype defineret meget bredt: “En prototype er en tidlig udgave af et produkt eller en løsning. Prototyper kan afprøves med det formål at blive klogere på produktet. For det meste, er det nemt og billigt at ændre på en prototype” (Auner et al., 2022, s. 16). Her kan prototypen gøre designeren klogere på det fremtidige produkt, som prototypen repræsenterer. Vi har dog valgt et smallere fokus på prototyping, der afgrænser sig til dens potentiale



i forhold til at undersøge og modellere et givent fænomen. I en undervisningssammenhæng skal prototyping gøre eleverne klogere på et givent emne og på deres idéer til håndtering af en problemstilling. I eksemplet med flagermuseloftet (figur 1), er elevernes fokus gået fra at undersøge flagermus' habitat og bruge den viden til at skabe et 'flagermuseloft' over til boligindretning. Æstetikken har taget over, kunne man argumentere.

Det at skitsere eller skabe prototyper giver mulighed for at kommunikere idéer til sig selv og andre (Rusmann & Ejsing-Duun, 2022). Når processen er rettet mod egen erkendelse, gør eksternalisering en idé tilgængelig for undersøgelser og kan facilitere en visuel og rumlig organisering af information om en given problemstilling (Rusmann & Ejsing-Duun, 2022). Når en idé formidles til andre, omfatter det overvejelser om såvel dens visuelle og tekniske aspekter med formålet med at formidle sin idé. Formidling til andre, giver fx mulighed for at få feedback på idéer og at forhandle forståelse af problemstillingen, som idéerne søger at afhjælpe (Rusmann & Ejsing-Duun, 2022). Ydermere muliggør repræsentationer af en idé, at andre kan videreudvikle på idéen. Det at "prototype" eller at modellere kræver, at eleven kan konstruere, forbedre og forstå repræsentationer af idéer og information (Rusmann & Ejsing-Duun, 2022). Lad os se nærmere på teorien bag at lære gennem sanserne – igennem prototyping. Først redegør vi for vores forståelse af prototyping og dernæst på processens potentiale for at lære gennem sanserne.

### *Prototypens modalitet*

Vi har fokus på, hvordan eleverne arbejder argumenterende og målrettet i forbindelse med deres egne prototyper. Undervisningsforløbet er derfor opbygget omkring Lim et al.'s (2008) arbejde vedrørende prototypers anatomi. Her arbejdes med to begreber, hhv. prototyper som filtre og prototyper som manifestationer af designidéer.

En prototype er et filter, idet den har fokus på udvalgte dele, som tydeligt manifesteres på bekostning af andre. Designerne (i vores tilfælde eleverne) bør aktivt vælge hvilke aspekter de medtager og udelader, i forhold til hvad de ønsker at undersøge igennem prototyping (Lim et al., 2008). Det indbefatter valg i forhold til udseende (broens størrelse, farve, hårdhed m.v.), data (fx hvordan registreres aktivitet på broen), funktionalitet (fx hvordan åbner og lukker broen), interaktivitet (hvordan formidles behovet for at hæve broen og hvordan giver den besked herom) og rumlig struktur (broens konstruktion i havnens forløb). En lignende filtrering ses også i arbejdet med modellering i naturfag. Men hvor modellering også kan handle om at beskrive et aspekt af den virkelige verden (Christiansen, 2020), fokuserer proto-



typing som modellering på at undersøge et aspekt af det problem, som man ønsker at løse.

En prototype er også en manifestation af ens idéer. Her spiller valg af materiale, detaljeringsgrad og omfang en væsentlig rolle. Materialevalg vil ifølge Lim et al. (2008) afhænge af, hvordan produktet opleves i det givne materiale, men også af materialernes tilgængelighed. Lim et al. (2008) understreger, at prototyper omfatter såvel konkrete fysiske som digitale manifestationer. Detaljeringsgraden handler om graden af detaljer i prototypen. Omfang handler om, hvor stor en del af produktet der søges undersøgt på én gang. Hele tiden må man holde sig filtreringen for øje, når de tre valg i manifestationen skal gøres (Lim et al., 2008). Valget af materiale vil fx være forskelligt, hvis man ønsker at teste styrken af en bro i forhold til, om det er udseendet, der skal undersøges. Valg i relation til filtrering og manifestation spiller altså en central rolle for elevernes valg af digitale og/eller analoge teknologier i arbejdet med prototyper.

Lim et al. (2008), beskriver skitsearbejde som en central del af prototypearbejdet, der særligt kommer til udtryk under manifestation af designidé. De pointerer her, at skitser er en tidlig og ofte grov (eller ufærdig) form for eksternalisering, hvor prototyper er mere forfinede og skabt med det formål at udforske bestemte aspekter af designet. Når der arbejdes med manifestation af designidé, indgår også tanker om materialevalg, detaljeringsgrad og omfang, disse er overvejelser, der rækker ud over, hvad skitser kan tilbyde. Da vores fokus var på elevernes arbejde med frembringelsen af prototyper, har vi i case-ne valgt også at inddrage det tidlige arbejde i designprocessen, som omfatter deres skitsearbejde. Vi anser skitserne for at være en essentiel del af prototypeprocessen og betragter dem som en tidlig form for manifestation af designideen, der indgår i prototypernes anatomi (Lim et al., 2008). I vores caseanalyser har vi derfor brugt betydelig tid på at analysere elevernes skitsearbejde på lige fod med resten af deres prototypearbejde, som en integreret del af prototypeprocessen.

### ***Prototyping: at lære naturfag gennem sanserne***

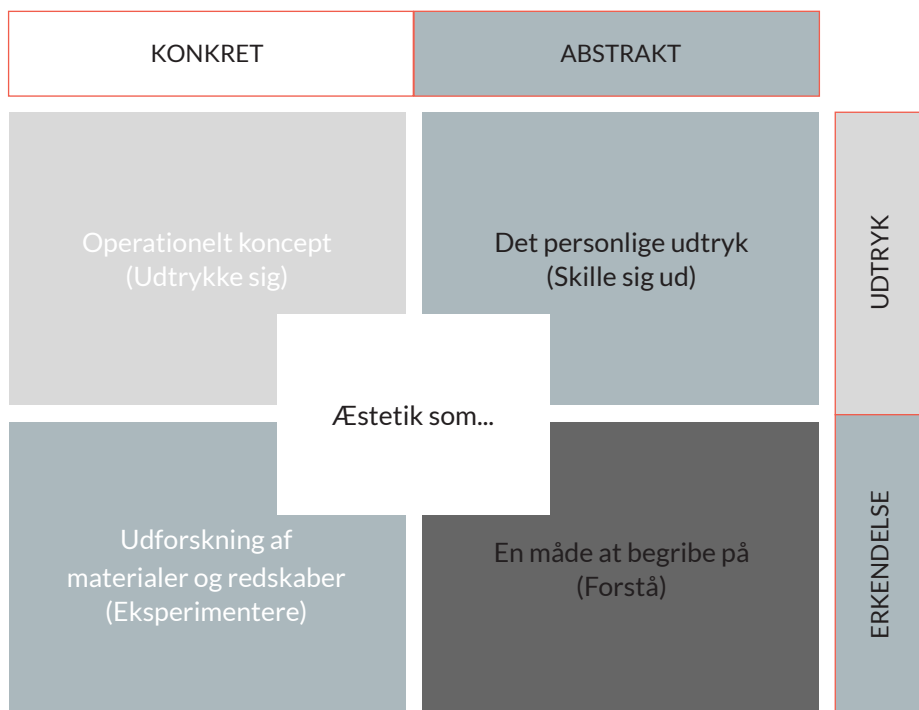
Når eleverne skaber skitser og prototyper, indgår de i en dialog med medier og materialer, hvorigennem de undersøger og udtrykker deres idéer. I denne dialog taler materialerne og situationen så at sige tilbage til eleven (Goldsmidt, 2003). Den dialogiske proces med materialer og situation er en æstetisk proces. Æstetik refererer det græske ord 'aisthētikos' betyder 'at sanse', 'at føle', og det er den tyske filosof Baumgarten, som i 1700-tallet artikulerer æstetikken som en videnskab omkring sanseerfaring (Guyer, 2016). I prototyping er der fire måder, hvorved eleverne lærer gennem æstetiske designprocesser, som hver især omfatter en undersøgelse (Ejsing-Duun og Tosca, 2017).

Vi kan se æstetik og dermed prototyping i naturfag som en måde eleverne undersøger:

- Faggenre/Operationelt koncept: Måder at udtrykke sig på om det naturfaglige
- Personligt udtryk: Gennem arbejdet med udtrykket, undersøger eleverne hvordan de kan opnå et udtryk, der skiller sig ud
- Materialer og redskaber: Konkret undersøger eleverne, hvad en ressource kan igennem eksperimenteren
- Naturfaglige fænomener: Ved at bygge søger eleverne mod at begribe givne fænomener

**Figur 2.**

*Fire former for æstetiske undersøgelser, hvorved elever lærer gennem deres sanser på (Ejsing-Duun og Tosca, 2017, 102).*



Det varierer, hvad der fylder hos eleverne. Eleverne, der har bygget flagermuseloftet, har tilsyneladende været mest investerede i at bygge en model, de synes, er flot (*det personlige udtryk*). Undervejs i processen kan de godt have været fokuserede på, hvordan man bygger en skalamodel, så det faktisk ligner og fungerer som en skalamodel (*det operationelle koncept*) eller hvordan limpistol, pap og evt. Micro:bits fungerer (*udforskning af materialer og redskaber*). Der er ingen tvivl om, at der har været en motivation for dem i at fordybe sig i udtrykket og det på bekostning af at bruge konstruktionsprocessen til få bedre greb om og forstå flagermus levebetingelser (*en måde at begribe på*).

Ved at være opmærksom på, hvad eleverne undersøger igennem deres prototyping, kan læreren i undervisningsforløbet netop understøtte, at den tjener elevernes læring.

## Analoge og digitale ressourcer i prototyping

Der er ifølge Smith et al. (2016) både udfordringer og muligheder ved at integrere analoge og digitale ressourcer i designprocesser inden for uddannelsesområdet. Forfatterne fremhæver tre centrale udfordringer: 1) Manglende kompetencer hos læreren; 2) behov for større repertoire af arbejdsmetoder med digitale ressourcer; 3) lukkede tilgange til undervisning og teknologier.

### **Kompetenceudfordring hos læreren**

Mange lærere står over for udfordringer i at støtte elever i overgangen fra anvendelse af analoge materialer i designprocessen til anvendelsen af digitale materialer (Smith et al., 2016). Her oplever lærerne i Smith et al.'s (2016) undersøgelse en manglende kompetence til at vejlede eleverne i at transformere deres idéer og materialer til relevante designkoncepter. Dette kan ifølge forfatterne resultere i, at eleverne enten fokuserer for meget på brugen af digitale eller analoge ressourcer, og får derfor ikke kombineret disse på en meningsfuld måde.

### **Behov for et større repertoire af arbejdsmetoder med ressourcer**

En anden udfordring ses ved at lærere har et begrænset repertoire, når det handler om arbejdet med forskellige materialer (Smith et al., 2016). Forfatterne argumenterer for/viser, at hvis lærerne får øget deres repertoire på dette område, kan det forbedre deres evne til at strukturere og håndtere mere komplekse designprocesser. Forskerne argumenterer for, at hvis lærerne udviklede en større forståelse for

både de analoge og digitale materialer, og samtidig blev mere fortrolige med at anvende en diversitet af disse, vil de være bedre rustet til at vejlede eleverne gennem en designproces, hvor balancen mellem digitale og analoge materialer bliver meningsfuld for eleverne (Smith et al., 2016).

### **Digitale og analoge teknologier som fleksible elementer i designprocessen**

Studiet påviser en tredje udfordring, som er, at lærere ofte har foruddefinerede læringsmål og lukkede teknologier, når de underviser i designprocesser (Smith et al., 2016). Hvis lærerens derimod betragter teknologier og designmaterialer som fleksible elementer, vil dette åbne forståelsen for materialernes forskellige egenskaber og muligheder i designprocessen. Dette tillader en mere fleksibel undervisningsmetode, hvor undervisningen tilpasses designprocessens forskellige faser og udnytter de unikke fordele ved både analoge og digitale teknologier (Smith et al., 2016). Denne tilgang understøtter ifølge forskerne en mere undersøgende læringsproces, hvor eleverne opfordres til at udforske og integrere med et bredere spektrum af analoge og digitale materialer i deres designprojekter.

## Opsummering

Den skitserede problemstilling og det teoretiske afsnit danner grundlag for design af undervisningsforløbet (se præsentation i metodeafsnittet). Her opsummerer vi det teoretiske afsæt for forløbet: Vi forstår prototyping som en undersøgelsesproces, der dels undersøger noget, der ikke er; dels tillader eleverne at udtrykke deres idéer; men også som ting at tænke med. Prototyperne kan være bygget i og med analoge eller digitale ressourcer. Dette afhænger af formålet og hensigten med læringsforløbet, men også af ressourcernes tilgængelighed og lærerens kompetencer.

På baggrund af ovenstående forskelligartede definitioner og beskrivelser, ser vi den relevante prototype i naturfag defineret som en konkretisering af en designidé, der har et bestemt formål. Denne konkretisering støtter eleverne i at undersøge og forstå det pågældende naturfaglige problemfelt, idet den fremhæver elementer i designet, der er særligt vigtige. I denne proces er valget af modalitet (analog/digital) til at understøtte manifestationen centralt i forhold til at undersøge og udtrykke det, der er i fokus.

## Metode

Artiklen beskæftiger sig med, hvordan prototyping igennem digitale og analoge materialer forstået som undersøgelsesform og en måde at udtrykke sig på, kan bruges meningsfuldt i naturfagsundervisningen i grundskolen. Artiklens skrives på baggrund af et undervisningsforløb, der følger den didaktiske ramme fra EiS, med det formål at kvalificere grundskoleelevers arbejde med prototyper i naturfag, med fokus på at skærpe deres forståelse af og arbejde med prototyper. Forståelsen af prototyper tager det teoretiske afsæt beskrevet ovenfor.

Metodisk tager vi afsæt i informationsorienteret udvalgte cases, hvor cases udvælges på baggrund af forventninger til deres informationsindhold (Flyvbjerg, 2010). Vi har således udvalgt cases, der kan bidrage mest til at belyse vores forskningsspørgsmål. Dahler-Larsen (2010) nævner som en væsentlig del af definitionen på kvalitativ forskning, "at de væsentligste kategorier ikke er fastlagt af forskeren på forhånd" (s. 18). Vi har ikke bestemt os for, hvad vi ville kigge efter, men har udvalgt cases med indhold, vi vurderer som interessante i forbindelse med udvikling og forståelse af egen praksis. Vores udvælgelse bliver i den forstand pragmatisk, da vi følger det, der er interessant for os i forbindelse med vores undersøgelse. Vores kriterier har været at se på cases, hvor: A) Prototypen bruges til at undersøge med;

B) Eleverne bevæger sig mellem forskellige undersøgelsesfoki i arbejdsprocessen; C) digitale og analoge materialer og redskaber træder frem eller fravælges tydeligt.

Artiklens empiriske datagrundlag baserer sig på observationer, samt 84 elevlogbøger. Data er indsamlet på tre skoler, fordelt på fire forskellige udskolingsklasser, to 7.-klasser og to 8.-klasser. De fire af forfatterne (lærerne) fungerede som observatører af de klasser, hvori de også varetog undervisningen. Vores observationer kan bedst beskrives som semistrukturerede, hvor vores observationsrolle placerer sig et sted mellem aktiv og komplet deltager (Savin-Baden & Major, 2013). Vi er opmærksom på egen bias i forbindelse med deltagerobservation, da vi både var i klasseværelset som lærer og observatør.

Vi havde besluttet os for at tage noter undervejs, eller efter endt undervisningsgang, enten skrevne eller talte, hvor vores fokus var på elevernes ræsonnementer. Når der i analysen henvises til overordnede observationer af forløbet, er det således både baseret på vores noter, hukommelse og løbende refleksioner over forløbet. Elevlogbøgerne var individuelle logbøger lavet i Google Slides. Vi havde adgang til alle elevernes logbøger under hele forløbet.

Vi har udvalgt tre cases; to af dem baserer sig primært på grupper-

nes logbøger, og en baseres primært på lærerens observationer af en elevs proces. Alle tre tilfælde behandles og analyseres som et casestudie, med udgangspunkt i at skabe forståelse for og udvikle praksis.

## Intervention: Beskrivelse af undervisningsforløbet

Igennem undervisningsforløbet ønsker vi at undersøge ,hvordan prototyping igennem digitale og analoge ressourcer kan hjælpe eleverne med at udtrykke og få større forståelse af naturfaglige fænomener. Undervisningsforløbet bygger på et ønske om at skabe mere plads til undersøgelser og kreativ problemløsning igennem prototyping. Undervisningsdesignet har altså til formål at styrke elevernes kompetencer i at arbejde med prototyper i naturfag, herunder at understøtte elevernes undersøgelses- og modelleringskompetencer i forbindelse med elevernes prototyping.

Som vi tidligere nævnt, valgte vi, at det didaktiske afsæt for undervisningsforløbet skulle være engineering og den endelige udfordring for eleverne kom til at lyde således:

*I skal designe en prototype af en bro, som kan åbne/lukke vha. hydraulik. Broen skal være automatiseret, således at der ikke opstår unødigt ventetid for skibsfarten, som til enhver tid har forsteret til brug af sejltrenden. Desuden skal broen konstrueres, så der tages højde for både sikkerhed og æstetisk udtryk.*

I udfordringen indlagde vi små benspænd for eleverne, som gjorde, at de ikke bare kunne bygge en hvilken som helst bro, men derimod en bro, hvor der skulle tages højde for automatisering i forhold til, hvordan broen skal aktiveres og sikkerhed således, at der ikke opstår uheldige situationer for hverken fodgængere eller både.

Tabel 1. er en beskrivelse af det tilrettelagte undervisningsforløb og giver et overblik over hvilke aktiviteter og formål, vi knyttede til EiS' faser for arbejde med engineering. Vi har for overskuelighedens skyld beskrevet faserne som adskilte, men i praksis har eleverne bevæget sig mellem dem, og har i hver fase arbejdet med afprøvninger - af deres forståelse, af funktioner, af deres idéer mv. Disse processer har været forskellige fra gruppe til gruppe og er repræsenteret igennem præsentation af deres forløb.

**Tabel 1.**

Oversigt over forløbets indhold og formål i relation til engineering-faserne.

Faser	Beskrivelser	Formål
<b>Forstå udfordringen</b>	Eleverne oplever et havneområde, de kender, som mangler en bro. Eleverne besvarer en række spørgsmål med udgangspunkt i den konkrete oplevelse, der omhandler deres individuelle forståelse af udfordringen.	Intentionen med spørgsmålene var at igangsætte refleksioner omkring funktionen af broen, som havde det formål, at de hele tiden skulle overveje ordlyden af udfordringen, og argumentere for deres valg/fravalg.
<b>Undersøge</b>	To obligatoriske undersøgelser (analyse af prototyper og undersøgelse af bevægelse med hydraulik, jf. figur 3) som stilladserende elementer.	Vi ville gerne være sikre på, at eleverne undervejs undersøgte både prototyper og teori vedrørende hydraulik.
<b>Få idéer</b>	Herefter skulle eleverne lave en skitse af den bro, som de selv forestillede sig at lave, uden at have undersøgt hvordan og hvorledes man eventuelt kan lave sådan en.	Dette skulle give eleverne mulighed for at konkretisere deres egne tankemodeller, så disse kunne formidles til resten af gruppen.
<b>Forberede</b>	Herefter fik de adgang til en side med små animationer af forskellige brotyper, som de blev bedt om at analysere. Dette skulle ende ud i gruppens fælles skitse, som eleverne uploadede i logbogen.	Vi ville gerne inspirere eleverne til at bygge andre brotyper end dem vi på forhånd antog, ville være de gængse. Og samtidig give dem mulighed for at udvide deres perspektiv på måder at designe prototyper på.
<b>Konkretisere</b>	Eleverne begyndte herefter at bygge deres prototype-broer.	Her kunne eleverne undersøge og afprøve forskellige materialer i forbindelse med deres prototypekonstruktion.
<b>Præsentere</b>	Afslutningsvis skulle eleverne præsentere deres løsninger i form af små video-præsentationer.	Eleverne skulle her fremvise deres prototype med udgangspunkt i selve deres designproces, med fokus på til- og fravalg.

**Figur 3.**

De to obligatoriske undersøgelser (analyse af prototyper og undersøgelse af bevægelse med hydraulik), fra elevlogbøgerne.



Det udleverede materiale var pap, lim, sprøjter (hydrauliske stempler) og tape, men eleverne måtte gerne anvende andet, hvis de havde behov for dette. Af digitale teknologier, havde to af skolerne adgang til Micro:bit, hvor undervisningen på den ene af de skoler foregik i et makerspace, hvori mange forskellige analoge og digitale ressourcer var tilgængelige.

Eleverne skulle forholde sig til deres arbejdsgang gennem den tildelte elevlogbog, til dette fik de undervisningens sidste par minutter. Afslutningsvis skulle eleverne præsentere deres løsninger i form af små video-præsentationer.

## Analyse: Casestudie

Casestudiet vil særligt fokusere på, hvordan elever vælger og arbejder med digitale og analoge ressourcer i deres undersøgelser igennem og udvikling af en prototype af en bro. Casestudiet er struktureret således, at der først analyseres på gruppernes æstetiske intention med prototypen, derefter fokuseres der på prototypens modaliteter og afslutningsvis fokuseres på de analoge og digitale ressourcer i undervisningsrummet – herunder hvordan disse ses i relation til elevernes kompetencer, og arbejdsmetoder.



### **CASE 1: Den teknologiske prototype med et personligt udtryk**

Denne case udfolder sig i en 8. klasse, hvor eleverne har adgang til et makerspace. Elevernes lærer har erfaringer med at bruge diverse digitale teknologier til undervisning, og har kompetencerne til at støtte eleverne i brugen af dem. Det er med andre ord en lærer, der har et repertoire og en forståelse for, hvordan digitale og analoge teknologier kan anvendes i designprocessen (Smith et al., 2016).

#### *Intention med prototyping i forhold til de fire former for æstetik*

Eleven i denne case valgte en tilgang, der i høj grad baserede sig på digital teknologi, idet han designede sin bro, så alle delene kunne skæres ud af træ med lasercutter og derefter samles fysisk. Denne beslutning var drevet af elevens intention om at skabe et særligt udtryk. Han havde ikke meget erfaring med lasercutteren, men fik fortalt, at han kunne tegne sine brodele i GeoGebra for sidenhen at få det skåret ud. Elevens hensigt med at anvende den digitale teknologi udsprang af ønsket om, at broen skulle se godt ud, og ikke have flossede og skæve kanter (undersøge sit personlige udtryk jf. Ejsing-Duun og Tosca, 2017). Da eleven har erfaring med GeoGebra, men ikke med lasercutter er en del af hans proces også en *udforskning af materialer og redskaber* (Ejsing-Duun og Tosca, 2017), hvorved han approprierer nye måder at manifestere broen på.

#### *Prototypens modalitet*

Eleven har gjort et bevidst valg i forhold til filtrering og manifestation af design idéer (Lim et al., 2008). Hans valg fokuserer på at undersøge prototypens æstetiske *udtryk*, hvilket indebærer, at funktionaliteten måske ikke blev prioriteret lige så højt fra starten. Dette er en vigtig del af filtreringsprocessen, hvor eleven målrettet vælger at undersøge teknologiens og materialets udtryksmæssige kvaliteter, frem for eksempelvis broens åbne- og lukkemekanisme.

Grundet elevens valg af fokus, kom hans erfaring med (fysisk) hands-on arbejde og den praksisfaglige læring sent i prototypeprocessen. Først, da han begyndte at samle broen, stiftede han bekendtskab med de fysiske aspekter af konstruktionen, da broen gik fra en manifestation i GeoGebra til en konkret manifestation i de analoge ressourcer. Denne del af processen var mindre fremtrædende i hans tilgang, fordi hans designmetode med udgangspunkt i de digitale ressourcer ikke krævede fysisk hands-on undersøgelse i de tidlige faser.

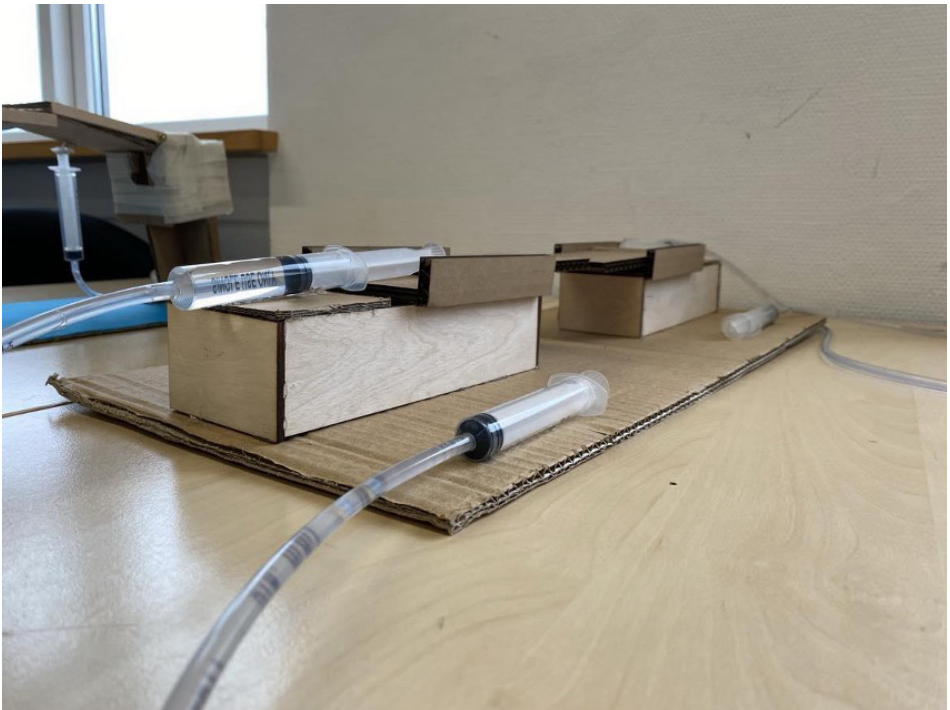
#### *Analoge og digitale ressourcer i undervisningsrummet*

Elevens evne til at anvende forskellige materialer (analoge og digitale) samt at integrere dem i sin prototype, er et eksempel på, hvordan modelleringskompetencen kan udvikles gennem praksis. I faghæfterne

opfordres der til, at eleverne udvikler fortrolighed med mange forskellige modeltyper og at gennemføre undersøgelser med fokus på *forskellige* modeller, for at kunne konstruerer og reviderer disse (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019). Elevens designproces viser, hvordan han har kunnet anvende sin forståelse for digitale og analoge modelleringsværktøjer til at skabe en prototype med et særligt udtryk. Dette indikerer udvikling af en modelleringskompetence i overensstemmelse med faghæfternes mål.

**Figur 4.**  
*Prototype af elevens bro.*

---



En del af hans æstetiske undersøgelse har været styret af materialer og teknikker i prototypeprocessen. Hans tilgang til at udforske prototypens design og muligheder var derfor hovedsageligt gennem digitale ressourcer frem for arbejde med analoge materialer, som mange af hans klassekammerater foretrak.

Elevens valg af digital teknologi var formentligt ikke kun påvirket af ønsket om et specifikt udtryk. Det afspejlede også hans kompetencer og interesse for teknologien. At bruge GeoGebra til at tegne i, var nemlig ikke nyt for eleven, så det var et oplagt valg, da dette lå inde for hans kompetencer og samtidig muliggjorde lasercutterne det udtryk, som eleven ønskede samtidig med, at han fik nye kompetencer ved at bruge den.

Dette valg viste, at eleven havde en idé og forventning om, hvordan en konkret digital teknologi kan anvendes til at opnå specifikke designmål, samtidig med at det åbnede op for æstetiske muligheder, som eleven ikke oplevede ved de analoge designprocesser. Eleven brugte den digitale teknologi undersøgende for at finde ud af hvad teknologien kunne og for at realisere et konkret udtryk.

Elevens praktiske erfaring overvejende positiv, da han skulle samle broen. Her beskrives han af læreren som helt 'høj' over, hvor godt de forskellige elementer af broen passede sammen. Vi ser her, hvordan eleven bevæger sig i flere aspekter af den naturfaglige undersøgelseskompetence gennem virtuelle, interaktive og praktiske hands-on undersøgelser (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019). Det er også værd at bemærke, at elevens arbejdstegning/skitse (lavet i GeoGebra), var meget præcis, hvor de andre elever, kunne siges at sjusse sig mere frem til størrelsesforholdene på de forskellige broelementer (se skitser i de næste to cases). I dette tilfælde med lasercutteren, kræver skitsearbejdet en helt anden nøjagtighed end et skitsearbejde i en ren analog tilgang. Hvor skitse i den analoge tilgang, ofte har været at komme fra tankemodell til konkret idé/model, som kan bygges videre på (Auner et al., 2022), blev skitsearbejdet i denne case, helt centralt for hvor godt resten af designprocessen lykkedes.

Dette aspekt af casestudiet retter fokus mod balancen mellem valg af digitale og analoge ressourcer i designprocessen. Ved at integrere digitale ressourcer i designprocessen åbnes der op for nye æstetiske muligheder, som eleven ellers ikke ville have oplevet med traditionelle, analoge processer. Eleven bliver optaget af at skabe sit eget personlige udtryk, men også at appropriere en for ham ny teknologi igennem æstetiske undersøgelser af analoge og digitale ressourcer. Gennem undersøgelse af digitale muligheder, udforsker eleven de specifikke designmål, han har sat sig. Læreren tilgang til digitale og analoge materialer som fleksible elementer har muligvis haft en understøttende effekt på elevens undersøgende læringsproces (Smith et al., 2016).

Her bliver prototyping ikke blot et middel til realisering af et fysisk produkt, men også som en metode til dybere forståelse af materialets og teknologiens potentiale.

### **CASE 2: Modelleringskompetencen som hands-on-aktivitet**

Gruppen består af tre piger fra 8. klasse, og er udvalgt da gruppen havde en forholdsvis udfyldt logbog og derfor giver et godt indblik i deres arbejdsproces. Eleverne havde adgang til et makerspace og havde erfaring med programmering.

#### *Intention med prototyping i forhold til de fire former for æstetik*

Gruppen har i deres designproces gennem hele skitsearbejdet haft fokus på det operationelle udtryk (Ejsing-Duun & Tosca, 2017) altså at bygge en bro, der fungerer som en bro. Initialt vil de konstruere en bro, der åbner udad, men da de bliver introduceret for en øvelse, hvor de via engangssprøjter eksperimenterer med tre forskellige åbnemekanismer (jf. figur 3.), ændres det æstetiske udtryk gennem udforskning af materialer og redskaber (Ejsing-Duun & Tosca, 2017). I gruppens logbøger og videopræsentation begrundes de skift af brotype. Elev 2 skriver: "Vores oprindelige [bro] skulle åbne udefra og efter vi lavede en øvelse med forskellige eksempler på hvordan man kunne gøre, så valgte vi mulighed nr. 1, hvor broen åbner frem og tilbage". Elev 2 har lagt et billede af denne løsning ind i logbogen (figur 5). I videopræsentationen siger de yderligere, at den første løsning ville være "besværlig" og at de igennem øvelserne fandt en løsning der var "smartest."

**Figur 5.**

Billede af løsning 1 fra hydraulikundersøgelsen, fra elev 2's logbog.

---



***Prototypens modaliteter***

Tidligt i deres proces beskriver eleverne en digital løsning i forhold til automatiseringen og sikkerheden på broen: “Man kunne lave en sensor eller Micro:bit der sidder på broen, så hvis der ikke er nogle både, så er [broen] nede, men hvis der er en båd fra på omkring 100 meter, så åbner broen og sætter nogle bomme ned så man ikke går over” (Elev 2). I videopræsentationen af den færdige prototype, har eleverne fastholdt og aktualiseret deres Micro:bit, omend funktionen er forsimplet i forhold til deres første beskrivelse. Eleverne har programmeret en Micro:bit til, ved tryk, at signalere et rødt x, efter noget tid viser den et grønt, der indikerer, at broen nu er sikker at færdes på igen

Om end forsimplet kan dette tolkes som en succesfuld undersøgelse-

se af digitale ressourcers potentiale i designprocessen. Om begrænsningen skyldes manglende kompetencer, tid eller vejledning vides ikke. Eleverne havde ikke motorer til Micro:bit til stede i klasseværelset, men havde fået at vide, at de ville blive indkøbt, hvis der var behov. De kunne således ikke undersøge automatisering æstetisk (gennem hænderne) på stedet. Eleverne i casen endte med at simplificere brugen af Micro:bit, hvilket kan skyldes en undervisningspraksis, hvor digitale teknologier ikke nødvendigvis ses som fleksible elementer, der kan undersøges og tilpasses efter behov i designprocessen. Dette understøtter Smith et al.'s (2016) pointer om vigtigheden af at betragte både analoge og digitale materialer som fleksible elementer i designprocessen, hvilket tillader eleverne at undersøge forskellige designmuligheder mere frit og kreativt.

Den endelige løsning, hvor eleverne bruger Micro:bit til signalgivning, viser en filtrering, der stadig formår at integrere en form for digital ressource i deres prototype på en meningsfuld måde, selvom det ikke var som oprindeligt beskrevet. Dette vidner om, at elevernes valg af filtrering og manifestation er afgørende faktorer i deres beslutning om at anvende digitale og/eller analoge ressourcer til deres prototypearbejde.

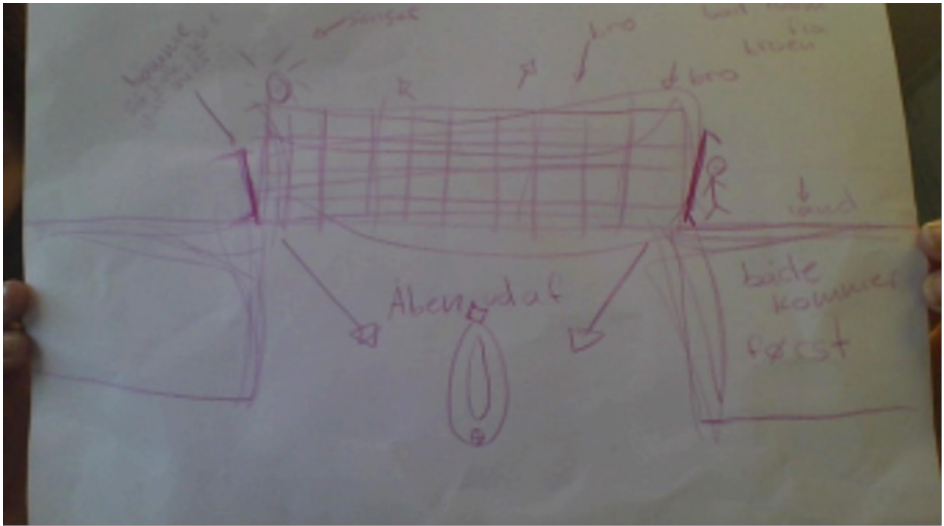
Gennem gruppens designproces ser vi mange ændringer i deres manifestationer af designidé, men med forskellig effekt. Den indlagte prototyping-øvelse, med fokus på filtrering (Lim et al., 2008) af et enkelt element, hvor eleverne undersøger hvad et materiale eller redskab kan (Ejsing-Duun og Tosca, 2017), skabte mere refleksion over deres designvalg, end deres skitser gjorde.

### *Analoge og digitale ressourcer i undervisningsrummet*

Elev 2 og 3 har fra start, og i de individuelle refleksionsopgaver arbejdet tæt sammen. Eleverne har troligt fulgt hvert trin i undervisningsforløbet og hver især lavet en håndtegnet skitse, men de individuelle dele af processen har ikke åbnet for den divergens, der var intenderet. De har hver især udfyldt deres logbøger, men ordlyden er stort set identisk. Ligeledes er deres skitser identiske, ned til de mindste detaljer (figur 6 og 7).

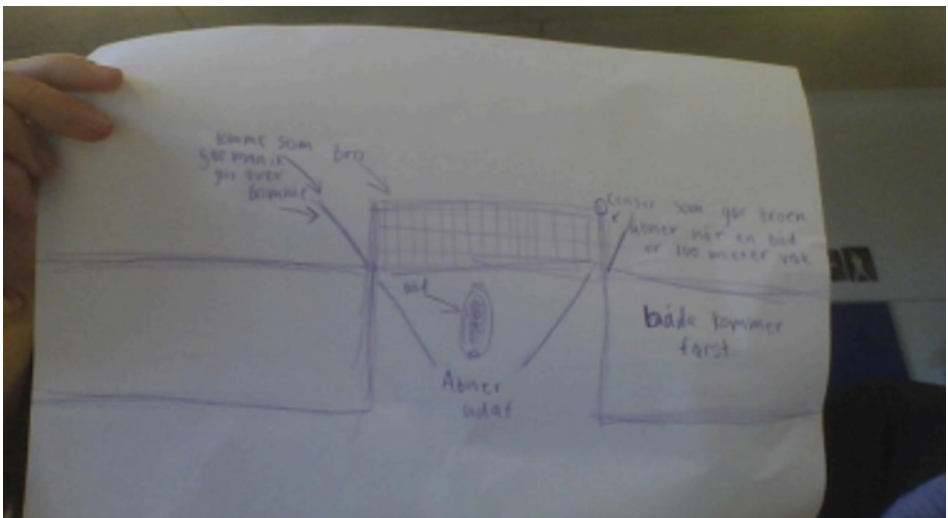
**Figur 6.**  
Broskitse 1, elev 3.

---



**Figur 7.**  
Broskitse 1, elev 2.

---

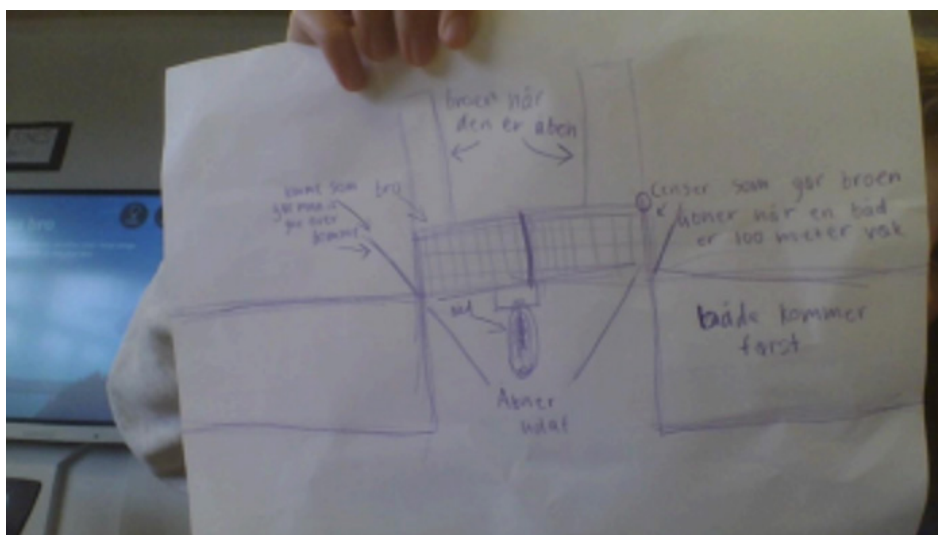




Ved anden skitse (figur 8) har de droppet elev 3's skitse og tegnet videre på elev 2's skitse, som derved er blevet deres fællesskitse og udgangspunkt for designprocessen.

**Figur 8.**

Både elev 2 og 3 uploader denne skitse som skitse 2.



Når vi ser nærmere på deres arbejde med skitser og beskrivelser, kan vi blive usikre på, hvordan de egentlig skal forstås. Det er svært at afgøre, om der ses lodret ned på broen eller, om der ses vandret ind på broen. Selve broens forløb, samt manden på skitsen, taler for at den ses fra siden, mens båden og broen i åben tilstand taler for en synsvinkel oppefra. Det er ligeledes uklart, hvordan broen tænkes at åbne, da der på tegningen og i logbogen beskrives, at broen åbner "ud af" og "til siden", mens begge elever beskriver deres ændring fra skitse et til to, så broen nu "åbner op af og ikke ned af", hvilket vil være i overensstemmelse med et vandret perspektiv.



Denne situation kalder på tre ting:

1. Gruppens måde at arbejde med skitserne på, hvor den ene i realiteten skaber en kopi af den andens skitse, frarøver dem muligheden for at undersøge forskellige forståelser af deres idé til løsninger (måder at begribe på) samt at skabe et personligt udtryk tidligt i designprocessen (Ejsing-Duun & Tosca, 2017). Havde de talt om broens design og funktionalitet og alligevel have lavet hver sin tegning, ville de have haft muligheden at få feedback på deres individuelle idéer og forståelse af problemstillingen (Rusmann & Ejsing-Duun, 2022) og derved opdage, at der er mere end én måde at tegne broen på. Dette ville muligvis have fået dem til at indse, at der er noget galt med skitserne. I FFM er en væsentlig del af undersøgelseskompetencen, at elever lærer at arbejde med deres egne iagttagelser og undersøgelser med det formål at udvikle nysgerrighed og interesse for naturfagene (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019). Der er risiko for, at den ene elev har givet afkald på det, der kunne gøre designprocessen meningsfuld for hende.
2. Eleverne mangler tilsyneladende kompetencer i at tegne perspektiver. Her bliver elevernes finmotoriske og matematiske kompetencer således sat på prøve. Det er samtidig vigtigt at understrege, at der også er tale om den naturfaglige modelleringskompetence, da det handler om oversættelsen fra virkelighed til model og kommunikationskompetencen, hvor eleverne skal kunne formidle naturfaglige forhold præcist og klart, både skriftligt og gennem visuelle repræsentationer (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019). Det tyder på, at eleverne har haft en udfordring med at anvende deres skitser til at formidle en klar og entydig repræsentation af deres designidé.
3. Eleverne bliver tilsyneladende snydt af deres egen tegning, når de skal beskrive ændringen fra skitse et til to. Der er således et sammenstød mellem den designidé, de ønsker at skitsere, og det de efterfølgende opfatter, når de ser på deres egen tegning. Clark skriver: "...the iterated process of externalizing and re-perceiving is integral to the process of artistic cognition itself" (refereret i Lim, Stolterman & Tenenbergs, 2008, s. 7-9). Når man tegner det, man forestiller sig, bliver man konfronteret med det på en anden måde, end når det blot befinder sig inde i hovedet. Man bliver tvunget til at forstå sin egen skitse og får derigennem en bedre forståelse af, hvad man egentlig forestiller sig. Her ser vi altså en begrænsning i elevernes kompetencer, der opstår i mødet med de analoge ressourcer.

Når eleverne anvender deres undersøgelseskompetence, opnår de en dybere forståelse end det, deres modelleringskompetencer alene kunne give dem. Dette gjorde det muligt for eleverne at kommunikere

klart og tydeligt om deres ønskede prototypedesign. Dette understreger vigtigheden af, at eleverne får mulighed for at bringe forskellige kompetencer i spil under arbejdet med prototyper, for at fremme deres læring og forståelse.

### **CASE 3: Fra skitse til konstruktion**

Gruppen består af fire piger fra 7. klasse, de er udvalgt, da de har en proces, der bærer præg af, at de har en plan og en skitse, som de holder sig til. Eleverne havde adgang til Micro:bit, men havde ingen eller begrænset erfaring med brugen af dem. Deres lærer havde ligeledes ikke erfaring med Micro:bit. Det har ikke været muligt at bruge billedmateriale fra elev 3's logbog.

#### *Intention med prototyping i forhold til de fire former for æstetik*

Gruppen havde en intention om at skabe en prototype med vægt på både det operationelle og det personlige udtryk (Ejsing-Duun & Tosca, 2017). De var optaget af at udvikle en prototype, der nøjagtigt afspejlede deres tanker, ideer og skitser, så disse kunne fungere som et aktivt værktøj til at nå målet.

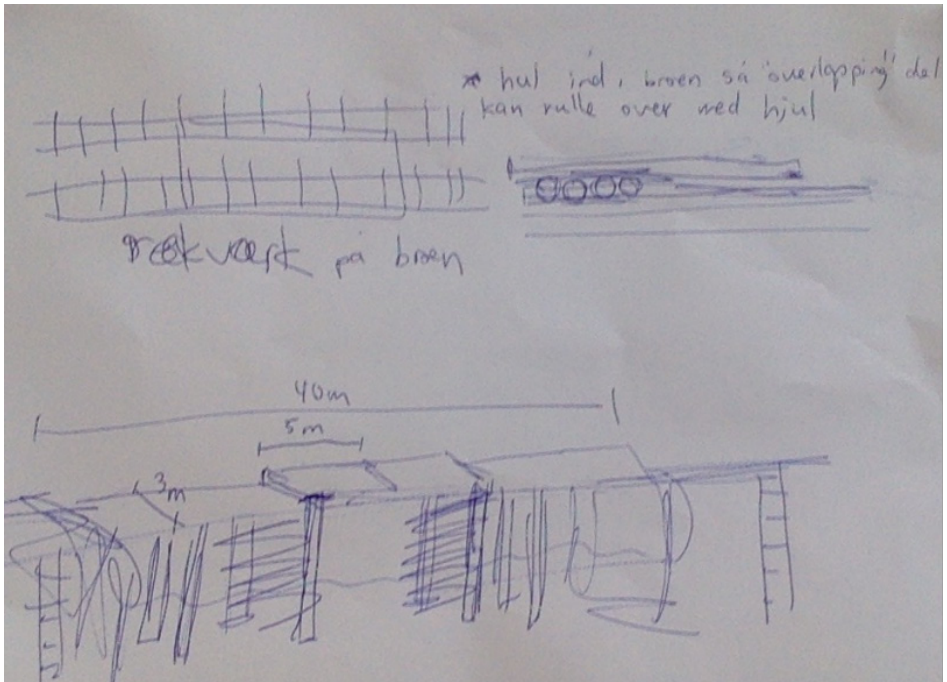
Gruppen havde ligeledes en intention om at inkorporere digitale materialer i forbindelse med broens sikkerhed.

I forbindelse med sikkerhedsforanstaltningerne beskriver eleverne i deres logbog: "Et hegn så man ikke falder i vandet. En bum der går ned når et skib kommer. En højtaler/sirene, der giver besked om, at broen bevæger sig" (Elev 4). Under videopræsentationen fremhæver gruppen yderligere en sensor placeret på broens underside, der har til formål at registrere når høje skibe skal forbi, og broen derfor har behov for at åbne. Hvad angår bevægelsessensor på elevernes prototype, beskriver eleverne i deres videopræsentation, at de havde tænkt at bruge Micro:bit til formålet, men at de opgav, da det blev for svært for dem og de følte ikke, at de havde tid til at sætte sig ordentligt ind i det.

#### *Prototypens modaliteter*

Elevernes designproces synes at være et eksempel på at undersøge dele af broen igennem prototyping. I forhold til sikkerhed er tilføjjelsen af rækværk, der tegnes adskilt fra den øvrige bro på elev 1's skitse 2 (figur 9), et eksempel på dette. Hvis intentionen med at tegne rækværket var et æstetisk udtryk, ville det give bedre mening at tegne det direkte på broen. Det tyder altså på at være en undersøgelse af en sikkerhedsforanstaltning. Man kan derfor med udgangspunkt i Lim et al. (2008) argumentere for, at eleven i deres manifestation af designidéen har begrænset omfanget til enten at handle om rækværket, eller selve broen.

**Figur 9.**  
Elev 1's broskitse 2.



Eleverne deler skitsen op i to dele, for at kunne fokusere på det væsentlige på hver af delene, hver for sig, og undgår dermed, at den nederste skitse på figur 9 bliver for gnidret at se på.

Eleverne har arbejdet med forskellige filtre (Lim et al., 2008) i deres skitser. Elev 1 og 4 har lavet skitser med fokus på broens funktion (figur 11 og 13.), hvor elev 2's skitse 1 (figur 12.) har mere fokus på broens udseende. Dette understøttes af eleven selv, da hun til spørgsmålet "Skriv hvad du har ændret fra skitse 1 til 2, og hvorfor?" svarer: "Jeg har fokuseret mere på mekanismen end på layout. Så jeg har fjernet rækværket" (Elev 2). Dette kan muligvis skyldes den hjemmeside<sup>2</sup> med inspiration til brodesign, der blev præsenteret for eleverne.

<sup>2</sup> <https://www.core77.com/posts/53351/12-Different-Designs-for-Movable-Bridges-Animated-For-Your-Pleasure?ref=bklyner.com>

Denne hjemmeside prioriterer funktion over udseende, hvilket kan have påvirket elevernes valg. En yderligere ændring er, at elev 2 har tilføjet pile på broen (figur 10), der giver os en bedre forståelse af broens åbningsmekanisme. Denne filtrering viser en elev med modelleringskompetence, der forholder sig kritisk til egne modeller og reviderer disse på baggrund af undersøgelser (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019)

**Figur 10.**

*Elev 2's broskitse 2.*

---



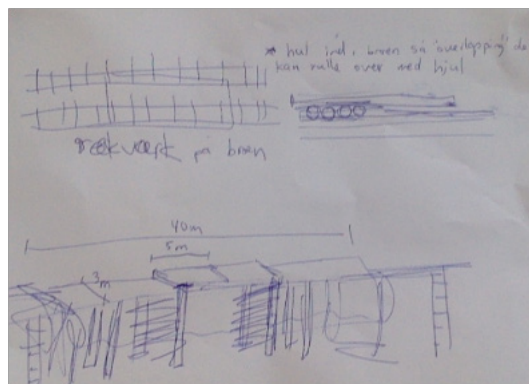
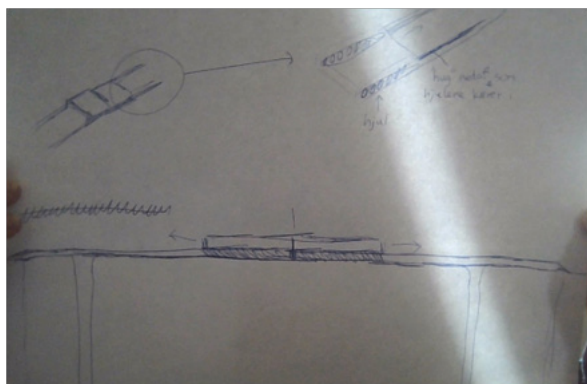
Gruppens filtrering i prototypearbejdet kommer ligeledes til udtryk i den måde de arbejder med de konstruktionsproblemer, som de mødte undervejs, og som de brugte meget tid på at præcisere. Det gruppen arbejder med her, er en filtrering af det interaktive, hvor de ikke er tilfreds med broens output i forhold til deres input (Lim et al., 2008). En anden måde at anskue det på kunne være, at eleverne var optaget af æstetik som operationelt koncept (Ejsing-Duun & Tosca, 2017). Eleverne har et bevidst fokus på deres designs betydning. De oplever det som værdifuldt at tilføje ekstra detaljer, som forbedrer den visuelle oplevelse af deres prototype: Det er ikke en bro, hvis det ikke ligner og fungerer som en bro.

### *Analoge og digitale ressourcer i undervisningsrummet*

Elevernes skitseprocesser er interessante at kigge på, da denne var en af de eneste grupper, der endte ud med to skitser (figur 11, 12, 13) fra hvert gruppemedlem, inden deres fælles skitse blev valgt. Vi ser elever, der vellykket bringer flere af de naturfaglige kompetencer i spil, da de både mestrer at oversætte fra virkelighed til model og samtidig formidle naturfaglige forhold præcist gennem visuel repræsentation. (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019). Dog viser skitserne den samme brotype (kyssebro), hvilket kunne tyde på, at gruppen havde talt om en type bro på forhånd, men hver især stadig sad med deres egne personlige udtryk (Ejsing-Duun & Tosca, 2017), da de skulle nedfælde denne på papir.

**Figur 11.**  
Elev 1's broskitse 1 og 2.

---



**Figur 12.**  
Elev 2's broskitse 1 og 2.

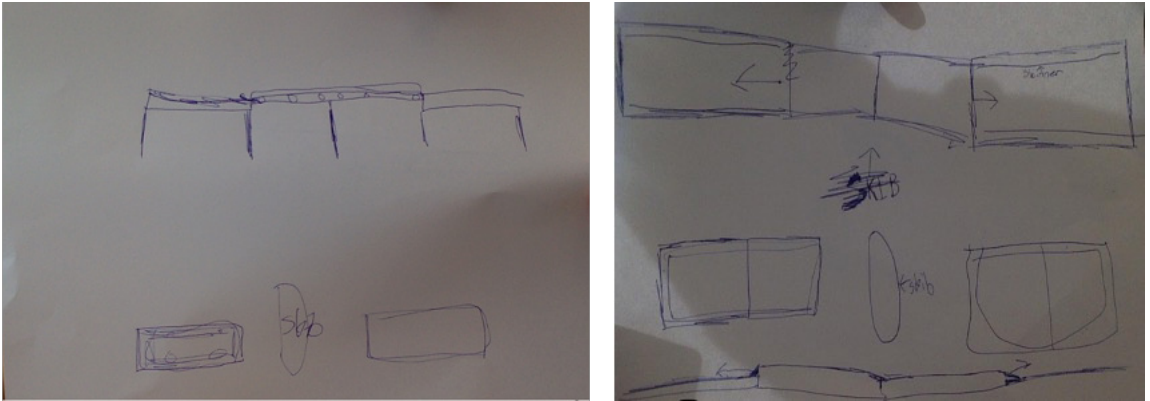
---



**Figur 13.**

Elev 4's broskitse 1 og 2.

---



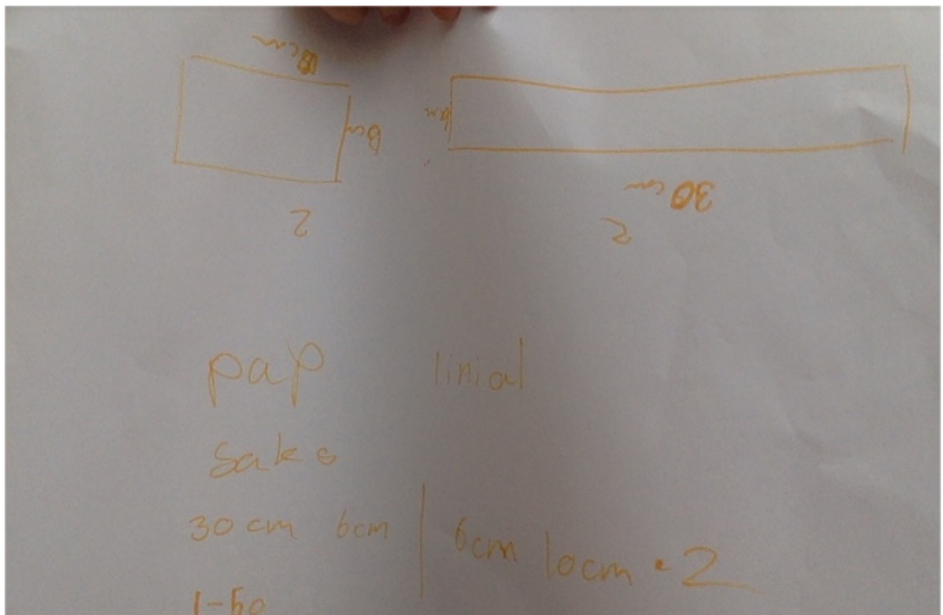
Gruppens arbejde med at oversætte fra tegning til model er særligt interessant at følge. I hele translationsprocessen ser vi såvel faglige undersøgelser som arbejde med undersøgelser af modaliteter.

I elevernes arbejde med modellen har de tænkt målestoksforhold ift. deres skitse 2. De har lavet en form for afledt model (Auner et al., 2022), der skal hjælpe dem med at forstå målestoksforholdet (figur 14), for den faste del af broen og den bevægelige del. De udvikler altså ting at tænke med og fastholder dem igennem en materialisering.



**Figur 14.**  
Skitse med målestoksforhold.

---

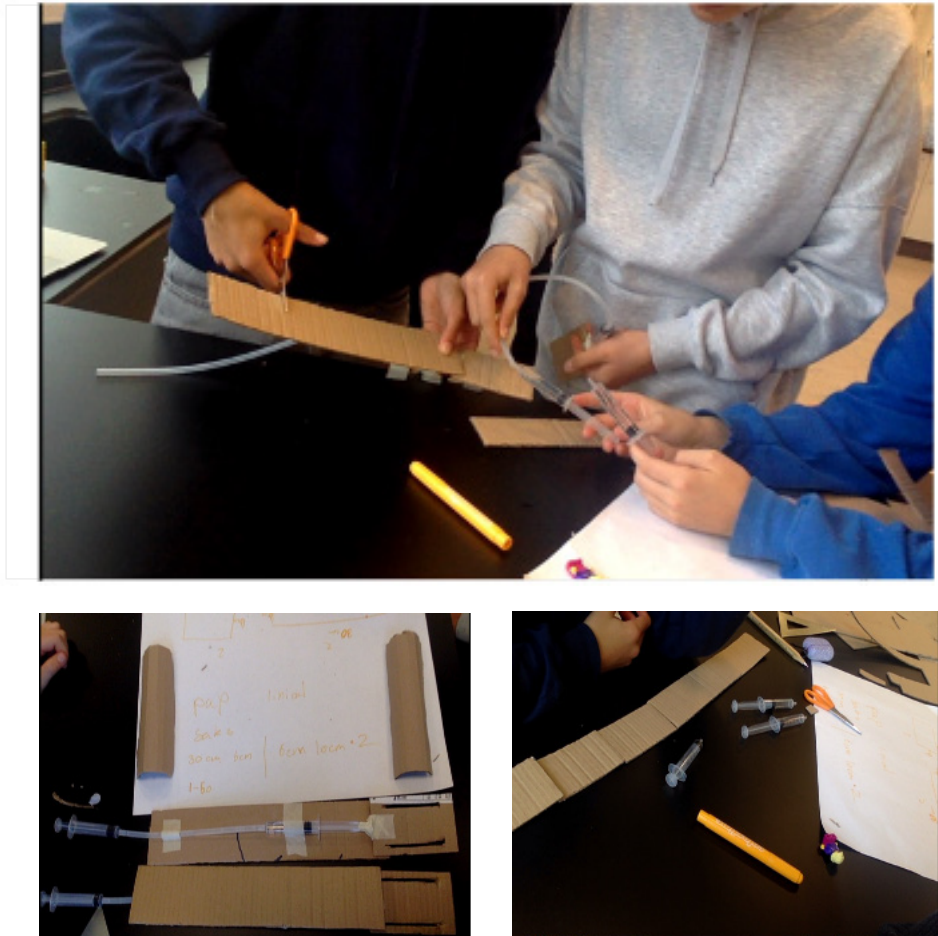


Eleverne har været gode til at dokumentere deres arbejde, der har været præget af hands-on arbejde med analoge materialer.



**Figur 15.**

Billedokumentation fra elev 4's logbog (undervisningsgang 1).



Efter hver konstruktionsgang beder vi eleverne om at beskrive hvad, der har været frustrerende eller problematisk. Det, gruppen fandt frustrerende, var deres konstruktionsproblemer, hvilket har at gøre med de analoge materialer. Gruppen beskriver problemer med at få deres konstruktion til at virke, som de havde tænkt det. Det fylder meget for dem, og det tager deres tid. 7 gange nævnes konstruktionsproblemer i deres logbøger. Et af de konstruktionsproblemer, der fyldte mest, er beskrevet af alle tilstedeværende gruppemedlemmer og tog gruppens

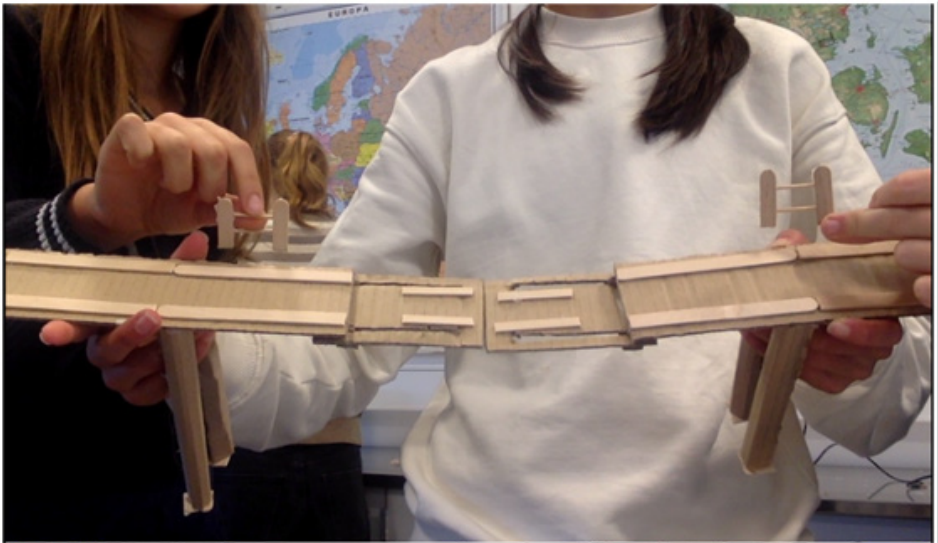
fokus henover over to konstruktionsgange. Elev 1 beskriver sin frustration sådan: “Delen [den bevægelige brodel] der rykker sig bliver ved med at gå op ad” (gang 1) og “Vi skulle fikse at den bevægelige del af broen der rykker sig op når [den] er helt ude, vi har gjort det bedre men den gør det stadig en gang i mellem” (Gang 2).

Konkret drejede det sig om de to bevægelige dele af broen, der ikke mødte hinanden lige på, da den ene side havde tendens til at løfte sig en anelse (figur 16).

**Figur 16.**

*Billedokumentation fra elev 1's logbog efter konstruktionsproblemet var løst (undervisningsgang 3)*

---

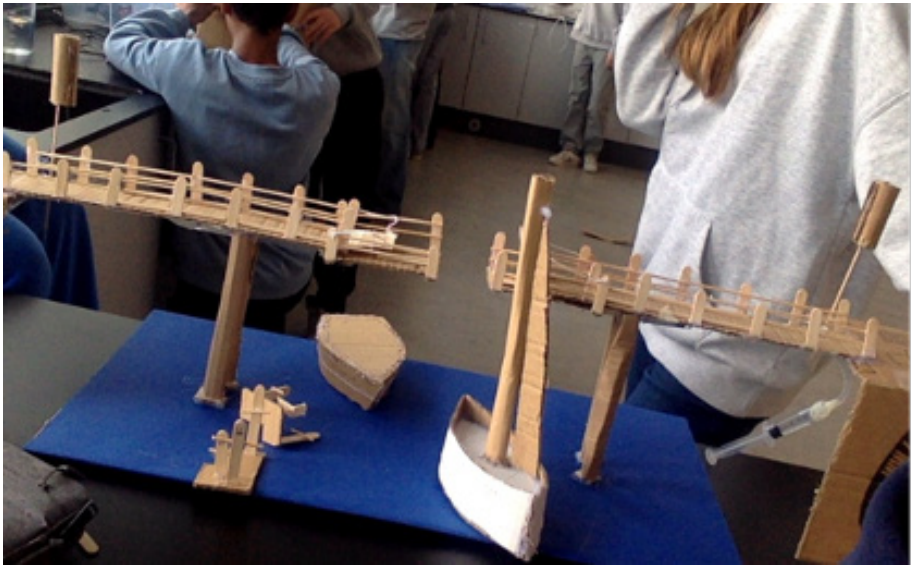


I forbindelse med ideen om inkorporering af Micro:bit ser vi, hvordan lærerens kompetenceudfordringer (Smith et al., 2016) påvirker og begrænser elevernes valg af inddragelse af digitale ressourcer i designprocessen. Hvis læreren havde haft et bredere repertoire og fra start af fremhævet både analoge og digitale ressourcer som fleksible elementer i elevernes designproces, kunne gruppen muligvis have haft både tid og muligheder for at udvikle de nødvendige kompetencer til at realisere deres designidé. Det personlige udtryk var vigtigt for gruppen, og da de gennem udforskning af de analoge ressourcer og redskaber kunne designe en bro med de ønskede udtryk og funktioner, blev dette prioriteret. Grundet manglende kompetencer, hos lærer og elev, inde for digitale ressourcer, samt en tilfredshed ved de analoge materialers muligheder, forblev inkorporering af digitale ressourcer på tegnebrættet.

Når vi sammenligner gruppens fælles skitse med deres færdige produkt (figur 18), ses den største forskel i de sikkerhedsforanstaltninger, som gruppen har indtænkt. Disse var tanker, gruppen ikke havde beskrevet eller argumenteret for i skitserne, men som blev muliggjort og konkrete for gruppen gennem analoge undersøgelser af og med materialet og hands-on-aktiviteter. Det, at konkretisere broen fysisk, har således haft betydning for elevernes erkendelse, idet de derigennem har kunnet se broen i hele dens perspektiv og få inkluderet udfordringens kriterier.

**Figur 17.**  
Gruppens færdige prototype.

---



## Diskussion

Da vi første stødte på *Flagermuseloftet* var vores umiddelbare vurdering, at elevernes fokus på at skabe et flot interiør var problematisk, fordi de fortabte sig i dens udtryk frem for at bruge den til at undersøge og modellere et naturfagligt fænomen. Vi var derfor også tøvende i forhold til at medtage 'æstetik' som et kriterie i vores udfordring til eleverne. Vi medtog det alligevel og valgte at være nysgerrige på elevernes optagethed i processerne. Vi ser på tværs af de tre cases (og i det hele taget), at æstetikken (forstået som det personlige udtryk) er yderst vigtig i deres arbejde. De finder stor motivation i at opnå bestemte udtryk. Omvendt ser vi også, at de bruger forholdsmæssigt lidt krudt på argumentation i forhold til valg af teknikker, materialer og fokus i deres undersøgelser. Her er filtrering et centralt aspekt, men også fokus på at understøtte elevernes analoge og digitale modelleringskompetencer. Smith et al. (2016) plæderer for at lærerne igennem større forståelse for og fortrolighed med analoge og digitale ressourcer vil kunne vejlede eleverne bedre. Vores analyse viser, at et

fokus på elevernes intentioner i den æstetiske proces samt på filtrering og manifestation vil kunne hjælpe lærerne i denne henseende.

Smith et al. (2016) argumenterer for, at der er behov for større repertoire af arbejdsmetoder med digitale ressourcer. Vi kan tilføje at der også mangler understøttelse af de analoge designprocesser, hvor eleverne kæmpede med fx perspektivtegning og håndtering af de analoge materialer. Der er dermed et potentiale i at understøtte elevernes brug af de æstetiske processer til såvel erkendelse som udtryksform.

I forhold til filtrering ser vi meget lidt af det i elevernes egen proces. Eleverne vælger i Case 3 at isolere stakittet på deres skitse. I case 2 indgår eleverne i en konstrueret øvelse, hvor filtrering er foretaget: De skal bygge en prototype, hvor de undersøger åbne- og lukkemekanismerne på broen. Denne æstetiske erkendelsesbaserede undersøgelse fører i case 2 til et nyt bro-design. Når eleverne har materialerne ved og i hånden, indgår de i dialog med disse materialer og bliver klogere på aspekter ved broen. En forbedring af forløbet kunne derfor være at indlægge flere filtrerende prototyping-forløb, der kunne tjene til at informere elevernes designbeslutninger, fx at undersøge en automatisering af lukningen igennem mekanik og digital styring (som jo så kræver at teknologien er tilgængelige), det kunne også være at undersøge forskellige modaliteter til at signalere hændelser til fodgængere og andre trafikanter. Ved at tænke de specifikke typer af filtre (udsende, data, funktionalitet, interaktivitet og rumlig struktur) igennem, kan lærerne bedre facilitere forskellige undersøgelser af elementer af broens design og sørge for at have de nødvendige ressourcer tilgængelige samt gøre valgene afhængige af disse undersøgelser.

Lærer og elevs foregående kompetencer spiller ind i forhold til, hvad der lykkes/vælges – på bekostning af overvejelser om, hvorfor de skal modellere bestemte aspekter (filtre). Som det fremgår af vores teori, står lærerne over for en kompetenceudfordring med hensyn til at anvende og inkorporere digitale teknologier i designprocesser. Denne udfordring afspejles i elevernes beslutninger i vores casestudie. Specifikt kom de elever, der valgte at integrere digitale teknologier i deres design, alle fra samme skole under vejledning af den samme lærer. Denne lærer understreger muligheden for at vælge digitale løsninger og har erfaring og de nødvendige ressourcer til rådighed. Når eleverne får frit valg, tenderer de mod at anvende de materialer, de er mest fortrolige med, oftest de analoge. Dog vidner casene, at der kan opstå situationer, hvor deres specifikke ønsker i forhold til design kun kan indfries med digitale teknologier, hvilket motiverer dem til at udfordre sig selv og undersøge disse teknologiers muligheder.

Materialevalg vil ifølge Lim et al. (2008) både afhænge af, og bunde i hvordan produktet opleves i det givne materiale, men også af omkostningerne eller tilgængeligheden af materialerne. – men også af deres

kompetencer kan vi se i analysen. Kompetencerne er elevernes økonomi, som vi ser i case 1, hvor eleven har erfaringer med GeoGebra, der kan trækkes på. Hvor meget eleverne kan trække på, eller udvikle kompetencer i løbet af designprocessen, spiller en afgørende rolle i valget af materialer og teknologier. Det kan virke banalt, men det, at eleverne kan se og undersøge digitale teknologier, har en betydning for deres valg af inkorporering af disse i deres designproces. At de af lærerne bliver gjort opmærksomme på de digitale teknologiers eksistens eller at det var muligt at hente dem hjem, hvis de havde behov, har lille betydning for digitale nybegyndere, der ikke havde erfaring med teknologiernes muligheder. På baggrund af vores analyse vil vi argumentere for, at det undersøgende element af teknologier skal gribes, når lysten og idéen opstår, så ideen kan videreudvikles sideløbende med at ideen undersøges. Materialesynlighed spiller en stor rolle i elevernes valg, altså hvilke materialer der er *forhåndenværende*, spiller en afgørende rolle i deres designproces.

## Konklusion

Vores analyser understreger vigtigheden af prototyping i uddannelsesmæssige kontekster, hvor eleverne gennem en iterativ og hands-on tilgang kan opnå både materiel og konceptuel forståelse. I det store billede bidrager prototyping ikke kun til teknisk og praktisk læring, men også til en bredere forståelse af, hvordan designidéer konkretiseres på forskellige måder, alt efter ønske, formål og valg af materiale. Vi ser, at såvel digitale som analoge ressourcer skal være tilgængelige for udforskningen. Det kræver kompetencer, uanset om det er analoge eller digitale prototyping processer, der anvendes. Analysen viser også at prototyping som filtre kan tænkes ind i stilladsering af undersøgelses- og modelleringsprocesser. Digital og analog prototyping, der giver plads til undersøgelser igennem hånd og sanser, kan således understøtte elevernes udvikling af de naturfaglige modellerings- og undersøgelseskompetencer.



## Referencer

- Auner, S.** (2021). *Engineering med talentfulde elever*. Lokaliseret [8. januar 2024] på: [https://astra.dk/wp-content/uploads/2022/04/st\\_talentantologi\\_a4\\_100s\\_web\\_2021.pdf](https://astra.dk/wp-content/uploads/2022/04/st_talentantologi_a4_100s_web_2021.pdf)
- Auner, S., Daugbjerg, P., Nielsen, K., Sillasen, M. K., Rebsdorf, S. O. & Sørensen, M. J.** (2022). *Engineering i skolen: hvad, hvordan, hvorfor*. Engineer the Future.
- Bybee, R. W.** (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and engineering teacher*, 70(1), 30.
- Børne- og Undervisningsministeriet** (2019). *Fysik/kemi Faghæfte 2019*. Lokaliseret [8. april 2024] på: [https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/Gsk\\_fagh%C3%A6fte\\_fysikkemi.pdf](https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/Gsk_fagh%C3%A6fte_fysikkemi.pdf)
- Christensen, O., Gynther, K. & Petersen, T. B.** (2012). Design-Based Research – introduktion til en forskningsmetode i udvikling af nye E-læringskoncepter og didaktisk design medieret af digitale teknologier. *Læring og medier (LOM)* 5(9). <https://doi.org/10.7146/lom.v5i9.6140>
- Christiansen, J. L.** (2020). Modeller og modellering i grundskolens naturfag. *MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik*, 2020(3), 7-26.
- Dahler-Larsen, P.** (2010). *At fremstille kvalitative data*. 2. udgave. Odense: Syddansk Universitetsforlag.
- Daugbjerg, P., Krogh, L. B., Nielsen, K. & Sillasen, M. K.** (2021). *Engineering i Gymnasiet: Vidensgrundlag*. Lokaliseret [15. januar 2024] på: [https://engineerthefuture.dk/media/nyrnitz/engineering\\_i\\_gymnasiet\\_vidensgrundlag.pdf](https://engineerthefuture.dk/media/nyrnitz/engineering_i_gymnasiet_vidensgrundlag.pdf)
- Ejsing-Duun, S. & Tosca, S.** (2017). Betydning af æstetik i elevproduktioner. I: Sørensen, B. H., Levinsen, K. T. & Skovbjerg, H. M. (red), *I Digital produktion: Deltagelse og Læring* (s. 99-114). Dafolo Forlag A/S.
- Engineer the Future (n.d.)**. *Engineer the future*. Lokaliseret [30. april 2024] på: <https://engineerthefuture.dk/>
- Flyvbjerg, B.** (2010). Fem misforståelser om casestudiet. I: Brinkmann, S. & Tanggaard, L. (red), *Kvalitative metoder* (s. 463-487.) Hans Reitzels Forlag.
- Goldschmidt, G.** (2003). The backtalk of self-generated sketches. *Design issues*, 19(1), 72-88. <https://doi.org/10.1162/074793603762667728>
- Guyer, P.** (2016). *18th Century German Aesthetics*. The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed), Lokaliseret [28. juni 2017] på: <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/aesthetics-18th-german/>
- Lim, Y., Stolterman, E. & Tenenberg, J.** (2008). The anatomy of prototypes: Prototypes as filters, prototypes as manifestations of design ideas. *ACM Transactions of Computer-Human Interaction*. 15(2), 1-27. <https://doi.org/10.1145/1375761.1375762>
- Nielsen, K. & Sørensen, L. B.** (2019). Hvorfor undervise i engineering i grundskolen? *Liv i Skolen*, 21(2), s. 20-29.
- Nielsen, K., Bertel, L., & Sillasen, M. K.** (2023). Behov for et tydeligt teknologibegreb: om teknologi og teknologisk dannelse i STEM. *MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik*, 4, 95-115.

- Pedersen, H. S., Hindsholm, M., Mikkelsen, M. F., Holmegaard, H. T., Nielsen, K. B., Ulriksen, L., Vixø, K., Blomgreen, C. B., Friis-Hansen, M., Nielsen, S. S., Christiansen, N. M. & Jakobsen, L. S. (2023).** *Børn og unges science-kapital – baselinerapport*. VIVE.
- Rusmann, A. & Ejsing-Duun, S. (2022).** When design thinking goes to school: A literature review of design competences for the K-12 level. *International Journal of Technology and Design Education* 32, 2063-2091.
- Savin-Baden, M. & Major, C. (2013).** Observation. I: Savin-Baden, M. & Major, C. (red.), *Qualitative research: The essential guide to theory and practice*. (s. 391-402). Routledge.
- Smith, R. C., Hjorth, M., Loi, D., Iversen, O. S. & Christensen, K. S. (2016).** Educating the reflective educator: Design processes and digital fabrication for the classroom. I: *Proceedings of the 6th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education* (s. 26-33).
- Undervisningsministeriet. (2018).** *Læseplan for forsøgsfaget teknologiforståelse*. Lokaliseret på: <https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/GSK.%20L%C3%A6seplan.Tilg%C3%A6ngelig.%20Teknologiforst%C3%A5else.%20pdf.pdf>