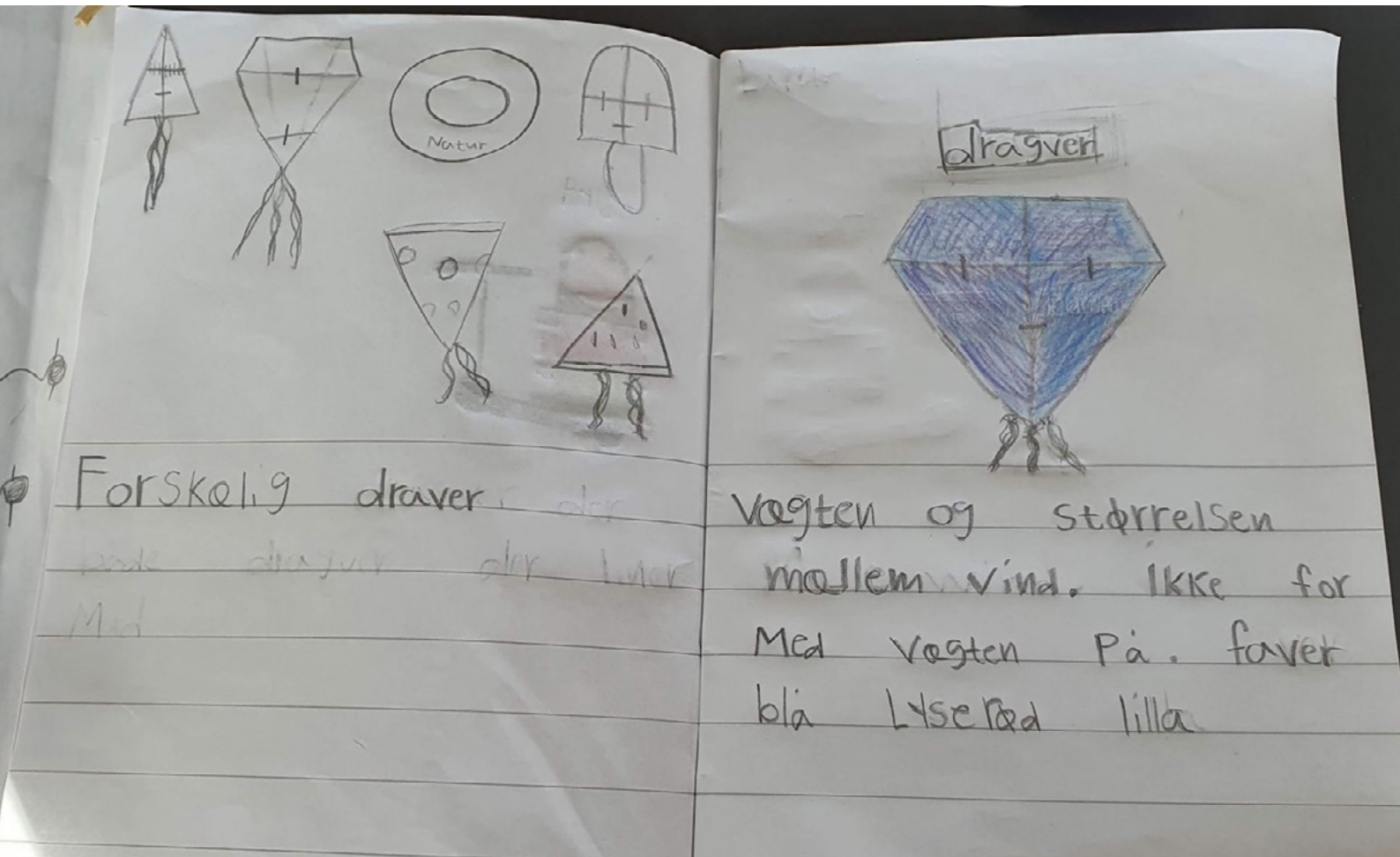


# Stilladsering af engineering-aktiviteter i indskolingen



Denne artikel er en del af en artikelsamling, som præsenterer, analyserer og uddyber relevante emner i relation til engineering som didaktik i skolen og viser hvordan praktikere anvender engineering i deres egen praksis.

Du finder alle artikler på [www.engineeringiskolen.dk](http://www.engineeringiskolen.dk).

Artiklen belyser, hvordan en gruppe mindre erfarne engineering-lærere planlægger, og med stor entusiasme gennemfører, en hel engineering-faguge med dragebyggeri for begejstrede elever i 3. klasse. Artiklen belyser også nogle af de mange overvejelser og stilladseringsmuligheder, der er i et engineering-forløb i indskolingen. Forfatterne reflekterer over gruppesammensætning, hvordan der kan undervisningsdifferentieres og hvordan opgaverne stilladseres på klassen samt for den enkelte elevgruppe. De reflekterer også over elevernes udfordringer med at lave radikale forbedringer og med at gå fra skitse til konstruktion, deres modstand mod store ændringer på deres design, og på, hvordan lærerne kan hjælpe eleverne med at arbejde undersøgende undervejs i forbedringsprocessen.

Udarbejdet af Heidi Starup, naturfagslærer på Vestre Skole i Svendborg, og adjunkt Helle Kruse Krossa og lektor Beth Wehner Andersen Lektor, UC Lillebælt.

## Stilladsering af engineering-aktiviteter i indskolingen

### Undervisningens formål

Efter en coronatid, hvor der ikke havde været meget gruppearbejde i 3. klasse, ønskede lærerne et særligt fokus på netop gruppearbejde og -sammensætning. Lærernes antagelse var, at samarbejde var en vigtig faktor for succes i engineering-opgaver og samtidig også en arbejdsform, hvorigennem gruppearbejde kunne styrkes. Derudover så lærerne en styrke i, at der i engineering designprocessen er indlejret en forbedringsproces, da de gerne ville have deres elever til at være mere vedholdende i deres arbejdsopgaver. Lærerne opstillede derfor nedenstående hovedformål for undervisningen:

- Eleverne skal lære at samarbejde og turde forkaste egne ideer til fordel for en bedre fælles ide.
- Eleverne skal gentagne gange forbedre deres produkt og de skal fastholdes i denne proces.



Figur 1. Model af Engineering designprocessen.

### Gruppearbejde og -sammensætning

Lærerne havde mange overvejelser omkring gruppesammensætninger. Overvejelserne har positiv indvirkning på, hvordan det endelige arbejde i grupperne fungerer. Der er

mange måder at sammensætte grupper på, men overordnet til grundlæggende overvejelser. Grupperne kan være heterogene eller homogene.

Hvis man sætter grupper sammen ud fra ønsket om en homogen gruppe, kan de fx. sammensættes ud fra køn, fagligt niveau, engagement eller elevernes indbyrdes kendskab til hinanden. Dette kan dæmpe risikoen for konflikt. Den heterogene gruppe kan derimod give en anden diversitet, og hver elev kan bidrage positivt med deres kompetencer og perspektiver på opgaven. Dette kan være med til at skabe et godt læringsmiljø (Albrechtsen, 2021).

Lærerne valgte at sammensætte grupper på tværs af de to parallelklasser. Lærerne havde tidligere erfaret, at det kan være svært, og ville derfor træne dette samarbejde på tværs af klasserne.

For at lette dette samarbejde, havde lærerne valgt homogene tremandsgrupper i forhold til køn med drenge- og pige grupper. Det gjorde eleverne trygge, at de ikke skulle forholde sig både til elever fra parallelklassen og det modsatte køn. Lærerne valgte derudover heterogene grupper, fordi eleverne besad forskellige styrker og kompetencer. Grupperne blev fx sammensat med en elev, som var god til at tage initiativ, en anden var kreativ og den sidste var god til at skrive. Særligt én gruppe havde lærerne overvejet nøje. Det var en gruppe bestående af tre drenge, som alle tidligere havde haft svært ved at indgå i gruppearbejde. Deres arbejde og succesoplevelser beskrives herunder.

## Drengene og deres succes

Drengegruppen havde tidligere haft svært ved at finde deres rolle, mistede hurtigt fokus og havde ofte brug for fysisk at forlade gruppen midt i arbejdet. Lærerne valgte at sætte de tre drenge sammen med en forhåbning om, at drengene erfarede nødvendigheden i at samarbejde om opgaven.

Engineering-forløbet blev en succesoplevelse for drengene. De udtrykte selv, at de havde haft en god uge. Lærernes undervisningsdifferentiering i forhold til drengegruppen gav dem fx mulighed for at tegne deres skitser på gulvet frem for på papir, hvilket tydeligvis gav dem energi. Og gruppen fik bygget en drage som de var stolte af, til trods for at den ikke kunne flyve. Drengenes samarbejde og forståelse for hinanden var en styrke i arbejdet, og de kendte alle til behovet om at trække sig. Derfor havde de alle lettere ved at komme tilbage i gruppen igen efter en pause.

## Refleksioner om stilladsering og differentiering af gruppearbejdet

Lærerne har i forhold til ovenstående case lavet en aktion. De har set på, hvordan en gruppe drenge, som har svært ved at arbejde i grupper generelt, klarer sig, når de sættes sammen. Dette lykkedes, fordi drengene følte sig anerkendte og trygge i gruppen. De havde en forståelse for hinanden og deres behov. Drengene var på det samme faglige niveau og følte, at de hver især havde noget at bidrage med. Det lykkedes også drengene, fordi lærergruppen differentierede deres undervisning og stilladserede opgaverne, så de var tilpasset gruppen.

Lærerne valgte at elevdifferentiere gennem gruppesammensætning, men først og fremmest oplevede læreren en del muligheder for at undervisningsdifferentiere under engineering-aktiviteten. Alle elever fik samme udfordring, og på den måde kunne de indgå i et inkluderende læringsmiljø. (Brodersen & Gissel, 2020).

I forhold til drengegruppen valgte man at differentiere i form og rammer. Lærerne krævede ikke at drengene skulle skrive på, men kun tale om, undersøgelsesarket. De slap derfor for papir og blyant. Flere grupper, deriblandt drengene, fik også lov til at tegne deres skitser på gulvet. Derudover fik lærerne sat rammerne, så drengene, sammen med andre grupper, fik lov at arbejde ude på 'skoletorvet', skolens fællesrum med højt til loftet og dermed bedre plads til dragerne.

Ligesom alle andre undervisningssituationer er der også i engineering-aktiviteter mange forskellige overvejelser omkring stilladsering. De to lærere overvejede i planlægningsperioden en struktureret stilladsering. Her var lærerne meget bevidste om valg af frihedsgrader, hvor de overvejede for hver delproces om det skulle være struktureret, guidet eller lukket (se figur 2). I forhold til de enkelte elevgrupper var der i højere grad tale om en situeret stilladsering, hvor lærerne undervejs hjalp grupperne med at stilladser opgaven (Auner et al., 2022, kapitel 8). Man kan stilladser opgaven for eleverne gennem seks funktioner: Rekruttering, reduktion af frihedsgrader, retningsfastholdelse, markering af kritiske træk, frustrationskontrol og demonstration af måder at løse problemer og opgaver på (Brodersen & Gissel, 2020).

I forhold til rekrutteringen, behøvede lærerne ikke at differentiere særligt i forhold til denne gruppe. Drengene var motiverede for at løse denne spændende udfordring, og den konkrete opgave med at konstruere en drage. De ople-

vede, at opgaven var betydningsfuld og at der var mulighed for at lykkes. De var glade for at arbejde med konkrete materialer. Bare det at man må bruge meget tape var motiverende. I forhold til frihedsgrader var det særligt for drengene en stor frihed, at de fik lov til at sidde på gulvet og tegne deres drage i faktisk størrelse. De fik også anvist en specifik arbejdsplads, som ud fra et planlægningsperspektiv har været en reducering af frihedsgrader, da lærerne vurderede, at drengene havde brug for et rum, hvor der var højt til loftet, men som drengene selv oplevede som en frihed, da de ikke behøvede at sidde i klassen.

Drengene bad om en del vejledning og spurgte ind til, hvad de skulle gøre. Lærerne stillede åbne spørgsmål tilbage, for at gruppen selv skulle komme frem til en løsning. Selvom lærerne forsøgte med åben dialog og spørgsmål, var de også klar over, at for at projektet skulle lykkes, var der

samtidig behov for demonstration af måder at løse opgaven på. Der var også behov for frustrationskontrol, særligt da drengene havde tegnet en skitse, som var alt for stor. Drengene havde ellers meget bevidst valgt at tegne en stor drage på gulvet, da de forestillede sig denne drage kunne løfte dem, så de kunne flyve med dragen. Til drengenes store skuffelse var dragen alt for stor til den indkøbte plastik og lærerne måtte guide dem i at få tegnet en mindre drage. Det lykkedes drengene at tegne samme drage, men i mindre skala og de endte med at blive meget stolte over resultatet.

Drengene var ikke de eneste, der havde udfordringer med at bygge dragen, og som følge heraf at måtte forbedre dragen. Forbedring er en vigtig del af arbejdet med engineering-udfordringer (Auner et al., 2022, kapitel 7). I næste afsnit beskrives processen fra ide til konstruktion.

	<b>Struktureret forløb</b> Meget få valg og frihedsgrader for grupperne.	<b>Guidet forløb</b> Nogle valg og frihedsgrader for grupperne.	<b>Åbent forløb</b> Mange valg og frihedsgrader for grupperne.
<b>Forstå udfordringen</b>	Grupperne arbejder ud fra lærerformuleret forståelse af udfordringen.	Grupperne vælger en forståelse af udfordringen fra lærerens liste.	Grupperne formulerer selv deres forståelse af udfordringen inden for den ramme, som er givet i oplægget.
<b>Undersøge</b>	Grupperne arbejder ud fra afgrænsede metodekort/beskrivelser af hvilke undersøgelser de skal gennemføre.	Grupperne vælger mellem forslag fra læreren til, hvilke undersøgelser de skal gennemføre.	Grupperne vælger selv, hvilke undersøgelser de skal gennemføre.
<b>Få ideer</b>	Læreren styrer gruppernes diskussion med metode kort eller lignende.	Grupperne vælger mellem forslag til styring af deres diskussion.	Grupperne organiserer selv deres diskussion om deres forskellige ideer.
<b>Konkretisere</b>	Grupperne arbejder efter præcise konkretiseringsinstruktioner.	Grupperne vælger mellem forskellige forslag fra læreren til, hvordan de vil konkretisere en løsning.	Grupperne vælger selv, hvordan de vil konkretisere en løsning.
<b>Konstruere</b>	Læreren fastlægger materialer, værktøjer og konstruktionsproces sammen med grupperne.	Læreren giver grupperne materialer og værktøjer at vælge imellem, og læreren vejleder i forhold til konstruktionsprocessen.	Grupperne vælger selv materialer og værktøjer.
<b>Forbedre</b>	Læreren fastlægger afprøvnings- og testprocedure og hjælper grupperne med at vurdere, hvordan deres prototype kan forbedres.	Grupperne kan vælge mellem flere forslag til afprøvnings- og testprocedurer og vurderer forbedring af deres prototype og løsning efter givne kriterier.	Grupperne vælger selv afprøvnings- og testprocedure og vurderer selv forbedringer af deres prototype og løsning.
<b>Præsentere</b>	Læreren hjælper grupperne med at præsentere deres løsning.	Grupperne følger en vejledning for, hvordan løsningen skal præsenteres.	Grupperne planlægger selv medie og format og præsenterer selvstændigt.

Figur 2. Tre niveauer af frihedsgrader udfoldet på de syv designprocesser (Auner et al., 2022, kapitel 8).

## Udfordring: Design drager

Inden eleverne fik lov til at designe deres drage, havde lærerne udarbejdet et undersøgelsesark, som eleverne skulle besvare i grupper ved at søge efter svarene på nettet. Målet med dette var, at eleverne skulle reflektere over forskellige parametre, som havde betydning for dragens funktionalitet. Det var en opgave, som eleverne hurtigt var færdige med. De ville i gang med deres drage og oplevede ikke et større behov for at besvare spørgsmålene. Måske fordi eleverne mente, at de havde fået svarene i læreroplæggene i starten af forløbet. Der havde lærerne fortalt om dragernes funktion i et historisk perspektiv, de havde fortalt om ørne og hvordan de holder sig oppe i vinden og også lidt om vind og vindforhold. Eleverne havde været meget optagede af disse oplæg og fået en masse information derigennem. Derudover fristede materialerne, så der var en stor lyst til at komme i gang med at bygge. Det er en typisk udfordring i engineering-didaktikken, at eleverne har svært ved at fastholde deres interesse i denne indledende fase og hellere vil springe direkte videre til konstruktion, men det er der egentlig ikke noget galt med. Designprocessen er dynamisk og indeholder netop dette element (Auner et al., 2022, kapitel 8).



Eksempel på elevernes skitser.

Eleverne skulle bygge drager efter deres egne skitser, som de havde tegnet i delprocessen Få ideer. Nogle valgte eksemplarisk at starte med, at lave en model/mockup af deres drage, mens andre gik direkte i gang med at bygge deres drage i den reelle størrelse. Det viste sig hurtigt at være en stor udfordring. Det var især en udfordring for mange at gå fra til en skitse til en rigtig drage i 3 dimensioner. Det gælder både i forhold til detaljegraden i skitsen og til, hvordan man klipper materialer ud, som skal formes til 3D. Det var også svært at forudsige, hvordan funktionaliteten i de store drager vil blive ud fra de første små modeller fx. i forhold til vægt.

## Vandmanden

En gruppe havde fundet på at designe en drage, som lignede en vandmand. De havde tegnet en skitse, hvor man så vandmanden fra siden. Da gruppen så skulle klippe plastik ud til deres drage, ville de klippe en halvcirkel ud. Læreren stoppede dem og spurgte ind til, hvilken form dragen skulle have. Eleverne oplevede spørgsmålet som kritik og svarede tilbage, at så var det også lige meget, så kunne de bare lave en almindelig drage. Læreren fastholdt dem dog stadig i deres ide og spurgte på ny: Hvordan ser en vandmand ud oppefra? Hvordan ser vandmanden ud, når I ser den i vandet? Kan I forestille jer den, hvis I så den nedefra, hvordan vil den så se ud?

Efter lange overvejelser fandt eleverne ud af, at de skulle klippe en rund cirkel. Efter cirklen var klippet, blev det endnu en gang svært. Det fungerer ikke med kun to snore, hvad kan man så gøre? Hvad med de pinde, som de andre grupper anvendte til deres drager, de skal vel også på vandmanden, men hvordan?

Opgaven endte med at blive for uoverskuelig for gruppen, og de valgte til sidst at bygge en klassisk drage.

Læs mere om lærerens rolle og stilladsering i Engineering-didaktikken kapitel 8<sup>1</sup>.

## Refleksioner om processen fra skitse til konstruktion

Måske har eleverne i 3. klasse ikke evnerne til at omsætte deres skitser til dragerne. De mangler den rumlige forståelse for at gå fra 2D til 3D.

Skitsen kan med andre ord være for abstrakt for eleverne i forhold til at omsætte den til den konkrete konstruktion. Som skrevet i bogen Kort og Geografi: *"Kortet er et to-dimensionalt, abstrakt billede af en tre-dimensionel konkret virkelighed"* (Kjeldsen & Pedersen, 2009).

I samme bog refereres også til rumforståelses-niveauer, hvor elevens evne til at forstå et kort stiger ved stigende abstraktionsniveauer. Eleverne i 3. klasse er konkret tænkende, og har derfor måske svært ved at tegne en skitse, der er brugbar til at konstruere efter? (Kjeldsen & Pedersen, 2009)

I faget Håndværk og Design, der nu strækker sig fra 3. til 6. klassetrin, er der udviklet nedenstående model i anerkendelse af progressionen og kompleksiteten i faget. Dette kan sættes i forbindelse med elevernes kognitive niveau.

<sup>1</sup> <https://engineerthefuture.dk>



Her anbefaler man, at fokus i de små klasser, især er på håndværkstilegnelse med kortere elementer af designprocesstilegnelse, for senere i højere grad at fokusere på de kognitivt mere krævende designprocesser (se figur 3).



Figur 3. Progressionsmodellen for Håndværk og Design (Børne og undervisningsministeriet, 2020).

I forhold til engineering-didaktikken og især stilladsering med inddragelse af frihedsgrader kan selvsamme model bruges og udvides (Auner et al, 2022, kapitel 8).. Gennem skoleforløbet fra ind- til udskoling vil engineering-forløbene gå fra de meget stilladserede (håndværkstilegnelse) til det mere åbne engineering-forløb med mange frihedsgrader (designtilegnelse).

Gruppen af drenge havde svært ved den store designproces og valgte derfor at reducere opgaven så designet handlede om udsmykning af dragen. De fravalgte derfor den store designudfordring, hvor de også skulle arbejde med funktionalitet og derved få dragen til at flyve.

Gruppen med vandmanden vælger helt at opgive deres ide, da de havde svært ved at omsætte deres tegning fra 2D til 3D og efterfølgende ikke havde de håndværksmæssige færdigheder til at bygge dragen. Hvilke konsekvenser har dette for gruppens fremtidige motivation for engineering-aktiviteter? Vil de fremover tage "det sikre valg"? Lærerne observerede, at vandmandsgruppen faktisk blev godt tilfredse med deres endelige produkt. Der kunne være et håb om, at eleverne har lært at turde lave radikale ændringer, og dette var jo netop et af formålene for forløbet, især når gruppen ender med at opnå et andet, men godt, resultat.

## Delprocessen *Forbedre*: Om og om igen

Under den første og mest krævende konstruktionsproces arbejdede eleverne ihærdigt med at konstruere deres drage. Det var tydeligt, at eleverne havde opnået viden fra læreroplæggene og den første undersøgelsesfase, som de nu kunne benytte. Der blev fx diskuteret, hvilket forhold der skulle være i krydset, der udspænder den klassiske drage. Ligeledes var der en pigegruppe, som havde fundet to meget tykke og store pinde, som diskutererede om dragen kunne bære pindene? Skulle de bygge en større drage, for at pindene kunne holdes oppe eller skulle de finde nogle mindre pinde?

På den måde vekselvirkede de hele tiden med at konkretisere i forhold til valg af materialer og konstruktion af dragen. Nogle grupper opdagede også, at deres lille model ikke virkede efter hensigten da de begyndte at bygge den i faktisk størrelse. Der var også en gruppe, som havde bygget en model af en trekantet drage. Da dragen blev bygget i faktisk størrelse, kunne eleverne blot ved at løfte dragen mærke, at vægtforholdet ikke passede. Derfor begyndte gruppen uden at afprøve om den kunne flyve, at forbedre og ændre til en rombeformet drage. Til trods for, at eleverne hovedsageligt arbejdede med konstruktionen, var der altså gang i mange forskellige delprocesser på samme tid. Netop denne force har Engineering designproces-modellen.

Lærerne oplevede undervejs i denne proces, at der var mange håndværksmæssige udfordringer. Eleverne havde svært ved at binde pindene sammen, spænde snorene op og sætte plastikken på, men det lykkedes med lidt hjælp. Eleverne var stolte og glade for deres drage og følte et kæmpe ejerskab over for deres produkt.



Eksempel på elevers konstruktion af en drage.

Efter at eleverne havde bygget deres første udgave af deres drage, løb de ud på græsplænen bag klasselokalet. En kæmpe motivationsfaktor ved dette engineering-forløb

med drager var, at drager nemt kan afprøves. Eleverne afprøvede gang på gang deres drager og kom altid ind med fornyet energi til at forbedre deres drager. Eleverne skiftede konstant i delprocesserne, så der sammen med forbedringen var afprøvninger, konkretisering og konstruktion i en konstant vekselvirkning mellem hinanden. Eleverne har gennem hele forløbet opnået vigtige naturfaglige erkendelser som fx at pindenes forhold og vægt har stor betydning for dragernes flyveevne. Det samme gjaldt vægtfordelingen på dragen, som eleverne fik konkrete erfaringer med at balancere gennem dragens konstruktion.

Alle grupper lavede forskellige ændringer undervejs. Kun én gruppe fastholdt deres oprindelige ide fra skitsen, men ændrede på forskellige variable undervejs. En gruppe ændrede dragens form, da de gik fra minimodel til konstruktion af selve dragen, og resten lavede store ændringer fra deres skitse til konstruktion. De fleste ændrede deres drage til den klassiske rhombe-form. Da først grupperne havde bygget deres drage i virkelige mål, var forbedringerne til gengæld ikke så radikale. Nu fastholdt eleverne dragens form og lavede kun små forbedringer, som kunne gøres uden at ødelægge det allerede konstruerede.

Lærerne oplevede, at det var for uoverskueligt for eleverne at lave store ændringer i dragerne, til trods for, at det nogle gange havde været nemmere end at ændre på små parametre. Lærerne ønskede at træne vedholdenhed og opfordrede deres elever til at have mod på de store ændringer og det slid, der ligger i det, men også at det er svært.

I næste afsnit følger et eksempel på dette samt en efterfølgende refleksion.

## Nissehuen

En gruppe var meget kreative og vedholdende i deres ide. Pigegruppen ville bygge en drage, som var formet som en nissehue, inspireret af en klassisk vindpose. Der var dog den forskel, at nissehuen var lukket i enden, så vinden derfor ikke kunne passere. De var grundige i deres konkretiserings- og konstruktionsprocesser, hvor de både byggede en lille model og en mockup i faktisk størrelse, inden de begyndte på selve dragen. Pigerne var dog udfordrede på dragens funktion, for den kunne ikke flyve. Pigerne gennemførte derfor mange forbedringer, uden at det lykkedes at få dragen til at flyve, men de var alligevel meget stolte af designet. Til sidst, igen inspireret af vindposen, valgte pigerne at sætte dragen på en pind, som kunne holde dragen oppe.

I forløbet valgte de designet fremfor funktionalitet, men i den afsluttende evaluering reflekterede de meget over funktionaliteten. Pigerne fortalte, at de havde haft en sjov uge, men at det også havde været svært, fordi dragen ikke kunne flyve. Pigerne begrundede at nissehuen var for tung, og de erkendte at dragen skulle være lettere i forhold til sin størrelse, hvis den skulle kunne flyve.



Eksempel på prioritering af design over funktionalitet af dragen.

## Refleksioner over forbedringsprocessen

Lærerne har under disse delprocesser særligt haft fokus på at opmuntre og give eleverne tid til at forbedre deres drager. Trods dette foretog eleverne ikke de store radikale ændringer, og lærerne oplevede, at eleverne ikke kunne overskue dette.

Professor og kreativitetsforsker Lene Tanggaard kalder dette for "modstand fra materialet" (Tanggaard, 2021). Hun skriver at modstanden fra materialet både kan være frustrerende og produktiv. Først og fremmest kan den være kreativt fremmende, da materialet medvirker til, at man bliver nyskabende. Tanggaard skriver samme sted, at kreative processer er hårdt arbejde og kræver blod sved og tårer.

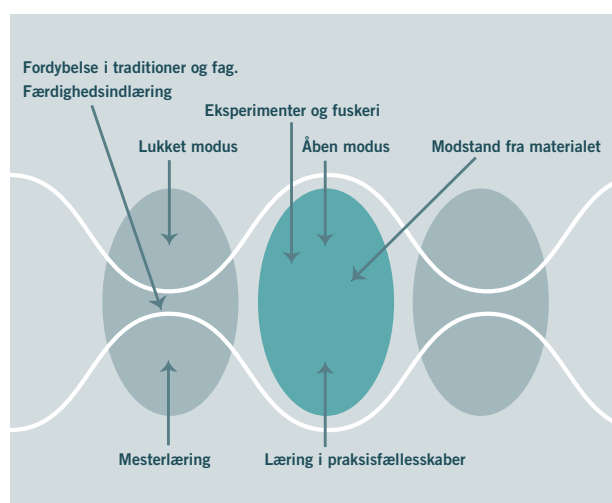
Under dette forløb oplevede eleverne først og fremmest frustration, og gennem overspringshandling slip eleverne for store krævende ændringer.

Den ene lærer har reflekteret meget over elevernes håndværksmæssige formåen, og hvor svær en håndværksmæssig udfordring det er at bygge en drage. Hun fortæller, at hun i næste drageprojekt vil starte nede i den lokale spejdergruppe og lære børnene nogle enkle knob og besnøringer. Dette vil forhåbentlig give eleverne større mod på at bryde dragen op igen i tillid til, at de kunne bygge den igen i forbedret udgave. Dette passer også med anbefalingen fra Håndværk og design om, at det håndværksmæssige

skal fylde en del i indskolingen (se progressionsmodellen, figur 3).

På denne måde foreslår læreren en deduktiv tilgang til projektet, hvor eleverne træner de håndværksmæssige færdigheder inden eleverne går i deres designproces. I bogen "Håndværk og design - et fag i skolen" (Zachariassen & Eskildsen, 2021) beskriver de modusmodellen med åben og lukket modus. I lukket modus beskrives mesterlæreprincipperne, som er gode, når eleverne skal lære specifikke håndværksmæssige færdigheder, hvorimod åben modus er til designprocesser i praksisfællesskaber. Man kan både arbejde deduktivt, som i lærerens forslag, eller induktivt, hvor man starter i designprocessen, men stopper op undervejs i lukket modus og træner det håndværksmæssige.

Denne model passer på mange måder til frihedsgradsmaet (figur 2), som vi kender fra engineering-didaktikken, der har samme stilladseringsmuligheder. Modusmodellen har desuden en tydelig tidslig beskrivelse af, hvordan en aktivitet kan forløbe.



Figur 4. Modusmodellen  
(Zachariassen & Eskildsen, 2021)

En anden erfaring, som Heidi tog med fra disse delprocesser var, at eleverne var stolte og glade for deres drager, også selvom nogle ikke kunne flyve. Der blev derfor reflekteret over, om designet betød mere end funktionaliteten og dermed også et mindre fokus på naturfagene. Det er også en overvejelse, hvad man kan forvente af elever i 3. klasse. Det at bygge drager, som kan flyve, er svært!

Da elevernes drager var så forskellige, oplevede læreren også, at det var svært at hjælpe eleverne med at gennem-

føre undersøgelser struktureret og med variabelkontrol. Samtidig kan man heller ikke forvente, at eleverne selv kan kontrollere variable, da variabelkontrol først skal trænes fra 6. klasse (Børne og undervisningsministeriet, 2019).

Læreren har reflekteret over fremtidige opgaver. Hvor åbne skal de være? Havde det været bedre for processen, hvis det var samme type drage, alle elever skulle konstruere, så det var de samme specifikke variable, alle elever skulle undersøge? Denne overvejelse understøttes af, at lukkede rammer (begrænsede frihedsgrader) ofte er godt for kreativiteten, særligt for indskolingsbørn (Zachariassen & Eskildsen, 2021).

Der kunne dog ligeledes argumenteres for, at de åbne rammer bibeholdes. Lærerne observerede, at eleverne opnåede nogle relevante naturfaglige erkendelser gennem projektet. Måske er disse erkendelser indlejret særlig godt i elevernes hukommelse, netop fordi opgaven var åben, og fordi eleverne derfor oplevede stort ejerskab for netop deres egen drage. Der findes nok ikke ét rigtigt svar, men ud fra undervisningens formål, er det vigtigt at træffe en velovervejet beslutning i forhold til frihedsgrader.

## Teamets evaluering

På tredje årgangsteam var alle lærere enige om, at de gerne vil afholde flere engineering-forløb i fremtiden. De oplevede, at alle elever var begejstrede for ugen og fik bygget en drage, også de elever, som normalt har svært ved at deltage. Adskillige forældre efterspurgt også efterfølgende flere lignende projekter.

I forhold til forbedringsprocessen er det stadig et mål for lærerne at støtte eleverne i at være vedholdende og turde lave de nødvendige forbedringer. De vil gerne have et forløb, med færre frihedsgrader, fx at alle skal designe den samme type drage. Det vil betyde, at lærerne i langt højere grad kan vejlede hele klassen i bestemte undersøgelser undervejs. Måske dette kan gøre, at flere får dragen til at flyve i sidste ende? På denne måde vil der blive et større fokus på funktionaliteten frem for designet, og dermed øge de naturvidenskabelige erkendelser.

Derudover vil lærerteamet i forhold til *Forstå udfordringen* "oversætte" engineering designprocessen til børnesprog. De oplevede, at det var svært for eleverne at forstå, hvad de enkelte delprocesser betød.



## Opsamling

Lærernes opstillede formål for undervisningen er opfyldt for en stor del af elevgruppen. Eleverne var gode til at samarbejde, de lyttede til hinandens ideer, og der var ikke en eneste elev, som meldte sig ud af projektet.

Det er til dels lykkedes at få eleverne til at forbedre deres drage. Der er observeret grupper, som har ændret radikalt på deres drage fra skitse til konstruktion. En gruppe lavede store ændringer fra deres første minimodel til den endelige drage, og alle grupper lavede små ændringer undervejs, efter de havde afprøvet dragen udenfor. Det svære var at få eleverne til at lave radikale ændringer på deres store drage, da det krævede meget af dem. En typisk udfordring i engineering-forløb.

Efter lærernes evaluering har de valgt, at de næste gang vil træne elevernes håndværksmæssige færdigheder inden forløbet. De kunne også arbejde med strukturen fra modusmodellen.

Lærerne overvejer et forløb med færre frihedsgrader. Dette vil skabe større fokus på funktionaliteten, hvis eleverne får en grundmodel, som de skal forbedre, og dermed øge chancerne for succes i forhold til at få dragen op at flyve. Dette vil også give bedre muligheder for, at lærerne kan stilladsere elevernes undersøgelser undervejs. Dog kan det muligvis give modsatte konsekvenser for diversiteten og i nogle tilfælde også motivationen.

Generelt bør derfor arbejdes hen imod åbne engineering-forløb, men med frihedsgrader på et niveau der sikrer, at den enkelte elevgruppe arbejder inden for nærmeste udviklingszone.

---

## Referencer

Albrechtsen, T. R. S. (2021). At sammensætte grupper til produktivt samarbejde. In *Gruppearbejde: At organisere, vejlede og intervenere* (pp. 63-84). Hans Reitzels Forlag.

Auner, S., Daugbjerg, P.S., Nielsen, K., Rebsdorf, S.O., Sillasen, M.K. & Sørensen, M.J. (2022), *Engineering i skolen – hvad, hvordan, hvorfor*, Engineer the Future, <https://engineerthefuture.dk/undervisning/engineering-i-skolen/didaktikken-bag-engineering/> (tilgået 21.11.2022)

Brodersen, P., & Gissel, S. T. (2020). Elevens forudsætninger og lærerens differentiering af undervisningen. In *God og effektiv undervisning: didaktiske nærbilleder fra klasserummet*. Hans Reitzels Forlag.

Børne og undervisningsministeriet (2020). *Håndværk og design undervisningsvejledning*. EMU. Lokaliseret d. 6.marts, 2022, på [https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK\\_Vejledning\\_H%C3%A5ndv%C3%A6rk%20og%20design\\_2020.pdf](https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK_Vejledning_H%C3%A5ndv%C3%A6rk%20og%20design_2020.pdf)

Børne og undervisningsministeriet (2019). *Natur/teknologi. Fælles Mål*. EMU. lokaliseret d. 6. marts, 2022 på: [://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK\\_F%C3%A6llesM%C3%A5l\\_Naturteknologi.pdf](://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK_F%C3%A6llesM%C3%A5l_Naturteknologi.pdf)

Kagan, S. og Stenlev, J.(2009) Cooperative Learning. *Undervisning med samarbejdsstrukturer*. (p. 120). Mallings Beck.

Kjeldsen, N., & Pedersen, O. (2009). *Kort og Geografi*. Gyldendal.

Tanggaard, L. (2010). *Fornyelsens kunst: at skabe kreativitet i skolen*. Akademisk forlag.

Zachariassen, R. & Eskildsen, O. K. (2021). *Håndværk og design: et fag i skolen*. Gyldendal (pp 118-127)