

# TEKNOLOGIFORSTÅELSE

MATEMATIK 3. KLASSE

FORÅR

## DESIGN OG RE-DESIGN AF BEHOLDERE

Udarbejdet af Camilla Finsterbach Kaup i samarbejde med Adrian Rau Bull, Bo Teglskov Kristensen, Charlotte Krog Skott og Peter Søgaard\*

\*Materialet er udviklet af Københavns Professionshøjskole, Professionshøjskolen UCN, VIA University College samt læremiddel.dk for Børne- og Undervisningsministeriet under rammerne for Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning. Læs mere om forsøget på [www.tekforsøget.dk](http://www.tekforsøget.dk) og [www.emu.dk](http://www.emu.dk).



KØBENHAVNS  
PROFESSIONS  
HØJSKOLE



LÆRE  
MIDDEL  
DK



VIA University  
College

UCN

RAMBOLL

# INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>1. Forløbsbeskrivelse .....</b>	<b>3</b>
1.1 Beskrivelse .....	3
1.2 Rammer og praktiske forhold.....	4
<b>2. Mål og faglige begreber.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Forløbsnær del.....</b>	<b>9</b>
3.1 Introfase: Forforståelse og kompetencer.....	11
3.2 Udfordrings- og konstruktionsfase.....	16
3.3 Outrofase: Ny forståelse og nye kompetencer .....	22
<b>4. Perspektivering.....</b>	<b>23</b>
4.1 Evaluering.....	23
4.2 Progression .....	24
4.3 Differentieringsmuligheder .....	24
4.4 Særlige opmærksomhedspunkter.....	24
4.5 Litteratur .....	24

## Version 2

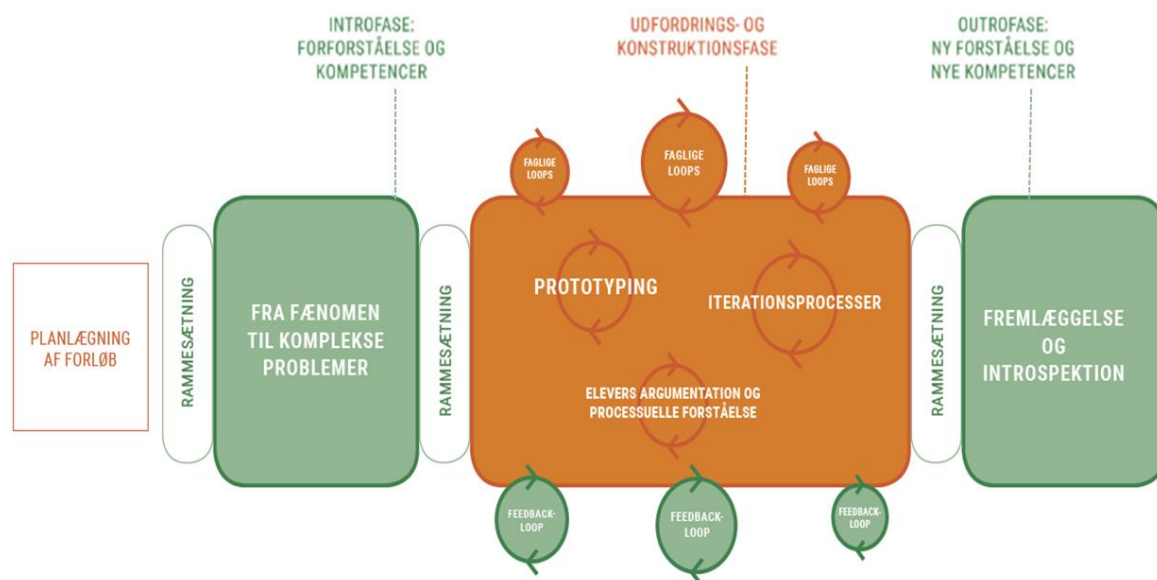
Dette er version 2 af forløbet. I revisionen af forløbene har vi arbejdet med at præcisere mål, rammer og aktiviteter. Der er ikke ændret fundamentalt ved forløbet, så materialer, som er udviklet til den konkrete undervisning på skolerne på baggrund af den første version af forløbet, vil stadig kunne anvendes.

*Vær opmærksom på at du altid selv skal sikre dig, at databeskyttelsesforordningen (GDPR) bliver overholdt i arbejdet med den konkrete teknologi eller internet-tjeneste i prototypen. Prototyperne er skabt med afsæt i et princip om, at eleverne ikke må dele personlig information med gratis teknologier. Det er dog i hvert tilfælde nødvendigt at tage konkret stilling til, hvordan teknologien eller tjenesten anvendes i tilrettelæggelsen af den konkrete undervisning. Undersøg altid om teknologien kan tilgås via unilogin eller anden sikker undervisningsadgang.*

# 1. Forløbsbeskrivelse

I dette forløb arbejder elever i 3. klasse på en uformel måde med begrebet *rumfang*. Med udgangspunkt i beholdere, de kender fra deres hverdag, skal de undersøge, hvilket materiale beholderne er lavet af og kæde det sammen med det materiale, beholderen skal indeholde. Eleverne skal undersøge, hvor meget beholdere "kan rumme" altså, hvor meget, der kan være i dem. De skal gennem forløbet selv fremstille beholdere i bl.a. pap og lave skitser og modeller i 3D. Eleverne skal undervejs i forløbet designe deres egen beholder, som har sin egen måleenhed. Måleenheden skal de anvende til at bestemme rumfang af kendte beholdere og omskrive en kendt opskrift med mål i deciliter til mål med deres egen måleenhed. Eleverne skal afslutningsvis fremvise deres design ved en fernisering, hvor de skal præsentere deres modelleringsproces.

Figur 1: Forløbsmodel for prototyperne



## 1.1 Beskrivelse

Eleverne kender til, og har i deres dagligdag berøring med adskillige former for beholdere. Det kan være beholdere til væsker, madvarer, dimser og dutter som fx EarPods eller tegneredskaber. I udviklingen af en beholder til et bestemt formål, skal dens størrelse, form, materiale og materialeforbrug overvejes. Eleverne arbejder i forløbet intuitivt og uformelt med rumfangsbegrebet. De introduceres til deciliter som enhed for at bestemme, hvor meget en beholder kan rumme (rumfang). De anvender én deciliter havregryn som måleenhed og erfarer, at hvis de fylder en beholder med havregryn og tæller, hvor mange deciliter, der kan være i beholderen, så har de fundet rumfanget af beholderen.

Eleverne undersøger i forløbet tredimensionelle beholdere. De undersøger, hvordan et todimensionelt materiale (karton) kan formes til en tredimensionel beholder og undersøger også, hvordan en udfoldning af en tredimensionel figur bliver todimensionel. Eleverne skal designe deres egen beholder, som har sin egen måleenhed. Beholderne skal afslutningsvis anvendes til at fremstille havregrynskugler og fremvises til en fernisering. Ved at arbejde med dynamisk geometri vil eleverne opdage, at man fx kan tegne mere præcist end i hånden. De vil også erfare at udfoldning og design/re-design af en beholder vil være hurtige i et 3D program end det fx vil være ved at skulle klippe og klistre. Arbejdet med de digitale værktøjer kan være med til at visualisere de matematiske begreber for eleverne fx når de arbejder med at se en sammenhæng mellem en øgning af en beholders længde, bredde og højde og beholderens rumfang i GeoGebra. Her kan det digitale værktøj være en måde at skabe erkendelse eller læring på.

## Produkt

Produktet er en beholder, som eleverne selv har designet. Valg af materiale til beholderen er individuel. Beholderen skal have sin egen måleenhed, som eleverne skal anvende til f.eks. at omregne en kendt opskrift. Hvis det er muligt, kan beholderen printes i 3D. Delprodukter er beholdere klippet, tegnet og samlet i pap og skitser og arbejdstegninger i GeoGebra og TinkerCad.

## 1.2 Rammer og praktiske forhold

I introfasen har klassen brug for mange forskellige typer af beholdere. Det er derfor en god idé at begynde at samle beholdere i god tid. Indsaml gerne beholdere i forskellige materialer, til forskellige formål og i forskellige størrelser og former. Eleverne kan evt. få til opgave at medbringe fem forskellige (rengjorte) beholdere hver. Eleverne skal anvende havregryn eller alternativt ris til at måle beholdernes rumfang. Det kan svine lidt, så det kan være en idé at indtænke mulighed for at være ude eller i et lokale, hvor spildte havregryn og ris efterfølgende nemt kan fejtes op.

Hvis ikke skolen råder over 3D-printere, kan de reserveres igennem det lokale CFU. Forløbet kan dog sagtens gennemføres uden en 3D-printer.

### 1.2.1 Samlet varighed

Forløbet er estimeret til at vare ca. 18 lektioner, svarende til tre til fire ugers undervisning afhængigt af brug af faglige loops.

### 1.2.2 Materialer

#### *Analoge teknologier/materialer*

- Forskellige former for beholdere F.eks. beholdere til mælkeprodukter (skolemælk, smør, fløde, smøreost mm.), syltetøjsglas, forskellige former for kopper og glas (vand, vin, snaps mm.)
- Kraftig pap, tape, sakse, klipsemaskine
- Havregryn
- Forskellige decilitermål

### Digitale teknologier

- PC/Chromebook/iPad til hver elev til undersøgelse af rummelige figurer i GeoGebra
- PC/Chromebook/iPad til hver elev til konstruktion i TinkerCad
- Program til at lave en screencast fx screencast-o-matic. Vejledning hertil findes på: <https://skoletubeguide.dk/project/screencast-o-matic/>
- 3D-printer, kan lånes på mitCFU.dk

### Arbejdsark

ARBEJDSARK	BESKRIVELSE	MEDIE	FASE
A1	Indhold, form, materiale, skitse	PDF	Intro 3.1.3
A2	Sammenligning og kategorisering af beholdere	PDF	3.1.4
A3	Måle rumfang med deciliter med havregryn	PDF	3.1.6
A4	Skabelon på prototype af kasse i pap	PDF	3.2.3
GGB-fil 1	Sammenhæng mellem grundfladeareal o rumfang af en kasse	GeoGebrafil	3.2.5
GGB-fil 2	Udfoldning af en kasse (Udvidet GGB-fil1)	GeoGebrafil	3.2.7
A5	Bolsjeæsker - byg bolsjeæsker til 12 og 24 bolsjer	PDF	3.2.9
A6	Byg bolsjeæsker på isometriskpapir	PDF	3.2.10
A7	Tegn arbejdstegning af bolsjeæsker	PDF	3.2.11
A8	Introduktion til Tinkercad	PDF	3.2.12
A9	Design din egen beholder i Tinkercad - bestem rumfang ved modellering	PDF	3.2.13
A10	Design din egen måleenhed	PDF	3.2.15
A11	Måle rumfang i egne mål med havregryn	PDF	3.2.16
A12	Havregrynskugler - omregning fra deciliter til egen måleenhed	PDF	3.2.17
A13	Design eller re-design af beholder med egen måleenhed	PDF	3.2.18

Vejledninger til Tinkercad. Både skriftlige og videotutorials hentes på <https://fablabguldborgsund.net/2017/05/04/tinkercad-vejledninger/>

### 1.2.2.1 Portfolio

Eleverne skal gennem forløbet have deres egen digitale portfolio. Den digitale portfolio skal både indeholde de forskellige faglige loops fra læreren, i form af korte speakede oplæg, videoer, link, indlejrede tips og tricks til de forskellige faser og læringsaktiviteter, og elevernes eget arbejde.

Den digitale portfolio kan bygges op omkring en skabelon i Book Creator med kapitler for hvert fagligt loop, og hvor der er tomme felter med overskrifter, hvor elevernes proces- og produktelementer kan sættes ind. Den digitale portfolio bliver dermed også en ressource, som kan stilladsere eleverne i at udvikle deres rummelige forståelse i arbejdet med 2D og 3D former. Det er også muligt at bruge fx MinUddannelse eller en anden læringsplatform, hvor eleverne løbende uploader billeder, video eller et lydclip af det de arbejder med.

Fx kan eleverne efter hver eller hver anden lektion forholde sig til:

- Hvad har vi lavet i dag?
- Hvilke nye begreber har vi lært?
- Hvilke faglige begreber har vi anvendt?
- ....

Dermed understøttes eleverne i deres metarefleksioner over egne processer og i en første anvendelse af fagets sprog og begreber.

### 1.2.3 Lokaler

Almindeligt undervisningslokale, hvor det er okay at svine lidt med havregryn, evt. adgang til 3D-printere.

### 1.2.4 Tværfaglighed

Der lægges i introfasen vægt på beholderes egenskaber både i forhold til materiale, anvendelse, form, størrelse og indhold. Der kan lægges op til et tværfagligt forløb med natur/teknologifaget, hvor der arbejdes med Ordkendskab: Eleverne kan mundtligt og skriftligt udtrykke sig med brug af naturfaglige og teknologiske fagord og begreber.

Det er også muligt at lave et tværfagligt forløb med dansk i forbindelse med portfolio arbejdet og præsentation af egne tekster: Eleven kan udføre en mundtlig fremlæggelse og eleven kan vurdere produktets kvalitet, formål, struktur og layout.

## 2. Mål og faglige begreber

Forløbet arbejder primært med **stofområder geometri og måling og tal og algebra**. Indenfor teknologiforståelse arbejdes der primært med digitaldesign og designprocesser og modellering. Sekundært arbejdes der med elevernes computationelle tankegang. Der kan findes en ordliste over teknologiforståelsesbegreber på <https://emu.dk/grundskole/teknologiforstaaelse/ordliste>.

KOMPETENCE-OMRÅDER	MATEMATISKE KOMPETENCER	GEOMETRI OG MÅLING	TAL OG ALGEBRA	TEKNOLOGIFORSTÅELSE
<b>Kompetencemål (efter 3. klassesettrin)</b>	Eleven kan handle hensigtsmæssigt i situationer med matematik	Eleven kan anslå og måle længde, tid og vægt i enkle hverdagssammenhænge	Eleven kan udvikle metoder til beregninger med naturlige tal	Eleven kan handle hensigtsmæssigt med digitale teknologier i afgrænsede situationer fra deres hverdag
<b>Færdigheds- og vidensmål (efter 3. klassesettrin)</b>	<b>Hjælpemidler</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleven kan anvende digitale værktøjer til undersøgelser, enkle tegninger og beregninger</li> <li>• Eleven har viden om metoder til undersøgelser, tegning og beregning med digitale værktøjer</li> </ul>	<b>Geometrisk tegning</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleven kan bygge og tegne rumlige figurer</li> <li>• Eleven har viden om metoder til at bygge og tegne rumlige figurer</li> </ul>	<b>Algebra</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne kan opdage regneregler og enkle sammenhænge mellem størrelser</li> <li>• Eleven har viden om enkle decimaltal og brøker</li> </ul>	<b>Digitaldesign og designprocesser</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleven kan deltage i at rammesætte problemstillinger fra konkrete situationer og ideudvikle på løsninger henimod konkrete produkter</li> <li>• Eleven har viden om kompleks problemløsning</li> </ul>
		<b>Geometriske egenskaber og sammenhænge</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleven kan opdage sammenhænge mellem plane og enkle rumlige figurer</li> <li>• Eleven har viden om geometriske egenskaber ved enkle rumlige figurer</li> </ul>	<b>Modellering</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleven kan beskrive den virkelighed, en model repræsenterer</li> <li>• Eleven har viden om modeller af virkeligheden som f.eks. tegninger og diagrammer.</li> </ul>	

### Konkretiserede læringsmål

- Eleven skal få viden om, at bestemte enheder bruges til at måle bestemte egenskaber
- Eleven kan kende forskellige måleenheder. Fx liter (l), deciliter (dl), gram (g), styk (stk.). De skal kunne anvende måleenhederne til at læse og afkode en beholders varedeklaration i forhold til indhold, fx at en pakke smør indeholder 250 g smør og en skolemælk indeholder  $\frac{1}{4}$  l mælk.
- Eleven kan med egne ord forklare begrebet rumfang i forhold til en beholder. Det kan både være ved brug af en kendt enhed som dl, men det kan også være ved at bruge en enhed, de selv definerer. Fx den enhed, de har defineret til deres egen beholder.
- Eleverne kan beskrive sammenhængen mellem en todimensionel repræsentation og en tredimensionelle repræsentation af forskellige figurer (en del af modelleringskompetencen). Eleven har en forståelse for, hvornår digitale redskaber kan bruges i designet af 3D figurer.

### Centrale teknologi- og matematikfaglige begreber:

Herunder fremgår de teknologi- og matematikfaglige begreber der er relateret til prototypen.

FAGLIGE BEGREBER	BESKRIVELSE
Indhold	Indhold refererer i dette forløb til det, der er i en beholder. Fx er indholdet i en pakke smør 250 g og i en pakke flødebolle 12 stk.
Den mængde en beholder kan "rumme"	Den mængde af det 'samme', der maksimalt kan være i en beholder.
Form	Form kan betegne både en to- og en tredimensionel figur. Fx har en beholder form, af en tredimensionel rummelig figur, fx en kasse eller en cylinder. Beholderens bund har derimod form som en todimensionel plan figur fx et kvadrat eller en cirkel.
Rumfang	Rumfang beskrives som det, en beholder kan rumme af det 'samme'
Grundflade	Grundfladen af en tredimensionel nederste flade. Fx er grundfladen på en kasse et rektangel.
Udfoldning	Når en tredimensionel form klippes op, så den kan foldes fladt på bordet og bliver en todimensionel figur.
<b>Teknologiforståelsesbegreber</b>	<b>Beskrivelse</b>
3D-print	3D-print er en produktionsmetode, hvor en model eller et objekt bliver bygget ved, at 3D-printeren "bygger modellen op fra bunden" ved at lægge lag på lag.
Workplane (TinkerCad)	Brugerfladen, hvor du kan tegne og anvende forskellige funktioner. Du kan også dreje din model, så den vises fra forskellige vinkler
Gruppering af figurer	Når to individuelle figurer grupperes til én figur



I forbindelse med arbejdet med elevernes brug af faglige begreber, kan læreren stilladsere elevernes sproglige udvikling. Fra dialog hvor læreren tager afsæt i elevernes sproglige erfaringer, over lærerens modellering og kvalificering af fagsprog til elevernes afprøvning af de faglige begreber, evt. i makkerpar og herefter til elevernes egen formulering af fagsprog i produkter, og præsentationen af disse. Denne dialog kan evt. afsluttes med elevernes egen faglige ordbog, hvor de med egne ord beskriver de teknologi- og matematikfaglige begreber. **Det vil også være disse begreber læreren kan følge op på i hans/hendes logbog for at følge eleveres udvikling af de faglige begreber i relation til deres læreproces.**

### 3. Forløbsnær del

Forløbet tager udgangspunkt i forskellige typer af beholdere, som eleverne kender fra deres hverdag. De skal gennem forløbet arbejde med forskellige repræsentationer af beholdere og blive fortrolig med decilitermål, som en måleenhed for rumfang. Eleverne arbejder uformelt med rumfangsbegrebet, som det en beholder kan *rumme*. To beholdere har samme rumfang, hvis de kan rumme 'det samme'. Forløbet er tilrettelagt efter forløbsmodellen og beskriver intro-, konstruktion- og outrofaser, faglige loops og feedback loops i nedenstående tabel. Skemaet viser en oversigt over forløbet, hvor elevernes læring i de enkelte faser er skitseret som hjælp frem mod prototypens læringsmål.

INTROFASE	AKTIVITET	ELEVERNES LÆRING
Fra fænomen til problemer 3.1.3	Hvad er en beholder, hvad kan den indeholde og hvad er den fremstillet af?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleven skal få viden om, at bestemte enheder bruges til at måle bestemte egenskaber</li> </ul>
	Introduktion til beholdere (3D)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleven kan kende forskellige måleenheder. Fx liter (l), deciliter (dl), gram (g), styk (stk.). De skal kunne anvende måleenhederne til at læse og afkode en beholders varedeklaration i forhold til indhold, fx at en pakke smør indeholder 250 g smør og en skolemælk indeholder <math>\frac{1}{4}</math> l mælk.</li> </ul>
Fagligt loop 3.1.4	Kategorisering af beholdere ud fra forskellige kriterier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne kan begrunde kategoriseringen af beholderne.</li> </ul>
Feedback loop 3.1.5	Elev - elev feedback	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne kan argumentere for kategorisering af beholderne.</li> </ul>
Fagligt loop -faglig argumentation 3.1.7	Uformel introduktion til rumfang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleven skal få viden om, at bestemte enheder bruges til at måle bestemte egenskaber.</li> </ul>

UDFORDRINGS- OG KONSTRUKTIONSFASE	AKTIVITET	ELEVERNES LÆRING
Prototyping 3.2.2	<i>Fra to dimensioner til tre dimensioner (Fra 2D til 3D)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne kan måle beholderens rumfang i deciliter med havregryn</li> </ul>
Iterationsproces 3.2.3	Fold en kasseformet beholder	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne kan fremstille en kasseformet beholder ved foldning</li> </ul>
Fagligt loop 3.2.4	<i>Hvor meget kan en kasse rumme (3D)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En dynamisk GeoGebrafil introduceres:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne kan beskrive sammenhængen mellem en todimensionelle repræsentation og en tredimensionelle repræsentation af forskellige figurer. Eleven har en forståelse for, hvornår digitale redskaber kan bruges i designet af 3D figurer.</li> </ul>
Feedback loop 3.2.6	<i>Elev - elev feedback</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne kan kommunikere deres fund fra undersøgelsen</li> </ul>
Fagligt loop 3.2.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udfoldning af beholdere (Fra 3D til 2D)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne kan forklare, hvad animationen af udfoldningen viser.</li> </ul>
Feedback loop 3.2.8	<i>Sammenhæng mellem grundflade/udfoldning og kassen i 3D-grafik</i>	
Prototyping 3.2.9	<i>Bolsjeæsker (Idé fra flexmat 1.-3. kl.)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne kan konstruere forskellige bolsjeæsker, der alle kan indeholde 12 bolsjer.</li> </ul>
Fagligt loop 3.2.10	<i>Tegn gaveæsker på isometrisk papir</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne kan tegne en gaveæske til 12 bolsjer på isometrisk papir.</li> </ul>
Fagligt loop 3.2.11	<i>Tegn arbejdstegning af gaveæskerne på prikpapir</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne kan tegne en arbejdstegning af en gaveæske til 12 bolsjer på prikpapir.</li> </ul>
Prototyping 3.2.12	<i>Intro til ThinkerCad - konstruktion af æske</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne lærer at konstruere en æske i ThinkerCad</li> <li>• Eleverne lærer at bruge måleren i ThinkerCad</li> </ul>
Iterationsproces 3.2.44	<i>Design af beholder i TinkerCad</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne skal designe eller re-designe en beholder i TinkerCad</li> <li>• Eleverne kan ud fra deres model i TinkerCad give et kvalificeret bud på, hvor</li> </ul>

		mange deciliter havregryn, deres beholder kan rumme.
Iterationsproces –3.2.15	Brug af kodefunktion i TinkerCad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne ser at man ved hjælp af blokprogrammering kan lave en beholder.</li> </ul>
Prototyping 3.2.16	Design af egen måleenhed	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne skal designe og fremstille deres egen beholder, som har sin egen måleenhed.</li> </ul>
Fagligt loop 3.2.17	Måle rumfang af beholdere med egen måleenhed	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne kan måle rumfang af en beholder ved at fylde beholderen med havregryn og tælle antal enheder. Fx En skolemælk kan rumme 10 Sofie-Amalie-mål”.</li> <li>• Eleverne bliver fortrolige med, at rumfang kan måles med forskellige måleenheder.</li> <li>• Eleverne kan formulere en sammenhæng mellem 1 deciliter og deres egen måleenhed. Fx ”der skal fire Sofie-Amalie-mål til en deciliter”.</li> </ul>
Fagligt loop 3.2.19	Brug din målebeholder til at lave havregrynskugler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleven skal få viden om, at bestemte enheder bruges til at måle bestemte egenskaber</li> </ul>
Prototyping 3.2.20	Re-design af beholder med egen måleenhed	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne skal pga. deres erfaringer re-designe deres beholder med egen måleenhed.</li> </ul>
<b>OUTROFASE/ RAMMESÆTNING</b>	<b>AKTIVITET</b>	<b>ELEVERNES LÆRING</b>
Fremlæggelse og introspektion 3.3.2	Fernisering og fremvisning af egne målebeholdere	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne kan forklare deres designproces.</li> </ul>

### 3.1 Introfase: Forforståelse og kompetencer

Formålet med introfasen er, at eleverne får forståelse af begrebet ”en beholder”. Forløbet tager udgangspunkt i forskellige beholdere, som eleverne kender fra deres hverdag. Ud fra deres egne erfaringer bliver eleverne opmærksomme på og kan forholde sig til beholdernes fysiske egenskaber. Forløbet er med til at understøtte elevernes rummelig forståelse, hvor rummelig forståelse skal ses som en evne til at kunne generere, bevare, hente og transformere strukturerede visuelle billeder (Krauss & Prottzman, 2017). At have en rummelig forståelse gør det muligt at visualisere to- og tredimensionelle (2D og 3D) former og være i stand til mentalt at kunne rotere dem og kunne forestille sig de indre dimensioner af formene. Forskning viser at det at have en rummelig forståelse er en vigtig del af problemløsning inden for STEM-

fagene. Det at have en god rummelig forståelse, kan også kobles sammen udvikling af videospil, eleverne kan måske genkende det når de designer en 3D verden i Minecraft. Den rummelige forståelse bliver også udfordret, når man skal følge en samlevejledning fra IKEA, pakke så mange objekter som muligt i en kasse før den skal sendes, eller når man træder ind i en stor bygning og skal orientere sig i forhold til hvor man skal hen. Mange jobs i dag kræver at man er i stand til skiftevis at kunne begå sig i 2D og 3D og være i stand til at skabe det visuelt (Krauss & Prottsman, 2017). Eleverne vil senere i forløbet stifte bekendtskab med professioner der benytter sig af 3D print i deres arbejde fx tandlæger, industrien, restauranter osv. Når eleverne udvikler deres rummelige forståelse, er det således også med til at udvikle deres teknologifaglige forståelse og give dem indblik i, hvordan teknologien kan hjælpe med at designe fx beholdere til fødevarer.

Forløbet forbereder gradvis eleverne til en af få en rummelig forståelse, ved at veksle mellem 2D og 3D opgaver både analogt og digitalt.

### 3.1.1 Varighed

2 lektioner

### 3.1.2 Problemfelt

En beholder er en rummelig genstand til opbevaring af væsker eller andre genstande, men hvilken form den har, og hvilket materiale, den er lavet af afhænger af, hvad den skal indeholde. I dette forløb skal eleverne undersøge beholdere, hvilket materiale de er lavet af, og hvad og hvor meget de kan rumme. Forløbet kobler beholderens funktion og materiale med udvikling af elevernes intuitive fornemmelse for rumfang.

### 3.1.3 Problemstilling

Hvordan skal en beholder designes, så der er en sammenhæng mellem materiale, form og indhold?

Hvordan skal en beholder designes, så der er en sammenhæng mellem materiale, form og indhold og hvilke muligheder og udfordringer ligger der i, at understøtte designprocessen med digitale teknologier? Hvad betyder anvendelsen af digitale teknologier som designværktøj i forhold til forståelsen af sammenhængen mellem model og et færdigt produkt undervejs i designprocessen?

#### Isccenesættelse:

Forløbet iscenesættes ved, at læreren præsenterer en aktivitet, hvor eleverne skal brainstorme over deres kendskab til beholdere. Eleverne begynder to og to med at tegne/skrive forskellige beholdere på et A3-papir. De skal tegne alle de beholdere, de kan komme i tanke om. Hvis de går i stå, kan læreren hjælpe på vej, ved at stille spørgsmål som fx "Tænk på beholdere til madvarer /legetøj / opbevaring mm."

Efter ca. 10 min. går to makkerpar sammen, og de fremlægger deres forskellige beholdere for hinanden og udvider gerne med flere beholdere.

Eleverne skal nu (i firemandsgrupper) beskrive, hvilket materiale, de tror beholderne er lavet af, og hvilken grundflade de mener beholderne har. Læreren faciliterer en klassesamtale, hvor der samles op på sammenhængen mellem form, indhold og materiale på beholderne. En diskussion om indhold kontra materiale, størrelse/rumfang kontra design/form skal give eleverne en forståelse for, at den enkelte beholder er designet til et bestemt produkt.

Eleverne introduceres til, at den mængde, som beholderen kan *rumme*, kaldes beholderens rumfang.

Forløbet forudsætter at eleverne i fællesskab laver en samling af forskellige beholdere, som de kender fra deres hverdag. Det kan være beholdere fra fx husholdningen. Ved at se på de enkelte beholdere i samlingen, kan der fokuseres på sammenhængen mellem det, der er i beholderen, dens form og emballagens materiale samt, hvilken enhed indholdet angives i. Fx skal beholdere, der skal indeholde noget flydende, være af et andet materiale end en beholder, der skal indeholde noget fast. Flydende væsker angives ofte i ml og faste i g eller stk. Der gøres særligt opmærksom på, at indholdet i beholderen ikke altid er det samme som beholderens rumfang.

Fx måler gram og stk ikke rumfang. Eleverne gøres her opmærksom på, at der skal være sammenhæng mellem enhed og den egenskab, der måles. Hensigten er at eleverne kan nævne forskellige fysiske egenskaber ved beholdere og forholde sig til form og materiale.

Hvad er en beholder, hvad kan den indeholde og hvad er den fremstillet af?

- Hvad er en beholder?
- Hvordan ser den ud?
- Hvad er den fremstillet af?
- På hvilken måde, kan den fremstilles?
- På hvilken måde, kan den fremstilles?

Eksempler på beholdere ses nedenfor:



Figur 2 forskellige beholdere

Dernæst vælger eleverne en beholder og udfylder arbejdsark A1. Her skal de vælge en beholder og udfylde skemaet med beholderens indhold, form, og materiale og tegne en skitse af beholderen. Hensigten er, at eleverne kan bestemme beholderens indhold ud fra emballagen, og kan begrunde beholderens materiale ud fra det indhold, den skal rumme. Eleverne får ligeledes et begyndende kendskab til måleenheder som milliliter, deciliter, stk., og gram.

Læreren faciliterer en vidensdeling, hvor eleverne i grupper skiftes til at fortælle om de forskellige beholdere. Eleverne skal præsentere beholderen, hvilken form den har (her lægges der særlig vægt på beholderens grundflade), hvilket materiale den er lavet af, og hvordan de har lavet en skitse af den. Her fremhæves de forskellige modeller eleverne har lavet. Nogle har evt. forsøgt at tegne beholderen rummelig, hvor andre har lavet arbejdstegninger (front, fra siden, oppefra). Læreren lægger vægt på, hvordan forskellige grupper præsenterer den samme beholder. Fx kan eleverne have brugt forskellige beskrivende begreber, eller grundfladen kan være forskellig afhængig af, hvordan de vender beholderen.

Eleverne gøres bekendt med, at de i forløbet skal undersøge forskellige forhold ved beholdere og, at de skal arbejde med at designe deres egen beholder.

### 3.1.4 Fagligt loop - kategorisering af beholdere

Eleverne skal i grupper af fire (e1, e2, e3, e4), arbejde sammen om at inddеле de mange beholdere i nogle kategorier ud fra forskellige kriterier, som de selv vælger. Dette kunne fx være materiale, størrelse, indhold mm.

Kategorisering af beholdere ud fra forskellige kriterier.

- Fx materiale, størrelse, indhold, rumfang mm. Kategoriseringen dokumenteres med billeder
- Eleverne kan begrunde kategoriseringen af beholderne.

### 3.1.5 Feedback loop - faglig argumentation

Tidsrammen er ca. 5 minutter.

Eleverne fra firemandsgrupperne fra forrige loop deles nu i par (e1, e2 og e3, e4). De to par finder hver sammen med to andre par, så de nu er seks elever sammen (de seks kommer fra tre forskellige firemandsgrupper).

Eleverne forklarer og argumenterer for deres kategorisering af beholderne. Her skal de redegøre for, hvilke kriterier, de har valgt at kategorisere efter.

Læreren cirkulerer mellem grupperne undervejs og lægger mærke til, hvilke kriterier eleverne har kategoriseret efter.

Der er mulighed for at blande grupperne endnu engang, så de får mulighed for at fremlægge deres kategoriseringer endnu engang.

Billeder med elevernes kategoriseringer tilføjes elevernes portofolie.

### 3.1.6 Opsamling

Læreren beder eleverne sætte sig tilbage på deres plads og faciliteter en klassesamtale, hvor eleverne får lov at påpege nuancer i deres kategoriseringer.

Læreren samler op på elevernes faglige argumentation, ved at lade enkelte elever komme med et eksempel på en anderledes kategorisering, som han/hun ikke umiddelbart selv var kommet i tanke om. Der fokuseres særligt på de kriterier, eleverne har kategoriseret efter, og på ligheder og forskelligheder i deres kategoriseringer.

### 3.1.7 Fagligt loop - uformel introduktion til rumfang

- Måle rumfang med én deciliter havregryn som måleenhed
  - Eleverne kan måle rumfang af en beholder ved at fylde beholderen med havregryn og tælle antal dl.
- Eleverne bliver fortrolige med, at deciliter er en måleenhed, der angiver rumfang.

Rumfang kan fx angives i ml eller deciliter. I dette faglige loop vil deciliter blive anvendt som måleenhed for rumfang. Eleverne undersøger rumfanget af de forskellige beholdere ved at fylde dem med havregryn med et decilitermål, og efterfølgende at tælle antallet af deciliter havregryn som kunne være i beholderne. Havregryn er valgt, da det giver eleverne forståelsen af rumfang, som det, der kan *fylde* beholderen eller beholderen kan *rumme* havregrynene. Hensigten er, at eleverne (ved at måle rumfanget af beholderen ved hjælp af havregryn og ved at tælle antallet af dl) bliver fortrolige med, at deciliter er en måleenhed, der angiver rumfang.

- Grupperne kan på skift hente en beholder de vil undersøge, herefter skal de skrive deres observationer ned, fx at smørbrøtten kan indeholde 2 dl, mælkekartonen kan indeholde 10 dl.
  - Det vil her være op til den enkelte lærer, hvorvidt der også skal inddrages halve decilitermål.



- Eleverne kan fx få til opgave at finde den beholder med størst, mellemst og mindst rumfang.

### 3.1.8 Opsamling

Læreren introducerer en aktivitet, hvor formålet er at stille beholderne op i rækkefølge fra den med mindst rumfang til den med det største rumfang (læreren illustrerer en linje, hvor beholderne skal stå). Grupperne skiftes til at vælge en beholder, og stille den på linjen. Det behøver ikke forgå i den korrekte rækkefølge fra start. Der vil dermed opstå situationer, hvor eleverne skal sammenholde beholderne med hinanden og vurdere, om den valgte beholder skal stå fx før smørpakken eller efter smørpakken. Læreren lader eleverne argumentere mundtligt og giver de andre elever mulighed for at supplere.

Der tages et billede til slut, som deles med eleverne, så de kan sætte det ind i portefolien.

## 3.2 Udfordrings- og konstruktionsfase

### 3.2.1 Varighed

6-10 lektioner afhængig af faglige loops

### 3.2.2 Prototyping - Fra to- til tre dimensioner

I denne fase skal eleverne eksperimentere med at få en todimensionel form til at blive til en tredimensionel form. Fx foldes pap eller papir eller sættes sammen med clips eller tape. Opgaven her er åben og eleverne designer selv deres beholder. De tester, at formen har et rumfang ved at fylde den med havregryn, og ser at det bliver i formen. De kan bruge pap, som de kan folde eller klistre sammen med tape, så den får form som fx en kasse eller en cylinder.

Dernæst skal de forfine og forbedre deres første beholder eller designe en ny kasseformet beholder. Denne fase skal gerne være med til at skabe en sammenhæng mellem en kasses eller en cylinders grundflade, højde og indhold.

### 3.2.3 Iterationsproces- Fold en kasseformet beholder

Eleverne arbejder sammen i makkerpar og skal ved hjælp af arbejdsark A4 prøve at folde en kasseformet beholder ud fra en skabelon. De klipper skabelonen i pap, folder den og sætter siderne sammen med tape. Dernæst skal de afprøve beholderen med havregryn.

Dernæst skal grupperne undersøge, hvor mange centicubes der kan være i kassens indvendige mål.

### 3.2.4 Opsamling

- Hvor mange dl kan beholderen indeholde?
- Hvad kan man ændre på for at beholderen kan få et større rumfang?
- Hvor mange centicubes kan der være i kassen? Hvis der kan være 1 dl i kassen, hvor meget svarer 1 dl så til i centicubes?



### 3.2.5 Fagligt loop - Hvor meget kan en kasse rumme

#### Materialer:

- GGB-fil 1

En dynamisk GeoGebrafil introduceres:

I filen er der konstrueret en kasse. Kassens rektangulære grundflade ses i venstre tegnevindue. I 3D grafik ses kassen i 3D. Det er muligt at ændre højden på kassen med en skyder fra 0-10 og at trække i grundfladens hjørner.

Elevundersøgelse:

- Hvad sker der med kassen, når jeg ændrer på højden?
- Hvad sker der med kassen, når jeg ændrer på grundfladen?

Målet er, at eleverne kan beskrive sammenhængen mellem den todimensionelle repræsentation og den tredimensionelle repræsentation af kassen. Fx "når jeg øger kassens højde, så bliver kassens rumfang større" og "Når jeg rykker på et af kassens hjørner i 2D, så ændres grundfladen, og så øges kassens rumfang også". Det er hensigten, at eleverne kan formulere hypoteser, der beskriver sammenhænge mellem kassens dimensioner og dens rumfang. Fx "når jeg gør højden dobbelt så stor, så kan kassen rumme dobbelt så meget".

### 3.2.6 Feedback loop - faglig argumentation

*Elev - elev feedback*

Grupperne går sammen to og to. Eleverne forklarer og argumenterer for deres undersøgelse i GeoGebra-filen.

- Hvad skete der med kassen da jeg ændrede højden? Hvorfor skete det?
- Hvad skete der med kassen, da jeg ændrede grundfladen? Hvorfor skete det?

### 3.2.7 Fagligt loop - udfoldning af beholdere

#### Materialer:

- GGB-fil 2

*Udfoldning af beholdere (Fra 3D til 2D)*

- Læreren klipper en eller to af beholderne fra introfasen op, så de kan foldes ud til en todimensionel form (fx en lille rosinpakke og en mælkekarton). De snakker på klassen om, hvordan en tredimensionel form kan repræsenteres ved en todimensionel udfoldning.
- En udvidelse af ovenstående GeoGebrafil introduceres. I den nye fil er det muligt at rykke på en skyder, så kassens udfoldning vises.
- Eleverne sidder sammen i makkerpar og afprøver og taler om, hvad der sker, når de rykker på skyderen: udfoldning.

Hensigten er, at eleverne kan forklare, hvad animationen af udfoldningen viser. Fx "Når jeg trækker i skyderen, ser jeg, at kassens sider folde sig ud. Når skyderen er på 1, så er kassen foldet helt ud, og jeg

kan se den todimensionelle figur på tegneblokken, som kassen er sat sammen af." Eleverne kan sammenholde udfoldningen af kassen i GeoGebra med fx rosinpakken eller mælkekartonen, der blev klippet op.

### 3.2.8 Feedback loop - sammenhæng mellem grundflade/udfoldning og kassen i 3D-grafik

Eleverne bytter makker og skal forklare en ny kammerat på hvilken måde, de kan se sammenhænge mellem grundfladen/udfoldningens todimensionelle repræsentation på tegneblokken og kassens tredimensionelle repræsentation i 3D Grafik.

### 3.2.9 Prototyping

#### Materialer

- Arbejdsark A6
- Centicubes
- Papir

Eleverne får til opgave at lave firkantede gaveæsker til en bolsjebutik. Æskerne skal indeholde 12 bolsjer (12 centicubes).

- Lav forskellige firkantede æsker til 12 bolsjer. Byg med centicubes
- Hvor mange forskellige firkantede gaveæsker kan du bygge?
- Byg æsker med plads til 24 bolsjer. Hvor mange kan du lave?
- Sammenlign æskerne til 12 og 24 bolsjer. Hvordan er de ens, og hvordan er de forskellige?
- Hvad nu hvis der skal være plads til 48 bolsjer? Hvordan kan æskerne så se ud?

Lav en fælles afslutning, hvor I kan tale om, hvordan eleverne løste opgaven, og om de undervejs fandt nogle regler. Undersøgelsen kan for nogle elever lede hen til opdagelsen af formelen for rumfang ( $V_{\text{kasse}} = \text{længde} \cdot \text{bredde} \cdot \text{højde}$ ). Hensigten er, at eleverne kan konstruere forskellige bolsjeæsker og kan begynde at se en sammenhæng mellem bolsjeæskernes længde, bredde og højde, og hvad de kan rumme. Fx "En kasse med bredden 2, længden 3 og højden 2 kan rumme 12 bolsjer. Det er fordi  $2 \cdot 3 \cdot 2$  giver 12."

### 3.2.10 Fagligt loop - Tegn arbejdstegning af gaveæskerne på prikpapir

Eleverne skal nu vælge to af de bolsjekasser, de har lavet. Dernæst skal de lave en arbejdstegning af hver kasse forfra, fra siden og oppefra.

- Eleverne introduceres til arbejdstegning.
- Eleverne tegner gaveæskerne fra front, fra siden og oppefra på prikpapir og/eller derefter i GeoGebra.

### 3.2.11 Fagligt loop - Tegn gaveæsker på isometrisk papir

Når eleverne er færdige med arbejdstegningen, skal de lave en isometrisk tegning af de to valgte bolsjeæsker.

- Eleverne introduceres til isometrisk papir. Er eleverne bekendt med isometrisk papir, kan I gå direkte videre til at arbejde i GeoGebra.
- Eleverne tegner gaveæskerne på isometrisk papir og/eller derefter i GeoGebra (isometrisk gitter).

### 3.2.12 Prototyping - Intro til TinkerCad - konstruktion af æske

Eleverne skal her lave en prototype i TinkerCad, som kan printes i 3D. Aktiviteten skal give eleverne forståelsen af sammenhængen mellem model og et færdigt produkt.

Hvis det ikke er muligt at lade eleverne printe deres prototype, er det væsentlige læringsudbytte at arbejde i TinkerCad og udvikle elevernes rummelige forståelse.

### 3.2.13 Introduktion til 3D

Som en introduktion til at designe i 3D og 3D-printning kan denne video vises:

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=4&v=wMGTqecENoA&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=4&v=wMGTqecENoA&feature=emb_logo).

Videoen viser, hvordan børn fra Coding Pirates er med til at hjælpe med at printe værnemidler til brug mod COVID-19. Filmen kan lede frem til en samtale, om eleverne kender til 3D-printere, og om de ved, hvad man kan 3D-printe? Fx kan man 3D printe fødevarer, huse, nye organer, nye tænder og knogler. 3D-teknologien er i øget vækst, og der arbejdes hele tiden på at udvikle nye måder at bruge den på. Hvad kan eleverne selv komme i tanke om, at det kunne være sejt at printe? Måske noget nyt til værelset?

Eleverne har frem til nu skiftevis arbejdet i 2D og i 3D. Start op med en samtale med eleverne, hvor de med deres ord skal prøve at beskrive forskellen på 2D og 3D. Hvad vil det egentlig sige, at noget er todimensionelt eller tredimensionelt?

- Kan eleverne komme med egne eksempler fra deres hverdag, hvor noget er i fx 2D eller i 3D? Fx tegninger, legetøj, centicubes osv.
- Har de prøvet fx at se en film i 3D? Hvordan var det? Hvad gjorde det, at filmen blev vist i 3D?
  - Når noget vises i 3D får man en fornemmelse af, at det er mere virkeligt, da personerne eller figurerne både har højde, længde og dybde.

Videoen her illustrerer forskellen på 2D og 3D og god i overgangen til at bruge TinkerCad:

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=2&v=gWjQGIS4ZuY&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=gWjQGIS4ZuY&feature=emb_logo)

#### Materialer:

- Arbejdsark A9
- PC/Chromebook anbefales. Der kan arbejdes i browserversionen på en iPad. Der er udviklet en app, men den anbefales ikke til dette.
- Konstruer en æske i ThinkerCad: <https://www.youtube.com/watch?v=2R1WAqf1F2Y>
- Hvis eleverne ikke er bekendt med millimeterpapir, kan det være en god idé at introducere dette for eleverne. Grundfladen i TinkerCad er bygget op på millimeterpapir. Dette kan gøres ved, at eleverne får udleveret et papir og en lineal og skal prøve at komme med deres bud på, hvordan felterne er inddelt. Fx hvor mange af de helt små kvadrater der skal bruges på en cm.

For at komme i gang med TinkerCad på klassen, er det nemmest, at du som lærer opretter en klasse og giver hver elev et brugernavn. Derefter kan eleverne logge ind på det klasserum du som lærer opretter i TinkerCad: <https://www.tinkercad.com/teach>

For at eleverne skal blive fortrolige med TinkerCad, skal de arbejde i makkerpar i et rollespil. De fordeler rollerne *Chef* og *Sekretær* mellem sig. Chefen ser videoen "konstruer en æske i TinkerCad". Ud fra videoen

fortæller chefen, hvad sekretæren skal gøre. Dvs. at Chefen instruerer sekretæren: Hvordan programmet åbnes, hvilke funktioner, der skal anvendes osv. Rollerne kan byttes undervejs.

Det er ikke nødvendigt, at læreren på forhånd er fuld fortrolig med ThinkerCad. Videoen viser, hvad eleverne skal gøre, men det kan være en god idé at læreren selv har prøvet at lave æsken ud fra videoen inden. Men yderligere kendskab til programmet er ikke nødvendigt.

### 3.2.14 Iterationsproces - design af beholder i TinkerCad

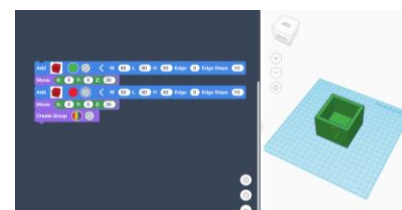
Når eleverne er blevet fortrolige med TinkerCad skal de designe deres egen beholder. De bestemmer selv, hvilken grundflade beholderen skal have. Den skal ikke have låg

- De skal ud fra TinkerCads lineal-funktion bestemme, hvor mange deciliter havregryn beholderen ca. kan indeholde.
- Eleverne anvender deres tidligere erfaringer med måling af beholderes rumfang med havregryn.

Hvis det er muligt, kan eleverne printe en miniudgave af deres beholder.

### 3.2.15 Iterationsproces – brug af kodefunktion i TinkerCad

Eleverne henter en færdig designet beholder i TinkerCad (<https://www.tinkercad.com/codeblocks/ag6MZp8r8SI-beholder-tekforsoget>); beholderen kan indeholde 1 dl. Eleverne prøver at ændre på de enkelte værdier, der er skrevet ind i algoritmen og de undersøger, hvad der sker. Tanken er, at eleverne igennem deres undersøgelse af algoritmen kan se en sammenhæng mellem den beholder de selv har designet og denne.



Figur 3 Beholder kodet i TinkerCad

- Fx kan jeg få kassen til at blive højere?
- Skal der ændres på begge kasser (indvendig og udvendig)? Hvilken af koderne afgiver den indvendige kasse og hvilken den udvendige?
- Kan eleverne se en sammenhæng mellem den kasse, de selv har designet i TinkerCad og denne? Hvor er lighederne eller forskellene?
- Hvad kan man bruge denne funktion til i TinkerCad? Er det smart? Hvornår vil det være smart at bruge? Det kunne fx være, at man skulle designe flere af den samme type kasse og derved danner en løkke, så algoritmen gentager sig selv x antal gange. Det kan også være, at eleverne finder det mere præcist at placere hullet i beholderen i kodningsværktøjet.

### 3.2.16 Prototyping - design af egen målebeholder

Eleverne skal enkeltvis eller i grupper designe deres egen beholder med egen måleenhed. Denne måleenhed skal eleverne efterfølgende navngive. Fx "Ny mål" eller "Sofie-Amalie-mål", så måleenheden bliver deres. Opgaven er åben, så eleverne kan både lave beholderen i pap, modellervoks eller 3D-printe den.

Elevervejser:

- Hvilken form skal vores beholder have?

- Hvad skal målene ca. være?
- Kan vi fremstille en prototype i pap, tegne den på isometriske papir eller anvende GeoGebra-filen? Her skal eleverne trække på tidligere erfaringer fra forløbet.
- Har vi adgang til en 3D-printer?

Kriterie:

- Eleverne skal som minimum lave en arbejdstegning af deres beholder fx på prikpapir eller i GeoGebra.

### 3.2.17 Fagligt loop - måle rumfang af beholdere med egen måleenhed

Eleverne skal nu måle rumfanget af kendte beholdere med deres egen måleenhed og havregryn

- De beholdere eleverne målte rumfanget på i begyndelsen af forløbet findes frem igen sammen med de observationer, eleverne gjorde sig med decilitermålet.
- Nu skal eleverne måle beholdernes rumfang ved at bruge deres egen måleenhed.

Hensigten er, at eleverne skal måle rumfang af en beholder ved at fylde beholderen med havregryn og tælle antal enheder. Fx En skolemælk kan rumme 10 Sofie-Amalie-mål".

### 3.2.18 Opsamling

Læreren faciliterer en opsamling, hvor eleverne skiftes til at fremlægge deres resultater i plenum.

Følgende spørgsmål kan stilles:

- Hvad kan vi sige om de nye måleenheder i forhold til at måle indholdet i beholderne?
- Kan I sige, om jeres enhed måler mere eller mindre end en deciliter? Derefter prøver eleverne at teste deres egen måleenhed af med et decilitermål. Hensigten er, at eleverne bliver fortrolige med, at rumfang kan måles med forskellige måleenheder, og at eleverne kan formulere en sammenhæng mellem 1 deciliter og deres egen måleenhed. Fx "der skal fire Sofie-Amalie-mål til en deciliter".

### 3.2.19 Fagligt loop - Egen måleenhed i opskrift på havregrynskugler

Materieler

- Arbejdsark: opskrift på havregrynskugler

Eleverne tager udgangspunkt i en kendt opskrift på havregrynskugler, hvor mængderne er angivet ved deciliter. De skal omskrive opskriften, så den anvender deres egen måleenhed. Hensigten er, at eleverne kan omregne mellem deciliter og egen måleenhed i en opskrift. Der skabes derved en forståelse for, at bestemte enheder bruges til at måle bestemte egenskaber.

- Hvis det er muligt, går klassen i hjemkundskab og laver havregrynskuglerne, hvis ikke kan eleverne tage opskriften med og afprøve den hjemme.
- Er beholderen produceret i pap, kan den evt. beklædes med en frysepose indvendigt.
- Hvis beholderen tages med hjem, kan det aftales, at den evt. går på skift i gruppen. Er den produceret i pap kan eleverne fx lave en til hvert gruppemedlem.

### 3.2.20 Prototyping – re-design af beholder med egen måleenhed

Eleverne har nu testet deres måleenhed og skal re-designe deres beholder med egen måleenhed, så den kan fremlægges til fernisering. De kan optimere beholderen enten på design eller rumfang. Dvs. at de kan

arbejde med at lave beholderen til en prototype på design, så den evt. kan blive det "nye" decilitermål. Eller de kan ændre på beholderens form, således at rumfanget bliver mere anvendeligt i forhold til at omregne mellem andre enheder. Fx at deres enheds mål "går op" med en deciliter.

### 3.3 Outrofase: Ny forståelse og nye kompetencer

Eleverne skal i outrofasen samle op på den tilegnede viden. Grupperne skal lave en fernisering, hvor de viser deres egen beholder frem.

#### 3.3.1 Varighed

4 lektioner

#### 3.3.2 Fernisering og fremvisning af egne beholdere

Eleverne forbereder en fremvisning af deres beholder til en fernisering for bedsteforældre, forældre og søskende. Ferniseringen indeholder både 1) en præsentation af elevernes arbejde og 2) en workshop, hvor gæsterne selv kan afprøve nogle af de faglige loops.

1) Eleverne tager udgangspunkt i deres portofolie og laver en planche + evt. en video, der skal beskrive deres proces frem mod designet af deres måleenhed. Dette illustreres via de opgaver, de har lavet undervejs, hvor de fortæller om, hvordan de har brugt denne viden i deres overvejelser over designet. På planchen kan eleverne vælge at lave forskellige nedslag fra forløbet. Det kan fx være isometriske tegninger af bolsjeæsken, som de har udvidet til isometriske tegninger af deres egen måleenhed, eller det kan være, at de vælger at lave et screencast af en prototype lavet i TinkerCad eller i GeoGebra, som de kan vise under ferniseringen.

2) Eleverne vælger sig ind på forskellige workshops, der repræsenterer nogle af de faglige loops i forløbet. Fx isometrisk tegning, kategorisering af beholdere, fremstilling af prototype i pap, design af beholder i TinkerCad mv. Eleverne forbereder en aktivitet, som giver gæsterne mulighed for at afprøve disse færdigheder. Den skal i alt tage ca. 20 min.

Forældre, bedsteforældre og søskende inviteres til ferniseringen. Eleverne stiller deres illustrationer op ved borde i samme lokale (evt. en gymnastiksal eller et fællesrum, hvor det er muligt, at gæsterne kan cirkulere rundt mellem opstillingerne). Grupper af borde skal også kunne anvendes til workshops.

Forslag til tidsplan for en fernisering (fx 15-16)

15.00-15.10: Velkomst ved læreren. Her fortælles om forløbet, problemstillingen og hvilke teknologier eleverne har arbejdet med.

15.10-15.25: Præsentationsrunde. Gæsterne fordeler sig rundt ved bordene, og eleverne præsenterer deres plancher og viser deres videoer. De fremlægger deres overvejelser over beholderens form og rumfang. De illustrerer, hvordan de er kommet frem til omregningsfaktoren mellem deres måleenhed og decilitermålet. Gæsterne spørger ind og bidrager med perspektiver som fx andre måleenheder (pund, dusin mm.)

15.30-15.50: Workshops: Gæsterne fordeler sig ud i workshopperne og får lov at afprøve udvalgte færdigheder. Fx at designe en æske i TinkerCad. Ellerverne faciliterer workshoppen.

15.50-16-00: Tak for i dag.

## 4. Perspektivering

### 4.1 Evaluering

Med afsæt i forløbets faglige aktiviteter og de enkelte feedbackloops, har læreren mulighed for at identificere de tegn på læring, som er til stede i forløbet. Det sker gennem umiddelbar observation. Læreren opretter en logbog til forløbet, hvor der løbende noteres observationer om elevernes udvikling og læring. Fx. Åbnes logbogen efter hver lektion, og læreren skriver umiddelbare observationer ind i logbogen. Disse notationer er udgangspunkt for mere grundige analyser i slutningen af forløbet. Samtalerne i de forskellige loopsituationer er væsentlige for lærerens opgave i forhold til at vurdere, hvad eleverne har lært i den samlede forløb, hvad der bør samles op på fremadrettet - og ikke mindst, hvordan elevernes opnåede erfaringer og viden kan sættes i spil i andre forløb eller perspektivere til andre forløb i fx natur/teknologi eller tidligere forløb i matematik.

I løbet af forløbet kan følgende vurderes i forhold til elevernes udbytte:

- Hvordan er sammenhængen mellem begreber fra introfasen til brugen af dem i konstruktionsfasen?
- Kan eleverne agere kreativt i forhold til problemstilling og faglige begreber?

I lærerens logbog kan læreren notere systematiske optegnelser af iagttagelser af tegn på elevens læring undervejs i feedbackloops og ved fremlæggelsen af den beholder, de har lavet i TinkerCad, bl.a. ud fra målene for forløbet:

- Eleven skal få viden om, at bestemte enheder bruges til at måle bestemte egenskaber.
- Eleven kan kende forskellige måleenheder. Fx liter (l), deciliter (dl), gram (g), styk (stk). De skal kunne anvende måleenhederne til at læse og afkode en beholders varedeklaration i forhold til indhold, fx at en pakke smør indeholder 250 g smør og en skolemælk indeholder  $\frac{1}{4}$  l mælk.
- Eleven kan med egne ord forklare begrebet rumfang i forhold til en beholder. Det kan både være ved brug af en kendt enhed som dl, men det kan også være ved at bruge en enhed, de selv definerer. Fx den enhed, de har defineret til deres egen beholder.
- Eleverne kan beskrive sammenhængen mellem en todimensionelle repræsentation og en tredimensionelle repræsentation af forskellige figurer. Eleven har en forståelse for, hvornår digitale redskaber kan bruges i designet af 3D figurer.

Slutevaluering: Observationerne i lærerens logbog analyseres i slutningen af forløbet, og det vurderes, hvilke loops, der fungerede efter hensigten, og hvilke loops, der danner grundlag for forbedringer. Forslag til ændringer eller udvidelser noteres.

## 4.2 Progression

Forløbet *Design og re-design af beholdere*, arbejder med at udvikle elevernes begyndende forståelse for rumfang. Forløbet bygger videre på elevernes forståelse for figurer i planen, og de begynder at danne sig erfaringer med figurer i 3D. Ligeledes udvikler dette forløb elevernes begyndende forståelse for matematiske fagudtryk relateret til fagområdet geometri. Eleverne skal i dette forløb udvikle deres forståelse om geometriske figurer i 3D, og koble dette sammen med matematiske fagudtryk. Dette forløb anvender 3D-programmer, som også bliver anvendt i billedkunst 3. klasseforløbet "Skulptur- og arkitekturarbejde med 3D design og programmering". Derfor opfordrer vi til, at der bliver skabt en dialog mellem lærerne, som underviser i netop de forløb med henblik på at skabe den bedst mulige progression i brugen af de pågældende teknologier.

## 4.3 Differentieringsmuligheder

Under de enkelte forløb er der beskrevet differentieringsmuligheder for de enkelte opgaver. Det vil for nogle elever være nok at kunne kende forskel på forskellige måder at behandle data på, hvor andre elever godt vil kunne begynde at benytte matematikfaglige udtryk i forhold til de deskriptorer, de arbejder med.

## 4.4 Særlige opmærksomhedspunkter

Forløbet lægger op til, at der skal bruges en 3D-printer i outofasen. Denne vil kunne lånes via det lokale CFU. Dog vil outofasen godt kunne afvikles uden brug af 3D-printer, hvor eleverne blot formidler deres beholder via TinkerCad.

## 4.5 Litteratur

Krauss, J. & Prottzman, K. (2017). *Computational Thinking and Coding for Every Student: The Teacher's Getting-Started Guide*. SAGE Publications Inc, Thousand Oaks, United States.