

# TEKNOLOGIFORSTÅELSE

MATEMATIK 2. KLASSE  
EFTERÅR

## Design klassens nye ur

Udarbejdet af Bo Teglskov Kristensen i samarbejde med Adrian Rau Bull, Camilla Finsterbach Kaup, 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  
ODK



VIA University  
College

UCN

RAMBOLL

<b>1. FORLØBSBESKRIVELSE</b> .....	<b>3</b>
1.1 BESKRIVELSE .....	3
1.2 RAMMER OG PRAKTISKE FORHOLD: .....	3
<b>2. MÅL OG FAGLIGE BEGREBER</b> .....	<b>5</b>
<b>3. FORLØBSNÆR DEL</b> .....	<b>6</b>
3.1 INTROFASE: FORFORSTÅELSE OG KOMPETENCER.....	6
3.2 UDFORDRINGS- OG KONSTRUKTIONSFASE: .....	12
3.3 OUTROFASE: NY FORSTÅELSE OG NYE KOMPETENCER: .....	14
<b>4. PERSPEKTIVERING</b> .....	<b>15</b>
4.1 EVALUERING: .....	15
4.2 PROGRESSION .....	17
4.3 DIFFERENTIERINGSMULIGHEDER.....	17

## 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.

# 1. Forløbsbeskrivelse

## 1.1 Beskrivelse

De digitale værktøjer har gjort det muligt for de fleste at arbejde kreativt og skabe smukke produkter. Desuden åbner de digitale filer mulighed for at få eksterne producenter til at lave et fysisk produkt på baggrund af filen. Forløbet har fokus på at eleverne i en designproces arbejder kreativt og skabende med de digitale værktøjer fra matematikfaget

Urskivedesignet er ikke et digitalt artefakt, men designprocessen er hentet fra teknologiforståelsesfagligheden, og er med til at løfte forløbet og matematikken til nye højder. I forløbet udgør det dynamiske geometriprogram et digitalt artefakt, der er skabt med en bestemt intention. I forløbet bruges programmet anderledes, end det oprindeligt var intenderet, og det udvider elevernes kapacitet til at skabe et produkt og fokusere på æstetik i matematikundervisningen.

Også i fagformålet for matematik peger forløbet ind i stk. 2, hvor der står:

”Elevernes læring skal baseres på, at de selvstændigt og gennem dialog og samarbejde med andre kan erfare, at matematik fordrer og fremmer kreativ virksomhed, og at matematik rummer redskaber til problemløsning, argumentation og kommunikation.”

Begge disse passager peger videre op i stk. 2 i folkeskolens formål.

### Produkt:

GeoGebrafil med et urskivedesign. Evt. selve uret, hvis man vælger at få det produceret.

## 1.2 Rammer og praktiske forhold:

### 1.2.1 Varighed:

Ca. 15 lektioner svarende til ca. 3 uger - afhængigt af brugen af faglige loops, feedbackloops og iterationer i designprocessen.

### 1.2.2 Materialer:

- Adgang til computere eller andre enheder for alle elever eller grupper.
- Adgang til et dynamisk geometriprogram. I dette forløb bruges GeoGebra, men andre kan også bruges.

- Til forløbet findes en **GeoGebraBog** med materialer af relevans for forløbet. Bogen kan findes på [kortlink.dk/xz26](http://kortlink.dk/xz26)

**Tekfosøget - Design klassens ur**

Inspiration

Til læreren

## Tekfosøget - Design klassens ur

**Forfatter** Bo Kristensen

Her kan du finde beskrivelse Inspirationsmateriale til arbejdet med at designe klassens ur.



- Der findes desuden nogle **kopiark** og **bilag** til forløbet i en mappe på Google Drev på linket: [kortlink.dk/y6bs](http://kortlink.dk/y6bs). Den indeholder disse dokumenter:
  - Designprocesser i matematik - Bilag og kopiark
  - Elevprodukter - alle (fra tidligere forløb)
  - Evaluering - 3-2-1 - skema
  - Feedback - To stjerner og et ønske
  - Sorter ure (udvalgte elevdesigns til sorteringsøvelse med fokus på kvalitetskriterier.

**Design ure - kopiark og bilag** DOWNLOAD ALLE


Filer Navn ↑

Designprocesser i matematik

- Følger
- Distillerede og uendelige
- Flytninger
- Præcision


Designprocesser i mate...

Design fra undervisningen - Matematiske




Elevprodukter - alle

Evaluering - 3-2-1 - skema



Evaluering - 3-2-1 - ske...

To stjerner og et ønske



Feedback - To stjerner ...

Sorter ure



Sorter ure

## 2. Mål og faglige begreber

Målene nås ved at eleverne arbejder i en iterativ designproces, med fokus på indholdet af de enkelte elementer i denne. Samtidig arbejder eleverne med at lave geometriske figurer med et konkret formål, hvilket bør være en motiverende faktor.

KOMPETENCEOMRÅDER	TEKNOLOGIFORSTÅELSE	GEOMETRI OG MÅLING	MATEMATISKE KOMPETENCER
<b>Kompetencemål (efter 3. klassesetrin)</b>	Eleven kan handle hensigtsmæssigt med digitale teknologier i afgrænse de situationer fra deres hverdag	Eleven kan anvende geometriske begreber og måle	Eleven kan handle hensigtsmæssigt i situationer med matematik
<b>Færdigheds- og vidensmål (efter 3. klassesetrin)</b>	Digital design og designprocesser <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleven kan deltage i at rammesætte problemstillinger fra konkrete situationer og ideudvikle på løsninger hen imod konkrete produkter</li> <li>Eleven har viden om kompleks problemløsning.</li> </ul>	Geometrisk tegning <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleven kan tegne enkle plane figurer ud fra givne betingelser og plane figurer, der gengiver enkle træk fra omverdenen.</li> <li>Eleven har viden om metoder til at tegne plane figurer, herunder med et dynamisk geometriprogram</li> </ul>	Hjælpe midler <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>
		Placeringer og flytninger <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleven kan beskrive og fremstille figurer og mønstre med spejlingssymmetri.</li> <li>Eleven har viden om metoder til at fremstille figurer og mønstre med spejlingssymmetri, herunder digitale værktøjer.</li> </ul>	

### Konkretiserede læringsmål

- Eleven kan medvirke til at rammesætte og opstille kriterier for et konkret produkt.
- Eleven kan lave geometriske konstruktioner i et dynamisk geometriprogram med udgangspunkt i kriterier.
- Eleven kan lave geometriske flytninger i et dynamisk geometriprogram.
- Eleven kan argumentere for de valg, der er taget i konstruktionen.

### Faglige begreber i forløbet

Symmetri, spejle, dreje, parallelforskyde/skubbe, polygon, flytning, spejlingsakse, design, argumentere, rammesættelse, idéer, feedback, konstruktion

## 3. Forløbsnær del

### 3.1 Introfase: Forforståelse og kompetencer

#### 3.1.1 Varighed

varighed 4-6 lektioner

Lektioner i introfasen (kan til- og fravælges efter behov og klassens forudsætninger)

1. Undersøg mønstre i verden omkring eleverne. (2 lektioner)
2. Vurder andre elevers urskiver. (1 - 2 lektioner)
3. Brugbar feedback. (1 - 2 lektioner)
  - Evt. Introduktion til GeoGebra. (Bør ikke tage lang tid, da der er indlagt i konstruktionsfasen)
  - Evt. Introduktion til mønstre og flytninger. (Kan også lægges ind i punkt 1 herover)

#### 3.1.2 Problemfelt:

I forløbet skal eleverne undersøge, hvordan de kan bruge matematisk former fra verden omkring dem, til at designe et ur. Forløbet omhandler derfor, hvordan former kan inspirere design, og hvordan man via digitale hjælpemidler kan bearbejde og udvikle disse designs. Undervejs i processen vil eleverne arbejde med både at reducere og forøge kompleksitet i de designs, som de arbejder med. Forløbet taler dermed ind i et overordnet problemfelt omhandlende, hvordan man kan arbejde kreativt med design af fysiske produkter med hjælp fra digitale værktøjer.

#### 3.1.3 Problemstilling:

Hvordan kan man skabe et ur med mønstre ved hjælp af digitale hjælpemidler?

I skal fremstille en billedfil med en urskive til klassen. Urskiven skal opfylde klassens krav.

#### 3.1.4 iscenesættelse:

Introfasen tjener flere formål:

Eleverne skal have **præsenteret** og **tage ejerskab** til den overordnede udfordring - At designe en urskive med et mønster til klassens nye ur.

Eleverne skal **samle empiri** omkring mønstre og ure med mønstre rundt omkring i verden og i processen søge inspiration til det ur, de selv skal producere.

Eleverne skal have øget deres opmærksom på, hvordan de på forskellige måder kan **vurdere** et ur/mønsters (produkts) **kvalitet**.

Eleverne skal arbejde med at udvikle foreløbige tommelfingerregler for, hvordan de giver **konstruktiv feedback**. Eleverne skal evt. have en **teknisk introduktion til programmet GeoGebra** (griber dog også ind i fordybelsesfasen)

I introfasen præsenteres eleverne for udfordringen, at klassen skal have nyt ur, som klassen i fællesskab skal designe urskiven til og træffe valg omkring. Hvis det er muligt, kan I efterfølgende få uret produceret hos en [ekstern producent](#) ved at indsende urskivedesignet som en billedfil, som producenten efterfølgende producerer og sender til jer. Formen på uret, kan indgå i kriterierne for elevernes design, men det er oplagt at afgrænse den til de muligheder for facon, som producenten tilbyder. Har man ikke mulighed for at købe et ur til klassen, kan man også vælge andre cases som fx design af ur hjem til ens værelse, til det lokale plejehjem, klubhuset, en butik, en slægtning eller lign. Afhængigt af valget, kan man indtænke større eller mindre grader af brugerundersøgelser af deres behov i designet.

Man kan dog også vælge at hænge en udprintet papirversion af uret op under forløbet.

### Overblik over forløbet for eleverne:

Nogle ønsker at ride forløbet op for eleverne i introfasen, og herunder er i overskrifter, hvordan forløbet er bygget på. Overskrifterne uddybes længere fremme i forløbsbeskrivelsen her.

#### Introfase:

Introduktion til mønstre og urskivedesign.

Tommelfingerregler om konstruktiv feedback

Klassens fælles beslutning om kriterier for urskiverne (rammesætning). ("Produkt")

#### Konstruktions- og fordybelsesfase:

Konstruktion af prototyper/skitser af urskiver i grupper og løbende feedback.

Undervejs faglige loops, hvor eleverne gennem videoinstruktioner lærer at bruge GeoGebra og mønstre med symmetri.

Design af gruppernes endelig urskive. (produkt)

#### Outrofase:

Afsluttende udstilling og udvælgelse af klassens ur.

Finpudsning af uret ud fra klassens ønsker. (produkt)

Herunder følger aktiviteter, der kan bruges i introfasen. De har alle til formål at klæde eleverne på til det efterfølgende arbejde med at designe ure. Aktiviteterne fungerer som en fælles rammesættelse af det videre design, og da eleverne både er i rollen som kunder/modtagere og producenter, er det muligt løbende at skifte

mellem og gøre opmærksom på disse to roller. Introfasen skal munde ud i nogle specifikke kriterier, som urene skal opfylde.

Inden eleverne går i gang med at opremse mulige kriterier, skal de afdække feltet ved at indsamle viden om mønstre og urskiver med mønstre.

- **1: Undersøgelse af mønstre i verden omkring eleverne**

**Varighed:** ca. 2 lektioner.

**Organisering:** Kan både være solo eller i mindre grupper på op til 3 elever.

**Materialer:** GeoGebraBog på [kortlink.dk/xz26](http://kortlink.dk/xz26) – "Mønstre omkring os" og "Ure med mønstre".

**Beskrivelse:**

Eleverne undersøger med udgangspunkt i arbejdsarket "Mønstre omkring os" i GeoGebraBogen, hvad der kendetegner et mønster, og hvor der findes mønstre i verden omkring os. Indled fx med at se de første 3 minutter af filmen sammen og læse teksten på siden op fælles i klassen. Man kan både lade eleverne arbejde på nettet og finde mønstre der, men man kan også lade dem gå ud på skolen og finde eksempler konkrete eksempler på mønstre. Der er desuden flere eksempler på mønstre på urskiver i arbejdsarket "Ure med mønstre" i GeoGebraBogen.

Formålet er at eleverne skal opleve, at mønstre kan se ud på mange måder og være både mere eller mindre komplekse. Desuden skal de kunne beskrive, hvorfor noget er et mønster, fx ved at beskrive, hvad det er, der bliver gentaget på en bestemt måde.

Som en del af lektionerne kan eleverne begynde at tegne simple ting i GeoGebra, som beskrevet i arbejdsarket "Mønstre omkring os" i GeoGebraBogen.

- **2: Vurder elevprodukter**

**Varighed:** 1 til 2 lektioner.

**Organisering:** Grupper på 2 til 3 elever.

**Materialer:**

- Farveprint af 2 sæt af 3 forskellige ure fra "Sorter ure" i bilagsmappen (Google Drev) på <http://kortlink.dk/y6bs>. Halvdelen af grupperne skal have det ene sæt med 3 ure. Den anden halvdel af grupperne skal have det andet sæt med 3 andre ure.
- Post-its
- Evt. kopiark 1 i "Designprocesser i matematik" som stillads. Ligger også i bilagsmappen.

**Beskrivelse:**

Start lektionen med at illustrere/opføre trin 1 herunder:



1. Eleverne arbejder i grupper på 2 til 3 elever. Hver gruppe får udleveret 3 ure, som de skal lægge i rækkefølge fra det, de synes, er mindst pænt, til det pæneste. Gruppen skal være enige om rækkefølgen.

Mellem det mindst pæne og det næste ur sætter eleverne en post-it eller en lap papir, og skriver "Det her ur er pænere end det andet fordi...". Herefter skriver de en **positiv** begrundelse om noget på det pæneste af de to ure. Det kunne være sætninger som "Det her ur er pænere end det lige før, fordi der er farver på hele uret", eller "Det her ur er pænere end det lige før, fordi der er et pænt mønster med figurerne.", eller lign. Det gentages for de næste to ure i rækken. Der må gerne skrives flere begrundelser mellem urene.

2. Grupperne går nu sammen 2 og 2, så de i alt har 6 forskellige ure i den nye store gruppe. Disse ure skal nu rangordnes og der skal skrives positive begrundelser i overgangene mellem urene.

3. Til slut samles der op fælles i klassen, ved at gruppernes forskellige positive begrundelser samles på en liste.

Listen skrives ind online. Til det formål kan man fx bruge et Googledokument eller en Padlet og stemme om de forskellige begrundelser i klassen, og notere stemmer undervejs. Hvis man har en klasse, der er godt kørende online, kan man også benytte et online spørgeskema fx i form af Mentimeter.com, hvor man kan lave en rankingafstemning over alle kriterier, og efterfølgende sende eleverne ind for at stemme. Man kan dog også gøre det helt analogt fx ved at skrive på tavlen kombineret med håndsoprækning.

Lektionen skal dog munde ud i en liste med mellem 3 og 5 kriterier, som klassen er blevet enige om **SKAL** være opfyldt i gruppernes designs, og som de kan tilgå undervejs i fase to.

De resterende punkter på listen kan indgå som inspiration, men ikke krav til urenes designs.

Det er centralt, at det er elevernes liste, og at det primært er dem, der opstiller bud på kriterier. Det kan dog være nødvendigt at supplere med kriterier og at hjælpe dem med deres formuleringer, fx ved at udlevere kopiark 1 fra "Designprocesser i matematik" med opmærksomhedspunkter.

I teknologiforståelsesfagligheden arbejder man med begrebet "Rammesættelse", og udarbejdelsen af listen med kriterier fungerer i designprocessen i forløbet her, som en form for rammesættelse. Eleverne har været ude og indhente informationer (undersøge) området, og de har afgrænset deres fremadrettede proces ved at udvælge nogle bestemte kriterier. Producerer man ure til andre målgrupper end klassen, vil det være nødvendigt at inddrage eller i hvert fald indtænke disse i udarbejdelsen af kriterierne.

Det vil styrke elevernes forståelse af begrebet rammesættelse fremadrettet, hvis man allerede i dette beløb kobler begrebet til den proces, de har deltaget i. Rammesættelse rummer meget andet end det, men det giver alligevel eleverne en idé om, hvad begrebet handler om.

Herunder er nogle eksempler på kriterier, der kunne være oplagte, hvis klassen mangler inspiration. Vær dog opmærksom på, at de lugter lidt af lærerformuleringer:

- Der skal indgå parallelforskydninger/spejlinger/drejninger i uret.
- Uret skal have nogle bestemte dimensioner - fx at det skal være rundt.
- Der skal indgå parallelforskydninger/spejlinger/drejninger i uret.
- Der skal indgå regulære polygoner i uret.
- Der må ikke være hvide områder på uret.

- Der skal være et billede af skolens logo et sted på uret.
- Der må højst indgå 5 forskellige farver / mindst 3 forskellige farver.
- De tolv klokkeslæt skal være markeret i mønstret.
- Osv...

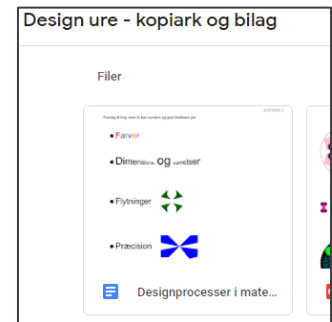
- **3. Brugbar feedback:**

**Varighed:** 1 – 2 lektioner

**Organisering:** Grupper på 2 til 3 elever.

**Materialer:**

- Kopiark 2 i dokumentet "Designprocesser i matematik" på [kortlink.dk/y6bs](http://kortlink.dk/y6bs)
- Evt. også kopiark 3 og 4



**Beskrivelse:**

I designprocesser spiller feedback en central rolle, og det er derfor vigtigt, at eleverne lærer at give og modtage feedback på en hensigtsmæssig måde. Det sker ikke af sig selv, og samtidig kan det være hårdt at bruge elevernes egne produkter og kommentarer i det indledende arbejde med feedback. Derfor arbejder eleverne i dette forløb med at vurdere andres feedback ud fra en intuitiv vurdering af, hvad der er god/rar feedback, selvom den reelt beder eleverne om at lave noget om eller forbedre et produkt.

Som optakt til arbejdet kan du tage en fælles diskussion med klassen om, hvad feedback egentlig er for noget, og få eleverne til at sætte nogle umiddelbare ord på begrebet. Du kan evt. iscenesætte det ved at vise et tilfældigt urskivedesign og sige til eleverne, at du har brug for deres hjælp til at høre, hvad, de synes, fungerer, og hvad du kan gøre endnu bedre.

Det kan føre over i en diskussion om de følelser, der kan opstå, når man modtager kritik af noget, man har lagt kræfter i, og hvordan man kan gøre det på en ordentlig måde. Både som modtager og som afsender.

Herefter sættes eleverne i gang med aktiviteten herunder.

1. Eleverne arbejder i grupper på 2 til 3 elever. Hver gruppe får udleveret nogle kort med eksempler på feedback. Disse skal sorteres i brugbare og ikke brugbare. Du kan enten bruge dine egne eksempler eller tage udgangspunkt i eksemplerne på kopiark 2. Feedbacken i forløbet her går på produktet, og den skal klæde eleverne på til at lave et endnu bedre produkt i andet og tredje forsøg. Eleverne skal undervejs diskutere, hvordan de forskellige slags feedback virker på dem, og hvordan de ville have det med at modtage de forskellige eksempler som feedback. Elevernes svar vil variere fra elev til elev.

2. Der samles op fælles i klassen, og der skrives nogle tommelfingerregler for brugbar feedback op. Du kan evt. tage udgangspunkt i nogle af pointerne på kopiark 3, men det er bedre, hvis det er elevernes egne

formuleringer, der danner fundamentet for listen.

3. Eleverne skal nu i grupperne fra før med udgangspunkt i de fælles pejlemærker for god feedback forsøge, at give feedback til et ur fra øvelsen fra de foregående lektioner. Det overordnede spørgsmål kan være "Hvordan kan vi hjælpe skaberen af uret med at lave et endnu pænere ur?". Her kan du evt. stilladsere elevernes arbejde med at give feedback ved at udlevere nogle sætningsstartere. Du kan lave dine egne eller tage udgangspunkt i eksemplerne på kopiark 4.

4. Der følges op på arbejdet fælles i klassen og konkrete eksempler diskuteres, ligesom det diskuteres, hvad der er særligt svært og let ved at give god feedback.

### 3.1.5 Faglige loops:

- **1: Evt. GeoGebra – kom godt i gang**  
- Eleverne lærer programmet at kende.

**Varighed:** Varierer fra klasse til klasse. Vær opmærksom på, at der er tænkt instruktionsvideoer ind undervejs i konstruktionsfasen.

- **Beskrivelse:**  
Grundkursus i GeoGebra fx med udgangspunkt i forløbet her:  
<https://sites.google.com/site/geogebraadkgodtigang/>

- **2: Evt. Flytninger og mønstre**  
- Hvis eleverne ikke før har arbejdet med mønstre, flytninger og symmetri, kan det tænkes ind som faglige loops både før og under konstruktionsfasen.

**Varighed:** varierer fra klasse til klasse.

#### **Beskrivelse:**

De fleste bogsystemer i indskolingen har afsnit om mønstre, flytninger og symmetri, og dem kan man med fordel inddrage i forløbet her. Men det er en del af GeoGebra-Bogen med inspirationseksempler, at man arbejder med de tre matematiske emner.

I GeoGebra-Bogen til forløbet har vi samlet nogle eksempler fra forskellige bogsystemer på, hvor de arbejder med nogle af temaerne.

## 3.2 Udfordrings- og konstruktionsfase:

### 3.2.1 Konkret udfordring:

I skal lave et ur med et mønster i GeoGebra.

Uret skal passe til at hænge i jeres klasse.

Uret skal leve op til klassens kriterier.

I denne fase skal eleverne producere et design til deres ur. For at være ordentligt klædt på fra introfasen, skal eleverne have gjort sig erfaringer med mønstre omkring dem og herudfra have udarbejdet en fælles liste med kriterier til urene.

Arbejdet skal foregå med indlagte feedbackloops, hvor eleverne sparrer med hinanden om deres urskivedesigns. I forbindelse med de faglige loops, bør man bruge noget tid på at klæde eleverne på til at give og modtage feedback, hvis der er behov for yderligere fokus på det, udover arbejdet i introfasen. Arbejdet med feedback kræver, at man løbende har fokus på det, og at eleverne øver sig i at give og modtage feedback i processer som disse. Nogle klasser/elever vil have behov for en mere stramt lærerstyret form, mens andre klasser vil kunne håndtere den friere form med feedback mellem elever i mindre grupper. Det er dog vigtigt, at I løbende i klassen fælles og ude i grupperne får diskuteret, hvad der får feedback til at fungere eller ikke fungere.

Gennem fasen arbejder eleverne i mindre grupper med at hente inspiration, tage beslutninger om urets udseende og producere midlertidige udkast til deres endelige produkt. Du kan overveje, om nogle elever skal have mulighed for at arbejde alene.

Undervejs i processen bør du løbende indlægge feedbackloops, hvor eleverne kan bytte produkter med andre grupper og give hinanden feedback. Denne feedback kan stilladseres med inddragelse af sætningsstarterne og vurderingskriterierne fra introfasen.

Den tekniske del af urskiveproduktionen foregår ved at eleverne ser videoer, der viser, hvordan de laver forskellige relevante geometriske konstruktioner i GeoGebra. I GeoGebra-Bogen på [kortlink.dk/xz26](http://kortlink.dk/xz26) findes forskellige instruktionsvideoer til typiske konstruktioner, men eleverne kan også forsøge at bruge YouTube og Google. Du bør dog være opmærksom på, at eleverne let kan fare vild på nettet og ende med at spille en masse tid uden at få noget ud af det. Brugen af instruktionsvideoer er en uformel læringsstrategi, der er velkendt for mange elever helt ned i indskoling. Det kan dog også være dig som lærer, der hjælper eleverne med at konstruere bestemte figurer til urene.

Det vil være forskelligt fra elev til elev, hvilken grad af teknisk stilladsering, de har behov for.

I udfordrings- og konstruktionsfasen bliver strukturen løsere end i introfasen, da der ikke skal formidles et bestemt indhold. Det kan dog være hensigtsmæssigt at have en struktur på de delfaser eleverne skal igennem. Det kan fx ske i en iterativ proces med delfaser som disse:

1. **Empiri og inspiration indsamles og de første idéer laves** - Hvad vil vi godt at have med på vores ur? Elevernes skitser til ure fra introfasen kan inddrages. De kan også bruge elevprodukterne fra

bilagsmappen på [kortlink.dk/y6bs](http://kortlink.dk/y6bs) som inspiration. Du kan evt. printe dem ud og have dem liggende i klassen gennem konstruktionsfasen.

1. **Nye skitser** - En eller flere nye skitser udarbejdes - Fx i løs streg med papir og blyant. Alle elever i en gruppe skal have kopi af skitsen.
2. **Feedbackloop på skitserne** - Hver elev i en gruppe skal ud og finde to andre elever, de ikke er i gruppe med, og sammen med dem skal de have feedback på hver deres skitser. Her skal de kriterier, uret skal leve op til, indtænkes.  
Hvis det vurderes, at klassen vil have svært ved det på egen hånd, kan man stilladsere processen ved at tage noget af den eller det hele fælles, fx med udgangspunkt i konkrete urskiveskitser fra nogle af grupperne.  
Det kan også organiseres, så to grupper giver hinanden feedback med læreren på sidelinjen som guide i processen. De resterende grupper arbejder imens videre, og herefter skifter til to nye grupper, der giver feedback med læreren på siden.
3. **Nye skitser** - På baggrund af feedbacken laves nye skitser og gruppen ender med at udforme en fælles skitse, de vil gå videre med.
4. **Første udkast i GeoGebra** - Eleverne laver ud fra skitsen det første udkast til uret i GeoGebra. De bruger tutorials i GeoGebra-Bogen til at lære specifikke teknikker, de har brug for.
5. **Nyt præsentations- og feedbackloop fælles i klassen**, hvor hver gruppe pitcher deres ur på max et minut og klassen spiller ind med idéer. I pitch skal de bl.a. indtænke, hvordan uret lever op til kriterierne fra introfasen.  
Her kan du evt. vælge at lave et fagligt loop om argumentation, fx ved at liste forskellige typer af argumenter op og sortere dem i forskellige kategorier fx "Personlig smag/præferencer" og "Objektive kriterier".
6. **Finpudsning af uret** og evt. behovsfeedback i mindre loops med lærer eller andre elever.
7. **Urskiver printes ud** - Gruppernes finpudsede urskiver printes ud, klippes til og hænges op i klassen som en udstilling. urene kan også lamineres for at få et endnu pænere finish.

Det er oplagt at bede eleverne om at **gemme deres skitser og udkast fra hele fasen**, da det efterfølgende kan indgå i evalueringen og introspektionen i Outrofasen.

### 3.2.2 Faglige loops:

De faglige loops ligger primært i instruktionsvideoer fra GeoGebra-Bogen.

Herunder følger nogle eksempler på, hvilke andre faglige loops, der kunne tænkes at blive brugt for undervejs i udfordrings- og produktionsfasen. Loopsne er ikke tænkt som klasseundervisning, men skal ses som en forberedelse til, hvad der kunne opstå af behov for videre fordybelse i nogle af grupperne. Man kan således forestille sig, at én gruppe har brug for faglige inputs om argumentation og feedback, mens en anden gruppe har brug for faglige inputs til at vurdere, om noget er et mønster, eller hvordan man udfører specifikke ting i GeoGebra.

### Eksempler på matematikfaglige loops:

- Hvordan spejler/skubber/drejer man en figur rigtigt?
- Hvad er et mønster?
- Hvordan laver man bestemte figurer i GeoGebra?

### Eksempler på teknologiforståelsesfaglige loops:

- Hvordan kommer eleverne fra individuelle idéer og skitser til en fælles skitse? Herunder evt. hvordan man tænker kriterierne fra rammesættelsen ind i sin argumentation for sine forslag.
- Hvordan kan eleverne undersøge og finde inspiration i forhold til deres design?
- Hvordan giver og modtager eleverne feedback på en god måde? Dette peger frem mod arbejdet med at give og modtage feedback på mellemtrinnet, men vil være nødvendigt for at eleverne ikke starter på bar bund der.

### 3.2.3 Feedbackloops:

Feedback på dette niveau skal stilladseres, og det er derfor vigtigt, at skabe rammer, der gør feedback meget konkret og handlingsorienteret. I delfaserne herover er der givet bud på, hvordan feedback/sparringsloops kan tænkes ind løbende, og i bilagsmappen er der kopiark med forslag til stilladsering af processen i dokumentet "Designprocesser i matematik", ligesom man kan bruge værktøjet "To stjerner og et ønske". Der kan dog blive brug for andre tiltag også, da feedback er en svær disciplin at mestre både som afsender og modtager. Feedback er især i fokus i læseplanen for mellemtrinnet, men de forberedende trin bør trædes allerede i indskoling.

## 3.3 Outrofase: Ny forståelse og nye kompetencer:

I denne fase skal der ske en perspektivering af temaet, og den nye viden skal konsolideres, ligesom der skal evalueres på elevernes udvikling gennem forløbet.

Aktiviteterne i fasen handler om, at eleverne skal sætte ord på deres produkt, ligesom de skal forholde sig til den proces, de har været igennem.

Det sker gennem produktion af små præsentationsvideoer, der skal ses sammen med deres ur design.

- **1. Produktion af præsentationsvideo**

**Varighed:** 2 lektioner

**Organisering:** Grupperne fra konstruktionsfasen arbejder sammen

#### Materialer:

- Udstyr til optagelse af video, enten i form af en håndholdt video eller en skærmoptagelse. På Skoletube findes programmer som Screencastify og Screencast-O-Matic til at lave skærmoptagelser. De kan dog også bruges uden tilknytning til SkoleTube, hvis skolen ikke har abonnement hos dem.

- Skitser og produkter fra processen i gruppen.

#### Beskrivelse:

For at skabe koblingen til matematikken, men også for at få eleverne til at reflektere over deres proces, skal hver gruppe indspille et videoklip af 1-2 minutters længde, hvor de beskriver tankerne bag deres ur, matematikken i det, og de justeringer, de har lavet undervejs.

I beskrivelsen af processen kan de skitser og produkter, eleverne har lavet undervejs, med fordel indgå, da de vil give et godt overblik over gruppens proces. De vil samtidig gøre det lettere for eleverne at genkalde sig de valg, de har truffet, de udfordringer, de er støt på, samt de løsninger, de er endt med. Eleverne kan fx lægge deres delprodukter op i kronologisk rækkefølge og filme dem, mens de beskriver den udvikling, der er sket i deres produkter fra trin til trin.

I filmen skal eleverne desuden forholde sig til slutproduktet set i forhold til kriterierne og processen. Filmene kan uploades til fx Google Drev, SkoleTube eller en klassekonto på YouTube, og eleverne eller du kan lave QR-koder (fx på [qr-koder.dk/](http://qr-koder.dk/)) eller kortlinks (på [kortlink.dk](http://kortlink.dk)) til filmene, som sættes op ved hvert ur.

Hvis du vælger at benytte YouTube, er det en god idé at oprette en klassekonto på Google og bruge dens tilknyttede YouTubekanal. Både fordi, der er bøvlet at (**her mangler noget?**)

- **2. Fernisering og afstemning**

**Varighed:** 1 lektioner

**Organisering:** Fælles "cafe", hvor eleverne siver rundt

#### Materialer:

- Udstyr til afspilning af video til hver elev.

#### Beskrivelse:

Som afslutning på forløbet holdes fernisering med efterfølgende afstemning. Inden den endelige afstemning går eleverne rundt og ser hinandens videoer og tænker dem med, når de hver især skal tage deres beslutning. Til slut vælges klassens endelige ur i en demokratisk proces fx ved afstemning eller på en online tjeneste som fx Mentimeter.com.

## 4. Perspektivering

### 4.1 Evaluering:

Evalueringen i forløbet kan tage forskellige former og rette sig mod forskellige formål. Herunder er oplistet nogle bud på typer af evaluering op og en beskrivelse af, hvordan de kan gribes an. Afhængig af præferencer og lokal kontekst kan man som lærer vælge en eller flere af dem ud, som man vil fokusere på. Man bør dog forholde sig til målene og formålet med forløbet i evalueringen.

1. Eleven kan medvirke til at rammesætte og opstille kriterier for et konkret produkt og give konstruktiv feedback på produktet set i forhold til rammesætningen.
2. Eleven kan lave geometriske konstruktioner i et dynamisk geometriprogram med udgangspunkt i kriterier.
3. Eleven kan lave geometriske flytninger i et dynamisk geometriprogram.

Eleven kan argumentere for de valg, der er taget i konstruktionen og lave justeringer på baggrund af feedback.

Til nogle af punkterne herunder er der eksempler på kopiark i bilagsmappen på [kortlink.dk/y6bs](http://kortlink.dk/y6bs), men i de fleste af punkterne bygger evalueringen på analyse og skøn af elevernes handlinger og produkter.

Evalueringen dækker såvel elevernes vurdering af sig selv og forløbet og lærerens evaluering af forløbet og elevernes udbytte.

Introspektion og evaluering i forhold til designprocessen:

- Eleverne kan bruge "To stjerner og et ønske" eller "3-2-1-skema" fra bilagsmappen til at vurdere, hvad der har fungeret godt, hvad der kunne være gjort anderledes, og hvad de tager med sig til fremtidige projekter. Dette fungerer samtidig som en lille introspektion og som elevens egen evaluering af deres udbytte i forhold til designprocessen.
- Elevernes brug af feedback gennem forløbet bør også kunne give nogle indikationer på, i hvilken grad de har taget retningslinjerne fra introfasen til sig. Dette er dog en fortløbende proces, der kræver opmærksomhed gennem hele skoleforløbet, men du bør som lærer kunne observere, om der gennem forløbet er skabt et fundament, som der senere kan bygges videre på. Igen er det et professionelt skøn, i hvilken grad eleverne formår at give feedback, der støtter og løfter modtageren. Men også om eleverne er blevet opmærksomme på, når de modtager uhensigtsmæssig feedback, og om de har fået nogle begreber, de kan forholde sig til feedbacken ud fra. Fx begreber som konstruktiv og motiverende eller opmærksomhed på om feedbacken giver dem mulighed for at komme videre, eller om den mere bremser dem. Det kan bl.a. være ved en øget opmærksom på, hvordan feedbacken formuleres og om den fx er formuleret som ønsker og muligheder eller som konklusioner/sandheder.
- Et sidste opmærksomhedspunkt i forhold til elevernes udvikling gennem forløbet bør være på elevernes tilgang til forløb med designprocesser. Herunder bl.a. deres arbejde med skitser og prototyper på vej mod et endeligt produkt. For elever, der ikke er vant til denne arbejdsform, kan det være grænseoverskridende over et længere forløb at skulle betragte deres produkt som work-in-progress, og eleverne vil benytte forskellige strategier, når de skal indgå i sådan et forløb.

Du kan bl.a. undervejs i forløbet kigge efter og notere følgende:

- Hvor vedholdende er eleven?
- Hvordan giver eleven plads til de andre i gruppen?



- Hvilken opmærksomhed har eleven på kvaliteten af deres produkter, og hvilken motivation viser eleven for at forfine kvaliteten?
- Hvordan forholder eleven sig til feedback?
- Hvordan styrer eleverne deres arbejdsproces?

Du kan desuden analysere gruppernes afsluttende video for at vurdere, i hvilken grad gruppen har kunne rammesætte og herunder især afgrænse deres design og justere på deres idéer undervejs frem mod det endelige produkt.

Evaluerings på produktet i et matematikfagligt perspektiv:

- Produkterne i form af urene og den afsluttende video kan analyseres med de matematikfaglige briller på, og du kan se, om eleverne gennem produkterne viser færdigheder i "Geometrisk tegning", "Placeringer og flytninger" og "Hjælpemidler". Har de fx en fornemmelse for symmetri og mønstre, konstruerer de præcist, og bruger de matematiske begreber og forklaringer i deres video.

## 4.2 Progression

Undervejs i forløbet skal du også gerne kunne spore en matematikfaglig udvikling indenfor "Hjælpemiddelkompetencen". GeoGebrafilen med uret og elevernes video vil kunne give et billede af, om eleverne har været i stand til at bruge de forskellige værktøjer som fx flytteværktøjerne, konstruktionsværktøjerne og formateringsværktøjerne. Du kan også kigge på, i hvilken grad det er lykkedes eleverne at styre værktøjet, så det har hjulpet dem med at bringe deres tanker og idéer om urets udseende ud i virkeligheden.

Undervejs i forløbet vil du desuden kunne observere, om eleverne har tilegnet sig nogle af de teknikker, der er blevet formidlet i instruktionsvideoerne

## 4.3 Differentieringsmuligheder

I en designproces, som i forløbet her, kan det være svært at finde noget helt konkret at forholde sig til, når du skal vurdere elevernes niveau og derved finde ud af, hvilke grupper der har brug for yderligere udfordringer. Elevernes produkter og processer vil være meget forskellige, og der er derfor brug for, at du laver et professionelt skøn fra gruppe til gruppe og fra elev til elev..