

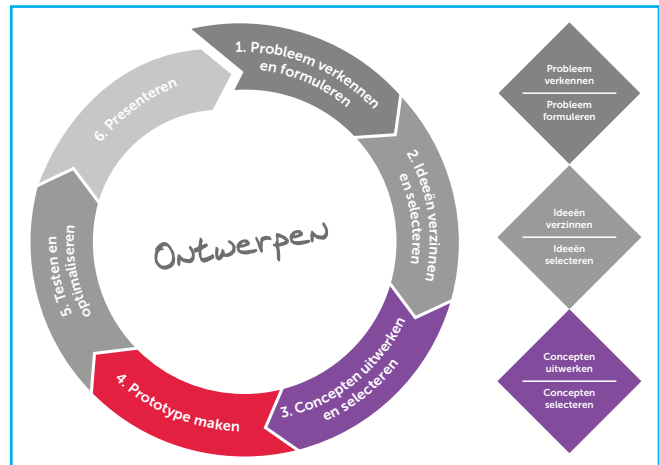
Leerlingen werken in deze les hun idee uit tot een concept aan de hand van zelf bedachte vragen. Ze maken een prototype en proberen dat uit. Hierdoor ontdekken ze verbeterpunten en nieuwe vragen om hun idee nog verder uit te werken.

## TIJDSBESTEDING


- ◆ 90 minuten exclusief voorbereiding

## LEERDOELEN

- ◆ Oplossingen voor deelproblemen bedenken en samenvoegen
- ◆ Cyclus van maken, testen, evalueren en verbeteren doorlopen
- ◆ Schematische tekeningen en uitwerkingen maken
- ◆ Relevante reken-wiskundige en technische principes en principes uit de beeldende vorming toepassen
- ◆ Juiste materialen, technieken, gereedschappen, apparatuur kiezen en gebruiken om doel te bereiken
- ◆ Toetsen aan criteria, vaststellen in welke mate de oplossing voldoet



## LESOPZET IN HET KORT

Tijd	Activiteit	Vorm	Benodigheden
5 minuten	1. Bespreken plan van aanpak	Klassikaal en in gesprek met leerlingen	Gekozen ideeën uit ready-to-go casus of eigen ontwerpvraag
10 minuten	2. Vragen opstellen	In teams van 3-4 leerlingen	1 vragenvel per team  Papier en pen per team <b>Bij doorlopende lessen:</b> tekenvel, tekstvel en/of lijst met eisen en wensen per team
60 minuten	3. Uitwerken, prototype maken, zelf uitproberen	In teams	Knutselmateriaal, (kosteloos) materiaal en materiaal specifiek benoemd in de ready-to-go casus
15 minuten	4. Presenteren	Klassikaal	

## VOORBEREIDING

- ◆ Bereid de les voor aan de hand van de leshandleiding.
- ◆ Verdeel de klas in teams van 3-4 leerlingen en zorg dat elk team een idee heeft om uit te werken tot concept.
- ◆ Als de klas in een vorige les in teams van 3-4 leerlingen ideeën heeft bedacht en per team één idee heeft uitgekozen, behoud dan dezelfde teams. In de leshandleiding wordt extra aandacht aan stappen gegeven voor klassen die les(sen) voorafgaand aan deze les hebben gevolgd. Zie daarvoor de aanduiding "**Bij doorlopende lessen:**".
- ◆ Zorg dat de benodigde materialen klaarliggen.

## Leshandleiding stap voor stap

### 1 BESPREKEN PLAN VAN AANPAK

- ◆ **Bij doorlopende lessen:** Blik kort terug op de vorige les en de resultaten. Bespreek met de leerlingen welke ideeën gekozen zijn en herinner ze aan de resultaten van de probleemfase (lijst van eisen en wensen).
- ◆ Vertel de leerlingen dat ze in deze les hun idee gaan maken en uitproberen. Zo kunnen ze zien of hun oplossing goed werkt en aan de eisen en wensen voldoet. Voor ze hun idee kunnen gaan maken, moeten de ideeën eerst verder uitgewerkt gaan worden. Daar gaan we mee beginnen.

### 2 VRAGEN OPSTELLEN

- ◆ Vertel de leerlingen dat zomaar in het wilde weg starten met uitwerken lastig kan zijn. Om het begin makkelijker te maken gaan de leerlingen een vragenvel invullen met vragen waarop ze antwoord willen. Op het vragenvel staan al een aantal vragen voorgedrukt, de leerlingen gaan meer vragen bedenken en toevoegen. Wat zijn punten die nog niet duidelijk zijn en/of uitgewerkt moeten worden?
- ◆ **Bij doorlopende lessen:** Geef aan dat de lijst van eisen en wensen een goed beginpunt is. Op deze lijst hebben de leerlingen immers verzameld waar de oplossing aan moet voldoen.

#### VRAGENVEL INVULLEN

- ◆ Geef aan dat de leerlingen 10 minuten de tijd hebben om vragen aan het vragenvel toe te voegen.
- ◆ Vraag de leerlingen om vooral specifieke extra vragen te bedenken. De vragen op het vragenvel zijn standaard en algemeen, om de leerlingen op weg te helpen. Laat ze extra open vragen bedenken die écht over hun oplossing gaan. Stel de oplossing is een gebouw, denk dan aan een vraag als "Hoe kom je naar binnen?" of "Hoe blijft je gebouw stevig staan als het hard waait?". Stel de oplossing is een spel, denk dan aan een vraag als "Wat zijn de spelregels?" of "Wat doe je in een beurt?"
- ◆ **Let op!** Sommige ready-to-go casussen hebben een aangepast vragenvel waar al veel specifieke vragen op vermeld staan.
- ◆ **Bij doorlopende lessen:** Vraag de leerlingen om de lijst van eisen en wensen te bekijken. Aan welke eisen en wensen voldoet de oplossing nog niet? Laat de leerlingen daar een vraag van maken. Een handige manier om een vraag te beginnen is "Hoe kun je ...?" Stel de eis is "De oplossing moet makkelijk mee te nemen zijn", dan kan de vraag zijn "Hoe kun je onze oplossing makkelijk meenemen?"
- ◆ Loop rond, geef opbouwende feedback en help teams om specifieke open vragen op te stellen over punten die nog niet duidelijk zijn en/of uitgewerkt moeten worden.
- ◆ Waarschuw de leerlingen 2 minuten voordat de tijd voorbij is.

### 3 UITWERKCYCLUS

In deze stap gaan de leerlingen aan de slag met het beantwoorden van hun vragen. Zo werken ze hun idee uit tot een concept. Ze maken een prototype waarmee ze hun idee kunnen uitproberen. Door het maken en uitproberen krijgen ze nieuwe vragen en ontdekken ze verbeterpunten, waarmee ze hun idee nog verder uit kunnen werken.

- ◆ Vertel de leerlingen dat ze aan de hand van de uitwerkcyclus en het vragenvel hun idee gaan uitwerken. De vragen helpen om goed te kunnen beginnen met uitwerken. Het is niet per se nodig op alle vragen een antwoord te geven. De bedoeling is dat de leerlingen het idee zover gaan uitwerken dat ze het zelf kunnen gaan uitproberen. Daarvoor maken ze een prototype van hun idee.
- ◆ Leg uit wat een prototype is. Een prototype is een proefversie van het idee, waarmee je kunt uitproberen óf het werkt, hoe goed het werkt en wat nog verbeterd kan worden.
- ◆ Geef aan dat elk team zijn prototype zelf gaat uitproberen. Ze kunnen dan ontdekken welke punten nog niet duidelijk zijn en wat nog verbeterd kan worden. Ook kun je tijdens het maken en uitproberen al nieuwe oplossingen ontdekken! Zo begint de uitwerkcyclus weer opnieuw.
- ◆ De leerlingen bedenken hoe het prototype aangepast kan worden, ze verbeteren het prototype en proberen weer opnieuw uit. Dat gaat zo verder, in dit geval tot de tijd op is.
- ◆ Geef het startsein voor de uitwerkcyclus. Geef aan dat de leerlingen één uur de tijd hebben.
- ◆ Loop rond, stel vragen, stimuleer de leerlingen tot uitwerken, tot maken en zelf proberen. Zorg waar nodig voor extra informatie en materialen.

#### Uitwerken

- ◆ Leerlingen bedenken per vraag van het vragenvel zoveel mogelijk verschillende antwoorden. De leshandleiding **Brainwriting** is hiervoor goed te gebruiken. Er zijn ook andere methodes om ideeën te verzinnen. Veel tekenen blijft heel nuttig.
- ◆ Uit de verschillende antwoorden kiest het team per vraag het beste antwoord. Het is belangrijk om te zorgen dat de antwoorden op de verschillende vragen goed bij elkaar passen en samen één geheel vormen.

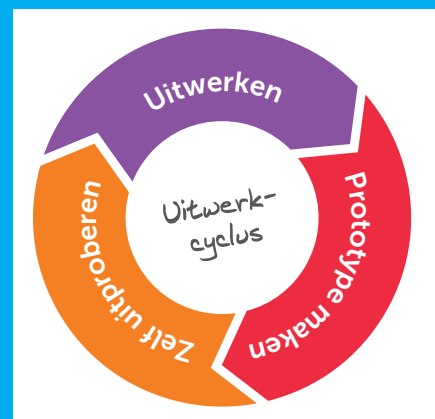
#### Prototype maken

- ◆ Leerlingen gaan een prototype (proefversie) maken van hun idee. Belangrijk is dat het idee uitgeteerd kan worden. Het is dus niet erg als het er nog niet precies zo uit ziet zoals het hoort of bedoeld is.

#### Zelf uitproberen

- ◆ Leerlingen proberen hun prototype zo goed mogelijk uit. Ze proberen óf het werkt, hoe goed het werkt en wat nog verbeterd kan worden. De leerlingen doorlopen de uitwerkcyclus opnieuw. Ze bedenken antwoorden op de nieuwe vragen, passen hun prototype aan en proberen de verbeteringen uit

**Bij doorlopende lessen:** Leerlingen kunnen bij het uitproberen de lijst van eisen en wensen gebruiken. Zo ontstaan nieuwe vragen en verbeterpunten.



## TIPS TIJDVERDELING

- ◆ Voor de uitwerkcyclus geldt dat elk team deze doorloopt in zijn eigen tempo. Afhankelijk van het idee kan de nadruk qua tijdsbesteding liggen op het uitwerken of op prototype maken en uitproberen.
- ◆ Neem - globaal gezien - voor jezelf en eventueel voor de leerlingen als richttijd 10 minuten per stap in de uitwerkcyclus (uitwerken, prototype maken, zelf uitproberen). Op deze manier is binnen één uur de ruimte om de uitwerkcyclus in elk geval twee keer te doorlopen.
- ◆ Na 20 minuten zou elk team aan een prototype begonnen moeten zijn. Spoor teams die daar nog niet aan begonnen zijn aan om te starten met een prototype. Ook als nog niet alles (tot in de puntjes) is uitgewerkt, dat kan later nog.
- ◆ Stimuleer teams die vastlopen bij het uitwerken om meteen te beginnen met het maken en uitproberen van een prototype. De leerlingen lopen dan vanzelf tegen mogelijke oplossingen, punten voor verbetering en vragen aan.
- ◆ Neem na 30 minuten een klassikale time-out. Vraag elk team om een hele korte update. Alternatief is rondlopen en zelf per team een update vragen.
- ◆ Waarschuw teams 10 minuten voordat de tijd voorbij is, dan hebben ze tijd om hun prototype af te ronden voor de presentatie.

## 4 PRESENTEREN

- ◆ Geef alle teams om de beurt de gelegenheid om hun oplossing te presenteren aan de hand van het gemaakte prototype. Vraag de teams kort te vertellen wat ze hebben ontdekt tijdens het uitproberen en wat ze aan hun oplossing hebben veranderd of nog willen gaan veranderen. Deze presentatie is bij voorkeur voor de klas en met applaus als afsluiting!
- ◆ Geef na elke presentatie kort de gelegenheid aan de andere leerlingen om zich uit te spreken over de positieve punten van de oplossing en het stellen van vragen. Door het stellen van vragen worden de leerlingen uitgedaagd om kritische feedback om te buigen naar constructieve vragen waar het team verder mee kan. Dat is heel belangrijk in een ontwerpproces.
- ◆ Sluit de les af. Benadruk dat je door echt maken en uitproberen veel ontdekt over wat werkt en wat niet. Veel ideeën zijn veranderd en verbeterd tijdens het maken en uitproberen. De ideeën zijn uitgewerkt tot echte oplossingen voor het probleem!
- ◆ Geef de leerlingen - waar mogelijk - de mogelijkheid om de oplossingen verder uit te proberen in de volgende stap van ontwerpend leren: testen met de doelgroep.