



# DE WATERIGE WEKKER



**PROBLEEMSTELLING**

Tijdens de Olympische Spelen in Parijs werd bij verschillende disciplines de tijd opgemeten tijdens de wedstrijd. Dat gebeurde soms zelfs tot op honderdsten van een seconde.

Maar wat is tijd? Het heeft betrekking op de beweging van de Aarde. En heeft de mensheid in de geschiedenis altijd zo precies de tijd kunnen meten? Neen hoor!

Eén van de eerste methoden om de tijd te meten was op basis van vallend water en is ongeveer 3500 jaar oud. Deze tijdsmeting kon uitgevoerd worden dankzij basisprincipes van de natuurkunde (zwaartekracht en druk).

Kunnen jullie onderzoeken hoe je zelf een chronometer maakt die zo precies mogelijk werkt en gebruik maakt van water? Kunnen jullie dit ook in de praktijk uitvoeren? Aan de slag!

**DOELSTELLING**

Ontwerp en realiseer een meetsysteem voor de tijd op basis van water en zwaartekracht dat kan gestart worden en gestopt worden. Hoe preciezer de intervaltijd (tijd tussen start- en stopsignaal) kan worden bepaald, hoe hoger jullie score. Die intervaltijd zal door de scheidsrechter willekeurig worden bepaald en zal ergens tussen 1 seconde en 5 minuten en 30 seconden liggen.

Maak een waterklok die deze intervaltijd zo nauwkeurig als mogelijk kan bepalen. Welke klok is het meest nauwkeurig? Zorg hierbij dat er voldaan is aan de opgelegde specificaties.

Bij de opdracht 'De Waterige Wekker' ontwerpen en realiseren de leerlingen een waterklok die op basis van bewegend water kan aangeven hoeveel tijd er is verstreken. De klok moet nauwkeurig kunnen worden gestart en gestopt. Het systeem mag tijdens het lopen niet worden aangeraakt, er mag ook geen water worden bijgevuld na het startsignaal. Na het stoppen moet er op een bepaalde wijze kunnen worden afgelezen hoeveel tijd er precies is verstreken. Na het starten mogen er geen handelingen (enkel de handeling om het systeem te stoppen) meer worden uitgevoerd door de deelnemers. Het team met de klok die dat het meest nauwkeurig doet, wint.

In 'De Waterige Wekker' komt naast tijd in het bijzonder het begrip tijdsverloop en het meten van tijd aan de orde, waarbij nauwkeurigheid een belangrijke rol speelt. Het bouwen van de waterklok geeft de leerlingen de gelegenheid vaardigheden te oefenen op het gebied van technisch ontwerpen, construeren en optimaliseren. Oplossingen voor de gestelde opdracht kunnen zeer divers zijn. Die diversiteit biedt de leerlingen de mogelijkheid constructief commentaar te leveren op elkaars ontwerpen. Door een poster te maken, leren de kinderen het proces van ontwerp tot realisatie bondig samen te vatten.

Op de wedstrijddag kunnen de deelnemers hun opstelling naar de jureringsplaats brengen. Daar wordt ze opgesteld en klaargemaakt. De gebruikte technieken worden hierbij geëvalueerd. Ook het globale ontwerp van de klok en de daarbij gebruikte materialen worden betrokken bij de evaluatie (circulariteit, hergebruik van materialen, originaliteit). De opstelling moet voldoen aan de specificaties die in deze wedstrijdbrief zijn weergegeven.

Er worden voor deze opdrachten verschillende STEM-domeinen aangeraakt. Wat is tijd? Voor wat is dit belangrijk? Waarom is de mens tijd gaan meten in de geschiedenis? Welke methoden bestaan er

om tijd te meten? Is tijd overal hetzelfde? Wat is waterdruk? Wat is zwaartekracht? Wat is debiet? Meten van tijd, klok, stopwatch, waterklok, ijken van een klok, berekeningen, nauwkeurigheid, ontwerptekening, verbeteringen, logboek, samenwerken, communiceren, testen, ... , zijn allemaal zaken die aan bod kunnen komen.

### **SPECIFICATIES**

- ✓ Alles moet veilig kunnen verlopen voor zowel personen als omgeving en materialen.
- ✓ Er mogen geen elektrische aandrijvingen worden gebruikt.
- ✓ Er mogen geen uurwerken, klokken of andere tijdsmechanismen worden gebruikt die de tijd bepalen. Enkel stromend water.
- ✓ Alles moet zelf ontworpen en zelf gebouwd zijn. Er mogen geen kant-en-klare opstellingen gebruikt worden. Het geheel moet verplaatsbaar zijn om naar de wedstrijdzone te brengen. Er zal een standaard tafel voorzien zijn.
- ✓ Het waterdebiet mag niet extern (niet inherent aan de klok) beïnvloed worden. Ook niet door iemand die na het startsignaal ingrijpt.
- ✓ Het gebruik van chemische-, thermische en/of explosieve reacties is uitdrukkelijk verboden.
- ✓ Restwater moet steeds opgevangen worden (niet op de grond). Er is geen afvoer voorzien op de juryplaats.
- ✓ Het starten en stoppen van de klok mag door een leerling worden uitgevoerd (systeem mag dan wel aangeraakt worden).
- ✓ De te meten intervaltijd ligt in het gebied tussen de 1sec en 5min 30sec.
- ✓ De wedstrijd jurering wordt twee maal uitgevoerd (voor- en namiddag). Er mogen wijzigingen aangebracht worden in de loop van de jurydag. De beste score van voor- of namiddag telt.
- ✓ Er moet een door de leerlingen gemaakte poster (STEM criteria) en logboek (chronologie ontwerp) aanwezig zijn.
- ✓ **De begeleiders moeten zich terugtrekken en onthouden van het geven van aanwijzingen tijdens de officiële wedstrijd en voorstelling!**
- ✓ **De begeleiders gaan rond bij de andere teams om ook een scoreblad in te vullen en dus de andere projecten te quoteren.**
- ✓ Alles wat niet verboden is, is toegestaan.

## STEM-ACTIVITEITEN OP SCHOOL

Bij deze opdracht worden voorbeelden aangeboden van activiteiten die op school kunnen worden ondernomen vanuit het STEM-kader dat achteraan deze wedstrijdbrief in bijlage terug te vinden is. De opdracht kadert in onderzoekend en ontwerpnd leren en kan aangepakt worden in een aantal fases:

### FASE 1: VERWONDEREN

Vertel dat de leerlingen gaan deelnemen aan het STEM Tornado met de uitdaging 'De Waterige Wekker'. In deze fase introduceer je het onderwerp van de probleemstelling. Gebruik voorbeelden uit de praktijk. Vraag aan de leerlingen wie al eens zoiets heeft gezien of gemaakt? Welke technieken worden daarbij gebruikt? Laat de kinderen opzoeken doen op het internet. Wat is tijd? Geschiedenis van tijdmeter? Vertel de leerlingen dat ze voor het STEM Tornado zelf een tijds klok zullen ontwerpen en realiseren. Voordat de leerlingen aan de slag gaan met materialen, dienen ze eerst te onderzoeken welke technieken je kan gebruiken om een waterklok te bouwen.

#### INSPIRATIE NODIG?

[Verwondering](#)

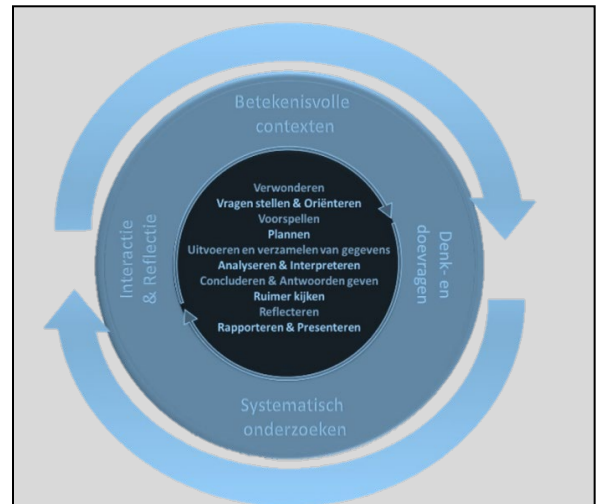
[Waterklok](#)

[Verschillende tijdsmetingen](#) (zandloper, zonnwijzer, waterklok, kaarsklok)

[Filmfragment DIY1](#)

[Filmfragment DIY2](#)

[Filmfragment DIY3](#)



#### WAT IS ONDERZOEKEND EN ONTWERPEND LEREN?

Onderzoeken en ontwerpen zijn verschillende werkwijzen. Onderzoekend leren is gericht op het vergroten van kennis door het doen van een onderzoek (vraag: hoe zit dat?), terwijl bij ontwerpnd leren het bedenken en maken van een product centraal staat (vraag: hoe maak ik iets beter?).

Stel, je wilt een speedboot ontwerpen. Je moet dan eerst onderzoeken wat de beste manier van aandrijving is en welke materialen je nodig hebt voordat je een boot kunt gaan ontwerpen en maken. Dat is hier ook het geval, het eerste deel van de opdracht is gericht op onderzoekend leren en bereidt de leerlingen voor op het tweede deel: de ontwerp opdracht van het STEM Tornado.

**FASE 2: VERKENNEN**

Dit is een belangrijke fase waarin veel hoe-vragen een plaats vinden en het ontwerp inspireren. Nadat de leerlingen geïnteresseerd zijn geraakt, start het verkennen. De leerlingen mogen in deze fase vrij experimenteren. Uit deze verkenning kunnen vragen ontstaan.

De leerlingen kunnen zich bijvoorbeeld afvragen waarom we tijd moeten meten. Of welke verschillende technieken je kan gebruiken om tijd te meten. Dergelijke vragen dienen te worden omgezet in onderzoekbare vragen. De onderzoeksvraag kunnen de leerlingen zelf formuleren. Leerlingen die vastlopen, kun je helpen door samen bepaalde variabelen aan te wijzen en te benoemen. Zo kun je bijvoorbeeld vragen: 'Omschrijf het begrip tijd. Wat is dit voor u? Ken je manieren om tijd te bepalen? Hoe zou je zelf tijd bepalen zonder uurwerk?' 'Op welke manier kan je een proces maken die altijd even lang duurt, en hoe kan je de intervaltijd veranderen?'

**FASE 3: ONDERZOEK OPZETTEN**

Tijdens deze fase laat je de leerlingen een plan bedenken om een experiment op te zetten en daarmee de onderzoeksvraag te beantwoorden. De onderzoeksvraag zou bijvoorbeeld kunnen zijn: 'Wat zijn de factoren die de zwaartekracht bepalen?' en 'Wat is druk in water?' en 'Wat is debiet bij stromend water en wat kan het debiet veranderen?'. De leerlingen maken met hun groepje een stappenplan van het experiment. Ze denken na over de variabelen die ze nodig hebben. De verschillende variabelen die ze kunnen gebruiken zijn:

1. Welke methode van tijdsbepaling werkt het best?
2. Welk manier kan de tijd worden gestart en gestopt?
3. Op welke manier kan de verlopen tijd worden afgelezen?

**FASE 4: ONDERZOEK UITVOEREN**

Tijdens deze fase kunnen de leerlingen de volgende experimenten uitvoeren.

**1. Experimenteren met verschillende soorten waterleidingen**

De diameter en de druk zal een zeker debiet bepalen in de leiding. Wat werkt het best om de parameters te wijzigen. Druk of diameter? Welke methode werkt het best? Hierbij kunnen ze zelf aan de slag. Ze verzamelen materialen om hun eigen debietsysteem te maken. Heel wat verschillende mogelijkheden kunnen hier worden onderzocht. Zorg er wel voor dat het geheel ook getransporteerd kan worden op de finaledag (eventueel door demontage/montage).

**2. Experimenteren met verschillende soorten start-stop methoden**

Om een juiste tijdsinterval te laten verlopen moet er nagegaan worden hoe dit tijdslot kan worden gestart en gestopt.

**3. Experimenteren met verschillende soorten afleesmethoden**

Door kalibratie kan ervoor gezorgd worden dat de juiste tijd opnieuw en opnieuw kan worden afgelezen. Welke afleesmethode werkt het best? En welke materialen zijn hiervoor het meest geschikt?

**FASE 5: CONCLUDEREN**

De leerlingen gaan tijdens deze fase hun onderzoeksvraag beantwoorden. Wat is er precies gebeurd? Wat hebben ze ontdekt?

Vragen die je kunt stellen:

- Welke parameter heeft er invloed op tijd?
- Uit welke materialen zullen we dit opbouwen?
- Welke technieken gebruiken we om het tijdsysteem te starten en te stoppen?
- Welke afleesmethode is het meest geschikt? Hoe kan de nauwkeurigheid van aflezen worden vergroot?

**FASE 6: PRESENTEREN**

Bij deze stap kunnen de leerlingen de gevonden resultaten met elkaar delen. Laat de groepjes bijvoorbeeld hun onderzoek presenteren aan de klas. De rest van de klas mag het groepje vragen stellen of reacties geven op het onderzoek. Stimuleer de leerlingen om kritisch naar de presentaties te luisteren. Laat de leerlingen onderzoeken waar ze de verschillende letters uit STEM hebben gebruikt. Waar komt de S (science) voor in het project en welke vakken/kennis zijn daarbij relevant. Idem voor de T (technology), de E (engineering) en de M (mathematics).

**FASE 7: VERDIEPEN, VERBREDEN EN ONTWIKKELEN**

Laat de leerlingen de kennis die ze tijdens deze lesactiviteit hebben opgedaan toepassen binnen de wedstrijdopdracht. Laat ze onderzoeken hoe ze het best een waterklok maken.

Hou hierbij rekening met wat wel en niet mag.

**VERLOOP FINALEDAG**

Na de aankomst op de wedstrijdlocatie gaat het team met de begeleiders naar de tafel waar hun deelnamenummer ligt. Samen met de begeleiders zetten de leerlingen de meegebrachte materialen, het poster verslag en het logboek klaar. Er is geen mogelijkheid om de poster op te hangen!

Nadat de jury met een duidelijk signaal de wedstrijd officieel heeft geopend, trekken de begeleiders zich terug. De wedstrijd bestaat uit twee delen: de beoordeling van de jury en de praktische proef.

De jury gaat bij elk team langs om de opdracht met de leerlingen te bespreken, met behulp van de poster (S, T, E en M inhouden en vaardigheden duidelijk maken), het logboek, en het finale eindresultaat (7 min.). Hierbij noteert de jury haar indruk over de wijze waarop de leerlingen op school aan de opdracht hebben gewerkt en hoe de begeleider de leerlingen hierbij heeft begeleid en leiding heeft gegeven aan het leerproces. De jury bepaalt haar oordeel over de creativiteit en originaliteit van het gekozen ontwerp en maakt daar een aantekening van.

**Dit is trouwens ook wat alle begeleiders voor de andere teams dienen te doen (telt mee in de totale score), beoordelen van de verschillende STEM-criteria. (zie juryformulier STEM-criteria)**

Er komen 2 jury's langs, telkens voor max. 7 min.

Na of voor de beoordeling van de jury, afhankelijk van de planning, wordt de praktische proef gehouden. De teamleden zetten de volledig opgebouwde waterklok op de wedstrijdplaats en maken die klaar voor gebruik. Kom op tijd om deze installatie ter plaatse op te bouwen. Er worden per team twee sessies voorzien: één in de voormiddag en één in de namiddag. Een sessie duurt 7 min.

Na het opstellen van het systeem door de leerlingen vraagt de scheidsrechter of ze klaar zijn. Daarna zal de scheidsrechter een start signaal geven, leerlingen starten hun klok en de scheidsrechter start de chronometer. Na een willekeurige tijd (zie specificaties) zal de scheidsrechter een stop signaal geven. Leerlingen stoppen hun waterklok en lezen op hun systeem de verstreken tijd af, en delen die mee aan de scheidsrechter. De scheidsrechter noteert die tijd op het evaluatieblad samen met de exacte gechronometeerde tijd. Hoe kleiner het verschil tussen die twee waarden hoe hoger de score. De tijd mag opgegeven worden in minuten, seconden en milliseconden.

Aanpassingen mogen gedurende de dag altijd worden uitgevoerd om het resultaat te verbeteren. **De beste score van de voormiddag of de namiddag zal de eindscore van het team bepalen.**

**WELKE MATERIALEN GEBRUIK JE OP SCHOOL?**

- Bouwmaterialen voor de waterklok (hout, metaal, plexi, pvc, polycarbonaat, flessen, buisjes, ...)
- Bevestigingsmaterialen (lijm, nagels, vijzen, ...)
- Recyclagematerialen
- Andere materialen

**DE SCHOOL NEEMT MEE NAAR DE WEDSTRIJD**

- Een afgewerkte waterklok en alle benodigdheden, die volledig is opgebouwd in overeenstemming met de specificaties en veiligheid (zie specificaties in deze wedstrijdbrief).
- Reservemateriaal om eventuele schade zelf te kunnen herstellen en/of aanpassingen uit te voeren gedurende de dag.
- Emmer, of iets anders waar water mee kan worden verplaatst. En/of flessen om waterklok te vullen met water.
- Het logboek met alle voorbereidingen.
- Het papieren posterverslag van het verloop van de voorbereidingen op school (verplicht!).

**DE ORGANISATIE ZORGT VOOR**

- Een plaats waar de opstelling van de deelnemers kan worden geplaatst.
- Een plaats binnen met tafel waar poster en logboek liggen ter voorbereiding van het jurybezoek.
- Kraan waar water kan worden afgetapt.
- Chronometer om de nauwkeurigheid van de waterklok na te gaan.



**WAT DOET DE JURY?****WAAR LET DE JURY OP?**

- De jury noteert naar aanleiding van het gesprek (vraag gestuurd) met de leerlingen en de meegenomen poster en logboek haar bevindingen over de wijze waarop er gewerkt is (originaliteit, creativiteit, zelfbouw, design, uitbreidbaarheid, ...). (zie juryformulier STEM criteria).
- De wedstrijdjury evalueert de volgende punten: (zie jury formulier praktische proef)
  - Er geen kant-en-klare oplossingen gebruikt worden.
  - De uitbreidbaarheid van de klok. Hoe gemakkelijk is het om de klok uit te breiden voor andere tijden, zelfs uren?
  - De veiligheid van de installatie (indien niet veilig geacht, kan uitvoering gestopt worden)
  - De nauwkeurigheid van de waterklok (wordt gemeten met een chronometer).
  - De samenwerking binnen de teams.
  - De originaliteit van het geheel.
  - De uitvoering van het geheel met aandacht voor gebruikte/gerecycleerde materialen, de technische complexiteit van het geheel.

Dit evenement kadert zich in een groter geheel van STEM. Dit kader is een referentiepunt waaraan STEM-praktijken moeten voldoen, bijgevolg ook dit evenement. STEM is de samenhang van exacte wetenschappen, technologie, toegepaste wiskunde en een luik "engineering". Het STEM-kader kan geraadpleegd worden in de bijlage. De jury zal bijgevolg ook de teams beoordelen op het STEM-kader.

**WIE WINT?**

De gouden, zilveren en bronzen prijs gaan naar de teams die hun opstelling het best ontworpen en gerealiseerd hebben. Ook de technische complexiteit bij de opbouw van het geheel en het best voldoen aan de 10 STEM criteria worden in rekening gebracht. Creativiteit, originaliteit en samenwerking zijn eveneens belangrijk. Ook het posterverslag, het logboek en de voorstelling aan de jury spelen een belangrijke rol bij de beoordeling van de STEM-kwalificaties.

**VRAGEN?**

Lees eerst goed deze wedstrijdbrief!

Vragen over 'De Waterige Wekker' waarop deze nieuwsbrief het antwoord niet verschaft, kunnen worden gericht aan [info@stemolympiade.be](mailto:info@stemolympiade.be)

**BIJLAGE – STEM-KADER**

STEM zet in op de volgende dimensies en principes:

1. Interactie en samengaan van de aparte STEM-componenten van het letterwoord met respect voor de eigenheid van elke component.
2. Probleemoplossend leren via toepassen van STEM-concepten en -praktijken.
3. Vaardig en creatief onderzoeken en ontwerpen.
4. Denken, redeneren en modelleren en abstraheren.
5. Strategisch toepassen en ontwikkelen van technologie.
6. Inzicht verwerven in de maatschappelijke relevantie van STEM.
7. Verwerven en interpreteren van informatie en communiceren over STEM.
8. Samenwerken in teamverband.
9. STEM als drager van 21<sup>ste</sup>-eeuwse competenties
10. STEM en innovatie

Deze dimensies en principes worden ook beoordeeld tijdens het STEM-Tornooi. Alle informatie over het STEM-kader voor het Vlaams Onderwijs (principes en doelstelling) kunt u [hier](#) raadplegen.

Het PK-model, pijlers en kerncomponenten STEM kan geraadpleegd worden op [www.onderzoekendleren.be](http://www.onderzoekendleren.be) - Dejonckheere, P. J., Vervaet, S., & Van De Keere, K.

In samenwerking met de cel [iSTEM](#) die Vlaamse expertise in STEM-onderwijs bundelt.



<b>Teamnummer</b> .....	<b>Teamnaam</b> .....	<b>Jurypanel</b> .....
----------------------------	--------------------------	---------------------------

Tijdens het STEM Tornooi worden de 10 criteria beoordeeld.  
Beoordeel hier de postervoorstelling en het ontwerp (niet hoe het werkt).

<b>STEM CRITERIA</b>		0	1	2	3
<b>STEM 1</b>	Uit het posterverslag blijkt dat de teamleden tijdens het proces de vier componenten van STEM bestudeerd hebben (science, technology, engineering en mathematics).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>STEM 2</b>	De teamleden hebben inzicht verworven in het probleemoplossend denken dankzij de uitgevoerde opdracht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>STEM 3</b>	Het onderzoeksproces is volledig beschreven in het posterverslag. De probleemstelling is afgebakend, de data werd geanalyseerd en geïnterpreteerd en er is een technische tekening aanwezig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>STEM 4</b>	De teamleden hebben kritisch nagedacht over hun eigen eindproduct. Bij problemen hebben ze systematisch gezocht naar een oplossing.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>STEM 5</b>	De teamleden hebben diverse technologieën en strategieën afgewogen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>STEM 6</b>	De teamleden kunnen hun project transfereren naar een maatschappelijk thema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>STEM 7</b>	De teamleden kunnen aan de hand van hun poster hun eindproduct voorstellen. Ze zijn daarbij in staat om een mening of argument te verwoorden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>STEM 8</b>	De teamleden hebben doorheen het proces steeds positief samengewerkt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>STEM 9</b>	De teamleden hebben doorheen het proces cognitieve, interpersoonlijke, intrapersonlijke en sociale karakteristieken verder ontwikkeld.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>STEM 10</b>	De teamleden zijn nieuwsgierig naar andere innovatieve uitwerkingen binnenin STEM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>TOTAAL</b>		<b>/30</b>			

Teamnummer	Teamnaam	Jurypanel
.....	.....	.....

### VOORWAARDEN

Zet een kruisje in de laatste kolom wanneer er wel aan de voorwaarde is voldaan.  
 Het aantal kruisjes geeft aan hoeveel voldane voorwaarden dit team heeft behaald.

Er wordt geen kant-en-klare opstelling gebruikt.	<input type="checkbox"/>
De klok werkt autonoom eens deze is gestart. Er mag dus geen ingreep meer gebeuren met het systeem eens de wedstrijd is gestart, uitgenomen het stoppen.	<input type="checkbox"/>
De begeleider geeft <b>geen</b> aanwijzingen tijdens de praktische proef.	<input type="checkbox"/>
Er is hoofdzakelijk gebruik gemaakt van recyclagemateriaal	<input type="checkbox"/>
Totaal	.....   4

### BEOORDELINGEN

#### TECHNISCH INTERVALTIJD?

Chronometer	Afgelezen Waarde
Min: .....	Min: .....
Sec: .....	Sec: .....
Millisec: .....	Millisec: .....

#### STEM-CRITERIA

Waarde	Geef een cijfer tussen 1 -  max	
Originaliteit	.....	5
Design	.....	5
De klok is volledig zelf ontworpen	.....	10
De klok kan gemakkelijk uitgebreid worden voor andere tijden, zelfs uren, ...	.....	5
Samenwerking	.....	5
Totaal:	.....	30