

De Scientific Graphic Organizer

Een alternatief voor practicumverslagen

Een dikke stapel verslagen ligt op het bureau te wachten op nakijken. En wat staat er precies in, en wil je dat ook echt toetsen wat erin staat? Kan dat niet anders? Een *Scientific Graphic Organizer* zou in sommige gevallen kunnen helpen.

Wanneer leerlingen een practicum doen, vragen we vaak om een verslag van de proef te maken. Deze moet netjes ingedeeld worden in de hoofdstukken Inleiding, Theorie, Methode, Resultaten, Discussie en Conclusie. Degenen die dit goed weten te structureren, krijgen vaker een mooi cijfer. Maar de leerlingen die communicatief minder vaardig zijn hebben het zwaarder terwijl ze misschien wel goed onderzoek hebben gedaan. Daarmee lijken we met verslagen meer op vorm te toetsen dan op inhoud. Uit de literatuur volgt dan ook dat het schrijven van een verslag met name de communicatieve vaardigheden van de leerlingen test en niet zo zeer wat de leerling gedaan heeft tijdens de proef. Je moet als docent dus goed nadenken wat je wilt toetsen en wat voor instrument je daarvoor gebruikt. Dat je iets wilt toetsen wanneer practicum gedaan wordt, en het liefst iets tastbaars om op te reflecteren, is begrijpelijk. Maar wat zijn andere mogelijkheden dan een verslag?

(SGO). Dit is een soort van tevoren geschematiseerd logboek bestaande uit een A4-tje waarin leerlingen de belangrijkste onderdelen van een practicum kunnen weergeven (zie afbeelding). Leerlingen zetten hun

interval er gekozen is. Dit is vooral handig bij de practica waarbij de methode niet volledig voorgeschreven is. De beperkte ruimte bij de methode dwingt leerlingen om na te denken over wat relevant is om op te schrijven. Hetzelfde geldt voor de theorie en de conclusie. In de SGO is extra ruimte toegevoegd voor een reflectie op nauwkeurigheid en meetonzekerheid, zodat leerlingen kunnen aangeven of de data betrouwbaar zijn en hoe de meetinstrumenten een rol spelen bij de uitvoering van de proef.

Snel en overzichtelijk

Evaringen

Het kost de leerlingen even tijd om te wennen aan het gebruik van de SGO. Met name het identificeren van de variabelen wordt lastig gevonden, dat is immers niet iets wat ze vaak doen, maar het is wel essentieel wanneer ze gebruik willen maken van een eerlijke test. Wanneer de leerlingen overweg kunnen met de SGO, biedt deze ondersteuning wanneer je een uitgebreider verslag vraagt of, in sommige gevallen, een andere vorm van toetsing zoals het presenteren van de resultaten voor de klas. De SGO lijkt vooral geschikt voor de onderbouw en aan het begin van de bovenbouw of bij practica waarin niet heel veel data verzameld moet worden.

Voor grotere en complexere onderzoeken moeten leerlingen meer opschrijven en is het vaak nodig om een verantwoording te geven

De Scientific Graphic Organizer

In het afgelopen jaar heb ik geëxperimenteerd met een *Scientific Graphic Organizer*

metingen in de tabel, kunnen die weergeven in een grafiek, kunnen iets opschrijven over het patroon dat ze ontdekken in de data en eindigen uiteindelijk met een conclusie. Doordat leerlingen de metingen direct in de SGO noteren, kun je als docent controleren of ze metingen hebben herhaald, of het gekozen bereik afdoende is en wat voor

FREEK POLS is natuurkundedocent aan het ISW 's-Gravenzande, doet een promotieonderzoek naar leren onderzoeken en practica in de natuurkundeles.
c.f.pols@tudelft.nl

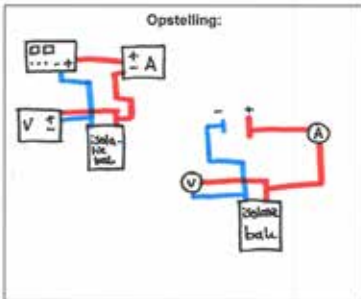
Naam/Namen: Datum: 28-3 Titel proef: Soortelijke warmte water

Onderzoeksvraag:
 • Wat is de soortelijke warmte van water die volgt uit deze proef?
 • Hoe verloopt de temperatuur als functie van de tijd

Theorie:
 $P = U \cdot I$
 $E = P \cdot t$
 $m \cdot c \cdot (T_e - T_b)$

Grootheden
 Onafhankelijke variabele: de tijd
 Afhankelijke variabele: temperatuur
 Gecontroleerde variabele(n): vermogen en hoeveelheid water

- Materialen:**
- thermomester
 - maatcilinder
 - voltmeter
 - ampèremeter
 - rode en zwarte draden
 - isolatie bal
 - spanningsbron
 - telefoon (stopwatch)



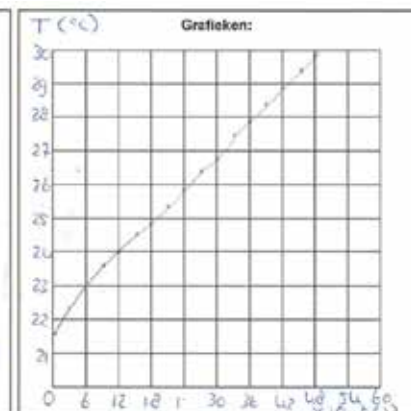
- Procedure:**
1. Verzamel alle spullen die je nodig hebt.
 2. Vul de isolatie bal met 250 ml water.
 3. Sluit de meters aan op de spanningsbron en isolatie bal.
 4. Meet de begintemperatuur van het water met de thermometer.
 5. Zet de spanningsbron aan.
 6. Meet om de dertig seconden de temperatuur voor acht minuten lang.
 - 7.
 - 8.

Aantekeningen en opmerkingen

Observaties, metingen en berekeningen:

t (s)	T (°C)	t (s)	T (°C)	t (s)	T (°C)
0	21,6	210	25,4	420	28,9
30	22,3	240	25,9	450	29,4
60	23,0	270	26,4	480	29,9
90	23,6	300	26,8		
120	24,0	330	27,5		
150	24,5	360	27,9		
180	24,8	390	28,4		

Hierboven staan onze metingen om de 30 sec. De temperatuur hebben we gemeten met een thermometer en we hebben de tijd met een stopwatch op onze telefoon gemeten. De gegevens hebben we in de grafiek hiernaast ingevuld.



Analyse & trend:
 In de grafiek hierboven hebben we de metingen ingevuld. Je ziet duidelijk een verband tussen de verschillende metingen. De temperatuur stijgt langzamer naarmate de begintemperatuur (21,6 °C) in een constante snelheid. Je ziet een mooie lijn zonder uitschieters.

Over nauwkeurigheid en precisie:
 Onze metingen zijn erg betrouwbaar, omdat we om de 30 seconden de temperatuur gemeten hebben en ingevuld in de tabel. We hebben niet te maken gehad met renschijf dus dat maakt de metingen betrouwbaarder.

Conclusie(s):
 Uit dit onderzoek kunnen wij concluderen dat de temperatuur in een constante snelheid stijgt. Tijdens de metingen zijn we geen uitschieters tegengekomen. Maar het is niet dat als de tijd twee keer zo groot wordt, dan ook de temperatuur twee keer zo groot wordt.

Wat ik nog zeggen wilde:
 Soortelijke warmte van water: $Q = m \cdot c \cdot (T_e - T_b)$, $m = 250 \text{ gram}$, $\Delta T = 28,6^\circ\text{C} - 21,6^\circ\text{C} = 6,8^\circ\text{C}$,
 $Q = 1047 \text{ J} = 6,8^\circ\text{C} = 7106 \text{ J} \rightarrow 7106 = 250 \cdot c \cdot 6,8 \rightarrow 7106 : 1700 = 4,18 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$. De soortelijke warmte van water is dus 4,18.

De SGO biedt een goede mogelijkheid om het werk van leerlingen georganiseerd te krijgen en op inhoud te beoordelen

kunnen maken wat ze gedaan hebben. De methode staat er kort en krachtig, de getekende opstelling is helder, de theorie bestaat uit de formules die nodig zijn om de gevraagde waarde te vinden. Ze hebben redelijk nagedacht over wat de meting kan beïnvloeden (gecontroleerde variabelen), maar ze vergeten te vermelden dat de geïsoleerde bak ook een beetje energie opneemt en dus warm wordt. De grafiek is overzichtelijk en geeft een juiste trend weer. De bijbehorende analyse is helder en de conclusie geeft antwoord op de tweede onderzoeksvraag. Antwoord op de eerste onderzoeksvraag wordt gegeven in de extra ruimte onderaan het formulier. De leerlingen maken daar echter gebruik van een cirkelberekening, ze rekenen niet met de toegevoerde elektrische energie. Dus de SGO laat hier precies zien waar deze voor bedoeld is: een overzicht geven van wat leerlingen precies gedaan hebben en wat zij hebben gevonden, kort en overzichtelijk. Daarmee is het voor hen minder werk en kunnen wij als docent ons meer richten

voor de gemaakte keuze. Dan is een SGO onvoldoende om alles te noteren.

Het voordeel van het gebruik van een SGO voor de leerlingen is dat ze veel minder tijd kwijt zijn aan het opschrijven van hun bevindingen. Wanneer ze gestructureerd werken, kunnen ze al tijdens de les klaar zijn met het invullen van het blad.

Als docent zie je snel en overzichtelijk wat de leerlingen gedaan hebben en beoordeel je met name de onderzoekskwaliteiten. Ook kost het bekijken van twee kantjes uitwerkingen minder tijd dan het lezen van een verslag.

In het in de afbeeldingen gegeven voorbeeld is goed te zien dat de leerlingen duidelijk

op het onderzoeksproces dan op de communicatieve vaardigheden van de leerlingen.

De SGO kun je downloaden als doc file via de website van de NVON (nvon.nl/nvox/de-scientific-graphic-organisier) of via de auteur. Aanpassen aan eigen wensen (meer ruimte voor dataverzameling bijvoorbeeld) is dan eenvoudig te doen. ●