

Een Wetenschappelijk Onderzoek

Doel

Via dit document kun je de stappen van wetenschappelijk onderzoek aanleren:

1. Observatie
2. Vraagstelling
3. Hypothese
4. Materiaal & Methode
5. Resultaten
6. Conclusie
7. Interpretatie/discussie
8. Samenvatting
9. Literatuurlijst

Een verslag ziet er daarbij altijd als volgt uit:

- Titelpagina
- Samenvatting
- Inleiding (met daarin Observatie, Vraagstelling & Hypothese)
- Werkwijze (beschrijving van Methode en gebruikt Materiaal)
- Resultaten
- Conclusie
- Discussie
- Literatuurlijst

In veel wetenschappelijke rapporten worden conclusie en discussie in één hoofdstuk samengevoegd, maar op school houden we deze twee strikt gescheiden, om leerlingen goed aan te leren dat er een verschil is tussen de *conclusie* en de *interpretatie*.

Aandachtspunten

De volgende zaken zijn van belang bij de verschillende bouwstenen:

1. *Observatie*

De observatie is een beschrijving van de context waarbinnen je dit onderzoek hebt uitgevoerd. Waarom ben je dit gaan uitzoeken? “Omdat het moest van school” is vaak niet de meest prijzenswaardige motivatie, maar kan soms een valide startpunt zijn. Maar de bedoeling van de observatie is eigenlijk om duidelijk te maken aan de wereld waarom dit onderwerp interessant is en waarom het voor de lezer dus de moeite waard is om jouw verslag verder door te nemen.

2. *Vraagstelling*

Het lijkt simpel: wat is precies de vraag waar je een antwoord op wilt vinden? Maar let op: een waardevol onderzoek heeft focus. Vraag je dus niet teveel verschillende dingen tegelijk af. In een waardevol onderzoek wordt idealiter één variabele getest, terwijl de rest van de factoren die van invloed kunnen zijn constant blijven.

Bijvoorbeeld: je wilt weten welke factoren van invloed zijn op de groei van tuinkers. Doe dan verschillende onderzoeken, steeds per factor. Dus bijvoorbeeld eerst licht, in een tweede onderzoek vochtgehalte, later nog temperatuur enz. Als je een vraag stelt over licht ('Is de duur van belichting is van invloed?' of 'Is de intensiteit van licht van invloed?') dan maak je een experiment waarbij je ook alleen maar die factor varieert en de rest hou je stabiel. Anders weet je nooit of de resultaten nu kwamen door de variatie in de te onderzoeken factor, of door iets anders wat je niet netjes constant hebt gehouden.

Kortom: stel een heldere, afgebakende, zeer scherpe onderzoeksvraag.

3. Hypothese

Als je je onderzoeksvraag eenmaal hebt opgeschreven, is het maken van een hypothese niet moeilijk meer. Het moeilijkste is nog om te snappen wat een hypothese nou eigenlijk is!

Een hypothese is een stelling die 'waar' of 'niet waar' kan zijn. Een goede hypothese is een stelling die gaat over jouw vraag. Je schrijft je vraag dus op alsof je al een antwoord hebt. Was je vraag bijvoorbeeld 'Uit welke kleur bloemen halen bijen vaker nectar?' dan zou de bijbehorende hypothese zijn: 'Bijen halen vaker nectar uit paarse bloemen dan uit rode bloemen.' Zoals je ziet een harde stelling die waar of niet waar kan zijn. Hoe weet je nou of je het goed hebt? Dat weet je niet! Je mag hier gewoon iets 'gokken'. Je onderzoek zal aantonen of je het goed of fout had. Meestal gokken wetenschappers trouwens niet zomaar iets, want vaak zijn er wel aanwijzingen die je kunnen helpen een goede voorspelling te maken. Zo weten we van bijen bijvoorbeeld dat zij in het ultraviolette spectrum nog kleuren kunnen zien die wij mensen al niet meer zien, maar dat ze aan de andere kant van het spectrum – naar het rood en infrarood – minder goed zien als wij mensen. Het ligt dus voor de hand om te voorspellen dat bijen vaker op paarse bloemen zullen vliegen.

Het kan dus net zo goed zijn dat je resultaten laten zien dat je hypothese niet waar was. In dat geval zeggen we: de hypothese wordt 'verworpen'. Dit is net zo goed een mooi resultaat van je onderzoek. Sterker nog, ergens is het waardevoller om te laten zien dat iets 'niet waar' was, want dan weet je dat je nog iets verder moet zoeken, iets dieper moet graven naar de waarheid. Je gaat dan een nieuwe hypothese bedenken, die nóg scherper en beter doordacht is. Een hypothese verwerpen zorgt dus voor nóg scherper onderzoek.

4. Materiaal & Methode

Een beschrijving van de werkwijze. Hoe is je experiment opgezet om de hypothese te toetsen? Bij dit onderdeel is het van groot belang om alles zo volledig en nauwkeurig mogelijk te beschrijven, want het is de bedoeling dat iemand, misschien wel in een land aan de andere kant van de wereld, op basis van jouw beschrijving het experiment precies na kan doen. Je moet dus zorgen dat iemand anders het precies hetzelfde kan doen. Zo kunnen andere wetenschappers jouw resultaten controleren. Hoe meer mensen dezelfde uitkomsten krijgen, hoe zekerder we weten of je hypothese inderdaad 'waar' was. Een ander zeer belangrijk punt is dat je bij het bedenken van je experiment rekening moet houden met wat voor soort uitkomsten je gaat krijgen. Wat je namelijk wilt is iets wat op te schrijven is als getallen. Waarom? Zie hiervoor de tekst bij Resultaten.

5. Resultaten

Het klinkt weer simpel: een overzicht van de uitkomsten. Toch zijn er een paar belangrijke aandachtspunten. Zo is het ten eerste van belang dat je hier nog geen conclusies en/of interpretaties van de resultaten geeft. Dit onderdeel is alleen bedoeld om uitkomsten op een rijtje te zetten. Dat

moet dan vervolgens wel zo overzichtelijk mogelijk gebeuren. En wat is het overzichtelijkst? Juist: tabellen en grafieken. Om tabellen en grafieken te maken heb je cijfers nodig. Als het goed is heb je een werkwijze bedacht die jou een hoop cijfers heeft opgeleverd. In de presentatie van de resultaten zorg je ervoor dat die getallen op de meest overzichtelijke manier op een rijtje komen. Soms is dat in een lijngrafiek, soms een staafgrafiek, soms in een taartvorm. Welke vorm past bij welke gegevens wordt op een ander moment uitgelegd.

6. *Conclusie*

Op het moment dat je bij het onderdeel conclusie bent aangekomen is je verslag al bijna klaar. Je bent vast geneigd om nu een heel verhaal te beginnen over waarom de uitkomsten waren zoals ze waren, of hoe het komt dat er wat afwijkende getallen uitkwamen - niet doen! Bewaar al die energie voor het laatste hoofdstuk: de discussie. Hier, bij de conclusie, doe je maar één ding: je herhaalt je hypothese, en legt uit hoe je aan de resultaten kunt zien dat je hypothese 'waar' of 'niet waar' was. PUNT. Je geeft verder geen verklaringen of interpretaties. Dat schuift allemaal door naar het onderdeel 'discussie' (zie verder).

7. *Discussie*

De discussie is het meest interessante hoofdstuk voor de lezer van je verslag. Tenminste, als die lezer geïnteresseerd is in hoe jij als wetenschapper/leerling over deze zaken hebt nagedacht. Want pas nu, in het laatste onderdeel, krijg je de ruimte om te laten zien wat jij er zelf allemaal van denkt, van dit hele experiment. Vergeleken bij de discussie waren de eerdere onderdelen allemaal 'standaard nummertjes', maar nu mag je helemaal los. Gebruik dit onderdeel om de volgende zaken te behandelen: wat valt er op aan je resultaten? Zijn er vreemde uitschieters of bijzondere waarnemingen? Hoe kan dat denk je? Ging er iets mis of slordig tijdens het uitvoeren van het experiment? Wat zou je aanraden als vervolgonderzoek? Kun je daar al een nieuwe hypothese voor bedenken? Betrek bij dit verhaal wat je al wist uit eerder onderzoek of uit boeken. Laat zien aan de lezer dat je snapt waar dit allemaal over gaat en dat jouw onderzoek maar een klein stukje van een veel groter verhaal is.

8. *Samenvatting*

Als je onderzoek en verslag helemaal zijn afgerond maak je nog een samenvatting van alles wat je tot nu toe hebt opgeschreven. Deze samenvatting is kort, denk een half A4, en beschrijft achtergrond, vraagstelling, resultaten, conclusie en discussie. Zo'n samenvatting is bedoeld voor een lezer die geen tijd heeft je hele verslag door te nemen, maar die wel wil weten wat de kern van het onderzoek nu is. Probeer iemand dus in een half A4 het hele verhaal te vertellen.

9. *Literatuurlijst*

Aan het eind van je verslag neem je een compleet overzicht op van alle publicaties, zowel boeken, artikelen als websites, die je hebt gebruikt als achtergrond- en referentiemateriaal. Je maakt dit overzicht op op de standaard methode die je hebt geleerd bij de lessen Nederlands.