

Natuurwetenschappelijk onderzoek doen

Inleiding

Binnen de natuurwetenschap wordt veel onderzoek gedaan. Sommige onderzoeken zijn heel groot, andere zijn bescheiden van opzet.

Iedere natuurwetenschappelijk onderzoek volgt echter, globaal, dezelfde fases, nl.:

1. oriëntatie (voorbereiding / probleemstelling).
2. planning (bronnen verzamelen, onderzoeksplan schrijven).
3. uitvoering (literatuurstudie, uitvoeren experiment, resultaten verwerven)
4. afronding (conclusie trekken, presenteren en evalueren).

Fases van het natuurwetenschappelijk onderzoek

Iedere fase bestaat uit een aantal stappen.

Niet alle stappen hoeven bij ieder onderzoek gezet te worden, dat hangt weer af van de grootte van het onderzoek.

Fase 1: Oriëntatie

Tijdens de oriëntatiefase

1. kies je een **onderwerp**, verdiep je je in het onderwerp en kom je tot een **beschrijving** van het probleem of het vraagstuk,
2. formuleer je een **hoofdvraag** en splits je deze zo nodig uit in **deelvragen**,
3. formuleer je een **hypothese**,
4. bedenk je globaal met wat voor **soort onderzoek** je de onderzoeksvraag gaat beantwoorden.

De verschillende stappen van de oriëntatiefase houd je bij in het *logboek* van je onderzoek.

Fase 2: Planning

Tijdens de planningsfase

1. doe je een eerste verkenning van **literatuur** over je onderwerp, bestudeer je relevante theorie, beantwoord je gestelde voorbereidingsvragen en stel je eventueel op basis hiervan je hoofd- en deelvragen en/of je hypothese bij
2. maak je (een) **werkplan(nen)** voor de experimenten (of interviews, enquêtes, datastudies) die je gaat uitvoeren, eventueel na uitvoering van een gidsonderzoek
3. maak je een **gedetailleerde planning** van de rest van je onderzoek
4. leg je de resultaten van oriëntatie en planning leg je vast in een onderzoeksplan.

Fase 3: Uitvoering

Tijdens de uitvoeringsfase

1. voer je het **onderzoek** uit volgens planning
2. verwerk je je **resultaten**

Houd tijdens de uitvoeringsfase alle resultaten en ontwikkelingen bij in je *logboek*.

Fase 4: Afronding

Tijdens de afrondingsfase

1. beantwoord je de gestelde onderzoeksvraag (je trekt dus een **conclusie**)
2. **evalueer** je je onderzoek: wat kan volgende keer beter, suggesties voor vervolgonderzoek,
3. **presenteer** je onderzoek.

Het resultaat van deze fase is de presentatie van je onderzoek: vaak in de vorm van een verslag, maar het kan ook bijvoorbeeld een mondelinge presentatie of een poster zijn.

Toelichting bij de stappen

Hier vind je een toelichting bij de diverse stappen van het natuurwetenschappelijk onderzoek. Soms wordt er ook verwezen naar een andere werkinstructie.

1.1: onderwerp kiezen en beschrijven

Vaak zal het onderwerp gegeven zijn, of in elk geval een thema waar het onderwerp bij moet passen.

In dat laatste geval kan het handig zijn een mindmap te maken over dat thema, om te komen tot een idee voor een onderwerp.

Om te komen tot een goed geformuleerd onderzoek is het nodig je meteen in het begin al wat in het onderwerp te verdiepen. Bijvoorbeeld door je schoolboeken nog eens door te kijken, op zoek naar informatie over het onderwerp, of door wat op internet te surfen.

Je bent klaar als je een duidelijke beschrijving kunt geven van het probleem of vraagstuk, waar je je mee gaat bezighouden.

1.2: hoofdvraag en deelvragen formuleren

De hoofdvraag is de **feitelijke onderzoeksvraag** die je gaat beantwoorden.

Een goede hoofdvraag is essentieel voor je onderzoek. Denk hier goed over na. Het moet een vraag zijn waarop een duidelijk antwoord mogelijk is, maar waarvan het antwoord niet triviaal (=zeer voor de hand liggend) is.

Voorbeelden van niet goede hoofdvragen:

- Kan ik de wrijving op een model-auto meten? (antwoord: ja of nee, einde oefening)
- Is er een verschil tussen het spectrum van een lamp en een TL-buis (antwoord: ja, klaar)
- Hoe werkt een laser? (alleen theorie, direct te 'knippen-en-plakken' uit boek of internet)
- Waarom blijft een vliegtuig vliegen? (waarom-vragen zijn filosofisch)
- Welke klimaatsveranderingen treden er op en hoe komt dat? (te breed)

Voorbeelden van goede hoofdvragen:

- Van welke factoren hangt de luchtwrijving op een voertuig af, en wat is het verband tussen elk van die factoren en de grootte van de luchtwrijving?
- Welke verschillen zijn er tussen het spectrum van een gloeilamp, een TL-buis en de zon?
- Hoe ontwerp ik een vliegtuigvleugel, zo dat een modelvliegtuig ermee kan vliegen?
- Wat is het El Niño-effect en welk verband is er tussen dat effect en het optreden van klimaatveranderingen op aarde?

Let bij de formulering op de volgende punten:

- Is het een vraag?
- Past de vraag bij de omvang van de opdracht?
- Is de vraag duidelijk gesteld?
- Geen waarom-vragen!
- Is de vraag met een proef / experiment te beantwoorden?

Deelvragen zijn vragen die beantwoord moeten worden om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden. Deelvragen moeten dus niet een andere formulering van de hoofdvraag zijn, maar een opsplitsing van de hoofdvraag in kleinere delen. Als je alle deelvragen beantwoord hebt, heb je automatisch ook het antwoord op je hoofdvraag gevonden.

Er is dus geen minimum en maximum aantal deelvragen.

Het formuleren van deelvragen wordt vaak lastig gevonden. Het volgende kan daarbij helpen:

- Kijk nog eens goed naar je onderzoeksvraag: welke deelvragen zijn nodig om het onderzoek af te bakenen?
- Kijk nog eens goed naar het onderwerp: welke deelvragen kun je bedenken, die nodig zijn om voldoende achtergrondinformatie over het onderwerp te verzamelen?

Let bij het formuleren van de deelvragen op de volgende punten:

- Is het een vraag?
- Past de vraag bij de hoofdvraag?
- Is de vraag duidelijk gesteld?
- Geen waarom-vragen!

1.3: hypothese formuleren

De hypothese is de verwachte uitkomst van je onderzoek.

Uiteraard weet je nog niet wat er uit je onderzoek komt, anders hoef je het niet uit te voeren. Dit betekent echter niet dat het formuleren van een hypothese een kwestie van 'gokken' is: de hypothese moet altijd gebaseerd zijn op wat al bekend is.

- maak gebruik van de informatie die je hebt opgedaan, toen je je in het onderwerp verdiepte en bij de beschrijving van het probleem of vraagstuk,
- geef altijd een verklaring bij je hypothese,
- geef waar mogelijk een kwantitatieve hypothese.

1.4: onderzoek kiezen

Om een natuurwetenschappelijke onderzoeksvraag te beantwoorden, kun je gebruik maken van verschillende soorten onderzoek:

- Experimenteel onderzoek: je voert een proef uit.
Er bestaan verschillende soorten experimenteel onderzoek:
 - laboratoriumonderzoek (binnen onder 'gecontroleerde' omstandigheden) of veldonderzoek (buiten)
 - experimenteren (een proef uitvoeren, waarbij je zelf dingen verandert) of observeren (het bestuderen van je onderzoeksobject - bijvoorbeeld dieren in een dierentuin of het weer - onder verschillende omstandigheden)
 - echte proeven (in een laboratorium of in het veld) of simulaties (op een computer)
- Interviews en enquêtes: je interviewt of enquêteert mensen die tot de doelgroep van je onderzoek horen of experts die veel van je onderzoeksgebied afweten.
- Data-onderzoek: je maakt gebruik van data die anderen verzameld hebben (bijvoorbeeld grote DNA- of klimaat-databanken), of je genereert data met behulp van een computersimulatie.
- Literatuur- of bronnenonderzoek: je onderzoekt bronnen (op internet, in de bibliotheek, maar ook bijvoorbeeld gemeente-archieven e.d. horen hierbij) om je onderzoeksvraag te beantwoorden.

Grote onderzoeken bestaan vaak uit een combinatie van een aantal kleinere onderzoeken, bijvoorbeeld een experiment en een literatuurstudie.

2.1: voorlopig bronnenonderzoek

Je gaat zoek naar bronnen (literatuur) die je bij je onderzoek kunt gebruiken. Het gaat dus om bronnen waarin je informatie over één of meerdere deelvragen kunt vinden.

Maak hierbij een lijst van gevonden bronnen, waarin je per bron aangeeft

- de titel van de bron *)
- wat voor soort bron het is (informatieboek, tijdschriftartikel, url, schoolboek, krantenartikel, ...)
- voor welke deelvraag de bron bruikbaar is

- hoe betrouwbaar jij die bron vindt en waarom
 - bij boeken, etc: waar je de bron kunt vinden
- *) Denk eraan dat bij informatie van het internet altijd het volledige adres wordt gevraagd (schrijf de volledige adresbalk over) en zeker nooit (lees NOOIT) www.google.nl.

Je kunt hiervoor gebruik maken van het werkblad bronnenonderzoek.

Het kan zijn dat je op grond van je eerste bronnenonderzoek je hoofd- en/of deelvragen wat moet bijstellen. Dat is op dit punt van je onderzoek nog goed mogelijk.

2.2: werkplan en vooronderzoek

Afhankelijk van de manier waarop je je onderzoek gaat uitvoeren (experimenteel onderzoek, interview, enquête, data-analyse) maak je een passend werkplan. Zie hiervoor de werkinstructies voor het maken van een werkplan.

Bij een groot onderzoek is het van belang dat je werkplan echt klopt, dat je met de gekozen opzet de goede resultaten haalt. Dan kan het handig zijn om eerst een vooronderzoek (of gidsexperiment) uit te voeren en op grond daarvan je werkplan bij te stellen.

2.3: planning van je onderzoek

Maak een planning van de volgende zaken:

- presentatievorm

Niet bij ieder onderzoek heb je keus in de presentatievorm. Als je dat wel hebt, is het verstandig goed te kijken naar de verschillende mogelijkheden en een keus te maken die je bevalt. Kijk hiervoor bijvoorbeeld bij de werkinstructie over presenteren.

Een verslag is echt niet altijd nodig!

- benodigdheden

Maak een lijst van benodigdheden voor je (praktisch) onderzoek. Dus: materialen, instrumenten, chemicaliën. Geef ook aan waar je die benodigdheden vandaan gaat halen. Wanneer je gebruik wilt maken van benodigdheden die niet op school aanwezig zijn, moet je concreet duidelijk maken hoe je daaraan komt.

- plaats

Geef aan waar je je onderzoek gaat uitvoeren. Als je een deel van je onderzoek buiten school gaat doen, moet je hiervoor al afspraken gemaakt hebben. Neem die op in je onderzoeksplan.

- kosten

Geef een reële schatting van de kosten. Denk aan materialen en reiskosten.

- tijd

Maak een activiteitenplanning. Neem de volgende onderdelen in je planning op:

- het bestuderen van de literatuur / bronnen
- het beantwoorden van de deelvragen, die niet experimenteel beantwoord kunnen worden
- het uitvoeren van de deelonderzoeken
- het verwerken van de gegevens
- het maken van de presentatie
- het uitvoeren van de presentatie

- taakverdeling

Als je je onderzoek met twee of meer doet, kun je meer doen dan in je eentje. Het is dan wel van belang dat je een goede taakverdeling maakt: 'we doen alles samen' is dat niet...

2.4: schrijven van het onderzoeksplan

De resultaten van de oriëntatie- en planningsfase leg je vast in een onderzoeksplan. Het onderzoeksplan heeft twee functies:

- a) Je begeleider kan a.h.v. het onderzoeksplan de haalbaarheid van je onderzoek inschatten
- b) Het onderzoeksplan is je leidraad tijdens de uitvoering van het onderzoek en voorkomt dat je vastloopt omdat je niet van tevoren goed hebt nagedacht over wat je gaat doen en hoe je dat gaat doen.

Het onderzoeksplan is niet hetzelfde als een werkplan voor een experiment of proef: in een onderzoeksplan schrijf je ook zaken op over planning van tijd en middelen en taakverdeling. Een uitgebreid onderzoek omvat vaak een proef, soms zelfs meer dan één. Een onderzoeksplan zal dus vaak één of meer werkplannen als bijlage bevatten.

Een onderzoeksplan is beknopt geschreven in goed Nederlands: dus geen lange verhalen maar ook geen telegramstijl. Opsommingen mogen wel.

Het onderzoeksplan dient er netjes uit te zien: getypt of netjes geschreven op A4-formaat.

Voor het schrijven van het onderzoeksplan kun je gebruik maken van het *werkblad onderzoeksplan*.

3.1: uitvoering van je onderzoek

Voer je onderzoek volgens planning uit. Houd al je resultaten bij. Houd je logboek bij.

Literatuurstudie

Voor de beantwoording van sommige deelvragen heb je niet genoeg aan het experiment. Je moet bronnen bestuderen.

Noteer van iedere bron die je bestudeert:

- de bron-beschrijving, denk eraan: het volledige adres bij informatie van het internet
- (een samenvatting van) de inhoud, voor zover relevant voor jouw onderzoek.
- prints van plaatjes, tabellen, voor zover relevant voor je onderzoek.

Een handige manier van werken is de volgende:

- maak voor iedere deelvraag een mapje
- doe in dat mapje papier, waarop je alle relevante informatie over die deelvraag verzamelt. **Noteer steeds de bron van de informatie!!**
- stop printjes, etc. die bij de deelvraag horen ook in dat mapje

praktisch werk

Voer je praktisch onderzoek volgens planning uit. Let daarbij op de volgende zaken:

- volg je onderzoeksplan
- als je afwijkt van je onderzoeksplan, noteer dat dan in je logboek. Noteer ook waarom
- maak aantekeningen van de resultaten en je waarnemingen tijdens het experiment. Gebruik ook hiervoor je logboek.
- maak als het mogelijk is (digitale) fotos tijdens je experiment. Die kunnen je later nog informatie geven over de opstelling e.d. Bovendien kan het leuk zijn voor op je poster.

Het is handig om voor je experiment een apart 'mapje' te maken, waar je alle informatie in bewaart.

3.2: verwerking van resultaten

Verwerk je resultaten zo, dat je ze kunt gebruiken om je deel en/of hoofdvragen te beantwoorden.

Vat belangrijke informatie in je eigen woorden samen

Maak zoveel mogelijk gebruik van tabellen en grafieken

4.1: conclusie

De conclusie geeft in je eigen woorden het antwoord op je hoofd en eventuele deelvragen weer. Geef aan of je hypothese klopte of niet. Formuleer zo mogelijk een nieuwe hypothese.

4.2: evaluatie

Evalueer zowel het **product** van je onderzoek (je resultaten) als het **proces** (hoe het gegaan is). Formuleer verbeterpunten en suggesties voor vervolgonderzoek.

Denk bij de evaluatie van je onderzoeksresultaten aan de volgende punten:

- zijn de resultaten betrouwbaar
- hoe nauwkeurig zijn de resultaten
- wat ging goed bij de proef, wat niet, wat kan een volgende keer beter
- wat zou een vervolgonderzoeksvraag kunnen zijn?

Deze evaluatie van het onderzoek kun je als discussie opnemen in je verslag (of andere presentatie).

Denk bij de evaluatie van het proces aan de volgende punten:

- heb je je aan de planning gehouden? welke problemen traden daarbij op?
- hoe verliep de samenwerking met je groepsgenoten
- hoe verliep de begeleiding?
- wat heb je van dit onderzoek geleerd?
- wat vond je leuk, wat vond je minder leuk?
- wat ga je een volgende keer anders doen?

Deze evaluatie van het proces kun je in een nawoord opnemen in je verslag (of andere presentatie)

4.3: presentatie

Schrijf het verslag, of bereid een andere presentatievorm voor.

Maak gebruik van de werkinstructies voor die presentatievorm.

Zie ook:

- werkblad logboek
- werkblad onderzoeksplan
- werkblad bronnenonderzoek
- werkinstructie werkplan experiment
- werkinstructie samenvatten
- werkinstructie tabellen
- werkinstructie grafieken
- werkinstructie experimenteel onderzoeksverslag
- werkinstructies presenteren