**Leren Onderzoeken**





**Naam: ………………………………**

**Klas: ………………………………..**

0. Voorwoord

Het doel van dit boekje is om jullie vertrouwd te maken met de vaardigheid   
“onderzoek doen”. Als leerling van het Natuur profiel is het van belang om deze vaardigheid goed onder de knie te krijgen. Jullie krijgen namelijk tijdens jullie verdere studie op het HBO/WO of gedurende jullie toekomstige baan regelmatig te maken met het uitvoeren van onderzoek.

Het boekje dat je nu in handen hebt zal gebruikt worden als leidraad bij practica, praktische opdrachten, het profielwerkstuk en bij het maken van verslagen.

Het boekje is te gebruiken in 4 en 5 HAVO en 4, 5 en 6 VWO.

**Bewaar het boekje dus goed!!!!**

Achter in het boekje vind je een overzicht van wat je per leerjaar aan praktisch werk te doen krijgt. Uit de tabellen kun je ook lezen op welk niveau je op het eind van elk schooljaar moet zijn.

Inhoudsopgave

1. Inleiding ……………………………………………………………………………………… 4
2. Zicht krijgen op het doel van het onderzoek …………………………… 6
   1. Theorie/literatuur ……………………………………………………………………… 6
   2. Opstellen onderzoeksvraag……………………………………………………7
   3. Hypothese ……………………………………………………………………………… 9
   4. Variabelen ……………………………………………………………………………… 10

2. Plan van aanpak …………………………………………………………………… 11

* 1. Werkplan ………………………………………………………………………………… 11

1. Uitvoering en verwerken …………………………………………………… 13
   1. Validiteit ………………………………………………………………………………… 13
   2. Meten en gebruik instrumenten (meetopstelling) …………… 14
   3. Waarnemen tijdens je experiment ………………………………………… 15
   4. Meetfouten ………………………………………………………………………………… 16
   5. Uitbreiding fouten ……………………………………………………………………… 18

4. Rapporteren ……………………………………………………………………………… 19

4.1. Analyseren ………………………………………………………………………………… 19

4.2. Concluderen ……………………………………………………………………………… 19

4.3. Discussie …………………………………………………………………………………… 20

4.4. Communiceren ………………………………………………………………………… 21

1ste onderzoek …………………………………………………………………………………… 23

2de onderzoek …………………………………………………………………………………… 27

3de onderzoek …………………………………………………………………..……………… 30

0. Inleiding

In dit onderzoekswoordenboek worden de onderdelen besproken van experimenteel natuurwetenschappelijk onderzoek. Er zijn ook andere soorten onderzoek, maar die laten we hier buiten beschouwing.

Er is een groot verschil tussen het uitvoeren van een practicum en een eigen onderzoek. Bij een practicum is veel voorgeschreven: het doel is meestal gegeven en voor de uitvoering volg je een soort recept uit een kookboek. Bij een onderzoek moet je alles zelf bedenken.

Een onderzoek opzetten en uitvoeren is een complexe aangelegenheid. Het is vooral ingewikkeld omdat er zo veel onderdelen in een onderzoek zitten die met elkaar samenhangen en elkaar beïnvloeden. Bovendien heb je specifieke vakkennis nodig, je moet weten wat er al bekend is op je onderzoeksterrein. Dat betekent dat je na gaat wat je zelf al over het onderwerp weet, wat je nog over het onderwerp te weten wilt komen en hoe je daar achter wilt komen.

Onderzoeken is geen lineair proces, het is dus niet zo dat je uitgaande van de onderzoeksvraag een aantal stappen achter elkaar afwerkt. Stel dat je bij het opstellen van je werkplan ziet dat je een bepaalde meting niet kunt doen dan kan dat gevolgen hebben voor je onderzoeksvraag, en kun je die aanpassen.

Een onderzoek begint vaak bij iets wat je opvalt, of bij iets wat je waarneemt en waarvan je je vervolgens afvraagt hoe dat zit. De volgende stap is dat je een voorlopige onderzoeksvraag bedenkt en daarmee in de literatuur gaat kijken wat daarover bekend is. Als er al kennis over is maak je daar gebruik van. Aan het einde van je onderzoek kom je op die literatuurkennis terug. In het volgende plaatje staan de stappen die je kunt onderscheiden en hun samenhang.

Onze school heeft er voor gekozen om het onderzoek in 4 stappen op te delen. Deze zijn in dit boekje als hoofdstukken terug te vinden. Binnen de hoofdstukken bestaat nog een verdere verdeling naar de verschillende onderdelen.

Het boekje bestaat uit de volgende hoofdstukken:

Hoofdstuk 1: Zicht krijgen op het doel van het onderzoek

Hoofdstuk 2: Plan van aanpak

Hoofdstuk 3: Uitvoeren en verwerken

Hoofdstuk 4: Rapporteren

Schema:

Waarnemen

Variabelen

Hypothese  
opstellen

Onderzoeksvraag opstellen

Werkplan   
opzetten

Meten/Resultaten

Nauwkeurig

Valide

Conclusie/Discussie en Communiceren

Theorie  
Literatuur

Op de volgende pagina’s worden de stappen beschreven en hierbij vind je praktische aanwijzingen. Het kan zijn dat je voor jouw onderzoek niet alle stappen hoeft te gebruiken. Soms is het bijvoorbeeld niet nuttig om een hypothese op te stellen en dan sla je die stap over.

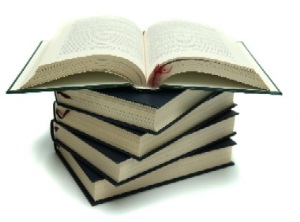
1. Zicht krijgen op het doel van het onderzoek

1.1. Theorie/Literatuur

Tijdens het zoeken van een onderwerp en tijdens het uitvoeren van je onderzoek gebruik je informatie van uit je eigen waarnemingen, door mensen te vragen of door schriftelijke en audiovisuele bronnen te raadplegen.

Het is handig om van deze gevonden bronnen de gevonden informatie nauwkeurig op te schrijven waarbij je let op de betrouwbaarheid van de informatie.

Om de betrouwbaarheid van een bron te weten te komen kun je de volgende vragen gebruiken:

* Wie heeft het geschreven?
* Op welke website staat de informatie
* Uit welk boek komt het
* Enz.

Bij velen van jullie is Wikipedia als internetencyclopedie bekend maar is deze informatie wel betrouwbaar?



1.2. Opstellen onderzoeksvraag

Welke onderzoeksvragen helpen je bij het doen van je onderzoek?

Het formuleren van een goede onderzoeksvraag is belangrijk voor je onderzoek. In tegenstelling tot wat wel eens wordt beweerd, mag je tijdens je onderzoek de onderzoeksvraag aanpassen, aanscherpen of inperken. Zeker als je onderzoek ingewikkelder blijkt dan je in het begin dacht kan dat nodig zijn.

Een goede onderzoeksvraag voldoet aan de volgende regels:

* niet te algemeen.
* beperkt tot één probleem.
* bevat geen details.
* bevat geen dubbelzinnigheden, er mag geen verwarring over de bedoeling ontstaan.
* moet zo geformuleerd zijn dat duidelijk is wat er onderzocht moet gaan worden.
* is niet te uitgebreid. Formuleer desnoods subvragen die je eerst gaat onderzoeken.

De vraag kan beginnen met:

* + Welke factoren beïnvloeden ….
  + Hoe verhouden zich ….
  + Wat gebeurt er als …….
  + Kun je een manier bedenken om ….
  + Hoe verschillen ….
  + Wat is het verband tussen ….
  + Wat is de invloed van … op ….

De vraag kan beter niet beginnen met “Waarom” of “Leg uit” want daar kun je geen onderzoek aan uitvoeren. Het leidt tot verklaringen die je misschien kunt geven nadat je je onderzoek hebt gedaan.

In de praktijk blijkt dat je vaak eerst de deelvragen hebt en daaruit verschillende uitkiest. Pas daarna wordt de onderzoeksvraag (de eigenlijke hoofdvraag) opgesteld.

Als allerlaatste bedenk je pas een titel voor je werkstuk die de lading van je werkstuk dekt.

Voorbeelden van onderzoeksvragen:

Ik wil wat weten over de reactiesnelheid en het gebruik van alcohol?

Onderzoeksvraag:

…………………………………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………………………………..

Ik wil weten bij welke potgrond tuinkersplanten het beste groeien?

Onderzoeksvraag:

…………………………………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………………………………..

Ik wil weten wanneer je natter wordt in de regen, als je er doorheen rent of loopt?

Onderzoeksvraag:

…………………………………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………………………………..

1.3. Hypothese

Een hypothese is een veronderstelling waarmee je een waarneming of gebeurtenis probeert te verklaren. Het is geen wilde voorspelling maar een beredeneerde uitspraak gebaseerd op kennis en ervaring over de theorie achter je experiment. Het kan ook een vermoeden zijn over de relatie tussen variabelen, bijvoorbeeld de voorspelling over de invloed van een bepaalde verandering op een proces. Of in onderzoekstermen geformuleerd: het effect van de onafhankelijke op de afhankelijke variabele. Een hypothese moet experimenteel getoetst kunnen worden. Je waarnemingen en resultaten kunnen de hypothese bevestigen of verwerpen.

Je vereenvoudigt de werkelijkheid. Je maakt een (wiskundig) model waarin verbanden een rol spelen. Deze verbanden maak je hanteerbaar door (afhankelijke en onafhankelijke) variabelen te kiezen. Binnen het model druk je dan de verbanden uit door de variabelen (bijvoorbeeld in formules) te gebruiken. Het ontwikkelen van een (wiskundig) model is een cruciale stap in het onderzoeksproces omdat het anders veel te complex wordt.

De hypothese kan op de volgende manier worden geformuleerd:

* Als ………, dan ……….
* Als ………… (onafhankelijke variabele) toeneemt/afneemt, dan zal ……. (afhankelijke variabele) toenemen/afnemen

Je kunt deze als- dan beweringen in formuletaal omzetten door de variabelen een naam te geven.

Bij het opstellen van een hypothese helpt het om na te denken over de volgende vragen:

* Wat zal er gaan gebeuren als ……..?
* Welke factoren kunnen beïnvloeden hoe ……?
* Wat is de afhankelijke variabel?
* Wat is de onafhankelijke variabele?
* Wat is het verband tussen deze twee variabelen?

1.4. Variabelen

Meestal spelen er meerdere factoren een rol in je onderzoek. Al die factoren die invloed hebben op je onderzoek noemen we *variabelen*. Voorbeelden zijn: de temperatuur, de druk, de golflengte, de concentratie, de tijd, de brandbaarheid, de smaak, de kleur, de kracht, de hoeveelheid licht enzovoort.

Je wilt natuurlijk je experiment eerlijk uitvoeren. ***Eerlijk*** heeft te maken met de variabelen. Omdat meerdere variabelen invloed hebben op je experiment, mag je steeds maar één variabele veranderen en stel je vast wat de gevolgen zijn op één andere variabele. De rest van de variabelen houd je constant. Doe je dat niet, en verander je er meer, dan weet je niet welke variabele (factor) welke invloed heeft. Je onderzoek is dan niet eerlijk.

Voor het opzetten van je onderzoek zou je de volgende stappen kunnen aflopen:

1. Maak een lijst met alle variabelen die bij je experiment een rol spelen.
2. Kies een van deze variabelen om te gaan variëren. Dit noemt men, in onderzoeksvaktermen, de ***onafhankelijke variabele.***
3. Kies de variabele die je gaat meten, dus die zal veranderen als je de onafhankelijke variabele varieert. Deze variabele noemt men de ***afhankelijke variabele.*** In principe is het de afspraak dat deze op de verticale as van de grafiek komt te staan.
4. Houd alle andere variabelen constant. Deze variabelen noemen we de ***controle variabelen***.

Bijvoorbeeld

Je wilt de invloed van de concentratie van een beginstof op de snelheid van een reactie onderzoeken. Je varieert dan de concentratie van die beginstof (je onafhankelijke variabele) en kijkt wat het gevolg is op de afhankelijke variabele (de snelheid). Je moet de temperatuur constant houden (een controle variabele). Als het een reactie is tussen meer dan een stof dan moet je de concentratie van die stoffen ook constant houden!

Onderzoek: groei tuinkersplanten met verschillende soorten potgrond.

Onafhankelijke variabelen: ……………………………………………………………………………………….

Afhankelijke variabelen: ……………………………………………………………………………………………

Controle variabelen: ………………………………………………………………………………………………….

2. Plan van aanpak

2.1 Werkplan

Een werkplan is bedoeld om je eigenlijke onderzoek goed te laten verlopen zodat je een antwoord krijgt op je onderzoeksvraag en je kunt bepalen of je hypothese klopt. Probeer je zo goed mogelijk voor te stellen wat je gaat doen en in welke volgorde. Je moet duidelijk uit kunnen leggen hoe je werkplan volgens jou dat antwoord geeft.

Je werkplan bevat:

1. Een opsomming van de stoffen, materialen en instrumenten die je wilt gebruiken.
2. Geschikte tekeningen ( doorsnee, perspectief, uitslagen ….) of foto’s als die je werkplan duidelijker en begrijpelijker maken. Natuurlijk hebben die een onderschrift en is duidelijk waar ze voor dienen.
3. Beschrijving van wat je gaat doen. Je werkplan bevat géén uitgebreide handleidingen van te gebruiken apparatuur die bij je klasgenoten bekend mogen worden verondersteld. Wel schematische tekeningen en reactievergelijkingen.
4. Berekeningen van concentraties van oplossingen en hoe je die bereidt.
5. Een activiteitenoverzicht, taakverdeling en tijdsplanning of in ieder geval een tijdsindicatie.
6. Veiligheidsaspecten: inventariseer de gevaren, schat de risico’s in, en neem maatregelen om die te vermijden.
7. Hoe zit het met afval? Kun je de hoeveelheid reduceren? Waar laat je het afval?

Oriëntatie op uitvoering. Als je een onderzoek/ experiment gaat uitvoeren waarin je onbekende meetapparatuur gebruikt, of je een reactie moet uitvoeren die je niet eerder hebt gedaan, is het gebruikelijk om eerst eens te oefenen met die apparatuur of eerst eens de reactie uit te voeren (dit wordt een *gidsexperiment* genoemd). Je weet dan beter wat er allemaal speelt en wat je kunt verwachten.

Onderzoek:   
Groei tuinkersplanten met verschillende soorten potgrond.

Werkplan:

…………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………

Benodigdheden:

…………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………

Berekenen van STD (standaardafwijking) voorbeeld: <http://www.biologietccl.nl/docs/Projecten/Berekening%20STD.xlsx>

Grafiek maken voorbeeld:  
http://www.biologietccl.nl/docs/Projecten/Hoe%20maak%20ik%20een%20grafiek.xlsx3. Uitvoering en verwerken

3.1. Validiteit

Eenonderzoek is ***valide*** als je resultaten inderdaad passen bij wat je te weten wilt komen. Dit lijkt heel vanzelfsprekend maar heel vaak zie je dat dit niet gebeurt.

Meet je wat je wilt meten? Gebruik je het meest geschikte instrument of apparaat om je metingen uit te voeren? Als je bijvoorbeeld iemands lengte wil meten dan doe je dat zeker niet met een balans, maar ook niet met een geodriehoek met centimeterverdeling.

Een ander voorbeeld. Stel je wilt onderzoeken of kinderen uit groep 3 dezelfde dingen vies vinden dan die uit groep 8. Kinderen uit groep 3 kunnen nog niet lezen en schrijven, dus besluit je om plaatjes en foto’s te gebruiken in je instrument. Zodra je dan merkt dat je de kinderen eerst moet uitleggen wat er op de afbeelding te zien is omdat ze dat niet herkennen, heb je een probleem met de validiteit. Je weet dan niet wat er aan de hand is: herkennen de kinderen de afbeelding niet omdat die onduidelijk is, hebben ze het afgebeelde nooit ervaren, of is er iets anders aan de hand?

Valide kun je ook wel aanduiden met geldig.

Een voorwaarde voor validiteit is dat je resultaten betrouwbaar zijn. Als een meting niet betrouwbaar is kan die niet valide zijn. Daarom kun je het beste eerst nagaan of je meting betrouwbaar is. Betrouwbaarheid heeft te maken met **eerlijk** meten (zie het deel over “variabelen”) en met **nauwkeurig** (zie het deel over “nauwkeurigheid”) meten.

3.2. Meten en gebruik instrumenten (meetopstelling)

Je hebt al geleerd met veel instrumenten en glaswerk om te gaan.

Bij het uitkiezen van de instrumenten en het glaswerk kun je gebruik maken van de volgende vragen:

* Welk instrument kan ik gebruiken om lengte, volume, massa, temperatuur, tijd, …. te meten?
* Hoe kan ik dat nauwkeurig (genoeg) meten?
* Welke eenheden zijn hier van belang?
* Wat moet ik doen om betrouwbaar te kunnen aflezen?
* Moet ik de metingen herhalen en een gemiddelde berekenen?
* Welk meetgebied of schaal is gewenst en kan ik gebruiken?
* Hoe groot moet mijn monster zijn?
* Denk aan veiligheid!

3.3. Waarnemen tijdens je experiment

Waarnemen doe je met je zintuigen, vaak geholpen door instrumenten zoals een stopwatch, thermometer, microscoop, voltmeter enzovoorts. Je ogen zijn daarin het belangrijkste maar ook geluid, reuk en smaak kun je soms gebruiken. Alle waarnemingen waarvan jij denkt dat ze van belang kunnen zijn voor je experiment noteer je in je practicumschrift (dat wordt vaak een labjournaal genoemd). Onder waarnemingen verstaan we ook meetwaarden die van instrumenten afgelezen worden. Het komt vaak voor dat je iets waarneemt wat aanvankelijk niet belangrijk lijkt, maar later wel doordat je dan ontdekt dat het van belang is bij je onderzoek.

Als het goed is houden je waarnemingen verband met wat je wilt weten, dus met je onderzoeksvraag. Wat er niet toe doet kun je vergeten, bijvoorbeeld als het erom gaat om de kleuren van een vlam van een bunsenbrander te beschrijven, dan hoef je niet ook waarnemingen op te schrijven over de gasslang die aan de bunsenbrander vastzit. Dit punt lijkt eenvoudig maar blijkt in de praktijk vaak lastiger te zijn dan je denkt.

Vaak bestuderen we in de natuurwetenschappen verschijnselen die met elkaar samenhangen of die het gevolg zijn van elkaar. De kleur van je gasvlam is afhankelijk van de hoeveelheid lucht die aanwezig is bij de verbranding en dus van de stand van de luchtinlaat van de brander. Die waarnemingen zijn dus weer wel van belang.

Er zijn vragen die je kunt gebruiken om je waarnemen te sturen, hieronder staan wat voorbeelden. Of je een vraag kunt gebruiken hangt af van het soort experiment.

* Wat zie ik hier (grof en in detail?)
* Welke instrumenten kan ik gebruiken om het beter waar te nemen?
* Wat veranderde er (van het begin, door een tussenfase, tot het einde)?
* Is er een bepaalde volgorde of orde in de gebeurtenissen?
* Gebeurt er iets ongewoons of onverwachts?
* Hoe kan ik vastleggen of tekenen wat ik zie?

3.4. Meetfouten

Als je een meting uitvoert zit daar altijd een onnauwkeurigheid (vaak meetfout genoemd) in. *Nauwkeurig* meten doe je door fouten zoveel mogelijk te vermijden of ze te verkleinen. Omdat het dus nooit helemaal lukt, kwantificeren we de gemaakte fout. We kunnen twee soorten fouten onderscheiden: systematische fouten en toevallige fouten.

*Toevallige fouten*, ook wel spreiding genoemd, ontstaan door toevallige schommelingen in de meetomstandigheden (druk, temperatuur, trillingen) en doordat bij aflezen het laatste cijfer altijd moet worden geschat. De gemeten waarden zullen om de werkelijke waarde schommelen, dus er zijn te lage en te hoge waarden. Deze fouten kunnen worden verkleind door een groot aantal metingen te verrichten. In vaktaal spreken we dan over duplo (2x) of triplo (3x) bepalingen (denk bijvoorbeeld aan een titratie bij een kwantitatieve bepaling van een gehalte).

We kunnen deze fouten uitmiddelen door gebruik te maken van de factor √n. Dit betekent dat de onnauwkeurigheid van het gemiddelde af zal nemen met de factor √n, waarbij n het aantal metingen voorstelt. Stel je hebt een grootheid gemeten met een nauwkeurigheid van ±5. Als we dan vier metingen doen neemt de onnauwkeurigheid af met √4 dus met een factor 2. Zie de volgende tabel:

|  |  |
| --- | --- |
| Aantal metingen (n) | Nauwkeurigheid |
| 1 | ±5 |
| 4 | ±2,5 |
| 16 | ±1,25 |

*Systematische fouten* zijn onnauwkeurigheden die steeds eenzelfde afwijking geven en dus niet om de werkelijke waarde heen spreiden maar of steeds te laag of steeds te hoog uitkomen. Er zijn verschillende bronnen voor systematische fouten:

* Een bepaald instrument kan een ijkfout hebben, en steeds te veel of te weinig meten. Hoe vaak je de meting ook herhaalt, je krijgt steeds (vrijwel) dezelfde waarde, maar wel steeds te hoog of te laag. Stel dat je balans niet goed geijkt is en te weinig aangeeft, dan zal hij dit bij elke meting doen. Als je de werkelijke waarde niet weet kun je er zo behoorlijk naast zitten. Een manier om dit te voorkomen is een zogenaamde ijkmeting uitvoeren, je weegt bijvoorbeeld een voorwerp waarvan je de massa precies weet.
* Parallax. Hiervan is sprake als je steeds vanuit een onjuiste hoek een instrument afleest. Stel je leest een buret af terwijl je zit en dus van onder uit naar de meniscus van het vloeistofniveau kijkt. Je afgelezen waarde zal niet juist zijn maar als je dit steeds op dezelfde manier doet kom je daar niet achter. Zo moet je een analoge meter aflezen door loodrecht op de schaalverdeling te kijken, en niet schuin vanuit een hoek.

Systematische fouten kun je niet door middeling kleiner maken.

De kans op meetfouten reduceren

*Reproduceren*. Een meting herhalen om te kijken of de tweede meting binnen het foutengebiedje van de eerste valt kan slordigheden en vergissingen reduceren.

*IJkmeting*. Voer een meting uit aan iets waarvan je weet wat de waarde van de grootheid is. Weeg bijvoorbeeld een voorwerp met een nauwkeurig bekende massa. Of je pH meter ijken met een bufferoplossing met nauwkeurig bekende pH.

*Kritisch* blijven op je resultaten. Vraag je regelmatig af of je wel goed bezig bent.

3.5. Uitbreiding fouten

We maken onderscheid tussen ***absolute fout*** en ***relatieve fout***. Een absolute fout geeft in een getalwaarde aan hoe veel de gegeven waarde hoger of lager kan zijn, een absolute fout heeft dezelfde dimensie als de gemeten grootheid.

Stel je bepaalde de massa op 0,694 g. Dan kan de absolute fout 0,005 g zijn. Je rapporteert dit als volgt: 0,694 ± 0,005 g. Je werkelijke waarde ligt dan dus tussen 0,689 en 0,699

De relatieve fout is dimensieloos: ∆x/x.   
In het voorbeeld hierboven is dit 0,005/0,694 = 7,2.10-3 of in procenten 0.72%.

Bij berekeningen kun je als vuistregels gebruiken:

**Bij een product of een deling tel je de *relatieve* fouten van de afzonderlijke grootheden op.**

**Bij een som of verschil tel je de *absolute* fouten van de afzonderlijke grootheden op.**

Als er meerdere metingen gedaan zijn kun je zogenaamde ***standaardafwijking*** of ***standaarddeviatie*** (s) berekenen. Als je dit bij wiskunde al hebt gehad kun je het natuurlijk gebruiken.

4. Rapporteren

4.1. Analyseren

De eerste stap in het verwerken van je meetgegevens is het op een juiste wijze organiseren van de gegevens. Dat kan zijn in de vorm van een tabel, een grafiek, een plaatje, een staafgrafiek, of in de vorm van beknopte beschrijvingen. Het is belangrijk om over de manier van verwerking goed na te denken om dat dit bepaalt wat je kunt afleiden. Als je een patroon wil herkennen of een kwantitatieve (getalswaarde) uitspraak wil doen over een verband, dan heb je daar een bepaalde manier van dataverwerking voor nodig, vaak een tabel, diagram of grafiek.

Om patronen en trends te herkennen kun je de volgende vragen gebruiken:

* Met welke variabelen had ik hier te maken?
* Wat is de relatie tussen de variabelen A en B? (evenredig, omgekeerd evenredig, etc.)
* Welke patronen of trends zie ik in de resultaten (in de tabel, diagram of grafiek)?

4.2. Concluderen

Wat volgt er logischerwijs in aansluiting op je onderzoeksvraag uit je resultaten? Kun je een antwoord geven op je onderzoeksvraag? Kun je de hypothese bevestigen of verwerpen? Wanneer je ook deelvragen hebt gebruikt beantwoordt je deze en bevestigt of verwerp je deze deelvragen.

Als je onverwachte dingen hebt waargenomen die je het vermelden waard vindt, dan kun je die onder “discussie” opnemen.

4.3. Discussie

In een verklaring probeer je de conclusie aan de hand van de theorie die je in het begin gebruikt hebt uit te leggen of aan die theorie te koppelen. Het kan ook zijn dat je iets hebt gevonden wat tegen de theorie indruist, dan probeer je daarvoor een reden te geven. Als je je onderzoek bent begonnen uitgaande van theoretische inzichten uit de literatuur, dan moet je die hier koppelen aan je resultaten en conclusie.

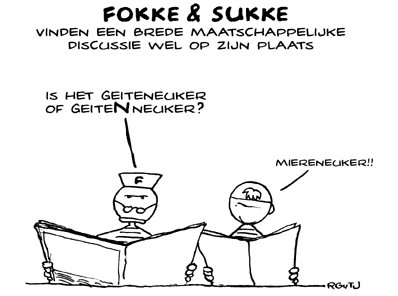
Vragen die kunnen helpen zijn:

* Waarom doet…..?
* Waarom denk ik dat dit gebeurt?
* Wat veroorzaakt dit?
* Wat zijn mogelijke redenen voor …..?
* Krijg ik vergelijkbare resultaten als uit de literatuur te verwachten is? Zo nee kan ik dat verklaren?

Je geeft dus aan op basis van welke resultaten en informatiebronnen je de conclusie hebt getrokken (het bewijsmateriaal).

Het is gebruikelijk om aan het eind van een onderzoek de sterke en zwakke punten van je onderzoek aan te geven. Je kunt iets zeggen over de nauwkeurigheid van je meetresultaten en over de geschiktheid van de gebruikte methode. Je kunt hier ook iets zeggen over de geldigheid van je onderzoek, bijvoorbeeld onder welke voorwaarden of binnen welke grenzen je conclusie opgaat.

Als dat kan geef je alternatieven aan of mogelijkheden voor vervolgonderzoek waarmee je jouw conclusie kunt onderbouwen. Het kan zijn dat je iets moet zeggen over de onderzoeksvraag (bijvoorbeeld toch te uitgebreid) of over de ingewikkeldheid van je onderzoek. Dus**:**

**-** Wat is er fout gegaan?

* Welke suggesties voor verbetering heb je?
* Welk vervolgonderzoek stel je voor?

4.4. Communiceren   
Schriftelijke/mondelinge presentatie

Als je een onderzoek doet, maak je gebruik van bestaande kennis en instrumenten die door mensen in het verleden zijn bedacht en ontwikkeld. Vaak is die kennis eeuwen en soms wel millennia oud. Denk maar eens aan de wiskunde uit de klassieke oudheid! In feite geldt voor iedereen, óók voor de meest bewonderde wetenschappers, dat je gebruik maakt van bestaande kennis en instrumenten.

Ontdekken doe je dus niet alleen. Het zal je dan ook niet verbazen dat het uitwisselen van ideeën, gedachten, plannen … een zeer belangrijk en onlosmakelijk onderdeel vormt van het onderzoeken. In het klein gebeurt dat mondeling of schriftelijk onder het werk, bij de koffie, via kattebelletjes, tijdens werkbesprekingen. Vervolgens worden meetrapporten en verslagen gemaakt en wordt dit aan een groter publiek gepresenteerd op conferenties of gepubliceerd in tijdschriften.

Een open en kritische houding is van essentieel belang, vooral naar jezelf toe. En het spreekt voor zich dat “het kunnen laten zien”, doorslaggevend is voor je bewering. Dit verhindert overigens niet, dat je theoretisch heel ver door kunt denken naar iets dat wellicht in de toekomst mogelijk pas te staven is met experimenten!

Je kunt je onderzoek op verschillende manieren presenteren: in de vorm van een verslag, een (power point) presentatie, een poster, of een artikel voor een tijdschrift of krant.

Er bestaan ook verschillende manieren om je resultaten te presenteren: door middel van tekst, diagrammen, tabellen, kaarten, grafieken, tekeningen of combinaties hiervan.

De volgende vragen kunnen je helpen te beslissen:

* Wat is de meest geschikte manier om je onderzoek te presenteren? Het kan zijn dat dit is voorgeschreven natuurlijk!
* Hoe kan ik anderen het beste duidelijk maken wat ik gedaan en gevonden heb?
* Hoe kan ik de resultaten het beste presenteren (diagrammen, tabellen, kaarten, grafieken)?

Er bestaan verschillende manieren om een verslag in te delen. Dat is afhankelijk van persoonlijke voorkeuren maar ook van richtlijnen die de school, een tijdschrift of een congres voorschrijven.

Voor de richtlijnen van onze school kijk je in je PTA, de eisen waaraan een verslag moet voldoen zijn ook op de website van school te vinden.

Een verslag kan bestaan uit de volgende paragrafen:

* Titel en namen
* Inhoudsopgave
* Samenvatting
* Inleiding
* Onderzoeksvraag en eventuele hypothese
* Methode en materialen (*plan van aanpak*)
* Resultaten
* Conclusies
* Discussie
* Literatuur
* Bijlagen

1ste onderzoek:

Titel: …………………………………………………………………………………………….…………………

Vraagstelling: ………………………………………………………………………………………………..

……………………………………………………………………………………………….

Hypothese: …………………………………………………………………………………………………….

Variabelen:

Onafhankelijke: ……………………………………………………………………………………………

Afhankelijke: ………………………………………………………………………………………………..

Controle: ………………………………………………………………………………………………………

Werkplan: ………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

Benodigdheden: …………………………………………….………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

Resultaten: in de vorm van een grafiek en tabel. Plak het hierin of digitaal.

Conclusie:

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

Discussie:

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

2de onderzoek:

Titel: …………………………………………………………………………………………….…………………

Vraagstelling: ………………………………………………………………………………………………..

……………………………………………………………………………………………….

Hypothese: …………………………………………………………………………………………………….

Variabelen:

Onafhankelijke: ……………………………………………………………………………………………

Afhankelijke: ………………………………………………………………………………………………..

Controle: ………………………………………………………………………………………………………

Werkplan: ………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

Benodigdheden: …………………………………………….………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

Resultaten: m.b.v. van een grafiek en tabel. Plak het hierin of digitaal.

Conclusie:

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

Discussie:

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

3de onderzoek:

Titel: …………………………………………………………………………………………….…………………

Vraagstelling: ………………………………………………………………………………………………..

……………………………………………………………………………………………….

Hypothese: …………………………………………………………………………………………………….

Variabelen:

Onafhankelijke: ……………………………………………………………………………………………

Afhankelijke: ………………………………………………………………………………………………..

Controle: ………………………………………………………………………………………………………

Werkplan: ………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

Benodigdheden: …………………………………………….………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

Resultaten: m.b.v. van een grafiek en tabel. Plak het hierin of digitaal.

Conclusie:

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

Discussie:

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………..