



Handleiding
Basis
Natuur
Wetenschappen

Havo-vwo onderbouw

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling

slo



Handleiding BasisNatuurWetenschappen

Havo-vwo onderbouw

Herziene versie

2009

slo

nationaal
expertisecentrum
leerplan-
ontwikkeling

Verantwoording

© **Stichting leerplanontwikkeling (SLO), Enschede**

Alle rechten voorbehouden. Mits de bron wordt vermeld is het toegestaan om zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren dan wel op andere wijze te verveelvoudigen.

Auteurs: Gert Hulzebosch, Piet van Ipenburg, Romke Koch, Maaïke Rodenboog, Tjeerd Volbeda, Wim Spek.

Projectleiding: Maaïke Rodenboog

In samenwerking met:

- Het Amsterdams Lyceum, te Amsterdam
- St. -Antoniuscollege, te Gouda

Informatie

SLO

Secretariaat onderbouw VO

Telefoon (053) 4840 660

E-mail: vo-onderbouw@slo.nl

AN: 4.5115.254

Inhoud

Inleiding	4
1. Materialen bij BasisNatuurWetenschappen	5
1.1 Handleiding	5
1.2 Leerlingmateriaal en docentmateriaal	5
1.3 Vaardigheden	5
2. Karakteristieken en doelen	6
2.1 Karakteristiek	6
2.2 Doelen BasisNatuurWetenschappen	7
3. Toelichting op de materialen	8
3.1 Toelichting op de materialen	8
3.2 Toelichting op het leerlingmateriaal en docentmateriaal	9
3.3 Toelichting bij de vaardigheden	10
3.4 Bijlagen	10
4. Stappenplan voor het samenstellen van lesmateriaal	11
4.1 Checklist opdrachtkaarten	13
5. Voorbeeld Natuurwetenschappelijke methode	14
6. Tot slot	16

Inleiding

Op Het Amsterdams Lyceum te Amsterdam en het St. -Antoniuscollege te Gouda wordt wetenschap als vak aangeboden met de naam BasisNatuurWetenschappen aan leerlingen van havo-vwo klas 1 en 2. In 2007 is hiervoor lesmateriaal ontwikkeld en dit is beschikbaar gesteld via de cd-rom BasisNatuurWetenschappen.

In 2008 en 2009 zijn een aantal scholen gevolgd door SLO. Dit heeft geleid tot aanpassingen in het lesmateriaal en deze verbeterde versie is beschikbaar via de website van SLO.

Voor het vak BasisNatuurWetenschappen zijn naast deze handleiding ook lesmateriaal en vaardighedenkaarten beschikbaar.

BasisNatuurWetenschappen:

- Wil dat leerlingen kennis maken met de natuurwetenschappelijke methode.
- Is bedoeld voor leerlingen van leerjaar 1 en 2, havo/vwo.
- Is flexibel te gebruiken als vak met uren per week, of als project.
- Werkt vanuit de levenswereld van de leerling.
- Wordt afgesloten met een open onderzoeksopdracht en/of ontwerp-opdracht.

Deze handreiking is bedoeld voor docenten en schoolleiders. Zij kunnen deze handreiking gebruiken voor het opzetten van het vak BasisNatuurWetenschappen.

1. Materialen bij BasisNatuurWetenschappen

Het totale pakket BasisNatuurWetenschappen bestaat uit de volgende onderdelen:

- handleiding
- leerlingenmateriaal en docentmateriaal
- vaardigheden
- bijlagen

1.1 Handleiding

Deze handleiding is bedoeld voor docenten en schoolleiders. Hierin is de visie op het vak BasisNatuurWetenschappen beschreven in karakteristiek en doelen. Verder een toelichting op alle onderdelen op globale wijze.

1.2 Leerlingenmateriaal en docentmateriaal

Het leerlingenmateriaal van BasisNatuurWetenschappen bestaat uit ongeveer 70 lessen, verdeeld over 6 modules. De thema's van de modules zijn:

1. Wat is wetenschap?
2. Meten aan mensen;
3. Bewegen
4. Het weer
5. Soorten onderzoek
6. Mijn wetenschappelijk onderzoek

Elke module start met een overzicht van de module.

Een module bestaat uit opdrachten om ongeveer 12 lessen van 50 tot 60 minuten te vullen en is opgezet volgens een vast format. Voor elke module bestaat de mogelijkheid om het materiaal flexibel te gebruiken. Het materiaal is uit te breiden of in te korten, al naar gelang de wensen van leerlingen en docenten.

Het vaste format is gekozen om de onderzoeksstrategie steeds terug te laten keren. Dit geeft leerlingen een houvast. Daarnaast zijn ook een aantal meer open opdrachten ingevoegd. Het is aan de docent of de leerling om zelf een onderzoeksvraag te stellen en een onderzoek op te zetten. Het vaste format kan door de leerlingen zelf worden doorlopen en er is een mogelijkheid om eigen keuzes te maken. De module 'Wat is wetenschap?' is bedoeld als de eerste module, de module 5 is een voorbereiding op 6. De modules 2, 3 en 4 kunnen in willekeurige volgorde worden aangeboden.

Het docentmateriaal is per opdracht ingevoegd na de leerlingopdracht

1.3 Vaardigheden

Naast het leerlingenmateriaal is er een uitwerking van verschillende vaardigheden. Deze vaardigheden zijn uitgewerkt ter ondersteuning van de lessen BNW. Leerlingen en docenten kunnen deze gebruiken als naslag om op te zoeken hoe de vaardigheden uitgevoerd kunnen worden.

Bij dit materiaal is ook een checklist opgenomen, om af te vinken welke vaardigheden aan de orde zijn geweest. Dit biedt ook mogelijkheden om vaardigheden toe te voegen aan leerlingenmateriaal.

Vaardigheden worden volgens een vast stramien aangeboden. Het is goed mogelijk dat er binnen uw school afspraken zijn gemaakt over het aanleren, oefenen en toepassen van verschillende vaardigheden. U kunt dit materiaal dan gebruiken als inspiratiebron en verder volgens de schoolafspraken de vaardigheden inzetten bij de lessen BasisNatuurWetenschappen.

2. Karakteristiek en doelen

2.1 Karakteristiek

BasisNatuurWetenschappen voor de onderbouw havo-vwo.

Het vak BasisNatuurWetenschappen wil leerlingen kennis laten maken en ervaring opdoen met de natuurwetenschappelijke onderzoeksmethode.

De natuurwetenschappelijke denk- en werkwijze is een systematische en cyclische methode om een onderzoek op te zetten en uit te voeren. Het systematische van deze methode is terug te vinden in de stapsgewijze aanpak. De fasen die daarbij doorlopen worden kennen een vaste volgorde, vastgelegd in het format van het leerlingmateriaal.

Het vak heeft tot doel leerlingen enthousiast te maken, kritisch en logisch te laten denken en op een creatieve manier te komen tot oplossingen met behulp van de natuurwetenschappelijke onderzoeksmethode. Dit past bij jongeren in deze fase van hun leven. Het is een fase om talenten en mogelijkheden voor de verdere ontwikkeling te ontdekken. Jongeren verbreden hun blik, worden zelfstandiger. Kennismaken en ervaring opdoen met wetenschap en vaardigheden rondom wetenschap doet recht aan deze ontwikkeling.

In dit vak wordt uitgegaan van de verwondering van leerlingen. Vragen stellen en het ontwikkelen van een onderzoekende houding horen daar bij. Leerlingen worden in staat gesteld om hun omgeving te begrijpen en te zoeken naar verklaringen. Leerlingen leren daarvoor onderzoek doen volgens de natuurwetenschappelijke onderzoeksmethode. De directe omgeving van de leerlingen is bij deze lessen een bron van informatie en onderzoeksobject.

Leerlingen leren uitgaan van waarnemingen (waaronder eigen waarnemingen), voor het uitbreiden van kennis en het aanleren van onderzoeksvaardigheden. Leerlingen leren om een kritische houding aan te nemen ten aanzien van feiten, literatuur en onderzoek. Door steeds te werken met (onderdelen van) de natuurwetenschappelijke onderzoeksmethode leren leerlingen op een consequente manier onderzoek doen. Daarnaast helpt dit leerlingen hun omgeving te verbeteren zodat er ethische en duurzame keuzes gemaakt kunnen worden.

Het vak wil recht doen aan verschillende van de vaardigheden benoemd in de algemene karakteristiek voor het onderwijs voor onderbouw VO, welke zijn:

- de leerling leert actief en in toenemende mate zelfstandig;
- de leerling leert samen met anderen;
- de leerling leert in samenhang;
- de leerling oriënteert zich.

In dit vak maken leerlingen actief kennis met de vaardigheden:

- het opstellen van onderzoeksvragen en het opstellen van een hypothese;
- verwerven, verwerken en presenteren van informatie;
- gebruik van tabellen en grafieken;
- gebruik van modellen;
- nauwkeurig meten;
- opzetten en uitvoeren van experimenten;
- verslaglegging van onderzoek.

Leerlingen leren inzien dat deze vaardigheden bij verschillende vakken op dezelfde manier worden toegepast. De vaardigheden zijn uitgewerkt op vaardigheidskaarten.

2.2 Doelen bij BasisNatuurWetenschappen:

- De leerling leert een onderzoek uitvoeren volgens de natuurwetenschappelijke onderzoeksmethode.
De onderzoeksmethode gebruikt de onderstaande stappen:
 - de leerling leert vragen over onderwerpen in zijn leefwereld om te zetten in onderzoeksvragen, gekoppeld aan wetenschappelijke concepten;
 - de leerling leert een hypothese op te stellen;
 - de leerling leert een experiment (waarnemen, gegevens verzamelen, gegevens verwerken) voor te bereiden en uit te voeren;
 - de leerling leert in verschillende bronnen informatie te zoeken, te ordenen en te beoordelen op waarde voor hemzelf en anderen;
 - de leerling leert werken met theorieën en modellen;
 - de leerling leert uitkomsten van onderzoek vast te leggen in een verslag;
 - de leerling leert de uitkomsten van onderzoek te presenteren.
- De leerling leert passende wiskundetaal/getallentaal te gebruiken voor het ordenen van het eigen denken en voor uitleg aan anderen en leert de wiskundetaal van anderen te begrijpen.
 - de leerling leert in praktische situaties wiskunde te herkennen en te gebruiken om problemen op te lossen;
 - de leerling leert informele notaties, schematische voorstellingen, tabellen, grafieken en formules te gebruiken om greep te krijgen op verbanden tussen grootheden en variabelen.
- De leerling leert door onderzoek kennis te verwerven over voor hem relevante producten en systemen, leert deze kennis naar waarde te schatten en op planmatige wijze een product te ontwerpen en te maken.

3. Toelichting op de materialen

In dit hoofdstuk achtereenvolgens een algemene toelichting, gevolgd door een toelichting op het leerlingenmateriaal, de vaardigheden, het docentenmateriaal.

3.1 Algemene toelichting

Doelen bij het vak

De doelen zijn beschreven in hoofdstuk 2.2.

De essentie is steeds het ervaren hoe wetenschap werkt, het kritisch en creatief leren kijken en zoeken naar oplossingen. De vraag voor leerlingen is: "Hoe zit het, hoe werkt het en hoe kan het beter?"

Rol van de docent

De rol van de docent bij dit vak is een heel belangrijke. De docent is het voorbeeld van de wetenschapper voor de leerlingen. De docent benadert de leerlingen vanuit een wetenschappelijke rol, zal doorvragen en coachen bij elke les.

Als ontwikkelaars denken we dat, ondanks de vele informatie op de leerlingenbladen en in deze handleiding, de creativiteit en wetenschappelijke denkwijze van een docent noodzakelijk is om deze lessen te kunnen aansturen.

Dit werd onderschreven tijdens een bijeenkomst veldadvisering over deze materialen.

Rol van de natuurwetenschappelijke werkwijze

De natuurwetenschappelijke methode is de basis van dit lesmateriaal. Alle modules zijn rond deze vorm opgebouwd en leerlingen maken steeds kennis met onderdelen van deze werkwijze in de verschillende modules.

Mogelijkheden voor gebruik

In de ontwikkelscholen wordt BNW aangeboden als 1 uur vak. Op de ene school 1 uur over 2 jaar en op de andere school 2 uur over 1 jaar. De lessen duren 50 of 60 minuten.

Tijdens de veldadvisering werd aangegeven dat het materiaal ook als project mogelijk bruikbaar is, maar minder als blokkur.

Materialen van websites

Tijdens de ontwikkeling is gebruik gemaakt van informatie van verschillende websites. Deze informatie is wellicht tijdelijk. We adviseren u informatie die u wilt gebruiken van websites, te downloaden en op te slaan voor eigen gebruik of voor gebruik door leerlingen.

Samenhang met andere vakken

De onderwijsvernieuwingen in de onderbouw van het voortgezet onderwijs vraagt van scholen om het curriculum in samenhang aan te bieden. Deze samenhang is uitgewerkt in verschillende scenario's. De natuurwetenschappelijke methode is bij uitstek geschikt om bij alle exacte vakken te introduceren. Dit vak BNW is dan ook bedoeld om de samenhang tussen de exacte vakken te versterken. Het wetenschappelijk denken dat leerlingen aanleren, kan worden gebruikt bij andere vakken waar wetenschappelijk denken een rol speelt (en dat kan breder dan de natuurwetenschappelijke vakken).

Bij de inhouden van BNW is nadrukkelijk gezocht naar voorbeelden en thema's die niet direct uit de leerstof van de exacte vakken komen. De ontwikkelaars gaan er vanuit dat leerlingen zonder inhoudelijke kennis de lessen kunnen volgen.

Toetsing en evaluatie

De insteek van de ontwikkelaars is nadrukkelijk NIET om leerlingen te toetsen op hun wetenschappelijke ontwikkeling, wel om ze te volgen in deze ontwikkeling. De vraag is: 'Zijn leerlingen beter in wetenschappelijk denken?' aan het eind van de lessen BNW.

Om scholen tegemoet te komen bij het bepalen van een cijfer wordt bij elke module een aantal mogelijkheden gegeven om cijfers te bepalen.

Wetenschap buiten de school

De wetenschappelijke wereld van universiteiten, laboratoria, musea en andere wetenschappelijke plaatsen is toegankelijk genoeg voor leerlingen in de onderbouw die wetenschappelijk willen denken. De ontwikkelaars hebben in deze lessenserie niet direct deze mogelijkheid ingezet, maar zien grote toegevoegde waarde in het bezoeken van plaatsen waar wetenschap wordt ontwikkeld. Ook kunnen wetenschappers in de school worden gehaald. De ontwikkelgroep wil deze vormen van samenwerken van harte aanbevelen om te zoeken naar mogelijkheden om daarmee het lesmateriaal te verbreden en te verdiepen.

Formats

In het materiaal van BasisNatuurWetenschappen wordt gebruik gemaakt van vaste formats. Voorbeelden hiervan zijn in dit hoofdstuk toegevoegd.

3.2 Toelichting op het leerlingenmateriaal en docentmateriaal

De module begint met een overzicht van de lessen binnen deze module. Dan volgt afwisselend een opdracht voor leerlingen en een toelichting voor docenten.

In het algemene deel worden de volgende punten toegelicht:

- Doelen bij de module
- Globale opzet en opbouw van de module
- Rol van de leerling (voorkennis/mogelijkheden)
- Benodigdheden
- Mogelijkheden voor beoordeling en evaluatie
- (Eventueel uitgebreid met tips en trucs)

Alle leerlingenmaterialen zijn opgezet volgens het format en volgens de vorm natuurwetenschappelijk onderzoek. Vaste opzet van het leerlingenmateriaal:

- Intro
- Wat wil je onderzoeken?
- Wat ga je doen?
- Hoe ga je het doen?
- Wat heb je nodig?
- Wat heb je gevonden?
- Wat is je conclusie?
- Huiswerk/vervolg

De lessen zijn aan te passen naar eigen inzichten. Dit geldt ook voor de volgorde van de meeste lessen.

In de toelichting per les worden de volgende punten uitgewerkt:

- Inhoud
- Mogelijke gangmaker en aandachtspunten
- Tijdsduur
- Organisatie van de les, mogelijke werkvormen, materialen en lokalen
- Kosten

3.3 Toelichting bij de vaardigheden

Het belangrijkste van het vak BasisNatuurWetenschappen is dat leerlingen een natuurwetenschappelijke houding aanleren. Bij deze houding hoort het steeds beter beheersen van een aantal vaardigheden.

Deze zijn beschreven op vaardighedenkaarten in het bestand vaardigheden.

Naast de vaardigheden is ook een checklist toegevoegd om bij te houden welke vaardigheden zijn gebruikt in de lessen.

Onderstaande vaardigheden zijn uitgewerkt in het vaardighedenmateriaal.

- opstellen van een onderzoeksplan;
- verzamelen van informatie;
- bedenken en uitvoeren van een experiment;
- schrijven van een verslag;
- houden van een mondelinge presentatie;
- houden van een visuele presentatie;
- maken van een folder, brochure en/of poster;
- gebruiken van de microscoop;
- maken van preparaten;
- maken van tekeningen;
- gebruiken van glaswerk;
- gebruiken van een brander
- gebruiken van de weegschaal/veerunster;
- maken van oplossingen;
- meten en eenheden, grootheden / nauwkeurig meten;
- bouwen van modellen;
- maken van tabellen;
- maken van diagrammen;
- maken van grafieken;
- maken van schema's.

3.4 Bijlagen

Voor een aantal lessen zijn bijlagen beschikbaar, dit geldt voor module 4: Het Weer.

4. Stappenplan voor het samenstellen van lesmateriaal

Voor het maken van nieuw lesmateriaal is in deze handleiding een stappenplan toegevoegd dat docenten helpt bij het schrijven van dit materiaal. Naast dit stappenplan zijn er ook checklists en informatie over type opdrachten bijgevoegd.

Stap 1: Bepaal de randvoorwaarden

Randvoorwaarde	Mogelijke keuzes
Thema	het thema moet raakvlakken hebben met natuurwetenschappelijk denken
Klas(en) en niveau(s)	1 / 2
Benodigd aantal uren	
Roostervorm	<ul style="list-style-type: none"> - lesduur - periodisering - keuzewerktijd
Aantal docenten / klassenassistenten	
Benodigde competenties docenten	<ul style="list-style-type: none"> - inhoudelijk - didactisch
Eisen aan ruimten / faciliteiten	- lokalen / ICT hoeken / praktijkfaciliteiten / buitenschoolse activiteiten
Overig	

Stap 2: Bepaal de inhoud(en)

Omschrijving van inhoud van de module	
Welke kerndoelen van het vak BNW worden behandeld	
Noem een tot drie algemene doelen van de module	
Verdeel ieder algemeen doel in subdoelen (1 tot 2 subdoelen per leseenheid van 50 minuten)	

Stap 3: Bepaal de didactiek en/of het type opdrachten dat u tenminste wilt gebruiken in de module

Welke didactische werkvormen passen hierbij?	<ul style="list-style-type: none"> - practica - werkplaatsactiviteiten - colleges - zelfstudie - groepswork - samenwerken leren (debat, toneelspel, socratisch gesprek, et cetera) - pgo - buitenschools leren
--	--

Stap 4: Bepaal de benodigde bronnen en materialen

Welke materialen / bronnen en proefjes / activiteiten passen hierbij?	
Overig	

Stap 5: Geef aan op welke wijze er differentiatie mogelijk is op basis van interesse, leerstijl, opdracht- en verwerkingsvorm

Differentiatie	niveau
	tempo
	leerstijl
	belangstelling

Stap 6: Geef aan hoe de toetsing en evaluatie kan plaatsvinden

Doe suggesties voor toetsing en evaluatie. Denk hierbij aan:

- Hoe kan de docent beoordelen of de doelen bereikt zijn?
- Hoe kan de leerling beoordelen of de doelen bereikt zijn?

Stap 7: Stel de lessenserie samen.

7a. Maak een uitwerking van het leerlingenmateriaal volgens het format.

7b. Maak een docentenhandleiding volgens format.

4.1 Checklist opdrachtkaarten

Bij het maken van een opdrachtkaart kun je je de volgende vragen stellen:

1. Voor welke klas is de opdracht bedoeld?
2. Hoeveel uren, c.q. studiebelasting?
3. Wordt er individueel of in groepen gewerkt; hoe groot zijn de groepen?
4. Voor welk thema?
5. Een bepaald subthema? Eventueel naast andere subthema's?
6. Wat voor soort onderzoeksvraag wordt gehanteerd (beschrijvend, vergelijkend, verklarend, waarderend)? Helder geformuleerd? Voldoende afgebakend? Haalbaar? Uitdagend en motiverend?
7. Welke perspectieven worden aan de vraag gerelateerd? Of: welke perspectieven worden gebruikt om de vraag af te bakenen?
8. Wat is het gewenste eindproduct?
9. Zijn de eisen, gesteld aan het product, helder? Bieden ze een goede grondslag voor de beoordeling?
10. Welke leerdoelen worden gesteld (kennis, vaardigheden, eventueel: houdingen)?
11. Hoe gedetailleerd wordt de werkwijze uitgewerkt?
12. Waar vinden de leeractiviteiten van de leerlingen plaats?
13. Zijn er bijzondere voorzieningen nodig (werkruimtes, overheadprojector, computer, beamer, et cetera)?
14. Welke bronnen zijn noodzakelijk en bereikbaar?
15. Waarop worden de leerlingen beoordeeld? Wie is daarvoor eindverantwoordelijk?
16. Hoe is bij de verschillende leeractiviteiten de rolverdeling tussen leerling en docent (verdeling van de sturing)?

5. Voorbeeld Natuurwetenschappelijke methode

Biologen zijn, net als andere natuurwetenschappers, van nature nieuwsgierige mensen. Ze willen graag iets onderzoeken, vaak bedenken ze hierbij experimenten. Deze experimenten verlopen bij alle natuurwetenschappers in een vaste volgorde.

De manier waarop een bioloog te werk gaat bij een experiment, noemen we de natuurwetenschappelijke methode. Hieronder staat een voorbeeld van een wetenschappelijk onderzoek, gedaan door Pasteur (1822 - 1895).

Observatie

Dit is de eerste fase van het natuurwetenschappelijk onderzoek. Een natuurverschijnsel wordt waargenomen.

Eén van de theorieën over het ontstaan van het leven is de generatio spontanea. Volgens deze theorie kunnen organismen ontstaan uit levenloze of dode stof. Als je bijvoorbeeld een kolf met heldere bouillon enige tijd weg zet, blijkt de bouillon troebel te worden. Deze troebeling ontstaat door bacteriën en andere micro-organismen.

Probleemstelling

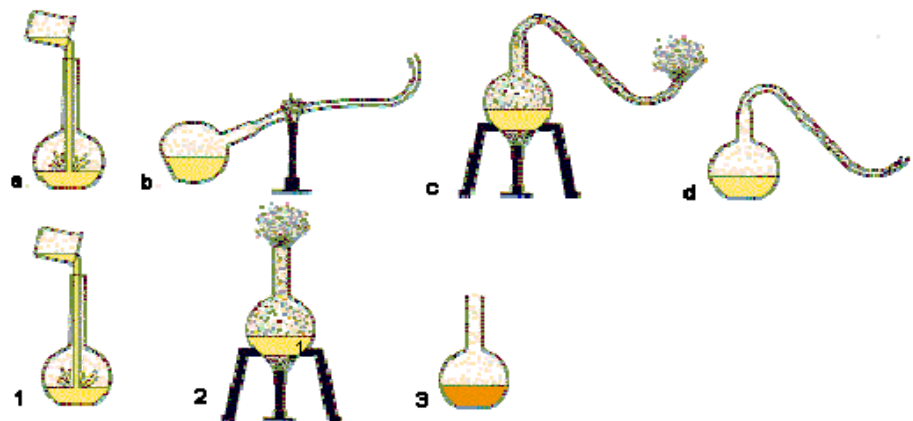
De onderzoeker ervaart het natuurverschijnsel als een probleem en formuleert een probleemstelling. De probleemstelling mag niet te algemeen zijn. Je moet hem kunnen toetsen met een experiment.

Pasteur kende het verschijnsel (van het troebel worden van de bouillon) en vroeg zich af: "Kunnen de bacteriën in de bouillon spontaan ontstaan?"

Hypothese

In de hypothese geeft de onderzoeker een mogelijk antwoord op de vraag van de probleemstelling.

Pasteur meende dat de bacteriën niet spontaan ontstonden maar afkomstig waren uit de omgeving.



Experiment van Pasteur.

De kolf met zwanenhals (d) blijft helder en de open kolf (3) wordt troebel.

Voorspelling

Op grond van de hypothese kan men voorspellen wat de resultaten zijn van het experiment. Dit gebeurt meestal als volgt: **als** (hier wordt de hypothese ingevuld) juist is **dan** (hier wordt het resultaat van het experiment ingevuld).

Als bacteriën afkomstig zijn uit de omgeving en niet spontaan ontstaan dan moet een kolf met bouillon, waarin alle bacteriën gedood zijn en waarin geen nieuwe bacteriën kunnen komen, helder blijven.

Uitvoering experiment

Het experiment wordt uitgevoerd. Hierbij vergelijkt men een groep waarbij één bepaalde factor veranderd is met een controlegroep waarbij niets veranderd is. Voor een grote betrouwbaarheid moet het experiment met **grote aantallen** worden uitgevoerd.

Twee kolven met een bouillonoplossing werden door koken steriel gemaakt. Daarna werd de ene kolf open weggezet. De andere kolf werd voorzien van een zwanenhals. Door deze zwanenhals kon wel zuurstof de kolf in maar bacteriën werden tegengehouden.

Resultaten

De resultaten worden verzameld en overzichtelijk weergegeven (in een grafiek, diagram of tabel).

Na enige tijd bleek dat de bouillon in de open kolf troebel is geworden en dat de bouillon in de kolf met zwanenhals helder bleef.

Conclusie

De onderzoeker vergelijkt de resultaten met zijn hypothese. Uit deze vergelijking kan de conclusie getrokken worden dat de hypothese wel of niet juist was. Bij een onjuiste hypothese zal de onderzoeker een nieuwe hypothese moeten opstellen.

Als bacteriën spontaan ontstaan dan zou de kolf met zwanenhals na enige tijd bacteriën moeten bevatten. Er is namelijk voedsel en zuurstof aanwezig. Dit is niet het geval dus kon Pasteur de conclusie trekken dat bacteriën niet spontaan ontstaan.

Van een natuurwetenschappelijk onderzoek wordt een verslag gemaakt waarin alle fasen in de juiste volgorde staan.

6. Tot Slot

Op deze plek een woord van dank aan:

- Gert Hulzebosch, Piet van Ipenburg, Romke Koch en Tjeerd Volbeda. Zij hebben aan de eerste versie van BasisNatuurWetenschappen een grote bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van het lesmateriaal en verdere ondersteunende materialen.
- Docenten van Het Amsterdams Lyceum, het Gredijdanus, locatie Meppel en het Udens College in Uden. Verschillende docenten van deze scholen hebben hun deur open gezet om lessen te kunnen observeren. Ook is via interviews en vragenlijsten input gegeven voor het bijstellen van het materiaal voor BasisNatuurWetenschappen.

SLO is het nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling. Al meer dan 30 jaar geven wij inhoud aan leren en innovatie in de driehoek beleid, wetenschap en onderwijspraktijk. De kern van onze expertise betreft het ontwikkelen van doelen en inhoud van leren, voor vele niveaus, van landelijk beleid tot het klaslokaal.

We doen dat in interactie met vele uiteenlopende partners uit kringen van beleid, schoolbesturen en -leiders, leraren, onderzoekers en vertegenwoordigers van maatschappelijke organisaties (ouders, bedrijfsleven, e.d.).

Zo zijn wij in staat leerplankaders te ontwerpen, die van voorbeelden te voorzien en te beproeven in de schoolpraktijk. Met onze producten en adviezen ondersteunen we zowel beleidsmakers als scholen en leraren bij het maken van inhoudelijke leerplankeuzes en het uitwerken daarvan in aansprekend en succesvol onderwijs.

SLO

Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Postbus 2041
7500 CA Enschede

T 053 484 08 40

F 053 430 76 92

E info@slo.nl

www.slo.nl

slo