

Docentenhandleiding

Leren onderzoeken

-

Module Natuurkunde

Over welk onderzoek ben ik erg tevreden?

Waardoor ging dat onderzoek van mij toen zo goed?

Wanneer zou een onderzoeker tevreden zijn over zijn onderzoek?

Hoe zorg ik ervoor dat ik een goede onderzoeker word?

Dat onderzoek dat laatst in de krant stond: hadden ze daarbij eigenlijk voldoende proefpersonen?

Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	2
1. LEESWIJZER	4
2. INLEIDING	4
3. ALGEMENE LEERDOELEN	6
4. DE MODULE NATUURKUNDE IN ÉÉN OOGOPSLAG	7
5. BENODIGDE VOORKENNIS EN –VAARDIGHEDEN	8
6. BESCHRIJVING LEERLINGMATERIAAL	9
6.1 Memobriefje: Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit	9
6.2 Checklists	11
6.3 Rubrics	12
7. UITGEBREIDE OMSCHRIJVING VAN ONDERDELEN MODULE NATUURKUNDE [MET DIDACTISCHE AANWIJZINGEN]	13
Algemene didactische aanwijzingen	13
1: Smaken verschillen – het probleem	14
2: Smaken verschillen - onderzoeksplan	15
3: Onderzoek met levende & niet-levende onderzoeksobjecten	16
4: Smaken verschillen – aanvullen onderzoeksplan	18
5: Smaken verschillen - uitvoering	20
6: Smaken verschillen – klassikale bewijsvoering & conclusie	23
7: Evaluatie onderzoeksmodule natuurkunde	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
BIJLAGEN	25
Bijlage bij onderdeel 4: Checklist Voorbereiding onderzoek	27
Bijlage bij onderdeel 4: Rubrics Onderzoeksplan	29
Bijlage bij onderdeel 5: Checklist Uitvoering onderzoek	33
Bijlage bij onderdeel 5: Rubrics uitvoering & verwerking onderzoek	35
Bijlage bij onderdeel 6: Knipblad tong	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Colofon

NATUURKUNDEMODULE: DOCENTENHANDLEIDING is ontwikkeld in het kader van het promotieonderzoek *Een zelfevaluatie-instrument voor leren onderzoeken in de bètavakken in de bovenbouw van het vwo* van Saskia van der Jagt. Voor uitvoering van de natuurkundemodule zijn tevens een zelfevaluatie-instrument en een werkboek voor leerlingen beschikbaar.

De docentenhandleiding mag gebruikt worden voor niet-commerciële onderwijsdoeleinden. Voor de docentenhandleiding geldt een [Creative Commons Naamsvermelding-NietCommercieel-GelijkDelen 3.0 Unported licentie](#). Aangepaste versies van deze handleiding mogen alleen verspreid worden na schriftelijke toestemming van de hieronder vermelde auteur.

Auteur: Saskia van der Jagt

M.m.v.: Jos Beishuizen, Heleen Caro, Evie Goossens, Frits Hidden, Ludo Kolfshoten, Albert Pilot, Lisette van Rens, Herman Schalk

Copyright

Saskia van der Jagt / Vrije Universiteit Amsterdam, Nederland
Augustus 2012
saskiavanderjagt@yahoo.com

1. Leeswijzer

Deze docentenhandleiding hoort bij het werkboek voor leerlingen “Leren onderzoeken – Module natuurkunde”. Dit is de derde module uit een lessenserie van drie modules rondom leren onderzoeken in de bètavakken. De eerste module is getiteld Leren Onderzoeken – Startmodule en de tweede module Leren onderzoeken – Module biologie. Het materiaal van deze modules bestaat ook uit een werkboek voor leerlingen en een docentenhandleiding. Voor een volledig begrip van de doelen en uitwerking van de module natuurkunde bevat de docentenhandleiding van de module natuurkunde op sommige pagina's informatie die letterlijk is overgenomen uit de docentenhandleidingen van de startmodule en de biologiemodule.

In deze docentenhandleiding vindt u achtereenvolgens informatie over Leren onderzoeken in de bètavakken, de algemene leerdoelen, de module natuurkunde in één oogopslag, een omschrijving van de benodigde voorkennis en vaardigheden, een korte omschrijving van het leerlingmateriaal en een uitgebreide omschrijving van de onderdelen van de module natuurkunde met didactische aanwijzingen. Aan het eind van de docentenhandleiding treft u diverse bijlagen aan die gebruikt (kunnen) worden bij de uitvoering van de module bijlage. In de handleiding wordt u waar nodig verwezen naar een benodigde bijlage.

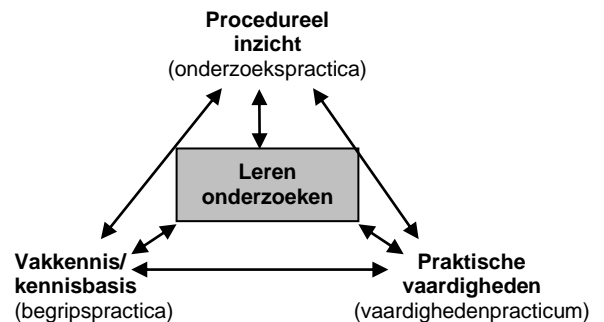
2. Inleiding

Leren onderzoeken bij de bètavakken in het voortgezet onderwijs is een complex geheel. Het kan als doel hebben om:

- 1) **vakkennis** uit te breiden en te illustreren
- 2) de beheersing van **praktische vaardigheden** uit te breiden (bv. maken van een grafiek, kunnen titreren, gebruik van Excel)
- 3) het **procedureel inzicht** te vergroten (bv. vormt de conclusie daadwerkelijk een antwoord op onderzoeksvraag, volgt de onderzoeksopzet uit de onderzoeksvraag)

Het uitbreiden van **praktische vaardigheden** is vooral gericht op het aanleren van technische, routinematige handelingen. Onder **procedureel inzicht** valt het samenhangende geheel van processen dat doorlopen wordt bij het doen van natuurwetenschappelijk onderzoek. Vergroten van procedureel inzicht is belangrijk om de kwaliteit van een onderzoek te (leren) bewaken.

Aan het uitbreiden van vakkennis en praktische vaardigheden wordt inmiddels veel aandacht besteed in het voortgezet onderwijs. Het vergroten van procedureel inzicht vindt echter minder structureel plaats, onder andere door de complexiteit van het aanleren hiervan. Voor het goed kunnen bewaken van de kwaliteit van een onderzoek moet een leerling immers kunnen beoordelen wat de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid én validiteit van een onderzoek is en dit is een leerproces dat door de omvang en mate van abstractie veel oefening vergt.



De verwachting is dat procedureel inzicht bij leerlingen sneller wordt vergroot wanneer zij onderzoek in de verschillende bètavakken met elkaar (leren) vergelijken. De processen bij het doen van onderzoek vertonen immers veel overeenkomsten tussen de bètavakken. Zo is bij ieder vak het verkrijgen van betrouwbare resultaten belangrijk. Hierbij is echter wel verschil te zien in wat onder betrouwbaarheid wordt verstaan bij de verschillende bètavakken. Bij biologie is het bijvoorbeeld vaak onmogelijk om andere variabelen dan de onderzoeksvariabelen constant te houden en hangt de betrouwbaarheid van een onderzoek samen met de representativiteit van de steekproef. Bij natuur- en scheikunde worden resultaten betrouwbaarder als een experiment een aantal keer herhaald wordt, eventueel door verschillende uitvoerders.

Door deze overeenkomsten en verschillen expliciet te maken voor leerlingen, krijgen zij naar verwachting door hoe bijvoorbeeld een beschrijvende onderzoeksvraag ‘automatisch’ leidt tot een onderzoeksopzet waarin observeren centraal staat en een experimentele vraag tot een uitvoering waarbij de onderzoeker de te onderzoeken variabelen zelf verandert.

3. Algemene leerdoelen

De module natuurkunde “Leren onderzoeken” heeft de volgende leerdoelen:

- 1) Leerlingen kunnen na afloop van de module natuurkunde meerdere factoren benoemen die van belang zijn om de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een natuurkundig onderzoek te bewaken. Zij passen hiertoe de informatie van het memobriefje toe in een natuurkundige onderzoekscontext.
- 2) Leerlingen kunnen na afloop van de module natuurkunde met behulp van de rubrics de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een natuurkundig onderzoek op passende wijze evalueren.
- 3) Leerlingen kunnen na afloop van de module natuurkunde met behulp van de checklisten controleren of zij alle vereiste handelingen rondom de voorbereiding en uitvoering van een natuurkundig onderzoek hebben verricht.
- 4) Leerlingen kunnen na afloop van de module natuurkunde de checklisten en rubrics toepassen op een nieuwe situatie (context) waarin zij de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een natuurwetenschappelijk onderzoek evalueren en vergroten. Dit blijkt uit hun verrichtingen bij de hiernavolgende toetsmodule scheikunde.

4. De module natuurkunde in één oogopslag

De module natuurkunde bestaat uit zeven onderdelen. De nadruk ligt bij alle onderdelen op het vergroten van inzicht van leerlingen over het bewaken van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek. Hierbij maken zij steeds gebruik van een memobriefje, checklists en rubrics om de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek te bewaken. De inhoud en het gebruik van het memobriefje, de checklists en de rubrics worden op bladzijde 7-10 van deze handleiding nader beschreven.

Onderdelen natuurkundemodule	
1	Veilig oversteken – het probleem <ul style="list-style-type: none"> ➤ Introductie van een gevaarlijke kruising in Gouda waar verkeersmaatregelen nodig zijn.
2	Veilig oversteken - onderzoeksplan <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kiezen van één van de onderzoeksonderwerpen. ➤ Schrijven van een onderzoeksplan. ➤ De leerlingen maken hierbij nog geen gebruik van het memobriefje, checklists en rubrics.
3	Nauwkeurigheid van meetapparatuur <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nadenken over hoe nauwkeurig gemeten kan worden met verschillende meetapparatuur.
4	Veilig oversteken – aanvullen onderzoeksplan <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aanvullen van het onderzoeksplan uit onderdeel 2 met behulp van checklist en de informatie uit onderdeel 3. ➤ Controleren van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van het onderzoeksplan met behulp van rubrics en eventueel onderzoeksplan aanpassen.
5	Veilig oversteken - uitvoering <ul style="list-style-type: none"> ➤ Uitvoering van het onderzoeksplan zoals beschreven bij onderdeel 4. ➤ Controleren van de uitvoering van het onderzoek met de checklists. ➤ Evalueren van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van het onderzoek met behulp van rubrics.
6	Veilig oversteken - adviesrapport <ul style="list-style-type: none"> ➤ Schrijven van adviesrapport aan de Gemeente Gouda over verbeteren van de verkeerssituatie op basis van het uitgevoerde onderzoek.

**Deze onderdelen worden nader uitgewerkt in het hoofdstuk
Uitgebreide omschrijving onderdelen met didactische aanwijzingen (p.11).**

5. Benodigde voorkennis en –vaardigheden

Voor een efficiënte en doelgerichte uitvoering van de module natuurkunde is het belangrijk dat het leerproces vooral gericht is op het (leren) bewaken van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit. Benodigde vakkennis en praktische vaardigheden zijn reeds aangeleerd en/of zo eenvoudig dat het voor de leerlingen geen belemmering vormt bij de uitvoering van de onderdelen van de module natuurkunde.

Benodigde voorkennis:

- Leerlingen weten uit de onderbouw hoe zij de snelheid en remweg van bewegende voertuigen kunnen berekenen.

Benodigde praktische vaardigheden:

- Leerlingen zijn in staat om realistische en uitvoerbare onderzoeksideeën te bedenken en deze te verwoorden in de klas.
- Leerlingen kunnen passende vragen stellen aan een andere groep om duidelijkheid te krijgen over hoe zij hun onderzoek hebben uitgevoerd.

6. Beschrijving leerlingmateriaal

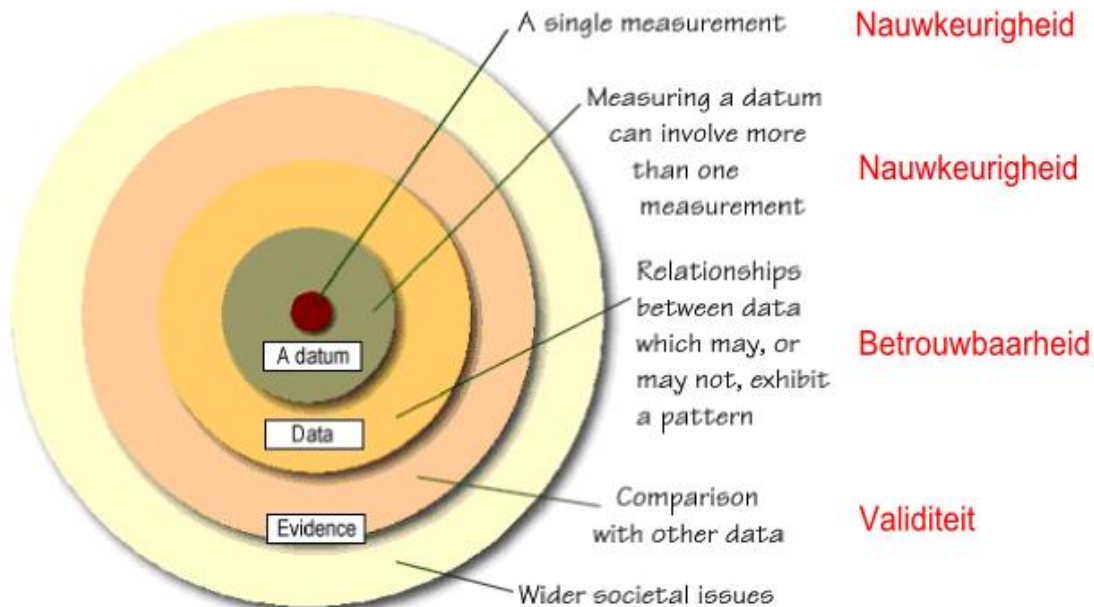
Iedere leerling heeft tijdens de module natuurkunde een werkmap tot zijn beschikking. Hierin zijn opgenomen:

- 1) Werkboekje module natuurkunde
- 2) Zelfevaluatie-instrument, bestaande uit
 - a. Memobriefje: Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit
 - b. Checklist
 - c. Rubrics

Het gebruik van het memobriefje, de checklists en de rubrics door leerlingen tijdens de module natuurkunde wordt hieronder toegelicht. Over de inhoud van het werkboekje vindt u uitgebreide informatie op p.11.

6.1 Memobriefje: Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit

Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit worden in de literatuur op verschillende manieren gedefinieerd. In deze module natuurkunde wordt uitgegaan van onderstaande omschrijving van deze concepten (zie ook figuur 1). Het leerlingmateriaal bevat een memobriefje waarop deze omschrijvingen staan vermeld. De leerlingen gebruiken het memobriefje gedurende de uitvoering van de module natuurkunde als geheugensteuntje. Op het memobriefje is ruimte beschikbaar om aantekeningen te noteren.



Figuur 1 Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit bij een onderzoek.

Bron: Gott, Duggan, Roberts, & Hussain (n.d.)

<http://www.dur.ac.uk/rosalyn.roberts/Evidence/cofev.htm>

Nauwkeurigheid

De **nauwkeurigheid** van een onderzoek wordt beïnvloed door de manier waarop de **waarnemingen** en **metingen** worden uitgevoerd.

DE NAUWKEURIGHEID VAN METINGEN IS GROOT ALS...

- ...DE WAARNEMINGEN OF METINGEN MET **MEERDERE ONAFHANKELIJKE WAARNEMERS** GEDAAN WORDEN, DIE VAN TE VOREN AFSPREKEN HOE ZIJ GAAN WERKEN.
- ...DE WAARNEMINGEN OF METINGEN OP EEN **OBJECTIEVE MANIER** GEDAAN WORDEN.
- ...DE WAARNEMINGEN OF METINGEN OP EEN **SYSTEMATISCHE MANIER** GEDAAN WORDEN.
- ...DE MEETAPPARATUUR IN STAAT IS OM TE **METEN** TUSSEN DE **MINIMALE EN MAXIMALE (VERWACHTE) MEETWAARDE**.
- ...DE MEETAPPARATUUR EEN **VOLDOENDE NAUWKEURIGE MEETSCHAAL** HEEFT.
- ...DE MEETAPPARATUUR VOOR IEDERE METING **GEIJKT WORDT** OF **OP NUL** WORDT **GEZET**.

Betrouwbaarheid

De **betrouwbaarheid** van een onderzoek wordt beïnvloed door de **herhaalbaarheid** van het onderzoek en **reproduceerbaarheid** van de resultaten.

DE BETROUWBAARHEID VAN RESULTATEN IS GROOT ALS...

- ...DE **INVLOED VAN OMGEVINGSVARIABLEN** ZO BEPERKT MOGELIJK IS.
- ...EEN **CONTROLE-EXPERIMENT OF BLANCO** WORDT UITGEVOERD OM DE INVLOED VAN ANDERE VARIABLEN VAST TE STELLEN.
- ...DE RESULTATEN VERGELIJKBAAR ZIJN ALS EEN **EXPERIMENT HERHAALD** WORDT
- ...EEN **STEEKPROEF GROOT GENOEG** IS
- ...EEN **STEEKPROEF VOLDOENDE GEVARIERD** IS OM EEN GOEDE AFSPIEGELING TE ZIJN VAN DE GEHELE ONDERZOEKSPOPULATIE
- ...MET **EEN ANDERE ONDERZOEKSMETHODE** OF **DOOR EEN ANDERE ONDERZOEKER** EEN VERGELIJKBAAR RESULTAAT WORDT VERKREGEN.

Validiteit

De **validiteit** van een onderzoek wordt vergroot door ervoor te zorgen dat de verschillende onderdelen van het onderzoek met elkaar samenhangen.

DE VALIDITEIT VAN EEN ONDERZOEK IS GROOT ALS...

- ...IN ALLE ONDERDELEN VAN HET ONDERZOEK WORDT UITGEGAAN VAN **DEZELFDE ONAFHANKELIJKE EN AFHANKELIJKE VARIABLEN**.
- ...DE **ONDERZOEKSVRAAG** VOLDOENDE **SPECIFIEK EN AFGEPERKT** IS.
- ...DE **HYPOTHESE TOETSBAAR** IS.
- ...DE **ONDERZOEKSMETHODE GESCHIKT** IS OM DE ONDERZOEKSVRAAG TE BEANTWOORDEN EN/OF DE HYPOTHESE TE TOETSEN.
- ...ER **VOLDOENDE GESCHIKTE RESULTATEN** ZIJN OM EEN CONCLUSIE TE KUNNEN TREKKEN.
- ...DE **CONCLUSIE GEBASEERD** IS OP DE ONDERZOEKSRISULTATEN.
- ...DE **ONDERZOEKSVRAAG** VOLLEDIG WORDT **BEANTWOORD** IN DE CONCLUSIE.

6.2 Checklists

Voordat leerlingen tijdens de uitvoering van de module natuurkunde evalueren hoe nauwkeurig, betrouwbaar en valide hun onderzoeksplan of onderzoek is, controleren zij of alle handelingen zijn uitgevoerd voor de voorbereiding of de uitvoering van hun onderzoek. Hierbij maken de leerlingen gebruik van één van de ‘checklisten’ die te vinden zijn in de bijlage bij deze docentenhandleiding. Hieronder is, als voorbeeld, de checklist voor de controle van de voorbereiding van een onderzoek weergegeven.

Tijdens de startmodule hebben de leerlingen reeds geoefend met het gebruik van deze checklisten. De checklisten worden in dezelfde vorm en op vergelijkbare wijze gebruikt in de module natuurkunde.

HEB IK ALLES GEDAAN?

Controleer met de checklist of je alle handelingen hebt uitgevoerd

In de eerste kolom van deze checklist staan de omschrijvingen van handelingen rondom de uitvoering van je onderzoek. Zet achter iedere omschrijving een kruisje in de kolom die van toepassing is op jouw onderzoek.

VOORBEREIDING ONDERZOEK	Geheel beschreven in onderzoeksplan	Deels beschreven in onderzoeksplan	Niet beschreven in onderzoeksplan	Niet van toepassing op onderzoek
VALIDITEIT				
BEVAT HET ONDERZOEKSPLAN...				
...bij ieder onderdeel steeds dezelfde onafhankelijke en afhankelijke variabelen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...een theoretisch kader?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...een specifieke en afgeperkte onderzoeksvraag?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... een toetsbare hypothese?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...een onderzoeksmethode waarmee de onderzoeksvraag beantwoord kan worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... een onderzoeksmethode waarmee de hypothese getoetst kan worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BETROUWBAARHEID				
Noem je omgevingsvariabelen die de meetwaarden en waarnemingen kunnen beïnvloeden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leg je uit hoe je de omgevingsvariabelen constant gehouden worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beschrijf je een controle-experiment of blanco om de invloed van omgevingsvariabelen te bepalen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geef je aan hoe vaak je iedere meting wilt herhalen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beschrijf je hoe je een steekproef trekt uit de onderzoekspopulatie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beschrijf je een andere methode waarmee je wilt proberen om vergelijkbare resultaten te krijgen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NAUWKEURIGHEID				
Ga je de waarnemingen en metingen doen met meerdere onafhankelijke waarnemers, waarmee je van te voren afspreekt hoe je te werk gaat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leg je uit hoe je de waarnemingen en metingen op een objectieve manier wilt doen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leg je uit hoe je de waarnemingen en metingen op een systematische manier wilt doen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is de meetapparatuur geschikt om te meten tussen de verwachte minimale en maximale meetwaarde?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heeft de meetapparatuur een voldoende nauwkeurige meetschaal?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Kruisjes in de kolom hierboven? Verbeter je onderzoeksplan!	Kruisjes in de kolom hierboven? Verbeter je onderzoeksplan!	

6.3 Rubrics

Na controle met de checklist, en eventuele verbeteringen van hun onderzoek(splan) is de volgende stap voor leerlingen om met behulp van rubrics de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van het onderzoek(splan) te evalueren. In het leerlingmateriaal zijn de volgende rubrics opgenomen:

- ❖ Het theoretisch kader
- ❖ De onderzoeksvraag
- ❖ De hypothese
- ❖ De onderzoeksopzet
- ❖ Trekken van een steekproef
- ❖ Gemiddelde meetwaarden en spreiding
- ❖ Het antwoord op de onderzoeksvraag
- ❖ De bewijsvoering
- ❖ Evaluatie van nauwkeurigheid
- ❖ Evaluatie van betrouwbaarheid
- ❖ Evaluatie van validiteit
- ❖ Ideeën voor vervolgonderzoek

Tijdens de startmodule en de biologiemodule hebben de leerlingen geoefend met het gebruik van deze rubrics. De rubrics worden in dezelfde vorm en op vergelijkbare wijze gebruikt in de module natuurkunde. De leerlingen krijgen op verschillende momenten tijdens de uitvoering van de module natuurkunde een selectie van relevante rubrics van de docent. In hun werkmap zit een document waarin – als naslagwerk – alle rubrics zijn opgenomen. Hieronder een voorbeeld van de rubric over de onderzoeksvraag.

Hoe ver kom je? Omcirkel het behaalde niveau ↓	DE ONDERZOEKSVRAAG...	VOORBEELDEN
1	vermeldt het (globale) onderwerp van je onderzoek	<i>Kun je verandering in hartslag meten?</i>
2	vermeldt één variabele die je wilt onderzoeken tijdens het onderzoek.	<i>Wat gebeurt met de hartslag van mensen als ze iets doen?</i>
3	vermeldt meerdere variabelen die je wilt onderzoeken tijdens het onderzoek.	<i>Wat gebeurt er met de hartslag van mensen als ze een tijdje in handstand staan?</i>
4	beschrijft welk verband je wilt onderzoeken tussen de onafhankelijke en afhankelijke variabele.	<i>In hoeverre is er een verband tussen de tijd die mensen in handstand staan en de verandering van hun hartslagfrequentie?</i>
5	beschrijft welk verband je wilt onderzoeken tussen de onafhankelijke en afhankelijke variabele en sluit aan bij de informatie uit eerder onderzoek zoals je hebt vermeld in het theoretisch kader.	<i>Het theoretisch kader bevat informatie over wat er gebeurt in het lichaam als je omgekeerd staat, informatie over wat de hartslagfrequentie is en informatie over ander relevant onderzoek over de verandering van de hartslagfrequentie. Hierna volgt de onderzoeksvraag: "In hoeverre is er een verband tussen de tijd die mensen in handstand staan en de verandering van hun hartslagfrequentie?"</i>

7. Uitgebreide omschrijving van onderdelen module natuurkunde [met didactische aanwijzingen]

De module natuurkunde bestaat uit zes onderdelen. Op de volgende pagina's is voor ieder onderdeel beschreven:

- 1) wat de leerdoelen zijn,
- 2) welk materiaal gebruikt wordt,
- 3) wat de (globale) tijdsplanning¹ is,
- 4) hoe een onderdeel samenhangt met andere onderdelen van de module natuurkunde en de voorgaande startmodule,
- 5) welke leerling- en docentactiviteiten uitgevoerd worden, inclusief didactische aanwijzingen voor de docent.

Algemene didactische aanwijzingen

Voor alle onderdelen geldt dat het van belang is...

- ...om de leerlingen steeds het ***nut te laten zien*** van de opdrachten die zij uitvoeren. Alle opdrachten zijn gericht op het zo goed mogelijk bedenken en uitvoeren van het eigen onderzoek. Motiveer (afhakende) leerlingen door hen hierop te wijzen en stel vragen als: "Hoe zou je dit kunnen toepassen in je eigen onderzoek?"
- ...om de leerlingen te ***stimuleren tot discussie over hun antwoorden***, zodat zij leren om te komen tot steekhoudende argumenten over het bewaken van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek.
- ...dat de leerlingen ***zelf tot een antwoord komen***. Wanneer de leerlingen een vraag stellen, stel dan een tegenvraag om hun denken te stimuleren. Bijvoorbeeld: "Wat denk je zelf dat een mogelijk antwoord is?", "Waar twijfel je aan en waarom?"
- ...dat leerlingen zich binnen hun tweetal en in discussie met andere tweetallen ***vrij voelen om te zeggen*** wat zij denken. Benadruk dat iedere onderbouwde mening telt en geschikt is om de gedachten van anderen te vormen. Laat de leerlingen daarom bij voorkeur zelf kiezen met wie zij (als tweetal) willen samenwerken.
- ...om de leerlingen duidelijk te maken dat er bij het doen van onderzoek ***meestal niet één juiste "oplossing"*** is, maar dat er meer wegen zijn die naar Rome leiden.

¹ De tijdsplanning is bedoeld als indicatie van de hoeveelheid tijd die aan de verschillende onderdelen besteed zou kunnen worden. In alle gevallen is sprake van 'communicerende vaten': de ene leerling voert het eerste onderdeel sneller uit en het tweede langzamer, de andere leerling doet het net andersom. Belangrijk is om de eindtijd in de gaten te houden.

1: Veilig oversteken – het probleem

Focus van onderdeel 1

- Introductie van een gevaarlijke verkeerssituatie op een kruispunt in Gouda. Uit een enquête van de Fietsersbond kwam naar voren dat fietsers vinden dat er te weinig tijd is om over te steken.
- Bekijken van onderzoeksideeën om in kaart te brengen hoe de verkeerssituatie verbeterd kan worden.

Benodigheden

- Werkboek

Tijdsplanning

Totaal	10 minuten
Introductie & uitleg	2 minuten
Lezen informatie	8 minuten

Aansluiting bij andere opdrachten uit module natuurkunde

Onderdeel 1 is bedoeld als voorbereiding op **onderdeel 2**, waarbij de leerlingen een onderzoeksplan schrijven voor een onderzoek waarin zij 'iets' uitzoeken over de verkeerssituatie op het kruispunt.

Aansluiting bij start- en biologiemodule

-

Docent- & leerlingactiviteiten

INTRODUCTIE ONDERDEEL 1	
Docent	Leerlingen
Introductie van het probleem, zonder in te gaan op de details.	
LEZEN INFORMATIE & BEANTWOORDEN VAN VRAGEN	
Kijk of alle leerlingen uit de voeten kunnen met de opdracht.	Lezen onderdeel 1 e
NABESPREKING	
Vraag aan leerlingen of zij het betreffende kruispunt kennen en de problematiek herkennen	

2: Veilig oversteken - onderzoeksplan

Focus van onderdeel 2

- Schrijven van onderzoeksplan over een deelonderwerp dat bij onderdeel 1 is genoemd.

Benodigdheden

Per leerling

- Werkboekje met bijlagen

Per klas

- Bord of flapover om onderzoeksideeën te noteren.

Tijdsplanning

Totaal	30 minuten
Inventarisatie	10 minuten
Vorbereiden experiment – schrijven onderzoeksplan	20 minuten

Aansluiting bij andere opdrachten uit module natuurkunde

Onderdeel 2 vormt de **voorbereiding op onderdeel 4, 5 en 6** van de module natuurkunde waarbij het onderzoeksplan wordt aangepast, het experiment wordt uitgevoerd, de onderzoeksgegevens worden verwerkt en een aanbeveling voor de Dienst Verkeerszaken wordt geschreven.

Aansluiting bij start- en biologiemodule

Het schrijven van het onderzoeksplan vindt plaats aan de hand van hetzelfde invulformulier als bij de start- en biologiemodule. De aanwijzingen op het invulformulier zijn enigszins aangepast ten opzichte van deze eerdere modules om het formulier te laten aansluiten bij het experiment dat bij de module natuurkunde wordt uitgewerkt. Het belangrijkste verschil is dat bij de module natuurkunde meer nadruk ligt op de nauwkeurigheid van meetapparatuur dan in de eerdere modules.

Docent- & leerlingactiviteiten

INTRODUCTIE	
Docent	Leerlingen
Legt uit wat de bedoeling is van het eigen experiment, wat de keuzemogelijkheden zijn en dat het experiment voor de veiligheid rondom de school uitgevoerd wordt (verkeersluwe omstandigheden).	Kiezen één van de genoemde onderzoeksideeën of overleggen met de docent over een eigen, relevant onderzoeksidee.
VOORBEREIDEN EXPERIMENT – SCHRIJVEN ONDERZOEKSPLAN	
Help de leerlingen waar nodig bij het invullen van hun onderzoeksplan. Verwijs eventueel naar de complete set checklisten en rubrics achterin hun werkmap. Doe dit alleen als de leerlingen een concrete vraag hebben als “Wat is ook alweer een theoretisch kader?”	Leerlingen schrijven een onderzoeksplan bij het onderzoeksonderwerp dat zij gekozen hebben.

3: Nauwkeurigheid van meetapparatuur

Focus van onderdeel 3

- Nadenken over hoe nauwkeurig gemeten kan worden met verschillende meetapparatuur en over hoe een foutmarge bepaald kan worden.
- Nadenken of voor het eigen onderzoek meetapparatuur is gekozen waarmee voldoende nauwkeurig gemeten kan worden.

Benodigdheden

Per leerling

- Werkboekje met bijlagen

Tijdsplanning

Totaal	20 minuten
Korte introductie onderdeel 3	1
Maken opdrachten onderdeel 3	10
Klassikale uitleg: Foutmarge meetapparatuur bepalen	9

Aansluiting bij andere opdrachten uit module natuurkunde

- Bij **onderdeel 4** wordt informatie over de nauwkeurigheid van meetapparatuur gebruikt om het onderzoeksplan voor het eigen onderzoek (eventueel) aan te passen.

Aansluiting bij start- en biologiemodule

Dit onderdeel sluit aan bij **de onderdelen van de startmodule** waarin gebruik werd gemaakt van thermometers en stopwatches om de afkoeling van een hete vloeistof gedurende de tijd te meten. Hierbij hebben de leerlingen een aantal vragen beantwoord over mogelijke uitbijters, meetfouten en foutmarges, zonder hier gedetailleerde, klassikale uitleg bij te krijgen. Waar nodig heeft de docent per groep uitleg gegeven over foutmarges en nauwkeurigheid van meetapparatuur.

Docent- & leerlingactiviteiten

KORTE INTRODUCTIE	
Docent	Leerlingen
Geef aan dat de opdrachten bij onderdeel 3 bedoeld zijn ter verdieping bij de nauwkeurigheid van meetapparatuur. De opgedane kennis kunnen de leerlingen toepassen op hun eigen onderzoek(splan).	
OPDRACHTEN ONDERDEEL 3	
Beantwoord de vragen van de leerlingen.	Werken zelfstandig aan de opdrachten.
Informeer bij de leerlingen of zij ervaring hebben met de verschillende meetapparatuur uit de opdrachten en of zij een idee hebben van de meet(on)nauwkeurigheid hiervan.	
Help leerlingen bij het aanvullen van het memobriefje (bij nauwkeurigheid).	Vullen eventueel memobriefje in.
KLASSIKALE UITLEG: FOUTENMARGE MEETAPPARATUUR BEPALEN	
Vraag de aandacht als alle leerlingen aan de slag zijn met onderdeel 3 en stel hen de vraag: "Hoe zou je foutmarge van meetapparatuur omschrijven?" met als vervolg "Hoe denk je dat je dan achter de foutmarge komt bij digitale meetapparatuur?" en "Wat is de invloed van foutmarge op de nauwkeurigheid van	Denken na over de vragen van de docent en geven een antwoord.

meetapparatuur?"

Het doel van deze nabespreking is om te komen tot een eenduidig begrip van het wat een foutmarge is en hoe kennis daarover bijdraagt aan een uitspraak over de nauwkeurigheid van meetapparatuur.

4: Veilig oversteken – aanvullen onderzoeksplan

Focus van onderdeel 4

- Leerlingen controleren de verrichte handelingen bij het opstellen van hun onderzoeksplan met behulp van een checklist en vullen – indien nodig - het onderzoeksplan aan.
- Leerlingen evalueren de kwaliteit van hun eigen onderzoeksplan met behulp van rubrics en passen – indien nodig - het onderzoeksplan aan.
- Leerlingen hebben hierbij extra aandacht voor de nauwkeurigheid van de gekozen meetapparatuur

Benodigheden

Per leerling

- Werkboekje met bijlagen
- Checklist voor controle onderzoeksplan
- Set rubrics voor evaluatie onderzoeksplan

De benodigheden zijn te vinden in de bijlage aan het eind van deze docentenhandleiding

Tijdsplanning

Totaal	50 minuten
Controle onderzoeksplan met checklist	5 minuten
Verbeteren onderzoeksplan	10 minuten
Evalueren kwaliteit onderzoeksplan met rubrics	15 minuten
Verbeteren onderzoeksplan	15 minuten
Materiaallijst eigen onderzoek maken	5 minuten

Aansluiting bij andere opdrachten uit module natuurkunde

- Sluit aan bij **onderdeel 2** waarbij de leerlingen de eerste versie van hun onderzoeksplan hebben geschreven.
- Op basis van de informatie uit **onderdeel 3** bedenken de leerlingen of zij voldoende rekening hebben gehouden in hun onderzoeksplan met de nauwkeurigheid van meetapparatuur.
- Voorbereiding op **onderdeel 5 en 6**, waarbij de leerlingen het onderzoek uitvoeren, de onderzoeksgegevens uitwerken en een aanbeveling schrijven voor de Dienst Verkeerszaken.

Aansluiting bij start- en biologiemodule

- Leerlingen werken wederom met de checklist en rubrics om de voorbereiding van het onderzoek (onderzoeksplan) te controleren en evalueren.

Docent- & leerlingactiviteiten

CONTROLE ONDERZOEKSPAN MET CHECKLIST	
Docent	Leerlingen
Geef, wanneer een tweetal klaar is met het verbeteren van het onderzoeksplan, de checklist 'Voorbereiding onderzoek'.	Leerlingen controleren de volledigheid van hun onderzoeksplan m.b.v. de checklist
Vraag aan de leerlingen of zij begrijpen wat met de verschillende controlepunten bedoeld wordt en beantwoord eventuele vragen.	
VERBETEREN ONDERZOEKSPAN	
Vraag aan de leerlingen welke verbeterpunten zij zien voor hun onderzoeksplan.	Vullen het onderzoeksplan aan op basis van checklist.
Stimuleer leerlingen om hun memobriefje aan te vullen.	Aanvullen memobriefje.
EVALUEREN KWALITEIT ONDERZOEKSPAN MET RUBRICS	
Deel de rubrics uit aan de leerlingen die daar aan toe zijn.	Invullen rubrics en vragen stellen over onduidelijkheden.
Vraag aan de leerlingen hoe zij het werken met de rubrics ervaren en of zij er bij het tweede gebruik makkelijker mee kunnen werken.	

VERBETEREN ONDERZOEKSPLAN	
Help de leerlingen bij het vertalen van de rubrics naar verbeteringen van hun onderzoeksplan. Vraag hen daarbij hoe zij 'hogere' rijen uit de rubric dan wat zij hebben aangekruist zouden kunnen 'bereiken'.	Verbeteren van onderzoeksplan m.b.v. de ingevulde rubrics. <i>N.B. Graag laten verbeteren met een andere kleur pen, zodat bij de analyse van het materiaal duidelijk is wat de leerlingen verbeterd hebben na het gebruik van de rubrics.</i>
MATERIAALLIJST EIGEN ONDERZOEK MAKEN	
Docent noteert op het bord welke materialen tijdens de uitvoeringsmiddag beschikbaar zijn en vraagt de leerlingen om ontbrekende materialen voor hun eigen onderzoek op een los blaadje te noteren. Vraag aan de leerlingen om op het blaadje ook hun groepsletter te noteren, zodat je bij onduidelijkheden na kunt vragen wat een leerling bedoeld.	Maken materiaallijst voor hun eigen onderzoek en leveren deze, voorzien van groepsletter, in bij de docent.

Na afloop van onderdeel 4

Na afloop van onderdeel 4 bekijkt de docent de verbeterde onderzoeksplannen en vult zelf de bijbehorende rubrics in. De leerlingen krijgen deze rubrics tijdens de volgende les en maken hiervan gebruik bij de laatste verbeterronde van hun onderzoeksplan.

5: Veilig oversteken - uitvoering

Focus van onderdeel 5

- Leerlingen bewaken de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit tijdens de uitvoering, verwerking en afronding van een eigen onderzoek.
- Leerlingen controleren met een checklist of zij alle benodigde handelingen hebben uitgevoerd bij het uitvoeren van hun experiment.
- Leerlingen evalueren met behulp van rubrics de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een eigen experiment en doen verbeteringsuggesties.

Benodigheden

Per leerling

- Werkboekje met bijlagen
- Checklist Uitvoering onderzoek
- Rubrics Uitvoering en verwerking onderzoek

De benodigheden zijn te vinden in de bijlage aan het eind van deze docentenhandleiding

Per tweetal

- Benodigheden voor eigen onderzoek (*lijst ingeleverd bij onderdeel 4*)

Tijdsplanning

Totaal	90 minuten
Nogmaals het onderzoeksplan	5 minuten
Uitvoeren onderzoek	35 minuten
Controle uitvoering onderzoek met checklist	5 minuten
Verwerking meetwaarden: gemiddelden, spreiding en foutmarges	20 minuten
Conclusie & bewijsvoering	10 minuten
Evaluatie onderzoek	10 minuten
Rubrics: Bepalen kwaliteit onderzoek	5 minuten

Aansluiting bij andere opdrachten uit module natuurkunde

- Bij **onderdeel 2 en 4** is het onderzoeksplan geschreven dat hier uitgevoerd wordt.
- In **onderdeel 6** schrijft de groep een adviesrapport voor de gemeente, op basis van hun onderzoeksresultaten.

Aansluiting bij start- en biologiemodule

- De uitvoering, verwerking en evaluatie van het verkeersonderzoek vindt op vergelijkbare wijze plaats als bij het koffie-experiment van de startmodule en het smaakexperiment uit de biologiemodule. De leerlingen maken bovendien gebruik van dezelfde checklist voor de controle van de handelingen en dezelfde rubrics voor de evaluatie van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit als tijdens beide eerdere modules.

Docent- & leerlingactiviteiten	
NOGMAALS HET ONDERZOEKSPAN	
Docent	Leerlingen
Bespreek, indien nodig, praktische zaken rondom de uitvoering van het experiment.	
Geef ieder tweetal rubrics met evaluatie van het onderzoeksplan (door docent ingevuld) en vraag hen om dit te vergelijken met hun eigen evaluatie. Benadruk dat het geen beoordeling of waardeoordeel is, maar bedoelt als extra hulpmiddel bij het bewaken van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van het onderzoeksplan.	Bekijken rubrics van docent en bedenken waar eventuele verschillen door veroorzaakt zijn.
UITVOEREN ONDERZOEK & VERWERKING MEETWAARDEN	
Vraag aan leerlingen die klaar zijn met verbeteren om te beginnen met het uitvoeren van het onderzoek.	
Probeer leerlingen aan het denken te zetten over wat zij precies aan het doen zijn en richt hun aandacht hierbij op aspecten die te maken hebben met de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van het experiment. Stel vragen als: "Ben je nu aan het meten wat je wilde meten?" "Hoe houd je de omgevingsvariabelen constant?" "Hoe nauwkeurig kun je meten met deze meetapparatuur?"	Leerlingen voeren het onderzoek uit zoals beschreven in het onderzoeksplan.
Stimuleer de leerlingen bij problemen met de uitvoerbaarheid om een oplossing te bedenken door het stellen van vragen als: "Waardoor worden de problemen veroorzaakt?" "Welke methode zou net zo nauwkeurig zijn?" etc.	
Kijk of de leerlingen de onderzoeksgegevens op overzichtelijke wijze noteren.	Noteren onderzoeksgegevens.
Wanneer leerlingen klaar zijn met de uitvoering: uitdelen checklist <i>Uitvoering onderzoek</i> .	Ophalen en invullen checklist <i>Uitvoering onderzoek</i> ; evt. verbeteren uitvoering onderzoek
Help leerlingen met het verwerken van de meetwaarden tot gemiddelde meetwaarden en bij het berekenen van de spreiding en foutmarges	Berekenen gemiddelde meetwaarden, spreiding en foutmarges
Informeer bij leerlingen of zij uitbijters zien tussen hun onderzoeksgegevens en vraag hoe zij tot die constatering zijn gekomen. Vraag ook of een bepaalde uitbijter weggelaten mag worden en welk argument (bekende fout) de leerlingen hiervoor hebben.	Leerlingen bekijken hun (ruwe) onderzoeksgegevens en bepalen of er uitbijters tussen zitten. Ze beargumenteren welke uitbijters weggelaten mogen worden.
CONCLUSIE & BEWIJSVOERING	
Help de leerlingen om hun resultaten samen te vatten, de onderzoeksvraag te beantwoorden en op de hypothese te reflecteren. Vraag hen daarbij wat ook alweer hun onderzoeksvraag / hypothese / resultaten waren, zodat ze geholpen worden bij het bewaken van de validiteit van hun onderzoek.	Leerlingen vatten eerst de belangrijkste resultaten van hun onderzoek samen, beantwoorden daarna de onderzoeksvraag en reflecteren op de hypothese.

EVALUATIE	
Verwijs de leerlingen naar het memobriefje voor elementen die van belang zijn bij het bewaken van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek.	Evalueren van nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van eigen onderzoek.
Vraag aan de leerlingen welke ideeën zij hebben voor vervolgonderzoek en hoe deze ideeën kunnen bijdragen aan de verbetering dan wel uitbreiding van het onderzoek.	Nadenken over passende ideeën voor vervolgonderzoek
RUBRICS: BEPALEN KWALITEIT ONDERZOEK	
Deel de rubrics voor evaluatie kwaliteit van uitvoering en verwerking onderzoek uit.	Invullen van rubrics voor evaluatie kwaliteit van uitvoering en verwerking onderzoek.
Help de leerlingen (wederom) bij het begrijpen van de tekst uit de rubric en stel vragen waarom zij hun onderzoek in een bepaalde kolom 'scoren'.	Invullen tabel rondom het veranderen van het uitgevoerde onderzoek om te komen tot een grotere nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit.

6: Veilig oversteken - adviesrapport

Focus van onderdeel 6

- Onderzoeksgegevens van alle groepen samenvoegen, vergelijken van onderzoeksgegevens en beschouwen voor welke theorie het meeste bewijs gevonden is.

Benodigheden

Per leerling

- Werkboekje met bijlagen

Tijdsplanning

Totaal	50 minuten
Adviesrapport schrijven	20 minuten
Bekijken adviesrapport ander groepje en tips geven	15 minuten
Tips verwerken in definitieve versie adviesrapport	15 minuten

Aansluiting bij andere opdrachten uit module natuurkunde

- Vervolg op **onderdeel 5** waarbij leerlingen de onderzoeksgegevens van hun eigen verkeersexperiment hebben verzameld, uitgewerkt en geëvalueerd.

Aansluiting bij start- en biologiemodule

- Tijdens de start- en biologiemodule hebben leerlingen de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van elkaars onderzoek beoordeeld. Dit doen zij opnieuw voor het verkeersexperiment, waarbij de uitkomsten meegenomen worden in het adviesrapport.

Docent- & leerlingactiviteiten

ADVIESRAPPORT SCHRIJVEN	
Docent	Leerlingen
Geef een klassikale toelichting over het doel van onderdeel 6 en vraag de leerlingen om een adviesrapport te schrijven dat aansluit bij hun eigen onderzoek.	Nadenken over wat in het adviesrapport kan komen op basis van het uitgevoerde onderzoek.
Help de leerlingen bij het uitwerken van hun onderzoeksgegevens door te controleren of zij uitgaan van hun onderzoeksresultaten.	Invullen werkblad adviesrapport
Vraag de leerlingen om het adviesrapport uit te wisselen met een ander groepje en om tips voor het andere groepje te noteren. Wijs de leerlingen eventueel op het gebruik van het memobriefje voor evaluatie van nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit. Daarna regelen dat beide groepjes hun tips met elkaar bespreken.	Uitwisselen adviesrapport met ander groepje en noteren van tips. Daarna bespreken de groepjes de tips met elkaar.
Leerlingen motiveren om de tips te verwerken in hun adviesrapport. Adviesrapport laten inleveren.	Verwerken de tips en schrijven definitieve versie van het adviesrapport.

Bijlagen
bij
docentenhandleiding
Leren onderzoeken
-
Module natuurkunde

Bijlage bij onderdeel 4: Checklist Voorbereiding onderzoek

In de eerste kolom staan de omschrijvingen van handelingen met betrekking tot je onderzoek.
Zet achter iedere omschrijving een kruisje in de kolom die van toepassing is op jouw onderzoek.

VOORBEREIDING ONDERZOEK	Geheel beschreven in onderzoeksplan	Deels beschreven in onderzoeksplan	Niet beschreven in onderzoeksplan	Niet van toepassing op onderzoek
VALIDITEIT				
BEVAT HET ONDERZOEKSPLAN...				
...bij ieder onderdeel steeds dezelfde onafhankelijke en afhankelijke variabelen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...een theoretisch kader?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...een specifieke en afgeperkte onderzoeksvraag?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... een toetsbare hypothese?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...een onderzoeksmethode waarmee de onderzoeksvraag beantwoord kan worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... een onderzoeksmethode waarmee de hypothese getoetst kan worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BETROUWBAARHEID				
Noem je omgevingsvariabelen die de meetwaarden en waarnemingen kunnen beïnvloeden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leg je uit hoe je de omgevingsvariabelen constant gehouden worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Beschrijf je een controle-experiment of blanco om de invloed van omgevingsvariabelen te bepalen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geef je aan hoe vaak je iedere meting wilt herhalen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beschrijf je hoe je een steekproef trekt uit de onderzoekspopulatie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beschrijf je een andere methode waarmee je wilt proberen om vergelijkbare resultaten te krijgen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NAUWKEURIGHEID				
Ga je de waarnemingen en metingen doen met meerdere onafhankelijke waarnemers, met wie je van te voren afspreekt hoe je te werk gaat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leg je uit hoe je de waarnemingen en metingen op een objectieve manier wilt doen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leg je uit hoe je de waarnemingen en metingen op een systematische manier wilt doen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is de meetapparatuur geschikt om te meten tussen de verwachte minimale en maximale meetwaarde?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heeft de meetapparatuur een voldoende nauwkeurige meetschaal?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Kruisjes in de kolom hierboven? Verbeter je onderzoeksplan!	Kruisjes in de kolom hierboven? Verbeter je onderzoeksplan!	

Bijlage bij onderdeel 4: Rubrics Onderzoeksplan

Met een blauw kader is aangegeven welke kwaliteitsniveaus onderscheiden worden.

Met een rood kader is aangegeven welke kwaliteit van jouw onderzoek verwacht wordt.

Met een cirkeltje om de nivea aanduiding kun je aangeven welk kwaliteitsniveau jouw onderzoek NU heeft (volgens jou).

<p>Hoe ver kom je? Omcirkel het behaalde niveau ↓</p>	<p>DE ONDERZOEKSVRAAG...</p>	<p>VOORBEELDEN</p>
<p>1</p>	<p>vermeldt het (globale) onderwerp van je onderzoek</p>	<p><i>Kun je verandering in hartslag meten?</i></p>
<p>2</p>	<p>vermeldt één variabele die je wilt onderzoeken tijdens het onderzoek.</p>	<p><i>Wat gebeurt met de hartslag van mensen als ze iets doen?</i></p>
<p>3</p>	<p>vermeldt meerdere variabelen die je wilt onderzoeken tijdens het onderzoek.</p>	<p><i>Wat gebeurt er met de hartslag van mensen als ze een tijdje in handstand staan?</i></p>
<p>4</p>	<p>beschrijft welk verband je wilt onderzoeken tussen de onafhankelijke en afhankelijke variabele.</p>	<p><i>In hoeverre is er een verband tussen de tijd die mensen in handstand staan en de verandering van hun hartslagfrequentie?</i></p>
<p>5</p>	<p>beschrijft welk verband je wilt onderzoeken tussen de onafhankelijke en afhankelijke variabele en sluit aan bij de informatie uit eerder onderzoek zoals je hebt vermeld in het theoretisch kader.</p>	<p><i>Het theoretisch kader bevat informatie over wat er gebeurt in het lichaam als je omgekeerd staat, informatie over wat de hartslagfrequentie is en informatie over ander relevant onderzoek over de verandering van de hartslagfrequentie. Hierna volgt de onderzoeksvraag: "In hoeverre is er een verband tussen de tijd die mensen in handstand staan en de verandering van hun hartslagfrequentie?"</i></p>

Hoe ver kom je? Omcirkel het behaalde niveau ↓	DE HYPOTHESE...	VOORBEELDEN
1	bevat een algemene uitkomst van het onderzoek.	<i>Er gebeurt dan iets met je hartslag.</i>
2	vermeldt een uitkomst van één variabele die je wilt meten of waarnemen tijdens het onderzoek.	<i>Je hartslag verandert als je een handstand doet.</i>
3	vermeldt een uitkomst van meerdere variabelen die je wilt meten of waarnemen tijdens het onderzoek.	<i>Je hartslagfrequentie wordt groter als je een handstand doet en als je lang in de handstand staat, verandert dat na een tijdje ook weer.</i>
4	beschrijft het verband dat je bij het onderzoek denkt aan te tonen.	<i>Hoe langer iemand in handstand staat, hoe hoger zijn hartslagfrequentie zal worden.</i>
5	sluit volledig aan bij de informatie die je in het theoretisch kader hebt vermeld.	In de hypothese maak je gebruik van informatie uit het theoretisch kader: <i>Thijssen (2009) beschrijft wat er gebeurt in het lichaam als je omgekeerd staat, Hamadi et al. (2001) wat de hartslagfrequentie is en Johnson (1999) deed een relevant onderzoek naar de verandering van de hartslagfrequentie. Op basis van deze informatie stellen we dat: "Hoe langer iemand in handstand staat, hoe hoger zijn hartslagfrequentie zal worden."</i>

Hoe ver kom je? Omcirkel het behaalde niveau ↓	DE ONDERZOEKSOPZET...	VOORBEELDEN
1	vermeldt in algemene bewoordingen welk onderzoek je gaat uitvoeren.	<i>We gaan een onderzoek doen naar hoe je lichaam reageert bij een handstand.</i>
2	bevat één aspect dat je meet of waar je op let bij het onderzoek.	<i>We meten de hartslag via..... [beschrijving methode]</i>
3	bevat meerdere aspecten die je meet of waar je op let bij het onderzoek.	<i>Eerst meten we de hartslag van de proefpersoon in rust via..... Daarna meten we de hartslag van de proefpersoon als hij een handstand maakt door...</i>
4	bevat een uitleg over hoe je verschillende aspecten van het onderzoek met elkaar combineert.	<i>Eerst meten we de hartslag van de proefpersoon in rust via..... Daarna meten we de hartslag van de proefpersoon als hij een handstand maakt door... Vervolgens berekenen we per proefpersoon de verandering van de hartslagfrequentie.</i>
5	is geschikt om de onderzoeksvraag volledig te beantwoorden en/of om de hypothese te toetsen.	<i>Eerst meten we de hartslag van de proefpersoon in rust. Daarna meten we de hartslag van de proefpersoon als hij een handstand maakt. Vervolgens berekenen we per proefpersoon de verandering van de hartslagfrequentie en maken een overzicht waarin we voor iedere proefpersoon aangeven of de hartslagfrequentie groter of kleiner is geworden.</i>

Hoe ver kom je? Omcirkel het behaalde niveau ↓	TREKKEN VAN EEN STEEKPROEF <i>Als je te maken hebt met een <u>te grote</u> onderzoekspopulatie om te onderzoeken, dan...</i>	VOORBEELDEN
1	verzamel je een paar onderzoeksobjecten in je eigen omgeving.	<i>Ik gebruik mijn twee broers om het onderzoek uit te voeren</i>
2	kies je een paar objecten uit de onderzoekspopulatie door te letten op één variabele die je wilt onderzoeken.	<i>Aan dit onderzoek doet één persoon mee die bij turnen regelmatig een handstand doet en één die nooit een handstand doet.</i>
3	trek je een steekproef uit de onderzoekspopulatie, waarin alle variabelen voorkomen die van belang zijn voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag.	<i>Ik doe dit onderzoek met tien proefpersonen die bij turnen regelmatig een handstand doen en tien proefpersonen die nooit een handstand doen. In iedere groep zitten zowel mannen als vrouwen van verschillende leeftijden.</i>
4	bereken je hoe groot de steekproef zou moeten zijn om uiteindelijk zo betrouwbaar mogelijke resultaten te krijgen.	<i>We hebben berekend [berekening wordt vermeld] dat we het onderzoek met 56 van de 93 leerlingen uit klas 3 moeten uitvoeren.</i>
5	zorg je voor een steekproef die representatief is voor de gehele onderzoekspopulatie.	<i>We laten de computer selecteren welke 56 leerlingen aan het onderzoek mee moeten doen. Hierbij is het percentage jongens en meisjes gelijk aan het percentage in de hele jaarlaag.</i>

Bijlage bij onderdeel 5: Checklist Uitvoering onderzoek

In de eerste kolom van deze checklist staan de omschrijvingen van handelingen rondom de uitvoering van je onderzoek.
Zet achter iedere omschrijving een kruisje in de kolom die van toepassing is op jouw onderzoek.

UITVOERING ONDERZOEK	Ja	Deels	Nee	Niet van toepassing op mijn onderzoek
VALIDITEIT				
Heb je de onafhankelijke variabele uit de onderzoeksvraag gebruikt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heb je de afhankelijke variabele uit de onderzoeksvraag met geschikte meetinstrumenten gemeten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heb je de afhankelijke variabele uit de onderzoeksvraag waargenomen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heb je voldoende geschikte meetwaarden / observaties om een conclusie te kunnen trekken?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BETROUWBAARHEID				
Heb je de omgevingsvariabelen zo constant mogelijk gehouden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heb je de metingen een aantal keer herhaald?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Was je steekproef groot genoeg en voldoende gevarieerd?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heb je een controle-experiment of blanco uitgevoerd?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<p>Heb je alleen de invloed van de onafhankelijke variabele op de afhankelijke variabele gemeten? <small>Dit kun je bepalen door de resultaten van het controle-experiment of de blanco te vergelijken met de experimentele resultaten</small></p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>Leverde een andere onderzoeksmethode of uitvoering door een andere onderzoeker vergelijkbare resultaten op?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NAUWKEURIGHEID				
<p>Heb je alle waarnemingen met meerdere onafhankelijke waarnemers gedaan?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>Heb je de waarnemingen objectief gedaan en genoteerd?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>Heb je de waarnemingen en metingen systematisch gedaan en genoteerd?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>Kon de meetapparatuur meten tussen de minimale en maximale meetwaarde?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>Heb je de meetapparatuur geijkt of op nul gezet voor aanvang van iedere meting?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<p>Kruisjes in de kolom hierboven? Voer (onderdelen van) je onderzoek opnieuw uit.</p>	<p>Kruisjes in de kolom hierboven? Voer (onderdelen van) je onderzoek opnieuw uit.</p>	

Bijlage bij onderdeel 5: Rubrics uitvoering & verwerking onderzoek

Met een blauw kader is aangegeven welke kwaliteitsniveaus onderscheiden worden.

Met een rood kader is aangegeven welke kwaliteit van jouw onderzoek verwacht wordt.

Met een cirkeltje om de niveauaanduiding kun je aangeven welk kwaliteitsniveau jouw onderzoek NU heeft (volgens jou).

Hoe ver kom je? Omcirkel het behaalde niveau ↓	HET ANTWOORD OP DE ONDERZOEKSVRAAG...	VOORBEELDEN
1	is in algemene bewoordingen geformuleerd.	<i>We zagen inderdaad iets gebeuren met de hartslag</i>
2	gaat in op één variabele uit de onderzoeksvraag.	<i>De hartslag van de proefpersonen nam toe.</i>
3	gaat in op meerdere variabelen uit de onderzoeksvraag.	<i>De hartslag van de proefpersonen nam toe. Ook hebben ze een steeds langere tijd in handstand gestaan.</i>
4	geeft aan in hoeverre er een verband is tussen de waarden van de onafhankelijke en afhankelijke variabelen uit het onderzoek.	<i>Hoe langer de proefpersonen in handstand stonden, hoe meer hun hartslagfrequentie toenam.</i>
5	geeft aan in hoeverre het (eventueel) gevonden verband aansluit bij de informatie uit het theoretisch kader.	<i>Wanneer iemand omgekeerd staat, gaat de hartslagfrequentie omhoog om het bloed in het lichaam rond te pompen (zie theoretisch kader). Dit hebben wij ook gemeten.</i>

<p>Hoe ver kom je? Omcirkel het behaalde niveau ↓</p>	<p>DE BEWIJSVOERING...</p>	<p>VOORBEELDEN</p>
<p>1</p>	<p>is vooral gebaseerd op algemene kennis over het onderwerp.</p>	<p><i>Het hart van een mens gaat meestal sneller kloppen wanneer iemand meer beweegt.</i></p>
<p>2</p>	<p>bevat één resultaat waardoor de conclusie ondersteund wordt.</p>	<p><i>Uit de tabel blijkt dat de hartslagfrequentie van één van de proefpersonen toenam.</i></p>
<p>3</p>	<p>bevat meerdere resultaten waardoor de conclusie ondersteund wordt.</p>	<p><i>Uit de tabel blijkt dat de hartslagfrequentie van proefpersonen 1, 2, 3 en 5 toenam.</i></p>
<p>4</p>	<p>legt uit in hoeverre de conclusie door alle resultaten uit het uitgevoerde onderzoek ondersteund wordt.</p>	<p><i>Uit de tabel blijkt dat de gemiddelde hartslagfrequentie van vier van de vijf proefpersonen toenam naarmate zij langer in handstand stonden.</i></p>
<p>5</p>	<p>verbindt jouw resultaten met de informatie uit het theoretisch kader om te laten zien in hoeverre de conclusie algemeen geldt.</p>	<p><i>Dat de gemiddelde hartslagfrequentie van vier van de vijf proefpersonen toenam naarmate zij langer in handstand stonden. Deze resultaten komen overeen met de resultaten van Jansen (2008) (zie theoretisch kader).</i></p>

Hoe ver kom je? Omcirkel het behaalde niveau ↓	EVALUATIE VAN NAUWKEURIGHEID	VOORBEELDEN
1	Je geeft aan of je nauwkeurig hebt gewerkt bij het uitvoeren van de metingen/observaties.	<i>We hebben steeds zo nauwkeurig mogelijk gemeten.</i>
2	Je noemt één factor die de nauwkeurigheid van de metingen of observaties beïnvloed kan hebben.	<i>Wij hebben niet gekeken of de hartslagsensor op nul stond voordat we begonnen met meten.</i>
3	Je noemt meerdere factoren die de nauwkeurigheid van de metingen of observaties beïnvloed kunnen hebben.	<i>Wij hebben niet steeds gekeken of de hartslagsensor op nul stond voordat we begonnen met meten. We hebben iedere meetwaarde wel door twee verschillende personen laten aflezen.</i>
4	Je legt uit in welke mate de beschreven factoren de nauwkeurigheid van de metingen beïnvloed hebben.	<i>Misschien zijn onze meetwaarden te hoog of te laag doordat we niet steeds hebben gekeken of de sensor op nul stond voordat we begonnen met meten.</i>
5	Je legt uit in hoeverre de (on)nauwkeurigheid van de metingen / observaties doorwerkt in de conclusie van je onderzoek.	<i>Als de sensor niet steeds op nul stond bij het begin van een meting, dan zijn onze meetwaarden eigenlijk niet geschikt om een conclusie te kunnen trekken.</i>

Hoe ver kom je? Omcirkel het behaalde niveau ↓	EVALUATIE VAN BETROUWBAARHEID	VOORBEELDEN
1	Je geeft aan of de resultaten te vertrouwen zijn.	<i>We hebben zo eerlijk mogelijk gemeten.</i>
2	Je noemt één factor die van invloed kan zijn op de betrouwbaarheid van de resultaten.	<i>We hebben een deel van de metingen niet kunnen herhalen door tijdgebrek.</i>
3	Je noemt meerdere factoren die van invloed kunnen zijn geweest op de betrouwbaarheid van de resultaten.	<i>We hebben een deel van de metingen niet kunnen herhalen door tijdgebrek. Hiernaast hadden sommige proefpersonen net gevoetbald toen we hun hartslag in rust maten.</i>
4	Je legt uit in welke mate de beschreven factoren van invloed zijn op de betrouwbaarheid van de resultaten.	<i>Door het ontbreken van herhalingen weten we van sommige proefpersonen niet wat de gemiddelde verandering van hun hartslagfrequentie is. Ook weten we van sommige proefpersonen niet wat de rusthartslag is, omdat we die vlak na het sporten hebben gemeten.</i>
5	Je legt uit in hoeverre de (on)betrouwbaarheid van de resultaten doorwerkt in de conclusie van je onderzoek.	<i>Doordat we niet van alle proefpersonen een gemiddelde hebben, mogen we eigenlijk niet alle proefpersonen met elkaar vergelijken. Dat hebben we toch gedaan om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden.</i>

Hoe ver kom je? Omcirkel het behaalde niveau ↓	EVALUATIE VAN VALIDITEIT	VOORBEELDEN
1	Je geeft aan of het onderzoek valide is.	<i>We hebben een valide onderzoek uitgevoerd.</i>
2	Je noemt één factor die van invloed kan zijn geweest op de validiteit van het onderzoek.	<i>We hebben gemeten wat we wilden meten, namelijk de hartslagfrequentie van onze proefpersonen.</i>
3	Je noemt meerdere factoren die van invloed kunnen zijn geweest op de validiteit van het onderzoek.	<i>We hebben gemeten wat we wilden meten, namelijk de hartslagfrequentie van onze proefpersonen. Ook hebben we de tijd bijgehouden dat zij in handstand stonden.</i>
4	Je legt uit in welke mate de beschreven factoren van invloed zijn op de validiteit van het onderzoek.	<i>We hebben gemeten wat we wilden meten, namelijk de hartslagfrequentie van onze proefpersonen. Ook hebben we de tijd bijgehouden dat zij in handstand stonden. We hebben dus gekeken naar de onafhankelijke en afhankelijke variabele uit de onderzoeksvraag.</i>
5	Je legt uit in hoeverre de (in)validiteit van het onderzoek doorwerkt in de conclusie.	<i>Doordat we de afhankelijke variabele tijdens het experiment hebben veranderd, sluit de conclusie niet aan op de onderzoeksvraag.</i>

Hoe ver kom je? Omcirkel het behaalde niveau ↓	IDEEËN VOOR VERVOLGONDERZOEK	VOORBEELDEN
1	Je geeft in het algemeen aan wat je verder over het onderzoeksonderwerp zou willen weten.	<i>Ik wil meer te weten komen over de werking van het hart, omdat ik later cardioloog wil worden.</i>
2	Je noemt één idee voor een vervolgonderzoek dat aansluit bij dit onderzoek.	<i>We willen de hartslagfrequentie van meer proefpersonen meten.</i>
3	Je noemt meerdere ideeën voor vervolgonderzoek die aansluiten bij dit onderzoek.	<i>We willen de hartslagfrequentie van meer proefpersonen meten. Ook willen we kijken of er een verschil is tussen meetwaarden in de ochtend en in de avond.</i>
4	Je beschrijft hoe de ideeën voor vervolgonderzoek bijdragen aan het verbeteren en/of uitbreiden van de uitkomsten van dit onderzoek.	<i>Om de betrouwbaarheid van de resultaten te vergroten willen we van meer proefpersonen de hartslagfrequentie meten. Door ochtend- en avondmetingen met elkaar te vergelijken, willen we kijken of het tijdstip van meten van invloed is.</i>
5	Je legt uit hoe de ideeën voor vervolgonderzoek bijdragen aan de uitbreiding van de informatie uit het theoretisch kader.	<i>We hadden bij dit onderzoek te weinig proefpersonen om te testen of de informatie van Jansen (2008) (zie theoretisch kader) van toepassing is op mensen die in handstand staan. Daarom zouden we het onderzoek graag met meer proefpersonen willen doen.</i>

