

Docentenhandleiding

Leren onderzoeken

-

Startmodule

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

1. INLEIDING	4
2. ALGEMENE LEERDOELEN	5
3. DE STARTMODULE IN ÉÉN OOGOPSLAG	6
4. BENODIGDE VOORKENNIS EN –VAARDIGHEDEN	7
5. BESCHRIJVING LEERLINGMATERIAAL	8
5.1 Memobriefje: Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit	8
5.2 Checklists	10
5.3 Rubrics	11
6. UITGEBREIDE OMSCHRIJVING VAN ONDERDELEN STARTMODULE [MET DIDACTISCHE AANWIJZINGEN]	12
Algemene didactische aanwijzingen	12
Introductie startmodule	13
Onderdeel 1: Coole koffie – voorbereiding [1]	14
Onderdeel 2: Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit bij een onderzoek	15
Onderdeel 3: Hoe nauwkeurig kun je meten?	17
Onderdeel 4: Mislukt onderzoek?	19
Onderdeel 5: Coole koffie – voorbereiding [2]	25
Onderdeel 6: Coole koffie - uitvoering	27
Onderdeel 7: Missers in onderzoek	30
BIJLAGEN	31
Bijlage bij onderdeel 2: Kaartjes	33
Bijlage bij onderdeel 2: Vergelijkingsmodel	35
Bijlage bij onderdeel 5: Checklist Voorbereiding onderzoek	39
Bijlage bij onderdeel 5: Rubrics Onderzoeksplan	41
Bijlage bij onderdeel 6: Checklist Uitvoering onderzoek	45
Bijlage bij onderdeel 6: Rubrics uitvoering & verwerking onderzoek	47
Bijlage bij onderdeel 6: Beoordelingsformulier	54
Bijlage bij onderdeel 7: Nakijkblad	55

Colofon

STARTMODULE: 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 startmodule 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 Kolfschoten, Albert Pilot, Lisette van Rens, Herman Schalk

Copyright

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

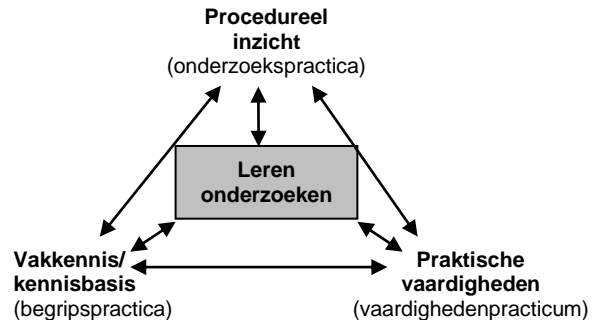
1. Inleiding

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.

2. Algemene leerdoelen

De startmodule “Leren onderzoeken” heeft de volgende leerdoelen:

- 1) Leerlingen kunnen na afloop van de startmodule de factoren benoemen die van belang zijn om de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een natuurwetenschappelijk onderzoek te bewaken. Zij passen hiertoe de informatie van het memobriefje toe op een specifieke natuurwetenschappelijke onderzoekscontext.
- 2) Leerlingen weten na afloop van de startmodule hoe zij met behulp van de rubrics de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een natuurwetenschappelijk onderzoek kunnen evalueren.
- 3) Leerlingen weten na afloop van de startmodule hoe zij met behulp van de checklisten kunnen controleren of zij alle vereiste handelingen rondom de voorbereiding en uitvoering van een natuurwetenschappelijk onderzoek hebben verricht.
- 4) Leerlingen kunnen na afloop van de startmodule 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 hierna volgende module biologie en module natuurkunde.

3. De startmodule in één oogopslag

De startmodule 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 6 - 9 van deze handleiding nader beschreven.

Onderdelen startmodule	
Introductie	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fragment Mythbusters: Is it better running or walking in the rain? ➤ Doornemen opzet & doel van de startmodule Leren Onderzoeken 	
1	Coole koffie – voorbereiding [1] <ul style="list-style-type: none"> ➤ Een onderzoeksplan schrijven voor een onderzoek waarbij het afkoelen van koffie onderzocht wordt, op basis van de eerste ideeën van leerlingen. ➤ Zij maken hierbij nog geen gebruik van het memobriefje, checklists en rubrics.
2	Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit bij een onderzoek <ul style="list-style-type: none"> ➤ Een beeld krijgen van aspecten die belangrijk zijn bij het bewaken van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek.
3	Hoe nauwkeurig kun je meten? <ul style="list-style-type: none"> ➤ Twee experimenten waarbij leerlingen vooronderzoek doen voor hun onderzoek naar afkoelen van koffie.
4	Mislukt onderzoek? <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aan de hand van krantenartikelen over een probiotica-experiment uitzoeken welke handelingen bijdragen aan de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek.
5	Coole koffie – voorbereiding [2] <ul style="list-style-type: none"> ➤ Verbeteren van het onderzoeksplan uit onderdeel 1 op basis van de informatie en vooronderzoeken uit onderdeel 2, 3 en 4. ➤ Controleren van de voorbereiding van het onderzoek met checklists. ➤ Evalueren van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van het onderzoeksplan met behulp van rubrics.
6	Coole koffie – uitvoering <ul style="list-style-type: none"> ➤ Uitvoeren van het bij onderdeel 1 en 5 opgestelde onderzoeksplan. ➤ Controleren van de uitvoering van het onderzoek met de checklists. ➤ Evalueren van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van het onderzoek met behulp van rubrics.
7	Missers in onderzoek <ul style="list-style-type: none"> ➤ Twee voorbeelden van een onderzoek waarbij de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit niet goed zijn bewaakt. <i>N.B. Dit is een extra opdracht voor 'snelle leerlingen' en kan eventueel overgeslagen worden.</i>
Presentatie	
Presenteren van het eigen onderzoek waarbij andere groepjes feedback geven op het bewaken van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit.	

**Deze onderdelen worden nader uitgewerkt in het hoofdstuk
Uitgebreide omschrijving onderdelen met didactische aanwijzingen (p.10).**

4. Benodigde voorkennis en –vaardigheden

Voor een efficiënte en doelgerichte uitvoering van de startmodule 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 startmodule.

Benodigde voorkennis:

- Leerlingen weten in grote lijnen wat bij een onderzoek verstaan wordt onder een onderzoeksvraag, hypothese, onderzoeksopzet, conclusie en evaluatie (discussie).
- Leerlingen hebben kennis van het doen van onderzoek met proefpersonen, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen een controlegroep en een behandelgroep.
- Leerlingen kennen het begrip 'spreiding' als een maat voor de variatie rondom een gemiddelde meetwaarde.

Benodigde praktische vaardigheden:

- Leerlingen zijn in staat om een thermometer of temperatuursensor te gebruiken en af te lezen.
- Leerlingen kunnen aan de hand van de bijlage uit het leerlingmateriaal een tabel maken voor het noteren van hun onderzoeksresultaten.
- Leerlingen zijn in staat om 'ad hoc' een korte, heldere presentatie te houden over hun onderzoek.

5. Beschrijving leerlingmateriaal

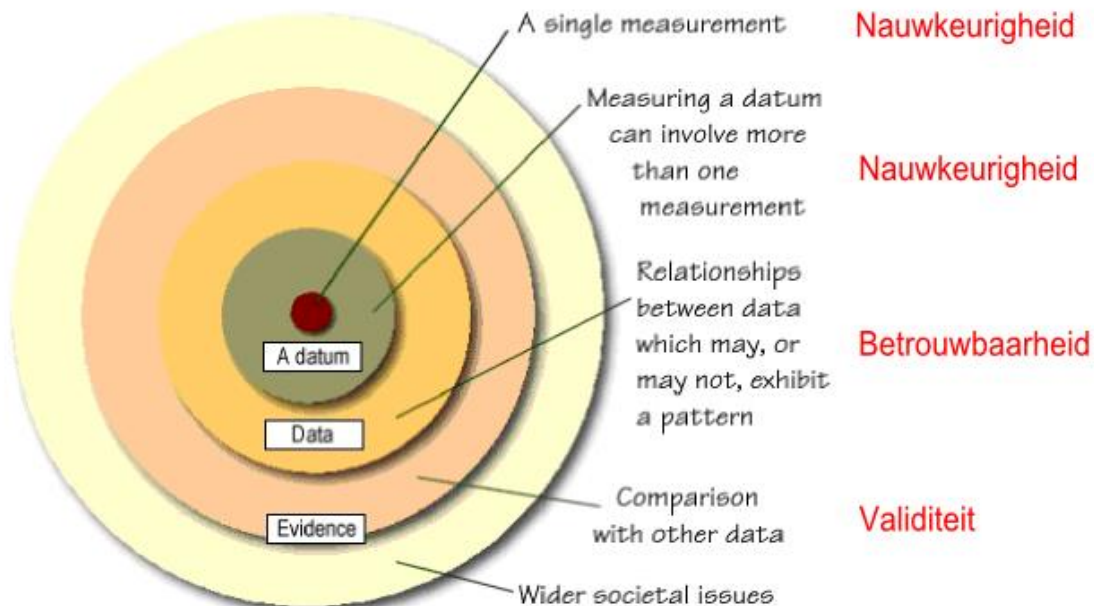
Iedere leerling heeft tijdens de startmodule een werkmap tot zijn beschikking. Hierin zijn opgenomen:

- 1) Werkboekje startmodule
- 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 startmodule wordt hieronder toegelicht. Over de inhoud van het werkboekje vindt u uitgebreide informatie op p.10.

5.1 Memobriefje: Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit

Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit worden in de literatuur op verschillende manieren gedefinieerd. In deze startmodule 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 startmodule 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.

5.2 Checklists

Voordat leerlingen tijdens de uitvoering van de startmodule 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 'checklists' die te vinden zijn in de bijlage. Hieronder is, als voorbeeld, de checklist voor de controle van de voorbereiding van een onderzoek weergegeven.

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!	

5.3 Rubrics

Na controle met de checklists, en eventuele verbeteringen van hun onderzoek(s)plan is de volgende stap voor leerlingen om met behulp van rubrics de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van het onderzoek(s)plan 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

In de startmodule wordt geoefend met het gebruik van deze rubrics, die in dezelfde vorm en op vergelijkbare wijze worden gebruikt in de onderzoeksmodules die leerlingen hierna uitvoeren bij biologie, scheikunde en natuurkunde. De leerlingen krijgen op verschillende momenten tijdens de uitvoering van de startmodule 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>

6. Uitgebreide omschrijving van onderdelen startmodule [met didactische aanwijzingen]

De startmodule bestaat uit zeven 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 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 je de leerlingen **zelf tot een antwoord laat komen**. Wanneer de leerlingen je 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 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.

Introductie startmodule

Focus van dit onderdeel

- Leerlingen enthousiast maken voor het doen van een (eigen) onderzoek ('WILLEN')

Benodigheden

Per leerling:

- Werkmap met werkboekje, memobriefje, set met alle checklisten en alle rubrics

Voor docent:

- Powerpoint die als leidraad gebruikt kan worden bij uitvoering startmodule
- Beamer + laptop
- DVD Mythbusters

Tijdsplanning

Totaal	10
Filmpje Mythbusters & introductie startmodule	8
Doornemen materiaal	2

Docent- & leerlingactiviteiten

INTRODUCTIE STARTMODULE	
Docent	Leerlingen
Laat het fragment van de Mythbusters zien: episode 1, scene 3: Is it better running or walking in the rain?	
Leg uit dat de startmodule bedoeld is om voorkennis over leren onderzoeken te activeren en om alle leerlingen op hetzelfde niveau te krijgen.	-
Noem dat leerlingen de komende middagen onder andere een eigen onderzoek gaan bedenken en uitvoeren.	-
DOORNEMEN MATERIAAL	
Start de ppt met leidraad uitvoering startmodule	Leerlingen bekijken de werkmap.
Neem met leerlingen de werkmap door: <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Werkboekje</u>, waarin leerlingen hun onderzoeksgegevens noteren. ○ <u>Alle checklisten</u>. Deze worden gebruikt ter controle van onderzoeksplan en uitgevoerd onderzoek. Leerlingen krijgen een selectie wanneer de checklisten gebruikt worden. Bij onderdeel 5 worden de checklists nader geïntroduceerd. ○ <u>Alle rubrics</u>. Deze worden gebruikt ter controle van de kwaliteit van een onderzoek. Leerlingen krijgen een selectie wanneer de rubrics gebruikt worden. Bij onderdeel 5 worden de rubrics nader geïntroduceerd. ○ <u>Memobriefje</u> ontbreekt nog in de map, maar diens als geheugensteuntje tijdens de hele startmodule. Bij onderdeel 2 zal het memobriefje verder geïntroduceerd worden en krijgen de leerlingen een exemplaar voor in hun werkmap. 	Leerlingen kijken mee in hun werkmap
Benadruk dat leerlingen op alle materialen in de werkmap aantekeningen mogen maken om het voor zichzelf te verduidelijken en informatie verder aan te vullen.	
Gelegenheid voor stellen van vragen over startmodule	Stellen hun vragen.

Onderdeel 1: Coole koffie – voorbereiding [1]

Focus van onderdeel 1

- Activeren van voorkennis bij leerlingen over het opstellen van een onderzoeksplan.
- Leerlingen maken kennis met het onderzoek dat centraal staat binnen de startmodule en leggen het 'fundament' voor de andere onderdelen van de startmodule.

Benodigdheden

- Werkboekje met bijlagen
- Kopje met hete koffie (indien mogelijk)

Tijdsplanning

Totaal	30
Introductie & uitleg	2
Voorbereiden experiment	28

Aansluiting bij andere opdrachten uit startmodule

Onderdeel 1 is een voorbereiding op **onderdeel 5 en 6**, waarbij de leerlingen hun onderzoeksplan verbeteren en het onderzoek uitvoeren. In **onderdeel 3** doen de leerlingen een pilot-experiment dat aansluit bij hun onderzoeksplan

Docent- & leerlingactiviteiten

INTRODUCTIE ONDERDEEL 1	
Docent	Leerlingen
Introductie van het probleem a.h.v. ppt	Lezen onderdeel 1
Geef leerlingen de opdracht om een onderzoeksplan te maken in een tweetal (evt. drietal)	Maken tweetallen
VOORBEREIDEN EXPERIMENT	
Kijk of alle leerlingen uit de voeten kunnen met de opdracht en wijs hen, indien nodig, op de achtergrondinformatie uit de bijlage.	Vullen met hun groepsgenoot het onderzoeksplan in, op basis van hun eerste ideeën.
Stel de leerlingen gerust dat het onderzoeksplan later tijdens de startmodule nog verder aangescherpt wordt en dat leerlingen nu vooral hun eerste gedachten moeten noteren. Verder geen inhoudelijke tips geven, stel vooral vragen als leerlingen ergens niet uitkomen. Uiteraard mag terminologie wel toegelicht worden als leerlingen hiermee niet bekend zijn (bijv. 'representatieve steekproef').	

Onderdeel 2: Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit bij een onderzoek

Focus van onderdeel 2

- Activeren voorkennis bij leerlingen over de wijze van bewaken van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een natuurwetenschappelijk onderzoek.
- Verwerven van nieuwe kennis door leerlingen over over de wijze van bewaken van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een natuurwetenschappelijk onderzoek.
- Leerlingen verdiepen zich in de inhoud van het memobriefje uit de werkmap, zodat zij de inhoud bij de volgende onderdelen van de startmodule adequaat kunnen gebruiken.

Benodigheden

Per leerling

- Werkboekje met bijlagen
- Memobriefje (*N.B.: pas uitdelen nadat leerlingen onderdeel 2 hebben afgerond*)

Per tweetal

- Kaartjes met beschrijving van onderdelen van onderzoek
- Werkblad met concepten nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit (cirkel)
- Vergelijkingsmodel bij onderdeel 2 (*N.B.: pas uitdelen nadat 2 groepen met elkaar gediscussieerd hebben*)

De extra werkbladen en het vergelijkingsmodel zijn te vinden in de bijlage bij deze docentenhandleiding.

Tijdsplanning

Totaal	35 minuten
Opdracht A: activeren voorkennis	5 minuten
Opdracht B: werkblad nauwkeurigheid, betrouwbaarheid & validiteit	15 minuten
Opdracht C: discussie met ander groepje	10 minuten
Nakijken met vergelijkingsmodel	5 minuten
Nabespreking	5 minuten

Aansluiting bij andere opdrachten uit startmodule

Onderdeel 2 is een voorbereidende opdracht voor **alle volgende onderdelen** van de startmodule. Het (leren) bewaken van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een natuurwetenschappelijk onderzoek is immers het centrale doel van de startmodule.

Docent- & leerlingactiviteiten

OPDRACHT A	
Docent	Leerlingen
Korte introductie: “Vul in wat je weet over het bewaken van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek”.	
Let op dat leerlingen geen gebruik maken van het memobriefje (werkmap is dicht).	Maken de opdracht individueel en in stilte.
Indien nodig: Stel leerlingen gerust. “Invullen wat je weet, in de rest van de opdracht wordt je kennis verder aangevuld”.	-
Opdracht A wordt <u>niet</u> klassikaal nabesproken.	-
OPDRACHT B	
Als een tweetal klaar is met opdracht A komen zij het materiaal voor opdracht B ophalen (evt. uitdelen als leerlingen opdracht A maken)	Per tweetal ophalen en bekijken van het materiaal voor opdracht B. Vragen stellen over onduidelijkheden.
Beantwoord vragen van leerlingen met een tegenvraag. Uiteraard mag terminologie wel toegelicht worden als leerlingen hiermee niet bekend zijn	Uitvoeren van opdrachten bij opdracht B.

OPDRACHT C	
Koppel tweetallen aan elkaar wanneer zij klaar zijn met opdracht B.	Gaan bij ander tweetal zitten en vergelijken hun indeling. Discussie over verschillen tussen beide groepen.
Stimuleer leerlingen om te discussiëren over de plaats van de kaartjes en argumenten te formuleren om het andere groepje te overtuigen van hun 'gelijk'	Noteren van verschoven kaartjes + argumenten.
Deel het vergelijkingsmodel en het memobriefje uit als leerlingen klaar zijn met de discussie. Beantwoord eventuele vragen.	Vergelijken eigen indeling met vergelijkingsmodel en vragen stellen aan docent.
Stimuleer de leerlingen om hun aanvullingen op het memobriefje te noteren.	Bekijken memobriefje en noteren van eventuele aanvullingen.
Vraag aan de leerlingen om de kaartjes en het 'spelbord' op te ruimen en in te leveren.	Opruimen en inleveren materiaal
NABESPREKING OPDRACHT B & C	
Vraag aan de leerlingen wat zij lastige kaartjes vonden om in te delen en vraag of de leerlingen inmiddels begrijpen waarom zo'n kaartje bij nauwkeurigheid, betrouwbaarheid of validiteit hoort.	Toelichten waar moeilijkheden zaten bij het indelen van de kaartjes.
Benadruk dat de informatie uit onderdeel 2 steeds terugkomt in de overige onderdelen van deze startmodule. "Gebruik het memobriefje als geheugensteun".	-

Onderdeel 3: Hoe nauwkeurig kun je meten?

Focus van onderdeel 3

- Leerlingen leren aan de hand van pilotexperimenten om te beschrijven of hun onderzoeksopzet uit onderdeel 1 (voldoende) nauwkeurige meetwaarden oplevert om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden.
- Leerlingen leggen een verband tussen de informatie uit onderdeel 2 en het memobriefje en het zo nauwkeurig mogelijk uitvoeren van een experiment.

Benodigdheden

Per leerling

- Werkboekje met bijlagen

Per tweetal

- 5 plastic bekers
- 2 thermometers
- 1 statief met twee statiefklemmen
- 2 stopwatches
- Heet water (ca. 100°C)
- Koud water uit koelkast
- Aluminiumfolie
- Karton

Overig

- Waterkoker
- 10 extra thermometers
- Extra statiefklemmen
- Koffiepotjes (steen)
- Exceldocument voor invoeren gemiddelde meetwaarden experiment 1

Tijdsplanning

Totaal	60 minuten
Introductie	2 minuten
Experiment 1	25 minuten
Experiment 2	25 minuten
Nauwkeurigheid en invloed op betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek	5 minuten
Nabespreking	3 minuten

Aansluiting bij andere opdrachten uit startmodule

Dit onderdeel wordt gebruikt bij **onderdeel 5** om het onderzoeksplan voor het eigen onderzoek aan te passen. De leerlingen maken bij dit onderdeel gebruik van informatie uit **onderdeel 2**.

Docent- & leerlingactiviteiten

INTRODUCTIE	
Docent	Leerlingen
Leg aan de leerlingen uit dat zij experimenten gaan doen om te testen wat wel en niet werkt bij een onderzoek naar het afkoelen van water (koffie). Introduceer de term 'pilotexperiment'.	-

EXPERIMENT 1	
Vraag leerlingen om het benodigde materiaal te verzamelen voor experiment 1, waarbij getest wordt hoe snel heet water is afgekoeld tot 58°C.	Verzamelen materiaal en starten experiment 1 (in tweetallen).
Help leerlingen bij de uitvoering en stimuleer hen – indien nodig – om door te werken. Het is handig als de verschillende tweetallen ongeveer gelijktijdig de metingen hebben afgerond.	Uitvoeren experiment 1
Start Exceldocument voor gemiddelde meetwaarden. Vraag aan leerlingen die klaar zijn met meten om hun meetwaarden in te voeren.	Invoeren meetwaarden in Exceldocument & overnemen van gemiddelde meetwaarden.
Bekijk of alle leerlingen begrijpen wat met spreiding wordt bedoeld en hoe spreiding berekend moet worden.	Uitzoeken wat de nauwkeurigheid was van de metingen bij experiment 1 door de spreiding van de eigen meetwaarde t.o.v. de gemiddelden te berekenen.
Help de leerlingen bij het bedenken van (omgevings-)factoren die hebben bijgedragen aan het ontstaan van spreiding in de meetwaarden. Stel daartoe vooral vragen aan de leerlingen om hen aan het denken te zetten,	Nadenken over factoren die spreiding veroorzaakt zouden kunnen hebben en hoe die factoren beperkt kunnen worden bij hun eigen onderzoek.
EXPERIMENT 2	
Wanneer leerlingen met experiment 1 klaar zijn, kunnen zij beginnen aan experiment 2. Stimuleer hen om een andere onafhankelijke variabele te kiezen dan bij experiment 1; het liefst een variabele die zij bedacht hebben voor hun eigen onderzoek (zie onderdeel 1)	Bedenken een tweede pilotexperiment, waarmee ze iets kunnen onderzoeken dat van toepassing is op hun eigen onderzoek.
Praat met leerlingen over de wijze van uitvoering, door hen informatieve vragen te stellen over de aanpak (bijv.: <i>“Kun je mij uitleggen wat je precies meet?”</i> <i>“Hoe houd je rekening met de invloed van omgevingsfactoren?”</i> <i>“Kun je uitleggen hoe je de meetapparatuur afleest?”</i>)	Uitvoeren experiment 2
Wanneer leerlingen klaar zijn, vraag hen dan om het practicummateriaal op te ruimen.	Opruimen materiaal experiment
Controleer of leerlingen verbeterpunten voor hun eigen onderzoek formuleren. Naar deze verbeterpunten wordt terugverwezen in onderdeel 5.	Evalueren van de nauwkeurigheid van experiment 2 met behulp van de vragen uit het werkboekje. Verbeterpunten voor eigen onderzoek formuleren.
NAUWKEURIGHEID EN INVLOED OP BETROUWBAARHEID EN VALIDITEIT VAN EEN ONDERZOEK	
Wijs de leerlingen op het memobriefje in hun werkmap, zodat zij de begrippen betrouwbaarheid en validiteit op de juiste wijze interpreteren.	Beantwoorden van vragen over invloed van meetonnauwkeurigheid op de betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek.
Stel vragen aan de leerlingen om inzicht te krijgen in hun begrip van nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit (bijv.: <i>“Wat heb je genoteerd bij de vraag over betrouwbaarheid?”</i>)	
<i>Wanneer leerlingen klaar zijn met onderdeel 3 voordat de hele klas klaar is, dan kunnen ze alvast beginnen aan onderdeel 4.</i>	
NABESPREKING	
Vraag aan de leerlingen wat de pilotexperimenten hebben opgeleverd voor hun eigen onderzoek. Vraag ook hoe onnauwkeurigheid van invloed kan zijn op de betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek.	Vertellen wat pilotexperiment heeft opgeleverd voor hun eigen onderzoek. Noteren evt. opmerkingen van andere tweetallen in hun werkboekje.
Vraag de leerlingen om aanvullingen te noteren op het memobriefje.	

Onderdeel 4: Mislukt onderzoek?

Focus van onderdeel 4

- Leerlingen kunnen benoemen hoe een experiment kan ontsporen als de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en/of validiteit niet goed bewaakt wordt.
- Leerlingen zijn in staat om verbeterpunten voor het beschreven experiment te bedenken waardoor de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit daadwerkelijk verbeterd wordt.

Benodigheden

Docent

- Beamer of computer met geluidsboxen

Per leerling

- Werkboekje met bijlagen
- Memobriefje uit werkmap

Tijdsplanning

Totaal	60 minuten
Introductie	10 minuten
Analyseer het probiotica-onderzoek	20 minuten
Wetenschappers over het probiotica-onderzoek	15 minuten
Verbeteren van het probiotica-onderzoek	10 minuten
Nabespreking	5 minuten

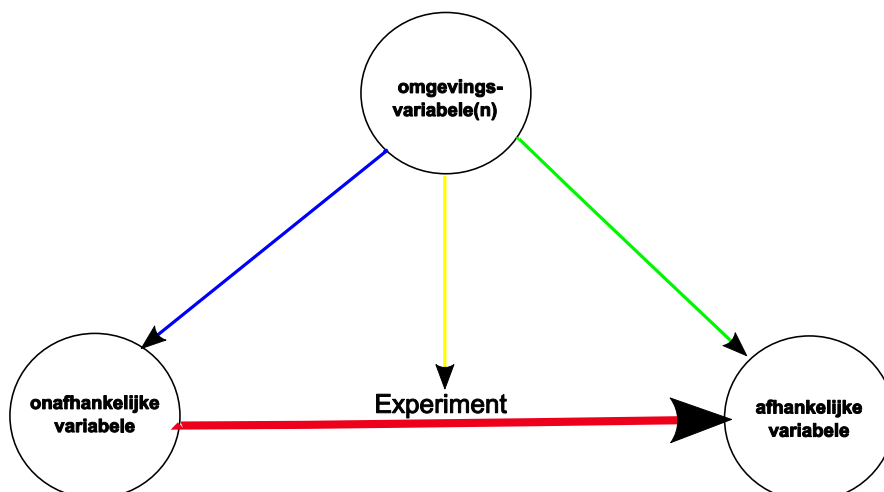
Aansluiting bij andere opdrachten uit startmodule

- Bij dit onderdeel maken de leerlingen gebruik van wat zij bij **onderdeel 2** hebben geleerd over nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit. Het memobriefje dient hierbij als geheugensteuntje.
- De leerlingen gebruiken de informatie uit dit onderdeel bij het verbeteren van hun eigen onderzoeksplan (**onderdeel 5**).
- Bij **onderdeel 7** analyseren de leerlingen nogmaals de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek dat is uitgevoerd door anderen.

Docent- & leerlingactiviteiten

INTRODUCTIE	
Docent	Leerlingen
Leerlingen kennen wellicht de ophef uit de media rondom het afgebroken probiotica-onderzoek. Laat ze zelf vertellen wat ze hierover weten. Weten ze hier niets over, geef dan zelf een korte samenvatting. Vraag leerlingen hierbij ook of zij weten wat een controlegroep en een behandelgroep is.	Vertellen wat zij weten over het probiotica-onderzoek
Laat het filmpje van RTV Utrecht zien: http://www.youtube.com/watch?v=awEh0GaDAoU (lengte: 2.05 minuten)	Kijken naar het filmpje.
Vraag aan leerlingen om krantenartikel op p. 16 te lezen.	Lezen krantenartikel over probiotica-onderzoek

ANALYSEER HET PROBIOTICA-ONDERZOEK	
Vertel dat een onderzoek vaak niet in één keer lukt, maar dat verschillende 'uitprobeer-rondes' nodig zijn voor een goede onderzoeksopzet gevonden is. Hierbij kan het zowel misgaan bij de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid als bij de validiteit van een onderzoek. In de opdracht gaan de leerlingen analyseren hoe het probiotica-onderzoek zo mis heeft kunnen gaan.	Analyseren van het probiotica-onderzoek aan de hand van de vragen (in tweetallen).
Help leerlingen bij het analyseren van de opzet van het onderzoek. <i>Zie volgende pagina voor mogelijke antwoorden op de vragen op p.18-21 van de leerlinghandleiding.</i>	
Help de leerlingen bij het begrijpen van de vragen door onbekende begrippen uit te leggen of door een tegenvraag te stellen.	
Kijk of de leerlingen bij invullen p.21 gebruik maken van het memobriefje en stimuleer hen hiertoe. Stel de leerlingen vragen over de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van het probiotica-onderzoek.	
WETENSCHAPPERS OVER HET PROBIOTICA-ONDERZOEK	
Help de leerlingen om de kritiekpunten duidelijk te formuleren. <i>Zie volgende pagina's voor een opsomming van de kritiekpunten.</i>	Lezen het tweede krantenartikel en vatten de kritiekpunten samen.
Koppel tweetallen die de tabel helemaal hebben ingevuld aan elkaar. Na 10 minuten alle resterende tweetallen aan elkaar koppelen om tabel verder in te vullen m.b.v. de gegevens van een ander groepje.	Vergelijken hun antwoorden met die van een ander tweetal.
VERBETEREN VAN HET PROBIOTICA-ONDERZOEK	
Wijs de leerlingen op het memobriefje als geheugensteuntje voor de omschrijving van nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit.	Formuleren ideeën voor vooronderzoek om nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van probiotica-experiment te vergroten.
NABESPREKING	
Vraag aan de leerlingen welke verbeterpunten voor hun koffie-onderzoek zij door de analyse van het probiotica-onderzoek op het spoor zijn gekomen.	Vertalen hun analyse van het probiotica-onderzoek naar hun eigen onderzoek en delen dit met klasgenoten.
Laat de leerlingen nadenken over de invloed van omgevingsvariabelen op het onderzoek. Gebruik hierbij bijvoorbeeld onderstaande afbeelding.	Nadenken over invloed omgevingsvariabelen en vertalen naar eigen koffie-onderzoek.
Vraag de leerlingen om eventuele aanvullingen over het bewaken van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit te noteren op het memobriefje.	Kijken of zij het memobriefje kunnen aanvullen met leerpunten uit onderdeel 4.



MOGELIJKE ANTWOORDEN VAN LEERLINGEN (BIJ P. 18-21 LEERLINGHANDLEIDING)

ANALYSEER HET PROBIOTICA-ONDERZOEK

Tips voor het afleiden van onderzoeksvraag, hypothese en variabelen

Onderzoeksvraag

In hoeverre draagt probioticamix X bij aan de behandeling van acute alveesklierontsteking?

Hypothese

Door het toedienen van probioticamix X herstellen patiënten beter en sneller van een acute alveesklierontsteking.

Onafhankelijke variabele

Het wel of niet toedienen van de probioticamix aan patiënten

Afhankelijke variabele

hoe snel (tijdsduur) de genezing van patiënten met acute alveesklierontsteking verloopt.

Andere of omgevingsvariabelen die van invloed kunnen zijn geweest

Voorbeelden van antwoorden

Alle lichaamskenmerken (zoals gewicht, lengte, conditie)

Verschillen tussen mannen - vrouwen

Verschillen in leeftijd tussen patiënten

Eerdere ziektegeschiedenis van mensen

De verschillende samenstelling van sondevoeding in de verschillende ziekenhuizen.

Zo constant mogelijk houden door

Voorbeelden van antwoorden

Door bij de selectie evenveel mannen als vrouwen in beide groepen te doen,

Te letten op leeftijdsverdeling (etc.)

Goede afspraken te maken tussen de behandelaars in de verschillende ziekenhuizen

Patiënt in behandel- of controlegroep door:

A-selectief toewijzen via computer en zonder te kijken naar andere lichamelijke kenmerken en heftigheid van de ontsteking.

Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit

Eigen mening van leerlingen, onderbouwd met argumenten. Antwoorden geven een indicatie over wat een leerling belangrijk vindt bij het doen van een goed onderzoek en wat hij uit het memobriefje afleidt.

- Belangrijke aanwijzingen voor de onderzoeksvraag en hypothese staan in de zinnen waarin de onderzoeksmethode wordt besproken. De zin "Het idee was dat de probioticamix zo'n ontsteking zou kunnen pareren" geeft aan welke hypothese de onderzoekers waarschijnlijk hadden. Als een onderzoek valide in elkaar zit, kun je uit de onderzoeksmethode in ieder geval de onderzoeksvraag en hypothese afleiden.
- Benadruk het 'heen-en-weer' denken tussen onderzoeksvraag, deelvragen en onafhankelijke & afhankelijke variabele(n) van een onderzoek. Deze zouden volledig op elkaar moeten aansluiten. Weet je de variabelen, dan kun je de onderzoeksvraag reconstrueren, weet je de onderzoeksvraag dan kun je de te onderzoeken variabelen afleiden.

MOGELIJKE ANTWOORDEN VAN LEERLINGEN (BIJ P.23-24 LEERLINGHANDLEIDING)

WETENSCHAPPERS OVER HET PROBIOTICA-ONDERZOEK

Onderzoeksvraag

In hoeverre draagt probioticamix X bij aan de behandeling van acute alvleesklierontsteking?

Hypothese

Door het toedienen van probioticamix X herstellen patiënten beter en sneller van een acute alvleesklierontsteking.

Onafhankelijke variabele

Het wel of niet toedienen van de probioticamix aan patiënten

Afhankelijke variabele

hoe snel (tijdsduur) de genezing van patiënten met acute alvleesklierontsteking verloopt.

Andere of omgevingsvariabelen die van invloed kunnen zijn geweest

Voorbeelden van antwoorden

Alle lichaamskenmerken (zoals gewicht, lengte, conditie)

Verschillen tussen mannen - vrouwen

Verschillen in leeftijd tussen patiënten

Eerdere ziektegeschiedenis van mensen

De verschillende samenstelling van sondevoeding in de verschillende ziekenhuizen.

Zo constant mogelijk houden door

Voorbeelden van antwoorden

Door bij de selectie evenveel mannen als vrouwen in beide groepen te doen,

Te letten op leeftijdsverdeling (etc.)

Goede afspraken te maken tussen de behandelaars in de verschillende ziekenhuizen

Patiënt in behandel- of controlegroep door:

A-selectief toewijzen via computer en zonder te kijken naar andere lichamelijke kenmerken en heftigheid van de ontsteking.

Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit

Eigen mening van leerlingen, onderbouwd met argumenten. Antwoorden geven een indicatie over wat een leerling belangrijk vindt bij het doen van een goed onderzoek en wat hij uit het memobriefje afleidt.

	Samenvatting kritiekpunt
a	Goede klinische vooronderzoeken (een kleine klinische test) ontbraken.
b	Het is onverstandig om zoveel bacteriën in de buurt van een ziek orgaan te laten komen.
c	De probioticamix had eerst in een proefdierstudie getest moeten worden.
d	Patiënten hadden gedurende de studie vaker geobserveerd moeten worden.
e	Klinische vooronderzoeken zijn niet met de betreffende bacteriemix gedaan.
f	Bacteriemix met vier stammen is getest bij patiënten die gemiddeld 15 jaar ouder waren.
g	De Utrechtse patiënten hadden een ernstiger ontstoken alvleesklier.
h	Combinatie van melkzuurstammen is niet getest op veiligheid voor patiënt; alleen de afzonderlijke stammen zijn hierop getest.

Vooral invloed op de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid of validiteit?

Vooral op de validiteit, want op basis van een vooronderzoek wordt bepaald hoe het echte onderzoek vorm wordt gegeven. Je weet niet zeker of je meet wat je wilt meten als je dit niet uit je vooronderzoek kunt afleiden.

N.B. Eén van de kritiekpunten heeft geen betrekking op de validiteit ("Patiënten hadden gedurende de studie vaker geobserveerd moeten worden"). Laat de leerlingen bedenken welke dit is en uitleggen waarom hier sprake is van (mogelijke) onnauwkeurigheid bij het meten.

Invloed van ontbrekend vooronderzoek

Goede vooronderzoeken zorgen voor een versterking van de validiteit van een onderzoek. Ook al ontdek je de fouten nu niet, in de toekomst, bij een grotere behandelgroep kan het toedienen van een slecht getest medicijn alsnog kwalijke gevolgen hebben. De kritiekpunten zijn behoorlijk essentieel voor het uitvoeren van een goed (biomedisch) onderzoek. Eigenlijk zijn de beginselen van het bewaken van de kwaliteit van een onderzoek genegeerd. In het geval van onderzoek met patiënten is dit niet zo'n prettige constatering.

N.B. Probeer indien je de gelegenheid krijgt om de leerlingen te laten beseffen dat een experiment dat uitgevoerd is door wetenschappers niet per sé altijd van goede kwaliteit is. Het is belangrijk om altijd goed in de gaten te houden of de validiteit (en nauwkeurigheid en betrouwbaarheid) voldoende gegarandeerd is, zodat eventueel gemaakte fouten op tijd ontdekt worden.

Onderdeel 5: Coole koffie – voorbereiding [2]

Focus van onderdeel 5

- Leerlingen vertalen de informatie uit voorgaande onderdelen over het bewaken van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek toe naar een verbeterde versie van hun koffie-onderzoek en verwerken dit in een verbeterd onderzoeksplan.
- Leerlingen leren om de noodzakelijke handelingen bij het opstellen van hun onderzoeksplan te controleren met behulp van een checklist
- Leerlingen leren om de kwaliteit van hun eigen onderzoeksplan te evalueren met behulp van rubrics

Benodigheden

Per leerling

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

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

Tijdsplanning

Totaal	40 minuten
Inleiding & verbeteren onderzoeksplan	15 minuten
Controleren onderzoeksplan	10 minuten
Evalueren kwaliteit onderzoeksplan	10 minuten
Praktische zaken	5 minuten

Aansluiting bij andere opdrachten uit startmodule

- Bij **onderdeel 1 t/m 4** zijn verschillende factoren aan de orde geweest die de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een experiment (kunnen) beïnvloeden.
- Bij **onderdeel 5** hebben leerlingen gebruik gemaakt van rubrics om de kwaliteit van een experiment te evalueren.
- Bij **onderdeel 7** wordt het door de leerlingen bedachte onderzoek uitgevoerd en verwerkt.

Docent- & leerlingactiviteiten

VERBETEREN ONDERZOEKSPLAN	
Docent	Leerlingen
Blik kort terug op de voorgaande onderdelen en vraag leerlingen om te bedenken welke verbeterpunten zij zien voor hun eigen onderzoek.	Enkele leerlingen vertellen wat hun concrete ideeën voor verbetering zijn.
Stimuleer de leerlingen om het onderzoek zo nauwkeurig, betrouwbaar en valide mogelijk te maken, zodat de kwaliteit van het onderzoek zo hoog mogelijk is. Wijs hen op het gebruik van het memobriefje.	Leerlingen maken een verbeterd onderzoeksplan waarbij zij (hopelijk) meer stilstaan bij de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van hun onderzoek.
CONTROLLEREN ONDERZOEKSPLAN	
Geef, wanneer een tweetal klaar is met het verbeteren van het onderzoeksplan, de checklist 'Vorbereiding onderzoek'.	Leerlingen controleren de volledigheid van hun onderzoeksplan m.b.v. de checklist en vullen het onderzoeksplan eventueel aan.
Vraag aan de leerlingen of zij begrijpen wat met de verschillende controlepunten bedoeld wordt en beantwoord eventuele vragen.	
Stimuleer leerlingen om hun memobriefje aan te vullen.	Aanvullen memobriefje.

EVALUEREN KWALITEIT ONDERZOEKSPAN	
Las een klassikaal moment in wanneer de meeste leerlingen toe zijn aan de checklisten en rubrics. Leg (nogmaals) uit waarvoor de checklisten en rubrics dienen en laat de leerlingen de voorbeelden in hun werkmap bekijken. Benadruk dat dit voorbeelden zijn en dat de leerlingen steeds een passende selectie op kunnen halen bij de docent als zij hiervoor een aanwijzing krijgen in het werkboekje.	Leerlingen stellen vragen en bekijken checklisten en rubrics.
Als de leerlingen zelf aan de slag zijn, vraag dan naar onduidelijkheden in de rubrics en de bruikbaarheid voor de evaluatie van hun eigen onderzoeksplan.	Invullen rubrics en vragen stellen over onduidelijkheden.
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 aangekruisd zouden kunnen 'bereiken'.	Verbeteren van onderzoeksplan m.b.v. de ingevulde rubrics. <i>N.B. Graag 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>
PRAKTISCHE ZAKEN	
Laat de leerlingen een lijstje inleveren met benodigdheden voor het eigen onderzoek.	Lijstje met benodigdheden inleveren.

Na afloop van onderdeel 5

Na afloop van onderdeel 5 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.

Onderdeel 6: Coole koffie - uitvoering

Focus van onderdeel 6

- Leerlingen leren om de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit te bewaken tijdens de uitvoering, verwerking en afronding van een eigen onderzoek.
- Leerlingen leren om met behulp van rubrics de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een eigen onderzoek te evalueren en verbeteringsuggesties te doen.

Benodigheden

Per leerling

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

Per tweetal

- Benodigheden voor eigen onderzoek (*lijst ingeleverd bij onderdeel 5*)

Tijdsplanning²

Totaal	90 minuten
Inleiding & Nogmaals het onderzoeksplan	10 minuten
Uitvoeren metingen, verwerking meetwaarden & uitbijters	35 minuten
Conclusie & bewijsvoering	10 minuten
Evaluatie	10 minuten
Rubrics: bepalen kwaliteit onderzoek	15 minuten
Vorbereiden presentatie onderzoek	10 minuten

Aansluiting bij andere opdrachten uit startmodule

- Bij **onderdeel 1 en 5** hebben de leerlingen het onderzoeksplan voor het onderzoek uit dit onderdeel geschreven en verbeterd.
- Bij **onderdeel 2** hebben de leerlingen kennism gemaakt met het memobriefje en geleerd hoe zij de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek kunnen bewaken.
- Bij **onderdeel 3** hebben de leerlingen een vooronderzoek uitgevoerd om de onderzoeksopzet (nauwkeurigheid) van hun eigen onderzoek aan te kunnen scherpen.
- Bij **onderdeel 5** hebben de leerlingen kennism gemaakt met het gebruik van checklisten en rubrics.

Docent- & leerlingactiviteiten

NOGMAALS HET ONDERZOEKSPLAN	
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 & UITBIJTERS	
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 vaak ga je deze meting	Leerlingen voeren het onderzoek uit zoals beschreven in het onderzoeksplan.

² De verschillende onderdelen van de tijdsplanning zijn 'communicerende vaten'. Het ene groepje voert een onderdeel sneller uit dan een ander groepje en loopt later in het onderzoek weer vertraging op ten opzichte van de anderen. Leerlingen zouden onderdeel 6 wel volledig in 90 minuten moeten kunnen afronden.

herhalen?" etc.	
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 meetmethode zou net zo nauwkeurig zijn?" etc.	
Kijk of de leerlingen een tabel hebben gemaakt die passend is voor hun onderzoek (onafhankelijke en afhankelijke variabele). Probeer evt. via vragen om leerlingen verbeteringen te laten aanbrengen in hun tabel. Verwijs bijvoorbeeld naar de voorbeelden uit bijlage 2.	Invullen meetwaarden in tabel
Wanneer leerlingen klaar zijn met de metingen: uitdelen checklist <i>Uitvoering onderzoek</i> .	Ophalen en invullen checklist <i>Uitvoering onderzoek</i> ; evt. verbeteren uitvoering onderzoek
Help leerlingen met het berekenen van gemiddelde meetwaarden en dit weergeven in een overzichtelijke tabel. Verwijs naar de voorbeelden uit bijlage 2.	Verwerken van meetwaarden: uitrekenen van gemiddelde meetwaarden, spreiding en foutmarges.
Informeer bij leerlingen of zij uitbijters zien tussen hun meetwaarden en vraag hoe zij tot die constatering zijn gekomen. Vraag ook of een bepaalde uitbijter weggelaten mag worden en welk argument (bekende meetfout) de leerlingen hiervoor hebben.	Leerlingen bekijken hun (ruwe) meetwaarden en bepalen m.b.v. de gemiddelde meetwaarde of er uitbijters tussen zitten. Ze beargumenteren welke uitbijters weggelaten mogen worden uit de lijst met meetwaarden.
Help leerlingen om snel een globale grafiek te maken. Hierbij hoeven niet alle details ingevuld te worden, maar moet wel een grafiek ontstaan die gebruikt kan worden bij het trekken van een conclusie.	Leerlingen maken een globale grafiek van de gemiddelde meetwaarden.
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 eerste de belangrijkste resultaten van hun onderzoek samen, beantwoorden daarna de onderzoeksvraag en reflecteren op de hypothese
EVALUATIE	
Verwijs 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.	Ophalen van rubrics voor evaluatie kwaliteit van uitvoering en verwerking onderzoek.
Help de leerlingen (wederom) bij het begrijpen van de tekst uit de rubric.	Invullen tabel rondom het veranderen van het uitgevoerde onderzoek om te komen tot een grotere nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit.

VOORBEREIDEN PRESENTATIE ONDERZOEK	
Leg aan de leerlingen uit dat zij hun onderzoek in 3 minuten gaan presenteren en dat zij voor andere groepjes gaan beoordelen hoe goed de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit bewaakt is. Het tweetal dat de best passende beoordelingen geeft, krijgt een prijsje.	
Benadruk dat de presentatie voor de lol is, maar dat leerlingen wel zo goed mogelijk hun onderzoek moeten beschrijven aan de hand van de genoemde punten.	Leerlingen bereiden de presentatie voor aan de hand van de punten op p.37 van de leerlinghandleiding.

Presenteren eigen onderzoek³

Focus van presentatieronde

- Leerlingen leren om de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit te beoordelen van onderzoek van anderen, zonder hulp van memobriefje, checklists en rubrics.

Benodigheden

Per tweetal

- Invulformulier beoordeling onderzoek (zie bijlage)

Tijdsplanning

Totaal	50 minuten
Uitleg beoordelingsformulier presentatie andere groepen	2 minuten
Presenteren eigen onderzoek & beoordelen presentatie andere groepen	45 minuten
Inleveren ingevulde beoordelingsformulieren & afronden startmodule	3 minuten

Docent- & leerlingactiviteiten

UITLEG BEOORDELINGSFORMULIER PRESENTATIE ANDERE GROEPEN

Docent	Leerlingen
Deel de beoordelingsformulieren uit en licht toe wat de bedoeling is. Geef aan dat zij geen gebruik mogen maken van memobriefje, checklisten en rubrics	Bekijken beoordelingsformulieren en stellen vragen.
Stel leerlingen op hun gemak en benadruk (nogmaals) dat het presenteren bedoeld is om klasgenoten te informeren en er geen cijfer voor gegeven wordt. Het invullen van de beoordelingsformulieren is bedoeld als extra oefening in het evalueren van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek.	

PRESENTEREN & BEOORDELEN

Wijs steeds een tweetal aan dat zijn onderzoek presenteert (of vraag wie er wil).	Presenteren of beoordelingsformulier invullen.
Vraag na 3 minuten aan presenteerde duo om af te ronden. Als leerlingen minder tijd nodig hebben dan 3 minuten: geef gelegenheid voor stellen van vragen door klasgenoten.	
Als leerlingen veel tijd nodig hebben om beoordelingsformulieren in te vullen: geef aan dat zij met steekwoorden mogen werken en na de laatste presentatie nog wat tijd hebben om hun beoordelingen af te ronden.	

INLEVEREN BEOORDELINGSFORMULIEREN & AFRONDEN STARTMODULE

Haal de beoordelingsformulieren op. Kondig aan dat de prijs uitgereikt wordt aan het begin van de volgende bijeenkomst.	
Vraag om het belangrijkste leermoment voor zichzelf te verwoorden. Sluit de middag af door leerlingen te bedanken voor hun inzet bij het doen van onderzoek.	Enkele leerlingen vertellen wat het belangrijkste leermoment is geweest tijdens de uitvoering van de startmodule.

³ Leerlingen kunnen alvast verder met onderdeel 7 als zij eerder klaar zijn met de voorbereiding van hun presentatie dan andere groepen.

Onderdeel 7: Missers in onderzoek

Focus van onderdeel 7

- Leerlingen krijgen (nogmaals) inzicht in missers bij het doen van een onderzoek en welke invloed die missers hebben op de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en/of validiteit.

Benodigheden

Per leerling

- Werkboekje met bijlagen

Tijdsplanning

Dit is een extra opdracht voor leerlingen die snel klaar zijn met hun eigen onderzoek (t/m onderdeel 6).

Aansluiting bij andere opdrachten uit startmodule

- Bij **onderdeel 4** hebben de leerlingen het probiotica-onderzoek geanalyseerd op 'missers' die invloed hebben gehad op de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek.

Docent- & leerlingactiviteiten

Docent- & leerlingactiviteiten	
Docent	Leerlingen
De leerlingen voeren deze opdracht zelfstandig uit. Stel informatieve vragen en beantwoord eventuele vragen van leerlingen.	Uitvoeren van opdrachten bij onderdeel 7.
Wanneer leerlingen klaar zijn, dan krijgen zij een nakijkblad om hun eigen antwoorden mee te vergelijken.	Nakijken m.b.v. nakijkblad en vragen stellen aan docent.
Indien de gelegenheid zich voordoet: bespreek met leerlingen dat in het artikeltje maar een deel van een onderzoek beschreven wordt. De journalist heeft (ook) met een bepaalde bril op naar het onderzoek gekeken. Om echt een goed oordeel over de kwaliteit van het onderzoek te kunnen vellen, zou je naar het oorspronkelijke onderzoeksartikel moeten kijken.	

Bijlagen
bij
docentenhandleiding
Leren onderzoeken
-
Startmodule

Bijlage bij onderdeel 2: Kaartjes

<p>1</p> <p><i>Ik wil mijn onderzoek laten aansluiten bij wat al bekend is over het onderwerp.</i></p>	<p>2</p> <p><i>Ik heb alle metingen twee keer gedaan en ga nu de meetwaarden met elkaar vergelijken.</i></p>	<p>3</p> <p><i>Met deze onderzoeksopzet kan ik de onderzoeksvraag maar deels beantwoorden.</i></p>
<p>4</p> <p><i>In mijn steekproef moeten evenveel jongens als meisjes tussen de 12 en 18 jaar zitten.</i></p>	<p>5</p> <p><i>Ik reken van tevoren uit hoeveel dieren ik moet observeren om een goed beeld te krijgen van alle chimpansees in Artis.</i></p>	<p>6</p> <p><i>Ik kon met deze voltmeter tussen de 0 en 5V meten. Bij de laatste metingen stond er meer dan 5V over de schakeling.</i></p>
<p>7</p> <p><i>Op basis van het onderzoek van Jansen (2008) vraag ik mij het volgende af over de toename van de hartslag:</i></p>	<p>8</p> <p><i>Om de kwaliteit van mijn onderzoek te vergroten had ik iedere keer moeten controleren of de CO₂sensor op 0 stond.</i></p>	<p>9</p> <p><i>Ik voer een meting uit om te kijken of de hartslag niet vanzelf hoger wordt bij mijn proefpersoon.</i></p>
<p>10</p> <p><i>Deze spirometer is inderdaad bedoeld om het ademvolume van mijn proefpersonen te meten.</i></p>	<p>11</p> <p><i>Mijn groepsgenoot leest, net als ik, de meetwaarden af van de voltmeter.</i></p>	<p>12</p> <p><i>Ik weet niet zeker of het aantal volt op t=60 klopt. Ik onderbrak toen per ongeluk de stroomkring.</i></p>
<p>13</p> <p><i>Al mijn meetwaarden liggen dicht bij de gemiddelde meetwaarden. Ik zie nauwelijks spreiding.</i></p>	<p>14</p> <p><i>Ik wil in dit onderzoek de invloed van energiedrankjes op de hartslag onderzoeken.</i></p>	<p>15</p> <p><i>Mijn resultaten komen overeen met de resultaten van Janneke.</i></p>
<p>16</p> <p><i>In de conclusie heb ik de onderzoeksvraag maar gedeeltelijk beantwoord.</i></p>	<p>17</p> <p><i>Ik maak nu een grafiek om de spreiding van de meetwaarden te kunnen bepalen.</i></p>	<p>18</p> <p><i>Voordat ik de voltmeter aanzette, stond deze precies op 0 Volt.</i></p>
<p>19</p> <p><i>Ik heb twee verschillende thermometers gebruikt en dat leverde volledig verschillende meetwaarden op.</i></p>	<p>20</p> <p><i>Ik moet zorgen dat de omgevingstemperatuur niet stijgt door het binnenvallende zonlicht.</i></p>	<p>21</p> <p><i>Ik wil dit onderzoek uitbreiden door ook de hartslag van jonge kinderen te meten.</i></p>
<p>22</p> <p><i>Uit de tabel met meetwaarden kan ik concluderen dat.....</i></p>	<p>23</p> <p><i>Ik doe extra metingen, want bij de verwerking bleek dat ik te weinig (geschikte) meetwaarden had.</i></p>	<p>24</p> <p><i>Ik baseer mijn hypothese op de resultaten van het onderzoek van O'Neill (2008) en Mullah (2004).</i></p>

Bijlage bij onderdeel 2: Vergelijkingsmodel



NAUWKEURIGHEID

6. Ik kon met deze voltmeter tussen de 0 en 5V meten. Bij de laatste metingen stond er meer dan 5V over de schakeling.
9. Ik voer een meting uit om te kijken of de hartslag niet vanzelf hoger wordt bij mijn proefpersoon.
11. Mijn groepsgenoot leest, net als ik, de meetwaarden af van de voltmeter.
12. Ik weet niet zeker of het aantal volt op $t=60$ klopt. Ik onderbrak toen per ongeluk de stroomkring.
18. Voordat ik de voltmeter aanzette, stond deze precies op 0 Volt.

BETROUWBAARHEID

2. Ik heb alle metingen twee keer gedaan en ga nu de meetwaarden met elkaar vergelijken.
4. In mijn steekproef moeten evenveel jongens als meisjes tussen de 12 en 18 jaar zitten.
5. Ik reken van tevoren uit hoeveel dieren ik moet observeren om een goed beeld te krijgen van alle chimpansees in Artis.
13. Al mijn meetwaarden liggen dicht bij de gemiddelde meetwaarden. Ik zie nauwelijks spreiding.
15. Mijn resultaten komen overeen met de resultaten van Janneke.
17. Ik maak nu een grafiek om de spreiding van de meetwaarden te kunnen bepalen.
19. Ik heb twee verschillende thermometers gebruikt en dat leverde volledig verschillende meetwaarden op.
20. Ik moet zorgen dat de omgevingstemperatuur niet stijgt door het binnenvallende zonlicht.
23. Ik doe extra metingen, want bij de verwerking bleek dat ik te weinig (geschikte) meetwaarden had.

VALIDITEIT

1. Ik wil mijn onderzoek laten aansluiten bij wat al bekend is over het onderwerp.
3. Met deze onderzoeksopzet kan ik de onderzoeksvraag maar deels beantwoorden.
7. Op basis van het onderzoek van Jansen (2008) vraag ik mij het volgende af over de toename van de hartslag:
8. Om de kwaliteit van mijn onderzoek te vergroten had ik iedere keer moeten controleren of de CO₂sensor op 0 stond.
10. Deze spirometer is inderdaad bedoeld om het ademvolume van mijn proefpersonen te meten.
14. Ik wil in dit onderzoek de invloed van energiedrankjes op de hartslag onderzoeken.
16. In de conclusie heb ik de onderzoeksvraag maar gedeeltelijk beantwoord.
21. Ik wil dit onderzoek uitbreiden door ook de hartslag van jonge kinderen te meten.
22. Uit de tabel met meetwaarden kan ik concluderen dat.....
24. Ik baseer mijn hypothese op de resultaten van het onderzoek van O'Neill (2008) en Mullah (2004).

NB: deze lijst is niet volledig, maar geeft wel een beeld van de verschillende aspecten die belangrijk zijn om de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek te bewaken.

NAUWKEURIGHEID

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

De nauwkeurigheid van metingen is groot als...

- ...de waarnemingen / metingen met **meerdere onafhankelijke waarnemers** gedaan worden, waarbij zij van tevoren afspreken hoe ze te werk gaan.
- ...de waarnemingen / metingen op een **objectieve manier** gedaan worden.
- ...de waarnemingen / metingen op een **systematische manier** gedaan worden.
- ...de meetapparatuur geschikt is om te **meten** tussen de **minimale en maximale (verwachte) meetwaarde**.
- ...de meetapparatuur een **zo nauwkeurig mogelijke meetschaal** heeft.
- ...de meetapparatuur **geijkt wordt** of **op nul wordt gezet** voorafgaand aan iedere meting.

nauwkeurigheid

Kwaliteit
van een
onderzoek

validiteit

betrouwbaarheid

VALIDITEIT

Wanneer je kijkt naar de **validiteit** van een onderzoek dan houd je in de gaten of 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 variabele**.
- ...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 onderzoeksresultaten.
- ...de **onderzoeksvraag** volledig wordt **beantwoord** in de conclusie.

BETROUWBAARHEID

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

De betrouwbaarheid van resultaten is groot als:

- ...de **invloed van omgevingsvariabelen** zo beperkt mogelijk is.
- ...een **controle-experiment of blanco** wordt uitgevoerd om de invloed van andere variabelen vast te stellen.
- ...de resultaten vergelijkbaar zijn als een **experiment herhaald** wordt (**herhaalbaarheid**)
- ...een **steekproef groot genoeg** is (**herhaalbaarheid**)
- ...een **steekproef voldoende gevarieerd** is om een goede afspiegeling te zijn van de gehele onderzoekspopulatie (**herhaalbaarheid**)
- ...met **een andere onderzoeksmethode** een vergelijkbaar resultaat wordt verkregen (**reproduceerbaarheid**).

Bijlage bij onderdeel 5: 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 5: 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 niveauaanduiding 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>

<p>Hoe ver kom je? Omcirkel het behaalde niveau ↓</p>	<p>DE ONDERZOEKSOPZET...</p>	<p>VOORBEELDEN</p>
<p>1</p>	<p>vermeldt in algemene bewoordingen welk onderzoek je gaat uitvoeren.</p>	<p><i>We gaan een onderzoek doen naar hoe je lichaam reageert bij een handstand.</i></p>
<p>2</p>	<p>bevat één aspect dat je meet of waar je op let bij het onderzoek.</p>	<p><i>We meten de hartslag via..... [beschrijving methode]</i></p>
<p>3</p>	<p>bevat meerdere aspecten die je meet of waar je op let bij het onderzoek.</p>	<p><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></p>
<p>4</p>	<p>bevat een uitleg over hoe je verschillende aspecten van het onderzoek met elkaar combineert.</p>	<p><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></p>
<p>5</p>	<p>is geschikt om de onderzoeksvraag volledig te beantwoorden en/of om de hypothese te toetsen.</p>	<p><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></p>

<p>Hoe ver kom je? Omcirkel het behaalde niveau ↓</p>	<p>TREKKEN VAN EEN STEEKPROEF Als je te maken hebt met een <u>te grote</u> onderzoekspopulatie om te onderzoeken, dan...</p>	<p>VOORBEELDEN</p>
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 6: 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 6: 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 nivea aanduiding kun je aangeven welk kwaliteitsniveau jouw onderzoek NU heeft (volgens jou).

Hoe ver kom je?
Omcirkel het behaalde niveau
↓

GEMIDDELTE MEETWAARDEN & SPREIDING	
1	Je geeft alle meetwaarden uit het experiment weer.
2	Je hebt het gemiddelde berekend van iedere serie meetwaarden van een vergelijkbare meting.
3	Je hebt van iedere meetwaarde de spreiding rond het gemiddelde berekend.
4	Je hebt met behulp van de spreiding en meetonzekerheid benoemd welke meetwaarden 'uitbijters' zijn en of deze uitbijters weggelaten mogen worden.
5	Je hebt de spreiding rond alle gemiddelde meetwaarden gebruikt om uit te leggen hoe nauwkeurig en betrouwbaar de resultaten zijn.

In bijlage 2 van de startmodule vind je voorbeelden van tabellen waarin gemiddelden en spreiding kunnen worden weergegeven.

<p>Hoe ver kom je? Omcirkel het behaalde niveau ↓</p>	<p>HET ANTWOORD OP DE ONDERZOEKSVRAAG...</p>	<p>VOORBEELDEN</p>
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>

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

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>

Presentatie van groep ...
Ingevuld door groep ...

Bijlage bij onderdeel 6: Invulformulier presentatie

NAUWKEURIGHEID	
Sterke punten	Verbeterpunten

BETROUWBAARHEID	
Sterke punten	Verbeterpunten

VALIDITEIT	
Sterke punten	Verbeterpunten

Bijlage bij onderdeel 7: Nakijkblad

VRAGEN BIJ ONDERZOEK ONDER GEPENSIONEERDEN

De conclusie lijkt niet echt gebaseerd op de onderzoeksresultaten. Waar ging het mis?

- I. Uit de resultaten blijkt dat ouderen juist meer bewegen na hun pensioen
- II. Het is logisch dat gepensioneerden minder lichaamsbeweging hebben in verband met werk. Daarvoor is geen onderzoek nog.

Welke conclusie zou jij trekken uit de onderzoeksresultaten?

Na hun pensioen gaan ouderen meer bewegen. Ook leidt pensionering er toe dat meer ouderen gaan bewegen.

Heeft de onderzoekster nu niet goed gelet op de nauwkeurigheid, de betrouwbaarheid of de validiteit?

In dit onderzoek is niet goed gelet op de *validiteit*, want de conclusie sluit niet aan bij de resultaten.

VRAGEN BIJ ONDERZOEK NAAR TOMATENSOEP

Genegeerde resultaten	Invloed op nauwkeurigheid, betrouwbaarheid of validiteit?
Bevruchtend vermogen van zaad neemt niet toe.	Validiteit is niet goed bewaakt , want de onderzoekers hebben alleen gekeken naar de concentratie lycopen, niet naar een verhoging van het bevruchtend vermogen. Dit laatste is een belangrijke factor voor de kwaliteit van zaad en daar doen de onderzoekers uiteindelijk een uitspraak over. Resultaat en conclusie sluiten dus niet op elkaar aan.
Zes mannen [...] levert wat weinig onderzoeksmateriaal op.	Betrouwbaarheid is niet goed bewaakt , want de steekproef is veel te klein, in ieder geval niet groot genoeg om zo'n algemene conclusie te trekken.
Zaad doet er twee maanden over om te rijpen.	Validiteit is niet goed bewaakt , want met de genoemde onderzoeksmethode (na twee weken de concentratie lycopen meten) kan geen uitspraak gedaan worden over de invloed van tomatensoep op de kwaliteit van zaad. Het nieuwe zaad is in die periode immers nog niet gerijpt, dus wordt alleen het oude zaad gemeten, waarop tomatensoep nog geen invloed heeft.

TER AFRONDING

Waarom is het zo belangrijk dat een conclusie aansluit bij de resultaten van een onderzoek?

Als een conclusie niet is gebaseerd op de resultaten dan is deze (wetenschappelijk gezien) niets waard. Het levert geen nieuwe inzichten op in het onderzoeksgebied, maar alleen inzichten in de fantasie van de onderzoeker.

Waarom zouden onderzoekers een conclusie trekken die niet gebaseerd is op hun onderzoeksresultaten?

Voorbeelden van antwoorden:

- Ze willen met mooiere / belangrijkere conclusies komen dan eigenlijk mogelijk is op basis van hun resultaten.
- Ze hebben te maken met een opdrachtgever van het onderzoek die mooie en sterke conclusies wil (en alleen daarvoor betaald)
- Ze verwarren hun hypothese en resultaten met elkaar en baseren de conclusie vooral op hun eigen gedachten over wat mogelijke resultaten zouden kunnen zijn.