

# 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. Coole koffie – voorbereiding [1]	3
2. Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit bij een onderzoek	5
3. Hoe nauwkeurig kun je meten?	9
4. Mislukt onderzoek?	17
5. Coole koffie – voorbereiding [2]	27
6. Coole koffie - uitvoering	31
7. Missers in onderzoek	39
Bijlage 1: Informatiebronnen voor onderzoeksplan <i>Coole koffie</i>	41
Bijlage 2: Tabellen	45

### Over de inhoud

In deze startmodule staat centraal hoe je de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van een onderzoek kunt bewaken. Een goede natuurwetenschapper let immers op deze aspecten wanneer hij een wetenschappelijk onderzoek uitvoert. Hoe groter de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit, hoe beter en bruikbaarder de resultaten van zijn onderzoek zijn. Tijdens het doorlopen van deze module kruip je in de huid van een natuurwetenschapper, bedenk je een eigen onderzoek, voer je het onderzoek uit, verwerk je de resultaten en evalueer je uiteindelijk hoe nauwkeurig, betrouwbaar en valide dit onderzoek was.

Je kunt steeds gebruik maken van:

- 1) **MEMOBRIEFJE** – voor het bewaken van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit
- 2) **CHECKLISTEN** – om te controleren of je alle noodzakelijke handelingen hebt uitgevoerd
- 3) **RUBRICS** – om de kwaliteit van je onderzoek te evalueren

### Colofon

STARTMODULE: WERKBOEK VOOR LEERLINGEN 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 docentenhandleiding beschikbaar.

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

Auteur: Saskia van der Jagt

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

#### Copyright

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

# 1. Coole koffie – voorbereiding [1] <sup>1</sup>

Koffie in een kopje koelt af. Koffie in een plastic beker ook, maar waarschijnlijk wel met een andere snelheid. Een koffiefabrikant wil onderzoeken onder welke omstandigheden koffie minder snel afkoelt, maar ook niet te lang te warm blijft om te drinken.



## VOORBEREIDEN EXPERIMENT

- 1) Bedenk met z'n tweeën een onderzoek waarbij je 'iets' onderzoekt rondom het afkoelen van koffie om de koffiefabrikant te helpen zijn idee verder uit te werken.

Het is belangrijk dat de koffiefabrikant een koffiekopje maakt waar zoveel mogelijk mensen iets aan hebben.

- 2) Schrijf hieronder een onderzoeksplan.

Je voert dit onderzoek zelf uit.  
Houd dus rekening met de mogelijkheden van het uitvoeren van een experiment op school.

## ONDERZOEKSPLAN *Coole koffie* [1]

### THEORETISCH KADER

*Lees eerst de informatie over het afkoelen en isoleren van warme vloeistoffen in bijlage 1. Deze informatie vormt het theoretisch kader van dit onderzoek. Gebruik deze informatie bij het uitwerken van het onderzoeksplan.*

### VARIABELEN

#### Afhankelijke variabele

Variabele die je tijdens het onderzoek meet of waarneemt **en** die verandert onder invloed van de onafhankelijke variabele.

#### Onafhankelijke variabele

Variabele die de onderzoeker kiest.

### ONDERZOEKSVRAAG

Bedenk een onderzoeksvraag die: 1) uitgaat van bovenstaande variabelen, 2) die specifiek en afgeperkt is en 3) die je met behulp van een onderzoek kunt beantwoorden.

<sup>1</sup> Met dank aan het Fons Vitae Lyceum te Amsterdam voor dit onderzoeks idee.

### **HYPOTHESE**

Bedenk welke verband je verwacht te vinden op basis van het theoretisch kader en verwerk dit in een toetsbare hypothese.

### **ONDERZOEKSOPZET**

Bedenk hoe je de onderzoeksvraag kunt beantwoorden en/of de hypothese kunt toetsen. Beschrijf hierbij hoe je: 1) de omgevingsvariabelen constant houdt, 2) een controle-experiment opzet en/of 3) een representatieve steekproef trekt.

## 2. Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit bij een onderzoek

Een wetenschapper is continu bezig om de kwaliteit van zijn onderzoek te bewaken. Bij een matige kwaliteit van het onderzoek kunnen namelijk geen conclusies worden getrokken en is het onderzoek uiteindelijk vooral tijdverspilling geweest.

Bij het bewaken van de kwaliteit van een onderzoek let je op:

- A. nauwkeurigheid van het onderzoek
- B. betrouwbaarheid van het onderzoek
- C. validiteit van het onderzoek

### OPDRACHT A

Beantwoord de volgende vragen **individueel**.

1) Waarop ga je bij je eigen koffie-onderzoek letten om de nauwkeurigheid te bewaken?

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_
- d) \_\_\_\_\_
- e) \_\_\_\_\_

2) Waarop ga je bij je eigen koffie-onderzoek letten om de betrouwbaarheid te bewaken?

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_
- d) \_\_\_\_\_
- e) \_\_\_\_\_

3) Waarop ga je bij je eigen koffie-onderzoek letten om de validiteit te bewaken?

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_
- d) \_\_\_\_\_
- e) \_\_\_\_\_

## OPDRACHT B

Onderstaande opdracht voer je uit in een **tweetal**.

### Benodigheden

Haal per tweetal bij de docent:

- o **Kaartjes** waarop onderdelen van een onderzoek zijn beschreven
- o Een kaart met **een cirkel** met deze begrippen.

- ❖ Lees het **memobriefje uit je werkmap** en stel vragen aan de docent.
- ❖ Bedenk voor ieder kaartje dat je hebt gekregen of het betrekking heeft op de **nauwkeurigheid, betrouwbaarheid of validiteit** van een onderzoek.
- ❖ Leg het kaartje op de juiste plek in de cirkel
- ❖ Noteer in de figuur hieronder de nummers van de kaartjes zoals je die hebt neergelegd.





- ❖ Noteer in de figuur hieronder de nummers van kaartjes, zoals neergelegd na de discussie.



- ❖ Vraag aan de docent het **vergelijkingsmodel** en vergelijk deze met je eigen antwoorden. Stel vragen over onduidelijkheden.
- ❖ Haal het **memobriefje** bij de docent en doe deze in je werkmap. Gebruik het memobriefje als geheugensteun bij alle volgende onderdelen.

Bekijk het memobriefje en noteer eventuele aanvullingen.



### 3. Hoe nauwkeurig kun je meten?

#### Inleiding

Zoals je in de informatie voor het theoretisch kader (bijlage 1) kunt lezen, is er al veel onderzoek gedaan naar het afkoelen van koffie. De vraag is hoe nauwkeurig de onderzoekers hun metingen hebben uitgevoerd. Als meetwaarden onnauwkeurig zijn, dan zijn de resultaten niet betrouwbaar en is het de vraag of de onderzoekers een valide conclusie hebben kunnen trekken.

Uiteraard wil **jij** voorkomen dat je metingen onnauwkeurig zijn. Daarom doe je eerst twee pilotexperimenten om te kijken hoe je de afkoeling van een hete vloeistof zo nauwkeurig mogelijk kunt meten en hoe de omgevingsvariabelen zo constant mogelijk blijven.

#### EXPERIMENT 1

Bij experiment 1 onderzoek je in welk tempo heet water afkoelt, zodat je een idee krijgt via welke tijdstappen (meetinterval) je eigen onderzoek het beste kan verlopen. Na afloop van de uitvoering van experiment 1 voegen we de resultaten van de hele klas samen voor de verwerking.

#### Uitvoeren

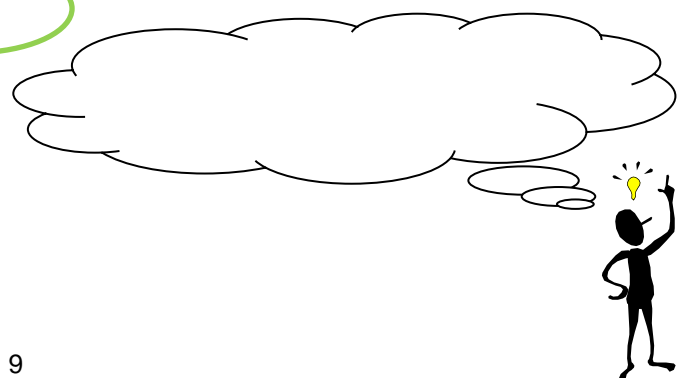
- ❖ Bouw in tweetallen de proefopstelling:
  - a. doe de thermometers in de statiefklemmen, zet de lege bekers eronder en laat de thermometers zakken tot net boven de bekers, leg de stopwatches klaar
  - b. vul de bekers met heet water en laat de thermometers in de hete vloeistof zakken
  - c. wacht tot de temperatuur van het water 92°C is (= *temperatuur van vers gezette koffie*)
  - d. start de stopwatch, meet de begintemperatuur en noteer deze in onderstaande tabel
  - e. voer de metingen uit volgens het tijdschema in de tabel

#### Benodigheden per tweetal

- 2 plastic bekers
- 2 thermometers
- 1 statief met 2 statiefklemmen
- Heet water (ca. 100°C)
- 2 Stopwatches

Tijd (min.)	Temperatuur beker 1 (°C)	Temperatuur beker 2 (°C)
0	92°C	92°C
0.30		
1.00		
1.30		
2.00		
2.30		
3.00		
3.30		
4.00		
4.30		
5.00		

Op welk tijdstip was de koffie nu eigenlijk op 58°C (drinktemperatuur)?





#### GEMIDDELDE MEETWAARDE

Voer op de computer van de docent de meetwaarden van jouw onderzoek in. De andere tweetallen doen hetzelfde, waarna het gemiddelde wordt berekend.

- ❖ Noteer de gemiddelde meetwaarde per tijdstip in onderstaande tabel.

Tijd (min.)	Gemiddelde temperatuur (°C)
0	92°C
0.30	
1.00	
1.30	
2.00	
2.30	
3.00	
3.30	
4.00	
4.30	
5.00	

### NAUWKEURIGHEID VAN EXPERIMENT 1

- ❖ Bereken van iedere meetwaarde hoeveel deze afwijkt van het gemiddelde (mate van spreiding) en noteer deze spreiding in onderstaande. Gebruik + of – om aan te geven of een meetwaarde hoger of later is dan de gemiddelde temperatuur.

	Spreiding t.o.v. gemiddelde meetwaarde	
Tijd (min.)	Beker 1	Beker 2
0	0	0
0.30		
1.00		
1.30		
2.00		
2.30		
3.00		
3.30		
4.00		
4.30		
5.00		

- ❖ Noem een aantal factoren die de spreiding in de meetwaarden veroorzaakt kunnen hebben en bedenk hoe je de invloed van deze factoren (omgevingsvariabelen) kunt beperken.

	Mogelijke oorzaak van spreiding	Beperken van invloed door.....
a		
b		
c		
d		



## EXPERIMENT 2

Er zijn veel factoren waardoor de afkoeling van een hete vloeistof wordt bepaald, zoals het materiaal van de beker, de omgevingstemperatuur, de diameter van de beker etc. De nauwkeurigheid van de metingen kan ook worden beïnvloed door de nauwkeurigheid van de meetapparatuur. Door het onderzoek een paar keer te herhalen met dezelfde materialen gaat meestal de betrouwbaarheid omhoog.

Bij experiment 2 voer je opnieuw zo nauwkeurig mogelijk een aantal **metingen** uit. Hierbij kies je zelf een onafhankelijke variabele rondom het afkoelen van koffie waaraan je metingen verricht. Kies een variabele uit die aansluit bij je onderzoeksopzet

### Beschikbaar materiaal

- Plastic bekens
- Koffiepotjes
- Thermometers
- Aluminiumfolie
- Karton
- Statief met statiefklemmen
- Heet & koud water
- Stopwatch

- ❖ Geef hieronder aan welke variabele je kiest en welke uitkomsten je verwacht

Onafhankelijke variabele	Hypothese

**Uitvoeren**

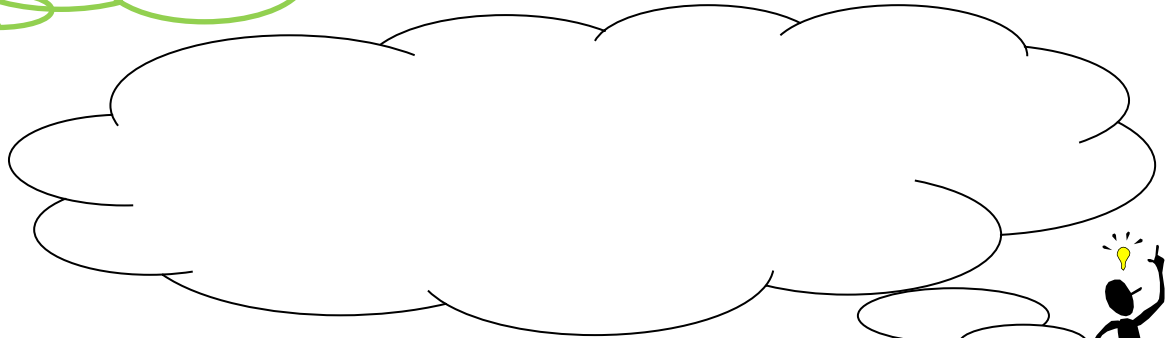
- ❖ Maak hieronder een tabel om de meetwaarden te noteren. Maak hierbij gebruik van bijlage 2.

--

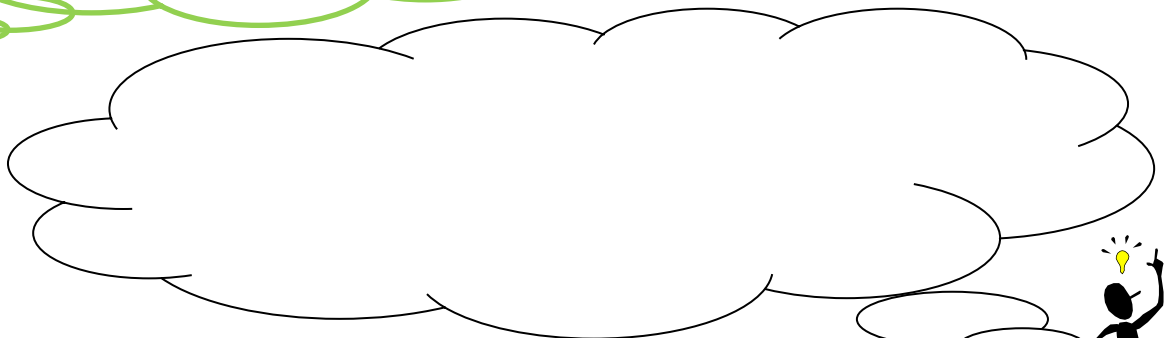
- ❖ Bouw je proefopstelling, voer de metingen uit en noteer de meetwaarden in de tabel.
- ❖ Indien mogelijk: Bereken de gemiddelde meetwaarde(n).

## NAUWKEURIGHEID VAN EXPERIMENT 2

In hoeverre komen de meetwaarden en de uitkomst overeen met mijn hypothese?

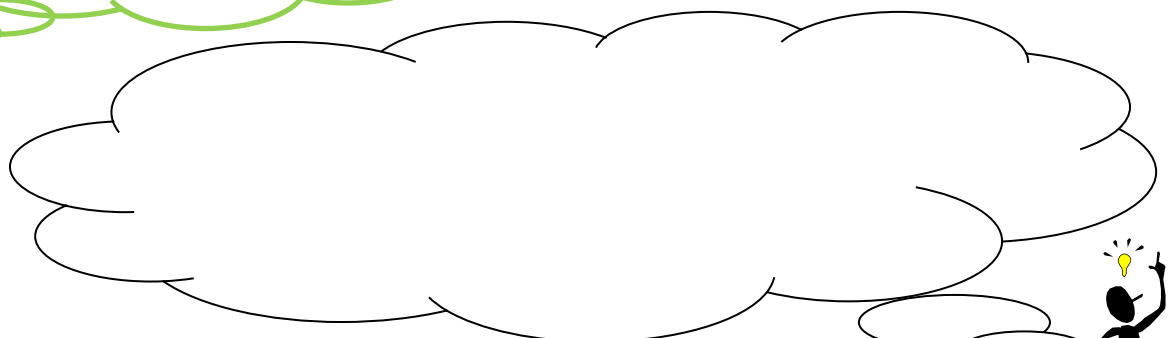


Waardoor zou een (eventueel) verschil tussen mijn hypothese en de conclusie veroorzaakt kunnen zijn?



## EVALUATIE VAN EXPERIMENT 1 & 2

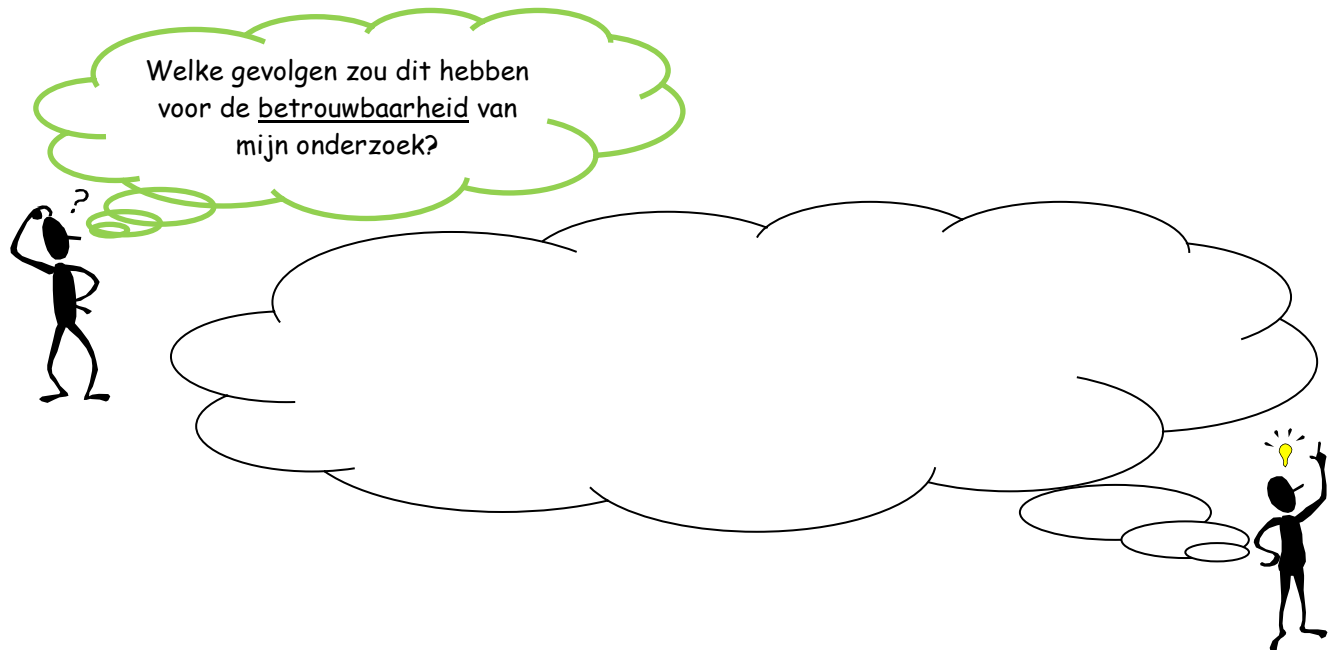
Hoe zou ik mijn onderzoeksplan kunnen aanvullen en verbeteren op basis van experiment 1 en 2?



## NAUWKEURIGHEID: INVLOED OP BETROUWBAARHEID & VALIDITEIT VAN EEN ONDERZOEK

Stel: je doet straks bij je eigen onderzoek erg onnauwkeurige metingen of de meetapparatuur die je gebruikt kan niet zo nauwkeurig meten als je wilt.

Maak gebruik van het memobriefje.



Noteer eventuele aanvullingen op het memobriefje.





#### **4. Mislukt onderzoek?**

Een onderzoek verloopt niet altijd zoals een onderzoeker verwacht of hoopt. In november 2007 overleden in het Utrechts Medisch Centrum diverse patiënten met een acute ontsteking aan de alveesklier nadat zij met probiotica (een experimenteel geneesmiddel) behandeld waren. Patiënten met dezelfde ziekte die geen probiotica kregen, bleven vaker in leven dan de patienten die de probiotica-mix kregen. Het onderzoek werd stopgezet en de Inspectie voor de Gezondheidszorg startte een onderzoek naar de uitvoering ervan.

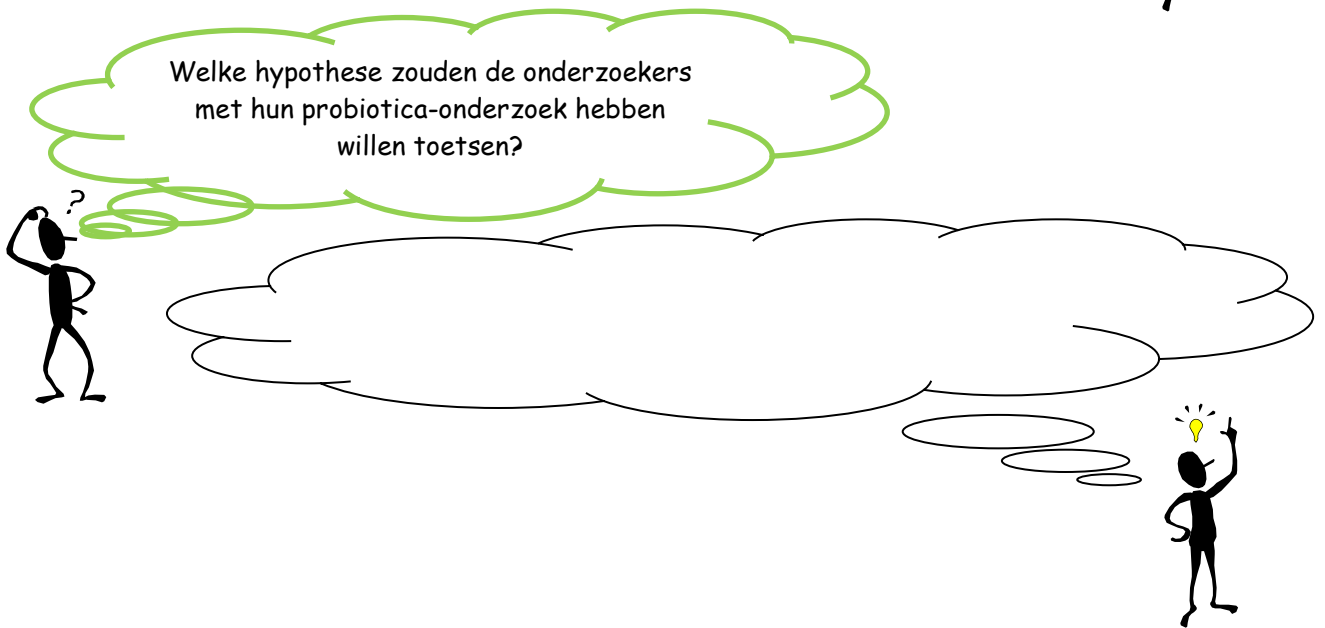
In het krantenartikel hieronder worden nader ingegaan op het probiotica-onderzoek.

**Het krantenartikel is om auteursrechtelijke redenen verwijderd uit deze openbare versie van het werkboek voor leerlingen. Het artikel kan voor onderwijsdoeleinden worden opgevraagd via [s.a.w.vander.jagt@vu.nl](mailto:s.a.w.vander.jagt@vu.nl), mits de onderwijsinstelling de jaarlijkse vergoeding voor reprorecht betaald heeft. Over het algemeen betalen VO-scholen deze vergoeding.**

**Bronvermelding:**

**Scholtens, B. (2008) Verbijstering over hoge sterfte in behandelgroep probiotica. Gepubliceerd op 24 januari 2008, De Volkskrant.**

ANALYSEER HET PROBIOTICA-ONDERZOEK

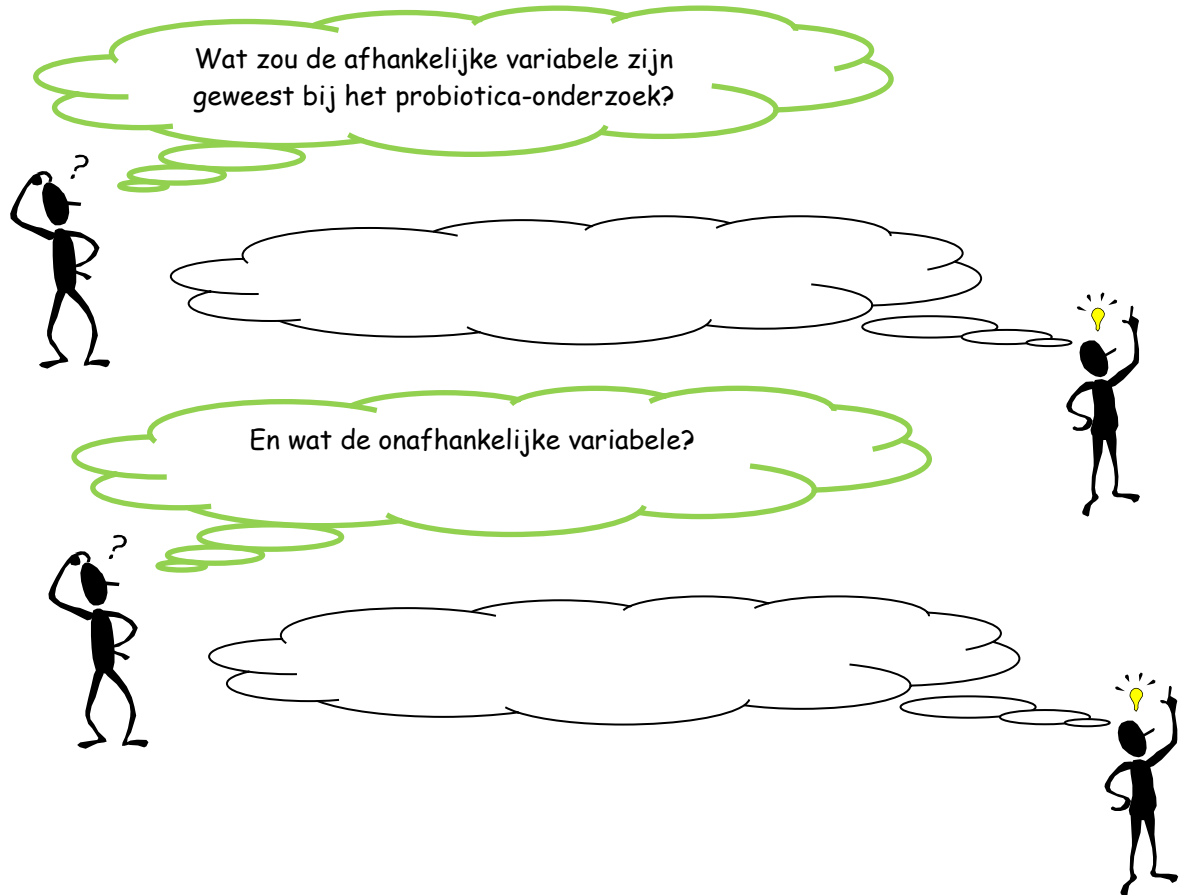


### Onafhankelijke & afhankelijke variabele

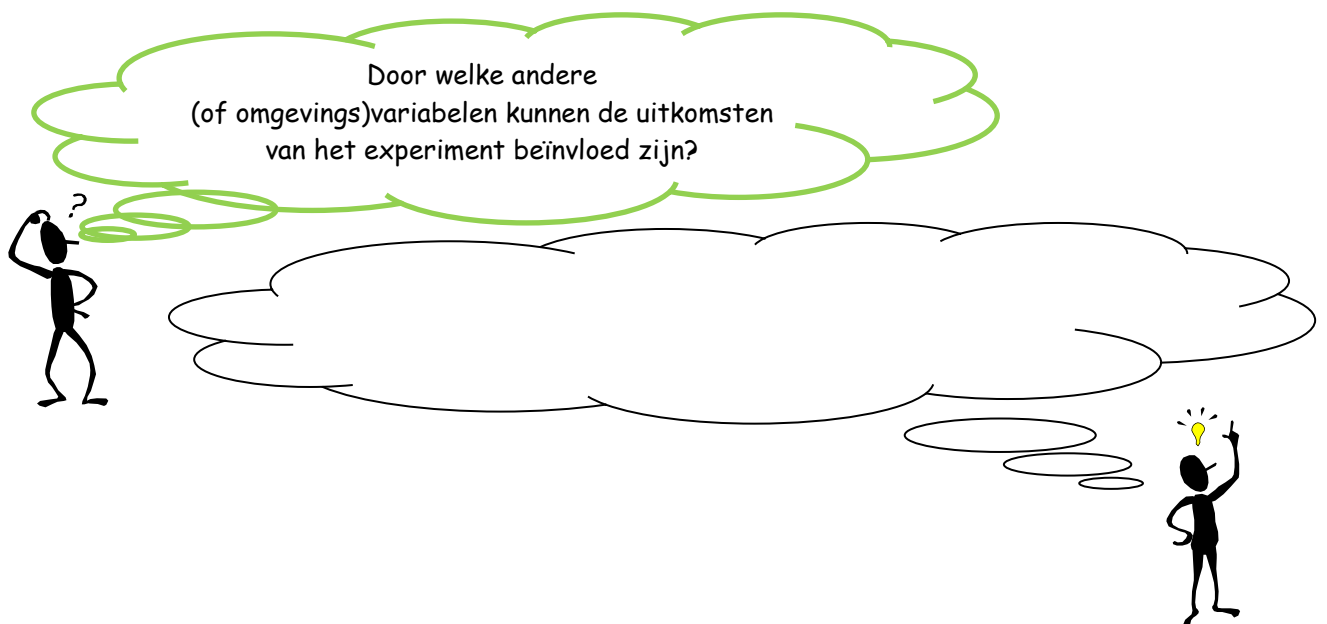
Een onderzoek richt zich meestal op hoe de afhankelijke variabele verandert onder invloed van veranderingen van de onafhankelijke variabele. De waarden van de afhankelijke variabele worden tijdens het experiment gemeten of waargenomen, de waarden van de onafhankelijke variabele worden door een onderzoeker gekozen,

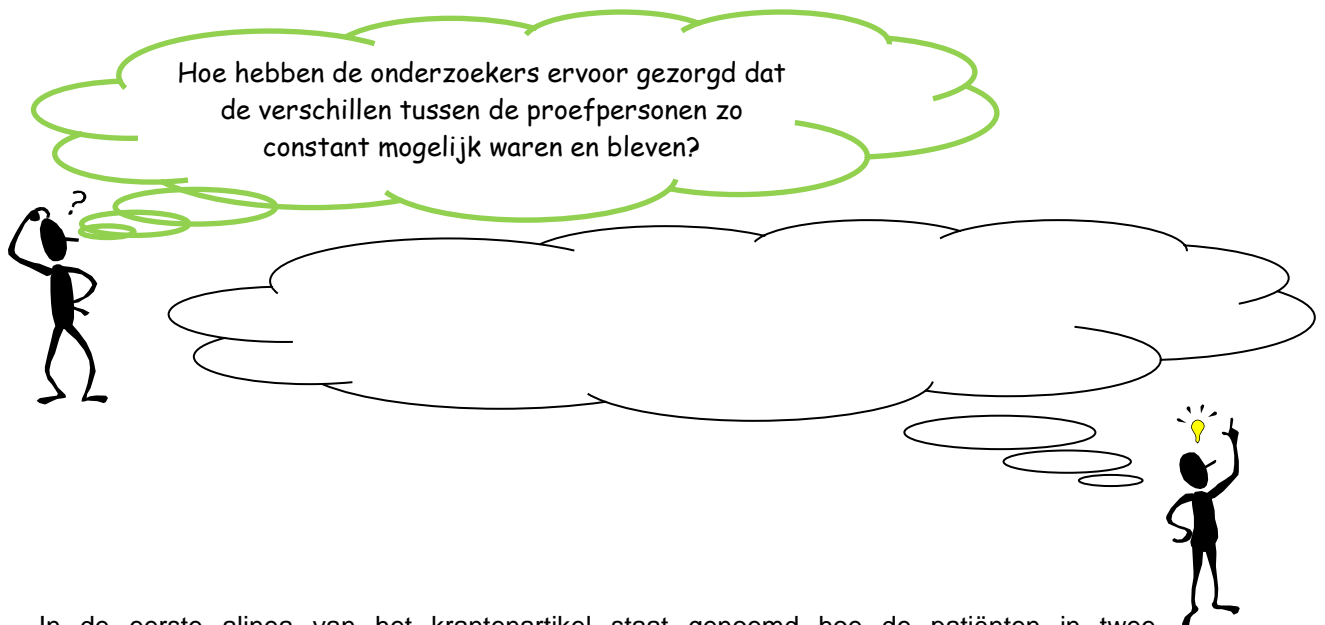
#### Voorbeeld

Je wilt het verband tussen de massa aan de veer en de uitrekking van een veer bepalen. De massa die jij aan de veer hangt is de onafhankelijke variabele, de mate van uitrekking van de veer is de afhankelijke variabele.



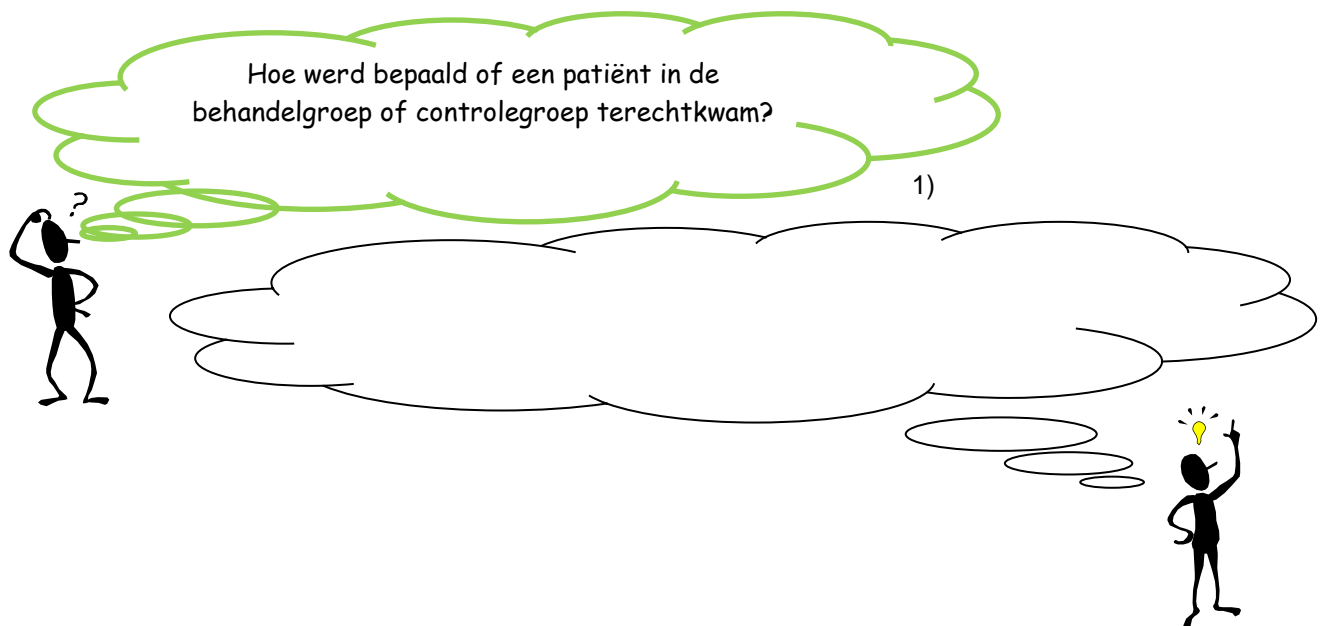
De onafhankelijke en afhankelijke variabele worden over het algemeen genoemd in de **onderzoeksvraag** en **hypothese**, zodat duidelijk is wat de onderzoeker zelf varieert en wat hij wil meten (validiteit). Indien nodig: verbeter de onderzoeksvraag en hypothese op de vorige pagina.





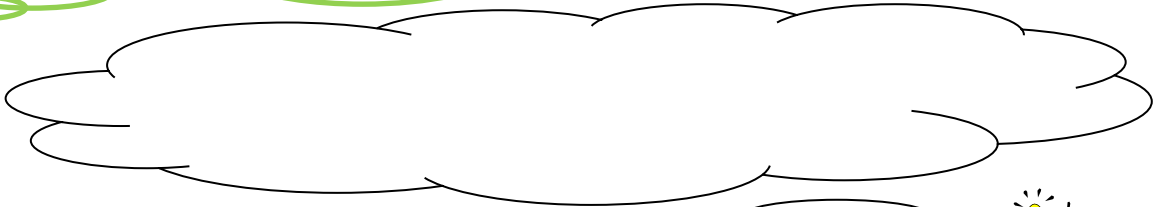
In de eerste alinea van het krantenartikel staat genoemd hoe de patiënten in twee onderzoeksgroepen zijn verdeeld. Immunoloog Eric Claassen zegt hierover op 25 januari 2008 in De Volkskrant:

“Zoiets kan gebeuren, zegt Claassen. Het kan zomaar zijn dat de dobbelsteen relatief wat vaker de meest doodzieke mensen in de behandelgroep heeft gestopt. En in de controlegroep juist wat meer minder ernstig zieke patiënten. [...] Halverwege de proef is gekeken of er een verschil te zien was tussen beide groepen. Dat bleek niet het geval. Dat is gek, gezien het grote verschil op het eind. Toen had je al iets moeten zien, zegt Claassen. ‘Behalve als toeval een dominante rol heeft gespeeld.’”

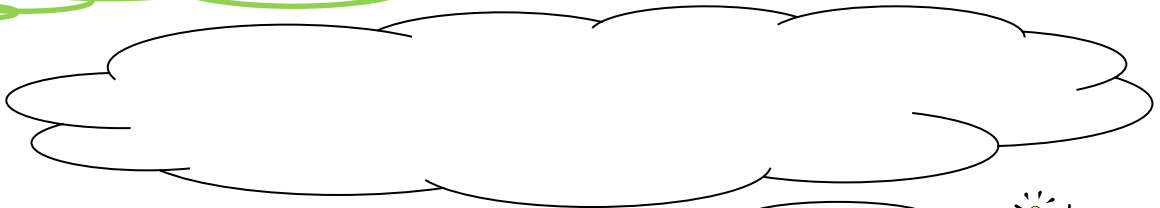


Bekijk het memobriefje en beantwoord daarna de volgende vragen.

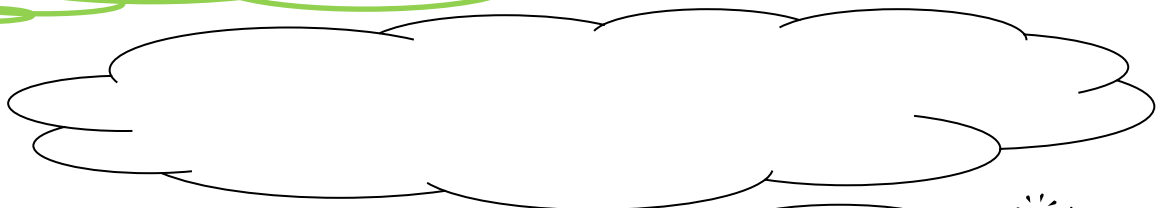
Nu ik dit zo gelezen heb: hebben de onderzoekers het probiotica-onderzoek zo nauwkeurig mogelijk uitgevoerd?



En hoe zit het met de betrouwbaarheid?



Hoe valide is het probiotica-onderzoek eigenlijk?



## WETENSCHAPPERS OVER HET PROBIOTICA-ONDERZOEK

Op 27 juni 2009 is in De Volkskrant opnieuw een artikel verschenen over het experiment met probiotica. Hierin komen wetenschappers aan het woord die kritiek hebben op het experiment en de betrouwbaarheid van vooronderzoeken bij het experiment.

**Het krantenartikel is om auteursrechtelijke redenen verwijderd uit deze openbare versie van het werkboek voor leerlingen. Het artikel kan voor onderwijsdoeleinden worden opgevraagd via [s.a.w.vander.jagt@vu.nl](mailto:s.a.w.vander.jagt@vu.nl), mits de onderwijsinstelling de jaarlijkse vergoeding voor reprorecht betaald heeft. Over het algemeen betalen VO-scholen deze vergoeding.**

**Bronvermelding:**

**Scholtens, B. (2009) Smet op goede bacteriën. Gepubliceerd op 27 juni 2009, De Volkskrant.**

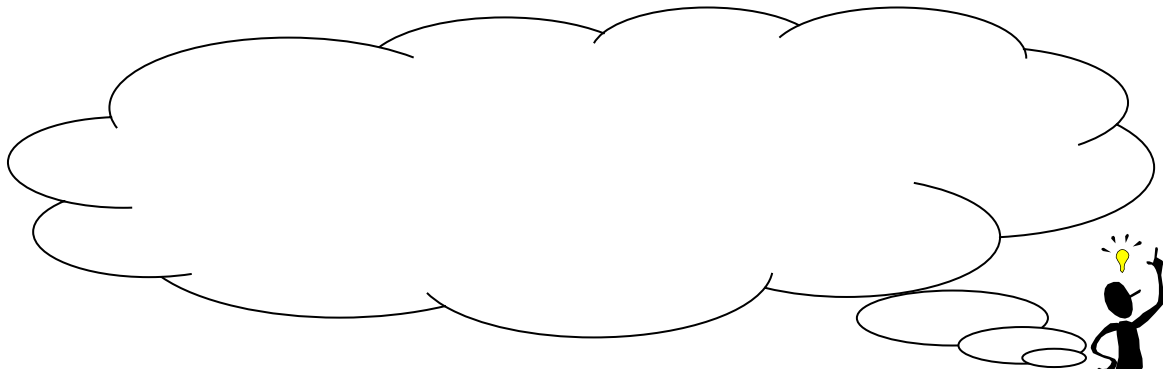
In het artikel op de voorgaande pagina worden diverse kritiekpunten genoemd.

❖ Noteer de verschillende kritiekpunten hieronder in één zin:

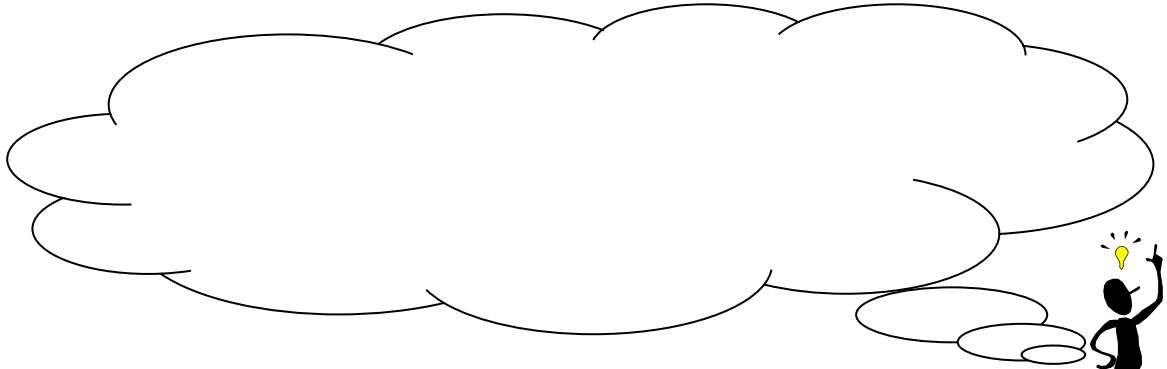
	Samenvatting kritiekpunt
a	
b	
c	
d	
e	
f	
g	
h	

❖ Vergelijk de tabel met die van een ander tweetal en vul je antwoorden eventueel aan.

Heeft het ontbreken van goede vooronderzoeken, zoals beschreven bij de kritiekpunten, vooral invloed op de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid of validiteit van het echte probiotica-onderzoek?



Stel nou dat het probiotica-onderzoek niet mis was  
gegaan: had het ontbreken van goede vooronderzoeken  
er dan toe gedaan?





**VERBETEREN VAN HET PROBIOTICA-ONDERZOEK**

Wat hadden de onderzoekers eerst of op andere wijze moeten onderzoeken voordat hun onderzoek met deze probiotica-mix gedaan kon worden?

Bekijk het memobriefje en help de onderzoekers om het onderzoek te verbeteren.

**HOE HADDEN DE ONDERZOEKERS DE NAUWKEURIGHEID, BETROUWBAARHEID EN VALIDITEIT VAN HUN ONDERZOEK KUNNEN VERGROTEN?**

**VOORONDERZOEK OM DE NAUWKEURIGHEID TE VERGROTEN**

**VOORONDERZOEK OM DE BETROUWBAARHEID TE VERGROTEN**

**VOORONDERZOEK OM DE VALIDITEIT TE VERGROTEN**

Noteer eventuele aanvullingen op het memobriefje.



## 5. Coole koffie – voorbereiding [2]

### VERBETEREN ONDERZOEKSPLAN

Door het uitvoeren van de vorige opdrachten heb je waarschijnlijk veel ideeën gekregen om je eigen onderzoeksplan te verbeteren en te zorgen dat het zo nauwkeurig, betrouwbaar en valide mogelijk is.

- ❖ Schrijf hieronder een verbeterde versie onderzoeksplan.

Je voert dit onderzoek zelf uit.  
Houd dus rekening met de mogelijkheden van het uitvoeren van een experiment op school.

### ONDERZOEKSPLAN *Coole koffie* [verbeterde versie]

#### VARIABELEN

##### Onafhankelijke variabele

Variabele die door de onderzoeker wordt gekozen

##### Afhankelijke variabele

Variabele die verandert onder invloed van de onafhankelijke variabele en die je tijdens het onderzoek meet of waarneemt.

#### ONDERZOEKSVRAAG

Bedenk een onderzoeksvraag die: 1) uitgaat van bovenstaande variabelen, 2) die specifiek en afgeperkt is en 3) die je met behulp van een onderzoek kunt beantwoorden.

#### HYPOTHESE

Bedenk welke verband je verwacht te vinden op basis van het theoretisch kader en verwerk dit in een toetsbare hypothese.

## ONDERZOEKSOPZET

Kijk terug naar de pilotexperimenten bij onderdeel 3 en pas de onderzoeksopzet aan. Bedenk hoe je de onderzoeksvraag kunt beantwoorden en/of de hypothese kunt toetsen. Beschrijf hierbij hoe je: 1) de omgevingsvariabelen constant houdt, 2) een controle-experiment opzet en/of 3) een representatieve steekproef trekt.

Bekijk het memobriefje en vul onderstaande tabel in.

## HOE GA JE DE NAUWKEURIGHEID, BETROUWBAARHEID EN VALIDITEIT BEWAKEN?

AANDACHTSPUNTEN M.B.T. HET BEWAKEN  
VAN DE NAUWKEURIGHEID

- 1)
- 2)
- 3)

AANDACHTSPUNTEN M.B.T. HET BEWAKEN  
VAN DE BETROUWBAARHEID

- 1)
- 2)
- 3)

AANDACHTSPUNTEN M.B.T. HET BEWAKEN  
VAN DE VALIDITEIT

- 1)
- 2)
- 3)

## CONTROLLEREN ONDERZOEKSPLAN



### CHECKLIST: Controleren van handelingen

Voordat je de kwaliteit van een onderzoek(s)plan kunt controleren, moet je eerst zeker weten dat je overal aan hebt gedacht. Hiervoor kun je een checklist gebruiken, waarmee je snel kunt zien of je alle handelingen hebt doorlopen die van belang zijn voor je onderzoek. Hieronder zie je een deel van de checklist voor de voorbereiding van het onderzoek.

HEB IK ALLES GEDAAN?

Controleer of je alle handelingen hebt uitgevoerd

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
<b>VALIDITEIT</b>				
<b>BEVAT HET ONDERZOEKSPLAN...</b>				
...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"/>
<b>BETROUWBAARHEID</b>				
Noem je omgevingsvariabelen die de meetwaarden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Haal bij de docent de checklist voor de **controle van het onderzoeksplan**.

- ❖ Controleer met behulp van de **checklist** of je onderzoeksplan volledig is. Vul, indien nodig, je onderzoeksplan aan.

Noteer aantekeningen op het memobriefje.

## EVALUEREN KWALITEIT ONDERZOEKSPLAN



### RUBRICS: Evalueren kwaliteit van onderzoek

Ieder onderzoek en ieder onderzoeksplan heeft sterke en minder sterke kanten. Om hier achter te komen, kun je de kwaliteit van het onderzoek evalueren. Als hulpmiddel hierbij kun je 'rubrics' gebruiken. In een rubric is de kwaliteit van bijvoorbeeld een onderzoeksvraag op verschillende niveaus beschreven. Hieronder staat een voorbeeld van een rubric.

Je omcirkelt in een rubric het nummer dat voor de omschrijving staat die het beste aansluit bij het het onderzoek waarvan je de kwaliteit evalueert. De omschrijvingen in de rijen erboven zijn ook van toepassing op het onderzoek.

Hoe ver ben je? Omcirkel het behaalde niveau ↓	HET THEORETISCH KADER:	VOORBEELDEN
1	is gebaseerd op informatiebronnen uit het dagelijks leven.	<i>Ik zag in Studio Sport een interview met een wielrenner over de invloed van sporten op zijn hartslag.</i>
2	is gebaseerd op één wetenschappelijke bron	<i>In de wetenschapsbijlage van de krant las ik dat Jansen in 2008 het verband tussen sporten en hartslagfrequentie heeft onderzocht.</i>
3	is gebaseerd op verschillende wetenschappelijke bronnen	<i>Jansen (2008) gaat in op de relatie tussen sporten en hartslagfrequentie. Hij heeft onderzocht dat.... Ook Owen (2004) heeft onderzoek gedaan naar dit verband en haar conclusies zijn.....</i>
4	is gebaseerd op informatie uit verschillende wetenschappelijke bronnen die verwerkt zijn tot een samenhangende tekst, waarin het centrale onderzoeksonderwerp duidelijk naar voren komt.	<i>Wanneer je de conclusies van Jansen (2008) vergelijkt met die van Owen (2004) dan blijkt dat uit het ene onderzoek komt dat door sporten de hartslagfrequentie verlaagd wordt en uit het andere onderzoek komt dat er geen verband is tussen sporten en de verandering van hartslagfrequentie.</i>
5	is gebaseerd op informatie uit verschillende wetenschappelijke bronnen die verwerkt zijn tot een samenhangende tekst, waardoor het onderzoeksonderwerp vanuit verschillende onderzoeksrichtingen bekeken wordt.	<i>Uit het onderzoek van Contador (2005) hebben we afgeleid dat de meetapparatuur uit het onderzoek van Jansen (2008) en Owen (2004) waarschijnlijk niet tot vergelijkbare resultaten leidt.</i>

Haal bij de docent **rubrics** voor de evaluatie van de **kwaliteit van het onderzoeksplan**.

- ❖ Evalueer de kwaliteit van je onderzoeksplan met behulp van de **rubrics**.
- ❖ Verbeter (onderdelen van) de verbeterde versie van je onderzoeksplan (zie bladzijde 27 en 28).  
*Gebruik voor het verbeteren een pen of potlood in een andere kleur.*

### PRAKTISCHE ZAKEN

- ❖ Lever (op een los blaadje) een **lijst met benodigd materiaal** in bij de docent. De volgende les zijn de materialen beschikbaar en voer je het onderzoek uit.

## 6. Coole koffie - uitvoering

### NOGMAALS HET ONDERZOEKSPLAN

De docent heeft je onderzoeksplan (ook) geëvalueerd met behulp van de rubrics en heeft - indien nodig - feedback op het onderzoeksplan genoteerd.

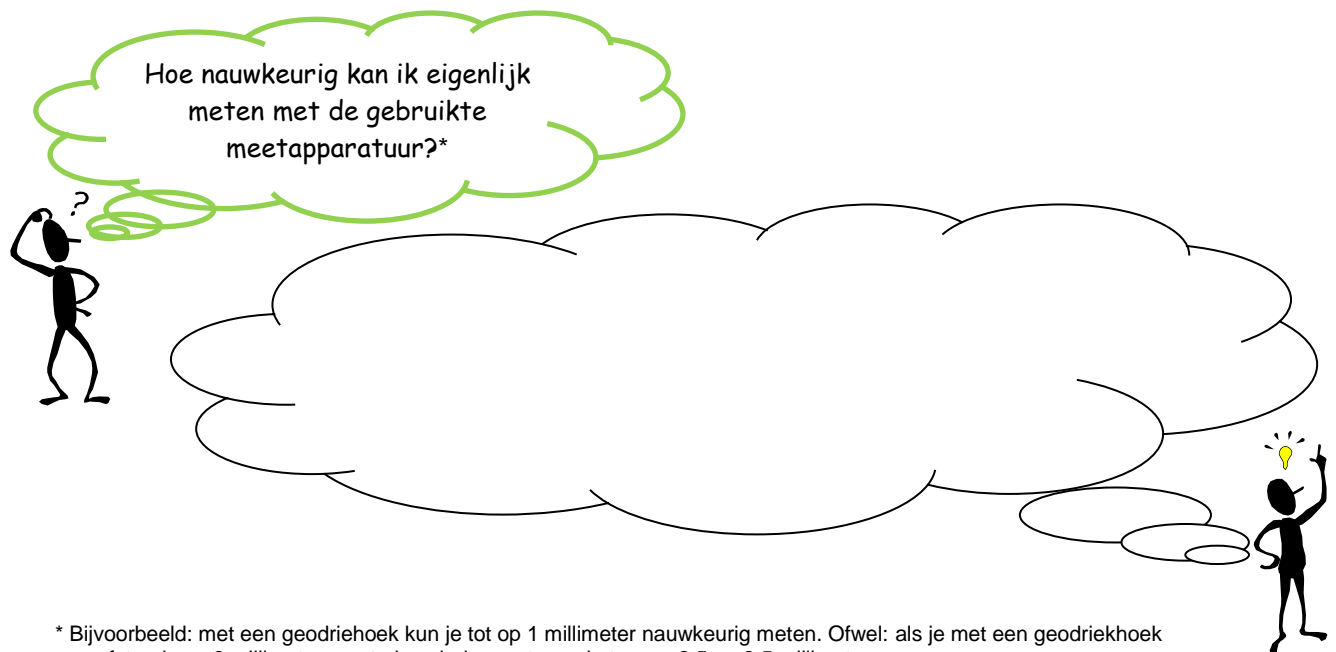
- ❖ Vergelijk de rubrics van de docent met je eigen rubrics. Stel vragen over eventuele verschillen. Noteer hieronder in je eigen woorden waardoor deze verschillen veroorzaakt zijn.

Vershil	Oorzaak van dit verschil?

- ❖ Verbeter, indien nodig, je onderzoeksplan (zie p.27 en 28). Gebruik een pen of potlood in een andere kleur.

### UITVOEREN ONDERZOEK

Bekijk eerst bijlage 2: Tabellen



\* Bijvoorbeeld: met een geodriehoek kun je tot op 1 millimeter nauwkeurig meten. Ofwel: als je met een geodriehoek een afstand van 3 millimeter meet, dan zit de meetwaarde tussen 2,5 en 3,5 millimeter.

- ❖ Maak hieronder een tabel waarin je alle meetwaarden overzichtelijk kunt noteren en voer het onderzoek uit.

**MEETWAARDEN**

Maak hier een tabel waarin je alle meetwaarden overzichtelijk kunt noteren.



Haal bij de docent een checklist voor de **controle van de uitvoering** van het onderzoek.

- ❖ Controleer met behulp van de **checklist** of je aan alles hebt gedacht bij het uitvoeren van het onderzoek. Voer eventueel (onderdelen van) het onderzoek opnieuw uit. Doe de ingevulde checklist in je werkmap.

#### VERWERKING MEETWAARDEN

- ❖ Verwerk je meetgegevens door het berekenen van een gemiddelde meetwaarde en geef bij iedere meetwaarde de spreiding rond het gemiddelde aan. Zie bijlage 2 voor voorbeelden.

#### GEMIDDELDE MEETWAARDEN, SPREIDING & FOUTMARGES

Maak hier (of op een los blad) een tabel waarin je de gemiddelde meetwaarden, spreiding per gemiddelde meetwaarde en de foutmarges rond het gemiddelde noteert.

## UITBIJTERS

- ❖ Arceer of omcirkel in de *tabel met meetwaarden* alle meetwaarden die buiten de nauwkeurigheidsmarges vallen. Dit worden ook wel 'uitbijters' of 'uitschieters' genoemd.

Deze zogenaamde 'uitbijters' mag je alleen weglaten uit een grafiek als je zeker weet dat er sprake is van een meetfout.



- ❖ Maak een (globale) grafiek van de gemiddelde meetwaarden van het onderzoek.

### **CONCLUSIE & BEWIJSVOERING**

Vat de belangrijkste resultaten uit het onderzoek samen, bijvoorbeeld aan de hand van de grafiek, en geef hiermee een passend antwoord op je onderzoeksvraag.

#### **BEWIJSVOERING**

Vat samen wat de (belangrijkste) resultaten zijn voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag. Verwijs naar de tabellen en grafieken van je onderzoek.

#### **ANTWOORD OP ONDERZOEKSVRAAG**

Beantwoord de onderzoeksvraag volledig door 1) te benoemen in hoeverre er een verband is tussen de waarden van de onafhankelijke variabele en afhankelijke variabele en 2) aan te geven in hoeverre het (eventueel) gevonden verband past bij de informatie uit het theoretisch kader.

#### **REFLECTIE OP HYPOTHESE**

Leg uit of de hypothese verworpen moet worden op basis van de resultaten van het onderzoek.

## EVALUATIE

Evalueer hoe nauwkeurig, betrouwbaar en valide je onderzoek was. Welke zaken droegen hier positief aan bij en wat kan verbeterd worden?

Bekijk het memobriefje en vul onderstaande tabel in.

### EVALUATIE VAN NAUWKEURIGHEID

Beschrijf de sterke punten (+) en verbeterpunten (-) met betrekking tot de nauwkeurigheid van het onderzoek. Leg uit in welke mate de nauwkeurigheid hierdoor beïnvloed is.

### EVALUATIE VAN BETROUWBAARHEID

Beschrijf de sterke punten (+) en verbeterpunten (-) met betrekking tot de betrouwbaarheid van het onderzoek. Leg uit in welke mate de betrouwbaarheid hierdoor beïnvloed is.

### EVALUATIE VAN VALIDITEIT

Beschrijf de sterke punten (+) en verbeterpunten (-) met betrekking tot de validiteit van het onderzoek. Leg uit in welke mate de validiteit hierdoor beïnvloed is.

### IDEËËN VOOR VERVOLGONDERZOEK

Beschrijf je ideeën voor vervolgonderzoek en hoe deze bijdragen aan het verbeteren of uitbreiden van de uitkomsten van dit onderzoek.

## RUBRICS: BEPALEN KWALITEIT ONDERZOEK

Haal bij de docent **rubrics** voor de evaluatie van de **kwaliteit van het onderzoek**.

- ❖ Evalueer de kwaliteit van je onderzoek met behulp van de rubrics. Vul de rubrics in en stop de ingevulde rubrics in je werkmap.
- ❖ Wat zou je een volgende keer veranderen aan het uitgevoerde onderzoek?

VERANDEREN? ▼	JA	NEE	TOELICHTING
Onderzoeksvraag			
Hypothese			
Onafhankelijke variabele / Afhankelijke variabele			
Invloed omgevingsvariabelen			
Onderzoeksopzet			
Noteren resultaten			
Verwerking resultaten			
Conclusie			
Evaluatie onderzoek			
Vervolgonderzoek			

## PRESENTEREN ONDERZOEK

- ❖ Bereid een **korte presentatie** (max. 3 minuten) voor waarin je vertelt:
  - welke onderzoeksvraag je had,
  - welk onderzoek je hebt uitgevoerd,
  - wat de resultaten waren,
  - welke conclusie(s) je hebt getrokken,
  - hoe nauwkeurig, betrouwbaar en valide het onderzoek is.
- ❖ Tijdens de presentaties beoordeel je voor andere tweetallen hoe goed zij beschrijven hoe nauwkeurig, betrouwbaar en valide hun onderzoek was. Het tweetal dat de best onderbouwde beoordelingen geeft, krijgt een prijs(je)!



## 7. Missers in onderzoek

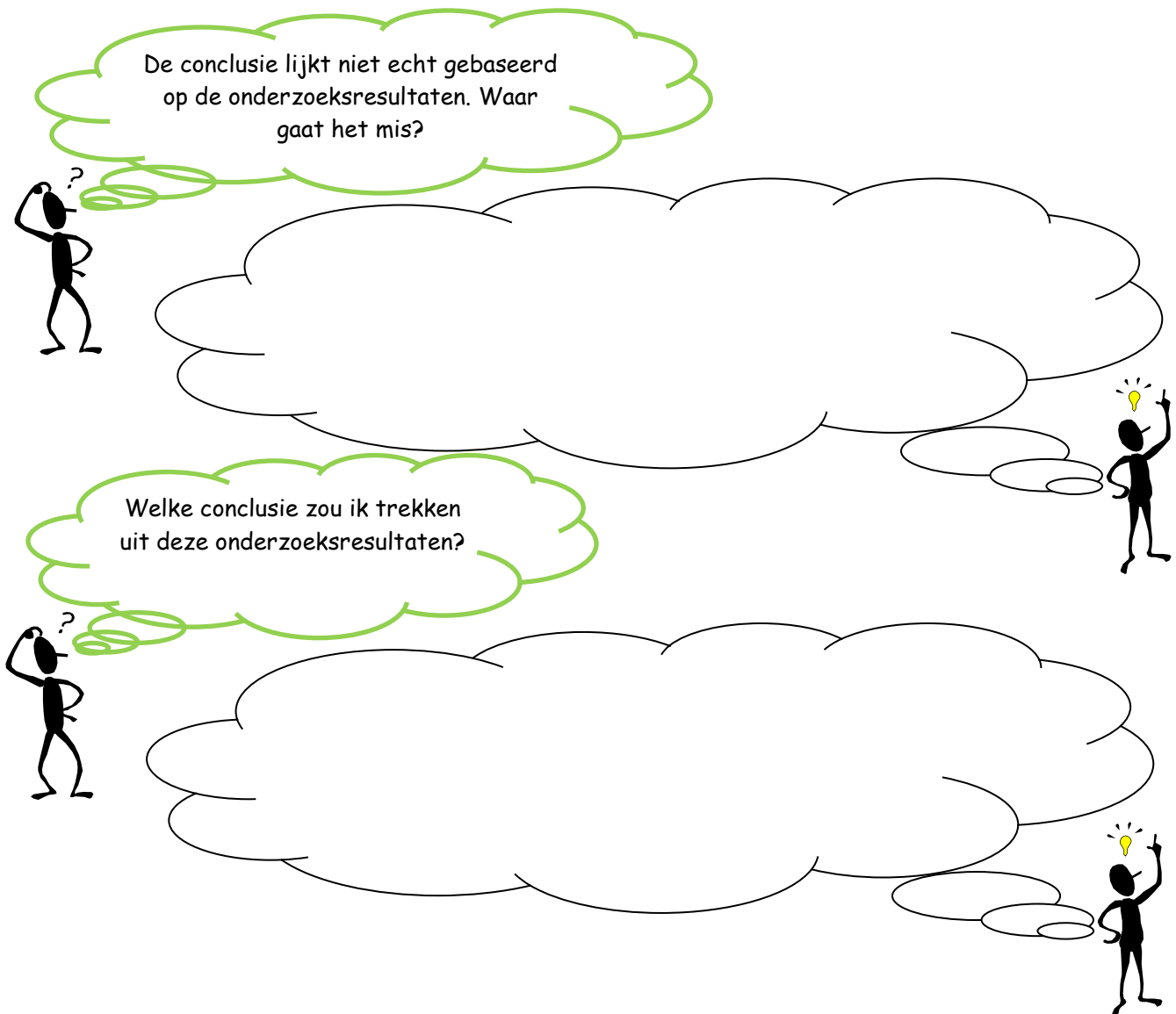
Bij het probiotica-onderzoek heb je al gemerkt dat het voor wetenschappers soms ook lastig is om de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit zo volledig mogelijk te bewaken. In de volgende twee krantenartikelen wordt ook onderzoek beschreven waarbij niet goed gelet is op deze aspecten van het onderzoek.

**Het krantenartikel is om auteursrechtelijke redenen verwijderd uit deze openbare versie van het werkboek voor leerlingen. Het artikel kan voor onderwijsdoeleinden worden opgevraagd via [s.a.w.vander.jagt@vu.nl](mailto:s.a.w.vander.jagt@vu.nl), mits de onderwijsinstelling de jaarlijkse vergoeding voor reprorecht betaald heeft. Over het algemeen betalen VO-scholen deze vergoeding.**

### **Bronvermelding:**

**Van Maanen, H., (2007) En op 1: Een verbazingwekkend gebrek aan benul. Gepubliceerd op 29 december 2007, De Volkskrant, katern Kennis, p.3.**

### ONDERZOEK ONDER GEPENSIONEERDEN





**ONDERZOEK NAAR TOMATENSOEP**

**Het krantenartikel is om auteursrechtelijke redenen verwijderd uit deze openbare versie van het werkboek voor leerlingen. Het artikel kan voor onderwijsdoeleinden worden opgevraagd via [s.a.w.vander.jagt@vu.nl](mailto:s.a.w.vander.jagt@vu.nl), mits de onderwijsinstelling de jaarlijkse vergoeding voor reprorecht betaald heeft. Over het algemeen betalen VO-scholen deze vergoeding.**

**Bronvermelding:**  
**Van Maanen, H., (2007) En op 1: Een verbazingwekkend gebrek aan benul. Gepubliceerd op 29 december 2007, De Volkskrant, katern Kennis, p.3.**

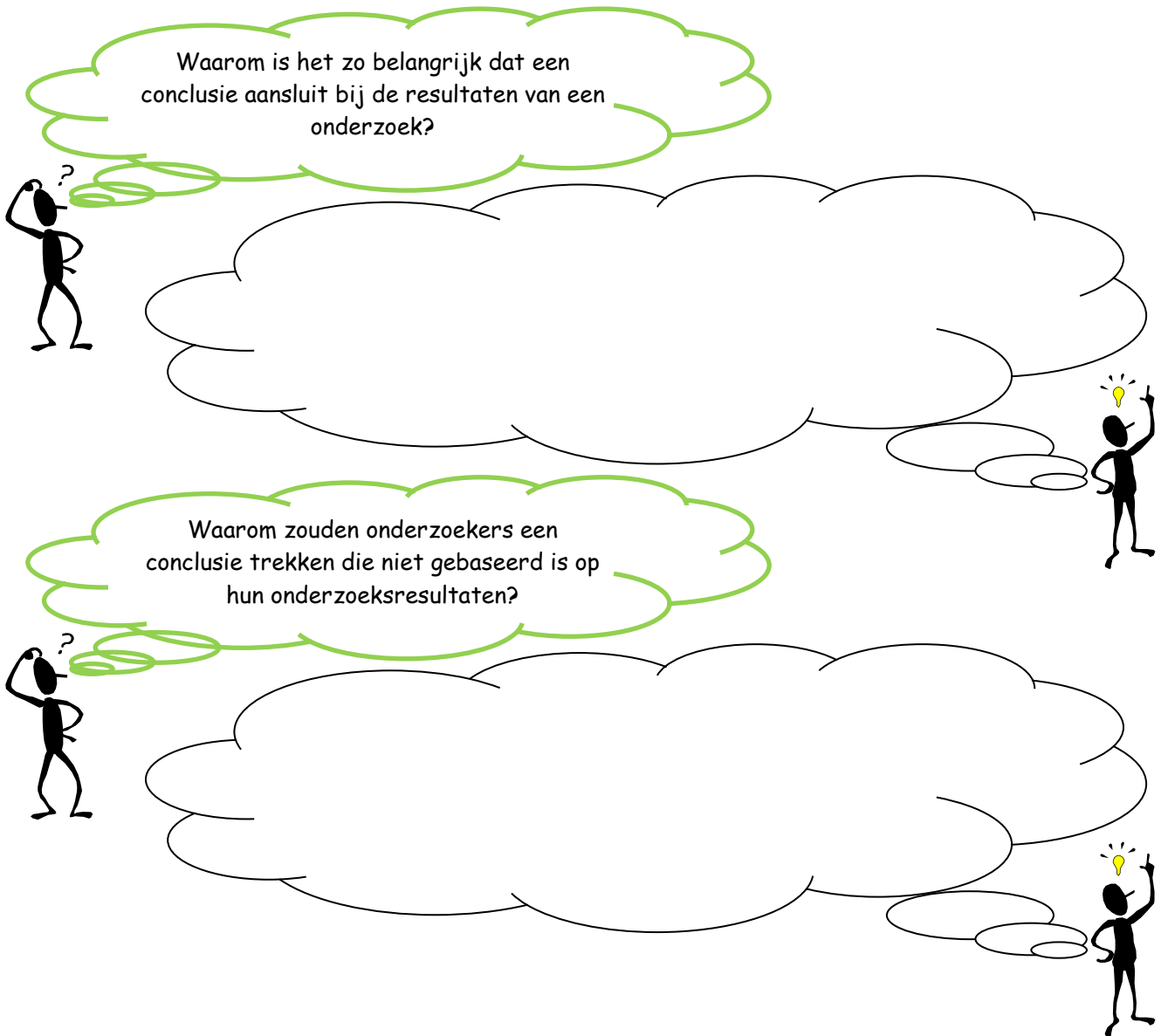
De journalist noemt drie resultaten die de onderzoekers hebben genegeerd bij het trekken van de conclusies. Geef van ieder genegeerd resultaat aan of dit de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid of validiteit beïnvloedt.

Genegeerde resultaten	Invloed op nauwkeurigheid, betrouwbaarheid of validiteit?
Bevruchtend vermogen van zaad neemt niet toe.	
Zes mannen [...] levert wat weinig onderzoeksmateriaal op.	
Zaad doet er twee maanden over om te rijpen.	



**TER AFRONDING**

Zoals je ziet in bovenstaande voorbeelden trekken onderzoekers soms conclusies die niet (volledig) voortkomen uit de onderzoeksresultaten.



Noteer aantekeningen op het memobriefje.



## Bijlage 1: Informatiebronnen voor onderzoeksplan *Coele koffie*

### *Met BRUGO houd je altijd de controle!*

Thee en koffie. Dat drink je niet alleen meer bij het ontbijt. Neem je koffie of je hete drank overal en altijd mee naar toe, maar houd controle met je **BRUGO** reisbeker. Het is eenvoudig. Wat is een betere manier in deze tijd van haasten dan controle te houden en er cool uit te zien met je eigen **BRUGO** reisbeker? Dat komt hierdoor.



In de "lock-stand" wordt de smaak van je favoriete drank vastgehouden.	In de "sip"-stand passeert de drank het compartiment met de temperatuurcontrole als de drank is afgekoeld tot de door jou gewenste drinktemperatuur.	Kantel je <b>BRUGO</b> reisbeker een paar seconden naar achter om de hete drank van het onderste compartiment naar het gepatenteerde mechanisme met temperatuurcontrole te laten vloeien. Maak een draaiende beweging voor een perfecte temperatuur van die slok. Hoe langer je de beker ronddraait, hoe koeler de slok.
--	--	--

Controle. Daar draait het helemaal om bij de **BRUGO** reisbeker. Dus kantel je beker en regel zelf je vol-aromatische hete drank in de **BRUGO** reisbeker. Voel je lekker dankzij je **BRUGO** reisbeker. Bron: <http://www.brugomug.nl/Kennismaken.aspx>

### De juiste drinktemperatuur

Volgens Duitse wetenschappers is de ideale koffietemperatuur 58 graden Celcius. En laat deze wijsneuzen nu net een manier hebben gevonden om koffie zo'n 20 tot 30 minuten op deze temperatuur te houden. Het geheim zit 'm in de stof PCM, die ook in de bouw wordt gebruikt vanwege z'n isolerende werking. Het is een soort wax die vloeibaar wordt bij een bepaalde temperatuur en vervolgens de warmte isoleert. Door deze wax in een dubbelwandige koffiemok toe te passen, ontstaat een soort thermosmok. Op dit moment wordt nog gezocht naar een producent voor deze niet goedkope gadget. Maar de verwachting is dat het eerste model eind dit jaar op de markt is.

Bron: [het nieuwsblad](#) en [nrcnext](#)

## **De intelligente koffiemok**

Materialen om drankjes koud of warm te houden bestaan natuurlijk al veel langer. Een paar Duitse wetenschappers zijn nu echter een stap verder gegaan en claimen nu een high-tech mok te hebben ontwikkeld die het kostbare vocht van onze koffiebonen na het bereiden op de meest ideale temperatuur moet houden.

Het idee ontstond toen onderzoekers een kerstmarkt bezochten in het stadje Rosenhiem. "We werden erg verdrietig van de Gluhwein, hij was of te warm of te koud maar nooit netjes op temperatuur" aldus Klaus Sedlbauer hoofd van het Fraunhofer instituut voor Bouwphysica (IBP) en zijn collega Herbert Sinnesbichler. "We moesten hier dus een oplossing voor zien te vinden".

Deze oplossing hebben ze inderdaad gevonden. De twee wetenschappers vonden hun oplossing in een materiaal dat van toestand kan veranderen (Phase Change Material ofwel PCM), een wax-achtige substantie die gebruikt wordt in de bouwmaterialenindustrie met als normale toepassing het beheersen van temperatuur in ruimtes zonder gebruik van aircosystemen. Het materiaal wordt normaalgesproken tussen het plaatwerk van wanden en plafonds gebruikt waar het warmte absorbeert en opslaat gedurende de dag en dit langzaam weer afgeeft in de avond wanneer de kamertemperatuur daalt. Hierbij wordt dus een een aangename constante kamertemperatuur bereikt. "Maar de toepassingen zijn al veel verder, ook in bijvoorbeeld veel ski-kleding zitten dergelijke materialen en veel mensen hebben dus al iets met een PCM-materiaal in huis", aldus Sedlbauer.

De onderzoekers van het IBP kwamen dus relatief eenvoudig op het idee om PCM te gebruiken. Als het kantoorgebouwen en wintersporters warm kan houden waarom zou het dan niet een kopje koffie op temperatuur kunnen houden. Om hun theorie te testen maakte de onderzoekers hun eerste PCM-mok. De High-Tech mok wordt gemaakt door een porseleinen omhulsel te voorzien van een goed geleidende honingraatstructuur die dan weer gevuld wordt door het PCM. Sinnesbichler legt uit: "Als je koffie drinkt uit deze mok dan wordt de hitte van de koffie dus opgeslagen direct in het PCM. Deze hitte zorgt ervoor dat het PCM-materiaal smelt en een soort wax-achtig product wordt, waarna het vloeibaar wordt".

Wanneer het materiaal eenmaal vloeibaar is, houdt het de warmte vast, maar zonder verdere hitte op te nemen. De temperatuur waarbij de PCM vloeibaar wordt is natuurlijk afhankelijk van het type PCM dat men gebruikt. Koffie heeft een ideale drinktemperatuur van ca. 58 graden Celcius. "Wij hebben deze koffiemok dan ook uitgerust met een PCM die vloeibaar is bij precies die temperatuur", aldus Sedlbauer.

Het materiaal absorbeert de warmte van de koffie als een spons, slaat het op en koelt de koffie af tot de ideale drinktemperatuur van 58 graden Celcius waarna de restwarmte die opgeslagen is langzaam weer aan de koffie wordt afgegeven om gedurende langere tijd die exacte 58 graden vast te houden. "Die optimale temperatuur kunnen we nu 20 tot 30 minuten vasthouden", zo vertelt Sedlbauer.

In een poging om de mok nog verder te isoleren en zo min mogelijk hitte verloren te laten gaan, wordt de buitenkant van de mok (de kant die dus het verst van de koffie aan de binnenkant afstaat) voorzien van een extreem dun netwerk van plastic en keramische geleiders. Dit zorgt ervoor dat de koffie aan de binnenkant pas begint af te koelen zodra de PCM alle warmte weer heeft afgegeven en dus weer een vaste toestand heeft aangenomen.

Bron: <http://www.fascino-coffee.net/koffie-nieuws/de-intelligente-koffiemok>

## Bijlage 2: Tabellen

### VOORBEELDTABEL 1: METINGEN

Hieronder vind je een voorbeeldtabel van de metingen. In deze tabel zijn de volgende kolommen te onderscheiden:

- KOLOM 1: waarden van onafhankelijke variabele  
 KOLOM 2-4: (meet-)waarden van afhankelijke variabele bij verschillende herhalingen van de metingen. In de kop van de kolom noteer je ook de meetonzekerheid (nauwkeurigheidsmarge). Deze meetonzekerheid is gebaseerd op de gebruikte meetapparatuur of meetmethode<sup>2</sup>.

Hoogte van loslaten kogel (mm)	Afgelegde afstand (mm)		
	(+/- 0,5 mm)		
	meting 1	meting 2	meting 3
40	31	35	36
50	42	43	41
60			
70			
80			
Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3	Kolom 4

### VOORBEELDTABEL 2: VERWERKING METINGEN

Hieronder vind je een voorbeeldtabel voor het verwerken van de meetwaarden. In deze tabel zijn de volgende kolommen te onderscheiden:

- KOLOM 1: waarden van onafhankelijke variabele (of het nummer van de meting)  
 KOLOM 2: gemiddelde meetwaarde van de afhankelijke variabele. In de kop van de kolom noteer je ook de meetonzekerheid (nauwkeurigheidsmarge).  
 KOLOM 3-5: mate van spreiding van iedere meetwaarde rondom het gemiddelde. In de kop van de kolom noteer je ook de meetonzekerheid (nauwkeurigheidsmarge).

Hoogte van loslaten kogel (mm)	Gemiddelde (mm)	Mate van spreiding meetwaarde rondom gemiddelde		
		(+/- 0,5 mm)		
		meting 1	meting 2	meting 3
40	34	-3	+1	+2
50	42	0	+1	-1
60				
70				
80				
Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3	Kolom 4	Kolom 5

*N.B.: Bij hoogte 40 mm valt alleen meting 2 binnen de meetonzekerheid. Meting 1 en 3 lijken uitbijters te zijn. Bij hoogte 50 mm vallen alle metingen binnen de meetonzekerheid.*

<sup>2</sup> Er is in dit voorbeeld gemeten met een geodriehoek. De meetonzekerheid van een geodriehoek is 1,0 mm (0,5 mm beneden de afgelezen waarde t/m 0,5 mm boven de afgelezen waarde).