

Checklist Wetenschap
Onderzoek Profielwerkstuk 5/6 VWO

door dr. Herman de Regt

Tilburg University

Tilburg

Bron:

H. de Regt & H. Dooremalen (2008)

Wat een Onzin! Wetenschap en het Paranormale

(Amsterdam: Boom)

Checklist Onderzoek Profielwerkstuk 5/6 VWO

door Dr. Herman de Regt (Tilburg University)

Deze checklist van 12 punten is bedoeld om te zien of het onderzoek dat je hebt gedaan voor je profielwerkstuk in 5/6 VWO wetenschappelijk is (zal zijn). Goed onderzoek is wetenschappelijk onderzoek. Vandaar dat het belangrijk is om te zien of je onderzoek voldoet aan de eisen van wetenschappelijkheid. Voldoet je onderzoek niet aan deze eisen, dan is het in dat opzicht niet veel waard. Het is dus zaak je op de hoogte te stellen van deze eisen van wetenschappelijkheid voordat je aan je onderzoek begint en je onderzoek daarna nog een keer te checken op de 12 punten hieronder.

LET OP! Sommige punten zijn belangrijker dan andere punten.

Zo zijn de checkpunten 1, 2, 6, 7, 9, 10, 11 **heel erg** belangrijk. Daarmee bedoelen we: als je niet al deze checkpunten kunt afvinken, dan is je onderzoek zeker niet wetenschappelijk te noemen. Als je al deze checkpunten wel kunt afvinken, dan voldoet je onderzoek aan de minimale eisen van wetenschap.

De checkpunten 3, 4, 5, 8, en 12 zijn **gewoon** belangrijk. Daarmee bedoelen we: als je deze punten niet allemaal kunt afvinken, maar wel de **heel erg** belangrijke punten, dan is dat niet erg. Als je behalve de **heel erg** belangrijke punten ook nog deze **gewoon** belangrijke punten kunt afvinken, des te wetenschappelijker, d.w.z. beter, wordt je onderzoek.

Bron: de 12 genoemde punten zijn gebaseerd op het boek *Wat een Onzin! Wetenschap en het Paranormale* (Boom Amsterdam, 2008), geschreven door Herman de Regt en Hans Dooremalen (beiden werkzaam aan Tilburg University).

Opmerking: de verschillende punten zijn vaak terug te vinden als ideeën uit de wetenschapsfilosofie (het nadenken over wetenschap). We noemen er een aantal. Punt 2: Karl Popper's falsificationisme; punt 5: Charles Peirce's pragmatisme; punt 7: het scheermes van William van Ockham; punt 8: De wetenschappelijke onderzoeksprogramma's van Imre Lakatos; punt 9: het verificationisme van het logisch positivisme; etc.

1. Je vertelt geen leugens om bestwil:

In je onderzoek heb je niet gelogen en heb je er alles aan gedaan om de waarheid te achterhalen.

Voorbeeld(en):

- Je liegt, want je hebt je (empirische) (meet)gegevens verzonnen en niet daadwerkelijk geregistreerd. Bijvoorbeeld, wanneer je zegt dat water op zeeniveau kookt bij 90 graden Celsius, terwijl je thermometer gewoon aangeeft dat het kookt bij 100 graden Celsius, dan lieg je. Ook als je willekeurig verzonnen

cijfers invult in een schema van empirische (meet)gegevens over kookpunten, ben je aan het liegen.

- Je liegt, want je verwijst naar onbetrouwbare bronnen waar je de “gegevens” vandaan hebt. Bijvoorbeeld, je zegt dat de inmiddels overleden bijzondere tekenaar Rien Poortvliet met zijn getekende kabouters heeft aangetoond dat kabouters bestaan. In dat geval heb je er niet alles aan gedaan de waarheid te achterhalen, want je hebt geen betrouwbare bronnen over het bestaan van kabouters geraadpleegd. De tekeningen van van Poortvliet zijn namelijk niet bedoeld om aan te tonen dat kabouters bestaan. Als je wel betrouwbare bronnen hebt geraadpleegd, maar je beroept je nog steeds alleen op Rien Poortvliets tekeningen, dan lieg je zelfs wanneer je zegt dat we weten dat kabouters (waarschijnlijk) bestaan.
- Je bent niet eerlijk, want je hebt een conclusie getrokken, terwijl je eigenlijk wel wist dat die niet getrokken kon worden. Bijvoorbeeld, wanneer je uit je waarnemingen concludeert dat alle zwanen wit zijn, terwijl je ook een zwarte zwaan hebt gezien, maar de waarneming van die zwarte zwaan verzwijgt je, dan lieg je.
- Je bent niet waarachtig bezig, want je bent weliswaar op een mooie conclusie uitgekomen, maar alleen omdat je terechte kritiek waarvan je wel op de hoogte had kunnen en moeten zijn, links hebt laten liggen en simpelweg hebt genegeerd. Bijvoorbeeld, je stelt vast dat piloten soms dingen in de lucht zien vliegen die ze niet meteen kunnen thuisbrengen, zogenaamde UFO's. Je zegt dat de beste verklaring daarvoor is dat er buitenaardse vliegende schotels zijn. Echter, omdat het hier gaat om het inschatten van de betrouwbaarheid van de waarnemingen van mensen onder extreme omstandigheden (piloten in straaljagers), ben je verplicht na te gaan of UFO's niet gewoon visuele illusies zijn. Stel dat je weet uit betrouwbaar onderzoek dat zelfs piloten soms fouten maken in hun waarnemingen (het zijn ten slotte mensen), maar je laat dat expres achterwege (omdat het niet goed uitkomt voor je hypothese), dan doe je er dus niet alles aan om de waarheid te achterhalen. Je verzuimt je wetenschappelijke plicht om niet te liegen en er alles aan te doen om de waarheid te achterhalen.



CHECK!

2. Je hypothese is weerlegbaar:

In je onderzoek heb je hypothesen onderzocht die falsifieerbaar (of: weerlegbaar) zijn, dat wil zeggen de voorspellingen die je hebt afgeleid uit je hypothesen zouden ook onjuist kunnen zijn.

Voorbeeld(en):

- Iedereen snapt dat een weerman die zegt dat het morgen regent, of dat het morgen niet regent, een voorspelling doet die altijd juist is. Aan zo'n weerman heb je niet zoveel. De empirische informatie die hij biedt over het weer van morgen is nul komma nul. Wat het weer morgen ook zal zijn, hij heeft altijd gelijk. In plaats van te zeggen 'Da's mooi! Het is dus sowieso een juiste voorspelling', zeggen we 'Tja, zo kan ik het ook!'. Op dezelfde manier kan ook een hypothese (in plaats van een voorspelling) volstrekt inhoudloos zijn.

- Bijvoorbeeld, je zegt dat iedereen lijdt aan een minderwaardigheidscomplex dat steeds overwonnen moet worden (dit is je hypothese). Stel, je ziet een man in het ijskoude water springen om een verdrinkend kind te redden. Stel, je zegt: de man wil met deze reddingsactie zijn minderwaardigheidscomplex overwinnen, door zichzelf te overtuigen van het feit dat hij wel degelijk in staat is om zichzelf op te offeren. En je zegt: dit feit (de man redt het kind) bevestigt mijn psychologische hypothese.

Maar stel, je ziet een man bewust toekijken hoe een kind aan het verdrinken is. Stel, je zegt: de man wil met deze reddingsactie zijn minderwaardigheidscomplex overwinnen, door zichzelf te overtuigen van het feit dat hij wel degelijk in staat is om voor zichzelf te kiezen in plaats van voor het kind. Opnieuw zeg je: ook dit feit (de man redt het kind niet) bevestigt mijn hypothese.

Op dat moment is je hypothese 'Iedereen lijdt aan een minderwaardigheidscomplex dat steeds overwonnen moet worden' niet wetenschappelijk meer. Voor jouw hypothese maakt het namelijk niet uit wat er gebeurt: de man redt het kind of de man redt het kind niet, in beide gevallen wordt jouw hypothese ondersteund. Dit klinkt als de weerman die zegt dat zijn model laat zien dat het morgen regent of niet regent! Jouw hypothese is dus helemaal niet empirisch informatief. Je hebt altijd gelijk, wat er ook gebeurt. Dat is niet de bedoeling in de wetenschap. Je hypothese moet juist tegengesproken kunnen worden door de feiten. Je hypothese moet falsifieerbaar zijn (weerlegd kunnen worden). De voorspelling die je doet kan dus niet zijn 'De man zal het kind redden, of niet', en als die voorspelling volgt uit je hypothese, dan is je hypothese onweerlegbaar geworden en onwetenschappelijk.

- Bijvoorbeeld, hoe simpel de hypothese 'Alle zwanen zijn wit' ook is, deze kan weerlegd worden door het volgende feit: 'Dit hier is een zwarte zwaan' (en je wijst naar een zwarte zwaan). Daarom heb je iets aan de hypothese 'Alle zwanen zijn wit' (hoe simpel deze ook is). De hypothese heeft namelijk empirische inhoud en zegt iets over de wereld (wat mogelijk fout is, maar dat moeten en kunnen we, in principe, uitzoeken).

- Bijvoorbeeld, neem als economische hypothese over mensen de volgende: 'In elke geldverdeel-situatie verkiezen mensen iets krijgen boven niets krijgen'.

Stel, je zet het volgende experiment op. Je krijgt van je docent 1000 euro om te verdelen met een willekeurig persoon op straat. Maar je moet daartoe een verdelvoorstel doen aan die persoon. Als die persoon jouw voorstel afwijst, dan gaat de 1000 euro terug naar je docent. Maar als die willekeurige persoon op straat je voorstel accepteert, dan wordt het geld volgens dat voorstel tussen jou en die persoon verdeeld, en is je docent die 1000 euro kwijt.

Stel, je doet het volgende voorstel tegenover een willekeurig persoon op straat: “Deze 1000 euro die ik van mijn docent heb gekregen, wil ik als volgt verdelen: u krijgt 1 euro en ik houd 999 euro voor mezelf”.

Stel nu dat blijkt dat die persoon aan wie je dit voorstel doet als volgt reageert: “Bekijk het maar, ik accepteer dit voorstel niet”. In dat geval is de economische hypothese ‘In elke geldverdeel-situatie verkiezen mensen iets krijgen boven niets krijgen’ gefalsifieerd (of: weerlegd). Immers, volgens jouw hypothese zou die persoon die 1 euro moeten accepteren, omdat iets krijgen beter is dan niets krijgen, maar dat doet de persoon niet.

Je economische hypothese kan dus in strijd zijn met de empirische data die je verkrijgt in zo'n experiment. En dat is uitstekend. Zo hoort het in de wetenschap!

- Je formuleert een weerlegbare hypothese: ‘Onder normale omstandigheden zijn alle metalen magnetisch te maken’. Deze hypothese is weerlegbaar omdat je een metaal zou kunnen tegenkomen dat niet magnetisch is. Stel, je test aluminium (een metaal) op magnetisme en je komt tot de ontdekking dat aluminium een metaal is dat, onder normale omstandigheden, niet magnetisch te krijgen is. Je hebt nu een weerlegging gevonden van je hypothese. Je maakt je hypothese dan minder weerlegbaar wanneer je nu zegt: ‘Onder normale omstandigheden zijn alle metalen, behalve aluminium, magnetisch te maken’. Omdat je hypothese nu minder weerlegbaar is, is deze ook wetenschappelijk minder interessant. Veel interessanter zou zijn, na te gaan waarom aluminium een niet-magnetisch te maken metaal is (onder normale omstandigheden), en daarover een wetenschappelijke hypothese op te stellen.



CHECK!

3. Je kunt alles uitleggen aan anderen:

Het resultaat dat je hebt gevonden en de manier waarop je het resultaat hebt gevonden is begrijpelijk uit te leggen aan iemand anders die de moeite neemt om te leren wat je hebt ontdekt en hoe je het hebt ontdekt.

Voorbeeld(en):

- Klaas Knot (president van de Nederlandsche Bank, DNB) zegt in oktober 2013 tegen jou: “De economische crisis in Nederland zal snel voorbij zijn, want ik heb het gevoel dat de economische crisis in Nederland snel voorbij zal zijn”. Als je aan hem vraagt hoe hij weet dat de economische crisis snel voorbij zal zijn en hij vertelt je “Ik heb gewoon dat gevoel”, dan is zijn uitspraak dat de economische crisis snel voorbij zal zijn, geen wetenschappelijke uitspraak. Het is voor jou onmogelijk om op grond van een publiekelijk te delen methode van onderzoek te begrijpen hoe we zouden weten dat de economische crisis snel voorbij zal zijn.

Afgaan op het gevoel van Klaas Knot is niet wetenschappelijk, zelfs niet voor Klaas Knot zelf.

- Een psycholoog beweert dat mensen onbewust racistisch zijn. Als dit een wetenschappelijke uitspraak is dan moet het mogelijk zijn voor die psycholoog om uit te leggen wat dit concreet betekent en hoe dit resultaat is ontdekt. De psycholoog legt uit hoe je met de 'Implicit Association Test' (IAT) kunt aantonen dat mensen onbewust racistisch zijn – aannemende dat hij zegt wat hij onder 'ras' en 'racisme' verstaat, natuurlijk. De test wordt uitgelegd zodat jij de test kunt herhalen bij een nieuwe groep van proefpersonen. Je doet dit en er komt inderdaad hetzelfde resultaat uit. Mensen maken onbewust onderscheid tussen "rassen", en discrimineren onbewust op grond van "ras", zelfs wanneer ze zeggen dat ze anti-racistisch zijn. De uitspraak van de psycholoog is in dit opzicht een wetenschappelijke uitspraak.
- Een fysicus legt uit dat elektronen niet bewegen, maar dat ze ergens verschijnen, dan weer verdwijnen, en dan weer ergens verschijnen, waarbij het ook nog eens de vraag is of het "dezelfde" elektronen zijn die steeds ergens opduiken. Hij zegt dat het gaat om een quantum-theoretische verklaring die volgt uit empirische experimenten. Je klappert met je oren, maar hij geeft je een cursus Quantum Theorie, legt de experimenten uit, en leert je hoe je uit die experimenten en die theorie de conclusie kunt trekken dat elektronen geen rondvliegende deeltjes zijn. Het gaat hier om wetenschappelijke scholing. Prima! Je resultaat en onderzoeksmethode moeten altijd uit te leggen zijn aan iemand anders die de moeite neemt te leren wat jij hebt geleerd.



CHECK!

4. Je legt al je kaarten altijd op tafel:

Het is geen probleem dat je onderzoek beperkt is en dat je onderzoek allerlei wetenschappelijke achtergrondkennis voor waar aanneemt, zolang je maar laat zien wat je allemaal veronderstelt als onproblematische kennis.

Voorbeeld(en):

- Een mooi voorbeeld is de kritiek die biologen vaak krijgen wanneer ze een (neo-) Darwinistische verklaring geven van het feit dat er zoveel verschillende soorten dieren en planten zijn op onze wereld.
Charles Darwin presenteerde in zijn boek *On the Origins of Species* (1859) een verklaring voor de variatie aan organismen (soorten) in de wereld. Op grond van zijn onderzoek en van de (latere) genetica, snappen we nu bijvoorbeeld hoe het komt dat er in de oceanen niet alleen vissen leven, maar ook zoogdieren, zoals walvissen.

In het laatste geval gaat het om (land)zoogdieren die in een proces van selectie uiteindelijk zijn aangepast aan hun natuurlijke leefomgeving: de oceaan. Walvissen en nijlpaarden hebben volgens de evolutietheorie een gemeenschappelijke voorouder die meer dan 55 miljoen jaar geleden leefde. De walvis is door miljoenen jaren heen aangepast aan de oceaan: hij kan bijvoorbeeld zout water drinken (het nijlpaard niet). Maar zowel het nijlpaard als de walvis zijn zoogdieren (hun nakomelingen worden levend gebaard, ze hebben longen, etc.). De walvis is ontstaan uit een landzoogdier dat door de eeuwen heen is aangepast aan de oceaan, en zo zijn er nu zoogdieren in de oceaan.

De kritiek die evolutionair biologen vaak voorgeworpen krijgen is nu: "Ja, dat is allemaal mooi en aardig, zulke evolutionaire theorieën over, bijvoorbeeld, verschillende soorten zoogdieren, maar je hebt nog helemaal niet verklaard waar nu eigenlijk het leven zelf vandaan is gekomen! Dat kun je toch niet verklaren met je (neo-) Darwinistische evolutie-theorie".

Het juiste antwoord van evolutie-biologen is te zeggen dat ze simpelweg veronderstellen dat er leven is, dat er variatie aan leven is, en dat dit leven ooit is ontstaan op aarde, op de een of andere manier. En nu komt het: Darwins evolutietheorie gaat helemaal niet over deze vooronderstellingen. Als je in je onderzoek dus aangeeft dat je je hebt beperkt tot het verklaren van het feit dat er, bijvoorbeeld, zoogdieren in de oceanen leven, en dat je je niet bezighoudt met een verklaring naar het ontstaan van leven op aarde, dan is dat voldoende. De eerder geformuleerde kritiek op de evolutionaire biologen is dan niet terecht.

- Als je onderzoekt welke signalen, die door mensen onbewust worden verwerkt, invloed hebben op hun gedrag (bijvoorbeeld, hoe het onbewust zien van een energiedrankje je sportprestatie verbetert), dan moet je er wel bij zeggen dat je er dus vanuit gaat dat het zo is, dat er inderdaad signalen zijn die door mensen onbewust worden verwerkt en die invloed hebben op hun gedrag. Dat je dit veronderstelt, is helemaal niet erg, maar je moet het wel noemen en verwijzen naar betrouwbaar onderzoek op grond waarvan je dit mag veronderstellen. (Zorg dat je achtergrondkennis die je niet ter discussie stelt, wetenschappelijk is).
- Je doet onderzoek naar kleurenblindheid bij mensen. Iemand bekritiseert je en zegt dat de natuurwetenschap aantoont dat er helemaal geen kleuren zijn en je onderzoek dus niets waard is. Je antwoordt: "Ik ga ervan uit dat, zelfs als er geen kleuren zijn volgens onze beste fysica, de hersenen van mensen zo in elkaar zitten dat mensen desalniettemin kleuren zien (dat ze kleuren ervaren). De kleurervaringen kunnen bij kleurenblinden totaal anders zijn dan bij niet-kleurenblinden, en daar doe ik onderzoek naar". Vervolgens verwijst je naar betrouwbaar onderzoek waaruit blijkt dat mensen onder verschillende omstandigheden kleuren zien. Dat is dan voldoende om de kritiek af te wijzen.



CHECK!

5. Je verheldert met je onderzoek begrippen:

Je onderzoek laat zien dat we nu iets beter weten wat we met bepaalde woorden in de wetenschap eigenlijk bedoelen.

Voorbeeld(en):

- Lang geleden dachten we dat 'branden' het volgende betekende: als je bijvoorbeeld droog hout laat branden dan komt er een grote hoeveelheid vuurdeeltjes vrij en de stof die vrijkomt bij verbranden noemen we flogiston. Tegenwoordig, na het onderzoek van Priestley en Lavoisier en anderen, bedoelen we met 'branden' iets heel anders, namelijk een reactie waarin essentieel zuurstof betrokken is. Wetenschap verduidelijkt het idee van verbranding.
- Lang geleden bedoelden we met 'atoom' de ondeelbare (a-tomos) materie-eenheid waaruit alles is opgebouwd. Tegenwoordig bedoelen we met atoom soms nog steeds 'bouwsteen', maar veel wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat het atoom helemaal niet ondeelbaar is. Het bestaat uit een kern en een elektronenwolk, en de kern bestaat weer uit protonen en neutronen, etc. We weten nu beter wat we bedoelen met het woord, de term, of het concept atoom.
- Lang geleden dachten we dat we met 'God' bedoelden: 'individu tot wie je in gebed richt en die kan ingrijpen in het leven op aarde'. Na veel wetenschappelijk onderzoek is het steeds onwaarschijnlijker geworden dat er werkelijk zo'n individu is. Interessant is nu dat dit wetenschappelijk inzicht dus helderder maakt wat je met 'God' kunt bedoelen wanneer je wilt dat het verwijst naar iets wat werkelijk bestaat. Wetenschappelijk onderzoek maakt zo steeds duidelijker wat je bedoelt met de begrippen die we gebruiken om de wereld te beschrijven (bijvoorbeeld ook wat je bedoelt met 'werkelijk bestaan').



CHECK!

6. Je redeneert correct:

Je conclusie volgt logisch correct uit je (empirische) gegevens, en geen andere (tegengestelde) conclusie volgt ook logisch en correct uit diezelfde (empirische) gegevens. Als dat laatste wel zo is, dan is dat niet erg, maar dan noem je die andere conclusie ook.

Voorbeeld(en):

- Zorg ervoor dat je niet de klassieke redeneerfout maakt. Stel je weet het volgende: (1) Als je brommer een lege benzinetank heeft, (2) dan start je brommer niet. Stel verder dat je op enig moment constateert dat je brommer een lege benzinetank heeft. Nu kun je concluderen: Aha! Nu start mijn brommer niet. Je conclusie is logisch correct en wetenschappelijk oké. Maar stel, je weet nog

steeds (1) Als je brommer een lege benzinetank heeft, (2) dan start je brommer niet. En stel nu eens dat je brommer niet start. Je concludeert: Aha! De benzinetank is leeg! In dit geval is je conclusie niet logisch correct en niet wetenschappelijk. (Je kunt dit begrijpen wanneer je ziet dat het niet starten van je brommer ook door een lege accu kan worden veroorzaakt).

- Hetzelfde eenvoudige voorbeeld laat zien dat als je onderzoek doet naar de relatie tussen het niet starten van een brommer en lege benzinetanks, je al snel concludeert dat de volgende hypothese juist is: 'Geen enkele brommer start met een lege benzinetank'. Je hebt heel veel brommers met een lege benzinetank getest, en geen enkele brommer wilde starten. Als je nu de vraag wil beantwoorden: 'Hoe komt het dat een brommer niet start?', dan zou je kunnen zeggen dat uit al jouw empirische gegevens blijkt dat brommers niet starten wanneer ze een lege benzinetank hebben en dat dat de oorzaak is van het niet starten van een brommer. Dit is niet een wetenschappelijke conclusie en hij volgt ook niet logisch correct uit je empirische gegevens.

Wat je vergeet te vermelden zijn de alternatieve hypothesen die ook kunnen verklaren waarom de door jouw onderzochte brommers niet startten, bijvoorbeeld de hypothese dat 'Geen enkele brommer start met een lege accu'. Het zou dus kunnen zijn dat de brommers die jij onderzocht – en waar geen benzine in zat – ook met benzine niet startten. Het zou dus kunnen zijn dat ze bijvoorbeeld allemaal ook een lege accu hadden. Al je empirische gegevens over brommers die zonder benzine niet startten, maken dus niet dat je op de vraag 'Hoe komt het dat een brommer niet start?' kunt antwoorden met 'Omdat ie een lege benzinetank heeft'.

Je snapt nu dat je empirische gegevens niet gaan over niet-startende brommers waar wel benzine in zit. Je begrijpt nu dat je moet antwoorden: 'Een mogelijke oorzaak van het niet starten van een brommer is een lege benzinetank, maar misschien zijn er nog wel meer oorzaken aan te wijzen voor het niet-starten van een brommer'.



CHECK!

7. Je bent zo zuinig mogelijk:

In je hypothese wordt niet meer aangenomen dan wat je nodig hebt om te verklaren wat je hebt waargenomen of aan (empirische) gegevens hebt verzameld. Overtollige ballast in je hypothese heb je weggesneden.

Voorbeeld(en):

- Ik rijd met mijn auto door de stad. Op een gevaarlijke kruising bots ik frontaal tegen een tegenligger. Gelukkig vangen de airbag en mijn gordel mijn beweging naar voren op, anders zou ik door de voorruit zijn gevlogen of met mijn hoofd op het stuur zijn geknald. Iemand vraagt mij om een wetenschappelijke verklaring

voor het feit dat ik het ongeluk heb overleefd. Ik antwoord: 'Gelukkig had ik mijn gordel om, functioneerde mijn airbag goed, en had ik een beschermengeltje op mijn schouder zitten'. Ik word er op gewezen dat mijn hypothese niet zuinig genoeg is: de beschermengel op mijn schouder doet in mijn verklaring niet ter zake – ik ben door de gordel en de airbag gered. Ik snap dat in een wetenschappelijke hypothese alleen de airbag en de gordel al voldoende zijn om te begrijpen waarom ik het ongeluk heb overleefd. De 'beschermengel' scheer ik als overvollige ballast in mijn hypothese weg.

- Iemand zegt dat hij een medium is. Laten we hem Derek noemen. Derek weet je te vertellen dat jij van plan bent om volgend jaar naar Zuid Portugal op vakantie te gaan. Je bent verbaasd, want je snapt niet hoe Derek dit kan weten. Derek antwoordt dat hij dit heeft gehoord van je overleden oma die als geest toegang heeft tot jouw gedachten. Jij weet dat je jouw vakantieplannen alleen hebt gedeeld met je beste vriend(in). Je vraagt aan Derek of hij jouw vriend(in) heeft gesproken. Derek beaamt dit. Je hebt nu de keuze uit twee verklaringen voor het feit dat Derek weet dat jij naar Zuid Portugal op vakantie wilt. Verklaring 1: 'Derek heeft gehoord van je beste vriend(in) en van je overleden oma dat je naar Zuid Portugal op vakantie wilt', of verklaring 2: 'Derek heeft gehoord van je beste vriend(in) dat je naar Zuid Portugal op vakantie wilt'. Verklaring 2 is zuiniger dan verklaring 1. Verklaring 1 veronderstelt dat er levende mensen zijn aan wie je informatie kunt vragen, en dat er lichaamloze geesten zijn aan wie je informatie kunt vragen. Verklaring 2 veronderstelt alleen dat er levende mensen zijn aan wie je informatie kunt vragen. Verklaring 2 is zuiniger en verklaart hoe Derek weet dat jij naar Zuid Portugal op vakantie wilt. Verklaring 2 is hier de wetenschappelijke verklaring en die bepaalt voorlopig je verdere onderzoek naar Derek.



CHECK!

8. Je werkt, als het kan, binnen een goed program(ma):

Je onderzoek past in een breder onderzoeksprogramma dat door de jaren heen vooruitgang heeft geboekt op het gebied van nieuwe ware voorspellingen doen en op het gebied van nieuw theoretisch inzicht ontwikkelen.

Voorbeeld:

- Neem het voorbeeld van de Astrologie. In de Astrologie trekken astrologen zogenaamde horoscopen. Uit die horoscopen zijn voorspellingen af te leiden. Bijvoorbeeld, als je bent geboren als Tweeling, op die en die datum, en onder de sterrenstand zus en zo, dan zul je al voor je 20^e levensjaar zien dat je (bijvoorbeeld) erg getalenteerd bent in een bepaalde kunstvorm (schilderen). Je karakter zal zo zijn dat je een vriendelijk, toegankelijk, maar ietwat onzeker persoon bent. Je zult met je kunst helaas geen succes hebben, etc.

Dit soort van horoscopen zijn door de eeuwen heen niet veel veranderd. Het kernidee van de Astrologie is eveneens door de eeuwen heen precies hetzelfde gebleven: “De stand van de sterren en planeten op de dag van je geboorte bepaalt je karakter en levensloop”.

Uit dit soort horoscopen kun je ook empirisch te toetsen voorspellingen afleiden, waardoor je in eerste instantie denkt dat je te maken hebt met wetenschappelijke astrologische uitspraken over de wereld. Het kan immers zo zijn dat je als Tweeling, met talent voor schilderen, juist wel succesvol bent (wat in tegenspraak is met de eerder gedane voorspelling in ons voorbeeld).

Toch spreken we in het geval van de Astrologie van een onderzoeksprogramma dat niet meer de moeite waard is binnen de wetenschap. Dat komt doordat de weerleggingen in de Astrologie niet hebben geleid tot aanpassingen binnen het programma, die het programma vervolgens vooruitbrengen en in positieve zin verder ontwikkelen. Je hoeft natuurlijk niet de kern van je onderzoeksprogramma ‘Astrologie’ te veranderen, maar je moet wel aangeven hoe in het licht van weerleggingen je programma zich op een interessante manier aanpast: er moeten nieuwe ware empirische voorspellingen gedaan worden en nieuwe theoretische inzichten ontwikkeld worden. Doet een onderzoeksprogramma dat niet (zoals in de Astrologie) dan is het niet langer een wetenschappelijk onderzoeksprogramma.

De conclusie is dus de volgende: Als je je onderzoek doet binnen een programma dat niet langer een goed onderzoeksprogramma is (zoals bijvoorbeeld de Astrologie), dan loop je serieus het risico dat je onderzoek niet wetenschappelijk is, en dus ook niet goed is. Dat zou zonde zijn! Hou in de gaten dat er in dat opzicht een groot verschil is tussen Astrologie en Astronomie!



CHECK!

9. Je hebt naast je hypothese ook de bijbehorende data beschikbaar:

Je hypothese wordt ondersteund door (empirische) (meet)gegevens (zelfs wanneer het er niet veel zijn).

Voorbeeld(en):

- Als je zou zeggen: ‘Alle kinderen die zijn gevaccineerd tegen de mazelen, zijn immuun voor de mazelen tijdens een mazelen-epidemie’, maar je hebt geen enkel positief voorbeeld van een kind dat is gevaccineerd en in een mazelen-epidemie geen mazelen krijgt, dan is je hypothese nog geen wetenschappelijke hypothese. Het is een weerlegbare hypothese, dat wel, maar met nul bijbehorende data, en dat is niet best.
- Als je zou zeggen in een tijd dat nog niemand weet dat er ook zwarte zwanen zijn: ‘Alle zwanen zijn wit’, en je hebt heel veel voorbeelden van witte zwanen, dan is je hypothese wetenschappelijk ondersteund. Dat is een voorwaarde voor een wetenschappelijke hypothese. (Als we vervolgens ontdekken dat er ook zwarte

zwanen zijn, dan is de hypothese nog steeds wetenschappelijk, maar nu is het een weerlegde of onware wetenschappelijke hypothese geworden).

- Als je zou zeggen: 'Alle zwarte gaten in het universum zenden toch nog straling uit' en je hebt geen enkel positief voorbeeld van astronomisch onderzoek dat aantoont dat er een zwart gat is dat straling uitzendt, dan is je hypothese nog niet wetenschappelijk te noemen. Het is eerder een pure speculatie of een wild idee.
- Als je zou zeggen: 'Alle mensen hebben het vermogen om zonder hulpmiddelen, maar door louter concentratie, hun lichaamstemperatuur te laten stijgen', en je hebt geen enkel positief voorbeeld van iemand die zonder hulpmiddelen en louter door meditatie, zijn of haar lichaamstemperatuur kan laten stijgen, dan is je hypothese nog niet wetenschappelijk. Het is eerder een pure speculatie of een wild idee.



CHECK!

10. Je gaat niet af op anekdotes:

Je bent in je onderzoek niet afgegaan op verhalen die mensen je hebben verteld, maar uitsluitend op gegevens uit betrouwbaar gebleken bronnen.

Voorbeeld(en):

- Je hebt van horen zeggen dat een persoon die vanaf zijn geboorte blind is geweest, een bijna-dood ervaring heeft gehad. Dat wil zeggen, hij heeft een periode meegemaakt tijdens zijn reanimatie waarbij zijn hersenen niet meer functioneerden ('flat line'). Die reanimatie vond plaats op de Intensive Care van een ziekenhuis. De reanimatie lukte, maar de man is, nog steeds buiten bewustzijn, direct naar een andere zaal vervoerd. Later geeft die blinde man (blind vanaf zijn geboorte) een correcte kleurvolle beschrijving van de Zonnebloemen van Van Gogh die als reproductie aan de muur hing, naast zijn ziekenhuisbed waarop hij gereanimeerd is, inclusief de blauwe viltstiftstrepen die een hopeloos familielid van een vorige patiënt daarop gekrast heeft.

Je bent verbaasd omdat dit niet zou kunnen volgens de gevestigde wetenschap. Je kunt als iemand die blind is vanaf zijn geboorte geen correcte kleurenbeschrijving geven, inclusief blauwe krassen, van een reproductie van Van Goghs Zonnebloemen. En dat kan al helemaal niet als je je hersenen niet gebruikt! Let op: dit maakt het verhaal in eerste instantie interessant. Stel je voor dat dit verhaal waar zou zijn! Daarom ga je checken of het hier gaat om een feit of om een verhaal. Helaas blijkt het verhaal van de blinde man een verder volstrekt niet te verifiëren verhaal. Dan kwalificeer je dit als een anekdote en wijst het af als een empirisch gegeven binnen je onderzoek. Het verhaal bestaat wel als verhaal, maar wat er in het verhaal wordt gezegd is niet meer dan een

anekdote. Het is geen empirisch gegeven waarmee je rekening houdt, en hoeft te houden, in je onderzoek.

- Je hoort van iemand dat hij niet alleen een UFO heeft gezien, maar ook heeft gezien dat het werkelijk ging om een vliegende schotel van een andere bewoonbare planeet in ons universum, en dat de wezens die de schotel bestuurden, enthousiast probeerden contact met hem te krijgen. De persoon presenteert dit als empirisch materiaal om de hypothese te verdedigen dat UFO's vaak intergalactische ruimteschepen zijn. Je staat de persoon netjes te woord, vraagt hem om andere getuigenissen, die hij echter niet kan geven. Je zegt, 'Da's jammer, dan blijft het bij een anekdote, die ik niet kan gebruiken als empirisch gegeven ter ondersteuning of verwerping van mijn onderzoek naar wat UFO's zijn'.



11. Je weet dat gek (meestal) niet gek genoeg is:

Als je iets vreemds hebt meegemaakt, gezien, of gehoord, dat volgens de gevestigde kennis eigenlijk helemaal niet kan, dan trek je niet meteen de conclusie dat die gevestigde kennis volstrekt onwaar is. Je gaat eerst op zoek naar een manier om dat vreemde te verklaren met die gevestigde kennis.

Voorbeeld(en):

- Je leest van een plek in Portugal waar een heleboel mensen de Maagd Maria hebben zien verschijnen. Het zijn er meer dan 1000, die allemaal hetzelfde hebben gezegd op de vraag 'Wat heb je gezien?' (nl. 'Maria'). Stel, je ziet dat deze getuigenissen allemaal goed zijn gedocumenteerd, dat wil zeggen, naar de standaarden van betrouwbare verslaglegging geregistreerd. Je concludeert: 'Klaarblijkelijk is er op die plek in Portugal iets bijzonders gebeurd. Heel veel mensen hebben daar hetzelfde meegemaakt, nl. een Maria-verschijning'. Echter, je constateert daarna dat een Maria-verschijning ingaat tegen alle kennis die we hebben verzameld over onszelf, de wereld, en de kosmos. Het is dus iets totaal vreemds wat hier is gebeurd, behalve als het zou gaan om een vorm van een collectieve visuele illusie of waanbeeld. Je weet dat dit mogelijk is: we zien immers met z'n allen voortdurend, na een mooie dag, de zon ondergaan, terwijl het natuurlijk het aardoppervlak is wat wegdraait van de zon. Dit is ook een vorm van een collectieve visuele illusie. Dat kan dus voorkomen. Je vat vervolgens het vreemde dat je hebt gehoord – 1000 mensen zagen Maria op die plek in Portugal – op als iets wat we zouden kunnen verklaren met de gevestigde kennis. Die gevestigde kennis vormt het uitgangspunt voor je onderzoek naar dit vreemde gegeven.

- Je zit thuis op de bank en plotsklaps zie je langzaam een paarse krioelende inktvis uit de muur tevoorschijn komen – en nog wel op zo'n manier dat de muur (en de inktvis) intact blijven. Je denkt: 'Dat is vreemd! Alles wat we weten over muren en inktvissen maakt het onmogelijk voor deze paarse inktvis om op deze manier uit mijn huiskamermuur te komen'. Gelukkig val je daarna in slaap. De volgende dag snap je dat je deze vreemde inktvis-uit-de-muur ervaring moet proberen te begrijpen met de gevestigde kennis die we al beschikbaar hebben. Je geeft toe: gisteravond heb je iets geslikt wat je niet kende. Onze gevestigde kennis zegt ons dat dit de oorzaak zou kunnen zijn geweest voor de hallucinatie die je hebt gehad – een hallucinatie van een paarse, krioelende inktvis die door de muur kroop. Dat is het uitgangspunt van je onderzoek.
- Je meet de temperatuur van kokend leidingwater in een open pannetje op zee niveau met een thermometer in graden Celsius. Je leest de thermometer nauwkeurig af en constateert dat, hoewel het water kookt, de temperatuur 212 graden Celsius is. Dat is vreemd! Het kookpunt van leidingwater in een open pannetje op zee niveau is 100 graden Celsius. Onze gevestigde kennis over water en kookpunt zegt je dat er iets vreemds aan de hand is. Toch moet dit vreemde gegeven in eerste instantie te verklaren zijn met die gevestigde kennis. Dat is altijd het uitgangspunt van je onderzoek. Gelukkig snap je dat de thermometer de meting abusievelijk in graden Celsius aangeeft, en eigenlijk geijkt is als een thermometer in graden Fahrenheit! Aha, roep je uit, het kookpunt van water in Fahrenheit is 212 graden. De verkeerde schaal in graden Celsius op een Fahrenheit-thermometer verklaart het vreemde gegeven dat jouw water kookt bij 212 graden Celsius.



CHECK!

12. Je wilt alles laten matchen:

Je bent gevoelig voor het aan elkaar koppelen van kennis uit het ene vakgebied aan kennis uit het andere vakgebied om te zien of die met elkaar te verenigen zijn.

Voorbeeld(en):

- Een sprekend voorbeeld om dit checkpoint duidelijk te maken, is het volgende. Er wordt onderzoek gedaan naar de 'psyche van de mens' (het denken en voelen van de mens) en naar 'het lichaam van de mens' (als een organisme met een stofwisseling). Het eerste valt onder de wetenschap die we psychologie noemen, het tweede valt onder de wetenschap die we fysiologie noemen.

Binnen die psychologie wordt erkend dat mensen zichzelf beleven als personen die de mogelijkheid hebben om te kiezen. De meeste mensen zullen zeggen dat mensen een 'wil' hebben, en heel veel mensen zullen zeggen dat wij een 'vrije wil' hebben. Mensen hebben keuzevrijheid: je kunt kiezen waar je naar toe gaat op vakantie, je kunt kiezen op welke politieke partij je gaat stemmen als

je 18+ bent, en uit een aanbod van drie verschillende premières kun je kiezen naar welke nieuwe bioscoopfilm je gaat.

Binnen de fysiologie wordt erkend dat ons lichaam een organisme is met een stofwisseling. Dat lichaam kan biologisch en uiteindelijk chemisch en fysisch beschreven worden. Zo hebben we een biologische en fysiologische verklaring voor huilen: bepaalde akoestische en visuele prikkels leiden via ingewikkelde fysiologische mechanismen tot dat wat we tranen-met-tuiten noemen. We weten dat neurotransmitters betrokken zijn in het onthouden van emotionele gebeurtenissen, dat hormonen net zo belangrijk zijn om emoties te voelen, en spiegelneuronen wellicht de sleutel zijn tot empathie. We weten ook dat het zeer waarschijnlijk zo is dat alle fysiologie en biologie uiteindelijk terug te voeren is op de fysica (de natuurwetenschap). Van die fysica weten we dat daar niet zoiets is terug te vinden als 'de vrije wil': volgens de fysica is er geen vrije wil – alles is wetmatig bepaald.

En dus is er een probleem: hoe begrijpen we de samenhang van psychologie en fysica? Hoe is je onderzoek in de psychologie te koppelen aan de fysica, en andersom, hoe is je onderzoek in de fysica te koppelen aan de psychologie? Wanneer je laat zien dat huilen een gevoel is dat tot stand komt in een fysisch proces, hoe zit dat dan precies? Waar komt het voelen van de emoties bij dat huilen dan vandaan? Of: als je het gevoel hebt dat je vrijwillig hebt gekozen voor het vanilleijsje, hoe is dit te rijmen met het idee dat alles te beschrijven is in fysische termen?

Je onderzoek is steeds wetenschappelijker wanneer je steeds beter kunt aangeven hoe de twee domeinen – psychologie en fysica – aan elkaar gerelateerd zijn. Dit kan ook door in je onderzoek te laten zien dat we niet weten wat die relatie precies is, maar een streven naar een eenheid van wetenschap wordt over het algemeen gezien als een wetenschappelijk streven. Zo dacht Newton dat niet alleen de bewegingen van de planeten, maar ook de bewegingen van vallende objecten op aarde, verklaard konden worden door dezelfde natuurwetten. De domeinen van de astronomie en van aardse, vallende objecten waren in 1 studie verenigd. Dat was een grote doorbraak in de wetenschap.

- Een tweede voorbeeld is misschien meer down-to-earth: het gaat over de relatie tussen economie en psychologie en we illustreren het aan de hand van het voorbeeld dat we ook bij checkpoint 2 noemden. Neem als economische hypothese over mensen de volgende: 'In elke geldverdeel-situatie verkiezen mensen iets krijgen boven niets krijgen'. Je denkt dat dit waarschijnlijk is omdat je in jouw economische wetenschap ervan uitgaat dat mensen nu eenmaal rationeel zijn en dus iets krijgen verkiezen boven niets krijgen.

Je vriend(in) is meer als psycholoog geïnteresseerd in het gedrag van mensen, vooral hoe ze emotioneel of (on)sympatiek reageren op een voorstel dat ze als eerlijk of oneerlijk ervaren. Ze heeft als hypothese geformuleerd: 'Als mensen een voorstel als oneerlijk ervaren dan wijzen ze het voorstel af, ook al betekent het dat ze daarmee een voordeel verliezen'.

Jullie proberen zo wetenschappelijk mogelijk te werk te gaan volgens checkpoint 12: je betreft het economisch onderzoek op het psychologisch onderzoek en andersom.

Stel, jullie zetten het volgende experiment op. Je krijgt van je docent 1000 euro om te verdelen met een willekeurig persoon op straat. Maar je moet daartoe

een verdeelvoorstel doen aan die persoon. Als die persoon jouw voorstel afwijst, dan gaat de 1000 euro terug naar je docent. Maar als die willekeurige persoon op straat je voorstel accepteert, dan wordt het geld volgens dat voorstel tussen jou en die persoon verdeeld, en is je docent die 1000 euro kwijt.

Stel, je doet het volgende voorstel tegenover een willekeurig persoon op straat: "Deze 1000 euro die ik van mijn docent heb gekregen, wil ik als volgt verdelen: u krijgt 1 euro en ik houd 999 euro voor mezelf".

Stel nu dat blijkt dat die persoon aan wie je dit voorstel doet als volgt reageert: "Bekijk het maar, ik accepteer dit voorstel niet". In dat geval is de economische hypothese 'In elke geldverdeel-situatie verkiezen mensen iets krijgen boven niets krijgen' gefalsificeerd (of: weerlegd). Immers, volgens de economische hypothese zou die persoon die 1 euro moeten accepteren, omdat iets krijgen beter is dan niets krijgen, maar dat doet de persoon niet. De psychologische hypothese zou in zekere zin bevestigd worden: iemand geeft vanwege de oneerlijkheid in het voorstel het voorstel af en verliest daarmee een voordeel (die ene euro). Jullie doen hetzelfde experiment bij veel mensen, met hetzelfde resultaat.

Nu wordt het des te interessanter om nog meer te weten te komen over hoe economisch gedrag bepaald wordt door psychologische mechanismen. Jullie besluiten de economie en de psychologie te verenigen in een studie naar eerlijkheid en de acceptatie van financiële voorstellen en geven aan hoe psychologische processen en economische processen mogelijk beschreven worden door dezelfde wetten. Wauw!



CHECK!