

De Wetenschappelijke Methode

Geschiedenis en toekomst

INHOUD

Inleiding	2
DEEL 1 - WAT IS EIGENLIJK „DE WETENSCHAP“?	2
De wetenschap bestaat eigenlijk niet	2
Wat is Wetenschap?	2
DEEL 2 - GESCHIEDENIS	3
De „duistere middeleeuwen“	3
DEEL 3 - DE WETENSCHAPPELIJKE METHODE	4
Waar bestaat de wetenschappelijke methode uit?	4
Het ontstaansverhaal	4
De formalisering	5
Karl Popper en de falsifieerbaarheid	5
Kritiek op Popper	6
Thomas Kuhn, wie was dat?	6
Het beroemde voorbeeld	7
Het controversiële punt: incommensurabiliteit	7
DEEL 4 - DE FALENDE WETENSCHAP	7
Wetenschap die misbruikt werd voor ideologie	7
DEEL 5 - DE BEDREIGING	8
De harde cijfers	9
Wat het meest verontrust: het is niet toevallig	9
De tegenmaatregelen	10
En de doemdenkers	10
Hoe groot is het probleem eigenlijk?	11
Het punt over de maatschappelijke zuil	11
Hoe krijgen we de mensen terug?	11
DEEL 6 - DE TOEKOMST	12
Wat er onder druk staat	12
Wat wordt er als kans gezien?	13
Conclusie	13
_____	13
EPILOOG	13
Omtrek van de aarde...	13
LINKS	14

Inleiding

Vandaag de dag krijg je vaak de stelling te horen als je over wetenschap begint te praten: „Wetenschap is ook alleen maar een mening.“ En dan begint het met voorbeelden waar de wetenschap faalde of waar ons tegenover meent dat ze faalde. Je krijgt dan rare meningen te horen over de Corona Pandemie, over vaccins, over zij die alles bepalen, geheimzinnige kringen die ons willen uitroeien en noem het maar op. In deze uitzending willen we een beetje licht in het donker van de wetenschap brengen en verklaren hoe dat eigenlijk werkt, de wetenschap en de wetenschappelijke methode. Jawel, er zit een methode achter en daar willen we het vandaag over hebben. We nemen jullie mee op een reis door de geschiedenis tot vandaag. We zullen het hebben over het verleden en ook over de toekomst en natuurlijk ook over de bedreigingen.

DEEL 1 - WAT IS EIGENLIJK „DE WETENSCHAP“?

De wetenschap bestaat eigenlijk niet

En hier begint het al. De wetenschap bestaat eigenlijk niet. Wat een stelling. Maar als je goed kijkt, zie je het wel, dat er niet alleen maar een wetenschap is, maar echt een enorme hoeveelheid. Er zijn bijna ongetelde vakgebieden waarop onderzoek gedaan wordt. Denk bijvoorbeeld aan natuurwetenschappen als Scheikunde, Biologie, of Fysica. Of de rekenkunsten, de wiskunde. En dan gaat het maar zo door. Je hebt filosofische wetenschappen, sociale wetenschappen, religieuze wetenschappen, medicinale wetenschappen, en zo voort en zo voort. En dit zijn alleen maar de grote algemene vakgebieden. Ze verschillen alle met het doel waar ze naar kijken, waar ze naar op zoek zijn, maar ze zijn ook met z'n allen verbonden in de manier hoe ze op zoek gaan. Hoe ze dingen gaan verifiëren, fouten pikken en hoe ze het bekendmaken wat er gevonden is.

Wat is Wetenschap?

Wetenschap is een manier om de wereld om ons heen verklaarbaar te maken. Dat men weet hoe ze in elkaar zit. Hoe alles werkt. En dit wordt op alles gebruikt wat er om ons heen zit. Wetenschap is iets wat diep in de mens zit. Hij wil weten. Hij wil uitvinden. Hij wil onderzoek doen. Dit heeft ons over de eeuwen heen gevormd, deze wil heeft ons dat laten worden wat wij zijn. Enorm nieuwsgierige individuen. Een kind dat in de hete bakpan grijpt vindt dan uit dat dit niet goed is om te doen. En als hetzelfde kind dit nog een keer doet, dan ziet het, dat dit herhaaldelijk niet goed blijkt te zijn. Het kind heeft onderzoek gedaan en herhaaldelijk vastgelegd dat in een verhitte bakpan te grijpen geen handige manier is.

Wat we in dit simpel voorbeeld zien is dat voor wetenschap te bedrijven dingen moeten verifieert worden. Dit kan op verschillende manieren. Wat we hier zagen was de manier van poging en mis-poging. Kind grijpt in hete bakpan -> niet goed. Doet pijn. Doet het opnieuw: -> ook niet goed. Doet opnieuw pijn. Conclusie: Gelieve niet nog een keer proberen.

En als iemand anders dit zou proberen, zal hij hetzelfde uitvinden. Dus kan het experiment herhaald worden ook door anderen. Nu kan het gepubliceerd worden dat ook andere wetenschappers hun onderzoek op kunnen doen. Het kind kan zijn vrienden vertellen, grijp beter niet in een hete bakpan, het zal je niet goed doen.

DEEL 2 - GESCHIEDENIS

De vraag naar de geschiedenis van de wetenschap is een vraag waar historici het overigens niet helemaal over eens zijn — er zijn verschillende antwoorden mogelijk, afhankelijk van hoe je “wetenschap” definieert.

De vroege kiemen (voor 600 BCE¹.)

Al in Babylonië en Egypte hield men nauwkeurig astronomische en wiskundige gegevens bij — sterren bewegingen, kalenders, landmeetkunde. Dit was praktisch en systematisch, maar werd meestal ingebed in religieuze of mythologische kaders (sterren als goden, natuurverschijnselen als goddelijke wil).

Het Griekse omslagpunt (rond 600 BCE.)

Dit is waar veel historici de “geboorte” van wetenschap leggen. Denkers als Thales van Milete begonnen te vragen: waar is de wereld **werkelijk** van gemaakt, zonder terug te vallen op “de goden deden het”. Thales stelde dat alles uit water bestond — een verkeerd antwoord, maar de **methode** was revolutionair: verklaringen zoeken in natuurlijke oorzaken, niet in willekeurige goddelijke ingrepen. Zijn opvolgers (Anaximander, Anaximenes, later Pythagoras, Democritus met zijn atomen-idee) bouwden dit verder uit.

Waarom dit tellen als omslagpunt?

- Verklaringen werden **toetsbaar** en **bediscussieerbaar** in plaats van heilig en onaantastbaar
- Men zocht naar **onderliggende patronen** (natuurwetten) in plaats van grillige goden. Kennis werd **cumulatief**: de een bouwde voort op (of weerlegde) de ander.

Belangrijke kanttekening

Dit was nog geen “wetenschap” zoals wij die nu kennen — geen systematisch experimenteren, geen wetenschappelijke methode zoals na de 17e eeuw. Dat kwam pas veel later, met mensen als Galileo, Bacon en Newton in de 16e-17e eeuw (de Wetenschappelijke Revolutie). Sommigen zeggen dus: de Grieken legden het **filosofische fundament**, maar “wetenschap” in strikte zin begint pas daar.

De „duistere middeleeuwen“

Begrijpelijk beeld — dat is ook lang het gangbare verhaal geweest. Maar het klopt maar deels, en het is een mooi voorbeeld van hoe geschiedschrijving zelf kan vertekenen.

Het cliché versus de werkelijkheid

Het idee dat de middeleeuwen puur een wetenschappelijke stilstand waren, komt grotendeels uit de Renaissance en de Verlichting zelf — men wilde zich afzetten tegen de voorgaande periode en schilderde die daarom extra donker af. Historici nuanceren dit tegenwoordig sterk.

Wat er wél gebeurde

¹ 600 BCE betekent 600 vóór de huidige jaartelling. BCE = Before Current Era.

- **Vroege middeleeuwen (500-1000)**: inderdaad een terugval in West-Europa, vooral door politieke chaos na de val van Rome — niet zozeer door religieuze onderdrukking van kennis op zich.

- **Islamitische Gouden Eeuw (8e-13e eeuw)**: hier gebeurde juist enorm veel. Geleerden als Al-Khwarizmi (algebra komt van zijn naam), Ibn al-Haytham (optica, wetenschappelijke methode met experimenten) en Ibn Sina bewaarden niet alleen Griekse teksten, maar breidden ze substantieel uit.

- **Hoge middeleeuwen (1000-1300) in Europa**: de eerste universiteiten ontstonden (Bologna, Parijs, Oxford). Scholastici zoals Thomas van Aquino probeerden juist geloof én rede (Aristoteles) te verenigen — geen anti-wetenschap, maar een poging tot synthese.

De heksenverbrandingen

Dit is een belangrijke correctie: heksenvervolgingen waren vooral een verschijnsel van de **vroegmoderne tijd** (16e-17e eeuw), niet de middeleeuwen zelf — dus juist gelijktijdig met Galileo en het begin van de Wetenschappelijke Revolutie. De piek lag rond 1560-1630. Het is dus eigenlijk een tegenstrijdig beeld: wetenschappelijke vooruitgang en heksenprocessen gebeurden deels tegelijkertijd, niet na elkaar.

Interessant dat dit soort periodisering dus regelmatig door latere generaties wordt “aangepast” om een verhaal te vertellen.

DEEL 3 - DE WETENSCHAPPELIJKE METHODE

Laten we het opsplitsen in wat het **is** en hoe het **ontstond**.

Waar bestaat de wetenschappelijke methode uit?

In de kern is het een cyclisch proces:

1. **Observatie** — iets opmerken in de natuur
2. **Hypothese** — een toetsbare verklaring bedenken
3. **Voorspelling** — als de hypothese klopt, wat zou je dan moeten waarnemen?
4. **Experiment/toetsing** — actief testen, niet alleen passief observeren
5. **Analyse en conclusie** — klopt de voorspelling? Zo niet, hypothese aanpassen of verwerpen
6. **Herhaling en peer review** — kunnen anderen het reproduceren?

Het cruciale verschil met eerdere kennisvormen: **falsifieerbaarheid**. Een echte wetenschappelijke claim moet in principe weerlegd kunnen worden door bewijs. Als niets je theorie ooit zou kunnen tegenspreken, is het geen wetenschap maar dogma.

Het ontstaansverhaal

- **Ibn al-Haytham (rond 1000 CE²)** — noemden we net al. Bij zijn onderzoek naar licht en optica gebruikte hij systematisch gecontroleerde experimenten om hypothesen te toetsen, in plaats van puur te redeneren zoals de Grieken vaak deden. Sommige historici noemen hem daarom de “eerste echte wetenschapper”.

² 1000 CE betekent jaar 1000 in de huidige jaartelling. BCE = Before Current Era.

- **Francis Bacon (1561-1626)** — schreef *Novum Organum* (1620) en pleitte expliciet voor **inductie**: begin met observaties, verzamel data, en leid daar pas algemene wetten uit af — in plaats van vanuit vaststaande aannames (zoals bij Aristoteles) te redeneren.

- **Galileo Galilei (1564-1642)** — combineerde wiskunde met experiment. Zijn beroemde (deels legendarische) experimenten met vallende voorwerpen en zijn telescoopwaarnemingen van Jupiters manen toonden: je kunt de natuur wiskundig beschrijven én empirisch toetsen. Hij botste hierdoor ook met de kerk (het Galileo-proces, 1633).

- **René Descartes (1596-1650)** — bracht systematische twijfel en logische deductie in.

- **Isaac Newton (1643-1727)** — bracht het samen: wiskundige wetten (zwaartekracht, bewegingswetten) die zowel voorspeld als getoetst konden worden. Zijn *Principia* (1687) wordt vaak gezien als het hoogtepunt van de Wetenschappelijke Revolutie.

De formalisering

Pas in de 19e eeuw werd de “wetenschappelijke methode” als apart, benoemd concept — met filosofen als William Whewell en later, in de 20e eeuw, Karl Popper (die falsifieerbaarheid als hét criterium voor wetenschap naar voren schoof, tegenover bijvoorbeeld astrologie of psychoanalyse die hij niet-falsifieerbaar vond).

Karl Popper en de falsifieerbaarheid

Karl Popper is echt de scharnierfiguur van de 20e-eeuwse wetenschapsfilosofie, dus laat ons hier even stilstaan.

Het probleem dat hij wilde oplossen

Popper werkte in Wenen in de jaren '20-'30, temidden van de Wiener Kreis (logisch-positivisten). Die zochten naar een **demarcatiecriterium**: hoe onderscheid je de wetenschap van niet-wetenschap? Hun antwoord was **verificatie** — een theorie is wetenschappelijk als je haar door observatie kunt bevestigen.

Popper vond dit fundamenteel fout, en wel om deze reden: hij merkte dat theorieën als de marxistische geschiedfilosofie, de psychoanalyse van Freud en Adler, en de astrologie er allemaal **ontzettend** goed in waren om bevestigd te worden. Elk voorval leek de theorie te ondersteunen. Maar dat was juist het probleem — als een theorie **alles** kan verklaren, verklaart ze eigenlijk niets. Er was geen mogelijke waarneming die de aanhangers ooit zou laten zeggen: “oké, dit weerlegt het.”

Vergelijk dat met Einsteins relativiteitstheorie: die deed een gewaagde, precieze voorspelling (lichtbuiging rond de zon tijdens een zonsverduistering) die **fout had kunnen uitpakken**. In 1919 werd dit getest door Eddington — en het klopte. Maar het risico op falen was reëel en specifiek.

Zijn omkering: falsifieerbaarheid

Poppers inzicht: je kunt een theorie nooit definitief **bewijzen** met observaties (hoeveel witte zwanen je ook ziet, je kunt nooit zeker weten dat alle zwanen wit zijn), maar je kunt haar **wél weerleggen** met één tegenvoorbeeld (één zwarte zwaan volstaat).

Dus het criterium voor wetenschap werd niet: “kan het bevestigd worden?” maar: “**kan het in principe weerlegd worden?**” Een theorie die geen enkel denkbaar experiment zou kunnen weerleggen, is geen wetenschap — ongeacht hoe overtuigend ze klinkt.

Praktische implicaties

- Wetenschap vordert niet door bevestiging te stapelen, maar door **gedurfde vermoedens** te doen en die vervolgens hard te proberen te weerleggen (“conjectures and refutations”)
- Een theorie die overleeft ondanks serieuze pogingen tot weerlegging, staat sterker — niet omdat ze “bewezen” is, maar omdat ze de kans kreeg te falen en dat niet deed
- Wetenschap is dus per definitie **voorlopig**: zelfs Newtons wetten, eeuwenlang “bewezen” geacht, werden uiteindelijk gecorrigeerd door Einstein

Kritiek op Popper

Maar natuurlijk: Niet iedereen was overtuigd:

- **Thomas Kuhn** stelde dat wetenschap in de praktijk niet zo netjes falsificatie-gedreven verloopt — wetenschappers houden vaak vast aan een “paradigma” en negeren anomalieën, tot een paradigmaverschuiving plaatsvindt (*The Structure of Scientific Revolutions*, 1962)
- **Imre Lakatos** probeerde beide te verzoenen met zijn idee van “onderzoeksprogramma’s” met een beschermde kern
- Sommigen wijzen erop dat Popper zelf in de praktijk soepeler was dan zijn strikte criterium suggereert — echte wetenschappers gooien een theorie niet meteen weg bij één tegenvoorbeeld, maar kijken eerst of er een meetfout was

Thomas Kuhn, wie was dat?

Thomas Kuhn (1922-1996) was oorspronkelijk natuurkundige, maar werd wetenschapshistoricus — en dat is precies waarom zijn kritiek op Popper zo raak was. Hij keek niet naar hoe wetenschap **zou moeten** werken, maar bestudeerde hoe ze **feitelijk** verliep, historisch gezien. Zijn boek *The Structure of Scientific Revolutions* (1962) schudde het veld flink door elkaar.

Zijn kernidee: paradigma’s

Kuhn stelde dat wetenschap niet gestaag vooruitgaat door voortdurende falsificatie (zoals Popper suggereerde), maar zich beweegt in cycli:

1. **Normale wetenschap** — een gemeenschap werkt binnen een gedeeld **paradigma**: een set aannames, methoden, en voorbeeldoplossingen die iedereen als vanzelfsprekend beschouwt (bijv. Newtoniaanse mechanica). Onderzoek is dan vooral “puzzels oplossen” binnen dat kader, niet het kader zelf ter discussie stellen.
2. **Anomalieën stapelen zich op** — waarnemingen die niet goed passen binnen het paradigma. Belangrijk: wetenschappers gooien het paradigma **niet** meteen weg bij de eerste tegenstrijdigheid (in tegenstelling tot wat Poppers strikte falsificatie zou voorspellen). Ze zoeken eerst naar aanpassingen, uitzonderingen, of wijten het aan meetfouten.
3. **Crisis** — als anomalieën zich te veel opstapelen en het paradigma steeds meer lapwerk nodig heeft om overeind te blijven, ontstaat er twijfel binnen de gemeenschap.
4. **Paradigmaverschuiving (paradigm shift)** — een nieuw paradigma wint terrein, vaak gedreven door een jongere generatie wetenschappers (Kuhns beroemde, wat cynische

observatie: oude paradigma's sterven soms pas echt uit als hun aanhangers letterlijk uitsterven).

Het beroemde voorbeeld

De overgang van Newtoniaanse naar Einsteiniaanse natuurkunde. Of eerder: de Copernicaanse revolutie — van het Ptolemeïsche wereldbeeld (aarde in het centrum, met steeds complexere “epicykels” om waarnemingen kloppend te krijgen) naar het heliocentrische model. Het oude model kon lang overeind blijven door telkens meer wiskundige lapmiddelen toe te voegen — precies zoals Kuhn beschrijft.

Het controversiële punt: incommensurabiliteit³

Kuhns lastigste (en meest bekritiseerde) claim: opeenvolgende paradigma's zijn soms **incommensurabel** — ze zijn zo verschillend dat wetenschappers aan weerszijden letterlijk niet meer helemaal hetzelfde bedoelen met dezelfde termen, of niet dezelfde dingen “zien” in hetzelfde experiment. Dit deed sommigen (ten onrechte, vond Kuhn zelf) concluderen dat hij wetenschap tot iets **relativistisch** maakte — alsof paradigma's slechts andere “verhalen” zijn zonder dat er echte vooruitgang is.

Waarom dit ertoe deed

Kuhn introduceerde ook de term “paradigmaverschuiving” zelf — inmiddels zo ingeburgerd (en overgebruikt, ook buiten wetenschap, denk aan bedrijfsjargon) dat mensen soms vergeten waar het vandaan komt. Zijn diepere punt: wetenschap is niet alleen een logisch, rationeel proces (zoals Popper het schetste), maar ook een **sociologisch** proces — gedreven door gemeenschappen, overtuigingskracht, generatiewissels, en soms zelfs macht binnen instituten.

Interessant genoeg vond Kuhn zelf dat hij vaak verkeerd begrepen werd als “anti-wetenschap” of relativist — dat was niet zijn bedoeling.

DEEL 4 - DE FALENDE WETENSCHAP

Het zelfcorrigerende karakter van wetenschap wordt vaak geromantiseerd, maar het systeem heeft flinke averij opgelopen. Laat me een paar categorieën onderscheiden: oprechte dwalingen, systematische vooroordelen die als “wetenschap” werden verkocht, en pure fraude.

Wetenschap die misbruikt werd voor ideologie

- **Eugenetica (eind 19e - 20e eeuw)**: gepresenteerd als serieuze wetenschap, gebruikt om gedwongen sterilisatie te rechtvaardigen (VS, Zweden, en later op gruwelijke schaal door nazi-Duitsland). Gebaseerd op slecht begrepen genetica en flink wat vooringenomen aannames over ras en klasse.

- **Frenologie**: schedelvorm zou karakter en intelligentie voorspellen — decennialang serieus genomen, ook gebruikt om raciale hiërarchieën te “onderbouwen”.

³ **Incommensurabel** betekent letterlijk “onderling onmeetbaar” of “zonder gedeelde maatstaf”. Het wordt gebruikt wanneer twee grootheden, theorieën of situaties zo fundamenteel van elkaar verschillen dat ze niet met dezelfde objectieve maatstaf kunnen worden vergeleken of gemeten

- **Wetenschappelijk racisme** breder: 19e/vroeg-20e-eeuwse antropologen en biologen construeerden vaak actief data om vooraf bestaande raciale vooroordelen te bevestigen.

Beroemde fraudegevallen

- **Pitldown Man (1912)**: een zogenaamd “ontbrekende schakel”-fossiel in Engeland, later (1953) ontmaskerd als een bewuste vervalsing — een mensenschedel gecombineerd met een orang-oetankaak, kunstmatig verouderd. Meer dan 40 jaar geloofd door de wetenschappelijke gemeenschap.

- **Andrew Wakefield (1998)**: publiceerde in *The Lancet* een studie die een link suggereerde tussen het BMR-vaccin en autisme. Later bleek de data gemanipuleerd, en had hij een verzwegen financieel belangenconflict. Het artikel werd in 2010 ingetrokken en hij verloor zijn medische licentie — maar de schade aan vaccinatiegraad en het anti-vaxbeweging-narratief is tot vandaag voelbaar.

- **Diederik Stapel** (Nederlandse sociaal psycholoog, ontmaskerd 2011): verzon jarenlang complete datasets voor tientallen gepubliceerde studies. Een van de grootste fraudezaken in de psychologie.

De “replicatiecrisis” (sinds ~2010)

Minder pure fraude, meer een structureel probleem: toen onderzoekers systematisch probeerden bekende psychologische en biomedische studies te reproduceren, bleek een groot deel van de resultaten **niet reproduceerbaar**. Oorzaken:

- **P-hacking**: net zo lang met data spelen tot je een statistisch significant resultaat ($p < 0,05$) krijgt
- **Publicatiebias**: tijdschriften publiceren vooral positieve, spannende resultaten — nulresultaten belanden in de la
- Druk om te publiceren (“publish or perish”) die kwaliteit ondermijnt

Recentere gevallen

Er zijn ook actuele zaken — bijvoorbeeld rond Alzheimer-onderzoek, waar in 2022 gemanipuleerde beeldjes werden ontdekt in invloedrijke studies over amyloïde plaques, die jarenlang mede de onderzoeksrichting (en miljarden aan financiering) hebben gestuurd. Ik kan dit voor je opzoeken als je de details wil, want dit is relatief recent en ik wil zeker zijn dat ik de laatste stand van zaken geef.

De kern

Het geruststellende punt is: bijna al deze gevallen werden uiteindelijk **wél** ontdekt — vaak door andere wetenschappers die probeerden te repliceren of onregelmatigheden opmerkten. Het systeem faalt soms hard en lang, maar de zelfcorrectie, hoe traag ook, werkt uiteindelijk wel.

DEEL 5 - DE BEDREIGING

Dit is dus echt geen theoretisch probleem meer — de cijfers zijn de laatste maanden verontrustend concreet geworden.

De harde cijfers

Een grote studie in **The Lancet**, gepubliceerd in mei 2026, doorzocht bijna 2,5 miljoen biomedische papers met 97 miljoen citaties op PubMed Central. De uitkomst: in 2023 bevatte 1 op de 2.828 papers minstens één nep verwijzing, in 2025 was dat al 1 op 458, en in de eerste zeven weken van 2026 was het opgelopen tot 1 op 277 papers. Dat is een meer dan twaalfvoudige stijging in drie jaar tijd.

Een ander onderzoek, gepubliceerd op arXiv, vond specifiek een scherpe stijging van valse, niet-bestaande citaties in serieuze wetenschappelijke papers, vooral vanaf medio 2024 — met naar schatting 146.900 gehallucineerde citaties verspreid over vier grote wetenschappelijke repositories: arXiv, bioRxiv, SSRN en PubMed Central.

Wat het meest verontrust: het is niet toevallig

- **Timing:** de stijging ging “verticaal” in 2024, kort nadat AI-tools breed werden ingezet in onderzoek — een duidelijk causaal patroon, niet alleen correlatie.
- **Moeilijk te detecteren:** de gefabriceerde referenties waren “niet duidelijk defect” — ze gingen over specifieke onderwerpen, waren correct geformatteerd, toegeschreven aan echte onderzoekers, en droegen plausibele publicatiedata. Dat maakt ze verraderlijker dan pakweg Piltown Man, waar je uiteindelijk een fysiek object kon onderzoeken.
- **Zelfs bij elite peer review:** bij NeurIPS 2025, de belangrijkste AI-conferentie, vond een analyse van GPTZero minstens 100 bevestigde gehallucineerde citaties verspreid over 53 papers — ongeveer 1% van de geaccepteerde werken — ondanks grondige peer review door 3-5 experts per paper.
- **Sociale scheefheid:** opvallend genoeg blijkt dat vooral jonge onderzoekers en kleine teams deze valse citaties gebruikten, en dat hun productiviteit sindsdien ongeveer verdrievoudigd is — en hallucinaties bevoordeelden onevenredig vaak al prominente, mannelijke wetenschappers, wat bestaande ongelijkheden in de wetenschap dus zelfs kan versterken.

Waarom dit fundamenteel anders is dan eerdere fraude

Stapel of Wakefield waren individuen die bewust logen. Dit is iets anders: het merendeel van de papers bevatte slechts één of twee gefabriceerde citaties op tientallen echte referenties, wat suggereert dat de meeste gevallen onbedoeld zijn — onderzoekers die AI gebruikten om te schrijven of te zoeken, en de output niet controleerden. Dit is dus geen kwaadwillige fraude maar **systemische erosie van zorgvuldigheid**, verspreid over duizenden auteurs tegelijk in plaats van geconcentreerd bij enkelen.

En het punt over “vervlakking van data”

Dat raakt aan iets breders: de academische wereld wordt overspoeld met AI-gegenereerde “slop” — een golf van synthetische papers, citaties en datasets die journals binnendringen, tot het punt dat als zelfs onderzoekers die gespecialiseerd zijn in LLM's (Large Language Models) AI-gegenereerde fabricaties niet betrouwbaar kunnen detecteren in hun eigen review-proces, het probleem systematisch is, niet geïsoleerd.

Het venijnige hier: peer review, hét zelfcorrigerende mechanisme dat we net bespraken bij Stapel en Wakefield, blijkt tegen dit type fout minder effectief — juist omdat de fouten er plausibel en professioneel uitzien.

Prima, laten we ze in volgorde nemen — eerst de tegenmaatregelen, dan de doemdenkers, en aan het eind leg ik hoe ze eigenlijk hetzelfde onderliggende probleem raken.

De tegenmaatregelen

Er wordt hard gewerkt aan detectie, maar het is een kat-en-muisspel dat de wetenschap voorlopig lijkt te verliezen.

- **Detectietools:** platforms zoals GPTZero's "Hallucination Check" scannen documenten op citaties die niet gekoppeld kunnen worden aan echte bronnen. Bij ICLR 2026 (een topconferentie) werden zo tientallen gehallucineerde citaties gevonden in slechts 300 van de 20.000 ingediende papers — en volgens het eigen redactiebeleid van ICLR is zelfs één duidelijke hallucinatie al genoeg reden om een paper af te wijzen.
- **Herkenbare foutpatronen:** analisten zien terugkerende signalen — auteursinitialen die niet overeenkomen met volledige namen, titels die elementen van meerdere echte papers vermengen, DOI's die naar totaal andere documenten verwijzen, of tijdschriften die wel bestaan maar het geciteerde artikel nooit publiceerden.
- **Uitgeversbeleid:** sommige uitgeverijen (Elsevier, Springer worden genoemd) beginnen papers met een hoog percentage AI-gegenereerde inhoud te weren, al is de handhaving nog ad hoc. Tijdschriften beginnen ook verplichte openheid over AI-gebruik te eisen.
- **Het pijnlijke probleem:** zelfs gespecialiseerde AI-onderzoekstools hallucineren nog altijd 15-33% van citaties, en zelfs geavanceerde "retrieval-augmented" systemen — die expliciet ontworpen zijn om bronnen op te zoeken in plaats van te verzinnen — falen nog in ongeveer 1 op de 6 zoekopdrachten zonder extra verificatielagen.

Het kernprobleem blijft: **peer review is niet ontworpen om dit te vangen**. Reviewers checken methodologie, originaliteit en resultaten — niet of elke referentie daadwerkelijk bestaat. Dat gat bestond altijd al, maar wordt nu kritiek omdat AI duizenden plausibele fabricaties sneller kan genereren dan mensen ze kunnen verifiëren.

En de doemdenkers

Het is geen monoliet — verschillende soorten scepsis, verschillende oorzaken

Cross-cultureel onderzoek (24 landen, sociaalpsycholoog Bastiaan Rutjens, UvA) vond dat wetenschapsscepsis behoorlijk heterogeen is. Wat de ene vorm van scepsis goed voorspelt, zegt weinig over een andere:

- **Klimaatscepsis** hangt vooral samen met **politieke oriëntatie** — vooral conservatisme. Je vindt hier weinig twijfelaars aan de progressieve kant van het spectrum.
- **Vaccinatiescepsis en scepsis over genetische modificatie** volgen een heel ander patroon — daar speelt politieke voorkeur nauwelijks een rol, en vind je scepsis aan beide kanten van het spectrum. Verrassend genoeg bleek **orthodoxe religiositeit** hier de sterkste voorspeller, sterker zelfs dan politieke voorkeur of kennis van wetenschap zelf.

Dat betekent dus: je kunt niet één aanpak hebben tegen "wetenschapsscepsis" — een klimaatontkenner overtuigen vraagt een andere strategie dan een vaccinsceptische ouder.

Hoe groot is het probleem eigenlijk?

Hier is een nuance die misschien verrast: onderzoek onder Amerikanen laat zien dat klimaatscepsis relatief **stabiel blijft of zelfs licht afneemt** — ongeveer 30% van Amerikanen gelooft dat opwarming door natuurlijke oorzaken komt, een cijfer dat vrij constant bleef. Het is dus niet per se een groeiend probleem in aantallen. Maar de onderzoeker voegt een cruciale kanttekening toe: kleine groepen die het bewijs verwerpen kunnen zich **onevenredig luid laten horen** en zo politieke invloed uitoefenen — het gaat dus niet alleen om hoeveel mensen twijfelen, maar hoeveel macht die twijfel krijgt.

Het punt over de maatschappelijke zuil

Dit raakt precies de kern van wat onderzoekers “de vertrouwenscrisis van de wetenschap” noemen. Er zit een lastig dilemma in: wetenschappers kunnen zich niet meer simpelweg beroepen op autoriteit (“luister naar mij, ik ben de expert”) en moeten zorgen van het publiek serieus nemen — maar wat als die zorgen verpakt worden in wetenschappelijk **klinkende**, maar feitelijk onjuiste argumenten? Dan raak je verstrikt in een pseudo-wetenschappelijk debat waar je eigenlijk niet in wil zitten.

En hier is een venijnig mechanisme dat direct aansluit bij ons AI-gesprek van net: onderzoek wijst uit dat wanneer mensen **tegenstrijdige informatie** krijgen en niet weten hoe ze feit van fictie moeten scheiden, het risico bestaat dat ze **helemaal afhaken** — en geen van beide kanten meer geloven. Dat is precies waar de AI-hallucinatiemocratie in de wetenschap dit erger kan maken: niet omdat mensen ineens overtuigd raken van complottheorieën, maar omdat de constante ruis mensen doet besluiten dat “je toch niets meer kan vertrouwen” — een soort epistemisch opgeven.

De verbinding met de eerdere vraag

De dreiging zit niet alleen in **desinformatie van buitenaf** (klimaatontkenners) of **ruis van binnenuit** (AI-hallucinaties in peer review), maar in hoe die twee elkaar versterken. Als het publiek al ziet dat wetenschappelijke tijdschriften zelf citaten bevatten die niet bestaan, wordt het argument “vertrouw de wetenschap, het is zelfcorrigerend” een stuk lastiger te verkopen aan iemand die al sceptisch was. De doemdenker en de AI-ruis vreten dus aan dezelfde pijler: het idee dat er een betrouwbaar, gedeeld fundament van feiten bestaat waar we allemaal vanuit kunnen redeneren.

Hoe krijgen we de mensen terug?

Eerlijke vraag, en het onderzoek geeft gelukkig wel concrete aanknopingspunten — al is er geen wondermiddel.

Het onderzoek geeft een aantal concrete aanknopingspunten — maar ook een paar tegenintuïtieve waarschuwingen.

Wat wél werkt

- **Wetenschap dichterbij brengen.** Onderzoek van UvA-psycholoog Većkalov vond dat zelfs bij sceptici het vertrouwen toeneemt wanneer wetenschap **persoonlijk en urgent** wordt gemaakt. De kern is psychologische afstand: hoe verder wetenschap voelt van iemands eigen leven, hoe minder vertrouwen. Wetenschappers tonen als mensen uit de buurt, die de

relevantie voor de dagelijkse praktijk snappen en bereid zijn het gesprek aan te gaan, verlaagt wantrouwen over de hele linie.

- **Erkennen dat het per onderwerp verschilt.** Er is geen “generiek wantrouwen” te repareren — bij klimaat speelt politieke identiteit, bij vaccins en biotech spelen wereldbeeld en religiositeit. Eén boodschap voor iedereen werkt dus niet.

- **Begin bij gedeelde waarden, niet bij feiten.** Mensen laten zich vaker overtuigen door wie de boodschapper is en hoe de boodschap emotioneel aankomt dan door de feiten zelf. Een gesprek starten vanuit gedeelde zorgen (gezondheid van dierbaren, een sterke economie) werkt beter dan meteen met cijfers te schermen.

De contra-intuïtieve waarschuwing

Recent (maart 2026) betogen Radboud-onderzoekers iets scherp: **pogingen om vertrouwen actief te “herstellen” kunnen averechts werken.** Hun punt: wetenschap is in de kern **georganiseerde scepsis** — twijfel, weerlegging, voortdurend bijstellen (denk terug aan Popper). Als je vanuit universiteiten een campagne voert om “vertrouwen te herstellen”, kom je over als PR in plaats van als eerlijke, zelfkritische kennisvorming — en dat ondermijnt precies het soort geloofwaardigheid dat je zoekt.

Een scherpe stem in dit debat: transparantie over problemen, niet verhullen ervan. Het idee is: zwijgen over fraude, retracties, of AI-hallucinaties uit angst voor imagoschade werkt averechts — juist het bespreken en oplossen van misstanden (zoals we bij Stapel, Wakefield, en de recente AI-citatiecrisis zagen) toont dat het systeem functioneert. Vergelijk het met een journalist die corruptie in de politiek niet verzwijgt uit angst het vertrouwen in democratie te schaden.

Een nuance

Het chronisch hoge algemene vertrouwen in wetenschap (rond 90%) is eigenlijk een beetje misleidend cijfer — het zegt weinig over hoe mensen zich concreet gedragen bij specifieke keuzes (een vaccin nemen, klimaatbeleid steunen). Dus de vraag “hoe krijgen we mensen terug” is eigenlijk verkeerd gesteld als je uitgaat van één grote groep afvalligen — het gaat vaker om **specifieke, hardnekkige clusters** rond specifieke thema's, die onevenredig veel invloed hebben.

Samengevat: geen kwestie van overtuigen, maar van vertrouwen verdiénen

Persoonlijk, dichtbij, eerlijk over fouten, en zonder de illusie dat één perfecte boodschap iedereen zal bereiken — dat is zo'n beetje de rode draad die uit dit onderzoek komt.

DEEL 6 - DE TOEKOMST

De toekomst van de wetenschappelijke methode is zeker een verhaal met twee kanten die tegelijk spelen: reële bedreigingen én reële kansen op vernieuwing.

Wat er onder druk staat

- **De reproduceerbaarheidscrisis** blijft een structureel probleem, vooral in psychologie, biomedische wetenschap en delen van de sociale wetenschappen. Publicatiedruk en het “publish or perish”-systeem belonen nieuwe, opvallende resultaten boven zorgvuldige replicatie.

- **AI als bedreiging:** zoals net gehoord, gegenereerde data, plausibel klinkende maar verzonnen literatuurverwijzingen, en peer review die overspoeld raakt door AI-geassisteerde (soms zwakke) papers. Er zijn al gevallen bekend van “paper mills” die AI gebruiken om massaal pseudo-wetenschappelijke artikelen te produceren.
- **Vertrouwenscrisis:** wetenschap wordt steeds meer politiek instrumenteel gemaakt, wat het publieke vertrouwen in het proces zelf aantast, los van de inhoud.
- **Complexiteit:** sommige moderne wetenschap (klimaatmodellen, deep learning zelf, genomics) is zo complex dat “iedereen kan het narekenen” — een kernidee van de methode — steeds moeilijker haalbaar wordt.

Wat wordt er als kans gezien?

- **Open science-beweging:** preregistratie van hypotheses, open data, open code. Dit pakt direct de reproduceerbaarheidscrisis aan.
- **AI als hulpmiddel** (in plaats van bedreiging): versneld literatuuronderzoek, hypothesegeneratie, patroonherkenning in enorme datasets (zoals bij eiwitvouwing), en zelfs geautomatiseerde experimenten in “self-driving labs”.
- **Nieuwe vormen van peer review:** post-publicatie review, open commentaar, geautomatiseerde statistische controles op papers vóór publicatie.
- **Citizen science en gedistribueerde methoden**, die de klassieke gecentraliseerde onderzoeksstructuur aanvullen.

Conclusie

In het afgelopen uur van Wetenschap Op Woensdag hebben we veel geleerd over de manier hoe wetenschappers en de wetenschap werken. We weten nu, dat bedenken, proberen en falen een belangrijk deel uitmaakt van de wetenschappelijke methode. Dus als een wetenschapper verkeerd ligt met zijn stelling en er wordt het tegendeel bewezen, dan hoort dit bij het systeem. Dan is het geen bewijs dat wetenschap niet juist of helemaal nep is, maar het maakt deel uit van de methode. Tot een voorwerp waterdicht bewezen is. Wetenschap zit in de mens, in de menselijke manier van leven, over de eeuwen heen door. We hebben altijd wetenschap bedreven, en zullen dit ook in toekomst doen. Ook als het een stuk moeilijker wordt omdat er ai bij gekomen is. Ook als het een stuk moeilijker wordt om de reden dat er meer en meer mensen beginnen niet meer in de wetenschap te geloven. Het zijn mensen die producten gebruiken, die alleen door wetenschappelijk werk mogelijk zijn om in sociale groepen op het internet twijfelachtige boodschappen te lezen en te verspreiden. Wetenschap is geen mening, maar het hele traject beginnend met een stelling, een hypothese, over onderzoek naar verschillende kanten tot en met uiteindelijk de verificatie gelukt is. Of misschien ook niet. Misschien is ook het tegendeel bewezen. Maar, en dat is belangrijk, het is uiteindelijk bewezen.

EPILOOG

Omtrek van de aarde...

De Griekse wetenschapper Eratosthenes berekende de omtrek van de aarde in 240 v.Chr. met twee palen. Hij gebruikte de schaduw van een paal in Alexandrië en de

bekende afstand tot de stad Syène (het huidige Asoen). Zo bepaalde hij de hoek van de zon en de werelddol. [1, 2, 3]

Dit is hoe het slimme experiment werkt:

1. Het idee

Omdat de aarde rond is, schijnt de zon in twee steden onder een andere hoek.

- Analogie: Zet een lange prikker in het midden van een grote ronde sinaasappel. Steek een tweede prikker aan de zijkant in de sinaasappel. De schaduwen van de prikkers zijn nu anders.

2. De meting

- Op de langste dag van het jaar (de zomerzonnnewende) stond de zon in de stad Syène precies loodrecht. Een paal gaf daar geen schaduw.
- Precies op datzelfde moment mat Eratosthenes in Alexandrië (noordelijker) wel een schaduw van een paal.
- Hij mat de lengte van deze schaduw en berekende de hoek van de zonnestralen. Deze hoek was ongeveer 7,2 graden. [1, 2]

3. De berekening

- Een hele cirkel is 360 graden.
- De hoek van 7,2 graden past precies $(360 \div 7,2 = 50)$ keer in een hele cirkel.
- De afstand tussen Syène en Alexandrië was bekend. Dit was ongeveer 800 kilometer (5000 *stadia* in die tijd).
- Omdat de afstand precies in een hele cirkel past, vermenigvuldigde hij de afstand met 50.
- Totale omtrek = $(50 \times 800 \text{ km}) = 40.000 \text{ km}$. [1]

De werkelijke omtrek van de aarde is over de polen gemeten ongeveer 40.008 kilometer en bij de evenaar ongeveer 40.075 kilometer. De oude Grieken zaten er dus al bijna precies op. [1, 2]

Meer details over de precieze afstand en de geschiedenis vind je op de [Wikipedia-pagina over Eratosthenes](#).

Wil je zelf een keertje de omtrek van de aarde berekenen? Ik kan je de **formules geven**, je helpen om de **juiste hoek te bepalen**, of een **rekenvoorbeeld op maat** maken.

LINKS

[Systeem \(wetenschap\) - Wikipedia](#)

[Wetenschappelijke methode - Wikipedia](#)

[Karl Popper - Wikipedia](#)

[Eratosthenes - Wikipedia](#)
[Podcast over Spookreviews](#)