

Begripsdefinitie

Feit:

- Een verifieerbaar waargenomen verschijnsel.
Hierbij heeft *verifieerbaar* bij voorkeur betrekking op zowel de waarneming als het verschijnsel.
 - Een *verifieerbare waarneming* herken je bijvoorbeeld aan deugdelijke rapportage door meerdere onafhankelijke waarnemers die daarover (nog) geen gegevens hebben uitgewisseld.
 - Een *verifieerbaar verschijnsel* is bijvoorbeeld:
 - iets wat naar willekeur kan worden herhaald, zoals het vallen van een opgeraapt en losgelaten steentje;
 - een vanzelf al dan niet regelmatig terugkerend verschijnsel, zoals dag en nacht, volle maan, regenbuien;
 - een vaak voorkomend eenmalig ☺ verschijnsel, zoals een vallende ster.

Waarheid:

- Allereerst dient men een feit zo wie so als waarheid aan te merken.
- Tevens moet de wiskunde (*wis = zeker*), inclusief de propositielogica, als een (abstracte) waarheid worden beschouwd. De wiskunde is namelijk een volkomen consistent geheel zonder enige innerlijke tegenstrijdigheid en er is nog nooit een verschijnsel waargenomen dat ermee in strijd is.
- Verder moet alles wat wiskundig of logisch volgt uit een of meer reeds bekende waarheden en wat met geen enkele bekende waarheid in strijd is worden beschouwd als een waarheid.
- *Twee waarheden kunnen elkaar nooit tegenspreken* [Galileo Galilei].

N.B. Om lastige taalkundige constructies te voorkomen wordt een verzameling van meerdere waarheden hieronder als enkelvoudige waarheid aangemerkt, zodat de meervoudsvorm niet per se noodzakelijk is. Dit geldt soortgelijk voor "premissen" en eventuele andere termen.

Natuurwet/axioma/postulaat:

- Een in de verschijnselen voorkomende standvastige regelmatigheid waarvan we de onderliggende oorzaak niet uit een reeds bekende waarheid kunnen afleiden, maar waarvan we zeggen: *Zo is het nu eenmaal*.
- Een natuurwet/axioma/postulaat moet als een waarheid worden gezien.

Inductie ("invoering"):

- Het tot natuurwet/axioma/postulaat verklaren van een in de feiten geconstateerde wetmatigheid waarvan de onderliggende oorzaak onbekend is.
- Een wetmatigheid is iets onbeïnvloedbaars wat in alle betreffende experimenten altijd wél en nooit niét gebeurt, waarbij het aantal constateringenvoldoende is om te kunnen zeggen: *Dit kán geen toeval zijn*.
- Inductie geeft echter geen absolute zekerheid omtrent de fundamentele correctheid.

Je hebt bijvoorbeeld al 100 000 steentjes opgeraapt en losgelaten en ze bleken allemaal te vallen, maar dat geeft geen absolute zekerheid omtrent steentje nr. 100 001 en al die vele vele andere steentjes op aarde die nog nooit aan een dergelijk experiment zijn onderworpen. Maar jij bent er toch óók van overtuigd dat ze allemaal wel degelijk zullen vallen als je ze zou oprapen en weer loslaten? En je wéét écht niet of die dure antieke vaas bij jou thuis na een val van dat wankel tafeltje aan diggelen zal gaan, dat is immers gelukkig nog nooit gebeurd, maar tóch moet iedereen ervan afblijven, nietwaar?

In de moderne natuurkunde wordt normaal gesproken de zogeheten vijf-sigma grens gehanteerd en dat komt overeen met een onzekerheid van minder dan één op drieënhalve miljoen, wat een indicatie is van de kans dat het waargenomen verschijnsel tóch een toevallige gebeurtenis zou kunnen zijn geweest.

- Een door inductie verkregen natuurwet/axioma/postulaat moet als waarheid worden beschouwd totdat eventuele nieuwe feiten aanleiding geven tot nadere precisering of uitzonderingen.

Deductie ("afleiding"):

- Het trekken van conclusies en het vaststellen van gevolgen die noodzakelijkerwijs en onbetwistbaar volgen uit bepaalde uitgangspunten (premissen).
- Deductie geeft absolute zekerheid, maar alleen een ware premisse garandeert een ware conclusie.
- Deductie is éénrichtingsverkeer: de conclusie volgt met zekerheid uit de premisse, doch de weg terug biedt beslist geen zekerheid: *Als het regent wordt per se het dak nat, maar een nat dak duidt niet per se op een regenbui, aldus de brandweerman*.

Afleiding/derivatie:

- *Derivatie* betekent letterlijk het laten wegstromen (van een vloeistof, vgl. *rivier*) en *afleiden* is een adequate vertaling van het Latijnse *deducere* (wat ook *naar beneden brengen* betekent). Met *afleiding* bedoelt men echter meestal *derivatie* en dat betreft dan zowel inductie als deductie, dus het gehele traject vanaf de verschijnselen tot en met de eindconclusie. Isaac Newton schreef minstens één keer: *ex phænomenis deducere* = uit de verschijnselen afleiden, waarmee hij duidelijk ook *derivatie* bedoelt.

Reductie ("herleiding, het terugbrengen"):

- Wiskundig: het vaststellen van een premisse waaruit een of andere (gewenste) conclusie volgt.
- Natuurkundig: het bepalen van een mogelijke onderliggende oorzaak van een waargenomen verschijnsel.
- Een gewenste conclusie kan een hypothese of veronderstelling zijn waarvoor men bevestiging zoekt door hem ergens uit af te leiden.
- Reductie levert nooit zekerheid, het is géén vorm van bewijs. Het levert slechts de *mogelijkheid* dat de gevonden premisse aan de veronderstelde waarheid ten grondslag *zou kunnen* liggen.
- Normaal gesproken wordt van dergelijke premissen de meest voor de hand liggende als oorzaak van een verschijnsel beschouwd totdat nieuwe feiten dit tegenspreken of verfijning noodzakelijk maken.

Stelling/theorema:

- Een uitspraak/bewering/propositie die middels deductie volgt uit een natuurwet/axioma/postulaat of uit een reeds bekende stelling.
- Een stelling/theorema dient als waarheid te worden beschouwd.

Vermoeden:

- Een vermeende waarheid die met geen enkele bekende waarheid in strijd is en ook niet kan worden gededuceerd uit bekende waarheden.

Hypothese:

- Een vermoedelijke natuurwet op basis van een kennelijke wetmatigheid in een verschijnsel dat te sporadisch is om geloofwaardige inductie te kunnen toepassen (vijf-sigma beslist onhaalbaar).
Mijns inziens zou het gebruik van de term *hypothese* hiertoe moeten worden beperkt en zelf doe ik stinkend mijn best me hieraan te houden.

Veronderstelling:

- Een uitspraak/bewering/propositie, waarop dan ook gebaseerd, die niet door inductie of deductie is afgeleid uit bekende waarheden, maar er ook niet mee in strijd is en dus niet zonder meer als onjuist kan worden bestempeld, dienend als mogelijke oorzaak van een verschijnsel.

Bedenksel:

- Een willekeurige uitspraak/bewering/propositie die geen relatie heeft met welke reeds bekende waarheid dan ook en daar ook beslist niet uit is afgeleid, oftewel een ongefundeerde veronderstelling.
- Synoniemen: verzinsel, fantasieersel, duimzuigsel, etc.
- *Bedenken* is beslist iets anders dan *nadenken*.
- Je kunt natuurlijk wel door een willekeurige fantasie of incidentele waarneming schijnbaar vanuit het niets ineens op een goed idee komen, maar om daar enige wetenschappelijke waarde aan te kunnen hechten moet dat vervolgens deugdelijk worden uitgewerkt en onderbouwd met feiten.

Verder:

- Elke *verklaring* lokt de volgende uit, hetgeen áltijd resulteert in: *Tja, dat is nou eenmaal doodgewoon zo.*
- Een wiskundige (abstracte) waarheid kan op zichzelf staan en hoeft geen (directe) relatie te hebben met enig natuurkundig verschijnsel.
- Een wiskundige onmogelijkheid moet men echter ook als natuurkundig onmogelijk beschouwen.

Isaac Newton:
Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica
 (ed. 3, 1726)
 Liber Tertius.

Regulæ philosophandi.

REGULA I.

Causas rerum naturalium non plures admitti debere, quam quæ & veræ sint & earum phænomenis explicandis sufficient.
 Men moet niet meer oorzaken van natuurlijke dingen toelaten, dan hetgeen én waar is én voldoende om de verschijnselen te verklaren.

REGULA II.

Ideoque effectuum naturalium ejusdem generis eadem assignandæ sunt causæ, quatenus fieri potest.
 Aan gelijksoortige natuurlijke effecten moeten gelijksoortige oorzaken worden toegewezen, voor zover dat mogelijk is.

REGULA III.

Dualitatis corporum quæ intendi & remitti nequeunt, quæque corporibus omnibus competunt in quibus experimenta instituere licet, pro qualitatibus corporum universorum habende sunt.
 Wat van een lichaam noch kan worden versterkt, noch verzwakt, terwijl het voorkomt bij alle lichamen waarmee experimenten kunnen worden uitgevoerd, dient als universele eigenschap van die lichamen te worden beschouwd.

Regula IV.

In philosophia experimentalis, propositiones ex phænomenis per inductionem collectæ, non obstantibus contrariis hypothesebus, pro veris aut accurate aut quamproxime haberi debent, donec alia occurrerint phænomena, per quæ aut accuratiores reddantur aut exceptionibus obnoxia.
 Hoc fieri debet ne argumentum inductionis tollatur per hypotheses.
 In de experimentele wetenschap moeten door inductie uit de verschijnselen verzamelde stellingen, niettegenstaande andersluidende veronderstellingen, als waar of accuraat of bijna juist worden beschouwd, totdat andere verschijnselen optreden waardoor ze ofwel kunnen worden verbeterd dan wel aan uitzonderingen moeten worden onderworpen.
 Daarom moet een door inductie verkregen stelling niet worden ontkend middels veronderstellingen.

Newton's magnum opus eindigt met het

SCHOLIUM GENERALE

waarin staat:

Rationem vero harum gravitatis proprietatum ex phænomenis nondum potui deducere, & hypotheses non fingo.
 Maar de oorzaak van deze eigenschappen van de zwaartekracht heb ik nog niet uit de verschijnselen kunnen afleiden, en ik verzin geen hypothesen.

Gezien de term fingo (*ik verzin*) staat er dus eigenlijk zo iets als:
Ik weet het niet en dat is dan zo, maar ik zuig niks uit mijn duim.

Newton's visie is klip-en-klaar: je moet afleiden uit de verschijnselen en geen veronderstellingen (verzinsels) presenteren alsof het waarheden zijn.

Newton's regel 1 is eigenlijk het zogeheten *scheermes van Ockham/Occam* (1287-1347) dat overigens reeds door Aristoteles was beschreven. Het stelt dat je zo weinig mogelijk aannames moet doen en dat de eenvoudigste verklaring de meest plausibele is. Al het overbodige moet worden "weggeschoren".

Paul Dirac (1902-1984) stelde dat je moet opteren voor *mathematical beauty*, wiskundige schoonheid, waarbij hij o.a. Newton's eenvoudige wet van de zwaartekracht (die door Newton zelf nooit wet is genoemd) vergeleek met Einsteins ingewikkelde algemene relativiteitstheorie, die hij wiskundig veel mooier vond. Newton's formule is daarvan eigenlijk een vereenvoudigde versie die alleen nauwkeurig is voor niet al te zware hemellichamen.

Ja, de *theorie* van Einsteins is een verbetering van deze *wet* van Newton. Ze zou relativiteitsconclusie moeten heten! Einstein heeft zich keurig gehouden aan Newtons Regulæ philosophandi. Hij heeft niets verzonnen of zo maar verondersteld, hij heeft afgeleid uit ervaringsfeiten. Albert en Isaac zouden dikke maatjes zijn.

Albert Einstein:

On the Method of Theoretical Physics, The Herbert Spencer Lecture, delivered at Oxford (1933-06-10).

https://en.wikiquote.org/wiki/Albert_Einstein

It can scarcely be denied that the supreme goal of all theory is to make the irreducible basic elements as simple and as few as possible without having to surrender the adequate representation of a single datum of experience.

Google Translate:

Het valt nauwelijks te ontkennen dat het allerhoogste doel van alle theorie is om de onherleidbare basiselementen zo eenvoudig en zo min mogelijk te maken zonder de adequate representatie van één enkel ervaringspunt op te geven.

Met andere woorden:

Het streven van de wetenschap is om de natuurwetten (waarvan we geen onderliggende oorzaak kennen) tot een zo eenvoudig mogelijk minimum te beperken zonder afbreuk te doen aan ook maar één enkel ervaringsfeit.

In diezelfde lezing stelde hij ook:

Our experience hitherto justifies us in trusting that nature is the realization of the simplest that is mathematically conceivable. I am convinced that purely mathematical construction enables us to find those concepts and those lawlike connections between them that provide the key to the understanding of natural phenomena. Useful mathematical concepts may well be suggested by experience, but in no way can they be derived from it. Experience naturally remains the sole criterion of the usefulness of a mathematical construction for physics. But the actual creative principle lies in mathematics. Thus, in a certain sense, I take it to be true that pure thought can grasp the real, as the ancients had dreamed.

Onze ervaring rechtvaardigt ons tot nu toe te vertrouwen dat de natuur de realisatie is van het eenvoudigste dat wiskundig denkbaar is. Ik ben ervan overtuigd dat een puur wiskundige constructie ons in staat stelt om die concepten en die wetmatige verbanden daartussen te vinden die de sleutel vormen tot het begrijpen van natuurlijke verschijnselen. Bruikbare wiskundige concepten kunnen door ervaring worden gesuggereerd, maar kunnen er op geen enkele manier uit worden afgeleid. Ervaring blijft natuurlijk het enige criterium van het nut van een wiskundige constructie voor natuurkunde. Maar het eigenlijke creatieve principe ligt in de wiskunde. In zekere zin neem ik dus aan dat zuivere gedachte de werkelijkheid kan bevatten, zoals de Ouden hadden gedroomd.

Dit komt enigszins neer op:

De natuur functioneert conform de regelen der wiskunde. Op basis van de verschijnselen maak je een eenvoudig en zo mooi mogelijk wiskundig model dat je verder wiskundig uitwerkt en dat heeft niets met fantaseren te maken. De uiteindelijke resultaten moeten echter wel degelijk worden getoetst aan de verschijnselen (die hij vaak aanduidde met de term *ervaring*, waarmee hij in één woord aangeeft dat hij niets verzint en e.e.a. slechts op feiten baseert).

Op <https://einsteinpapers.press.princeton.edu/vol7-doc/313> staat in de tweede alinea op regels 5 t/m 7 In dieser Richtung unternommene Versuche zeigten zwar die Durchführbarkeit dieses Unternehmens, befriedigten mich aber nicht, weil sie auf physikalisch unbegründete Hypothesen gestützt werden mussten. De vertaling hiervan op <https://einsteinpapers.press.princeton.edu/vol7-trans/151> (einde pagina) en <https://einsteinpapers.press.princeton.edu/vol7-trans/152> (bovenaan) is: While attempts in this direction showed the practicability of this enterprise, they did not satisfy me because they would have had to be based upon unfounded physical hypotheses.

N.B. de zinsnede *physikalisch unbegründete Hypothesen* (natuurkundig ongegronde hypotheses) is vertaald als *unfounded physical hypotheses* (ongegronde natuurkundige hypotheses en dat is écht iets anders).

Per saldo zegt Einstein dus net als Newton dat je niets moet fantaseren. En wiskunde bedrijven, edoch de verschijnselen geven de doorslag. Dat is de essentie van wetenschap: zonder duimzuigerij alles snappen wat we om ons heen zien gebeuren.