

Causaal anti-realisme

Een antwoord op problemen met causaal objectivisme

door
Norbert van Ettinger



Scriptie Academische Master Wijsbegeerte

Datum : 06 Juli 2018
Doc : WB_MasterThesis_NvEttinger_0244236_20180706
Begeleider : Niels Van Miltenburg
Studentnummer : 0244236

Voorwoord

Deze these is ingediend bij de faculteit Wijsbegeerte van de Universiteit van Utrecht om te voldoen aan de vereisten voor het behalen van een mastergraad in de filosofie.

Woordenaantal : 23.997

Abstract :

Dit paper gaat over de geloofwaardigheid van *causaal objectivisme*, de idee achter veel theorieën van causaliteit, dat onze causale claims objectieve waarheidscondities hebben. Mentaalafhankelijke eigenschappen in de wereld zouden een causale claim waar maken. Betoogd zal worden dat dit idee niet houdbaar is, getuige het feit dat de theorieën die op *causaal objectivisme* zijn gebaseerd niet voldoen aan voorwaarden qua empirische adequaatheid, naturalisme en empirische beslisbaarheid welke men mag verwachten van theorieën die een objectieve eigenschap of relatie in de wereld beschrijven. In antwoord daarop wordt een alternatief voorgesteld, *causaal anti-realisme* volgens welke een causale bewering niet naar een mentaalafhankelijke eigenschap van de wereld verwijst maar naar voor een spreker saillante verschilmakende factor die in één van de niet verwijzende modellen wordt herkent van een theorie, opgevat als een familie van modellen. Aanverwant wordt gepleit voor *causaal contextualisme* de these volgens welke betekenis en waarheidscondities van causale beweringen niet analyseerbaar zijn zonder verwijzing naar aannames van individuele taalgebruikers.

1 Inhoud

1.1	Introductie	5
1.2	Onderzoeksvraag en verdedigde these	5
1.3	Begrippenverklaring	6
1.4	Paper opbouw	8
2	Beschrijving van het probleem	8
2.1	Natuurwetenschap kan zonder causale notie	8
2.2	Feiten over gebruik causale concept	11
2.2.1	Commonsense begrip van causaliteit	11
2.2.2	Causaliteit in Speciale Wetenschappen	13
2.2.3	Causaliteit in Moderne Fysica	14
3	Problemen met objectieve benaderingen van causaliteit	16
3.1	Reducerend causaal objectivisme	17
3.1.1	Causaal -nomisme versus -singularisme	18
3.1.2	Problemen met regelmatigheidsanalyse van causaliteit	20
3.1.3	Probabilistisch 'Common-Cause-principle' als antwoord	21
3.1.4	Reductie tot fysische processen	23
3.1.5	Inaccuraat reductionistisch causaal objectivisme	25
3.2	Niet reducerend causaal objectivisme	26
3.2.1	Causaal fundamentalisme	26
3.2.1.1	Causaal singularisme in de speciale wetenschappen?	27
3.2.1.2	Nomologische machines en idealiserende fysische wetten	30
3.2.1.3	Praktische bezwaren tegen causale intermediaire modellen	31
3.2.1.4	Filosofisch bezwaar tegen causale intermediaire modellen	32
3.2.1.5	Causaal fundamentalisme mist empirische grond	37
3.2.2	Interventionisme	38
3.2.2.1	Interventies behulpzaam in causale heuristiek	38
3.2.2.2	De counterfactualiteit van Woodward's logische mogelijke interventie	41
3.2.2.3	Interventionist over afwezige causaliteit in fundamentele fysica	48
3.2.2.4	Ook interventionisme faalt als theorie van objectieve causaliteit	48
3.3	Geloofwaardigheid van objectieve causaliteit in geding	49
4	Het alternatief: Causaal Anti-realisme	50
4.1	Beschrijving van causaal anti-realisme	50
4.2	Causaal antirealisme voldoet aan de accuratessevoorwaarde	51
4.2.1	Voorstel voor adequate contextvariante semantiek van causale claims	51
4.3	Causaal anti-realisme: een naturalistische theorie van causaliteit	57
4.3.1	Een theorie van causaliteit zonder metafysica	57
4.3.2	De rol van causale noties in wetenschap verklaard	58
4.3.3	Waarom fysica niet causaal conceptualiseert	59
5	Conclusie	60
6	Bibliografie	62

1.1 Introductie

Dit hoofdstuk van de masterthese introduceert de onderzoeksvraag, de doelstelling en de motivatie. De onderzoeksvraag is of causaliteit een mentaalafhankelijke eigenschap van de wereld is, zodanig dat aan causale uitspraken een objectieve betekenis en waarheidswaarde kan worden toegekend? De doelstelling is de verdediging van het antwoord (de these) dat een causale bewering niet naar een mentaalafhankelijke eigenschap van de wereld verwijst maar naar voor een spreker saillante verschilmakende factor die in één van de niet verwijzende modellen wordt herkend van een theorie, opgevat als familie van modellen. De verdediging van deze these begint met een globale inventarisatie (§2) van de intuïtieve betekenissen die worden toegeschreven aan een bewering als ‘x veroorzaakt y’ en of er empirisch beslisbare condities zijn die een objectieve betekenis en waarheidswaarde van causale claims kunnen garanderen. Dan wordt gekeken hoe wetenschappers de notie begrijpen en gebruiken. Vervolgens (§3) worden tekortkomingen blootgelegd in de drie voornaamste theoretische benaderingen van causaliteit waarin het als een objectieve eigenschap van de wereld wordt beschouwd. Om die tekortkomingen te vermijden wordt tenslotte gepleit voor een anti-realistische benadering van causaliteit (§4) die recht doet aan de contextafhankelijke betekenis en waarheidscondities van causale claims.

1.2 Onderzoeksvraag en verdedigde these

Aristoteles verdedigde een scherp onderscheid tussen beschrijven en verklaren; tussen benoemen van feiten en begrijpen van hun oorzaken (*aitia*). Astronomie beschreef planeetbanen in wiskundige regelmaat, wetenschap zou hun oorzaken moeten benoemen. Aldus schilderde Aristoteles een rijk ontologisch landschap van werk-, vorm-, materiële- en doelloorzaken. Natuurwetenschap is sindsdien causale concepten en causale ontologie niet gunstig gezind geweest. Newton’s mechanica rekende af met doel- en werkoorzaken. Kwantummechanica en relativiteitstheorie torpedeerde de rest. Er is geen oorzaak waarom op moment t een Uraniumatoom vervalt, slechts waarschijnlijkheid. Er zijn geen krachten waarmee men oorzaken kan vereenzelvigen, slechts tijd-ruimte structuren. Hume’s conceptuele analyse anticipeerde op de devaluatie, rekende af met de veronderstelde noodzakelijke verbinding (*the real glue*) tussen oorzaak en gevolg. Onwaarneembaar als die is, kan het niet anders dan psychologische anticipatie zijn. Na herhaalde observatie van oorzaak en gevolg gaan we bij het zien van een oorzaak het gevolg verwachten en als noodzaak op de natuur projecteren. Oorzaak en gevolg in termen van vermogens, krachten of energie linken, werd afgedaan als zinloze substitutie van synoniemen die niets toevoegen. Logisch Positivisten adopteerde Hume’s scepticisme. Ook zij, verwierpen speculaties over de aard en werkelijkheid van causaliteit, zagen geen plaats voor het alledaagse concept ‘oorzaak’ in serieuze wetenschap tenzij het viel te reduceren tot natuurwetten of statistische regelmaat. Maar met hun val zwol de kritiek: speciale wetenschappen zoeken **wel** oorzaken doen **wel**

causale uitspraken. Reductie tot regelmaat zou voor beschrijving van causaal taalgebruik onvoldoende zijn. Nieuwe visies op objectieve causaliteit zijn ten tonele gevoerd: het overdrachtsmodel van Salmon die claimt dat de werkelijke component van causaliteit overdracht van energie tussen oorzaak en gevolg is: het manipulationisme van Woodward volgens welke oorzaken handvatten zijn om effecten te manipuleren: het causaal fundamentalisme van Cartwright waarin de wereld bevolkt wordt door entiteiten met actieve causale capaciteiten. Al deze benaderingen zijn categoriseerbaar onder de titel causaal objectivisme. Mijn **onderzoeksvraag** nu is deze:

*Is **causaal objectivisme** correct; hebben causale claims objectieve waarheidswaarden en zijn causale relaties mentaalafhankelijke eigenschappen van de wereld?*

Het antwoord op deze vraag, en de these die ik verdedig:

***Causaal anti-realisme** [CA]: een causale beweringen verwijst niet naar mentaalafhankelijke, objectieve eigenschappen van de wereld maar naar een voor de spreker interessante verschilmakende factor die wordt herkent in een niet noodzakelijk refererende model van een theorie, begrepen als familie van modellen.*

***Causaal Contextualisme** [CC]: Betekenis en waarheidscondities van causale beweringen zijn niet analyseerbaar zonder verwijzing naar aannames van individuele taalgebruikers.*

1.3 Begrippenverklaring

De term **causaal objectivisme** heeft betrekking op een scala van filosofische doctrines, die de aanname delen dat we in een wereld leven waarin causale relaties onafhankelijk van onze gedachten of ervaring bestaan. In dit paper wordt betoogd dat causaal objectivisme geen houdbare positie is. In plaats daarvan wordt gepleit voor **causaal anti-realisme**; de these dat causale claims niet verwijzen naar mentaalafhankelijke relaties in de wereld, maar betrekking hebben op door een spreker overwogen niet geactualiseerde alternatieve mogelijkheden die deze in een van de modellen van een theorie herkent. Causale claims zijn *counterfactual conditionals*, tegenfeitelijke voorwaardelijkheden (zou p dan q) waarvan waarheid en betekenis afhankelijk zijn van hetgeen de spreker in de achtergrond allemaal gefixeerd houdt in een stilzwijgende ceteris paribus clause. Een kampbeheerder oordeelt dat een barbecueënde kampeerder de verwoesting van het bos heeft veroorzaakt. Hij vergelijkt de actuele wereld met een mogelijke wereld waarin de kampeerder geen barbecue stookt. Zou ceteris paribus de kampeerder niet gebarbecued hebben dan zou het bos nog bestaan. De kampeerder verweert zich en claimt dat de kampbeheerder de verwoesting heeft veroorzaakt. Hij vergelijkt de actuele wereld met een wereld waarin hij een barbecue stookt en de kampbeheerder voor blusmiddelen heeft gezorgd. Zou hij voldoende blusmiddelen voorhanden hebben gegeven dan zou het hele bos niet zijn afgebrand. Ergo, causale

claims hebben geen objectieve waarheidswaarde, maar zijn afhankelijk van wat men in de achtergrond fixeert wanneer men de actuele wereld vergelijkt met een alternatieve mogelijke wereld die men in een of andere theorie herkent en waaruit een ‘oorzaak’ in de betekenis van verschilmakende factor wordt gedestilleerd.

Over Objectiviteit

Beantwoording van de vraag of causale claims een objectieve waarheidswaarde en betekenis hebben is wezenlijk voor een begrip van de rol die causale claims in de wetenschap spelen. Zijn causale claims niet objectief (zoals de verdedigde these luidt) dan behoort hun formulering niet tot de kerndoelen van de beschrijvende wetenschap, in zoverre objectiviteit als ideaal geldt voor wetenschappelijk onderzoek. Dat het laatste controversieel is hoeft de stelling van hierboven niet te raken. Het begrip ‘objectiviteit’ is ambigue en wordt in verschillende betekenissen gebruikt. Objectiviteit van wetenschappelijke claims kan men uitleggen als getrouwheid aan de feiten. Claims zijn objectief als ze feiten natuurgetrouw beschrijven. Nogal wat filosofen (Duhem, Wittgenstein, Kuhn) hebben betoogd dat die relatie tussen observatie en theorie niet zo simpel is. Observaties zouden ‘theoriegeladen’ zijn, en afhangen van de theoretische bril door welke men waarneemt en conceptualiseert. Claimen dat causale claims in de zin van getrouw aan de feiten niet objectief zijn is verder niet zo interessant als het voor geen enkele wetenschappelijke claim of theorie haalbaar is.

Wat ik echter bedoel met ontbrekende objectiviteit in causale claims heeft betrekking op aanwezigheid van persoonlijke (voor)oordelen; ‘Personal Biases’. Dat wetenschap perspectivistisch is, neemt niet weg dat ze resultaten nastreeft die onafhankelijk zijn van individuele voorkeuren of belangen. Streven naar onafhankelijkheid van ‘Personal Biases’ is wat wetenschap doet onderscheiden van andere meer individualistische menselijke activiteiten. Dit is objectiviteit als een vorm van intersubjectiviteit. Voorbeeld bij uitstek om objectiviteit in die betekenis te bereiken is door meting en kwantificering. Een Eskimo en een Mexicaan kunnen van mening verschillen of het warm is terwijl beiden accepteren dat het 21°C is. Laatstgenoemde is relatief aan standaarden en conventies voor hun gebruik. Het is zeker perspectivistisch maar ook onafhankelijk van de persoon die de metingen verricht. Causale claims missen die objectiviteit. Op de vraag wat een hongersnood in India heeft veroorzaakt antwoordt de boer dat het de droogte is, een medewerker van de WHO dat het de Indiase overheid is die nagelaten heeft voedselvoorraden aan te leggen, een socialist dat het kapitalisme is die sociaaleconomische ongelijkheid aanjaagt, een milieuactivist dat het de opwarming van de aarde is. Causale claims missen objectiviteit in de zin dat hun acceptatie afhankelijk is van de context van degene die de claims beoordeelt. Het zijn antwoorden op specifieke vragen die voor de spreker saillante verschilmakende factoren beschrijft die in de alternatieven (tegenfeitelijkheden) van een geaccepteerde theorie worden herkent. Als counterfactual conditionals zijn ze veel contextafhankelijker dan wetenschappelijke claims; bevatten meer contextuele informatie dan wetenschappelijke theorieën kunnen leveren. Zonder verwijzing naar individuele contexten van sprekers zijn causale claims niet analyseerbaar. Causaal realisten en objectivisten vergissen zich wanneer ze denken

dat wetenschap ons redenen geeft voor de claim dat causale beweringen objectieve contextonafhankelijke waarheden over de wereld representeren.

1.4 Paper opbouw

Argumentatiestructuur van de these:

0. inhoudsopgave
1. Introductie van onderzoeksvraag, verheldering gebruikte begrippen en paperoverzicht
2. Beschrijving van probleem: Kan een objectiverende theorie van causaliteit (die aan de causale claims van de speciale wetenschappen objectieve waarheidswaarden toeschrijft) een coherent antwoord geven op de vraag waarom de fysica formeel geen causale taal gebruikt en daarbij alle gevallen van causaal taalgebruik adequaat beschrijven in termen met empirisch verifieerbare inhoud?
3. Demonstreren dat objectiverende theorieën van causaliteit hier niet in slagen.
4. Presentatie van adequaat alternatief, namelijk causaal anti-realisme gebaseerd op modaal nominalisme en de semantische benadering van theorieën zoals verdedigd door van Fraassen, Suppes en Suppe.
 - a. Wat is causaal anti-realisme
 - b. Verdedigen dat causaal anti-realisme in tegenstelling tot causaal realisme/objectivisme de eigenaardigheden van causaal taalgebruik begrijpelijk maakt zonder beroep op geloof in de werkelijkheid van onwaarneembare substantiële vermogens en capaciteiten of alternatieve mogelijke werelden.
5. Conclusie

2 Beschrijving van het probleem

Wetenschappers uit de speciale wetenschappen (epidemiologie, economie) doen naast statistische- ook causale uitspraken. Sommige filosofen claimen dat die causale beweringen objectief zijn. Maar als causale relaties in de werkelijkheid bestaan waarom komen we dan geen causale termen in de formele beschrijvingen van de fysica tegen? Die discrepantie stelt verdediging van causaal objectivisme voor uitdagende vragen. Wat is de verhouding tussen causale claims en fysische claims? Zijn causale claims reduceerbaar, d.w.z. identificeerbaar met relaties die de fysica benoemt, zijn causale relaties iets over en achter hetgeen de fysica beschrijft. Of niets van het bovenstaande, is causaal conceptualiseren ‘slechts’ een schema om saillante (tegenfeitelijke) afhankelijkheden te beschrijven die we in onze theorieën herkennen?

2.1 Natuurwetenschap kan zonder causale notie

Causaal objectivisten plachten hun zaak te baseren op een diepgeworteld alledaags vertrouwen in de werkelijkheid van causaliteit. Ontwikkelingen in de natuurwetenschap hebben dat vertrouwen onder druk gezet. Formele beschrijvingen van de moderne fysica bevatten geen causale termen. Fysica heeft haar eigen manier om relaties te representeren; middels deterministische of probalistische functionele vergelijkingen die relaties tussen waarneembare grootheden afbeelden in wiskundige

formules die reflexief, symmetrisch en transitief zijn.¹ Causale noties mogen alledaags nut hebben, uitgangspunt van de fundamentele fysica is dat een volledig fysisch model van het universum alleen twee soorten dingen omvat: een volledige omschrijving van de fysische toestanden van de wereld op een gegeven tijdstip, en wetten die aangeven hoe deze toestanden zich verder ontwikkelen. Fysica postuleert geen additionele ingrediënten zoals fundamentele causale relaties. Maxwells vergelijkingen representeren mathematisch relaties tussen een elektrisch- en magnetisch veld (\vec{E}, \vec{B}). De tweede wet van Newton $F=m \cdot a$ geeft een mathematische relatie tussen kracht en versnelling (F, a). Tezamen met initiële toestandbeschrijvingen zijn trajecten van elektromagnetische golven of biljartballen uitputtend te beschrijven en voorspellen. Gemak kan een motief zijn elektrische velden te beschouwen als oorzaak van magnetische velden, krachten als oorzaak van versnellingen en visa versa. Fysica zegt hier niets over.

Korte geschiedenis

Oorsprong van de term ‘oorzaak’ ligt in de omgangstaal, waar het aanvankelijk fungeert als morele notie, om verantwoordelijkheid aan agents en goden toe te schrijven. Aristoteles gaat het toepassen op de levensloze natuur in een allesomvattend wereldbeeld, gebaseerd op vorm-,werk-,doel- en materiële- oorzaak. Werkoorzaken zijn substantieel, verwijzen naar mensen of dingen die met actieve vermogens effecten produceren krachtens een immateriële vorm of essentie (vormoorzaak) die de richting van het telos (doeloorzaak) bepaald. Wetenschap bedrijven is natuur begrijpen in termen van oorzaken. Wiskundig beschrijven van regelmaat, zoals Ptolemaeus deed, is onvolledig. Verklaren met het Aristotelische kwartet aan oorzaken blijft centraal staan totdat Galileo met ‘Discorsi’ een wetenschappelijke revolutie ontketent: ‘Eerst beschrijven... dan pas verklaren’. Newton volgt het devies: beschrijft de regelmaat tussen waarneembare verschijnselen in universele wetten in de taal van de wiskunde. Het succes blijft niet! Het inspireert een reductionistische visie op causaliteit.

Aristotle conceived efficient causes as ‘things responsible’ in the sense that an efficient cause is a thing which by its activity brings about an effect in another thing...for the sake of some end... Probably the most radical change in the meaning of cause happened during the seventeenth century, in which emerged a strong tendency to understand causal relations as instances of deterministic laws. Causes were no longer seen as active initiators of change but as inactive nodes in a law-like implication chain. (Hulswit, 2012)

Spinoza noemt doel- en werkoorzaken ‘antropomorfe ficties’; projecties van ons eigen intentionele, actieve handelen op de zielloze natuur. Oorzaken zijn geen actieve initiators van verandering maar slechts inactieve knooppunten in een wetmatig keten. Causale relaties zijn instanties van deterministische wetten die de noodzakelijkheid van een logische implicatie spiegelen.

David Hume (1711-76) noemt ‘noodzakelijkheid’ een interpretatie van de psyche; product van associatieve conditionering. Waarneming van de een (oorzaak) roept de idee op van de ander (gevolg). Haar levendigheid scheidt de illusie dat de noodzakelijke band

bij de objecten hoort. *Objectieve werkelijkheid van causaliteit* is slechts regelmatige opeenvolging van twee gebeurtenissen.

John Stuart Mill (1806-1873) bekritiseert het antropocentrische karakter waarmee misleidend **de** oorzaak uit een verzameling van noodzakelijke voorwaarden wordt geselecteerd.

Nothing can better show the absence of any scientific ground for the capricious manner in which we select from among the conditions the one we choose to denominate the cause. (Mill, 1843, p. 198)

Niet één (strijken van lucifer) maar een cluster van factoren (ontsteking, brandstof, oxidator, etc) is voor het effect (brand) vereist. We hebben geen recht één factor te selecteren en deze **de** oorzaak te noemen.

Na reductie wordt begin 20^{ste} eeuw zelfs eliminatie van causaliteit uit de filosofie bepleit. Russell (1913) claimt dat causaal conceptualiseren naast overbodig zelfs schadelijk is voor een goed begrip van de natuur. Moderne wetenschap verdraagt geen antieke relikwieën. Fysici beschrijven veranderingen in de natuur reeds uitputtend met functionele (co)relaties en continue differentiaalvergelijkingen. Logisch Positivisten delen die houding. Aangemoedigd door bevindingen in de kwantummechanica claimen ze dat causale noties uit het wetenschappelijk en filosofisch discours geweerd moeten worden. Causale uitspraken zijn ambigue, contextgevoelig en antropocentrisch. Ze ontberen heldere verificatiecriteria.

Heden

De aftocht van logisch positivisten heeft ruimte geschapen voor nieuwe theorieën van objectieve causaliteit. Maar kan, om met Sellars (1963) te spreken, causaliteit als notie uit het *manifeste-wereldbeeld*, het *wetenschappelijke-wereldbeeld* overleven, en zo ja hoe dan? Causaal reductionisten zeggen dat het kan mits de causale notie van een aantal *commonsense* kwalificaties wordt ontdaan zodat ze reduceerbaar is tot fysische beschrijvingen. Eventueel vatten ze dat (zoals Salmon) op als onderdeel van een algehele reductie van alle wetenschappelijke theorieën tot die van de natuurwetenschappen. Causaal antireductionisten als Woodward en Hitchcock ontkennen herleidbaarheid van causale claims tot beweringen in niet-causale termen. Causaliteit zou superveniëren op het domein van de fundamentele fysica. Causaal fundamentalisten zoals Cartwright tenslotte, stellen dat de wereld fundamenteel causaal is. Wetenschap zou causale capaciteiten vooronderstellen in haar doelstelling de ware werkelijkheid bloot te leggen achter formele beschrijvingen van natuurwetten welke een onvolledig verhaal over de wereld vertellen.

Of deze visies op houdbare wijze aan causale claims een objectieve betekenis en waarheidswaarde toeschrijven zal getoetst worden aan de hand van een aantal criteria, te weten: Of ze een *accurate* beschrijving van het (dagelijkse en wetenschappelijke) gebruik van de causale notie geven, of de eigenschappen die aan causaliteit worden toegeschreven *objectief, empirisch beslisbaar* zijn en of ze solide *naturalistische* kunnen

verklaren waarom fysica geen causale concepten gebruikt en de speciale wetenschappen wel. In hoofdstuk 3 wil ik aantonen dat geen van deze op causaal objectivisme (realisme) gebaseerde visies hier in slagen. In antwoord daarop zal ik tenslotte *causaal anti-realisme* en *-contextualisme* verdedigen wat vertrekt vanuit een antirealistische interpretatie van causale, modale en theoretische beweringen. Ik bouw daarmee voort op visies van empiristen als Quine, van Fraassen en Monton die zich op het standpunt stellen dat voor acceptatie van wetenschappelijk theorieën het geloof volstaat dat ze empirisch adequaat zijn (de fenomenen redden). Wetenschappelijke activiteit laat zich rationeel verklaren zonder dat men hoeft te geloven dat theoretisch en modale termen ook een referent in de wereld hebben. De adoptie van die positie impliceert een verwerping van elke hedendaagse filosofie als die geworteld is in een sterke metafysica. Ik denk daarbij aan modaal realisme en aan visies waarin oorzaken beschreven worden als onwaarneembare werkzame vermogens van substantiële vormen of naturen die opgevoerd worden om waargenomen regelmaat in de fenomenen te verklaren. Naar mijn idee horen die metafysische overwegingen niet in de (beschrijving van) wetenschap thuis op grond van het feit dat ze niet empirisch toetsbaar zijn. Maar voordat ik verder ga, zal ik eerst het gebruik van de causale notie binnen de wetenschap en dagelijks leven inventariseren en belangrijke intuïties betreffende causaliteit expliciet maken.

2.2 Feiten over gebruik causale concept

2.2.1 Commonsense begrip van causaliteit

Fysica kent geen technische definitie van causaliteit. Het is een begrip uit de omgangstaal. Semantische analyse zal daarmee moeten beginnen. Wat zijn onze alledaagse ideeën over de uitspraak ‘vuur veroorzaakt rook’? Vuur en rook beschouwen we als paar. Waar rook is, is vuur. Twee tokens *c* en *e* krijgen vaak het predicaat ‘oorzaak’ en ‘gevolg’ wanneer *c*-type gebeurtenissen regelmatig gevolgd worden door *e*-type gebeurtenissen. Hume appelleerde aan deze intuïtie in diens regelmatigheidsanalyse waarin regelmatige opeenvolging het enige objectieve aspect van causaliteit is. Daarnaast leeft de gedachte dat causale relaties intrinsieke relaties zijn. Iets, immanent aan de oorzaak (een eigenschap of natuur) *produceert* het effect. Dit idee vinden we terug in de Aristotelische werkoorzaak. Ned Hall (2004) en Stathis Psillos (2005) zien hierin twee complementaire prefilosofische visies op causaliteit die qua extensionaliteit verschillen. Het ene causale geval zou een analyse vereisen in termen van *afhankelijkheid* het andere in termen van *productie*. **Causaliteit-als-afhankelijkheid** is nomologisch afhankelijkheid. Het effect *e* is (tegenfeitelijk) afhankelijk van oorzaak *c* afgaande op een of andere waargenomen regelmaat (een natuurwet) volgens welke *c* gebeurtenissen meestal gevolgd worden door *e* gebeurtenissen. Hall rekent hiertoe de counterfactuele theorieën van causaliteit: '*c* veroorzaakt *e*' betekent 'zou *c* niet het geval zijn dan volgens bepaalde wetmatigheden (*ceteris paribus*) *e* ook niet'. Dit appelleert aan de intuïtie dat oorzaken **verschilmakende factoren** zijn, ook wel bekend onder de Latijnse naam *Conditio-Sine-quo-Non*, de idee dat het effect niet optreedt zonder oorzaak. Dit idee

inspireerde Lewis tot de ontwikkeling van een tegenfeitelijke theorie (§3.2.2.4) gebaseerd op werkelijk bestaande mogelijke werelden. *Modaal realisme* impliceert hier causaal objectivisme.

In *causaliteit-als-productie* wordt ‘c veroorzaakt e’ begrepen als, er is een eigenschap in c die het effect e actief *produceert*. Cartwright (§3.2.1) heeft deze aristotelische opvatting gegoten in een *causaal realisme* waarin *vermogensrealisme* causaal objectivisme impliceert.

Beide opvattingen van causaliteit vormen een problematische basis voor de claim dat causale claims naar objectieve eigenschappen verwijzen. Counterfactuele claims zijn contextgevoelig. Voor hun acceptatie doet het er toe wat iemand in de achtergrond gefixeerd houdt. Causale claims beschrijven in termen van productieve vermogens mist eveneens objectiviteit als niet duidelijk is hoe *productie* een empirisch verifieerbare en meetbare karakteristiek van causaliteit kan zijn.

Andere intuïties zijn geëxploiteerd in de hoop daarmee een adequate en empirisch beslisbare beschrijvingen van causaliteit te kunnen geven. In Salmon’s mechanistisch model zijn causale verbanden manifestaties van onderliggende fysisch processen waarin energie wordt overgedragen. Interventionisme, uitgewerkt door (VonWright, 1971) en (Woodward, 2003) is gebaseerd op de door Gasking (1955) naar voren gebrachte intuïtie dat oorzaken handvaten zijn waarmee we iets in de wereld kunnen bewerkstelligen. In hoofdstuk 3 wordt onderzocht of op deze intuïties een *accurate* theorie van causaliteit valt te baseren die een *naturalistisch* te verantwoorden beschrijving van causaliteit oplevert die iets *werkelijks* beschrijft.

Verder zijn er naast de hierboven geïntroduceerde ideeën over causaliteit alledaagse platitudes waarover onder filosofen consensus bestaat dat ze zonder aanpassingsclausule incompatibel zijn met moderne wetenschappelijke inzichten. Voorbeeld is de diep in alledaagse overtuigingen verankerde idee (door filosofen het *principe-van-causaliteit* genoemd) dat elke verandering of gebeurtenis een oorzaak zou hebben. Kwantummechanica spreekt dit tegen. Zij leert dat ten principale geen directe oorzaak valt te geven voor kwantumverschijnselen zoals het verval van een uraniumatoom op een specifiek tijdstip t , dat zich manifesteert als een klik in een Geigerteller.

Ook de volkse idee dat **oorzaken voldoende** zijn voor effecten is onverenigbaar met wetenschappelijke inzichten. Al wil de platitude dat roken longkanker veroorzaakt niet elke roker krijgt het. De relatie tussen roken en longkanker is niet deterministisch maar stochastisch (probabilistisch). Zelfs zou determinisme waar zijn dan nog zullen oorzaken alleen hun effecten impliceren als (a) oorzaak-gevolg paren perfect geïsoleerd zijn van effect blokkerende omgevingsstoringen en (b) effecten alleen afhankelijk zijn van wat we **de** oorzaak noemen. De meeste systemen zijn echter niet geïsoleerd, en effecten doorgaans afhankelijk van een cluster aan factoren. Wat we **de** oorzaak noemen is een voor de context **saillante** verschilmakende factor. Een adequate analyse van causale beweringen zal die contextafhankelijkheid moeten verdisconteren.

Contextgevoeligheid speelt ook een rol in de problematische intuïtie rondom de **asymmetrie van verklaringen**. Oorzaken verklaren hun effecten maar niet visa versa.

Deze *asymmetrie* kan niet zondermeer in wetenschappelijke termen worden vertaald. Natuurwetenschappelijke kennis wordt in *symmetrische* deterministische en probabilistische vergelijkingen gerepresenteerd die correlatie en regelmatige associatie uitdrukken. Omdat correlatie nog geen causaliteit impliceert zal aanvullende informatie nodig zijn, zoals tijdindexering en thermodynamische principes maar ook contextuele data. Alles op een rij gezet kom ik (deels geholpen door Reutlinger (2012)) tot de volgende karakterisering van causaal conceptualiseren:

1. Gegeven een context is een causale relatie qua oorzaak en gevolg **asymmetrisch**. Veroorzaakt X, Y dan veroorzaakt Y niet X.
2. De causale relatie is **tijd-asymmetrisch**. Oorzaken gaan vooraf aan hun effecten of vinden tegelijkertijd plaats maar komen er nooit na.
3. Niet elke correlatie tussen X en Y is **causaal relevant**. X kan Y veroorzaken, Y kan X veroorzaken, of X en Y worden door een *common-cause* Z veroorzaakt.
4. **Sommige causale invloed is gradueel**. Als X en Y oorzaken van effect Z zijn dan geeft de relatie $Y = aX + bY$ de graduele invloed van X en Y op Z.
5. Sommige causale relaties zijn **deterministisch** andere **probabilistisch**.
6. Causale beweringen zijn **modaal van karakter**. Oorzaken noodzaken hun effecten of vergroten / verkleinen de kans er op.
7. Oorzaken zijn **meervoudig en meestal** enkelvoudig onvoldoende voor het effect.
8. Causale beweringen zijn **contextafhankelijk**. Of men ze accepteert hangt af van wat men in de achtergrond in een *ceteris paribus* clause aan parameters fixeert.

De lijst vertegenwoordigd algemene karakteristieken van causaal conceptualiseren die een theorie van causaliteit accuraat en empirisch adequaat zal moeten beschrijven.

2.2.2 Causaliteit in Speciale Wetenschappen

Russell claimde een eeuw geleden (1913) dat causale noties in een moderne wetenschap niet thuishoren. Die bewering wordt weersproken door hedendaagse economische en epidemiologische publicaties waarin we regelmatig claims aantreffen, zoals:

Low GNP per capita *causes* a high rate of infant mortality.

An increase in inflation rate *causes* a decrease in unemployment rate.

(Reutlinger, 2012)

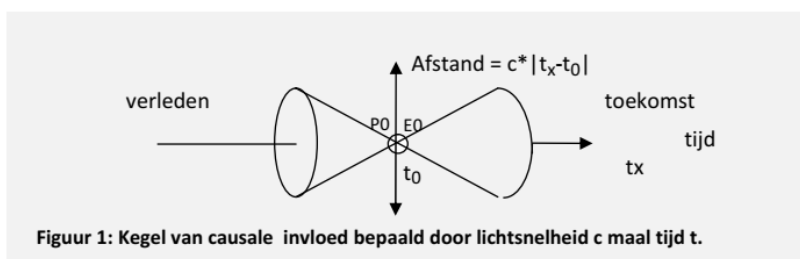
Als speciale wetenschappers causale uitspraken doen, welk semantisch begrip van causaliteit hebben ze dan voor ogen? Het antwoord verdeelt wetenschapsfilosofen in twee scholen. De ene school redeneert vanuit een probabilistische theorie van causaliteit volgens welke X een oorzaak is van Y d.e.s.d.a. X een probabilistisch verschil maakt voor Y conditioneel ten opzichte van een achtergrond. Causale claims worden geïnterpreteerd als uitspraken over statistische afhankelijkheid waarvan de semantiek in

niet-causale termen is gesteld. Leidraad is *causaal reductionisme*: een reductie van causaliteit tot regelmaat (correlatie).

De andere school claimt dat sociaal wetenschappers vooral geïnteresseerd zijn in *token-level* veroorzaking zonder dat kennis over *type-level* relaties (generaliserende wetten) voorhanden is. Onderzoeksmateriaal van de sociale wetenschappen, zo claimen zij, laat zich niet kennen in universele wetmatigheden zoals bij natuurwetenschappen het geval is. Sociaal wetenschappers hanteren derhalve geen probabilistische of wetmatige interpretatie van causaliteit, maar één waarin het primaat bij singuliere veroorzaking ligt, door bijvoorbeeld de notie ‘hypothetische interventie’ centraal te stellen. Omdat interventie een causale notie is, betreft dit geen reductie van causaliteit in de strikte zin, vandaar de naam *causaal antireductionisme*. Het mag zijn dat causaal reductionistische theorieën niet adequaat zijn (§3.1), interventionistische semantiek is evenmin zonder problemen (§3.2.2). De suggestie dat waarheidscondities van causale claims voldoende gegeven zijn met een verwijzing naar hypothetische interventies zonder beroep op waargenomen regelmaat is niet evident. Evenzo, causaliteit definiëren in de causaal geladen term ‘interventie’ laat de verdenking op zich cyclisch te zijn, tenzij men zich wil binden aan het geloof dat interventie een primitief concept is wat de vraag oproept hoe we haar betekenis objectief empirisch kunnen funderen (zie §3.3.2.)

2.2.3 Causaliteit in Moderne Fysica

Voor de fysica snijdt Russell’s oordeel (1913) meer hout. In de formele beschrijvingen van dat vakgebied ontbreken de concepten ‘oorzaak’ en ‘gevolg’, sterker nog, doen anachronistisch aan. Causale claims, zo beweert hij, worden gebaseerd op een klein aantal grofkorrelige relata terwijl dynamische vergelijkingen van de fundamentele fysica complete doorsneden van lichtconussen in volledige microscopisch detail relateren.



Russell trok die conclusie uit een vergelijking van de filosofische noties van causaliteit met de wetenschappelijke inzichten van zijn tijd. Uitbreiding van klassieke mechanica met relativiteitstheorie en kwantummechanica heeft de fysica sindsdien nog verder verwijderd van het begrip ‘veroorzaking’ als inherent structurele eigenschap van de werkelijkheid. De causaal realistische interpretatie van zwaartekracht als ‘aantrekkend’ vermogen is vervangen door Einstein’s beschrijving van zwaartekracht als een eigenschap van ruimte-tijd. In plaats van dat er aan objecten wordt getrokken, bewegen objecten langs krommingen. De idee dat alle verschijnselen oorzakelijk gedetermineerd zijn is vervangen door het principe van kwantum-indeterminatie volgens welke zelfs de meest volledige kennis van het verleden op zijn best alleen een

waarschijnlijkheidsberekening van het toekomstige traject oplevert. Overeind blijft Russell's constatering dat fysica formeel geen oorzaken benoemt maar regelmatige patronen van associatie of opeenvolging tussen waarneembare fenomenen en deze uitdrukt in wiskundige relaties die symmetrie, transitiviteit, reflexiviteit en voor zover het de klassieke mechanica betreft, continuïteit impliceren. Dat accordeert niet met de discontinue, asymmetrische causale verbanden waar speciale wetenschappen over spreken. Fundamentele fysica (kwantummechanica) kent wel discontinuïteiten (Pauli verbod, kwanten) maar kan volgens de standaardinterpretatie voor veel verschijnselen slechts kansen geven zonder oorzaken te benoemen.

Dit ondanks vergeefse pogingen van kwantummechanica een deterministische causale theorie te maken, zoals Bohm's *hidden causal variable theory*, die empirisch equivalent zou zijn met de standaard Kopenhagen-interpretatie. Bell (1964) heeft bewezen dat *hidden-variable* theorieën niet in alle mogelijke situaties dezelfde resultaten (voorspellingen) impliceren als de kwantummechanica wanneer men het lokaliteitsprincipe handhaaft (wat zegt dat een gebeurtenis op plaats B niet direct een meting kan beïnvloeden in A op enig afstand van B). Nadien uitgevoerde experimenten waarin men empirische adequaatheid van de twee kon vergelijken, hebben resultaten opgeleverd die in overeenstemming zijn met kwantummechanische voorspellingen, niet met die van *local hidden-variable* theorieën. Een basis met determinerende (verborgen) oorzaken in de zin dat de uitkomst van een gegeven observatie altijd met zekerheid voorspelt kan worden lijkt volgens de fysica niet mogelijk als we vasthouden aan causaliteit die het lokaliteitsprincipe 'gehoorzaamt'.

Het aangevoerde argument dat formuleringen van de fysica niet volledig zouden zijn omdat haar symmetrische wetten geen rekening houden met het feit dat veel processen tijd-irreversibel zijn, en dus causale asymmetrie als aanvullende tijdsvector vereist, is niet sluitend. Fysica kan *time-reversal-invariantie* met statistische thermodynamica perfect beschrijven. Veel processen zijn tijd-irreversibel omdat het in hoge mate onwaarschijnlijk is dat systemen spontaan in de richting van entropieafname en enthalpie-toename propageren. Dit op grond van het feit dat het aantal ongeordende configuraties (met hoge entropie) veruit het aantal geordende configuraties (met lage entropie) overstijgt.

Dit alles in overweging genomen is de vraag hoe verklaard moet worden dat causale claims van speciale wetenschappen objectieve betekenis en waarheidscondities hebben en over een objectieve werkelijkheid gaan, gegeven dat de fundamentele fysica (die de bouwstenen van alles zou beschrijven) geen ordinaire causale concepten gebruikt of kan gebruiken om empirisch adequate beschrijvingen van de relaties tussen actueel waarneembare fenomenen in de werkelijkheid te geven. De verschillende mogelijkheden die hiervoor prima facie in aanmerking komen zijn categoriseerbaar als causaal – reductionisme, antireductionisme en laatstgenoemde weer als causaal fundamentalisme, en causaal superveniëntie.

Aanhangers van **objectivistisch causaal reductionisme** claimen dat objectieve causale beweringen herleidbaar zijn tot de objectieve formele niet-causale beschrijvingen van de fysica. Als uitgangspunt dient de regelmatigheidsanalyse van Hume, volgens

welke causale claims objectief gesproken over regelmatige conjunctie of opeenvolging van verschijnselen in de natuur gaan, hetgeen ruwweg is wat fysische natuurwetten beschrijven. Hieronder vallen de nomologische benaderingen van Mill en Hempel volgens wie causale claims instanties van associatieve natuurwetten zijn, en de probabilistische interpretaties van Reichenbach (waarin oorzaken kansen op een effect veranderen). Het probleem met zuiver herleiden van causale claims tot claims over regelmatig geassocieerde fenomenen, is dat het tot contra-intuïtieve resultaten leidt.

Een alternatief is, pre-Humeaanse gedachtegoed reanimeren door ons alledaags causale wereldbeeld als werkelijk te beschouwen en met Cartwright **objectivistisch causaal fundamentalisme** te verdedigen. Objectieve universele en fundamentele werkelijkheid wordt dan niet beschreven door fysische wetten die regelmaat als uitgangspunt hebben, maar door claims over entiteiten met causale capaciteiten. Causaal objectivisme onderbouwen met vermogensrealisme is echter een controversiële, epistemisch gedurfde, *move*. Het vereist een geloof in het bestaan van onwaarneembare vermogens van objecten die effecten *produceren*.

Voor wie zich niet willen binden aan metafysica over verborgen causale vermogens is er dan nog een **objectivistische causaal antireductionistische** optie waarin causale macrofeiten wel objectief maar niet reduceerbaar zijn tot een niet-causale microfysisch basis edoch daarop superveniëren. Woodward's interventionisme zou hiervoor kandidaat kunnen staan ware het niet dat hypothetische interventie een contextgevoelige counterfactuele notie blijkt, die moeilijk valt te rijmen met causaal objectivisme. In het komend hoofdstuk zal ik de bezwaren onderbouwen tegen deze pogingen om objectieve betekenis en waarheidswaarde aan causale claims toe te schrijven, die kort gezegd inhouden dat: ofwel er geen accurate beschrijving gegeven wordt van ons gebruik van de causale notie, ofwel onvoldoende rekening wordt gehouden met naturalistische eisen die de veronderstelde objectiviteit aan de empirische beslisbaarheid van causale claims stelt.

In het laatste hoofdstuk zal ik dan ook een alternatief voor causaal objectivisme verdedigen: te weten causaal anti-realisme, de these dat causale claims niet gaan over objectief bestaande modale feiten, mogelijke werelden of tendensen van actieve substanties, maar over bepaalde door de context geselecteerde saillante verschilmakende factoren die in de alternatieve (niet noodzakelijk refererende) modellen van onze theorieën worden herkent. Om die stelling kracht bij te zetten zal ik eerst demonstreren dat objectieve benaderingen van causaliteit niet houdbaar zijn.

3 Problemen met objectieve benaderingen van causaliteit

Aan de orde is de vraag of causale claims objectieve betekenis en waarheidscondities hebben. Die vraag zal benadert worden als een zoektocht naar wat op de lege plaats '___' in "x veroorzaakt y d.e.s.d.a. ___" ingevuld dient te worden. Zo'n invulling zou om een **accurate** en **naturalistische** beschrijving van causale claims te leveren minimaal moeten voldoen aan de volgende twee voorwaarden:

- a. **Accuratessevoorwaarde:** Moet zodanige beschrijving geven van causale claim dat het alle gevallen van causaal conceptualiseren adequaat beschrijft. Moet essentie van causale claims vatten en accuraat een universele semantiek daarvoor faciliteren.
- b. **Naturalistisch Compatibel:** Moet zodanige beschrijving geven van causale claims (in voor de wetenschap acceptabele termen) dat het een coherent en naturalistisch verhaal ondersteunt waarom fysica formeel niet causaal conceptualiseert en speciale wetenschappen wel.²

Een **objectiverende** beschrijving van causaliteit zou bovendien moeten voldoen aan een:

- c. **Objectiviteitvoorwaarde:** Moet zodanige beschrijving geven van causale claims dat aannemelijk is dat ze empirisch beslisbare objectieve, contextonafhankelijke, betekenis en waarheidswaarden hebben (analyseerbaar onafhankelijk van perspectief en belangen van een individuele spreker).

Causale claims hebben dan objectieve betekenis en waarheidswaarden indien op de plek van stippellijn voor alle causaal genoemde gevallen een accurate beschrijving van een empirisch verifieerbare objectieve stand van zaken valt te geven welke niet hoeft te verwijzen naar (aannames van) een of andere individuele spreker in een of andere specifieke context. Filosofen hebben vanuit twee verschillende invalshoeken geprobeerd die objectiviteit van causale claims te verdedigen te weten *causaal reductionisme* en *causaal antireductionisme*. Beiden toets ik aan bovengenoemde voorwaarden.

3.1 Reducerend causaal objectivisme

De varianten van causaal objectivistische theorieën die in deze sectie ter discussie staan zijn causaal reductionistisch wat wil zeggen dat causale beweringen herleid worden tot beweringen over feiten of eigenschappen die niet in causale termen beschreven worden. Voorbeelden zijn Hume's regelmatigheidsopvatting van causaliteit, Reichenbach's probabilistische benadering en Salmon's causaal mechanistische modeltheorie. Probleem van deze benaderingen van causaliteit is dat ze geen accurate beschrijvingen van al ons causaal taalgebruik geven.

Argument voor reductie van causaliteit

Reductie van causale claims gaat terug op de wetenschappelijke revolutie van de 17^{de} eeuw met de ontdekking dat relaties tussen natuurlijke fenomenen succesvol beschrijfbaar zijn in niet-causale termen van natuurwetten die regelmaat in associatie van fenomenen representeren. Vòòr die tijd hield men met Aristoteles de causale relatie voor fundamentele eigenschap van de natuur. Volledige verklaringen van de natuur moesten causaal zijn (Dijksterhuis, 2006, pp. 54-105). Galileo's adviezen (1564-1642) kenmerken een omslag in denken en doen: aristotelische filosofie moet worden verworpen, fysica

van filosofie gescheiden; eerst waarnemen en beschrijven en dan pas verklaren. Volgelingen in de leer vestigden de empirische natuurwetenschap, die qua karakter aanzienlijk verschilde van haar voorganger; de natuurfilosofie. Speculatie werd ingeruild voor empirisch onderzoek, hypothesen geverifieerd met waarneming en experiment. Fenomenen reddend bleek vruchtbaar, leidde tot ontdekking van talrijke regelmatig geassocieerde verschijnselen beschrijfbaar in wiskundige vergelijkingen die qua eigenschap symmetrisch, reflexief en transitief zijn. Empirisch gevonden generalisaties (natuurwetten) voorspelde kogelbanen en planetaire bewegingen adequater dan causale concepten voorheen. Dus vroegen sommigen zich af wat causaliteit voor het nieuwe succesvolle raamwerk nog kon betekenen? Als relaties tussen waarneembare fenomenen nomologisch beschrijfbaar zijn in termen van hun regelmatige conjunctie, wat rechtvaardigt dan de speculatieve claim dat causale relaties objectief gesproken meer dan dat zijn? Waarom niet causale verbanden tot nomologische relaties reduceren zoals men succesvol beschrijvingen van complexe planeetbanen tot eenvoudige wetten had herleid?

3.1.1 Causaal -nomisme versus -singularisme

Hume can be seen as offering an objective theory of causality in the World amounting to regular succession, which was however accompanied by a mind dependent view of necessity. (Psillos, Causality, 2005)

Klassiek voorbeeld van een reductionistische visie op causaliteit is Hume's regelmatigheidsanalyse van causaliteit waarin de objectieve eigenschap van causaliteit gelijkgesteld wordt aan waarneembare regelmaat:

x veroorzaakt y \leftrightarrow x gaat regelmatig vooraf aan y

Tot die conclusie komt Hume in *Treatise* (1738) waar hij het rotsvast vertrouwen in de causale band onderzoekt. Zijn voorgangers meende dat het een principe van de logica is (Spinoza), ofwel intuïtief in waarnemen wordt gevat (Aristoteles). Volgens Hume moeten we de idee van causale relatie herleiden tot de ideeën *prioriteit* (oorzaak gaat vooraf aan effect), *contigüiteit* (oorzaak is ruimtelijk nabij aan effect) en *noodzakelijke verbinding*. Laatstgenoemde is ofwel een analytische apriori waarheid van de logica, ofwel een uit de waarneming afgeleide synthetische aposteriori waarheid. Een analytische waarheid is het niet. Verwarming veroorzaakt expansie van ijzer, maar begrip 'expansie' ligt niet in het begrip 'warmte' vervat. Het bestaan van een zintuigelijke impressie van kracht of vermogen waarmee oorzaken effecten produceren moet eveneens worden ontkent. Niet herleidbaar tot (meetbare, waarneembare) relationele eigenschappen zoals positie en momentum van een object zou vermogen volgens Aristotelici afgeleid worden uit de natuur van een object; natuur die zich kenbaar maakt in de relaties die het object met andere objecten in een causaal netwerk heeft (Minto, 1997, p. 103). Terecht merkt Hume op dat daarmee causaal vermogen niet wordt verklaard, behalve in causale termen wat de omschrijving cyclisch maakt. Per decreet causale vermogens primair fundamenteel en

niet analyseerbaar verklaren beantwoordt de vraag niet hoe we causale relaties in de waarneming kunnen vatten behalve dan daarvoor een apriori kenvermogen te postuleren. Zo'n postulaat botst met de centrale peiler van Hume's argument dat synthetisch a priori afleidingen met aangeboren kenvermogens onmogelijk zijn. Met dat al onze kennis uit de perceptie stamt is het enige wat daarin voor de causale band is gegeven de herhaalde waarneming van tokens van een type gepaarde gebeurtenissen. Eenmaal voldoende malen waargenomen dat verhitten van ijzer gevolgd wordt door expansie gaan we bij verhitten van ijzer expansie verwachten. Die psychologische anticipatie is zo sterk dat we er wetmatige noodzakelijkheid aan toeschrijven. Hume zette daarmee een standaard voor een argument tégen *causaal singularisme* en vóór *causaal nomisme*: de stelling dat elke singuliere causale claim van de vorm 'c veroorzaakt e' kennis vereist van de overkoepelende wet (covering law); C's zijn geassocieerd met E's.

Hume's predecessors had supposed that the causal relation was to be analyzed in terms of a particular item's inherent power, efficacy, or agency – or perhaps in the transmission of some quantity like energy, which an inherent power made possible. They also believed that causal laws are derived and established through repeated experience of particular sequences of phenomena independently recognized as causal in character [causal-singularism]. Hume's own brand of Copernican revolution reverses this picture: individual cases of causation are to be analyzed in terms of constant conjunctions. (Beauchamp & Rosenberg, 1981, p. 80)

Groot waren/zijn de implicaties van Hume's Copernicaanse revolutie voor de visie op wetenschappelijke kennis, doelstellingen en rol van natuurwetten. Traditioneel was de opvatting dat wetenschap waarom-vragen beantwoordt door oorzaken in ogenschijnlijke zintuiglijke chaos bloot te leggen met concepten of ideeën waarvan men dacht dat deze aangeboren zijn. Het causale concept was zo'n vermeend universeel principe apriori. Empiristen met Hume voorop realiseerden zich echter dat als alle kennis uit ervaring stamt, zo ook het principe waarmee we singuliere waarnemingen ordenen. Om te kunnen ordenen moet eerst een algemene regel uit de waarneming worden afgeleid. Geeft waarnemen niets anders prijs dan herhaling van associatie van bepaalde typen fenomenen dan moet de wetenschappelijke doelstelling op grond van wat nog te rechtvaardigen valt, bescheidener zijn dan het geven van causale verklaringen die neerkomen op ongeoorloofd speculeren over een verborgen band.

Wetenschappelijke inspanning kan dan alleen gericht zijn op ontwikkeling van theorieën die regelmaat in de associatie van waarneembare fenomenen beschrijven. Voor zover men nog een rol voor verklaren zag weggelegd, was het in de DN-verklaring waarin verklaren equivalent is met demonstreren dat een te verklaren fenomeen een instantie van een algemene wet is. Wetenschap bedrijven, in die visie, is classificeren en categoriseren van associaties tussen fenomenen om te komen tot universele uitspraken in wetenschappelijke natuurwetten waarbij ordening en identificatie van singuliere fenomenen niet vooraf gaat aan generalisatie, maar het primaat bij de uit de waarneming afgeleide natuurwet wordt gelegd. Zodoende vervingen Hume-adaptten het causaliteitsconcept door 'natuurwet' opgevat als beschrijving van regelmatig

waargenomen associatie van fenomenen. De constatering dat wetenschap met ‘natuurwet’ een empirisch adequaat concept van relatie had geadopteerd is echter één ding. Dat onze causale claims daartoe herleidbaar zijn blijkt **niet** correct!

3.1.2 Problemen met regelmatigheidsanalyse van causaliteit

Hume en diens volgelingen claimen dat causale beweringen in de fysica vervangen zijn door natuurwetten, dus door generaliserende beweringen over waarneembare regelmaat van geassocieerde verschijnselen. Toch zijn veel causale claims niet analyseerbaar louter in termen van regelmatige conjunctie van twee variabelen.

Hume’s regelmatigheidsanalyse kan niet overweg met de *asymmetrie* van causaal genoemde gevallen waarin oorzaak en gevolg simultaan plaatsvinden, zoals kracht F die oorzaak genoemd wordt van een versnelling a die volgens de wet van Newton $F=m*a$ gelijktijdig optreedt. Gesuggereerd wordt dat naast (of i.p.v.) regelmaat andere elementen in een analyse van causaliteit verdisconteert moeten worden, zoals energieoverdracht (§3.1.4) of interventie (§3.2.2). In het laatste hoofdstuk (4) wordt speciaal aandacht gevraagd voor contextuele invloed, die zoals ik zal betogen, een grotere rol speelt in waarheidscondities en betekenis van causale claims dan causaal objectivisten erkennen.

Dat leidt in de regelmatigheidsanalyse ook tot onvoldoende afdekking van de *contextafhankelijke selectie* van **de oorzaak** uit een verzameling van verschilmakende factoren. De regelmatigheidsanalyse typeert elke factor die regelmatig aan een ander fenomeen voorafgaat als ‘oorzaak’ zelfs als we die gewoonlijk onder de condities scharen.

Notoir zijn ook gevallen van *onechte correlatie* (*spurious correlation*) welke in Hume’s regelmatigheidsanalyse ten onrechte causaal worden genoemd. Regelmatige opeenvolgende gebeurtenissen zoals dag en nacht of barometerdaling en storm zouden we niet causaal gerelateerd willen noemen maar effecten van een onderliggende gemeenschappelijk oorzaak (aardrotatie, en luchtdrukdaling). Om gemeenschappelijke oorzaken te onderscheiden heeft Reichenbach de regelmatigheidsanalyse verrijkt met een principe voor statistische afscherming en tevens toepasbaar gemaakt op *Imperfecte Regelmaat*, wat voor Hume’s analyse ook problematisch is omdat daarin verondersteld wordt dat oorzaken altijd door hun effecten worden gevolgd.

Bovengenoemde tegenvoorbeelden voor Hume’s revisionistische beschrijving van de causale notie demonstreren dat louter verwijzing naar regelmatige associatie van twee gebeurtenissen inaccuraat het gebruik van het causale concept in een breed toepassingsgebied beschrijft.

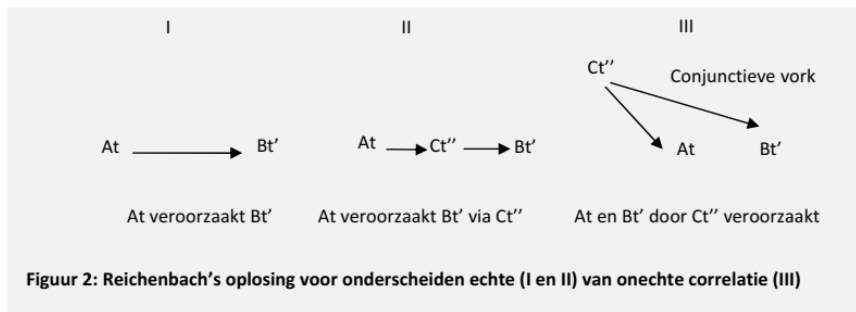
Volgens zijn tijdgenoot, Thomas Reid, was dat gelegen aan het fenomenalisme³ van Descartes, Berkeley, en Locke welke Hume tot in het absurde had doorgetrokken. Het resultaat was een fantoomwereld van uit de objecten ontspringende 'ideeën' waarmee alles van het *zelf* tot causaliteit werd voorgesteld als een verzameling van geïsoleerde ideeën. Moderne criticasters van Hume die Reid’s kritiek onderschrijven (Minto, 1997) (Viale, 1999) suggereren dat nu fenomenalisme weerlegd is, de belangrijkste pijler onder Hume’s analyse is weggevallen. De meest plausibele theorie van perceptie die dan

resteert, zo beweren zij, is die waarbij onafhankelijk van voorafgaande waarneming de causale band als singulier geheel kan worden gedetecteerd. Deze conclusie wordt echter te overhaast getrokken. De vervanging van fenomenalisme door bijvoorbeeld fysicalisme⁴ vereist nog steeds argumentatie of bewijs waarmee gedemonstreerd wordt dat het waarnemen van causaliteit op gelijke voet staat met waarnemen van een singulariteit als de kleur rood. Sommige hedendaagse causaal realisten (Riccardo Viale (1999) trachten het bestaan van een aangeboren kenvermogen voor causale relaties met empirische onderzoeksresultaten te verdedigen. De daarvoor aangehaalde ‘launching’ experimenten en interpretaties van Michotte overtuigen echter niet. Rips (2011) heeft gedemonstreerd dat sluitend bewijs ontbreekt voor de stelling dat singulier causaal oordelen geen beroep doet op in het geheugen opgeslagen ervaring van eerder waargenomen associatie (openvolging) van gelijksoortige gebeurtenissen. Ik acht de stelling verdedigbaar dat waargenomen regelmaat een noodzakelijke basis vormt voor de vorming van causale claims. Een verwijzing naar alleen regelmaat zoals Hume die suggereerde is echter onvoldoende. Met reductie zoals hij voorstelt wordt wel een objectieve empirisch beslisbare beschrijving van causaliteit gegeven maar één die slechts accuraat is voor een deelverzameling van configuraties die we causaal plachten te noemen. Hume’s regelmatigheidsanalyse bevredigt de naturalistische- en objectiviteitsvoorwaarde maar niet de accuraatheidsvoorwaarde. Of dit algemeen geldt voor reductionistische theorieën van causaliteit valt te bepalen door de amendementen op Hume’s regelmatigheidsanalyse van Reichenbach en Salmon te evalueren.

3.1.3 Probabilistisch ‘Common-Cause-principle’ als antwoord

Hume heeft gelijk! Het is een psychologisch feit dat mensen de neiging hebben om constante conjunctie of regelmatige openvolging van fenomenen causaal verbonden te beschouwen. Terzijde liet hij echter dat niet elke causaal genoemde relatie perfecte regelmaat vertoont, noch dat elke regelmaat causaal wordt genoemd. Zijn twee gebeurtenissen A en B gecorreleerd dan kan het zijn dat; A veroorzaakt B, B veroorzaakt A, of A en B effecten zijn van een gemeenschappelijke oorzaak C. Hans Reichenbach heeft in *The Direction of Time* (1956) gepoogd die tekortkomingen in Hume’s regelmatigheidsanalyse te repareren. Om imperfecte regelmaat te kunnen verantwoorden definieert hij oorzaken als gebeurtenissen die de waarschijnlijkheid van hun effecten vergroten: $A \text{ veroorzaakt } B \leftrightarrow (P(B|A) > P(B|\sim A))$. Om *common-cause* gevallen en richting te onderscheiden introduceert hij de notie ‘afscherming’ en lokaliseert gebeurtenissen in de tijd. Reichenbach stelt dat als twee gebeurtenissen A_t en $B_{t'}$ (die respectievelijk op t en later tijdstip t' plaatshebben) correleren, dan A_t de oorzaak is van $B_{t'}$ indien:

1. $P(B_{t'}|A_t) > P(B_{t'}|\sim A_t)$ en
2. Er verder geen gebeurtenissen $C_{t''}$ zijn die op een tijdstip t'' voorafgaande of gelijktijdig aan t plaatshebben, die $B_{t'}$ afschermen van A_t .



Afscherming heeft plaats wanneer sprake is van een ‘conjunctieve vork’, die onechte correlatie moet verklaren tussen gebeurtenissen die effecten zijn van een gemeenschappelijke oorzaak. De idee is afgeleid uit het *common-cause-principle*, wat stelt dat wanneer twee gebeurtenissen At en Bt” correleren volgens

$$P(At\&Bt') > P(At) * P(Bt'),$$

we dan naar een voorafgaande gemeenschappelijke gebeurtenis Ct” (*confounding factor*) moeten zoeken waarvoor geldt:

$$P(At\&Bt'|Ct'') = P(At|Ct'') * P(Bt'|Ct''),$$

dus waarbij A en B onafhankelijke gebeurtenissen zijn conditioneel ten opzichte van gemeenschappelijke oorzaak C, en C dus B afschermt van A.

Een voorbeeld van afscherming is storm die correleert met barometerdaling volgens:

$$P(Storm|barometerdaling) > P(Storm|\sim barometerdaling)$$

Luchtdrukdaling is echter de gemeenschappelijke oorzaak omdat storm S en barometerstand B onafhankelijke gebeurtenissen zijn conditioneel ten opzichte van luchtdrukdaling L:

$$P(S\&B|L) = P(S|L) * P(B|L)$$

↔

$$P(S|L) = \frac{P(S\&B|L)}{P(B|L)} \leftrightarrow \frac{\frac{P(S\&B\&L)}{P(L)}}{\frac{P(B\&L)}{P(L)}} \leftrightarrow \frac{P(S\&B\&L)}{P(B\&L)} = P(S|B\&L)$$

↔

$$P(Storm|barometerdaling\&luchtdrukdaling) = P(Storm|luchtdrukdaling)$$

Luchtdrukdaling schermt storm statistisch af van barometerdalingen hetgeen moet uitdrukken dat barometerstanden causaal irrelevant zijn voor storm. Reichenbach hoopte

met deze probabilistische benadering causale hypothesen te reduceren tot een objectief empirisch verifieerbare karakteristiek namelijk een verzameling van waarschijnlijkheden. Zo'n project is echter pas geslaagd als elke denkbare causale structuur in een unieke waarschijnlijkheidsverdeling P over een verzameling V van variabelen kan worden uitgedrukt. Helaas is Reichenbach's hoop niet in vervulling gegaan. Met het common-cause principe zijn niet alle causale structuren van elkaar te onderscheiden. Terwijl Cartwright dit voor bewijs houdt dat causaliteit fundamenteel en niet reduceerbaar is (§3.2.1), Woodward denkt dat we causale claims moeten verhelderen door response op (hypothetische) interventies te verdisconteren (§3.2.2) houden Wesley Salmon en Philip Dowe (hierna) vast aan probabilistische reduceerbaarheid van causaliteit, maar dan tot fysische processen die oorzaak aan gevolg binden.

3.1.4 Reductie tot fysische processen

Wesley Salmon zoekt een adequate typering van causale claims in relatie tot verklaren. Na eerst een Statistische-Relevantie (S-R) model te baseren op Reichenbach's *common-cause* principe en de propositie 'oorzaak A verklaart E' te definiëren als:

$$A \text{ veroorzaakt } E = A \text{ is statistisch relevant voor } E \leftrightarrow P(E|A) \neq P(E),$$

keert hij zich (1984) tegen zuivere epistemische benaderingen waarin verklaren gelijkstaat aan demonstreren dat wat verklaring behoeft een instantie van een natuurwet (DN-model) of universele regelmaat is. Boyles's wet beschrijft wel (epistemisch) de correlatie tussen temperatuur, druk en volume van een gas maar wordt pas verklaard in mechanische termen van kinetische energieën van botsende moleculen waar gassen uit zouden bestaan. Causale claims identificeren volgens Salmon niet alleen natuurwetten maar vertellen ook hoe fenomenen ontologisch in contingente causale netwerken zijn gesitueerd. In een kritiek op Hume's mislukte zoektocht naar aanvullende objectieve empirische eigenschappen die oorzaken solide met hun effecten verbinden verwijt hij Hume en zijn opvolgers misleidt te zijn door het beeld dat causaliteit een relatie tussen gebeurtenissen is. Wat Salmon betreft moeten we causaliteit begrijpen als causale vorken van Reichenbach waarin basisentiteiten geen gebeurtenissen maar continue fysisch processen zijn die structuur of merkteken kunnen voortplanten. Het criterium *merkteken-voortplanten* moet pseudoprocessen van causale processen onderscheiden. Een bewegende schaduw kan geen merkteken overdragen en is een pseudoproses; een bewegende auto wel en dus een causaal proces. Causale processen, zo claimt Salmon, zijn de ontologische verbindingen waar Hume tevergeefs naar zocht.

The main point is that causal processes, as characterized by this theory, constitute precisely the objective physical causal connections which Hume sought in vain. (Salmon, 1994)

Salmon dacht met dit nieuwe *Causaal Mechanistische model* binnen de door Hume

opgeworpen empiristische restricties te blijven, namelijk dat een betekenisvolle definitie of explicatie de causale relatie in termen beschrijft die reduceerbaar zijn tot actueel waarneembaarheden zonder verwijzing naar verborgen vermogens of counterfactuals. Onder invloed van kritiek (Kitcher, 1989) dat ‘merkteken kunnen voortplanten’ een counterfactuele notie is, heeft Salmon zich genoodzaakt gezien Dowe’s benadering (2013) te accepteren waarin causale voortplanting en interactie op behoudswetten zijn gebaseerd. Causale processen zijn nu processen waarin energiekwantiteit wordt voortgeplant (Salmon, 1994, p. 308). Ofschoon geen counterfactuele notie, beperkt het de toepasbaarheid van zijn theorie tot gevallen die in termen van behoudswetten zijn te beschrijven. Dit doet betwijfelen of Salmon’s causaal mechanistisch model de wezenlijke karakteristiek van causaal conceptualiseren beschrijft die alle door ons causaal genoemde relaties met elkaar delen, en of Salmon er in geslaagd is objectieve eigenschappen van causaliteit te beschrijven als processen beschreven moeten worden in termen van theoretische entiteiten zoals moleculen en hun impulsmoment?

Kritiek op Causaal Mechanistisch model

Hume baseerde zijn analyse van causaliteit op een ontologie van discrete gebeurtenissen doch Salmon werpt tegen dat moderne natuurwetenschappen de wereld als Minowski tijd-ruimte structuur begrijpen (1994, p. 297). Causale interactie moet daarin afgebeeld worden als uitwisseling van geconserveerde kwantiteit op het snijpunt van wereldlijnen van objecten die kwantiteit voortplanten in een continuüm van tijd-ruimte punten. Maar levert zo’n beschrijving in processen een wezenlijke aanvulling op Hume’s waarnemingsrapportage over oorzaak en gevolg?

Here is a billiard ball lying on the table, and another moving toward it with rapidity. They strike; the ball which was formerly at rest now acquires a motion...and we shall always find that the impulse of the one produces motion in the other? (Hume, 1738)

Putten we meer uit de waarneming als we, zoals Salmon adviseert, oorzakelijke verband tussen de beweging en interactie van biljartballen begrijpen als systeem van tijd-ruimtelijke processen die kwantiteit uitwisselen en voortplanten? Onze huidige fysica, die ons moet gidsen, verteld ons dat impuls van de biljartballen de geconserveerde kwantiteit is. De fysica heeft voor dit soort van mechanische systemen empirisch afgeleid dat impuls ($p = \vec{m}\vec{v}$) van objecten wordt voortgeplant met een continue plaatsfunctie $xyz=f(v(t))$ en dat bij elastisch botsen impuls wordt uitgewisseld waarbij de totale kwantiteit aan impuls behouden blijft conform de behoudswet voor impuls ($\sum (\vec{m}_i \vec{v}_i) = constant$). Dit lijkt misschien extra empirische informatie maar strikt genomen is het alleen de mathematisch geformuleerde kwantificering van hetgeen Hume hierboven in alledaagse taal beschrijft. Ik betwijfel of dit telt als aanvullende objectieve fysische verbinding die Hume tevergeefs zocht. De beschrijving in processen die twee discrete in ruimte en tijd gescheiden gebeurtenissen verbinden, redt in zekere zin alleen de contiguiteit genoemd in Hume’s definitie van causale relatie. Dat doet ze bovendien slechts voor gevallen waarin een causaal proces valt te koppelen aan een sequentie van

gebeurtenissen die corresponderen met een continue traject in de tijd-ruimte. Het is nu juist Heisenberg's onzekerheidsprincipe waarmee in de kwantummechanica exact gedefinieerde elektronenbanen worden verworpen. Bovendien zijn geconserveerde kwantiteiten, of het nu gaat om moment, impuls, massa-energie, lading of wat dan ook theoretische kwalificaties.

A conserved quantity is any quantity which is universally conserved and current scientific theory is our best guide as to what there is. (Dowe P. , 2013, p. 11)

Het is prima om te zeggen dat relatief aan een theorie bepaalde processen gekwalificeerd kunnen worden als onvervalst en andere als pseudo-proces. Het garandeert niet dat het onderscheid ook objectief is (Fraassen, 1980, p. 121). Salmon mag zijn theorie bevrijdt hebben van contextgevoelige counterfactuals door merkteken te verruilen voor geconserveerde kwantiteit, nu is het dat geloof in de objectiviteit van causaliteit controversieel geloof verlangt in realisme van hetgeen wetenschappelijke theorieën over theoretische entiteiten (elektronen etc.) en natuurwetten vertellen.

Daarbij komt dat een flink aantal gevallen die causaal genoemd worden niet inpasbaar zijn in de procestheorieën van Salmon en Dowe. Schaffer (2000, p. 301) noemt categorieën waarin oorzaak en gevolg niet verbonden zijn door een proces dat geconserveerde kwantiteit (energie, momentum) voortplant. Denk aan omissie gevallen waarin geen sprake is van fysische verbinding tussen oorzaak en gevolg, zoals in "The absence of Vitamin C causes a person to have scruvy." (Schaffer, 2004), (Dowe P. , 2004). Zonder causaliteit als een counterfactuele notie te beschouwen zijn die beweringen niet bevredigend te analyseren. Dowe gunt *ommissie-gevallen* wel een counterfactuele analyse maar noemt het dan quasi-veroorzaking. (Dowe P. , 2013, p. 13) Dit lot valt ook causaliteit ten deel die zich niet laten reduceren tot fysische beschrijvingen. Denk aan causale claims in wetenschappen als economie of psychologie waar niets te vinden is wat voor een behoudswet door kan gaan. Volgens Dowe (2013, p. 19) is dat geen tekortkoming van de *conserved-quantity-theory* die hij een *empirische analyse van objectieve eigenschappen van causaliteit* noemt die rechtvaardiging haalt uit onze beste wetenschappelijke praktijken. Alledaagse causale claims en die van de speciale wetenschappen vereisen conceptuele analyse, die als primaire data onze intuïtie moeten respecteren. Een empirische analyse heeft die verplichting niet. Hausman (2002) merkt echter terecht op dat deze visie problematisch is. Daar causaliteit niet een technisch concept van de wetenschap is, wordt zonder plausibele connectie met wat we gewoonlijk denken dat causaliteit is, de procestheorie losgezongen van fysica en filosofie.

3.1.5 Inaccuraat reductionistisch causaal objectivisme

Maken we de balans op: Hume's regelmatigheidsanalyse en Reichenbach's causaal-statistische-model voldoen aan de **objectiviteitvoorwaarde**. Regelmatige sequentie en statistische correlatie zijn objectieve, empirisch verifieerbare

eigenschappen. Deze theorieën verenigen zonder beroep op speculatieve eigenschappen ook het ogenschijnlijke tegenstrijdige feit dat speciale wetenschappen wel en fysische wetenschappen niet causaal conceptualiseren door simpelweg te veronderstellen dat causale claims herleidbaar zijn tot fysisch beschreven relaties (*naturalisme compatibel*). Het grootste probleem met reductionistische theorieën is dat ze niet voldoen aan de *accuratessevoorwaarde*. Slechts een deelverzameling van causale claims zijn accuraat reduceerbaar tot generieke claims over regelmatige associatie of uniforme opeenvolging van (fysische) fenomenen. Hume's regelmatigheidsanalyse levert geen adequate beschrijving van typische causale karakteristieken als asymmetrie, relevantie en imperfecte regelmaat. Reichenbach's vervanging van Hume's deterministische lezing door een probabilistische benadering en toepassing van een *common-cause-principle* is maar gedeeltelijk succesvol in uniek identificeren van causale claims met statistische materiaal. Salmon's probabilistische beschrijving van causale relaties in termen van processen die energetische kwantiteiten overdragen mag bepaalde causale claims accuraat beschrijven, de analyse in fysische termen is revisionistisch. Ze staat, zo betoogd Psillos (2005), zodanig ver af van de taal van de speciale wetenschappen dat het alleen gegeneraliseerd kan worden indien gekoppeld aan de weinig aantrekkelijke positie die alle wereldlijke (psychologische, sociologische) fenomenen tot fysische verschijnselen reduceert.

De conclusie die we voor reducerende theorieën van causaliteit dan ook moeten trekken is dat als ze al objectieve beschrijvingen van causaliteit faciliteren ze dat voor slechts een beperkt aantal causaal genoemde gevallen adequaat doen. Ergo: reductionistische theorieën van causaliteit geven vanwege hun beperkte toepasbaarheid geen steun aan de opvatting dat onze causale uitspraken grosso modo over objectieve relaties in de wereld gaan. Laat me dan zien of er niet-reducerende theorieën van causaliteit zijn die accuraat en empirisch adequaat de idee aannemelijk maken dat causale claims over objectieve mentaalafhankelijke waarheden in de wereld gaan.

3.2 Niet reducerend causaal objectivisme

Hier richt ik me op theorieën gebaseerd op de aanname dat 'causaliteit' een onanalyseerbare en dus primitieve notie is. Twee toonaangevende varianten wil ik bespreken; *Cartwright's causaal fundamentalisme* waarin causale capaciteiten worden gepostuleerd, en *Woodward's Interventionisme* volgens welke causale claims geëxpliciteerd moeten worden in termen van het primitieve causale begrip 'interventie'.

3.2.1 Causaal fundamentalisme

In (*On the Notion of Cause*, 1913) pleitte Russell voor eliminatie van het causale concept uit de filosofie. Causale claims zijn niet reduceerbaar tot natuurwetten die fenomenen slechts logisch relateert. Newton's wet $F=ma$ verteld alleen maar dat als twee parameters bekend zijn de derde vastligt. Russell houdt natuurwetten voor objectieve representaties.

Worden daarin geen oorzaken genoemd, dan bestaan er geen oorzaken!

Here...is nothing which can be called properly 'cause', nothing that can be called properly 'effect'...The reason why physics has ceased to look for causes is that, in fact there are no such things. (Russell, 1913)

Cartwright (1979, p. 419), ofschoon ze net als Russell gelooft dat causaliteit niet reduceerbaar is, claimt juist dat de wereld fundamenteel causaal is, en de causale notie in de wetenschappen een essentiële rol vervult. Haar argumenten zijn:

1. Speciale wetenschappen vooronderstellen kennis van individuele causale eigenschappen om generieke causale claims af te kunnen leiden. (§3.2.1.1)
2. In de fysica liggen op regelmaat gebaseerde natuurwetten over de wereld die grotendeels rommelig en chaotisch is. fysica moet causale capaciteiten vooronderstellen om sporadische regelmaat te verklaren. (§3.2.1.2)

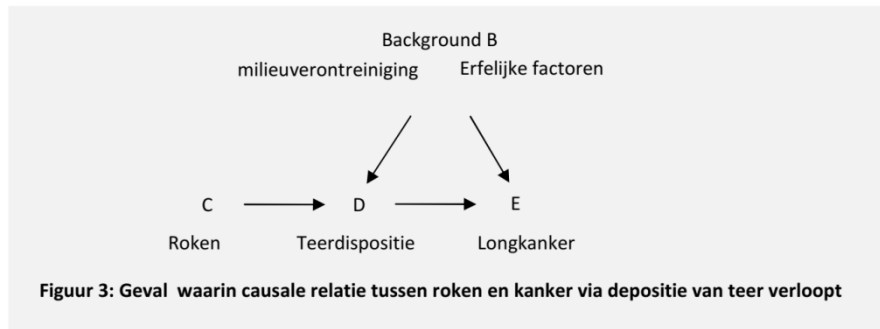
Voor de onderbouwing levert ze echter geen hard bewijs maar een *Inference-To-The-Best-Explanation*.

3.2.1.1 Causaal singularisme in de speciale wetenschappen?

Hume verwierp aristotelisch *causaal singularisme*; de idee dat we het causale karakter herkennen in individuele sequenties van fenomenen. Hume claimde dat alleen regelmaat in de conjunctie van fenomenen waarneembaar en dus werkelijk is, en we daar causaliteit uit afleiden. Cartwright verwerpt Hume's *causaal nomisme* met het argument dat **kennis** van generieke causale claims onmogelijk is zonder **kennis** van individuele causale gevallen, wat ze met allerlei voorbeelden in haar werk wil staven. Met het *common-cause principe* bijvoorbeeld, zo claimt ze, worden we verondersteld een causale relatie af te kunnen leiden uit correlatie tussen roken (C) en longkanker (E) als bekend is dat ook relatief aan achtergrondfactoren F_i in de causale achtergrond B (zoals blootstelling aan industriële uitstoot) roken de kans op longkanker verhoogt (Cartwright, 1994).

$$C \text{ veroorzaakt } E \leftrightarrow P(E|C\&B) > P(E|\sim C\&B)$$

Echter, zo claimt Cartwright, om generieke causale claims af te kunnen afleiden is kennis van singuliere causale invloeden vereist. Immers, in de evaluatie van causale relevantie van roken voor longkanker moet men weliswaar de achtergrond B gefixeerd houden maar dat kan men niet rücksichtslos doen. Verloopt de causale relatie tussen longkanker (E) en roken (C) via teerdepositie (D) en nemen we D in de achtergrond op, dan zal E van C door factor D worden afgeschermd immers $P(E|C\&D)=P(E|D)$.



Is teerdispositie door industriële luchtverontreiniging ontstaan dan moeten we teerdispositie **wel** in de achtergrondconditie opnemen. Men zal van elk individueel geval moeten weten of D geproduceerd is door C of door iets anders.

The formula involving partial conditional probability cannot serve as reductive account of causal relevance in terms of probabilistic association because, as it stands, we must condition on other *causal* factors. (Cartwright, 2002)

Volgens Cartwright is het feit dat bij testen van causale wetten een beroep moeten doen op informatie over erbij betrokken singuliere causale processen die in de achtergrond van de populatie invloed kunnen uitoefenen, vernietigend voor de these van de regelmatigheidsanalyticus dat causale claims afgeleid worden uit waargenomen regelmaat in associatie. Ze concludeert: ‘No Causes in no Causes out!’ (Cartwright, 1994) Is dit bewijs voor *causaal fundamentalisme* en *-singularisme*?

Kritiek op Cartwright’s *causaal fundamentalisme -singularisme*

Cartwright argumenteert met voorbeelden als hierboven vanuit de mogelijkheidsvoorwaarden voor causale heuristiek. Ze denkt haar pleidooien voor *causaal fundamentalisme* en *-singularisme* te baseren op het probleem dat causale claims niet louter uit correlaties zijn af te leiden. Dat A en B correleren kan betekenen dat: A veroorzaakt B, B veroorzaakt A, of A en B veroorzaakt worden door een *common-cause*. Correlatie alleen impliceert nog geen causaliteit. Er is succesvolle causale heuristiek dus het kan niet anders; we leiden het causale karakter af uit een individueel paar. Er zijn echter minder speculatieve scenario’s waarmee een *causaal-nomist* haar argument voor *causaal-singularisme* volgens mij kan pareren. Tijdgeïndexeerde informatie helpt bij de bepaling van causale richting. Reichenbach’s *common-cause-principle* (§3.1.3) verdisconteert ook tijdstip van gebeurtenissen. Intervenieren kan verder compenseren voor ontbrekende tijdindexering, of gemiste *confounding* factoren opsporen door populaties met equivalente achtergronden te scheppen. Voor waar niet daadwerkelijk geïntervenieerd kan worden is er wiskunde door Pearl (2000) ontwikkelt. (§3.2.2.1)

Maar bovenal, als er aanvankelijk geen kennis is van singuliere gevallen van causaliteit (wat in essentie *causaal nomisme* impliceert) dan begint men met **causale hypothesen** (wat accordeert met Cartwright’s zwakkere stelling ‘no causes in no causes out’). Die worden geïnterpreteerd als claims over factoren (oorzaken) die verschil maken

voor (de kans op) effecten. Men vergelijkt waarschijnlijkheidsdistributies van verwante populaties waarvan men vermoedt (niet zeker weet) dat die in factoren verschillen die de waarschijnlijkheid van een andere factor beïnvloeden. Zo'n methode geeft geen reden te denken dat beroep gedaan wordt (of gedaan kan worden) op **kennis** van sequentie van fenomenen waarvan het causale karakter individueel herkend wordt. Hier wordt alleen relatief aan een bepaalde achtergrond (*ceteris paribus* clause) empirisch een causale **hypothese** getest, begrepen als uitspraak over een verschilmakende factor(oorzaak).

Stel daar tegenover Cartwright's suggestieve pleidooi voor causaal singularisme die een raadsel introduceert. Hoe komen we aan die niet uit regelmaat afgeleiden **kennis** over singuliere gevallen van causaliteit, die we nodig zouden hebben om causale wetten te testen? Waar de regelmaatanalyticus kan verwijzen naar een (zei het niet geheel onfeilbare) methode om (door trial&error) causale hypothesen aan niet-causale feiten zoals statistische data te toetsen, zal de causaal fundamentalist (iemand die de causale notie ongeanalyseerd laat) moeten uitleggen hoe we individuele singuliere causale eigenschappen zonder beroep op regelmaat kunnen detecteren.

Cartwright denkt in navolging van Aristoteles causale relaties te kunnen beschouwen als productierelaties waarin oorzaken causale vermogens/capaciteiten zijn die toebehoren aan dingen die krachtens hun natuur de potentie hebben om specifieke effecten te produceren. We zouden causaliteit opmerken door de natuur van een object te vatten middels hun causale eigenschappen waarmee ze inwerken op andere objecten in een causaal netwerk. Dat klink cyclisch. Echter Cartwright (1994) suggereert dat hier perceptie en intellectuele abstractie nauw verweven samenwerken. Meten zou geen kennis van capaciteiten an-sich opleveren. Effecten zijn meetbaar maar niet de veroorzaking zelf. Stabiele oorzaken of capaciteiten zouden gekend worden door intellectuele abstractie. Ze besluit dan maar dat in werkelijke kennis oorzaken worden waargenomen en door het intellect gevat (Crespo, 2009). Hier wordt ik echter niet wijzer van. Anscombe, wiens visie Cartwright regelmatig aanhaalt, verdedigt de these dat causaliteit detecteerbaar is in het ervaren van wiluitvoeringen. Handelingen als tillen, duwen trekken waarvan effecten waarneembaar zijn, en zich als causale werkzaamheid aan ons manifesteren, zouden als prototype dienen (Minto, 1997, p. 38). Ik zie echter niet hoe deze antropomorfe subjectieve benadering een theorie van causaliteit kan opleveren die voldoende wetenschappelijke objectiviteit garandeert. Geloof Cartwright in objectieve causaliteit, dan blijft ze vooralsnog een naturalistische epistemologie verschuldigd waarmee ze duidelijk maakt hoe we het causale karakter in het individuele geval, zonder beroep op regelmaat, herkennen. Ondertussen hou ik het erop dat causaliteit uit regelmaat wordt afgeleid. Alleen als X regelmatig gevolgd wordt door Y kan men omwille van gemak aan X de eigenschap toeschrijven dat het de capaciteit heeft om Y te produceren. Dat Cartwright de generalisatie 'Y-en volgen op X-en' wil begrijpen als rapportage van de werking van een noodzakelijke causale capaciteit die uit de natuur van X ontspruit, is prima maar gaat verder dan wat empirie en dus wetenschap kan onthullen, sterker nog: impliceert voor de fysica dat op apriori gronden moet worden wordt besloten dat ze niet compleet is!

3.2.1.2 Nomologische machines en idealiserende fysische wetten

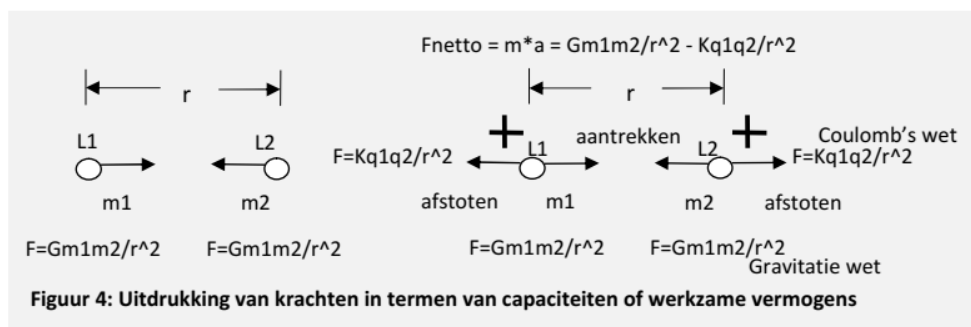
In de Humeaanse opvatting bestaat er alleen regelmatige associatie van waarneembare fenomenen. Wetenschap zoekt er naar en beschrijft het in universele natuurwetten als de zwaartekrachtwet $F=Gm_1m_2/r^2$ en de wet van Coulomb $F=Kq_1q_2/r^2$. Cartwright heeft een probleem met dit geordende wereldbeeld van ruimte gevuld met dingen waarover universele natuurwetten heersen. Natuurwetten zijn slechts geïdealiseerde benaderingen! De zwaartekrachtwet, die verteld dat de kracht tussen twee lichamen L_1 en L_2 met massa's m_1 en m_2 gelijk is aan $F=Gm_1m_2/r^2$, geldt slechts als er geen elektrische krachten op inwerken.

Universaliteit is er wel. Die ziet ze in entiteiten L_1 en L_2 die krachtens hun massa een constant causaal vermogen bezitten om zwaartekracht te ontwikkelen. Dit suggereert echter een Aristotelische ruimte gevuld met objecten begiftigd met stabiele causale capaciteiten. Die verklaart waarom de wereld chaotisch oogt, en slechts regelmatige gedrag vertoont in pockets waarin zogenaamde *nomologische machines* capaciteiten van één type isoleren van invloeden van andere capaciteiten (Cartwright, 1999, p. 33).

Het stelsel van planeetbanen is zo'n machine. Haar natuurlijke afscherming van versturende causale invloeden gaf Newton gelegenheid gravitatie- en bewegingswet, $F=Gm_1m_2/r^2$, en $F=ma$, af te leiden. Hun succes en die van hun theorieën kan pleiten voor hun waarheid maar niet voor hun universaliteit. Het zijn ceteris paribus generalisaties en “abstracties die bij slechts een klein aantal specifieke omstandigheden aansluiten.” (Cartwright, 1999, p. 4). Zonder modellen van nomologische machines zijn ze als beschrijving van de werkelijkheid incompleet.

Before we can apply the abstract concepts of basic theory... We must first produce a model of the situation in terms the theory can handle... (Cartwright, 1999, p. 26)

Wetenschap zou onmogelijk zijn zonder modellen waarin het bestaan van naturen en causale capaciteiten van entiteiten wordt voorondersteld. Als voorbeeld wijst ze op mechanicamodellen uit inleidende boeken van de Natuurkunde, waarvan links in figuur-4 het *twee-massa-model* de abstracte zwaartekrachtwet $F=ma=Gm_1m_2/r^2$ concretiseert. (1999, p. 44)



Meegeven van lading q_1 en q_2 aan lichamen L_1 en L_2 op afstand r met massa m_1 en m_2 vereist weer een ander model (rechts) wat verteld hoe we de abstracte

zwaartekrachtwet en wet van coulomb moeten interpreteren en concreet toepassen. Hierin is naast zwaartekracht $F=Gm_1m_2/r^2$ tevens een elektrische kracht $F=Kq_1q_2/r^2$ (een capaciteit die een lichaam qua lading heeft) in de versnelling a aan het werk die nu door de formule $F_{\text{netto}}=m_x \cdot a = Gm_1m_2/r^2 - Kq_1q_2/r^2$ wordt bepaald.

Al wordt gedrag nu niet beschreven door $F=ma = Gm_1m_2/r^2$, het blijft de natuur van m_2 om in m_1 een kracht Gm_1m_2/r^2 te **produceren** die het in isolement realiseert, maar blijft betrachten (als componentkracht) als tevens andere capaciteiten aan het werk zijn. Zo beschouwd zijn alleen capaciteiten universeel exporteerbaar voorbij de strikte grenzen van de ceteris paribes conditie van de nomologische machine waarin capaciteiten regelmaat verwezenlijken. Modellen als deze verraden volgens Cartwright een werkelijkheid achter wetmatigheden die alleen valt te beschrijven vanuit bovenstaande aristotelische benadering waarin niet wetten maar natuur van dingen en hun causale capaciteiten universeel zijn. Dat wetenschap dit soort modellen nodig heeft betekent volgens Cartwright dat:

- a) wetenschap naturen en causale capaciteiten van entiteiten voorondersteld,
- b) capaciteiten en niet natuurwetten fundamenteel en universeel zijn.

Dit pleit volgens Cartwright niet voor Humeaanse reductionisme waarin een klein aantal empirische wetten fungeren als axioma's waaruit minder fundamentele wetten volgen, maar voor *causaal fundamentalisme* en *nomologisch pluralisme*: voor een lappendeken van wetten in een door en door causale wereld.

3.2.1.3 Praktische bezwaren tegen causale intermediaire modellen

Ofschoon inventief geconstrueerd kleven er aanzienlijke bezwaren aan Cartwright's suggestie dat fysica causale intermediaire modellen gebruikt. Bijvoorbeeld dat elke unieke situatie die met een wet verklaard wordt een eigen intermediair model van aristotelische naturen vereist. Zo'n *Patchwork of Laws* leidt volgens Philip Anderson (2001, p. 493) tot een eindeloze proliferatie van modellen en geïsoleerde domeinen, wat niet rijmt met de *cross checks* en consistentie voorwaarden die de wetenschappelijke praktijk reguleren.

In the Modern state of science, no discovery lives in a cocoon, rather it is built within and upon the entire interconnected structure of what we already know. (Anderson, 2001, p. 493)

Wetenschappelijke wetten en theorieën worden niet afgeleid uit onderzoeksdata van één enkel (onderzoeks)domein maar uit alle wetenschappelijke domeinen als geheel.⁵ Sheldon Smith (2002) betwijfelt de praktische waarde, objectiviteit en onafhankelijkheid van de intermediaire modellen die Cartwright verdedigt:

...talk of forces as 'capacities' strikes me hopelessly vague...Capacities of a body are truly unlimited...A massive body like a rock has the capacity to attract another, but it

also has the capacity to be used as murder weapon or to serve as a chair. There are a million capacities that bodies have that are not forces in the mechanical sense. Until one has a recipe telling us what to do with the various capacities of a body...it seems to me nothing is gained by this talk that cannot be had from talk of forces...Since force talk is more specific while clear axioms governing its uses, we should stick to it when discussing Gravitation. (Smith, 2002, p. 252)

De uiteenlopende interpretaties van het begrip ‘capaciteit’ voegen onnodig subjectiviteit toe. Fysica verteld ons reeds afdoende, zonder beroep op causale capaciteiten of nomologische machines, hoe we krachten *vectorieel* moeten optellen en met de formule $\vec{F}_{netto} = \vec{F}_g + \vec{F}_e = m(n)\vec{a}$ de snelheid van deeltjes moeten afleiden. Als instrumenteel gereedschap voor beschrijven en voorspellen van waarneembare fenomenen zijn capaciteiten geen aanvulling op de wetten en mathematische axioma’s die de fysica ons biedt.

Dat Cartwright’s objectief bedoelde beschrijving van in de wereld bestaande niet reduceerbare primaire causale capaciteiten ook geen empirische inhoud toevoegt aan Humeaanse regelmaat die de fysica beschrijft, brengt me bij een filosofisch bezwaar tegen Cartwright’s intermediaire causale modellen brengt. De suggestie dat wetenschap het bestaan van universele capaciteiten als verklaring voor regelmaat voorondersteld, is product van een visie dat wetenschap diepere waarheden achter de waarneembare fenomenen kan ontdekken. Die ambitieuze opvatting is ijdele hoop. Wetenschap kan alleen empirische adequaatheid van theorieën garanderen.

3.2.1.4 *Filosofisch bezwaar tegen causale intermediaire modellen*

Cartwright verdedigt causaal fundamentalisme vanuit een *pragmatische visie op theorieën* volgens welke fenomenaalbeschrijvingen niet direct inplugbaar zijn in theorieën maar complementaire modellen vereisen waarin causale capaciteiten worden voorondersteld. Modellen zouden fungeren als intermediair tussen zogenaamd waargenomen ‘causale feiten’ en niet-causale theoretische beweringen (Morgan & Morrison, 1999). Zo’n benadering van de relatie tussen theorie en feiten is epistemisch gewaagd. Tenslotte wordt op metafysische grond besloten dat fysische theorieën op zichzelf geen compleet wereldbeeld leveren.

Er bestaat een minder speculatieve visie op hoe theorieën fenomenen representeren. Dit is de *semantische opvatting van theorieën* van Patrick Suppes (1960) waarin een theorie extensioneel wordt opgevat als een verzameling van mathematische modellen met empirisch substructuren waarvan één een plaats kan bieden (isomorf is) aan de structuur van empirische data (waarnemingsrapportage). Waar Cartwright claimt dat wetenschap het bestaan van causale capaciteiten moet vooronderstellen schetst de semantische opvatting van theorieën een theorie-interpretatie die de relatie tussen theorieën en feiten zonder beroep op causale capaciteiten o.i.d. verklaart. Van Fraassen, die een semantische benadering van theorieën verdedigt, bekritiseert Cartwright’s causaal fundamentalisme dan ook op dit punt: namelijk dat modellen van fysische theorieën geen

empirische structuren bevatten die oorzakelijke relaties kunnen representeren. Het onderscheid tussen oorzaken en niet-oorzaken wordt extrawetenschappelijk aangebracht.

Semantisch wordt een klassieke mechanica voor twee lichamen (L_1, L_2 met massa's m_1, m_2 en ladingen q_1, q_2) opgevat als familie van modellen waarvan elke model een empirische substructuur bevat die kandidaat staat voor de representatie van hun waarneembaar gedrag. De modellen tezamen beschrijven alle mogelijke (ook niet gerealiseerde) instanties of interpretaties in termen van posities van de lichamen als functie van de tijd, welke afleidbaar zijn uit de specifieke beginwaarden van hun ruimtelijke posities, vectoriële snelheden en versnellingen met grootte $a_1 = Gm_2/r^2 - Kq_1q_2/m_1r^2$ voor L_1 en $a_2 = Gm_1/r^2 - Kq_1q_2/m_2r^2$ voor L_2 . Beweringen over onwaarneembare capaciteiten, causale vermogens of asymmetrische causale relaties vinden geen thuis in de empirische substructuren van de klassieke mechanica. Die behoren niet tot de theorie noch tot de wetenschap die zich volgens van Fraassen alleen richt op het vinden van waarheden over (regelmaat in de) waarneembare aspecten van de wereld.

Alledaags aan causaliteit toegedichte kwaliteiten (asymmetrie, actief vermogen) worden in de pragmatiek toegevoegd en zijn contextbepaald omdat hun analyse niet louter afhangt van objectieve feiten maar ook van contextafhankelijke interpretaties. Van Fraassen verwoordt het als volgt in antwoord op een vraag van Cartwright (June 1993) waarom hij (van Fraassen) in *Laws and Symmetry* (1989) geen causaliteit in de modellen toestaat:

To me the question is moot [betwistbaar]. The reason is that, as far as I can see, models which scientists offer us, contain no structures which we can describe as putatively representing causings, or as distinguishing between causing and similar events which are not causings. Cartwright says that if models contain parts presenting ordinary objects around us (such as cats, and cats lapping milk) then they contain parts which presents causes. The question will still be moot if the causes/non-causes distinction is not recoverable from the model. Some models of group theory⁶ contain parts representing shoving of kid brothers by big sisters, but group theory does not provide the means to distinguish those from shoving of big sisters by kid brothers. The distinction is made outside the theory. If Cartwright herself draws, extra-scientifically, a distinction between causes and non-causes, she can describe models furnished by science in terms of that distinction. But it may be a 'hidden variable' description. She may be thinking of structures scientists use to model data as themselves part of larger, more articulated structures that carry distinctions she makes. (Fraassen, 1993, pp. 437-8)

Modellen van de biologie kunnen melk likkende katten in hun empirische substructuren representeren, maar broertjes die zussen duwen zijn empirisch niet te onderscheiden van zussen die broertjes duwen. Fysisch gesproken is dit een symmetrische relatie en oefenen beiden volgens Newton's 3^{de} wet (actie=reactie) een even grote kracht op elkaar uit. Een antwoord op de vraag wie hier het duwen veroorzaakt kan niet zonder pragmatisch informatie uit de context waarin de vraag gesteld wordt. Om indeterminatie op te heffen kan een fysische theorie worden verrijkt

met 'hidden' variabelen van een volkspychologie. Dan duwen grote zussen vanuit het perspectief dat ze graag de baas spelen, of broertjes vanuit het gezichtspunt dat ze geen bazigheid van hun zus tolereren. Hier worden alledaagse gebeurtenissen verklaard met theorieën waarin fysische beginselen met volkstheoretische redenen worden omkleed.

Het was precies de vinding van de wetenschappelijke revolutie causaal verklaren, beginnende bij valbewegingen, te vervangen door wiskundig beschrijven van hun waarneembare regelmaat, waaruit zich de klassieke mechanica kon ontwikkelen die ons in staat stelde mechanisch gedrag te voorspellen en beheersen. Door aan onze planeet een actief vermogen of capaciteit toe te schrijven, om voorwerpen naar zich toe trekken, welke we 'de oorzaak' van de valbeweging noemen, valt Cartwright valt terug op een van oudsher aanwezige neiging het universum naar ons zelfbeeld te herscheppen waarin wij mensen als actieve agents dingen met redenen of motief doen. Causale capaciteiten die fysische formalisme verrijken zijn echter 'hidden variables' die niet voor iets waarneembaars staan, maar toegevoegd worden vanuit de wens symmetrie in asymmetrie en indeterminisme in determinisme te converteren.

Postuleren van variabelen kan nuttig zijn in de constructie van empirische adequate theorieën. Het elektron werd als constante ingevoerd om theorieën getalsmatig kloppend te maken. Zonder garantie voor objectief bestaan diende het een instrumenteel doel. Wat kan echter de wetenschappelijke waarde zijn elektronen te verstoffelijken en er causaal vermogen aan toe te schrijven? Zonder consequenties voor de empirische substructuren in de fysische modellen voegt een dergelijk causaal verrijkte theorie in empirische zin niets toe aan de empirische adequaatheid van een theorie waarvoor alleen het actueel waarneembare telt en waarin alleen:

...all that is both actual and observable finds a place in some model of the theory.
(Fraassen, 1980, pp. 197-198)

Twijfelachtig is de rol van Cartwright's nomologische modellen in de wetenschappelijk taak om empirische adequate theorieën te ontwikkelen. Cartwright kan het ontwerp van een bepaalde machine verdedigen door te praten over wat de expressie van capaciteiten in een concreet geval verhindert, of faciliteert. Onderdeterminatie wil echter dat talrijke uiteenlopende postulaten van achter het waarneembare aan het werk zijnde mechanisme en causale capaciteiten hetzelfde waarneembare bewijs kunnen impliceren (Laudan, 1998). Een wereld die qua waarneembare kwaliteiten identiek is maar in feiten over capaciteiten verschilt, zou voor de waarneming, die onze enige houvast vormt, niet te onderscheiden zijn.

So far as empirical adequacy is concerned, a theory would be just as good if there existed nothing at all that was either unobservable or not actual. Empirical adequacy does not require truth; in my view, science aims only at empirical adequacy and anything beyond that is not relevant to its success. (Fraassen, 1980, pp. 197-198)

Praten over capaciteiten kan een geriefelijke manier zijn om informatie over gedrag te coderen maar zo lang we benadrukken dat wetenschappelijke claims gefundeerd moeten

zijn in wat actueel waarneembaar is, kan taal over verborgen capaciteiten geen nieuwe informatie bijdragen. Cartwright mag claimen dat we over de intrinsieke kwaliteiten van een object aanvullende betekenisvolle dingen kunnen zeggen. Wetenschap echter, verschaft alleen epistemische toegang tot de structuur van de wereld, die ze in haar mathematische theorieën beschrijft.

Science represents structure only. The book of Science is written in the language of mathematics and the mathematics represents structure alone. (Bas C. van Fraassen. *The fortunes of Empiricism*, 2006)

Een claim over waarneembare regelmaat in de sequentie van fenomenen is een claim over structuur en dus valide wetenschap. Structuur verklaren in termen van een intrinsieke natuur van dingen en hun causale capaciteit gaat verder dan verdedigbaar is op grond van beschikbaar empirische bewijs. Zo'n ontologische claim conflicteert met het door de wetenschap omarmde spaarzaamheidsprincipe (*parsimony*). Met *Ockham's razor* werd causaliteit uit formele representaties van de fysica gesneden.⁷ Cartwright's interpretatie van wetenschappelijke theorieën en praktijken revitaliseert aristotelisch realisme. Het a priori postuleren van een achter de fenomenen gelegen onwaarneembare objectieve werkelijkheid van noodzakelijke oorzaken en naturen als verklaring voor regelmaat werd niet zonder reden door wetenschappers van de 17^{de} eeuw verlaten. Zij doorzagen dat empirie geen uitsluitsel kon geven. Newton weerstond de metafysische vraag wat de oorsprong en intrinsieke aard van zwaartekracht is om zich tevreden te stellen met empirisch verifieerbare beschrijvingen van regelmaat in de associatie van waarneembare fenomenen.

Cartwright negeert die historische les met haar stelling dat, niet beschrijven van waarneembare regelmaat het voornaamste doel van de wetenschap is maar ontdekken van iets wat er achter ligt: "we aim in science to discover the nature of things." (Cartwright, 1999, p. 181). Theorieën liegen, aldus Cartwright, maar hun theoretische entiteiten en causale capaciteiten bestaan. Ze verdedigt dus entiteitrealisme welke ze bevestigd ziet in het feit dat we met causale modellen voor concrete fysische situaties en experimenten processen kunnen plannen, voorspellen en manipuleren. In (1999, p. 23) geeft ze voor dit lokaal realisme een argument waarvan ze claimt dat het Kantiaans transcendentiaal is. We hebben een X – "the possibility of planning, prediction, manipulation, control and policy setting". Maar zonder Φ_1 – "the objectivity of local knowledge" – zou X onmogelijk of onbegrijpelijk zijn. Ze kleedt het aan als deductief argument om gunstig af te steken bij een IBE welke ze verwerpt (Cartwright, 1983).

$$\begin{array}{l} \Phi_1 \text{ noodzakelijk voor } X \Leftrightarrow X \rightarrow \Phi_1 \\ X \\ \hline \text{Modes Pones} \\ \Phi_1 \end{array}$$

Waarin X = possibility of planning, prediction, manipulation, control & policy setting
 Φ = objectivity of local knowledge

Maar Stathis Psillos (2002, p. 12) doorziet Cartwright's misleidende aanname dat Φ_1 noodzakelijk is voor X . Kant meende dat Euclidische geometrie noodzakelijk was voor ervaring. Thans wetende dat, dat incorrect is kunnen we niet meer volhouden dat de waarheid van euclidische geometrie logisch (deductief) uit de ervaring volgt. Cartwright kan claimen dat Φ_1 noodzakelijk is voor "The possibility of planning, prediction, manipulation". Maar Φ hoeft niet per se realistische 'objectieve locale kennis' te zijn. Het kan ook staan voor empirisch adequate kennis Φ_2 , of instrumentele kennis over fysische processen Φ_3 . Het enige wat uit Cartwright's transcendentaal argument volgt is dat de disjunctie $\Phi_1 \vee \Phi_2 \vee \Phi_3 \vee \dots \vee \Phi_n$ noodzakelijk is voor plannen, voorspellen en manipuleren. Aanvullende argumentatie is vereist om te bepalen welke disjunct waar is. Cartwright's zgn. transcendentale argument is feitelijk een abductieve niet logisch dwingende IBE.

$$\begin{array}{l}
 \Phi_1 \rightarrow X \\
 \Phi_2 \rightarrow X \\
 \Phi_n \rightarrow X \\
 X \\
 \hline
 \text{abductie(IBE)} \\
 \Phi_1
 \end{array}$$

Daar blijft het niet bij. Cartwright denkt realisme van entiteiten en causale capaciteiten te verdedigen en tegelijkertijd realisme te ontkennen van theorieën en wetten waarin ze figureren. Losstaande van theoretische informatie, zo claimt ze, bewijzen we het bestaan van capaciteiten omdat we claims over capaciteiten bevestigd zien wanneer we er in welgeslaagde experimenten iets mee in de wereld gedaan krijgen. Low level generalisaties zijn daarvoor echter ontoereikend. De entiteiten waar Cartwright in haar nomologische machines over spreekt zijn theoretische entiteiten. De causale capaciteiten die ze toeschrijft aan lading e om in een elektrisch veld E een componentkracht eE te ontplooiën moet geïdentificeerd worden aan de hand van Humeaans theoretische regelmaat, namelijk de wet van Coulomb.

Men kan, zoals Resnik (1998, p. 1179) in zijn kritiek op Cartwright's experimenteel-realisme opmerkt, theoretische entiteiten en hun capaciteiten in een experiment niet gebruiken zonder dat men iets over die entiteiten weet en een rechtvaardiging heeft voor het geloof dat ze een zekere causale eigenschap hebben. Entiteiten verklaren op zichzelf niets maar altijd en alleen binnen de context van een theorie die ze beschrijft. Theorie-vrije entiteit-realisme zonder theoretische kennis is geen houdbare positie. Kennis van theoretische entiteiten moet ingebed zijn in één of ander theoretische kader. Om te geloven dat we theoretische entiteiten (en hun eigenschappen) kunnen gebruiken om fenomenen te voorspellen, moeten we ook geloven dat theorieën die die entiteiten beschrijven (de Humeaanse regelmatigheden) op zijn minst empirisch adequaat zijn, omdat theorieën die dat niet zijn ook niet kunnen voorspellen. Geloven we dat theoretische entiteiten werkelijk zijn dan zullen we ook moeten geloven dat theorieën waar zijn. Haar filosofie van objectieve causaliteit en causale capaciteiten en antirealisme van theorieën is dus onhoudbaar.

3.2.1.5 Causaal fundamentalisme mist empirische grond

Resumerend verdedigt Cartwright causaal realisme waarin causale capaciteiten van entiteiten fundamentele eigenschappen van de wereld zijn. Dat de fundamentele fysica over causale capaciteiten zwijgt en alleen in termen van associatieve regelmatigheden spreekt moet ons, naar zij zegt, niet misleiden. Natuurwetten geven geen compleet beeld van de werkelijkheid. Regelmaat doet zich slechts sporadisch voor. Dat moet in haar ogen verklaard worden met nomologische machines; waarin causale capaciteiten van één type ongestoord hun werk kunnen doen; waarin niet natuurwetten maar beschrijvingen van die causale capaciteiten universeel, objectief en exporteerbaar zijn voorbij de grenzen van de geïdealiseerde setting. Dus besluit ze dat de wereld geen Humeaanse ruimte is gevuld met entiteiten waarover wetten heersen, maar een Aristotelische ruimte gevuld met entiteiten die begiftigd zijn met causale capaciteiten.

Maar ofschoon Cartwright denkt met deze filosofie de objectieve status van causale beweringen in de (speciale) wetenschap te redden, is het geen naturalistische theorie van causaliteit. Apriori besluit ze dat de fysica incompleet is. Natuurwetenschappelijke ontologie verrijkt met antieke metafysica moet verklaren dat de fysica (ogenschijnlijk) niet causaal conceptualiseert. Om Ronald Gierre te citeren:

[...] I find her invocation of capacities and natures to be anachronistic, even quixotic. I feel there was something profoundly correct about the rejection of such notions that was part of the scientific revolution of the 17th century. (Gierre, 2003, p. 11)

Haar argument dat waarheid van modellen van causale capaciteiten noodzakelijk volgt uit het feit dat we er dingen mee in de wereld gedaan krijgen, blijkt een niet dwingende abductieve IBE (waarvoor ze nota bene theorie-realisme zou moeten aannemen). Dat wetenschap capaciteiten moet veronderstellen omdat ze niet zonder causale intermediaire causale modellen kan, is ook geen uitgemaakte zaak. Er is een alternatieve *semantische visie* op de relatie tussen theorieën en de wereld die toont hoe fysische associatieve mathematische wetten zijn te interpreteren als een familie van modellen zonder te hoeven appelleren aan ‘hidden variables’ zoals stabiele capaciteiten (Winther, 2015). Dat Klassieke mechanica empirisch adequaat is, is omdat gerapporteerde waarneembare verschijnselen isomorf zijn met de empirische substructuur van minstens één van de modellen. Klassieke mechanica bevat geen empirische substructuren die haar aangebrachte onderscheid tussen oorzaken en niet-oorzaken zou kunnen representeren. Kortom, Cartwright’s fundamentalisme van objectief bestaande onwaarneembare causale capaciteiten mist empirische grond en schendt dus de objectiviteitvoorwaarde. Het lijkt er niet op dat Cartwright’s causaal fundamentalisme overtuigend de *objectiviteit* verdedigt van causale taal als taal over objectieve causale capaciteiten, noch een metafysisch tam beeld schetst waarmee verklaard kan worden waarom de causale notie in fysische theorieën niet en in de speciale wetenschappen wel voorkomt (schendt naturalistische voorwaarde). Causaal fundamentalisme is daarmee mijns inziens eveneens een problematische visie op causaliteit als objectieve eigenschap van de wereld. Wat rest is de beschrijving van objectief veronderstelde causale claims in termen van manipulaties!

3.2.2 Interventionisme

Causaal-reductionisme evenals *causaal-fundamentalisme* zijn problematische visies op zogenaamde objectieve causaliteit gebleken. Kunnen causale relaties uitgedrukt in interventies de objectiviteit redden? Pearl heeft hypothetische interventies in een causale heuristiek verwerkt waarmee redelijk adequaat causale hypothesen zijn te testen. Woodward heeft er een semantiek van causale claims op gebaseerd. Een semantiek van causale claims verschilt van een causale heuristiek. Laatstgenoemde accepteert de (intuïtieve) betekenis van causaliteit als gegeven, terwijl eerstgenoemde die juist moet expliceren. Desalniettemin kunnen we over de aan causale claims verleende betekenis leren uit de wetenschappelijk toegepaste causale heuristiek dat ze gebaseerd zijn op wat Mill (1843) beschreef als ‘difference principle’ waarmee oorzaken gevonden worden door twee gelijksoortige klassen te vergelijken waarbij in de ene klasse waarin het effect ontbreekt de eveneens ontbrekende factor wordt aangewezen als verschilmakende factor ofwel ‘oorzaak’. Een semantiek die oorzaken typeert als verschilmakende factoren is een semantiek gebaseerd op *counterfactual conditionals*: zonder oorzaak zou het effect niet plaatsvinden. Dat is de insteek van Lewis’ counterfactuele theorie. Woodward, die een objectieve theorie van causaliteit zoekt en Lewis’gelijkenis-tussen-mogelijke-werelden daarvoor een te vaag criterium acht, denkt de notie ‘interventie’ uit Pearl’s heuristiek als objectief waarheidscriterium te kunnen gebruiken voor een semantiek van causale claims. Hij vertaalt *X veroorzaakt Y* ruwweg in: *een mogelijke interventie op X zal de waarde van Y veranderen*. Hoewel interventie voor een heuristiek van causale verbanden waardevol is, is het niet vanzelfsprekend dat de notie ‘*interventie*’ waarde toevoegt aan een counterfactuele semantiek van causale claims. Critici (waaronder Alexander Reutlinger) claimen dat Woodward’s interventionisme ‘gewoon’ een counterfactuele theorie van causaliteit is, die bovendien incompleet is omdat hij verzuimt voor de counterfactuals waarheidscondities te formuleren. Ik claim hier dat als die condities adequaat worden geformuleerd Woodward zijn doel niet bereikt om met zijn theorie aan causale claims objectieve waarheidscondities te verlenen. Betekenis en waarheidscondities van counterfactuals zijn namelijk contextsensitief in de zin dat ze niet analyseerbaar zijn zonder verwijzing naar degene die de counterfactual test. Woodward suggereert echter dat de notie ‘interventie’ al het objectieve werk kan doen. Laat me die bewering beoordelen maar eerst zien op welke werk van Pearl hij dat baseert.

3.2.2.1 Interventies behulpzaam in causale heuristiek

Judea Pearl (2000) bekritiseert traditionele waarschijnlijkheidstheorieën van causaliteit zoals Reichenbach’s *common-cause-principle* en Bayesiaansen netwerken gebaseerd op de markov-conditie (vorm van statistische afscherming). Daarin wordt de idee dat oorzaken kansen op hun effecten verhogen gereduceerd tot de waarschijnlijkheidsfunctie

$$P(\text{effect} \mid \text{cause}) > P(\text{effect} \mid \sim \text{cause}).$$

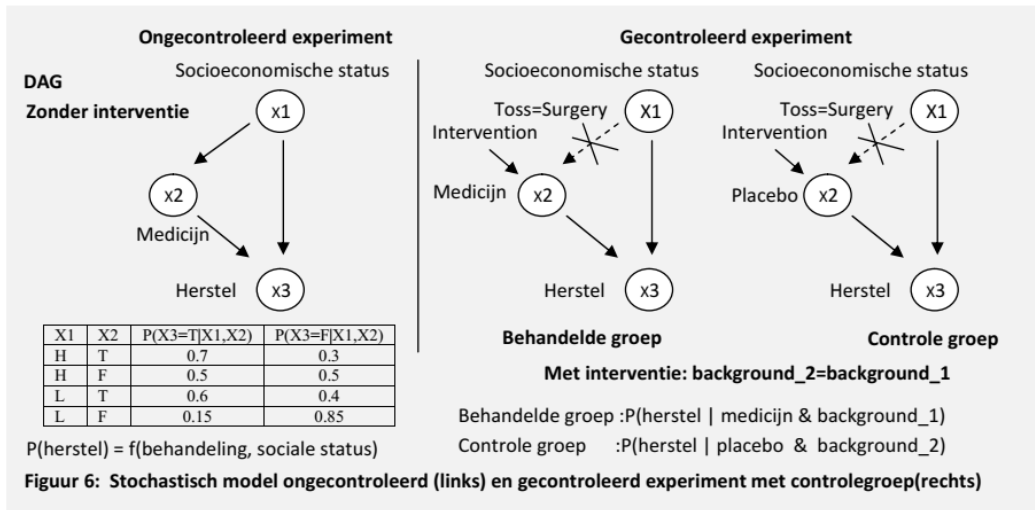
Waarschijnlijkheid verhogen, zo claimt hij, is echter een manipulatieve notie die geen *algebra-van-passieve-observatie* maar *algebra-van-het-doen* vereist. ‘X veroorzaakt Y’ moet begrepen worden als verandering in waarschijnlijkheidsdistributie van Y zou X middels interventie een andere waarde hebben gekregen (Glymour, 2006, p. 388). Causale claims zijn uitspraken over interventies:

$$P(\text{effect} \mid \text{do}(\text{cause})) > P(\text{effect} \mid \text{do}(\sim\text{cause})),$$

De *do()* staat voor een externe interventie die een variabele (oorzaak) een specifieke waarde oplegt. Pearl heeft *do-algebra* ontwikkelt die de *do*-termen verwijdert en probabilistische consequenties afleidt die toetsbaar zijn aan data verkregen uit *chance-setups*. Zijn methode vereist geen daadwerkelijke interventies, noch dat alle *confounding* variabelen van een systeem bekend zijn (Pearl, 2000). Zonder noodzakelijke bevrediging van de Markov-conditie neemt het genoeg met minder kennis over ‘background contexten’. Voor gevallen waarin waarschijnlijkheidsverdelingen wel aan de Markov-conditie voldoen en variabelen tijdgeïndexeerd zijn kan de methode een causale situatie uniek identificeren dus causale claims adequaat tot waarschijnlijkheden herleiden (Hitchcock, 2013). Methodieken die een beroep doen op interveniëren tackelen veel problemen van de ‘passieve’ causale heuristiek (zoals Simpson paradoxen en richtingongevoeligheden).



Interviëren is een krachtig instrument voor het testen van causale claims. Wetenschap gebruikt het in het *gecontroleerde experiment* (randomized experiment) ‘...de enige in de wetenschap geaccepteerde methode om causale hypothesen te toetsen’ (Pearl, 2000, p. 410). *Gecontroleerde-experimenten* genieten voorkeur boven ongecontroleerde-experimenten. Het Tossen (*randomization*) en *interventiëren* kan bias in de achtergrond tussen testpopulatie en controlegroep wegnemen. (figuur-6).



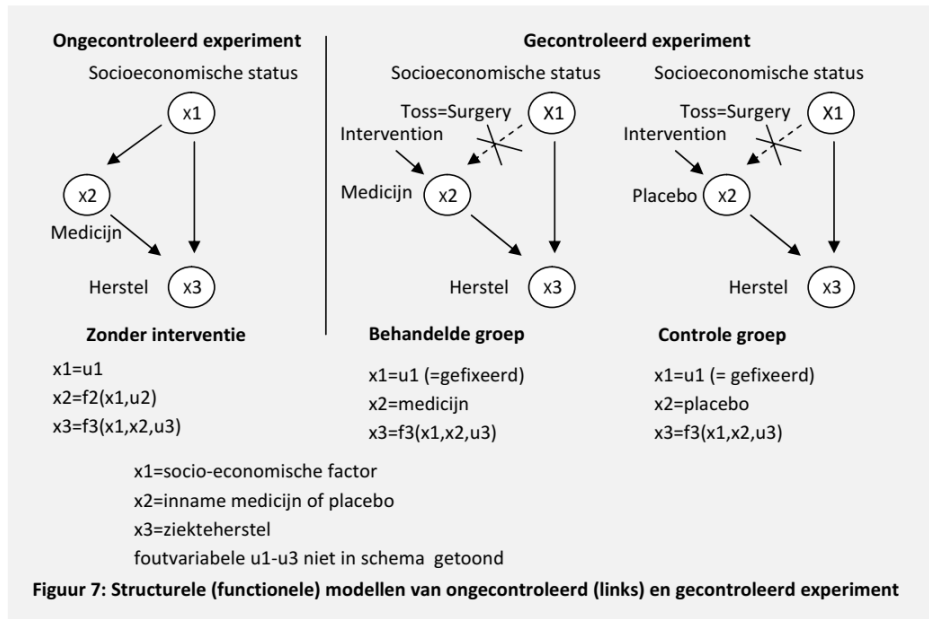
Door tossen (*aselect trekken*) worden twee populaties individuen met een zelfde achtergrondmix gevormd. Dat doorsnijdt de pijl (het causale verband) tussen sociaal economische status en medicatie, en verwijdert bias voortkomende uit het feit dat hogere sociale klassen sneller geneigd zijn medicatie te nemen. Na de toss krijgt de ene populatie het medicijn en de andere het placebo toegediend, waarvoor, omdat beide populaties nu eenzelfde background delen, de claim geldt:

$$\text{Medicijn bevordert herstel} \leftrightarrow P(\text{herstel} | \text{medicijn}) > P(\text{herstel} | \text{placebo})$$

Dit is een statistische formulering afgeleid uit een causale aanname of hypothese. Pearl is duidelijk over het onderscheid tussen statistische en causale relaties:

Statistische relaties zijn symmetrisch, geven de waarschijnlijkheid dat een bepaalde variabele een zekere waarde heeft gegeven de waarden van andere variabelen (figuur-6 links). Ze laten zich in zuiver stochastische DAG modellen van Bayesiaanse netwerken uitdrukken en appelleren aan kwantummechanische opvatting volgens welke natuurwetten inherent probabilistisch zijn, en determinisme slechts een gerieflijke benadering.

Causale relaties zijn asymmetrisch daar ze in- en uitgang bezitten. Ze vatten gedrag onder interventie onder de aanname dat de relatie tussen variabele x_i en diens ouder P_{Ai} *invariant-under-intervention* (stabiël) is. Ze komen beter tot hun recht als (quasi) deterministische functionele vergelijkingen $x_i = f_i(p_{Ai}, u_i), i = 1, \dots, n$. Daarin staan p_{Ai} (parents) voor variabelen die direct de waarde van x_i bepalen en u_i voor fouten die ontstaan uit niet in rekening gebrachte factoren. Functionele vergelijkingen weerspiegelen de Laplaciaanse opvatting dat natuurlijke fenomenen door deterministische natuurwetten worden beheerst, en waargenomen random gedrag slechts gevolg is van onze onwetendheid (Pearl, 2000, p. 26). Een verzameling van functionele vergelijkingen waarin elk een autonoom mechanisme representeert, wordt *structureel model* genoemd (zie figuur-7).



Pearl's wiskunde wordt nu gebruikt om waarschijnlijkheidsverdelingen te berekenen (figuur-6) voor (hypothetische) interventies, en de resultaten te vergelijken met gevonden statistische resultaten in *chance-setups* teneinde causale hypothesen van structurele modellen (figuur-7) te toetsten. Desondanks is Pearl's theorie een heuristisch waarin nog immer oorzaken counterfactueel worden begrepen als *verschilmakende factoren* zoals beschreven in Mill's *Method of Difference*. De vraag is of Woodward dan gelijk heeft of de term 'mogelijke interventie' iets toevoegt aan een counterfactuele semantiek van causale claims.

3.2.2.2 De counterfactualiteit van Woodward's logische mogelijke interventie

G.H. von Wright (1906-2003) was de eerste die een theorie van causaliteit construeerde uit de idee dat oorzaken handvatten zijn waarmee je effecten kan produceren.

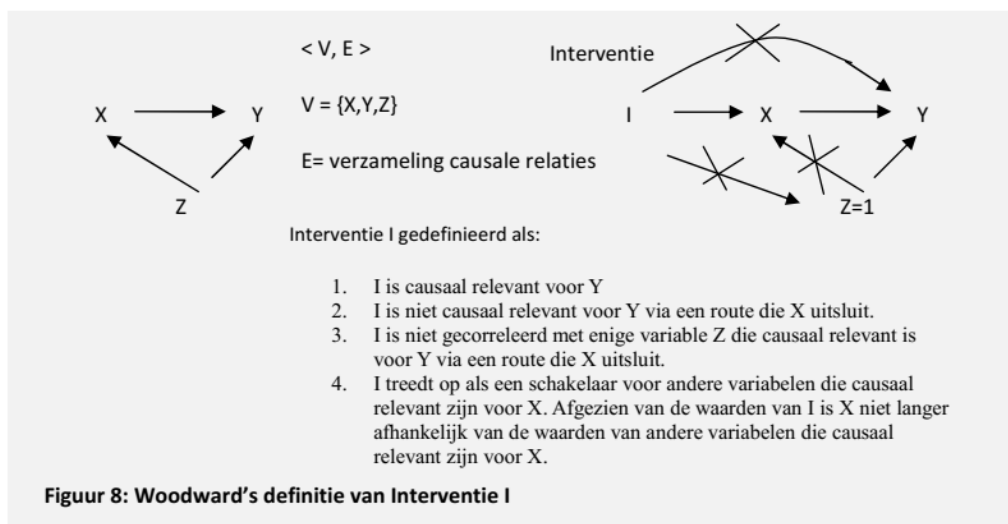
$$c \text{ veroorzaakt } e \leftrightarrow \text{met manipuleren van } c \text{ verandert ook } e$$

Door manipuleren onderscheiden we causale relaties van louter correlatie. Dalende barometerstanden correleren met stormen maar gemanipuleerde barometerstanden verhinderen geen storm. Definities van causaliteit in termen waarin wij agents iets manipuleren zijn echter naast cyclisch (manipuleren is een causale notie) ook subjectief en antropocentrisch. Woodward (2003) hoopt de manipulatietheorie met de notie *hypothetische interventie* te transformeren in een objectieve theorie van causaliteit die verwijzing naar menselijke handelingen vermijdt. Hij stelt dat we *X veroorzaakt Y* moeten begrijpen als *mogelijke interventie* op alleen X waarmee ook de waarde van Y wijzigt, en wel zodanig dat de relatie tussen X en Y invariant is onder interventie. De term *invariantie-onder-interventie* moet verwijzing naar natuurwetten omzeilen, zodat ook minder rigide causale generalisaties van de speciale wetenschappen met diens theorie

beschrijfbaar zijn. Voor zijn semantiek (interventionisme) laat Woodward zich inspireren door de causale heuristiek van Pearl (2000) om tot de volgende betekenis en waarheidsconditie voor directe oorzakelijkheid te komen:

A necessary and sufficient condition for X to be a direct cause of Y with respect to some variable set V is that there be a possible intervention on X that will change Y (or the probability of Y) when all other variables in V besides X and Y are held fixed at some value by intervention. (Woodward, 2003)

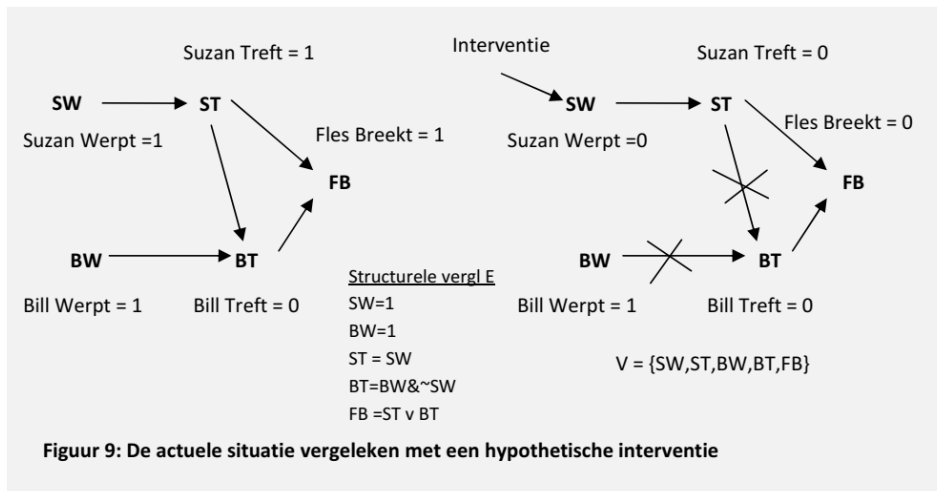
X en Y zijn variabelen die voor een eigenschap, grootheid, feit of gebeurtenissen staan waarvan de waarden (hypothetisch) manipuleerbaar zijn. Tezamen met andere variabelen vormen ze de verzameling V als knooppunten in de causale diagram van het systeem $\langle V, E \rangle$. E is de verzameling van causale relaties die als pijlen afgebeeld van de ene variabele naar de andere, dus van oorzaak naar gevolg wijzen (Woodward, 2003, p. 42) Het op 'op gefixeerde waarde houden' (randomizing) moet de causale relatie isoleren van de rest (achtergrond). Interventie behelst bijvoorbeeld het onder controle laten innemen van medicijnen of placebo, en is gedefinieerd zoals weergegeven in figuur-8 hieronder.



Hoe kan het begrip 'mogelijk interventie' helpen bij het adequaat en objectief beschrijven van causale claims?

Traditionele tegenfeitelijkheid versus hypothetische interventie

Woodward belooft dat toepassing van regels voor chirurgische interventie problemen voorkomt die ontstaan wanneer gevallen van *pre-emption* in termen van ordinaire tegenfeitelijkheden worden beschreven. We bekijken een voorbeeld van *pre-emption*. Suzan en Bill werpen beiden een steen naar een fles waarbij Suzan's steen de fleslocatie als eerste bereikt.



Intuïtie selecteert Suzan als oorzaak van de flesbreuk. De standaard counterfactuele test laat Suzan echter niet als verschilmakende factor voor de flesbreuk verschijnen. Bill's steen breekt dan de fles! Woodward's semantiek begint zo'n geval met een causaal model zoals getekend links in figuur-9 bestaande uit een geordend paar $\langle V, E \rangle$. De verzameling V bestaat uit de binaire variabelen $\{SW, ST, BW, BT, FB\}$ waarin $SW = 1$ voor de gebeurtenis staat waarin Suzan de steen werpt. De overige variabelen worden toegelicht in figuur-9. De erbij vermelde structurele vergelijkingen E geven de causale verbindingen die als pijlen in de diagram staan getekend.

Woodward's test (rechts in figuur) is zoals de standaard tegenfeitelijke test, echter met een cruciale aanpassing. Eerst wordt gezocht naar een intrinsiek pad welke de zogenaamde oorzaak ($SW = \text{Suzan Werpt}$) met het gevolg ($FB = \text{Fles Breekt}$) verbindt: dat is het pad via Suzan treft ST . Vervolgens wordt het pad geïsoleerd door de omgeving te 'bevriezen' in de toestand waarin het actueel verkeerd, dus $Bill\ Treft = 0$. De laatste stap is de evaluatie van de tegenfeitelijkheid 'als Suzan de steen niet had gegooid zou de fles niet zijn gebroken'. Figuur-9 toont dat Suzan inderdaad als verschilmakende factor (oorzaak) wordt aangewezen. Met soortgelijke voorbeelden wil Woodward (2003) ons overtuigen dat met de notie hypothetische chirurgische interventie "...a manipulability account of causation/explanation can be developed in a way that satisfies reasonable expectations about the objectivity of causal relationships." Heeft Woodward gelijk?

Interventionisme is incomplete semantiek

Volgens Woodward bepalen objectieve feiten de betekenis en waarheid van causale claims.

Causal relationships are features of the world: they are 'out there' in nature.
(Woodward, 2003, p. 23)

Hij definieert echter de betekenis van oorzakelijkheid in tegenfeitelijke termen. Claims over tegenfeitelijkheden zijn controversieel. Hun betekenis en waarheidscondities zouden te vaag en contextafhankelijk zijn om wetenschappelijke noties te verhelderen. Quine

illustreerde die zorg met de counterfactual:

If Julius Ceasar had been in charge of U.N. forces during the Korean War, then he would have used (a) nuclear weapons or (b) catapults. (Woodward, 2003, p. 122)

Woodward moet toegeven:

It is hard to see on what basis one could decide whether the counterfactual with (a) as a consequent or the counterfactual with (b) as consequent (or neither) is correct. (Woodward, 2003, p. 122)

Hoewel objectiviteit mij in het geding lijkt omdat duiding hier contextuele informatie behoeft, wijkt Woodward's diagnose af. De betekenis zou onduidelijk zijn omdat we niet weten hoe de counterfactual te interpreteren als een claim over de uitkomst van een goed gedefinieerde interventie. Wetenschap zou vertrouwen op counterfactuals waarvoor die interpretatie wel voorhanden is, zoals voor een populatie individuen met een aandoening die random verdeeld is over twee groepen waarvan het herstelpercentage in de groep van behandelenden hoger ligt. Hier is volgens Woodward voldoende bewijs voor de objectieve waarheid en betekenis van de counterfactual:

...if those in the control group had received the drug, the incidence of recovery in that group would have been much higher... (Woodward, 2003, p. 122)

Dit soort counterfactuals hebben van doen met de uitkomst van hypothetische interventies. Woodward doelt hier op counterfactuals van causale claims *X veroorzaakt Y* die we kunnen associëren met goed ontworpen experimenten waarvoor geldt dat er een *mogelijke interventie* is op X die Y verandert (Woodward, 2003, p. 55).

Maar aan wat voor een soort *mogelijkheid* denkt Woodward hier? Niet dat interventies door mensen uitvoerbaar moeten zijn. De acceptabele claim 'Het uitsterven van de dinosaurus is door een asteroïde-inslag veroorzaakt' zou buiten de beschrijving vallen. Mensen kunnen zo'n inslag niet verhinderen.

Moet een interventie dan fysisch mogelijk zijn? Ook niet! Woodward (2003, p. 129) geeft een generiek tegenvoorbeeld: X is oorzaak van Y doch een interventie I=i op alleen X is fysisch onmogelijk. De claim dat veranderingen in de positie van de maan t.o.v. de aarde een verandering in de beweging van de getijden veroorzaakt is acceptabel. Toch bestaat er geen fysisch proces welke alleen die verandering in maanpositie bewerkstelligt. Andere tegenvoorbeelden zijn die van fenomenen waarvoor fysische theorieën geen enkele factor benoemen die invloed uitoefenen op het optreden van een X die wel effecten Y heeft (Woodward, 2003, p. 130). Kwantummechanica geeft geen manipuleerbare determinerende factor die het moment t bepaalt waarop een uraniumatoom vervalst en een wijzeruitslag van een geigerteller veroorzaakt. Deze tegenvoorbeelden mogen de brede toepassing van zijn interventionisme niet ondermijnen. Dus besluit Woodward (2003, p. 128) dat een interventie op X menselijk noch fysisch alleen logisch mogelijk hoeft te zijn.

Echter, zo betoogd Alexander Reutlinger (2012), als ‘anything goes’ zolang het maar logisch is, wat heeft interventie dan nog met empirie van doen? Wat maakt het begrip interventie zo onmisbaar (naar Woodward’s zeggen) voor een tegenfeitelijke theorie van causaliteit? Als Woodward denkt te vertrouwen op kennis over relaties die zogenaamd ‘invariant under intervention’ zijn, waar kan die kennis op gebaseerd zijn als interventies menselijk noch fysisch alleen logisch mogelijk hoeven te zijn? Met dat fysische mogelijkheid van een interventie op oorzaak X compleet irrelevant gemaakt wordt voor de waarheidsconditie van ‘X veroorzaakt Y’ heeft interventionisme alle kenmerken van een ordinaire counterfactuele theorie van causaliteit. *Mogelijke interventie* is dan alleen een logische schakelaar voor variabele X en een fixatie van alle andere variabelen die niet op het pad liggen van X naar Y. Woodward kan om tegenvoorbeelden te pareren niet de modaliteit van interventie (betekenis van ‘mogelijk’) afzwakken en tegelijkertijd handhaven dat het begrip interventie noodzakelijk is voor een explicatie van causaliteit. Counterfactuele afhankelijkheid en niet interventie is dan het essentiële criterium. Maar, zo constateert Reutlinger, als interventionisme op counterfactuals steunt dan is het geen volledige theorie van causaliteit omdat Woodward verzaakt waarheidscondities ervoor te formuleren.

Although interventionist rely on counterfactuals, surprisingly they do not provide an account of truth conditions for counterfactuals. This is a severe problem, because any proponent of a counterfactual theory seems to be obliged to provide a semantics for counterfactuals (Reutlinger, 2012)

Woodward benadrukt wel dat counterfactuals objectieve waarheidscondities hebben en wetenschap daarop vertrouwd, maar verzaakt te vertellen wat die waarheidscondities zijn. Gevestigde semantische theorieën voor counterfactuals (Lewisiaans en Goodmaniaans) vertrouwen op twee essentiële bouwstenen: singuliere feiten en natuurwetten. *No Laws (& interventions) in, no counterfactuals out*. Zonder informatie over soortgelijke gevallen (natuurwetten) zijn uitspraken over niet gerealiseerde situaties (counterfactuals) niet evalueerbaar. Maar, concludeert Reutlinger (2012) terecht, als interventionisten natuurwetten in de waarheidscondities van interventionistische counterfactuals verwerken, kunnen ze ‘logische mogelijke interventies’ in hun semantiek beter laten vallen. Die zakken voor een tegenfeitelijkheidstest omdat ze natuurwetten schenden! Wat van interventionisme dan overblijft is een tegenfeitelijke theorie van causaliteit waarvoor Reutlinger de waarheidscondities wil bepalen die nodig zijn om adequaat causale claims te beschrijven.

Context verwaarloosd als bouwsteen van een semantiek voor counterfactuals

In Lewis’ semantiek voor causale claims, uitgedrukt in tegenfeitelijke voorwaardelijkheden, is een causale claim ‘*c veroorzaakt e*’ waar als de mogelijke wereld waarin $\neg c$ en $\neg e$ qua natuurwetten en singuliere feiten het meest lijkt op de actuele wereld waarin *c* en *e* het geval zijn. Op gelijkenis gebaseerde waarheidscondities zijn echter arbitrair en onverenigbaar met Reutlinger’s gedachte dat causale claims

objectieve waarheidscondities hebben. Reutlinger hecht meer aan de waarheidsconditionele semantiek van Goodman (1947). Die argumenteerde dat counterfactuals verborgen argumenten zijn, waarin de antecedent van de counterfactual in conjunctie met nomologische claim(s) en enkele niet-causale beweringen over specifieke condities, tezamen de consequent van de counterfactual logisch impliceren (schema-1).

c veroorzaakt $e \leftrightarrow (\neg c \square \rightarrow \neg e)$	zou $\neg c$ geval zijn dan zou $\neg e$ geval zijn
$\neg c$	
Nomologische claim(s)	
Specifieke condities	
_____	Deductie
$\neg e$	

Schema 1: Goodmaniaanse analyse van Causale claims

Reutlinger (2012) onderschrijft Goodman's analyse echter claimt dat een beschrijvingen van condities causale informatie behoeft (schema-2). Zijn argument is dat reducerende theorieën van causaliteit blootstaan aan tegenvoorbeelden (scenario's van pre-emption en overdeterminatie) die niet-reducerende theorieën adequaat beschrijven.

c veroorzaakt $e \leftrightarrow (\neg c \square \rightarrow \neg e)$
$\neg c$
Nomologische claim(s)
Specifieke condities in causale termen

Deductie
$\neg e$

Schema 2: Reutlingers Amendement op Goodman's analyse van Counterfactuals

Echter ook Reutlinger behandelt daarmee causaliteit als primitief concept. De causale notie wordt slechts geëxpliceerd in andere causale notie(s) doch niet geanalyseerd. Onopgehelderd blijft wat causaliteit an-sich is, en hoe het in de empirie is geworteld. Een weinig verhelderend metafysisch causaal singularisme is echter vermijdbaar daar er een a-metafysische verklaring voorhanden is voor waarom reductie van (de counterfactuals van) causale claims tot claims over regelmatig geassocieerde fenomenen problematisch is. Het probleem is de impliciet aanwezige aanname dat counterfactuals objectieve betekenis en waarheidscondities hebben. Of counterfactuals conditionals geaccepteerd worden kan niet afhangen van een objectieve stand van zaken daar het uitspraken over niet-gerealiseerde werelden zijn. Of iemand accepteert dat een bosbrand (de consequent) had kunnen worden voorkomen als dit of dat (de antecedent als verschilmakende factor) het geval zou zijn geweest wordt bepaald door hetgeen iemand allemaal in een (verborgen) ceteris paribus clause aan de voorgestelde alternatieve wereld hetzelfde houdt (behandelt in §4.1). Wat gefixeerd wordt zal niet slechts afhangen

van objectieve informatie maar van ongeformuleerde opinie en informatie die specifiek is voor iemands context. Implicatie hiervan is dat waarheidswaarden van counterfactuals (dus causale claims) relatief zijn aan context wat verklaart dat zuivere reductie van causale claims tot (fysische) regelmaat faalt (schema-3).

c veroorzaakt $e \leftrightarrow (\neg c \square \rightarrow \neg e)$
$\neg c$
Nomologische claim(s)
Specifieke condities waaronder contextafhankelijke ceteris paribus clausule
Deductie
$\neg e$

Schema 3: De contextafhankelijkheid van Counterfactuals (Causale claims)

Noch Lewis noch Woodward (Hume, Cartwright, Goodman en Reutlinger) verdisconteren afdoende de contextgevoeligheid van de inhoud van de ceteris paribus clausule. Lewis verstopt de clausule in de gekozen gelijkenis tussen mogelijke werelden. Hoewel weging van gelijkenis beïnvloedt wordt door pragmatische elementen, zoals context van de degene die weegt, maakt Lewis die contextafhankelijkheid niet expliciet. Woodward verbergt de ceteris paribus clausule in de keuze van variabelen in het causale model $\langle V, E \rangle$ en de fixatie van variabelen die niet in het directe pad liggen van oorzaak naar gevolg. Ofschoon hij toegeeft dat de waarheid van causale claims relatief is aan variabelen V en vectoren E van $\langle V, E \rangle$, geeft hij geen criterium voor hun selectie die contextafhankelijk zal zijn (Strevens, 2006).

Dat Woodward's semantiek in vergelijking met die van Lewis in bepaalde gevallen toch een bevredigender resultaat van de counterfactuele test oplevert is niet vanwege een beroep op het begrip 'interventie' maar omdat de selectie en fixatie van variabelen (BillTref=0 in figuur-9) impliciet de ceteris paribus clausule een zodanige inhoud geeft dat ad hoc naar het intuïtief acceptabele resultaat wordt toegewerkt (en Suzan's worp aangewezen als verschilmakende factor voor de flesbreuk). Met elke tegenfeitelijkheidstheorie valt echter zo'n intuïtief acceptabele causale conclusie te bereiken als men de inhoud van de ceteris paribus clausule maar zodanig inkadert dat de gewenste inhoud wordt verkregen; bijvoorbeeld door fijnkorrelige temporele informatie in de test te betrekken zodat op tijdstip t de fles niet zou breken als Suzan haar steen niet zou hebben geworpen (pas op tijdstip $t+dt$ door Bill's worp).

Dat in Woodward's interventionisme de inhoud van de ceteris-paribus clausule contextinvariant gefixeerd is, leidt tenslotte ook daar tot contra-intuïtieve resultaten. Menzies (2013, p. 23) geeft het voorbeeld van een kwaadwillende die gif in de koffie van de koning mengt waarop een bodyguard een (afzonderlijk giftig) tegengif bijmengt wat het gif neutraliseert waardoor de koning het overleeft. Fixeren we conform Woodward's strategie het bijmengen van het tegengif, dan volgt uit de tegenfeitelijkheidstest dat als de gifmenger geen gif in de koffie had gedaan de koning door het tegengif zou sterven en de gifmenger het overleven van de koning veroorzaakt. Het resultaat is contra-intuïtief

omdat er iets mis gaat in de aannames die de inhoud van de ceteris paribus clausule bepalen. Dit valt te voorkomen door de rol van de contextgevoelige ceteris paribus in een semantiek voor causale claims expliciet te maken en te verdisconteren in de counterfactuele analyse (§4.1).

Woodward, Reutlinger, Lewis en anderen verzaken hierin. Vandaar dat hun theorieën, gebaseerd op de aanname dat modellen louter objectieve feiten beschrijven, tenslotte met allerlei tegenvoorbeelden worden geconfronteerd. Daarbovenop ontnemt de verwaarlozing van de contextsensitiviteit het zicht op een coherente verklaring voor de afwezigheid van causale claims in de fysica.

3.2.2.3 Interventionist over afwezige causaliteit in fundamentele fysica

Hoe verklaart een interventionist dat (fundamentele) fysica formeel het gebeuren in de natuur niet causaal beschrijft? Woodward, baseert zich voor het antwoord op een suggestie van Pearl (2000, p. 420). Karakteristieken van de causale discours ontstaan doordat dan gefocust wordt op een klein open stukje universum, waardoor een ‘in’ en ‘uit’ ontstaan. Woodward (2008, p. 92) maakt ervan dat causale beschouwingen van systemen een buitenomgeving vereisen van waaruit interventies kunnen plaatsvinden. In de fundamentele fysica, die het gehele universum als onderzoeksdomein heeft, zou die buitenruimte ontbreken. Men kan, zo beweert Woodward (2008, p. 93), in interventionistische termen geen betekenis verlenen aan de claim dat de toestand $S(t)$ van het gehele universum op tijdstip t de toestand op $S(t+dt)$ veroorzaakt. Gebrek aan voorstelling van zo’n interventie moet dus verklaren waarom er op fundamenteel niveau geen sprake van causaliteit kan zijn.

Maar fundamentele fysica manipuleert **wel** haar onderzoeksdomein in bijvoorbeeld deeltjesversnellers in haar ‘zoektocht naar elementaire deeltjes’. En dan nog; waar heeft Woodward die een semantiek verdedigt, een buitenomgeving voor nodig? Alleen een semantiek die betekenis vertaald in operationele termen vereist een ‘buiten’ in praktische zin. Woodward’s interventies zijn hypothetisch. Hypothetische interventies op het universum als geheel (door een Goddelijk wezen) zijn voorstelbaar. Ergo; het praktisch open of gesloten zijn voor interventie lijkt niet de reden waarom de (fundamentele) fysica formeel niet causaal conceptualiseert?

Neen, de werkelijke reden, die ik nu ga bepleiten (hoofdstuk 4) is, dat de formele contextonafhankelijke beschrijvingen van de fysica niet de contextuele informatie kan leveren die voor een analyse van de counterfactuals van causale claims vereist zijn.

3.2.2.4 Ook interventionisme faalt als theorie van objectieve causaliteit

Woodward verdedigt de stelling dat causale uitspraken naar objectieve mentaalafhankelijke eigenschappen van de wereld verwijzen. Dat verplicht hem een naturalistisch antwoord te geven op de vraag waarom causale noties dan in de formele representaties van de fundamentele fysica ontbreken. Woodward (2003, pp. 118-123) verwerpt causaal reductionisme en claimt dat ofschoon causale relaties ook geen

fundamentele eigenschap van de wereld zijn, causale uitspraken over macrofeiten wel verwijzen naar objectieve relaties in de natuur (dat a.h.w. causale macro-eigenschappen superveniëren op fysische eigenschappen).

Woodward denkt die objectiviteit in termen van ‘*logisch mogelijke interventie*’ te kunnen formuleren, en daarmee bovendien meer causale gevallen accuraat te beschrijven dan de tegenfeitelijkheidstheorie van Lewis. Hoewel dat laatste prima facie het geval is voor enkele gevallen van pre-emption en overdeterminatie, slaagt Woodward’s poging niet om het antropocentrische karakter van de oude manipulatietheorie te transformeren in een objectieve interventionistische theorie van causaliteit. De notie ‘logische mogelijke interventie’ waarmee hij de verwijzing naar menselijk handelen denkt te vermijden, kan niet de rol spelen waar Woodward op hoopt. Interventionisme valt, zoals Reutlinger toont, onder de categorie van counterfactuele theorieën van causaliteit. Woodward zal waarheidscondities voor zijn counterfactuals moeten formuleren. Wordt dat echter op adequate wijze gedaan dan zal hij geen theorie bereiken die een objectiverende beschrijving van causaliteit geeft. Waarheid en betekenis van counterfactuals en dus causale claims zijn contextafhankelijk. Causale macrofenomenen superveniëren dan ook niet op fysische microgebeurtenissen, want al zijn twee gevallen fysisch gelijk dan nog kunnen de causale oordelen (afhankelijk van context) daarover verschillen. Ook interventionisme en ontologisch causaal antireductionisme en de daarmee corresponderend superveniëntie-gedachte geven geen overtuigende steun aan de these dat causale claims over mentaalafhankelijke relaties in de wereld gaan.

3.3 Geloofwaardigheid van objectieve causaliteit in geding

Ik heb nu drie toonaangevende theorie-vormen van objectief veronderstelde causaliteit onderzocht; Causaal -reductionisme, -fundamentalisme en interventionisme. Geen ervan geven mijns inziens degelijke steun aan de stelling dat causale beweringen objectieve contextonafhankelijke waarheden over de wereld representeren. Eerstgenoemde is slecht adequaat voor een deelverzameling van causale claims (schendt de **accuratessevoorwaarde**). De tweede mist voldoende empirische grond (schendt de **naturalistische- en objectiviteitvoorwaarde**) en de laatste, het interventionisme is niet houdbaar als een opzichzelf staande theorie maar valt onder de categorie van counterfactuele theorieën van causaliteit (en schendt dan de **objectiviteitvoorwaarde**). Dit geconstateerd hebbende dringt de conclusie zich op dat realisme van causaliteit en modaliteiten niet de minst gecompliceerde houding is die men kan aannemen, wil men de rol van de causale discours in de wetenschappelijke praktijk verklaren. Laat me dan de raad van Wittgenstein opvolgen:

In philosophy the question, ‘what do we actually use this word or this proposition for?’ repeatedly leads to valuable insights. (Wittgenstein, 1922, p. 6.211)

Als binnen wetenschap en statistiek het gecontroleerde experiment een geaccepteerde methode is om causale claims te rechtvaardigen, laat deze methode ons dan informatie

verschaffen waarop we een adequate theorie voor causaal conceptualiseren in de wetenschap kunnen baseren. Welnu, in gecontroleerde experimenten wordt een populatie met een controlegroep ofwel contrastklasse vergeleken waarbij interventies een zelfde background moeten garanderen. Pearl heeft hiervoor een causale heuristiek ontwikkelt waarin deze een operator voor hypothetische interventies introduceert, die echter ook weer ge-elimineerd wordt om een causale hypothese als bevestigd te beschouwen indien het statistisch materiaal zodanig is dat:

$$P(effect | cause \& B) > P(effect | \sim cause \& B).$$

Deze waarschijnlijkheidongelijkheid bestempeld oorzaak als verschilmakende factor. Dit impliceert dat de betekenis van een causale claim uitgedrukt moet worden in een counterfactual, hetgeen strookt met de conclusie van Reutlinger dat Woodward's interventionisme een variant is op een tegenfeitelijkheidtheorie van causaliteit.

...if those in the control group had received the drug, the incidence of recovery in that group would have been much higher... (Woodward, 2003, p. 122)

De route van het alternatief voor een betekenis van causale claims ligt open. Causale claims moet men niet opvatten als beschrijvingen van een objectieve actueel waarneembare stand van zaken in de wereld, maar als verklaringen, d.w.z. antwoorden op een specifieke informatiebehoefte waarin gevraagd wordt naar contextafhankelijke saillante factoren die volgens bepaalde theoretische en/of statistische overwegingen verschil zouden maken voor een (actueel) gebeuren. Dit in kern, is het *causaal anti-realisme* en *causaal contextualisme* wat ik als antwoord op problemen met causaal objectivisme tot slot wil verdedigen door te toetsten aan de hand van de accuraatheid- en naturalistische voorwaarden [a en b] die we minimaal aan een adequate theorie van causaliteit mogen stellen. (De objectiviteitvoorwaarde [c] kan ik daarbij laten vallen daar nu de aanname is dat causale claims niet reduceerbaar zijn tot claims over objectieve feiten, dus geen objectieve waarheidswaarden hebben.)

4 Het alternatief: Causaal Anti-realisme

4.1 Beschrijving van causaal anti-realisme

Ter discussie staat *causaal objectivisme/realisme* volgens welke causale claims objectieve waarheidswaarden hebben c.q. naar mentaalafhankelijke eigenschappen van de natuur verwijzen. Hier besluit ik mijn kritiek op deze claims met een pleidooi voor twee alternatieve complementaire visies: *causaal anti-realisme [CA]* en *causaal contextualisme [CC]*:

[CA]: Causale beweringen verwijzen niet naar mentaalafhankelijke, objectieve eigenschappen van de wereld maar naar voor de spreker interessante alternatieve

modellen van een theorie die niet noodzakelijk een referent in de wereld hebben.

[CC]: Betekenis en waarheidscondities van causale beweringen zijn niet analyseerbaar zonder verwijzing naar aannames van individuele taalgebruikers.

Het probleem met theorieën van objectieve causaliteit is dat ze gebaseerd zijn op de naar mijn idee onjuiste aanname dat causale claims toebehoren aan de beschrijvende wetenschap, waardoor de hele kwestie onnodig geproblematiseerd wordt. De visie die ik hier wil verdedigen is dat causale claims geen beschrijvingen zijn van een objectieve stand van zaken, maar antwoorden op specifieke vragen die een of andere context bij een spreker oproept. Deze visie zal ik eerst uitwerken tot een bescheiden semantiek om vervolgens te beargumenteren dat we met causaal antirealisme de speculatieve metafysica van objectivistische theorieën van causaliteit kunnen vermijden. Mijn argumentatie voor causaal anti-realisme en –contextualisme, in dit hoofdstuk is dan als volgt:

- Causaal anti-realisme [CA] voldoet aan de accuratessevoorwaarde:
 - CA kan een adequate semantiek voor causale claims leveren
- Causaal anti-realisme is compatibel met naturalisme:
 - CA kan zonder metafysica
 - CA kan rationele verklaring geven voor causale discours in de wetenschap
 - CA kan duidelijk maken waarom fysica niet causaal conceptualiseert

4.2 Causaal antirealisme voldoet aan de accuratessevoorwaarde

4.2.1 Voorstel voor adequate contextvariante semantiek van causale claims

Uitgaande van de conclusie uit het voorafgaande neem ik aan dat causale claims geanalyseerd moeten worden in counterfactuals. Een spreker, geconfronteerd met een gebeurtenis die hij/zij wil verklaren, zoekt feitelijk in een alternatieve mogelijke wereld in één van de modellen van een theorie, een oorzaak begrepen als factor zonder welke die gebeurtenis niet zou hebben plaatsgevonden. Welke verschilmakende factor dit zal zijn zal afhangen van wat de spreker in die alternatieve wereld t.o.v. de actuele wereld allemaal hetzelfde houdt. Ik zoek dus een semantiek van causale claims waarin de context verdisconteert wordt. Klassiek voorbeeld van een counterfactuele theorie van causaliteit is die van Lewis, met de volgende waarheidsconditie:

De zin ‘zou C niet het geval zijn geweest dan E ook niet’ is waar desda één van de mogelijke wereld waarin $\neg C$ en $\neg E$ meer lijkt op de actuele wereld (waarin C en E) dan elke andere mogelijke wereld waarin $\neg C$ en E.

Deze semantiek voldoet niet aan wat ik zoek. Een verwijzing naar context ontbreekt. Lewis verdedigt causaal objectivisme. Waarheid van causale claims wordt

contextinvariant verondersteld te zijn, slechts afhankelijk van objectieve standen van zaken, niet van aannames van sprekers. Zo'n semantiek, die aselectief verschilmakende factoren selecteert die allemaal tot de zogenaamde *objectieve causale structuur* behoren, schetst echter een beeld van causaal taalgebruik welke op allerlei fronten inadequaat en contra-intuïtief is.

Peter Menzies (2004) wijst er op dat een semantiek die elk knooppunt selecteert in het net van (vermeende) afhankelijkheden die op lijnen liggen die naar een gebeurtenis leiden en niet alleen wat we intuïtief **de** oorzaak noemen, het onderscheid tussen oorzaken en achtergrondcondities geweld aandoet. Niet alleen de barbecueënde kampeerder (zelfs diens geboorte) maar ook zuurstof veroorzaakt dan bosbrand.

Hart en Honoré (1985) betogen dat we rekening hebben te houden met de vraag die iemand in diens context stelt. De Indiase boer noemt droogte oorzaak van de hongersnood in antwoord op diens vraag waarom er nu voedseltekorten zijn en geen overvloed zoals afgelopen jaar. De WHO official wijst op de inadequate voorbereiding van Indiase overheid in antwoord op de vraag waarom India met voedseltekorten kampt en Pakistan (die voedselvoorraden aanlegt) niet.

Objectivistische theorieën van causaliteit zoals die van Lewis tonen ongevoeligheid voor dit contextafhankelijk selecteren van oorzaken en scharen alle/teveel in theorie verschilmakende factoren er onder. Lewis werpt tegen dat blootleggen van *objectieve causale structuren* onderscheiden moet worden van discriminerende praktijken waarin saillante contextafhankelijke causale factoren worden geselecteerd.

The multiplicity of causes and the complexity of causal histories are obscured when we speak, as we sometimes do, of the cause of something...[..].If someone says that the bald tyre was the cause of the crash, another says that the cause was the bad upbringing that made him reckless, I do not think that any of them disagree with me when I say that the causal history includes all. (Lewis, 1986, p. 215)

Ofschoon sommige factoren in de ene context saillant zijn, anderen in de ander, claimt Lewis dat allen tot een objectief veronderstelde causale structuur behoren. Zijn preselectieve semantiek haalt die factoren er als egalitaire notie uit. Contextgevoeligheid van causale claims ontkent hij niet maar wil hij verdisconteren door over de preselectieve semantiek een conversationele pragmatiek voor de selectie van *saillante causale factor* te leggen. Maximen die coöperatieve bijdragen aan een specifieke conversatie reguleren, moeten de saillante factor uit de objectieve structuur van oorzaken wieden en de contextafhankelijke selectie van **de** oorzaak sturen. Dit gaat echter niet werken:

[1] Maximen die coöperatieve bijdragen aan conversaties reguleren zijn ongeschikt om saillante factoren uit een zogenaamde objectieve causale structuur te wieden. Lewis denkt de pragmatische principes van Grice's conversationele implicatuur toe te kunnen passen. Grice claimt:

There are ever so many reasons why it may be inappropriate to say something true. It might be irrelevant to the conversation, it might convey a false hint, it might be

known already to all concerned, etc. (Grice) 1975

Menzies (2004, p. 147), (2013) en Schaffer (2012) argumenteren echter dat Lewis nauwelijks details biedt hoe Grice's maximen op de selectie van causale claims moet worden toegepast. Conversatie-maximen zijn principes van rationaliteit toepasbaar op algemene uitwisseling van informatie. Ze lijken ongeschikt om de specifieke causale oordelen in kwestie te evalueren. Relevantie is het enige maxime welke van toepassing kan zijn, maar is inadequaat. De claim dat zuurstof de bosbrand veroorzaakte zal men eerder ontkennen dan irrelevant noemen; 'The presence of oxygen did not cause there to be a forest fire, what caused the fire was lightning' (Schaffer, 2012).

[2] Daar bovenop is het concept 'objectieve contextinvariante causale structuur' coherent noch realistisch. Als causale claims in counterfactuele termen geanalyseerd moeten worden, hoe zijn daar dan objectieve waarheidcondities voor te formuleren? Als een tegenfeitelijke voorwaardelijkheid (logisch) waar is dan is dat omdat in de achtergrond iemand bepaalde aannames doet over wat in de alternatieve tegenfeitelijke situatie allemaal hetzelfde is. Er is geen objectieve stand van zaken die beslist over wat die aannames moeten zijn. Denk aan Quine's counterfactuele raadsel:

If Julius Ceasar had been in charge of U.N. Forces during the Korean War, then he would have used (a) nuclear weapons or (b) catapults. (W.V.Quine, 1960)

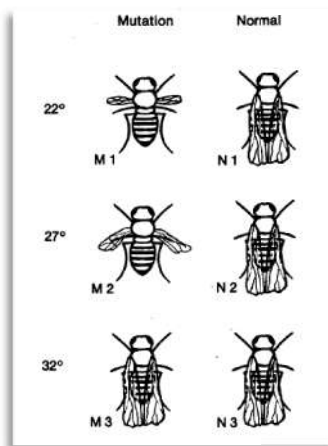
Welke consequent gekozen wordt is afhankelijk van wat in een gegeven context hetzelfde wordt gehouden, een conditie die we *ceteris paribus* (het overige gelijk blijvend) noemen. Iemand, gefixeerd op Ceasar's onverschrokkenheid zal a kiezen; iemand gefixeerd op historisch wapentuig b. Evenzo is het gesteld met acceptatie of verwerping van counterfactuals van causale claims. Datgene wat iemand in de achtergrond fixeert in de overwogen alternatieve mogelijkheid die met de actuele situatie wordt gecontrasteerd bepaald welke oorzaak als verschilmakende factor wordt geselecteerd. Benoeming van uiteenlopende oorzaken door verschillende experts op de vraag wat het auto-ongeluk heeft veroorzaakt, resulteert uit onderling conflicterende *ceteris paribus* clausules. De verkeersplanoloog houdt in de tegenfeitelijkheid de mechanische constitutie van de auto hetzelfde. Ongeacht mechanische defecten die snel stoppen onmogelijk maakte, hoefde het ongeluk niet te gebeuren als die struiken er maar niet stonden. De mechanicus houdt de fysische omgeving gefixeerd; ondanks struiken die het zicht belemmerde, hoefde het ongeluk niet te gebeuren als de remmen maar beter waren geweest. De een fixeert wat de ander varieert. Beiden op hetzelfde moment doen gaat niet. De counterfactuals (of alternatieve mogelijke werelden) zijn onderling strijdig en kunnen geen coherente 'objectieve causale structuur' vormen waaruit Lewis denkt saillante verbanden te kunnen selecteren. *Causaal invariantisme* stuit op significante implementatieproblemen en lijkt incoherent. Dit pleit voor *causaal contextualisme* (verdedigd door Menzies (2013) en Schaffer (2012)) en haar stellingen:

- a) Contextonafhankelijke objectieve causale claims bestaan niet.
- b) Waarheidswaarden van causale claims zijn relatief aan context
- c) Contextafhankelijkheid dient in de waarheidscondities van bijbehorende *counterfactual-conditionals* te worden verdisconteert.

De vraag is dan welk contextueel element te verdisconteren in een semantiek van causale claims die hun waarheid en betekenis van causale claims laat variëren? Hier kan een voorbeeld van Heslow (1988) helderheid verschaffen.

Een voorbeeld van Heslow

Overzie het datamodel van een wetenschappelijk onderzoek naar correlatie tussen vleugelkenmerken en genetische en omgevingsfactoren bij fruitvliegjes.



Iemand die het geheel aanschouwd zal op de vraag waarom M1 zulke korte vleugels heeft antwoorden dat de *oorzaak* genetisch is. M1 en N1 ondervinden dezelfde omgevingstemperatuur en verschillen alleen in genetische eigenschappen. Iemand die zich beperkt tot de genetisch identieke Mutanten M1, M2 en M3 die onder verschillende temperaturen zijn opgegroeid, zal echter claimen dat lagere kweektemperaturen korte vleugels veroorzaakt. Deze contradictie is oplosbaar als de causale beweringen beschouwd worden als antwoorden op twee verschillende vragen.

Waarom heeft M1 kortere vleugeltjes dan N1?

*Antwoord:*Een Genetische factor veroorzaakt korte vleugels

Zou M1 andere genen hebben dan zouden haar vleugels langer zijn

Waarom heeft M1 kortere vleugeltjes dan M2 en M3?

*Antwoord:*Lagere temperatuur veroorzaakt korte vleugels

Een in de vraag meegegeven contrast specificceert de contrastklasse waarmee M1 wordt vergeleken en waaruit de voor de vleugelgrootte verschilmakende factor als oorzaak wordt aangewezen.

Whether one event causes another event depends on the contrast situation with which

the alleged cause is compared (Maslen, 2004, p. 341)

De contrastklasse blijkt cruciaal voor wat men aanwijst als oorzaak van een effect. Die invloed zal in een semantiek van causale claims tot uitdrukking moeten komen.

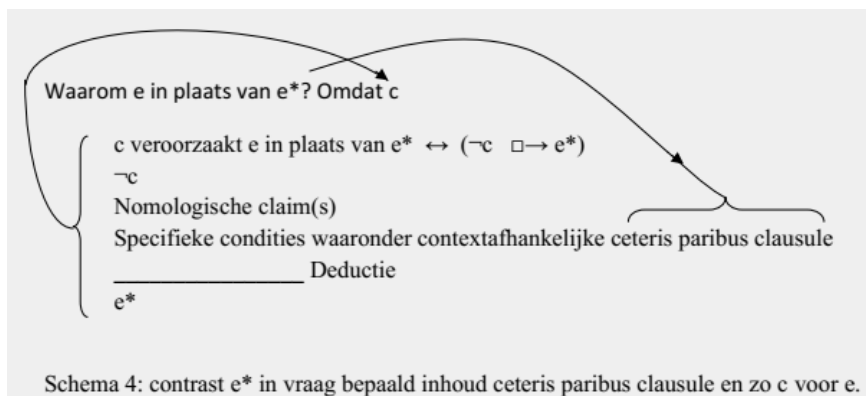
Contrasten verdisconteert in de semantiek van causale claims

Diverse auteurs (van Fraassen (1980), Schaffer (2012), Heslow, Maslen (2004)) benadrukken dat causale claims antwoorden zijn op *waarom-vragen* waaraan een *context* impliciet of expliciet een contrastsituatie meegeeft. Hiermee kom ik tot het volgende mechanisme wat aannemelijk maakt dat oorzaken geselecteerd worden door een contrasterende vraag waarvan de algemene vorm luidt:

waarom e in plaats van een verzameling van alternatieven e_n^* ? Omdat c !

Vertaald in causale termen: c veroorzaakt e in plaats van e_n^*

De vraag impliceert dat de actuele situatie e (het te verklaren effect) waar is, de contrasten e_n^* (de tegenfeitelijke alternatieven) onwaar, en dat er een daarmee compatibel antwoord c is (de oorzaak). Verdisconteert in Goodman's opvatting van counterfactuals als metalinguïstisch argument, ziet het er uit zoals in schema-4.



De vraag "*waarom e* " wordt impliciet geïnterpreteerd als "*waarom e in plaats van e^** ", waarbij contrastsituatie e^* in verschillende contexten in andere termen wordt ingekaderd. De causale bewering die getest wordt is niet " *c veroorzaakt e* " maar de contrasterende claim " *c veroorzaakt e in plaats van e^** ". De tegenfeitelijke test (die teveel opties als oorzaak selecteert) luidt niet "*zou c niet zijn gebeurd dan e ook niet*" maar "*zou c niet zijn gebeurd dan zou e^* hebben plaatsgevonden*". Het contrast e^* stuurt daarbij de inhoud van de ceteris-paribus clausule en beperkt zodoende de ruimte van saillante opties waaruit de oorzaak wordt geselecteerd. Uitgeprobeerd op het voorstel van Hart en Honoré ziet dat er als volgt uit:

De boer in India vraagt zich (impliciet) af:

- waarom heerst nu honger en is er geen oogst van het land e_1^* ? Omdat c_1

De huidige situatie waarin c_1 en honger heerst vergelijkt hij met de counterfactual 'zonder c_1 zou e_1^* (er voedsel van de akker komen). Het door de boer overwogen contrast stuurt diens selectie van 'droogte' als verschilmakende factor c_1 en zijn acceptatie van de claim dat droogte de hongersnood veroorzaakt.

De official van de W.H.O vraagt zich af

- waarom heerst in India honger en niet in Pakistan? Omdat c_2

Soortgelijke analyse als hierboven laat zien dat de door W.H.O.-official overwogen contrastsituatie (Pakistan, die voedselvoorraden heeft aangelegd) haar causale oordeel stuurt dat India's nalatigheid c_2 de hongersnood veroorzaakt.

Dit belooft een implementeerbare semantiek van contextafhankelijk causaal conceptualiseren op te leveren (voldoet aan de accuratessevoorwaarde), zonder beroep op maximen van een conversationele pragmatiek (die niet geëigend zijn om saillante causale factoren te wieden) noch geloof in een **objectief** causaal netwerk (wat niet coherent is omdat het geconstrueerd moet worden uit tegenstrijdige aannames in de ceteris paribus clauses van counterfactuals). Door causale claims te beschouwen als uitspraken over relaties tussen theorie, feit en context (No context in, no causal claims out) kan ook afgerekend worden met gevallen van overdeterminatie en asymmetrie die problematisch zijn voor een contextinvariante semantiek. Het geval waarbij TerrorJohn en TerrorJim vlak na elkaar een kogel afvuren op de president waarbij TerrorJohn's kogel op t_1 het hart van de president raakt en TerrorJim's kogel op t_2 , leidt in een contextinvariante tegenfeitelijkheidanalyse tot het contra-intuïtieve oordeel dat geen van tweeën de dood van de president heeft veroorzaakt. Men zal echter of TerrorJohn of de samenzwering als oorzaak aanwijzen. Dit probleem kan echter opgelost worden indien de contrastsituatie in de semantiek wordt verwerkt. Iemand die de vraag stelt waarom de president gedood is op t_1 , en niet op t_2 zal het causale antwoord accepteren dat (de kogel van) TerrorJohn de oorzaak is. Iemand die echter vraagt waarom de president na t_2 dood is en niet de avond erna nog in leven zal niet TerrorJohn als oorzaak aanwijzen (zou hij niet raak hebben geschoten dan TerrorJim wel) maar de samenzwering van TerrorJohn en medeplichtige TerrorJim.

Context verdisconteren in de tegenfeitelijkheidsanalyse kan ook raadselen betreffende asymmetrie oplosbaar. Denk aan de fysische indeterminatie van duwende zussen en broertjes (in §3.2.1.4) waar de context het oordeel bepaald wie het duwen veroorzaakt. Dit suggereert dat als we causaal objectivisme loslaten en accepteren dat causale claims niet naar objectieve relaties in de werkelijkheid maar naar in theorieën herkende contextgestuurde tegenfeitelijkheden verwijzen, we een flink aantal semantische raadselen kunnen oplossen. Daarnaast houden we empiristen binnenboord omdat zo geen beroep op metafysica is vereist.

4.3 Causaal anti-realisme: een naturalistische theorie van causaliteit

4.3.1 Een theorie van causaliteit zonder metafysica

De besproken objectiverende theorieën van causaliteit zijn gewaagde metafysische posities. In allen zijn causale claims modale claims, over *noodzakende* natuurwetten, *noodzakelijk* universele entiteit-eigenschappen, of *mogelijke* werelden. Claimen dat die een objectieve betekenis hebben impliceert dat men *modaal realisme* moet ondersteunen; de visie dat uitspraken over mogelijkheid en noodzakelijkheid een referent in de wereld hebben; dat er mentaalafhankelijke modale feiten bestaan (Flew, 1984). Het probleem met dit soort *de-re* lezingen en verstoffelijking van modale claims in termen van bestaande mogelijke werelden of universele capaciteiten van dingen is dat er feitelijk geen empirische rechtvaardiging voor is. Wetenschap bewijst slechts (uitspraken over) hoedanigheid van de actueel waarneembare wereld, niet dat iets noodzakelijk is, noch anders had kunnen zijn. Een meer bescheiden benadering die rekening houdt met deze epistemische beperking is het *modaal nominalisme* verdedigd door van Fraassen, Monton en Quine volgens welke modale uitspraken over eigenschappen van onze modellen gaan en niet over modale eigenschappen van de natuur, en dus *de-dicto* moeten worden begrepen. De-dicto geïnterpreteerd verwijst '*X is mogelijk*' niet naar een objectieve modaliteit in de natuur maar verteld dat X in sommige modellen van een theorie past, terwijl '*X is noodzakelijk*' dan betekent dat X in elk model van een theorie een thuis vindt.

A good deal of modal discourse is innocuous, and need not be construed along realist lines. If a theory offers a family of models as candidate representations of e.g. spontaneous combustion, then we can say that it rules out as impossible any process of spontaneous combustion which fits none of those models, and implies the possibility of any that does. (Monton & Fraassen, 2003, p. 417)

Deze zienswijze impliceert dat modale expressies an-sich geen waarheidswaarde hebben maar zijn altijd relatief aan een theorie en een reeks aannames die bepaald wordt door de context waarin een spreker de expressie beoordeelt. Pas wanneer de context bepaalde aannames in de achtergrond fixeert kan het correct zijn een modaal statement te verkondigen.

Modal discourse describes features of our models, not features of the World.
(Fraassen, 1989)

Eén manier om dit inzichtelijk te maken is met de eerder besproken semantische opvatting van theorieën door (Suppes, 1960), (Suppe, 1989) en (Fraassen, 1980) volgens welke een wetenschappelijke theorie een familie van modellen is, waarvan delen van één model kandidaat staan voor representatie van data-modellen van actueel waarneembaar fenomenen. Overige delen van een theorie (of model) hoeven niet reduceerbaar te zijn tot uitspraken over zuivere waarneembaarheden, noch waar te zijn, om geaccepteerd te

waarneembare fenomenen moet verklaren.

We aim in science to discover the nature of things.” (Cartwright, 1999, p. 181)

Wetenschappers doen dan aan ontologie wanneer ze fenomenen verklaren in causale taal. Wat zouden verklaringen anders waard zijn als je de inhoud niet voor waar houdt?

Dit realistische interpreteren van modale en causale taal is echter speculatief en gebaseerd op een te optimistische kijk op wat verklaren vermag en wetenschap als doelstelling kan hebben. Wetenschap heeft geen epistemische toegang tot alternatieve werelden of noodzakelijke capaciteiten toegeschreven aan de natuur van entiteiten. Elke existentiële claim hierover is ondergedetermineerd door de actueel waarneembare feiten. Dat causale claims de wereld zo goed kunnen verklaren is geen bewijs voor hun waarheid of objectiviteit. Onder dat motto zijn natuurfilosofiën en wetenschappelijke theorieën (bijvoorbeeld Phlogiston) verdedigd die later niet correct bleken te zijn.

Verklaren binnen de wetenschap kan prima rationeel gerechtvaardigd worden zonder geloof dat modale en causale uitspraken betrekking hebben op een objectieve mentaalafhankelijke waarheid zoals bijvoorbeeld van Fraassen (1980) betoogd. Een wetenschapper die vakmatig causale uitspraken doet en daarbij geaccepteerde theorieën aanhaalt om saillante verschilmakende factoren te duiden die hij in alternatieve scenario's van theorieën herkent, verplicht zich niet tot een geloof in de gehele ontologie van een theorie anders dan dat deze louter voor empirisch adequaat wordt gehouden en plaats biedt aan actueel waarneembaarheden. Hij/zij spreekt dan vanuit de taal van de geaccepteerde theorie waarin hij/zij zich conceptueel onderdompelt. In plaats van causale uitspraken *gewaagd* te begrijpen als uitspraken over objectieve modaliteit in de natuur (die geenszins met actueel waarneembaarheden te staven zijn) kunnen ze ook *bescheiden* beschouwd worden als uitspraken die in modellen van een geaccepteerde theorieën passen. 'X veroorzaakt Y' moet dan geïnterpreteerd worden als uitspraak over X en Y die samen afwezig zijn in een of meerdere niet noodzakelijk refererende modellen van een theorie.

Waar causaal realisten/objectivisten mijns inziens de fout in gaan is dat wetenschap niet als doel heeft diepere waarheden achter de waarneembare fenomenen bloot te leggen. Wetenschap richt zich op ontwikkeling van empirisch adequate theorieën die een thuis bieden aan actueel waarneembaarheden. De counterfactuals van causale claims gaan daar per definitie niet over. Het zijn geen weergaven van objectieve feiten maar antwoorden op contextspecifieke vragen naar saillante verschilmakende factoren waarvan de acceptatie bepaald wordt door de belangen van degene die de vraag stelt. Die zienswijze verklaard ook a-metafysisch waarom de (fundamentele) fysica formeel niet causaal conceptualiseert.

4.3.3 Waarom fysica niet causaal conceptualiseert

Fysici beschrijven formeel relaties in wiskundige termen teneinde empirisch adequaat een thuis te bieden aan gerapporteerde waarnemingen van geassocieerde gekwantificeerde fenomenen. Dat fysici daarvoor geen causale noties gebruiken is niet

omdat hun onderzoeksdomein een buitenomgeving voor interventies zou ontberen, noch omdat ze onvolledig zouden zijn, maar omdat ze naar contextonafhankelijkheid streven. Al formaliserende besluiten fysici van het bijzondere naar het algemene waarbij ze persoonlijke (voor)oordelen zoveel mogelijk abstraheren om te komen tot objectieve of intersubjectieve contextonafhankelijke waarheden die publiekelijk verifieerbaar zijn. Causale claims passen daar niet in. Die zijn niet analyseerbaar zonder verwijzing naar taalgebruikers die de claims accepteren/verwerpen. Mocht een fysicus causaal conceptualiseren dan beantwoordt deze contextspecifieke vragen door voor de context van belang zijnde saillante aspecten van een theorie te belichten.

Vragen beantwoorden en recepten geven: dat is de reden waarom we vaker causale claims tegenkomen in publicaties van speciale wetenschappen zoals economie, epidemiologie en techniek. Als toegepaste wetenschappen moeten ze regelmatig contextspecifieke vragen beantwoorden over complexe fenomenen die verklaring behoeven, of een recept voor beheersing vereisen. Het is hier dat voor beantwoording de hypothetische en gesimplificeerde DAG's (Directed-Acyclic-Graphs) en structurele modellen worden ingebracht, met daarin voor de context saillante factoren waarvan een te verklaren of manipuleren fenomeen tegenfeitelijk afhankelijk zou zijn. Soms kan die informatie worden onttrokken uit modellen van theorieën van de meer theoretisch georiënteerde wetenschappen. Vaker echter zijn de vragen te complex en contextspecifiek. Dan worden *randomized experiments*, of *clinical trials* opgetuigd, om door interventie uit verschil in correlatie of regelmatige opeenvolging van fenomenen tussen deze en die populatie een verschilmakende factor (oorzaak) af te leiden, die een causale hypothese moet bevestigen of verwerpen. Wat daarbij als verschilmakende factor zal worden geaccepteerd zal afhangen van wat iemand allemaal gelijk houdt aan het alternatieve theoretische model of de verwante populatie waarmee deze de actuele situatie/populatie vergelijkt en waaruit de oorzaak als verschilmakende factor wordt afgeleid.

Causale claims en modellen gaan daarbij dus niet over objectieve relaties in de wereld, zoals causaal objectivisten dat plachten te zien. Het zijn counterfactuals waarvan analyse van betekenis en waarheidswaarde niet kan zonder verwijzing naar oriëntatie, belangen en diverse andere eigenaardigheden van de participanten binnen de causale discours.

Alleen vanuit zo'n antirealistisch benadering van causale claims kan men, mijns inziens, een naturalistisch antwoord formuleren op de vraag waarom causale noties in formele beschrijvingen van de fysica ontbreken, terwijl speciale wetenschappen soms causaal moeten conceptualiseren.

5 Conclusie

In de recente geschiedenis van de filosofie zijn theorieën van causaliteit ten tonele gevoerd die gebaseerd zijn op *causaal objectivisme/realisme*: de aanname dat causale claims objectieve waarheidswaarden hebben c.q. causale relaties mentaalafhankelijke eigenschappen van de wereld zijn. Tegelijkertijd is de moderne fysica deze 'objectieve

causaliteit' niet gunstig gezind, komen we het causale concept in de formele beschrijvingen van de fysica niet tegen, terwijl dat niet geldt voor de speciale wetenschappen, die soms wel causaal conceptualiseren. Teneinde te zien of causaal objectivisme met deze ogenschijnlijke discrepantie (het discrepantieprobleem) adequaat kan omgaan heb ik van de belangrijkste hedendaagse theorieën van objectieve causaliteit beoordeeld of ze voldoen aan een drietal voorwaarden waarvan ik heb bepaald dat die gesteld mogen worden aan theorieën waarin de objectiviteit van causaliteit wordt voorondersteld, te weten; aan een **[accuratessevoorwaarde]** en een accurate beschrijving geven van ons gebruik van causale claims en een adequate semantiek kunnen faciliteren; aan een **[naturalismevoorwaarde]** en een naturalistische en coherente verklaring ondersteunen voor het discrepantieprobleem (de ogenschijnlijke tegenstrijdigheid waarom fysica niet causaal conceptualiseert en speciale wetenschappen wel), en tenslotte aan een **[Objectiviteitvoorwaarde]** en aannemelijk maken dat betekenis en waarheid van causale claims empirisch beslisbaar objectief en onafhankelijk van perspectief en belangen van individuele sprekers zijn.

De onderzochte theorieën van objectieve causaliteit zijn daarbij gecategoriseerd aan de hand van de wijze waarop het discrepantieprobleem wordt opgelost namelijk door ofwel causaliteit te reduceren, ofwel primitief te veronderstellen waarbij het laatste onderverdeeld is in causaal fundamentalisme en causaal superveniëntie. Van de eerste categorie theorieën (Hume's regelmatigheidsanalyse, Reichenbach's *common-cause-principle*, Salmon's processtheorie), waarin causale claims gereduceerd worden tot claims over niet causale feiten, heb ik aangetoond dat ze voldoen aan de objectiviteit- en naturalismevoorwaarde, door simpelweg causale claims te reduceren tot fysische claims, echter slechts een accurate semantiek ondersteunen van een beperkt aantal gevallen van causaal taalgebruik.

Van de theorieën die causaliteit niet reduceren, lost Carwright's fundamentalisme het discrepantieprobleem op door te veronderstellen dat fysica niet de volledige werkelijkheid verteld over een veronderstelde wereld van entiteiten met causale capaciteiten, maar doet het dit niet naturalistisch door een extrawetenschappelijke ontologie van causale capaciteiten te postuleren. Objectiviteit van causaliteit is dan alleen maar verdedigbaar als het gekoppeld wordt aan realisme van modaliteiten en is daarmee niet empirische beslisbaar noch epistemisch bescheiden.

Het interventionisme van Woodward tenslotte, die causale claims vertaald in claims over hypothetische interventie, is feitelijk een variatie op een counterfactuele theorie van causaliteit, en daarmee een onvolledige theorie daar Woodward verzaakt waarheidscondities voor de counterfactuals te formuleren. Worden deze waarheidscondities correct verwerkt dan wordt niet voldaan aan de objectiviteitsvoorwaarden daar de waarheid en betekenis van counterfactuals niet analyseerbaar zijn zonder verwijzing naar aannames van de causale-taalgebruikers.

Daarmee aangetoond te hebben dat causaal objectivisme (de aanname waarop al deze theorieën van objectieve causaliteit gebaseerd zijn) niet de minst problematische positie is heb ik een alternatief voorgesteld, *causaal anti-realisme*; de these volgens welke causale beweringen niet verwijzen naar mentaalafhankelijke eigenschappen van de

wereld maar naar een voor de spreker interessante verschilmakende factor, die herkent wordt in een niet noodzakelijk refererend model van een theorie, begrepen als familie van modellen.

Deze these is getoetst aan de accuratesse- en naturalisme-voorwaarde welke minimaal gesteld mogen worden aan valide theorieën van causaliteit. In een analyse van het wetenschappelijk gebruik van het causale concept in bijvoorbeeld gecontroleerde experimenten of in verklaringen ben ik tot de conclusie gekomen dat oorzaken begrepen worden als verschilmakende factoren. Verschilmakende factoren worden herkent in een vergelijking tussen de actuele wereld en een alternatieve tegenfeitelijke mogelijke wereld die in één van de niet refererende modellen van een theorie (of een verwante populatie) worden herkent. Ergo, **causaal anti-realisme**.

Welke verschilmakende factor geselecteerd wordt zal afhangen van wat iemand in die tegenfeitelijke wereld t.o.v. de actuele wereld allemaal het zelfde houdt. Ergo, **causaal contextualisme**.

Met hetgeen ik hier geschetst heb pretendeer ik geenszins een uitgewerkte theorie te hebben gepresenteerd, maar wel een suggestie welke route men als alternatief kan nemen voor causaal objectivisme. Een route die de belofte draagt een accurate semantiek op te leveren (de accuratessevoorwaarde bevredigt), die rekening houdt met contextgevoeligheid van causale claims en zodoende problemen op kan lossen waar contextinvariante theorieën mee geconfronteerd worden. Eén die ook naturalistisch en coherent verklaart waarom fysica geen causale noties in haar formele beschrijvingen gebruikt, zonder, in tegenstelling tot objectivistische theorieën, te appelleren aan de metafysica van objectieve modaliteiten zoals bestaande mogelijke werelden of causale capaciteiten (dus de naturalistische voorwaarde bevredigt.)

Geplaatst in een breder filosofisch perspectief denk ik zo empiristen binnenboord te houden die bovenstaande met een gerust hart kunnen omarmen zonder schending van de empirische norm dat alle theorieën, beschrijvingen en verklaringen terug te voeren moet zijn op wat verifieerbaar en actueel waarneembaar is.

6 Bibliografie

Anderson, P. (2001). A 'Dappled World' or a 'Seamless Web'. *Studies in History and Philosophy of Science, Vo. 132, No3 Pergamon*, 487-494.

Beauchamp, T., & Rosenberg, A. (1981). *Hume and the problems of Causation*. Oxford: Oxford University Press.

Berg-Hildebrand, A., & Suhm, C. (2006). *Bas C. van Fraassen. The fortunes of Empiricism*. Frankfurt: Ontos Verlag.

Cartwright, N. (1979). Causal Laws and Strategies. *Nous Vol 13, No 4, Special Issue on Counterfactuals and Laws*, 419-437.

Cartwright, N. (1999). *Dappled World*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

Cartwright, N. (2002). From Causation to Explanation and Back, Causality: Metaphysics and Methods. *CPNSS, LSE Centre for Philosophy of Natural and Sociale Science Technical Report*

09/03 .

- Cartwright, N. (1983). *How the Laws of Physics Lie*. Oxford: Clarendon Press.
- Cartwright, N. (June 1993). In Defence of 'This Worldly' Causality: Comments on van Fraassen's Laws and Symmetry. In *Philosophy and Phenomenological Research* (pp. 423-429). International Phenomenological Society.
- Cartwright, N. (1994). *Nature's Capacities and Their Measurement*. Oxford: Clarendon Press.
- Crespo, R. (2009). Nancy Cartwright, millian and/or aristotelian. *Scientia Vol. LXV, Fasc. 225-226* .
- Dijksterhuis, E. J. (2006). *Mechanisering van het wereldbeeld*. Amsterdam: Amsterdam University Press / Amsterdam Academic Archive.
- Dowe, P. (2013, october 30). *Causal Processes*. Opgehaald van Stanford Encyclopedia of Philosophy: <http://plato.stanford.edu/entries/causation-processes>
- Dowe, P. (2004). Causes are Physically connected to their Effects: Why preventers and omissions are not causes. In C. Hitchcock, *Contemporary Debates in Philosophy of Science* (pp. 189-196). Oxford: Blackwell Publishing.
- Flew, A. (1984). *A Dictionary of Philosophy*. London: Pan Books.
- Fraassen, B. v. (1993). Armstron, Cartwright, and Earman on Law and Symmetry. *Phenomenological Research* 53 (2): 431-444 , 431-444.
- Fraassen, B. v. (1989). *Laws and Symmetry*. Oxford: Oxford University Press.
- Fraassen, B. v. (1980). *Scientific Image*. Oxford: Oxford University Press.
- Gasking, D. (1955). Causation and Recipes. *Mind* 64 (256) , 479-487.
- Gierre, R. N. (2003). *Models, Metaphysics, and Methodology*. Minneapolis, Minnesota USA 55455: Center for Philosophy of Science, University of minnesota.
- Glymour, M. (2006). *Methods in Social Epidemiology; using causal diagrams to understand common problems in social epidemiology*.
- Goodman, N. (1947). *Fact, Fiction and Forecast, Fourth edition 1983*. Cambridge Massachusetts, and London England: Harvard University Press.
- Grice. (1995). 1975. In J. Bennett, *The Act Itself* (p. 133). Oxford: Oxford University Press.
- Hall, N. (2004). Two Concepts of Causation. In N. H. J. Collins, *Causation and Counterfactuals* (pp. 225-276). Cambridge: MIT press.
- Hart, H., & Honoré, A. (1985). *Causation in the Law*. Oxford: Oxford University Press.
- Hausman, D. (2002). Physical Causation. *Studies in History and Philosophy of Modern Science* , 33B:717-24.
- Heslow, G. (1988). The Problem of Causal Selection. In D. H. (ed), *Contemporary Science and Natural Explanation. Commonsense Conceptions of Causality* (pp. 11-32). Harvester Press.
- Hitchcock, C. (2013, December 13). *Probabilistic Causation*. Opgehaald van Stanford Encyclopedia of Philosophy: <http://plato.stanford.edu/entries/causation-probabilistic/>
- Hulswit, M. (2012). *A Short History of 'Causation'*. Nijmegen: University of Nijmegen.
- Hume, D. (1738). *A Treatise of Human Nature*. London.
- Kitcher, P. (1989). explanatory Unification and teh Causal Structure of the World. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science Vol. 13, Scientific Explanation* , 410-505.
- Laudan, L. (1998). Demystifying Underdetermination. In M. Curd, & J. A. Cover, *Philosophy of Science, The central issues* (pp. 320-353). New York London: W W Norton and Company.

- Lewis, D. (1986). *Philosophical papers, volume II*. Oxford: Oxford University Press.
- Maslen, S. (2004). Causes, Contrasts, and the Nontransitivity of Causation. In N. H. John Collins, *Causation And Counterfactuals* (p. Chapter 14). MIT Press.
- Menzies, P. (2013, March 20). *Counterfactual Theories of Causation*. Opgehaald van The Stanford Encyclopedia of Philosophy:
<http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/causation-counterfactual/>
- Menzies, P. (2004). Difference-making in Context. In J. Collins, & L. P. Ned Hall, *Causation And Counterfactuals* (pp. 139-181). Cambridge, Massachusetts, London England: A Bradford Book, The MIT Press.
- Mill, J. S. (1843). *A System of Logic*. New York: Harper & Brothers.
- Minto, W. R. (1997). *Foundations for A Realist Theory of Causality*. London, Ontario Canada: University of Western Ontario.
- Monton, B., & Fraassen, B. v. (2003). Constructive Empiricism And Modal Nominalism. *Journal of the British Society for the Philosophy of Science*, no 54 , 405-422.
- Morgan, M., & Morrison, M. (1999). *Models as Mediators. Perspectives on Natural and Social Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pearl, J. (2000). *Causality: models, reasoning, and inference*. Cambridge, Newyork: Cambridge University Press.
- Psillos, S. (2002). *Cartwright's Realist Toil: From Entities to Capacities*. University of Athens: Dept of Philosophy and History of Scince.
- Psillos, S. (2005). Causality. In M. Horowitz, *New Dictionary of the History of ideas* (pp. 272-280). Detroit: Charles Scribner's Sons.
- Resnik, D. (1998). Hacking's Experimental Realism. In M. Curd, & J. Cover, *Philosophy of Science, the central Issues* (pp. 1169-1185). New York / London: Norton & Company Ltd.
- Reutlinger, A. (2012). *Counterfactuals: A problem for Interventionists & Mechanists?* Munster (Germany): University of Munster.
- Reutlinger, A. (2012). *Getting Rid of Interventions*. Cologne Germany: University of Cologne.
- Rips, L. J. (2011). Causation from Preception. *Perspectives on Psychological Science (Association for Psychological Science)* , (6) 77-97.
- Russell, B. (1913). *On the Notion of Cause*. Proceedings of the Aristotelian Society.
- Salmon, W. (1994). Causality Without Counterfactuals. *Philosophy of Science* , 297-312.
- Salmon, W. (1984). *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*. New York: Oxford University Press.
- Schaffer, J. (2012). Causal Contextualism. In M. Blaauw, *Contrastivism in Philosophy* (pp. 35-36). New York, London: Routledge Taylor & Francis Group.
- Schaffer, J. (2000). Causation by Disconnection. *Philosophy of Science* , 285-300.
- Schaffer, J. (2004). Causes need not be Physically Connected to their Effects: The Case for Negative Causation. In C. Hitchcock, *Contemporary Debates in Philosophy of Science* (pp. 197-216). Oxford: Blackwell Publishing.
- Sellars, W. (1963). Philosophy and the scientific image of man. In *Science Perception and Reality*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Smith, S. (2002). Ceteris Paribus Clauses, and Capacities. *Synthese 130 : Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands* , 253-264.
- Strevens, M. (2006). *Review of Woodward, Making Things Happen*.

- Suppe, F. (1989). *The Semantic View of Theories and Scientific Realism*. Urbana and Chigaco: University of Illinois Press.
- Suppes, P. (1960). A Comparison of the Meaning and Uses of Models in Mathamatics and the Empirical Sciences. *Synthèse 12* , 287-301.
- Viale, R. (1999). Causal Cognition and Causal Realism. *International Studies in Philosophy of Science* , Vol 2.
- VonWright, G. H. (1971). *Explanation and Understanding*. Ithaca, Newyork: Cernell University Press.
- W.V.Quine. (1960). *Word and Object*. The MIT press.
- Winther, R. G. (2015, Fall). *The Struture of Scientific Theories / Edward N. Zalta (ed)*. Opgehaald van The Stanford Encyclopedia of Philosophy: http://plato_stanford.edu/archives/fall2015/entries/structure-scientific-theories/
- Wittgenstein, L. (1922). *Tractaus Logico-Philosophicus*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Woodward, J. (2008). Causation with a Human Face. In *Causation Workshop* (pp. 66-105). Pittsburgh: Universisty of Pittsburgh.
- Woodward, J. (2003). *Making Things Happen, A Theory of Causal Explanation*. Oxford, New York: Oxford University Press.

Eindnoten

-
- ¹ Reflexiviteit:(xRx), Symmetrie:($[aRb] \rightarrow [bRa]$), Transitiviteit:($[aRb \& bRc] \rightarrow [aRc]$)
- ² Naturalisme behelst dat hetgeen wetenschap bestudeert alles is wat er is. Ergo, een naturalistische filosofie van causaliteit is niet gebaseerd op apriori filosoferen maar op voor wetenschap acceptabele discours.
- ³ Fenomenalisme behelst ontologie van waarnemingsgebeurtenissen en epistemologie van sense-data.
- ⁴ Fysicalisme: positie volgens welke direct gekende proposities verwijzen naar objecten van alledag en de wetenschappelijke wereld.
- ⁵ Dit is in lijn met Quine's betekenisholisme.
- ⁶ Groeptheorie beschrijft symmetrie van een structuur. Verdedigers van een structuralistische visie op wetenschap beschouwen groeptheorie belangrijke voor bepaling van een ontologie.
- ⁷ Entities are not to be multiplied beyond necessity