

# Hoe economen de impact van klimaatverandering minimaliseren



MATTHIAS VAN DER HEYDEN

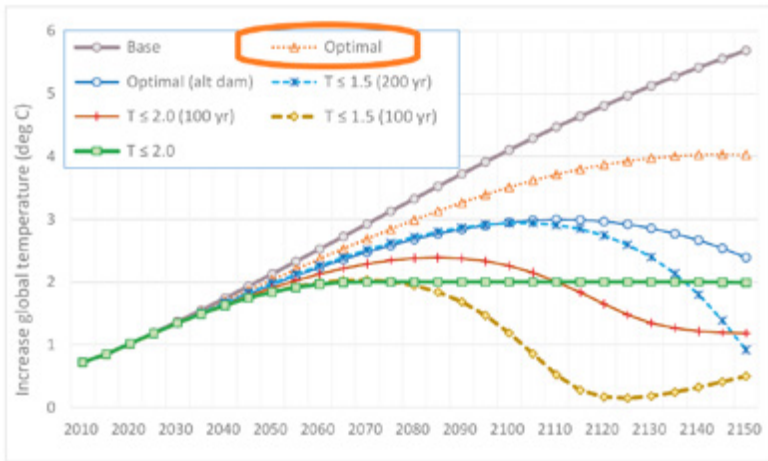
## Inleiding

Er is een groot verschil tussen hoe klimaatwetenschappers en hoe milieu-economen klinken als ze uitspraken doen over de schade van klimaatverandering. Volgens een van de meest prominente milieu-economen, Richard Tol (2021, p. 13), zal 3°C opwarming boven de pre-industriële, globale temperatuur leiden tot slechts 5% minder economische output. De inschattingen van andere milieu-economen zijn telkens in dezelfde grootte-orde. Volgens Dietz et al. (2021) is de economische impact van acht *tipping points* beperkt tot 1,4% minder consumptie. Volgens Roson & Mensbrugghe (2012) zal extreme opwarming van 5,4°C slechts leiden tot 6,1% minder economische output doorheen de 21ste eeuw. Uit een meta-onderzoek van tweeëntwintig studies die de economische impact van klimaatverandering inschatten, wordt de volgende conclusie getrokken:

‘Het is onduidelijk of klimaatverandering zal leiden tot een netto welvaartswinst of -verlies [maar economen] zijn het eens over de orde van grootte, [ze] suggereren dat een eeuw klimaatverandering ongeveer net zo goed/slecht is voor de welvaart als een jaar economische groei. (...) Dit suggereert dat er grotere problemen voor de mensheid zijn dan klimaatverandering.’ (Tol, 2018, pp. 2-3)

De bekendste milieu-econoom, die in deze opsomming niet mag ontbreken, is William Nordhaus. In 2018 won hij de Nobelprijs economie voor zijn werk waarbij klimaat geïntegreerd werd in macro-economische analyse (*The Prize in Economic Sciences*, 2018). Toen hij zijn Nobelprijs in ontvangst nam, zei hij dat de ‘optimale’ temperatuur 4°C boven het pre-industriële niveau lag, cf. de oranje lijn op onderstaande dia uit de presentatie die hij toen gaf.

## Temperature trajectories in different policies



Figuur 1: De opwarming van de aarde in graden Celsius bij verschillende beleidspaden, volgens Nordhaus. Bron: Nordhaus (2018).

Enkele van de meest prominente klimaatwetenschappers slaan een heel andere toon aan wanneer ze de mogelijkheid van 4°C opwarming overwegen. Enkele voorbeelden hiervan zijn Anderson (2016), die stelt dat 4°C opwarming zal leiden tot een reductie van de menselijk populatie met 80 tot 90% en Steffen (2019) die stelt dat de aarde bij 4°C opwarming een draagkracht zal hebben die maximum 1 miljard mensen kan ondersteunen en die mogelijks incompatibel is met een georganiseerde menselijke maatschappij.

Het is duidelijk dat de geciteerde klimaatwetenschappers en klimaateconomen niet allebei gelijk kunnen hebben. Wat is hier aan de hand? In mijn thesis economie ging ik na hoe klimaateconomen komen tot hun (lage) schade-inschattingen. Ik focuste hierbij in de eerste plaats op het DICE-model (Dynamic Integrated Climate-Economy-model) van Nordhaus omdat — vanwege zijn Nobelprijs — beargumenteerd kan worden dat dit het meest invloedrijke klimaateconomiemodel is. Veel andere klimaateconomiemodellen functioneren echter op gelijkaardige manieren en zijn gebaseerd op dezelfde bronnen. Hoewel we hieronder dus zullen focussen op DICE, is de opbouw van dit model representatief voor de *state-of-the-art* in de klimaateconomie.

### Hoe werkt DICE?

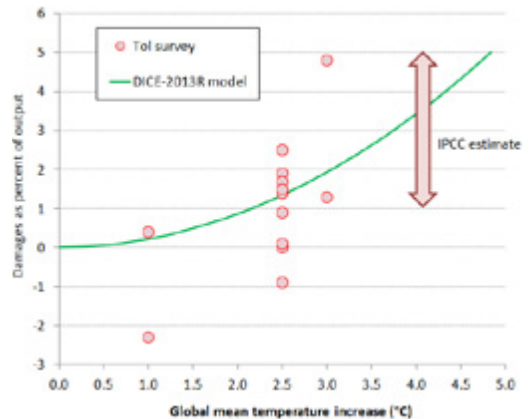
Het model vertrekt van een typisch neoklassiek groeimodel, waarin investeringen (in kapitaal, onderwijs en technologie) de huidige consumptie verminderen, maar zorgen voor meer consumptie in de toekomst. Dit wordt uitgebreid met zogenaamd 'natuurlijk kapitaal': het model beschouwt broeikasgassen in de atmosfeer als negatief natuurlijk kapitaal en emissiereducties als investeringen in de hoeveelheid natuurlijk kapitaal die er voorhanden is. Nu investeren in emissiereductie zorgt dus voor vermindering van de actuele consumptie, maar verhoogt consumptiemogelijkheden in de toekomst. Tegelijkertijd betekent iedere investering in natuurlijk kapitaal dat er minder wordt geïnvesteerd in 'normaal' kapitaal, wat de economische groei — en dus ook de toekomstige consumptie — doet afnemen (Nordhaus en Sztorc, 2013, pp. 1-4). Het doel van DICE is om de totale consumptie doorheen de tijd zo veel mogelijk te verhogen. Dit gebeurt door een reeks van zesentwintig wiskundige vergelijkingen die de economie en het klimaat simuleren. Hierin zit een 'schadefactor' vervat, die weergeeft hoeveel economische schade er plaatsvindt voor een zekere hoeveelheid klimaatopwarming. In essentie is de vraag dus: hoe wordt die schadefactor bepaald? Hieronder bekijken we de bronnen die ten grondslag liggen aan deze parameter van het model.

## De bronnen

Klimaat economie modellen baseren hun inschatting van schade op drie types studie die daar onderzoek naar doen:

- *Enumeratieve studies*: Onderzoek dat probeert een monetaire inschatting te maken van de fysieke effecten van klimaatverandering. Het idee is dat je een resultaat uit de klimaatwetenschappen neemt, bijvoorbeeld 'droogte zal met X% toenemen in periode Y', en vervolgens probeert te berekenen wat de kosten zullen zijn van dat effect.
- *Expert opinie-studies*: Onderzoek waarbij men experts vraagt wat zij denken dat de kost van klimaatverandering zal zijn.
- *Statistische studies*: onderzoek waarbij men een correlatie tussen hedendaagse, geografische verschillen in temperatuur en bbp per capita doortrekt doorheen de tijd voor verschillende scenario's van opwarming.

In het DICE-model verkrijgt je de schadefactor door een grafiek te tekenen waarop je de hoeveelheid schade per hoeveelheid opwarming van deze verschillende studies invult, en hier de best passende, kwadratische vergelijking doortrekt (cf. figuur 2). Doorheen zijn carrière ontwikkelt Nordhaus verschillende versies van DICE met enigszins verschillende schadefactoren, maar ze worden telkens op deze manier verkregen en de grootteorde is eveneens telkens gelijkend. In de versie van 2018 komt hij uit op 0,227% verlies in wereldwijd inkomen per gekwadrateerde graad Celsius. Dit leidt tot een bbp dat 3,6% minder groot is bij 4°C opwarming (Nordhaus, 2018a). Voor de duidelijkheid: dit betekent niet dat de economie dan 3,6% kleiner zou zijn dan die nu is, dit betekent dat de economie dan 3,6% minder gegroeid zou zijn dan in een situatie zonder klimaatopwarming.<sup>1</sup>



Figuur 2: Het effect van klimaatverandering op de wereldeconomie volgens de bronnen die ten grondslag liggen aan de schadefactor in DICE, iedere stip is één studie (gebaseerd op Tol, 2009). De doorlopende lijn in de grafiek is de schatting van het DICE-2013R model. Bron: Nordhaus & Sztorc (2013, p. 12).

Het interessante aan de kwadratische vergelijking is dat dit betekent dat zowel voor een stijging als voor een daling van de globale temperatuur exact evenveel economische output verloren zou gaan. Een daling van 4°C ten opzichte van het pre-industriële gemiddelde levert ons de globale gemiddelde temperatuur op tijdens de laatste ijstijd. Al zou dit impliceren dat plekken zoals New York, Chicago en Berlijn opnieuw onder honderden meters ijs zouden liggen, zou dit, volgens zijn model, eveneens leiden tot 3,6% daling van het bbp ten opzichte van een scenario zonder temperatuurverandering. Het is duidelijk dat dit een absurde veronderstelling is. De cruciale vraag is: hoe komen de schade-inschattingen die klimaat-economen opstellen tot zo'n klein effect van klimaatopwarming? Om dat te begrijpen bespreken we hieronder kort de genoemde drie types studie, en enkele van hun problemen.

### Opiniestudies

In opiniestudies vraagt men experts naar hun mening, en neemt men vervolgens het gemiddelde van hun antwoorden als resultaat. In casu ondervraagt men klimaatexperts omtrent hoeveel schade zij denken dat een zekere hoeveelheid klimaatopwarming zal veroorzaken. Het probleem met deze studies is dat maar een zeer kleine groep

mensen werd bevestigd, en men zich kan afvragen of zij werkelijk experts zijn.

Een van de gebruikte studies bevroeg tien economen, vier 'andere sociale wetenschappers' en vijf 'natuurwetenschappers of ingenieurs' naar hun inschatting van de economische schade bij 3°C en 6°C en concludeerde dat als de globale temperatuur 3°C toenam tegen 2090 er 3,6% verlies van het bbp zou zijn. Dezelfde studie concludeerde dat de schade 10,4% zou zijn als de planeet 6°C opwarmde tegen 2090. (Om dit te kaderen: de laatste keer dat de planeet 6°C warmer was dan de pre-industriële, gemiddelde temperatuur, was 55 miljoen jaar geleden, tijdens het eoceen.) Binnen de steekproef was er echter een enorme discrepantie tussen de

over de grillen van de dynamiek van de atmosfeer, verwonder ik me erover dat ze een enkel globaal getal, een uiterst slecht surrogaat voor een beschrijving van de klimatologische omstandigheden, kunnen vertalen naar kwantitatieve schattingen van de gevolgen van wereldwijde economische omstandigheden.' (Nordhaus, 1994, pp. 50-51)

Voor de andere studie van dit type nam men de waarden over van elf studies uit economische tijdschriften: in deze steekproef zaten dus geen natuurwetenschappers, terwijl de discrepantie tussen beide groepen in de eerdere studie suggereert dat het zinvol is om ze juist wel op te nemen (Keen, 2020, pp. 8-10). Ik bedoel hiermee niet dat opinieonderzoeken geen legitieme

input kunnen zijn voor een klimaateconomiemodel, maar er is nood aan een grotere steekproef, om vertekening op basis van de vooroordelen van enkelingen te voorkomen, en het is essentieel dat er in de eerste plaats klimaatwetenschappers in worden opgenomen.

#### **Statistische studies**

De aanname van statistische studies is dat er een samenhang bestaat tussen het klimaat van een regio

en het bbp per capita ervan. Daarenboven gaat men ervan uit dat de huidige geografische verschillen doorgetrokken kunnen worden doorheen de tijd. Met andere woorden: als land X een hoger bbp per capita heeft dan land Y en tevens een ander klimaat heeft, kan men op basis van dat verschil nagaan hoeveel het bbp per capita van de wereld zal evolueren indien de volledige planeet opwarmt.

In de realiteit bestaat er echter enkel een zeer zwakke correlatie tussen de gemiddelde jaarlijkse temperatuur van een regio en zijn economische output: de gemiddelde jaarlijkse temperatuur heeft maar een verwaarloosbaar klein effect op de huidige verschillen in bbp per capita (Congo is bijvoorbeeld niet armer dan België vanwege zijn



Er was echter een enorme discrepantie tussen de economen enerzijds en de natuurwetenschappers en ingenieurs anderzijds: de laatste groep schatte de economische kost twintig tot dertig keer hoger in.

economen enerzijds en de natuurwetenschappers en ingenieurs anderzijds: de laatste groep schatte de economische kost twintig tot dertig keer hoger in. Een econoom in de studie antwoordde zelfs dat de economische kost 'in wezen nul' zou zijn, terwijl een natuurwetenschapper of ingenieur weigerde te antwoorden en het opzet van de studie verwierp:

'Ik verwonder me erover dat economen bereid zijn om kwantitatieve schattingen te maken van de economische gevolgen van klimaatverandering wanneer de enige beschikbare maatstaven schattingen zijn van de gemiddelde stijging van de temperatuur aan het aardoppervlak. Als [iemand] die zich al heel zijn carrière zorgen maakt

klimaat). Bovendien zijn geografische verschillen in temperatuur van een compleet andere aard dan verschillen in het globale klimaat doorheen de tijd. Temperatuur- en klimaatverschillen in stabiele omstandigheden waaraan we gewend zijn, binnen een context van een stabiele hoeveelheid energie in de atmosfeer, zijn van een andere orde dan opwarming van het globale klimaat en de daarbij horende verstoring van omstandigheden vanwege een toename van de hoeveelheid energie in de atmosfeer (Keen, 2020, 2019). Door hier geen rekening mee te houden is het resultaat vervolgens dat het economisch effect van klimaatverandering beperkt zal zijn. De conclusie van deze studies is dus eigenlijk al bepaald door de assumptie waarvan men vertrekt.

### Enumeratieve studies

De enumeratieve studies lijken, qua opzet, de minst problematische. Men probeert er een monetaire inschatting te maken van de fysieke effecten van klimaatverandering, zoals ze worden beschreven in studies uit de exacte wetenschappen. Een groot probleem met deze studies is, ironisch genoeg, de moeilijkheid om te achterhalen waar precies de gehanteerde projecties uit exacte wetenschappen vandaan komen. Hierover is nagenoeg geen transparantie. Men moet vaak drie, vier of vijf bronnen teruggaan (de bron van de bron van de bron...) om te achterhalen wat het eigenlijke onderzoek is waarop de uitspraken gebaseerd zijn. Wanneer je op deze manier teruggaat in de genealogie van de bronnen, blijkt dat alle bronnen uit de exacte wetenschappen die aan de basis liggen van

Nordhaus' schade-inschatting 27 tot 35 jaar oud zijn. De klimaatwetenschap is echter snel geëvolueerd en de wetenschappelijke consensus van toen verschilt ernstig van de huidige. Ter illustratie:

- Geen enkele enumeratieve studie die aan de basis van het DICE-model ligt, erkent het bestaan van tipping points.
- Geen enkele enumeratieve studie die aan de basis van het DICE-model ligt, erkent het bestaan van onleefbare temperaturen.
- Verschillende enumeratieve bronnen die aan de basis van het DICE-model liggen, gaan uit van het idee dat de landbouwopbrengst zal stijgen naarmate de planeet verder opwarmt door het CO<sub>2</sub>-fertilisatie-effect (CO<sub>2</sub> in de lucht werkt als meststof waardoor planten harder groeien).

Alle drie de bovenstaande punten zijn in tegenspraak met de huidige, wetenschappelijke consensus. Zowel *tipping points*, onleefbare temperaturen als het idee dat landbouwopbrengsten zullen dalen wegens klimaatopwarming zijn momenteel breed aanvaard. Hieronder wordt kort toegelicht wat de stand van zaken is van het hedendaags onderzoek over deze drie thema's.

### Tipping points

Een *tipping point* is het moment dat een stabiel systeem omslaat naar een andere toestand. Na deze omslag zal het niet meer spontaan terugkeren naar zijn initiële positie. Dit concept wordt duidelijker aan de hand van een voorbeeld: donkere oppervlakken warmen meer op dan witte oppervlakken, ze absorberen immers warmte in plaats van die te reflecteren. De polen reflecteren door hun witte kleur een zekere hoeveelheid zonlicht, waardoor de aarde minder warm is dan als dit zonlicht geabsorbeerd zou worden. Door klimaatopwarming smelten de polen,



Wanneer je op deze manier teruggaat in de genealogie van de bronnen, blijkt dat alle bronnen uit de exacte wetenschappen die aan de basis liggen van Nordhaus' schade-inschatting 27 tot 35 jaar oud zijn.

waardoor meer zonlicht geabsorbeerd wordt en de polen dus sneller beginnen te smelten. Dit is een zichzelf versterkend effect dat, wanneer het voorbij een kritische grens is, niet meer tegen te houden is. Steffen et al. (2018) bespreken hoe acht van deze *tipping points* als een domino-effect elkaar zullen activeren indien de planeet 1,5°C à 2°C opwarmt. Dit is ondertussen meermaals herbevestigd (Armstrong McKay et al., 2022; Lenton et al., 2019).



Figuur 3: Tipping points. Kleuren geven weer wanneer ze geactiveerd worden indien ze individueel worden bekeken. Pijlen geven interacties weer. Bron: Steffen et al. (2018).

### Onleefbare temperaturen

Het menselijk lichaam heeft een maximale combinatie van hitte en vochtigheid die het kan verdragen, aangezien wij excessieve hitte kwijtraken door onze huid te koelen via verdamping (zweeten). De temperatuur van onze huid is gereguleerd op 35°C en ‘verkoeling via verdamping’ functioneert enkel indien de lucht extra vochtigheid kan opnemen – met andere woorden: wanneer de luchtvochtigheid lager is dan 100%. (Iedereen die ooit in een warm en vochtig klimaat is geweest zal kunnen bevestigen dat bij hoge luchtvochtigheid zweeten niet meer helpt om af te koelen: het parelt op de huid en druipt naar beneden.) Dit betekent dat bij een combinatie van 35°C en 100% luchtvochtigheid het menselijk lichaam geen excessieve hitte meer kan kwijtgeraken.<sup>2</sup> Ieder mens sterft simpelweg na enkele uren blootstelling aan deze omstandigheden. Tot enkele jaren geleden was deze combinatie van hitte en vochtigheid enkel een theoretisch idee, maar was het nooit waargenomen. Nu de aarde echter iets meer dan 1°C is opgewarmd, zijn er enkele kortstondige (minder dan twee uren) momenten geweest waarop dit wel heeft plaatsgevonden

(Raymond et al., 2020; Sherwood & Huber, 2010). Onderzoek toont aan dat dit zal blijven toenemen: in de Perzische Golf (Pal & Eltahir, 2015), delen van de Indus- en Ganges-valleien (Im et al., 2017) en de Noord-Chinese vlakte (Kang & Eltahir 2018) zal het een normale zomer zijn bij 4°C opwarming. Dit betekent dat deze plekken simpelweg niet meer geschikt zullen zijn voor menselijke bewoning. Alle drie deze regio’s hebben grote bevolkingen (tezamen ongeveer een miljard mensen) en een belangrijke economische betekenis: de Perzische Golf is het centrum van de wereldwijde handel in fossiele brandstoffen en iedere moslim op aarde heeft de religieuze plicht ernaartoe te gaan (Mekka); de Indus- en Ganges-valleien zijn de dichtstbevolkte regio’s op aarde en de Noord-Chinese vlakte is de belangrijkste landbouwregio van China.

### Daling van landbouwopbrengsten

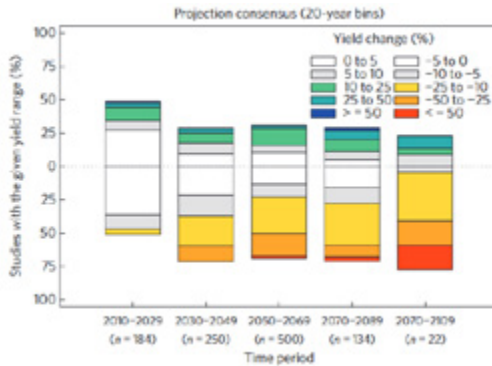
Verschillende enumeratieve studies die ten grondslag liggen aan de schade-inschatting van het DICE-model vertrekken van het idee dat het CO<sub>2</sub>-fertilisatie-effect zal zorgen voor meer landbouwopbrengsten (Fankhauser, 1992; Kane et al., 1992; Nordhaus, 1991). Deze theorie stelt dat planten meer groeien naarmate er meer CO<sub>2</sub> in de lucht zit, en ze dus een positief effect zullen ondervinden van klimaatverandering.

Hoewel dit principe *an sich* niet fout is (i.e. in een laboratorium waarin alles hetzelfde wordt gehouden, behalve dat er meer CO<sub>2</sub> aanwezig is, zal een plant meer groeien), wordt het tenietgedaan door allerlei andere gevolgen van klimaatverandering (droogte, toename van plagen, etc.). Het CO<sub>2</sub>-fertilisatie-effect zal er dus niet voor zorgen dat er meer landbouwopbrengsten komen wanneer er extra CO<sub>2</sub> in de lucht zit. In figuur 4 zijn de resultaten gebundeld van meer dan 1700 studies naar de effecten van klimaatverandering op landbouwopbrengsten. De overgrote meerderheid vindt dat er een negatief effect is, zeker in ontwikkelingslanden en naarmate het klimaat meer is opgewarmd.

Behalve het feit dat de meeropbrengst teniet wordt gedaan door andere effecten van klimaatopwarming, dient er ook opgemerkt te worden dat het CO<sub>2</sub>-fertilisatie-effect als gevolg heeft dat gewassen relatief minder voedingsstoffen (vitaminen,



mineralen, proteïnen) bevatten en meer koolstof. In zoverre het CO<sub>2</sub>-fertilisatie-effect dus een determinerende rol heeft, is het een negatief effect, aangezien het ons voedsel minder voedzaam maakt (Loladze, 2014; Medek et al., 2017).



Figuur 4: Overzicht >1700 studies naar impact klimaatverandering op landbouwproductiviteit. Hoe feller gekleurd, hoe intenser het effect. Bron: Challinor et al. (2014, p. 290).

De foutieve weergave van landbouwopbrengsten gaat soms erg ver. In Tol (2002a, 2002b) — eveneens twee enumeratieve bronnen die ten grondslag liggen aan het DICE-model — slaagt de auteur er zelfs in om een onleefbare temperatuur voor mensen te omschrijven als een ‘optimale temperatuur voor landbouw’. Voor Oost-Azië, het Midden-Oosten en Zuid-Azië staat deze studies namelijk dat de optimale toename van de temperatuur voor landbouwopbrengsten ongeveer 4°C zou zijn.

Je kan studies uit het verleden niet verwijten dat ze niet op de hoogte waren van wat vandaag wel geweten is dankzij recenter onderzoek. Je kan echter wél eisen dat actuele studies zich baseren op relevante bronnen. De schade-inschattingen die aan de basis liggen van het DICE-model en vele andere klimaateconomiemodellen zijn echter gebaseerd op gedateerde wetenschap.

#### Enumeratieve studies die geen enumeratieve studies zijn

Naast het feit dat de monetaire inschatting die enumeratieve studies maken van klimaatschade gebaseerd is op verouderde wetenschap, bestaat een tweede probleem bij sommige enumeratieve

studies: ze bevatten geen inschatting van de kosten van klimaatopwarming en zijn dus helemaal geen enumeratieve studies. Ik vond twee studies waar dit het geval was: Kane et al. (1992) en Parry et al. (1988). Ze werden geciteerd vanwege een kosteninschatting die simpelweg niet bestond.

Een gelijkaardig probleem is dat enkele van de geciteerde, enumeratieve bronnen simpelweg eerdere versies van DICE betreffen, die Nordhaus dus zelf had geschreven. Behalve dat dit dus geen onafhankelijke waarneming is, worden er ook extreem problematische assumpties in verdedigd. In Nordhaus (1991b, p. 930) wordt ervan uitgegaan dat geen enkele economische activiteit die binnen plaatsvindt effect kan ondervinden van klimaatverandering: binnen is er namelijk verwarming en airconditioning, dus kunnen activiteiten die binnen plaatsvinden onmogelijk beïnvloed worden door klimaatverandering — alsof mensen die in een kantoor of fabriek werken geen invloed zouden ondervinden van mislukte oogsten, dodelijke temperaturen, ongeziene massamigratie, een stijgende zeespiegel, de ineenstorting van ecosystemen etc.

#### Problemen met de architectuur van het model

De bronnen die we bespraken waren problematisch, maar er is eveneens een bijkomend probleem met de architectuur van de modellen op twee vlakken: de manier waarop ze omgaan met economische groei en de manier waarop ze omgaan met groene technologie.

#### Economische groei

Economische groei wordt, zoals in elk neoklassiek model, gezien als een gevolg van het niveau van de technologie, de hoeveelheid kapitaal en de hoeveelheid arbeid, cf. vergelijking 1. Het model gaat er echter van uit dat deze factoren groeien aan een vooraf bepaald tempo — onafhankelijk van het niveau van klimaatopwarming. Je kan het model zo manipuleren dat er pakweg 200°C opwarming plaatsvindt, maar dit heeft geen enkele impact op de mate waarin de technologie of de populatie evolueert. De evolutie hiervan wordt gezien als iets dat losstaat van de effecten van klimaatverandering, terwijl er natuurlijk wél een connectie is, zeker wanneer we het over extreme klimaatverandering

hebben en er hierdoor rampen voorkomen (mislukte oogsten, massamigratie etc.).

Dit betekent dat het resultaat dat het model oplevert (klimaatverandering zal maar een kleine impact op het bbp hebben) een logisch gevolg is van de manier waarop het model is ontworpen: het bbp zal immers in alle gevallen blijven groeien. Het model functioneert als een grote, wiskundig geformuleerde cirkelredenering: klimaatverandering zal geen impact hebben op de economische groei, omdat het model zo geschreven is dat economische groei geen impact kan ondervinden van klimaatverandering.

### Groene technologie

Het model veronderstelt het bestaan van een Universele Groene Technologie (UGT), dit is een amalgaam van alle technologieën die goed zijn voor het klimaat en alle technologieën die zouden kunnen bestaan voor het klimaat. Dit is dubbel problematisch:

- De UGT veronderstelt per definitie dat alle effecten van klimaatopwarming omkeerbaar zijn. Het sluit onoplosbare problemen uit. Dit gaat in tegen het bestaan van *tipping points*.
- De UGT wordt, naarmate de tijd vordert, steeds goedkoper — onafhankelijk van de omstandigheden.

Er wordt verondersteld dat het inzetten van de UGT de uitstoot doet dalen, maar (aangezien die duurder is dan de conventionele technologie) er eveneens voor zorgt dat je minder kapitaal opbouwt en dus in de toekomst ietsje minder economische groei zal hebben. Het gevolg is dus dat we een model hebben dat (a) zo veel mogelijk consumptie nastreeft, (b) alle milieuproblemen als oplosbaar ziet op eender welk moment, (c) weet dat oplossingen in de toekomst goedkoper zijn en (d) weet dat de economie in de toekomst groter (rijker) zal zijn dan in het heden. Het voorspelbare resultaat van deze vier veronderstellingen is dat het model altijd zo lang mogelijk zal wachten met het inzetten van de UGT omdat dit in de toekomst goedkoper zal zijn dan in het heden. Als dusdanig is de conclusie van een model dat op deze manier is opgebouwd dat het beter is om de groene transitie zo lang mogelijk uit te stellen.

### De impact van deze modellen

Dit alles is niet louter een bizarre, academische oefening, maar heeft ernstige gevolgen in de reële wereld. Economen hebben, veel meer dan andere sociale wetenschappers, het luisterend oor van politici. De geruststellende conclusies van klimaateconomische modellen vertellen hen dat het probleem relatief meevalt. Ze zullen niet weten dat dit soort onderzoek gebaseerd is op achterhaalde data, partijdigheid van een kleine groep niet-experts, absurde vooronderstellingen, een vorm van 'statistiek' die ongeoorloofd is en cirkelredeneringen. De klimaateconomische modellen zoals dat van Nordhaus zien er op het eerste gezicht wetenschappelijk uit, maar doorstaan een kritische doorlichting niet. Niemand, behalve een uitzonderlijke enkeling, beseft echter op welke zwakke funderingen dergelijke modellen zijn gebouwd.

De impact van deze modellen en hun auteurs is bovendien niet eens beperkt tot de hierboven beschreven reële, maar moeilijk meetbare invloed op het beleidsproces. Het werkt ook door in het IPCC-rapport. Het IPCC bestaat uit verschillende werkgroepen en werkgroep 1 voldoet aan het intuïtieve beeld dat mensen spontaan hebben van het IPCC: ze produceren een rapport met de samenvatting van de wetenschappelijke consensus uit de exacte wetenschappen. Werkgroep 2 daarentegen gaat over 'impact, adaptatie en kwetsbaarheid' en hierin hebben economen een bijzonder belangrijke rol.

De hoofdauteur van het hoofdstuk over economische impact in het IPCC-rapport was Richard Tol. Hij is de auteur van de meta-studie die alle beschreven bronnen in dit artikel bundelt en dus leidde tot de schade-inschatting van Nordhaus (Nordhaus & Sztorc, 2013; Tol, 2009). Deze hoog aangeschreven econoom had deze positie ondanks het feit dat hij zich op twitter gedraagt als de eerste de beste troll, met uitspraken zoals: '10°C opwarming<sup>3</sup> van de planeet zal een verwaarloosbaar effect hebben op onze economie; en het zou wenselijk<sup>4</sup> zijn dat de Thermohaliene-circulatie in de Atlantische Oceaan stilvalt' — uitspraken die overigens in complete overeenstemming zijn met zijn ernstig, *ge-peer-reviewed* en gepubliceerd werk in economische tijdschriften.



Nu we weten op welke manier de gangbare klimaat-economische modellen werken en wie in dit stuk van het IPCC-rapport de pen mocht vasthouden, zal het dan ook niet als een verrassing komen om te lezen wat de conclusie is van de wetenschappelijke literatuur volgens dit hoofdstuk:

‘De ruwe schattingen van wereldwijde jaarlijkse economische verliezen voor extra temperatuurstijgingen van  $\sim 2^\circ\text{C}$  liggen tussen 0,2 en 2,0% van het inkomen.’ (Arendt & Tol, 2014, p. 663)

Opnieuw: men zegt hier niet eens dat de globale economie 0,2 tot 2% zal krimpen door klimaatopwarming. Men beweert dat er 0,2 tot 2% minder groei zal plaatsvinden door  $2^\circ\text{C}$  opwarming van de planeet. Het overschrijden van de bovengrens van het klimaatakkoord van Parijs en van het begin van een domino-effect van *tipping points* zou volgens dit hoofdstuk van het IPCC-rapport minder schade veroorzaken dan de afwezigheid van één jaar economische groei.

Gegeven de abominabele kwaliteit van de bronnen van klimaat-economische modellen is het waanzinnig dat deze opvattingen tot in het IPCC-rapport zijn geraakt, maar aangezien er hieromtrent quasi volledige unanimititeit bestaat onder neoklassieke economen gebeurde het toch.



Gegeven de abominabele kwaliteit van de bronnen van klimaat-economische modellen is het waanzinnig dat deze opvattingen tot in het IPCC-rapport zijn geraakt, maar aangezien er hieromtrent quasi volledige unanimititeit bestaat onder neoklassieke economen gebeurde het toch.

Zo mogelijk nog vreemder is het volgende: we zagen reeds in titel 3.3.4 dat Nordhaus van mening is dat economische activiteiten die binnen plaatsvinden geen effect kunnen ondervinden van klimaatopwarming. Dit standpunt is eveneens overgenomen in het IPCC-rapport:

‘Economische activiteiten zoals landbouw, bosbouw, visserij en mijnbouw zijn blootgesteld aan het weer en dus kwetsbaar voor klimaatverandering. Andere economische activiteiten, zoals productie en dienstverlening, vinden grotendeels plaats in een gecontroleerde omgeving en staan niet echt bloot aan klimaatverandering.’ (Arendt & Tol, 2014, p. 668)

Dit soort citaten is koren op de molen van maatschappelijke krachten die klimaatbeleid willen tegenhouden, aangezien zij nu kunnen verwijzen naar de ultieme autoriteit omtrent klimaatverandering om hun punt kracht bij te zetten.

De heterodoxe econoom Keen (2019) roept op om de auteurs van de neoklassieke klimaat-economiemodellen die we hier bespraken te verwijderen uit het IPCC. Hun onwetenschappelijke methodologie geeft immers een aura van legitimiteit aan het idee dat klimaatbeleid onnodig is. Gezien hun werk op geen enkele manier verbonden is aan de hedendaagse, wetenschappelijke consensus omtrent klimaatverandering, kunnen we zeggen dat het gaat om een gesofisticeerde vorm van klimaatontkenning die erin geslaagd is enorm invloedrijk te worden.

**MATTHIAS VAN DER HEYDEN** is moraalfilosoof en econoom. Dit artikel is een samenvatting van zijn thesis economie: <https://lib.ugent.be/catalog/rug01:003060700>. Deze thesis werd bekroond op de Future Proef Award: een wedstrijd waar de UGent op zoek gaat naar de beste thesissen over duurzaamheid.

## Bibliografie

- Anderson, K. (2016, februari 9). *Going Beyond 'Dangerous' Climate Change*. <https://www.youtube.com/watch?v=-T2A7mvJoc>
- Arendt, D. J., & Tol, R. S. J. (Red.). (2014). Key economic sectors and services. In *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of working Group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. (pp. 659–708). Cambridge University Press. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGI-IAR5-Chap10\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGI-IAR5-Chap10_FINAL.pdf)
- Armstrong McKay, D. I., Staal, A., Abrams, J. F., Winkelmann, R., Sakschewski, B., Loriani, S., Fetzer, I., Cornell, S. E., Rockström, J., & Lenton, T. M. (2022). Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science*, 377(6611), eabn7950. <https://doi.org/10.1126/science.abn7950>
- Cline, W. R. (1996). The Impact of Global Warming of Agriculture: Comment. *The American Economic Review*, 86(5), 1309–1311.
- Dietz, S., Rising, J., Stoerk, T., & Wagner, G. (2021). Economic impacts of tipping points in the climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(34), e2103081118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2103081118>
- Fankhauser, S. (1992). Global warming damage costs: Some monetary estimates. *CSERGE GEC Working Paper*. [https://www.researchgate.net/publication/237121949\\_GLOBAL\\_WARMING\\_DAMAGE\\_COSTS\\_SOME\\_MONETARY\\_ESTIMATES\\_by](https://www.researchgate.net/publication/237121949_GLOBAL_WARMING_DAMAGE_COSTS_SOME_MONETARY_ESTIMATES_by)
- Im, E.-S., Pal, J. S., & Eltahir, E. A. B. (2017). Deadly heat waves projected in the densely populated agricultural regions of South Asia. *Science Advances*, 3(8), e1603322. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1603322>
- Kane, S., Reilly, J., & Tobey, J. (1992). An empirical study of the economic effects of climate change on world agriculture. *Climatic Change*, 21(1), 17–35. <https://doi.org/10.1007/BF00143251>
- Kang, S., & Eltahir, E. A. B. (2018). North China Plain threatened by deadly heatwaves due to climate change and irrigation. *Nature Communications*, 9(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05252-y>
- Keen, S. (2020). The appallingly bad neoclassical economics of climate change. *Globalizations*, 1–29. <https://doi.org/10.1080/14747731.2020.1807856>
- Keen, S. (2019, september 18). *Flawed Approaches (and a New Approach) to Environmental Challenges*. <https://www.youtube.com/watch?v=vw-wvZ8g5eHE>
- Lenton, T. M., Rockström, J., Gaffney, O., Rahmstorf, S., Richardson, K., Steffen, W., & Schellnhuber, H. J. (2019). Climate tipping points—Too risky to bet against. *Nature*, 575(7784), 592–595. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03595-0>

- Loladze, I. (2014). Hidden shift of the ionome of plants exposed to elevated CO<sub>2</sub> depletes minerals at the base of human nutrition. *eLife*, 3, e02245. <https://doi.org/10.7554/eLife.02245>
- Medek, D. E., Schwartz, J., & Myers, S. S. (2017). Estimated Effects of Future Atmospheric CO<sub>2</sub> Concentrations on Protein Intake and the Risk of Protein Deficiency by Country and Region. *Environmental Health Perspectives*, 125(8), 087002. <https://doi.org/10.1289/EHP41>
- Nordhaus, W. (2018). Projections and Uncertainties about Climate Change in an Era of Minimal Climate Policies. *American Economic Journal: Economic Policy*, 10(3), 333–360. <https://doi.org/10.1257/pol.20170046>
- Nordhaus, W. D. (1991). To Slow or Not to Slow: The Economics of The Greenhouse Effect. *The Economic Journal*, 101(407), 920–937. <https://doi.org/10.2307/2233864>
- Nordhaus, W. D. (1994). Expert Opinion on Climatic Change. *American Scientist*, 82(1), 45–51.
- Nordhaus, W. D. (2018, december 8). *Nobel Lecture in Economic Sciences: Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics*. <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/10/nordhaus-slides.pdf>
- Nordhaus, W. D., & Sztorc, P. (2013). *DICE 2013R: Introduction and User's Manual*. <https://yale.app.box.com/s/whlqcr7gtzdm4nxnrfhvp2hlzebuvmv/file/1044222401276>
- Pal, J. S., & Eltahir, E. A. B. (2015). Future temperature in southwest Asia projected to exceed a threshold for human adaptability. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE283>
- Parry, M. L., Carter, T. R., & Konijn, N. T. (1988). *The Impact of Climatic Variations on Agriculture: Volume 1: Assessment in Cool Temperate and Cold Regions*. Springer Science & Business Media.
- Raymond, C., Matthews, T., & Horton, R. M. (2020). The emergence of heat and humidity too severe for human tolerance. *Science Advances*, 6(19), eaaw1838. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaw1838>
- Roson, R., & Mensbrugge, D. V. der. (2012). Climate change and economic growth: Impacts and interactions. *International Journal of Sustainable Economy*, 4(3), 270. <https://doi.org/10.1504/IJSE.2012.047933>
- Sherwood, S. C., & Huber, M. (2010). An adaptability limit to climate change due to heat stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(21), 9552–9555. <https://doi.org/10.1073/pnas.0913352107>
- Steffen, W. (2019, februari 11). *The Big U-Turn Ahead: Calling Australia to Action on Climate Change*. [https://www.youtube.com/watch?v=OzQsjuz-r3\\_M&t=1682s](https://www.youtube.com/watch?v=OzQsjuz-r3_M&t=1682s)
- The Prize in Economic Sciences 2018*. (2018). The Royal Swedish Academy of Sciences.
- Tol, R. S. J. (2002a). Estimates of the Damage Costs of Climate Change. Part 1: Benchmark Estimates. *Environmental and Resource Economics*, 21(1), 47–73. <https://doi.org/10.1023/A:1014500930521>
- Tol, R. S. J. (2002b). Estimates of the Damage Costs of Climate Change, Part II. Dynamic Estimates. *Environmental and Resource Economics*, 21(2), 135–160. <https://doi.org/10.1023/A:1014539414591>
- Tol, R. S. J. (2009). The Economic Effects of Climate Change. *Journal of Economic Perspectives*, 23(2), 29–51. <https://doi.org/10.1257/jep.23.2.29>
- Tol, R. S. J. (2018). The Economic Impacts of Climate Change. *Review of Environmental Economics and Policy*, 12(1), 4–25. <https://doi.org/10.1093/reep/rex027>
- Tol, R. S. J. (2021). The Economic Impact of Weather and Climate. In *Working Papers* (2021.04; Working Papers). Fondazione Eni Enrico Mattei. <https://ideas.repec.org/p/fem/femwpa/2021.04.html>

## Noten

1. Als we uitgaan van 2% economische groei per jaar tussen 2022 en 2150, betekent dit dat de economie over 128 jaar 1237% van de huidige economie zou bedragen. Dat moet je vervolgens met 3,6% verminderen om het effect van 4°C klimaatverandering te berekenen.
2. Of bij een equivalent daarvan met een hogere temperatuur en een iets lagere luchtvochtigheid. Zo'n equivalent wordt nog steeds een 'natteboltemperatuur van 35°C' genoemd, het is af te lezen op een psychrometrische schaal.
3. <https://twitter.com/RichardTol/status/1140591420144869381>
4. <https://twitter.com/RichardTol/status/1423352462761734150>