

Tilburg University

Duurzame Groei, of Na Ons de Zondvloed?

Gerlagh, R.

Publication date:
2010

[Link to publication in Tilburg University Research Portal](#)

Citation for published version (APA):

Gerlagh, R. (2010). *Duurzame Groei, of Na Ons de Zondvloed?* Tilburg University Press.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

WAAR EINDIGT DUURZAME GROEI?

Inaugurele rede, uitgesproken bij de openbare aanvaarding van het ambt van hoogleraar in de milieu-economie aan de Universiteit van Tilburg op 26 november 2010 door Prof. R. Gerlagh.

A close-up portrait of Prof. Reyer Gerlagh, a man with short dark hair and a light beard, wearing a dark suit jacket over a white shirt. The image is overlaid with a semi-transparent dark blue filter.

Prof. Reyer Gerlagh is hoogleraar milieu-economie aan de Universiteit van Tilburg, verbonden aan het Tilburg Sustainability Center, het CentER onderzoeksinstituut, en het departement Economie bij de faculteit Economie en Bedrijfswetenschappen. Hij is associate editor bij Environmental and Resource Economics en Energy Economics, en coordinating lead author voor het 5e assessment report van het Intergovernmental Panel on Climate Change. Reyer Gerlagh promoveerde aan de Vrije Universiteit op het onderwerp efficiënt en duurzaam gebruik van milieuhulpbronnen. Hij ontving de vernieuwingsimpuls van NWO in 2001, en verbleef in 2006 op uitnodiging van de Noorse Academy of Letters and Sciences een half jaar in Oslo. In hetzelfde jaar werd hij hoogleraar milieu-economie bij de University of Manchester. Hij is sinds 2009 werkzaam aan de Universiteit van Tilburg.

Colofon

vormgeving

Beelenkamp Ontwerpers, Tilburg

foto omslag

Ton Toemen

druk

PrismaPrint, Universiteit van Tilburg

© Prof. R. Gerlagh, 2010
ISBN: 978-90-78886-98-3

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier.

www.uvt.nl

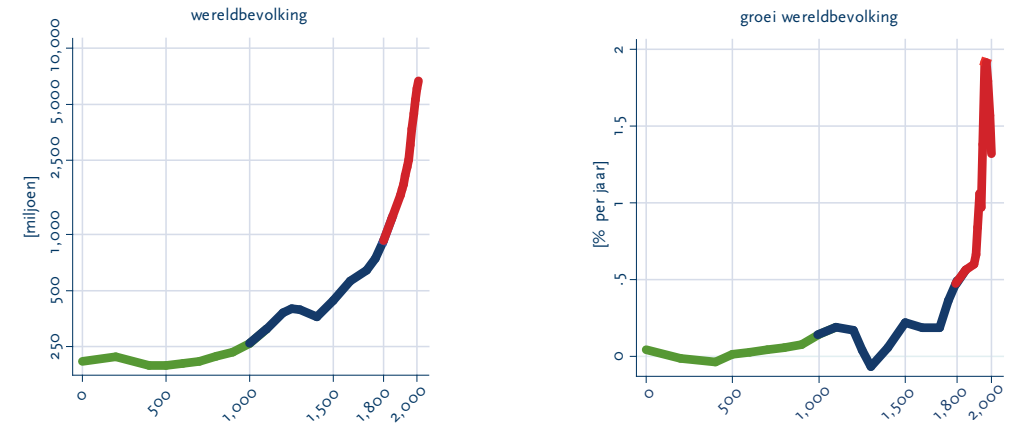
Inleiding “Alles van waarde is weerloos”, Lucebert 1974. Er zijn serieuze natuur en milieuproblemen die onze aandacht nodig hebben. De wereldzeeën dreigen te worden leeggevist, planten en diersoorten verdwijnen en hele ecosystemen lijken verloren te gaan. Door het enorme energiegebruik dat nodig is voor de wereldwijde productie is een klimaatverandering in gang gezet waarvan de gevolgen voor de toekomst onbekend zijn. Dit lijkt allemaal aan de Nederlandse regering voorbij te gaan. De Ecologische Hoofdstructuur, bedoeld om de Nederlandse biodiversiteit te beschermen, wordt niet afgemaakt. We mogen binnenkort 130 km per uur rijden op de Nederlandse snelwegen. En de regering geeft groen licht voor nieuwe kern- en kolencentrales. De voornemens getuigen van de overtuiging dat een vrije markt economie waar mensen en bedrijven hun eigen voorkeuren mogen volgen, en waar de overheid niet te veel op de voorgrond treedt, de beste manier is om welvaart te creëren en te behouden. Internationale milieuproblemen staan niet op de radar van de huidige regering. In deze rede zal ik het hebben over de spanning tussen economische groei en duurzaam natuur en milieugebruik, en het vermogen of onvermogen van onze economische en democratische instellingen om deze spanning te kanaliseren teneinde duurzame groei te bereiken.

Mijn rede is als volgt opgebouwd. Allereerst zal ik kort enkele kenmerken uiteenzetten van het kapitalisme, het economische model dat de afgelopen 200 jaar zo succesvol is geweest. Daarna zal ik een aantal milieuproblemen voor het voetlicht brengen. Ik geef extra aandacht aan het klimaatprobleem. In deze context zal ik de vraag beantwoorden wat duurzaamheid betekent. Daarna komt de vraag aan bod hoe we duurzaamheid kunnen implementeren. Het antwoord van een econoom zal u niet verbazen: aan het gebruik van natuur en milieu moet een prijskaartje komen te hangen. Wat u misschien wel zal verbazen is de hoogte van het prijskaartje. Ik zal voorbeelden geven waaruit blijkt hoe waardevol schaarse natuur is, en hoe moeilijk het is deze waarde eerlijk te verdelen. Als slot zal ik mijn gedachten met u delen over de voorwaarden voor duurzame groei, en de belangrijkste obstakels. Kan ons economisch en politiek systeem gebaseerd op de markteconomie en nationale democratieën duurzame groei implementeren? Maar voor we daarover kunnen nadenken moeten we eerst een beeld hebben van hoe onze economische groei tot stand komt, en welke problemen er zijn ten aanzien van de duurzaamheid van de groei.

200 jaar

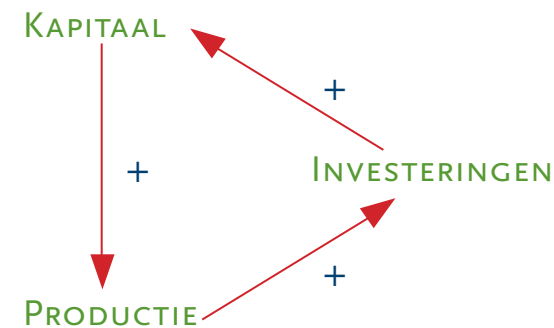
economische groei

De laatste 200 jaar, dat is de periode sinds de industriële revolutie, is een bijzonder tijdvak. Dat is duidelijk te zien als we naar de groei van de wereldbevolking kijken over de afgelopen 2000 jaar (Figuur 1). Tot de middeleeuwen was wereldwijd armoede de norm. De meeste mensen werden nooit volwassen, ze stierven als kind. De wereldbevolking bleef bijna constant, tussen de 200 en 250 miljoen mensen. Weliswaar kwam in Europa in de late middeleeuwen een voorzichtige groei op gang, zowel in termen van inkomen als in termen van bevolking, maar gemeten naar moderne maatstaven bleef de groei wereldwijd zeer gering. De dip die we in het grafiek van de wereldbevolking zien rond 1350 wordt veroorzaakt door de pest. In Europa stierf binnen een paar jaar ongeveer veertig procent van de mensen aan de pest. Pas met de industriële ontwikkeling van na 1800 zien we een grote verandering. Een revolutie is ontketend. De productiviteit gaat met sprongen omhoog. Dat vertaalt zich in een toenemende welvaart en een sterke daling van de kindersterfte. De wereldbevolking explodeert. In 1965 bereikte de bevolkingsgroei wereldwijd een maximum van 2% per jaar (Figuur 2). Dat betekent bijna een verdubbeling van de bevolking per generatie. Na 1965 neemt de bevolkingsgroei weer af. Dit wordt de demografische transitie genoemd. Een verder toenemende welvaart en hogere opleiding leiden er toe dat vrouwen minder kinderen krijgen. De plotselinge stijging van de bevolkingsgroei na 1800 laat heel concreet zien dat, vanuit economisch perspectief, de afgelopen 200 jaar een bijzonder succes waren van afnemende armoede en groeiende welvaart. De vraag die ik aan de orde stel is waar dit succes op gebaseerd is, en of we het succes van de afgelopen 200 jaar kunnen doortrekken naar de volgende 200 jaar. Kunnen we nog 200 jaar van vergelijkbare economische groei verwachten? Is het Westerse economische model het “einde van de geschiedenis”,¹ en het begin van duurzame groei wereldwijd? Of moeten we rekening houden met negatieve gevolgen van het economische model. Wijzen de milieuproblemen op de noodzaak om basisprincipes aan te passen?



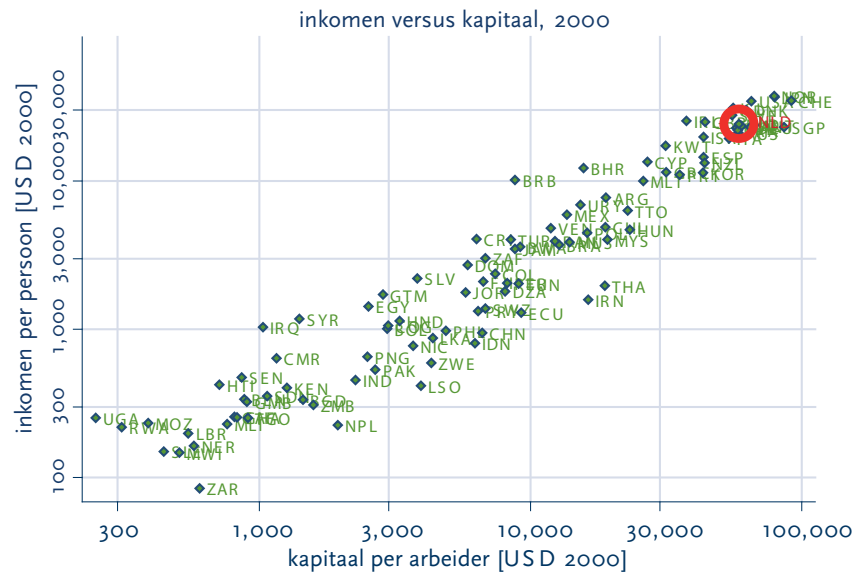
Figuur 1 en Figuur 2. Wereldwijde bevolkingstoename en groei²

Een van de bouwstenen van het succes is het kapitalisme. Kapitalisme is het systeem waarbij de eigenaar van het kapitaal, zoals machines en fabrieken, de waarde krijgt die door zijn kapitaal wordt geproduceerd. Kapitalisme belooft de investeerder waardoor een positieve terugkoppeling ontstaat (Figuur 3). Meer kapitaal leidt tot hogere productie, en deze wordt gebruikt om meer te investeren, waardoor de kapitaalvoorraad stijgt. De term kapitalisme staat hier niet voor een ongereguleerde markt, en is hier ook niet bedoeld om een tegenstelling met de welvaartsstaat te markeren. Zolang de belangen van de arbeiders voldoende zijn vertegenwoordigd, kunnen we zeggen dat de arbeider óók belang heeft bij investeringen, want met meer kapitaal wordt arbeid schaars en krijgt de arbeider een hoger loon.



Figuur 3. De positieve terugkoppeling van het kapitalisme

Historische data en hedendaagse vergelijkingen tussen landen laten inderdaad zien dat het kapitalisme als systeem goed werkt. Vergelijken we een grote groep landen met elkaar, in het jaar 2000, waarbij we kijken naar het inkomen en de hoeveelheid kapitaal, dan zien we dat landen met veel kapitaal een hoger inkomen hebben (Figuur 4, de rode cirkel is Nederland). Kapitaal als bron van welvaart lijkt daarmee duidelijk aantoonbaar. Kapitalisme, met de prikkel tot investeringen als motor voor de economische groei, lijkt daarom een goede keus.



Figuur 4. Relatie tussen inkomen en kapitaal³

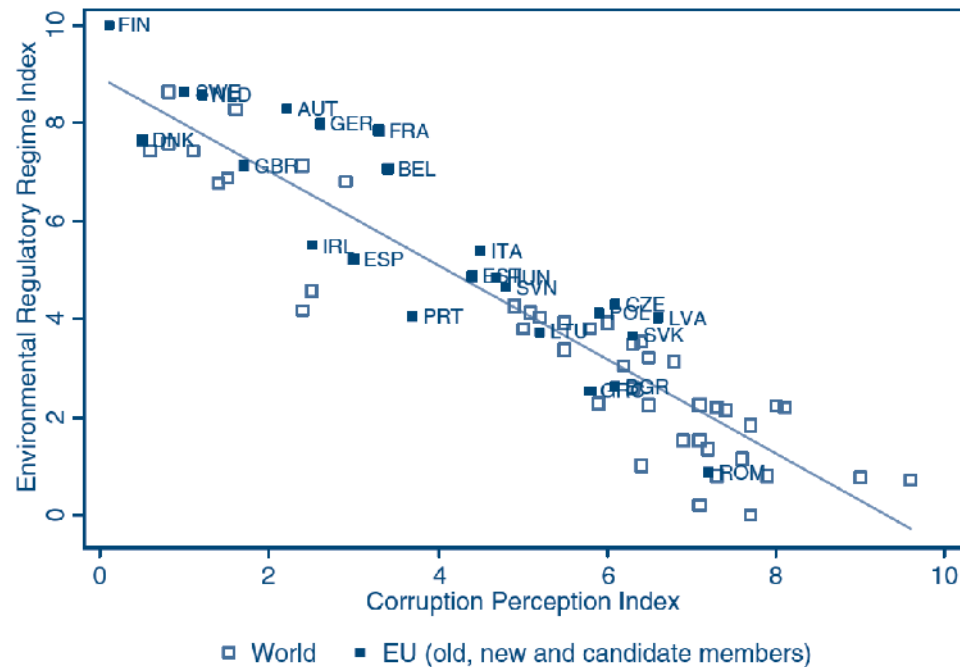
In de economische theorie zijn er verschillende nuances aangebracht in bovenstaande relatie tussen kapitaal en inkomen. Het stapelen van kapitaal loopt tegen grenzen aan. Als er genoeg machines en gebouwen zijn heb je nieuwe technologie nodig om nieuwe investeringen aan te trekken. Nieuwe technologie vraagt, op haar beurt, om goedgeschoolde arbeiders. Het blijkt dat voor een hoog inkomen je niet alleen kapitaal, maar ook technologie en scholing nodig hebt. In de economie worden technologie en scholing ook wel als kennis en menselijk kapitaal aangeduid. De verschillende vormen van kapitaal zijn sterk positief gecorreleerd: ze stijgen samen, en landen die veel hebben van het één, hebben ook veel van het ander.⁴ Vaak ontbreekt aan dit begrip van kapitaal het natuurlijk kapitaal. Dat stijgt niet samen met de andere vormen van kapitaal. Integendeel, terwijl kapitaal en inkomen groeien, daalt mogelijk de kwaliteit van natuur en milieu. Is er daarom een natuurlijke grens aan de groei?

Grenzen aan de groei

Het industriële groeimodel staat onder druk. In het rapport aan de club van Rome uit 1972, “Grenzen aan de groei”,⁵ werd scherp aangegeven dat het fenomeen van wereldwijde economische groei niet duurzaam kan zijn. Een voortdurende exponentiële economische expansie is niet verenigbaar met een eindige aarde. Als elk jaar meer grondstoffen worden gebruikt dan het jaar ervoor, en de totale hoeveelheid is eindig, moet het een keer opraken. Als elk jaar meer afvalstoffen in het milieu worden geloosd, zal het milieu op een gegeven moment zo vervuild zijn dat er geen vis meer kan zwemmen in de rivieren. Ten tijde van het rapport was luchtvervuiling een groot probleem in belangrijke Europese steden. Londen was beroemd vanwege de smog. Zwom in de middeleeuwen er zoveel zalm in de Rijn dat het voedsel voor de armen was, rond 1970 was de Rijn een open riool geworden waar nauwelijks nog vissen in zwommen. Ook herinneren de ouderen onder u zich waarschijnlijk nog de zorgen over zure regen. In de 80-er jaren leken de meren in Scandinavië en de bossen in Oost Europa op grote schaal dood te gaan. Opmerkelijk genoeg zijn genoemde problemen effectief aangepakt. Na de ramp met de chemische fabriek van Sandoz in 1986 was er voldoende politieke wil bij alle landen om de vervuiling van de Rijn terug te dringen. Nu, 25 jaar later is de Rijn een stuk schoner dan dat zij toen was. Zure regen is, in Europa, ook sterk teruggebracht. De industrie is in staat gebleken om de vervuiling terug te dringen, terwijl de productie tegelijkertijd is toegenomen. Er was geen grote systeemverandering nodig. De overheid was in staat om milieuproblemen aan te pakken, dat wil zeggen, de productie schoner te maken, binnen het huidige economische systeem. Daarbij was regelgeving en het beprijsen van natuur en milieugebruik essentieel. In Nederland zijn belastingen op milieugrondslag een integraal onderdeel geworden van de economie, met een opbrengst van ongeveer 5 miljard euro per jaar, goed voor ruim 1% van ons bruto inkomen. Zien we hier het begin van duurzame groei? Kunnen we met een beperkte fiscale ingreep in de economie het behoud van natuur en milieu voor toekomstige generaties veiligstellen?

Empirisch onderzoek schetst een gemengd beeld. Het blijkt dat, om een milieuprobleem effectief aan te pakken, aan drie voorwaarden moet zijn voldaan: voldoende inkomen, bestuurlijke integriteit, en bestuurlijke capaciteit op het relevante niveau. Als eerste moet de bevolking voldoende inkomen hebben om het milieuprobleem als een belangrijke beperking van haar welvaart te ervaren. Als tweede is het nodig dat de politiek het belang van het volk behartigt. Dat betekent specifiek dat de overheid vrij is van machtsmisbruik, en dat belangen van deelgroepen, zoals bepaalde industrieën, niet een onevenredige vertegenwoordiging hebben in de besluitvorming.⁷ Figuur 5 komt uit een artikel uit 2006 dat ik samen met een promovendus heb geschreven. De figuur laat de relatie tussen corruptie (horizontale as) en het niveau van milieubeleid (verticale as) zien. Hoe meer corruptie er is in een land, hoe zwakker het milieubeleid. Dat geldt wereldwijd, maar ook binnen

Europa. De relatie blijkt robuust, ook als rekening wordt gehouden met inkomenseffecten. Milieubeleid lijkt een soort van lakmoesproef. Landen met een zwak milieubeleid hebben vaak ook zwakke instituties.

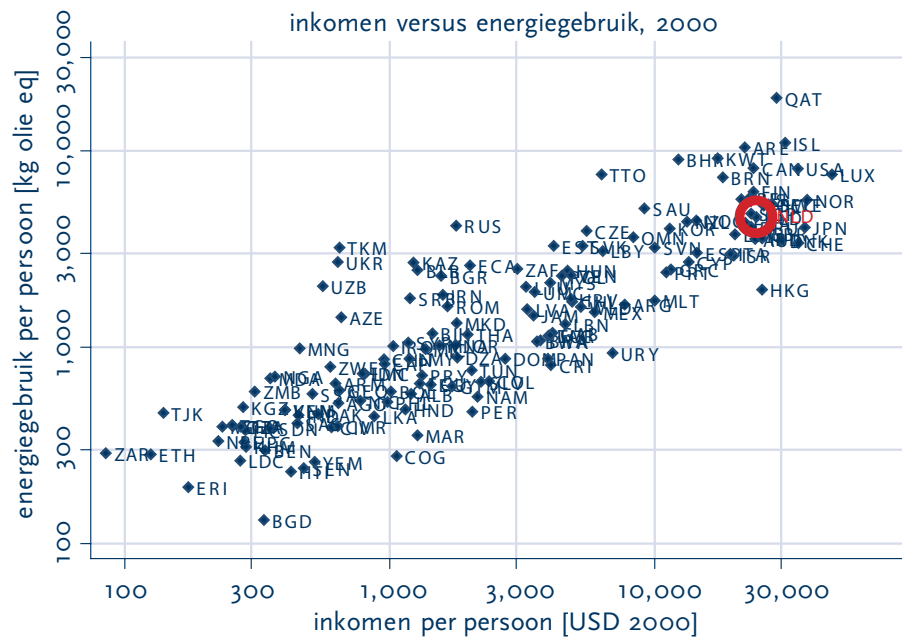


Figuur 5. Relatie tussen corruptie en milieubeleid⁸

West Europa heeft, relatief ten opzichte van de meeste andere landen voldoende inkomen en goed bestuur. Dat heeft geleid tot een substantiële verbetering van de kwaliteit van het lokale milieu in de afgelopen jaren. In arme en corrupte landen zijn milieuproblemen veel moeilijker op te lossen. Smog en zure regen zullen in China een probleem blijven voor de komende decennia, omdat groei van het inkomen voorlopig belangrijker wordt gevonden dan een verbetering van het milieu. Bij de houtkap van de regenwouden speelt mee dat de controle op regels vaak slecht is. Ambtenaren die moeten toezien op de regels kunnen eenvoudig worden omgekocht.⁶ Toch is er goede hoop voor lokale en regionale milieuproblemen. Het inkomen in grote delen van Azië en Zuid Amerika stijgt snel, er is oog voor het belang van goed bestuur, en zo ontstaat ruimte om regionale milieuproblemen aan te pakken. Het kapitalistisch model lijkt niet alleen verenigbaar met economische groei, maar op de lange termijn ook met duurzaam milieugebruik op lokaal en regionaal niveau.

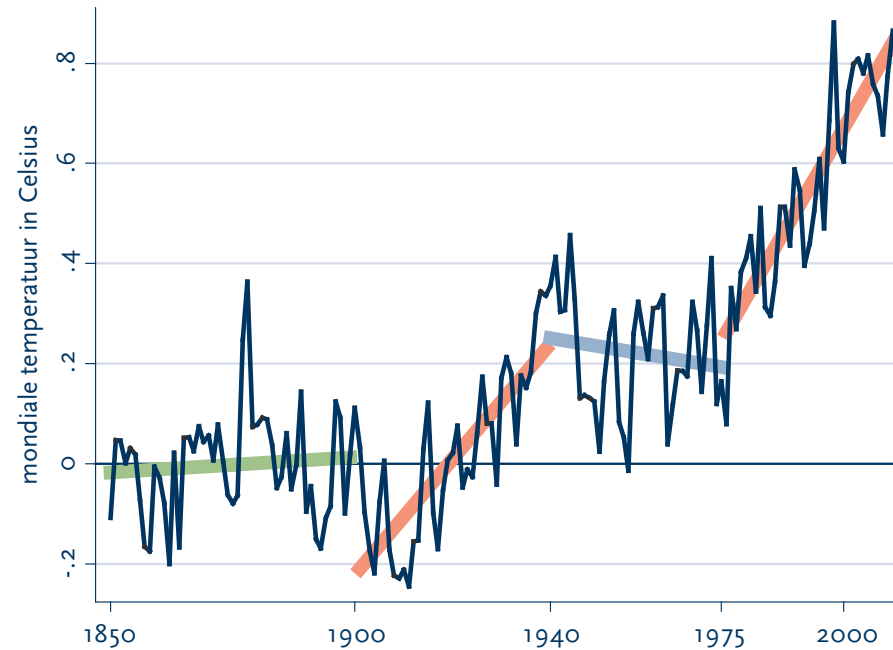
Naast inkomen en afwezigheid van corruptie is de derde voorwaarde van effectief milieubeleid, bestuurlijke capaciteit op het relevante niveau, van bijzonder belang voor de grote milieuproblemen van de 21^e eeuw. Er moet politieke besluitvorming mogelijk zijn op een niveau dat het milieuprobleem overstijgt. In Europa speelt de Europese Unie een essentiële rol in het milieubeleid. De verbetering van de milieukwaliteit is vaak niet dankzij maar ondanks de inspanning van de nationale overheden tot stand gekomen. Als het gaat om Europese wetgeving lijkt ook de Nederlandse overheid regelmatig beter op te komen voor het belang van een specifieke industrie, zoals de landbouw, dan voor het belang van de hele bevolking.⁹ Uiteindelijk lijkt de Europese Unie voldoende macht te hebben om het milieubeleid, ondanks tegenstribbelende nationale overheden, aan te scherpen. De nieuwe milieuproblemen, zoals het klimaatprobleem, zijn fundamenteel anders dan de problemen uit de jaren 70 die in Europa in meer of mindere mate succesvol zijn aangepakt. Enkele urgente mondiale problemen zijn de overbevissing van de open zeeën, het verdwijnen van gehele ecosystemen, en klimaatveranderingen. Er is geen mondiale instelling die het beleid rond deze problemen met succes kan organiseren. De Verenigde Naties wordt belemmerd doordat mensen bang zijn dat teveel macht voor een organisatie als de Verenigde Naties leidt tot misbruik. Daarnaast willen de grote landen hun soevereiniteit niet opgeven. De prijs die we hiervoor betalen is een continuering van de mondiale milieuproblemen. Elk land doet alleen dat wat in het directe eigen voordeel is, en het beschermen van de mondiale natuur en milieu hoort daar niet bij.

Het klimaatprobleem laat duidelijk zien dat bij gebrek aan samenwerking een escalatie van het milieuprobleem dreigt. De bijdrage van een land aan het klimaatprobleem wordt voor een belangrijk deel bepaald door het energieverbruik. En energieverbruik is vrijwel proportioneel aan productie, en daarmee aan inkomen (Figuur 6). Terwijl de ervaringen van de afgelopen 200 jaar suggereren dat kapitalisme en milieubehoud goed samen kunnen gaan voor lokale milieuproblemen, is de conclusie voor het klimaat omgekeerd. Nog 200 jaar kapitalisme met de bijbehorende economische groei, en we lijken af te stevenen op een klimaatprobleem van ongekeerde proporties. Welke klimaatveranderingen staan ons te wachten?



Figuur 6. Relatie tussen inkomen en energiegebruik

Klimaat Zoals bekend is CO₂ een broeikasgas, en is het gebruik van fossiele brandstoffen de belangrijkste bron van de uitstoot van CO₂ door mensen. Over de laatste honderd-en-vijftig jaar hebben we ongeveer de helft van de geschatte wereldwijde olie- en gasvoorraden gebruikt. Als gevolg daarvan hebben we bijna 2 biljard kg CO₂ in de lucht uitgestoten. Dat is ongeveer evenveel CO₂ als dat er van nature in de atmosfeer zit. Een deel van de CO₂ is door bomen en de oceanen opgenomen, maar een belangrijk deel blijft in de atmosfeer. De aarde is in diezelfde tijd ook ongeveer een graad warmer geworden. Iedereen die wil kan het zelf zien, bijvoorbeeld in Zwitserland waar de gletsjers zich terugtrekken. Ook de ijskap op de Noordpool wordt snel kleiner en zal mogelijk verdwenen zijn voordat de kinderen van nu met pensioen gaan. Dan is de Noordpool een zee, in plaats van een ijseland. Er zijn nog steeds sceptici die zeggen dat de relatie die we over de afgelopen honderd jaar hebben gezien het product van toeval is. Hun argument kan aan de hand van Figuur 7 duidelijk worden gemaakt. We zien dat het temperatuurverloop chaotisch is. Een warm jaar kan worden gevolgd door een koud jaar. Soms wordt het over een lange periode, zoals tussen 1940 en 1975, kouder, en soms warmer. Kortom, zeggen de sceptici, de temperatuur is het resultaat van een grillige natuur die we niet goed begrijpen.

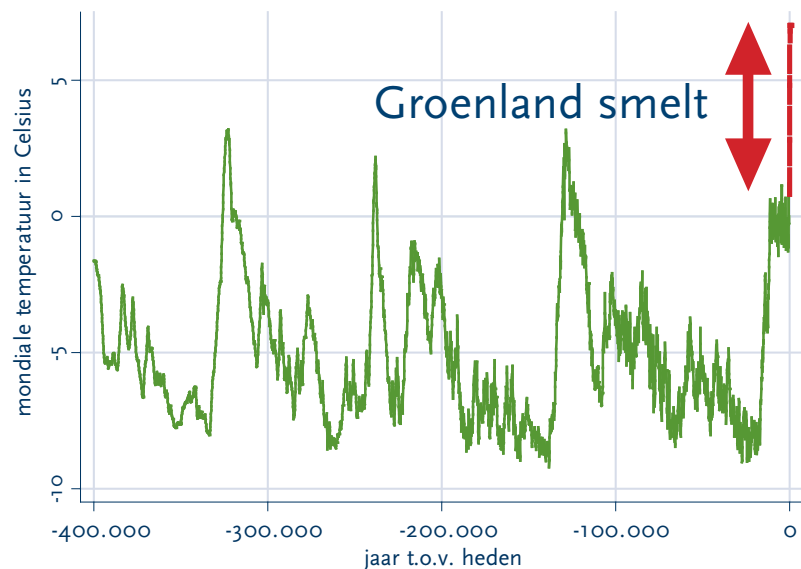


Figuur 7. Temperatuurverloop 1850-2009¹¹

Klimaat sceptici onderschatten echter de kennis over het klimaat. Klimaatwetenschappers geven toe dat de precieze werking van het klimaat moeilijk te berekenen valt, maar begrijpen wel belangrijke mechanismen. Tussen 1940 en 1975 nam de activiteit van de zon af.¹² Bovendien nam in dezelfde periode de luchtvervuiling in de rijke landen sterk toe. En omdat vuile lucht hetzelfde werkt als een vuil raam, het houdt het licht en de warmte buiten, werd het kouder in die periode. We kunnen in de komende decennia een vergelijkbaar effect verwachten. Volgens sommige onderzoekers kan de zonneactiviteit de komende jaren afnemen¹⁰. Bovendien lijken de opkomende economieën in Azië dezelfde ontwikkeling door te maken als de Westerse economieën eerder hebben doorgemaakt, met hoge niveaus van lokale luchtvervuiling. De variaties tussen opeenvolgende jaren zijn ook niet het effect van een onbegrepen natuur, maar hangen samen met mondiale wind en zee stromen, zoals het bekende fenomeen El Niño voor de kust van Chili.¹³ Er zijn inderdaad veel onzekere factoren, maar de wetenschap kan wel aangeven wat de mogelijke en meest waarschijnlijke klimaatveranderingen zijn die ons te wachten staan.

Als we doorgaan op de huidige weg, waarbij de uitstoot van broeikasgassen meestijgt met het inkomen, zal in de komende duizend jaar de temperatuur waarschijnlijk zo tussen de 5 en 10 graden stijgen. Dat betekent dat de aarde binnen 1000 jaar warmer wordt dan dat

zij in de voorgaande 400.000 jaar is geweest. Figuur 8 laat dat zien. In blauw zien we de temperaturen voor de afgelopen 400.000 jaar zoals die zijn berekend aan de hand van metingen aan de ijsafzettingen op de Zuidpool. In rood zien we de verwachte temperatuur voor de komende 1000 jaar als er geen mondiaal klimaatbeleid wordt gevoerd. Het is in dat scenario waarschijnlijk dat het ijs op Groenland smelt, waardoor de zeespiegel stijgt met ongeveer 7m.¹⁴ Dat betekent dat over 1000 jaar New York, Londen, Cairo, Bangladesh, en ook Amsterdam, Den Haag en Rotterdam waarschijnlijk onder water staan. 100% zeker is het niet dat dit gebeurt en kan het ook niet zijn. De vraag is niet hoe we zekerheid kunnen krijgen over klimaatveranderingen, maar hoe we met de onzekerheid omgaan.



Figuur 8. Temperatuur afgelopen 400,000 jaar en komende 1000 jaar¹⁵

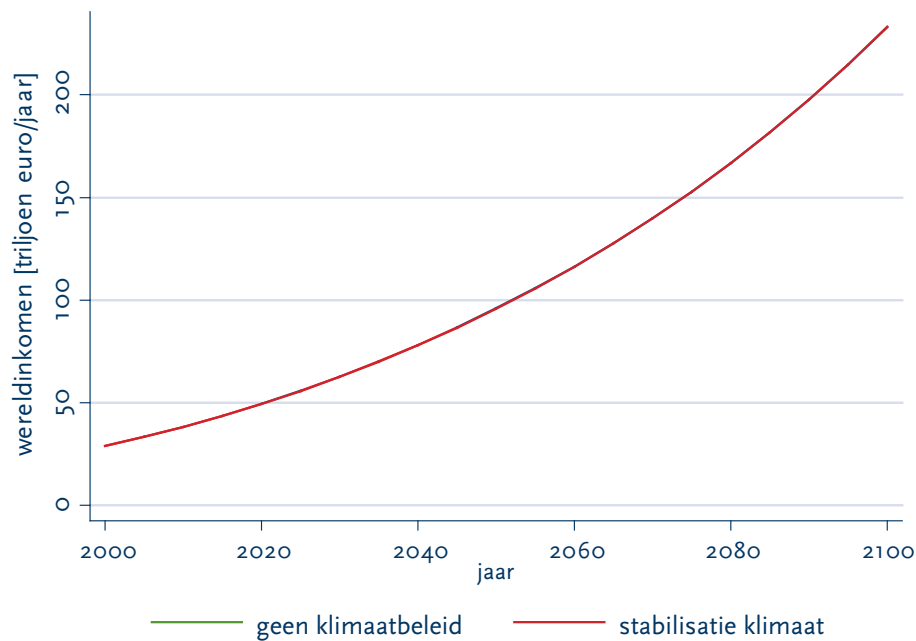
De EU heeft zich als doel gesteld om de wereldwijde temperatuur met minder dan 2°C te laten stijgen. Dit doel is op de klimaatconferentie in Kopenhagen, december 2009, bekrachtigd. De EU had ook als doel kunnen stellen dat het ijs van Groenland intact moet blijven. Deze doelstelling is niet absoluut, maar moeten we vertalen in termen van kansen. Als we nu wereldwijd alle technische mogelijkheden gebruiken die er zijn om de emissies van broeikasgassen te reduceren, kunnen we in een periode van vijftig jaar de emissies naar bijna nul terug brengen. Dan hebben we misschien de helft kans dat de temperatuur niet meer dan 2 graden stijgt, en viervijfde kans dat Groenland niet smelt (en dus éénvijfde kans dat Groenland wel smelt).¹⁴ Als we nog dertig jaar wachten met wereldwijd strikt klimaat-

beleid zal de temperatuurstijging heel waarschijnlijk boven de 2 graden uitkomen, en neemt de kans dat Groenland smelt toe tot ongeveer een derde. De beleidsvraag die we ons moeten stellen is of we de kans dat Amsterdam, Den Haag, en Rotterdam onderlopen, willen laten toenemen van een vijfde naar een derde. Opmerkelijk is dat u deze informatie niet kunt vinden in de Nederlandse beleidsrapporten. De rapporten voor de overheid houden op bij het jaar 2100, en het smelten van Groenland zal iets langer duren. Ik las in een rapport voor de Nederlandse overheid, door een toonaangevend instituut, dat zelfs bij extreme zeespiegelstijging Nederland niet hoeft te vrezan voor de veiligheid van het land. Het rapport meldde dat de zeespiegelstijging maximaal anderhalf meter zal zijn, en dat Nederland voldoende technologische kennis heeft om daar mee om te gaan.¹⁷ De anderhalf meter verwees naar het jaar 2100. Maar wie verwacht dat de zeespiegelstijging na 2100 ophoudt? Blijkbaar is het niet belangrijk dat Amsterdam, Den Haag en Rotterdam tussen het jaar 2100 en 3000 mogelijk verdwijnen. Misschien is het een geruststelling dat Tilburg dan aan zee ligt. De stilte over de lange termijn gevolgen wringt met de rechtsstaat. Artikel 21 uit de grondwet zegt, ik citeer, “De zorg van de overheid is gericht op de bewoonbaarheid van het land en de bescherming en verbetering van het leefmilieu”. Deze grondwet heeft misschien niet zo’n heel lange houdbaarheidsdatum.

Duurzame groei Wat betekent duurzame ontwikkeling? In mijn eigen onderzoek heb ik me ook beziggehouden met deze vraag. De bekende definitie uit het Brundtland rapport zegt “meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs”.¹⁸ In de context van een onzekere toekomst herformuleer ik deze definitie als: Duurzaamheid betekent dat we de kansen op zeer grote en onherstelbare schade aan natuur en milieu niet substantieel vergroten, ook niet als die effecten in de verre toekomst liggen, tenzij het voorkomen van deze mogelijke schade met onoverkoombare kosten gemoeid gaat. Ten aanzien van het klimaat betekent duurzame groei een snelle wereldwijde daling van de emissies van broeikasgassen, tenzij dit zeer veel kost.

De directe vraag is daarom hoeveel strikt klimaatbeleid ons kost. Dat is moeilijk te zeggen. De gangbare betekenis die wordt gegeven aan de kosten van milieubeleid in economische analyses is een andere betekenis dan die wordt gegeven bij de politieke besluitvorming. In de economische analyses wordt vooral gekeken naar de macro-economische kosten, of verlies van werkgelegenheid. Deze effecten als gevolg van streng klimaatbeleid zijn veel minder groot dan de meeste mensen denken. Figuur 9 illustreert dit. De figuur laat het wereldinkomen zien in twee scenario’s die zijn beschreven in een artikel dat ik in 2009 heb gepubliceerd. In het eerste scenario wordt geen klimaatbeleid gevoerd. In het tweede

scenario wordt een heel strikt klimaatbeleid gevoerd, met als doel de temperatuurstijging onder de 2°C te houden. Het opmerkelijke resultaat is dat het inkomen in beide scenario's zo dicht bij elkaar ligt, dat de lijnen niet van elkaar zijn te onderscheiden. De betekenis is dat op wereldniveau een streng klimaatbeleid nauwelijks ten koste hoeft te gaan van het inkomen. De verklaring is dat innovatie en de verbetering van economische instituties in ontwikkelingslanden veel belangrijker zijn als drijvers van de verwachte groei van het mondiaal inkomen. In het gebruikte model wordt er ook vanuit gegaan dat bij grootschalig klimaatbeleid de schone energiebronnen goedkoper zullen worden door innovaties. Andere modellen suggereren soms hogere kosten van klimaatbeleid, maar het beeld is over het algemeen hetzelfde. Als we een heel streng klimaatbeleid voeren kost dat misschien één jaar economische groei in de periode tot 2050.¹⁹ Een andere politieke zorg, verlies van werkgelegenheid, wordt ook nauwelijks als een serieus probleem gezien in de wetenschappelijke literatuur.²⁰



Figuur 9. Simulaties van inkomen voor hele wereld, onder twee beleidsscenario's: geen klimaatbeleid en stabilisatie op 450 ppmv²²

We kunnen de kosten van klimaatbeleid ook uit een hele andere hoek benaderen. Daartoe maak ik een vergelijking met de uitgaven aan defensie tijdens de koude oorlog. Als be-

scherming tegen het communisme gaven we in 1970 3% van ons Bruto Nationaal Product (BNP) uit aan het leger. Als de noodzaak begrepen wordt zijn zulke collectieve uitgaven acceptabel om een veronderstelde catastrofe te voorkomen. In de afgelopen jaren zijn de uitgaven aan defensie onder de 1% van het BNP gezakt. Als we een bedrag van 3% van het inkomen besteden aan de ontwikkeling van en investering in schone energie, kunnen we waarschijnlijk binnen 50 jaar onze bijdrage aan het klimaatprobleem naar bijna nul terugbrengen. Op deze manier beschreven zijn de kosten hoog, maar niet ondraaglijk, en als je de kosten vertaalt in economische groei kan je beargumenteren dat het effect van streng milieubeleid op de economische groei niet meetbaar is.²¹

Hoe werken de macro-economische kosten, groot of klein, door in de internationale samenwerking? De normale zienswijze vanuit de economie is dat internationale onderhandelingen moeizaam zijn omdat ze gaan over de verdeling van de pijn. Geen enkel land heeft zin om de kosten te dragen van een grootschalige transitie van kolen en olie naar alternatieve energie. Elk land wil liever meeliften op de inspanning van andere landen. Het meeliftprobleem verklaart dan het mislukken van Kyoto en Kopenhagen. De kosten refereren hier naar macro-economische kosten. Maar als je kijkt naar het politieke proces bij nieuwe regelgeving, dan blijken macro-economische kosten onbelangrijk. De discussie tussen de Europese Unie en de lidstaten over het veilen dan wel het gratis weggeven van emissierechten in de EU *Emission Trading Scheme* laat dit goed zien. Alle bedrijven in Europa die veel CO₂ uitstoten moeten sinds 2005 emissierechten kopen. Deze rechten kunnen verhandeld worden. De Europese Unie is voorstander van het veilen van deze emissierechten, zodat opbrengsten gebruikt kunnen worden om andere belastingen te verlagen. De industrieën, die deze emissierechten moeten kopen, hebben met succes bij hun nationale overheden gepleit voor een systeem waarbij ze de rechten voor niets hebben gekregen. Het gevolg is dat in heel Europa consumenten meer geld betalen voor hun energierekening, zonder dat daar een vergelijkbare verlaging van de belastingen tegenover staat. Uit economisch oogpunt gezien is het gratis weggeven van emissierechten onverstandig. Maar dit algemeen economisch inzicht had voor de nationale overheden blijkbaar minder gewicht dan de druk die werd gevoeld vanwege het financiële belang van bepaalde industrieën. Het voorbeeld laat zien dat de politieke besluitvorming scharniert om de financiële belangen, niet om de macro-economische kosten.

Als we een stap terug doen, en proberen de algemene mechanismen te benoemen, kunnen we zeggen dat bij de keuze voor of tegen duurzame groei het probleem niet zit bij de economische kosten en baten, maar bij de verdeling van het gebruiksrecht van schaarse natuur. Het is daarom belangrijk om een idee te krijgen van de grootte van de waarde van schaarse natuur.

De waarde

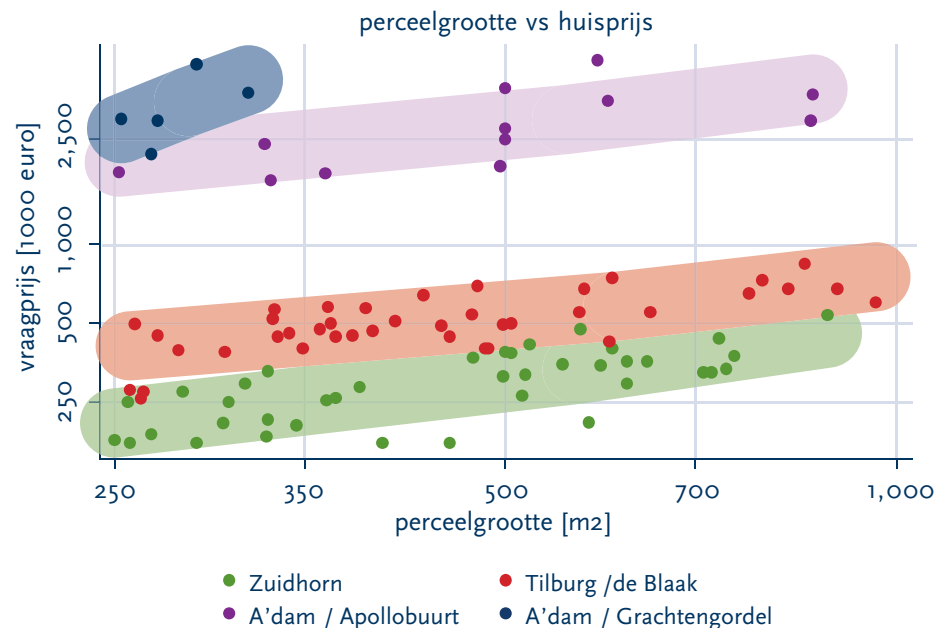
van schaarse natuur Als we kijken naar de waarde van schaarse natuur krijgen we ook een ander beeld van internationale klimaatonderhandelingen. Het meest waarschijnlijke struikelblok voor internationale samenwerking ligt niet bij de macro-economische kosten, maar bij de verwachte financiële effecten voor specifieke groepen, bijvoorbeeld de exploitanten van specifieke hulpbronnen. Effectief internationaal klimaatbeleid zal miljarden aan investeringen losmaken voor alternatieve energiebronnen. Tegelijkertijd zal de waarde van steenkolen, teerzanden en niet-conventionele olie afnemen. De fossiele energiesector heeft duidelijk goed reden om klimaatbeleid tegen te houden, en heeft momenteel meer gewicht in de politieke besluitvorming dan de alternatieve energiesector. Het maakt het ook begrijpelijk dat Canada en Australië met hun grote voorraden kolen en teerzanden, en de Verenigde Staten met een grote oliesector, niet enthousiast zijn over klimaatbeleid.

De verdeling van inkomsten speelt ook een rol bij het onbegrip tussen rijke en armere landen. Klimaatbeleid creëert een schaars goed dat opeens heel belangrijk wordt: de emissierechten. De aarde is een zogenaamde *common pool resource*, en produceert bij wijze van spreke deze emissierechten. De arme landen willen een aandeel in deze emissierechten, dat proportioneel is met hun bevolkingsomvang. Je zou kunnen zeggen dat de aarde de emissierechten produceert, en arme en rijke mensen gelijke rechten hebben op hun deel. De rijke landen zien dat niet zitten. Bij een prijs van 50 euro per ton CO₂, en dat is waarschijnlijk veel te weinig om het klimaat te stabiliseren, zou Europa ongeveer 1% van haar inkomen moeten gebruiken om emissierechten te kopen van armere landen, en de VS zou 2% van haar inkomen kwijt zijn. Een wereldwijde *faire* verdeling van emissierechten zou ontwikkelingshulp overbodig maken. Een internationale overeenkomst in die richting lijkt politiek onmogelijk. De sta-in-de-weg om tot internationale overeenstemming te komen is niet het verlies aan inkomen, maar het verlies aan soevereiniteit over een belangrijke geldstroom.

Ik ben niet optimistisch over de mogelijkheden om internationale overeenstemming te bereiken. Om dit te verduidelijken wil ik een zijpad bewandelen: de Nederlandse woningmarkt. Het gaat mij niet primair om de woningmarkt op zich, maar om de rol van schaarse ruimte in deze markt. Wat kunnen we leren van de Nederlandse woningmarkt dat bruikbaar is voor ons inzicht over bijvoorbeeld het klimaatprobleem? De Nederlandse woningmarkt laat drie dingen zien. Ten eerste dat een schaars natuurlijk goed, ruimte in dit geval, heel erg waardevol is. Het tweede dat we zien is dat, vanwege de grote waarde, de individuele belangen groot zijn, en dat de politiek de neiging heeft zich te richten op

de verdediging van de status quo. Het derde dat we zien is dat de fixatie op geldstromen ten koste gaat van de effectiviteit en efficiëntie van het beleid. Inefficiënt beleid, gericht op het in stand houden van vermeende bestaande belangen, resulteert in een kostbaar verlies van welvaart. Het Nederlandse beleid ten aanzien van de woningmarkt fungeert daarom als waarschuwing. Het levert een voorbeeld hoe het klimaatbeleid niet gevoerd moet worden.

Wie in Nederland een huis koopt, koopt vooral ruimte. Ruimte is schaars in Nederland. Ruimte wordt in principe niet geproduceerd, maar bij ruimte gaat het vooral om de verdeling van een schaars natuurlijk goed. In dat opzicht zijn de vragen die spelen bij het gebruik en de verdeling van ruimte vergelijkbaar met de vragen die spelen bij de verdeling van bijvoorbeeld emissierechten. Landbouw, woningbouw, infrastructuur, en natuur strijden om het ruimtegebruik. Het Centraal Bureau voor de Statistiek vermeldt een waarde van grond voor bewoning van ruim een biljoen euro, ruim twee keer het jaarlijks inkomen in Nederland. Dat komt overeen met een prijs van 500 €/m². De waarde van grond is niet overal gelijk. Speciaal voor deze rede heb ik een klein onderzoek uitgevoerd, waarvan u het resultaat ziet in Figuur 10. In de bijlage, nr. 23, vindt u meer informatie. Het figuur laat voor een groep huizen de relatie zien tussen de perceelgrootte en de vraagprijs. Elke stip stelt een huis voor, en verschillende locaties zijn gemerkt met verschillende kleuren. Ik heb vier locaties gekozen: Zuidhorn in de provincie Groningen, De Blaak, een wijk in Tilburg met huizen uit de jaren 70, de Apollobuurt in Amsterdam, en tot slot de grachtengordel. De grafiek laat zien dat de prijs van een huis voor een groot deel bepaald wordt door de perceelgrootte en de locatie. Ruimte is minder schaars in Groningen dan in Tilburg, en in Amsterdam is ruimte heel erg schaars. Het prijskaartje dat aan deze schaarste hangt is fors. In Zuidhorn is de grond ongeveer 300 €/m² waard, terwijl aan de grachten van Amsterdam een perceel 5.000 €/m² opbrengt. Hoe gaat het economisch beleid om met deze schaarste?



Figuur 10. Huisprijzen afhankelijk van locatie en perceelgrootte in Nederland²³

De hypotheekrenteaftrek versterkt de schaarste. Door de hypotheekrenteaftrek heeft de consument meer geld beschikbaar voor huisvesting. Omdat ruimte in Nederland schaars is, kunnen deze extra bestedingen niet gebruikt worden om een groter huis op een groter perceel te bouwen. De extra bestedingen komen voor een belangrijk deel terecht in hogere huisprijzen, voor dezelfde huizen. Het belangrijkste effect van de hypotheekrenteaftrek is daarom dat het de grondprijs opstuwt. Het vermeende belastingvoordeel is fictief.

Ondertussen zijn de maatschappelijke kosten substantieel. Nederland heeft last van een onnodig grote hypotheekschuld, en een onwenselijk grote bankensector. Duizenden werknemers produceren 'fiscaal aantrekkelijke hypotheek'. Dit product heeft als voornaamste doel om de eigen bijdrage aan de hypotheekbetalingen te minimaliseren. De maatschappelijke waarde is nul. En, onverwacht, ook de natuur heeft te lijden. Het afmaken van de ecologische hoofdstructuur is te duur geworden voor het huidige kabinet. De reden is dat de grond te duur is. De hypotheekrenteaftrek is niet alleen een verspilling van geld, maar gaat mogelijk ook onverwacht ten koste van de natuur.

Welke les voor milieubeleid kunnen we trekken uit het debat over de hypotheekrenteaftrek? De financiële belangen die gerelateerd zijn aan schaarse natuur en milieu kunnen

heel groot zijn. Deze belangen kunnen efficiënt beleid in de weg staan. De economen, ook die van de rechtse partijen, zijn bekend met de ineffectiviteit van de hypotheekrenteaftrek. Maar de politicus vindt het eenvoudiger om de kiezer wijs te maken dat hij wel voordeel heeft van de hypotheekrenteaftrek, zodat hij kan roepen dat hij dit vermeende voordeel verdedigt. Manipulatie van de populaire mening, en uitvoering van diezelfde gemanipuleerde mening, lijkt een onderdeel van de democratie geworden. Dit inzicht levert een pessimistische kijk op de mogelijkheden van onze maatschappij om duurzame groei te bereiken.

Waar eindigt duurzame groei?

Als over 90 jaar de mensen terugkijken op de 21e eeuw, wat zullen ze dan zien? Zal deze eeuw te boek staan als het einde van een tijdperk? Na 200 jaar van succes is het model van industriële groei met privaat eigendom van productiefactoren als belangrijkste kenmerk aan een herziening toe. Als we ons blindstaren op het succes uit het verleden en niet in staat blijken om de nieuwe uitdagingen van wereldwijde milieuproblemen het hoofd te bieden, wordt dit een verloren eeuw. Of erger. Het gevaar is dat we op verscheidene gebieden drempels overgaan die onomkeerbare gevolgen hebben. Als het methaan vrijkomt uit de permafrost, of als door het smelten van ijs de aarde minder zonlicht de ruimte in terugkaatst, of als de Amazone verandert in een savanne, is er misschien geen weg meer terug.²⁴ Hebben we een les geleerd uit de kredietcrisis? Deze crisis kwam voort uit het ongefundeerd vertrouwen dat successen in het verleden een garantie waren voor succes in de toekomst. Maken we dezelfde fout?

Ik heb twee grote bedreigingen voor duurzame groei genoemd: Ten eerste een te sterke focus op nationale soevereiniteit, en ten tweede een verwording van de democratie tot manipulatie en het volgen van de populaire mening. Als alle landen hun direct eigen belang najagen is internationale overeenstemming buiten bereik, en lopen niet alleen Amsterdam, Den Haag en Rotterdam, maar ook New York, Londen, en Cairo mogelijk binnen 1000 jaar onder water. Als de overheid om politieke redenen dat zegt wat het volk graag hoort, zal de boodschap zijn dat de mondiale milieuproblemen wel meevallen, dat we niet weten of het klimaat verandert, en dat we echt al heel hard ons best doen.

Het alternatief is dat we er in slagen om instituties te vinden die zorgen voor een acceptabele verdeling van het wereldwijde gebruik van natuurlijke hulpbronnen. Dat vergt een fundamentele aanvulling op het kapitalisme. Bij het kapitalisme is privaat eigendom de basis van productie. De *common pool resource*, dat is het mondiale publieke goed zoals de

visstand in de oceaan en de klimaatsystemen van de aarde, moet in de wereldeconomie worden opgenomen als productiefactor van betekenis. De waarde van het mondiale publieke goed is zeer groot. Dat betekent enerzijds dat we de verspilling ervan niet kunnen veroorloven, en anderzijds dat de verdeling ervan snel tot conflict leidt. Toch zullen we ons best moeten doen. De ontwikkeling van nieuwe mondiale instituties voor het beheer van de *common pool resources* lijkt misschien net zo onmogelijk nu als dat de Europese integratie onmogelijk leek vlak na de tweede wereldoorlog. Wat in het verleden onmogelijk leek is toch mogelijk gebleken.

Tijdens de koude oorlog zetten we 3% van ons BNP in voor defensie. De vraag is daarom niet of zulke collectieve uitgaven te dragen zijn. De vraag is of we bereid zijn 3% van het inkomen te besteden aan bijvoorbeeld investeringen in schone energie. Met 3% van ons inkomen kunnen we waarschijnlijk binnen 50 jaar onze bijdrage aan het klimaatprobleem naar bijna nul terugbrengen. Zijn we hiertoe bereid, en kunnen we dit nationaal en internationaal coördineren? Om duurzame groei te bereiken hebben we een sterke Europese Unie nodig die een krachtige rol speelt in het internationale milieu- en klimaatoverleg. De prijs van emissierechten die in Europa wordt bepaald moet omhoog. Nederland zou moeten ijveren voor een bodemprijs in de Europese emissiehandel die zo hoog is dat een investering in een kolencentrale niet kan concurreren met een investering in een windmolen. De inkomsten van de veiling van emissierechten moet gebruikt worden om belastingen te verlagen, zodat de burgers zien dat het milieu niet per se geld kost, maar vooral een verschuiving van lasten met zich meebrengt. De Europese weg is veel effectiever dan de plannen van de huidige regering die zijn gebaseerd op een Nederlandse energiebelasting voor huishoudens. Er is haast. Als we blijven wachten met effectief beleid, kunnen we later misschien letterlijk zeggen 'na ons de zondvloed', of met een positieve instelling: lang leve Tilburg aan zee.

Dankwoord Ik ben aan vele mensen dank verschuldigd, en ik vrees dat ik niet altijd de dankbaarheid heb getoond die gerechtvaardigd was. Pas na een half leven begrijp ik hoeveel ik te danken heb aan mijn ouders die mijn hele jeugd geduldig mijn vragen hebben beantwoord, en als ze het antwoord niet meer wisten, naar de boekhandel gingen om een boek te kopen zodat ik de antwoorden zelf kon opzoeken. Ik dank de coaches van het Nederlandse wiskunde olympiade team, in het bijzonder Jan Donkers, die mij liet zien dat wetenschap echt leuk wordt als het antwoord op een vraag onbekend is. Ik dank de docenten uit de tijd dat ik studeerde en mijn proefschrift schreef, Gerard van der Laan, Harmen Verbruggen en Michiel Keyzer, die geduldig lasen wat ik schreef ook als het onleesbaar was. Ik dank mijn collega's bij het instituut voor milieuvraagstukken aan de VU, waar ik heb geleerd zelfstandig onderzoek te doen. Ik noem Bob van der Zwaan die, misschien zonder dat hij het wist, mij heeft geleerd hoe je een artikel moet schrijven. Ik ben dank verschuldigd aan mijn collega Michael Hoel die mij, voor mijn gevoel zomaar, uitnodigde om naar Oslo te komen om onderzoek te doen. Ik heb daar in een half jaar niet alleen veel geleerd, maar ook vrienden gemaakt. Ik dank mijn collegae in Manchester die mij uitnodigden om hoogleraar milieu-economie te worden, en mijn huidige collegae in Tilburg, in het bijzonder Aart, Sjak, Daan, Johan, Hilde en Jolien, voor een ontspannen en uitnodigende werkomgeving. En natuurlijk dank ik het bestuur van de faculteit en van de Universiteit van Tilburg voor het vertrouwen dat ze in mij stellen. Maar het meest van alle mensen dank ik mijn familie: Tilly, Peter en Joris, die met me mee op reis zijn gegaan, naar Noorwegen, naar Engeland, en weer terug naar Nederland. Het was niet hun keus om in zes jaar tijd zes keer te verhuizen, en toch gingen ze elke keer weer mee. Ik dank God voor al het goede dat ik in mijn leven heb ontvangen. Ik weet dat ik geluk heb gehad in mijn leven, en dat u, hier aanwezig, een deel van dat geluk bent. Ik dank u voor uw komst.

Bijlage

Referenties en verantwoording
data en figuren

1. Vrij naar “Het einde van de geschiedenis en de laatste mens”, van Fukuyama (1992).
2. Data voor de wereldbevolking tot 1900 komen van Biraben (1980, *An Essay Concerning Mankind's Evolution, Population, Selected Papers*, December, table 2.), en van McEvedy en Jones (1978, “Atlas of World Population History,” *Facts on File*, New York, pp. 342-351). De data van 1900 tot 1950 zijn van de Verenigde Naties (United Nations, 1999, *The World at Six Billion*, Table 1, “World Population From Year 0 to Stabilization”, p. 5). Deze zijn te vinden op <http://www.census.gov/ipc/www/worldhis.html>. Vanaf 1950 zijn de data van de Wereldbank, <http://data.worldbank.org>. De groei is zelf berekend.
3. Data voor inkomen en opleiding zijn van de wereldbank (<http://data.worldbank.org>), voor het jaar 2000. Data voor kapitaal zijn van Olivier Cadot (persoonlijk verkregen).
4. Data voor bevolking zijn van de Wereldbank (<http://data.worldbank.org>), voor het jaar 2000. De correlatie (van de logaritmes) tussen inkomen per persoon en de andere variabelen zijn: 0.95 (kapitaal per persoon), 0.97 (technologie), 0.84 (opleiding), en 0.91 (energiegebruik per persoon). Technologie is berekend als de Solow-residu: $\ln A = \ln(Y/L) - 0.3 \ln(K/L)$.
5. Oorspronkelijke titel “The Limits of Growth. A Report for The Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind”, door Meadows en Meadows (editors), uitgever: New American Library (New York), 1972.
6. Lorenzo Pellegrini, een voormalige promovendus van mij, heeft twee studies gepubliceerd over corruptie en resource management: “The Rule of The Jungle in Pakistan: A Case Study on Corruption and Forest Management in Swat”, FEEM working paper 2007.150, en “Forest management in Bolivia, Honduras and Nicaragua: reform failures?”, Institute of Social Studies Working Paper 2009.474.
7. Voor de relatie tussen inkomen, democratie, de kwaliteit van de overheid (afwezigheid van corruptie) en milieubeleid, zie “Corruption, Democracy and Environmental Policy: an Empirical Contribution to the Debate”, door Pellegrini en Gerlagh, in *Journal of Environment and Development* (2006), 15 (3): 332-354.
8. Figuur gereproduceerd uit “Corruption and environmental policies, what are the implications for the enlarged EU”, door Pellegrini en Gerlagh, in *European Environment* (2006) 16:139-154. Reproductie door auteur zonder commercieel oogmerk is toegestaan.
9. Ook bij onderwerpen die niet aan het milieu gerelateerd zijn neemt de Europese Unie soms de positie in van belangenbehartiger van de consument, waarbij de nationale overheden de belangen van de industrie vertegenwoordigen. Dankzij de EU kunnen we gratis pinnen in alle EU landen met de euro, en zijn de mobiele beltarieven binnen Europa sterk verlaagd. In beide gevallen probeerden nationale overheden de industrie te beschermen door lagere kosten voor de burgers tegen te houden.
10. Zie bijvoorbeeld “What's wrong with the sun?” in *New Scientist*, 14 Juni 2010, door Stuart Clark.
11. De temperatuur data zijn van <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>, uit de HadCRUT3 serie (het jaargemiddelde van de series t1-t11). De lineaire interpolaties voor 1850-1900, 1900-1940, 1940-1975, 1975-2009 zijn zelf toegevoegd.
12. Het artikel “Length of the Solar Cycle: An Indicator of Solar Activity Closely Associated with Climate”, door Friis-Christensen en Lassen, in *Science* (1991) 254: 698-700, laat de relatie tussen zonneactiviteit en de mondiale temperatuur mooi zien. Dit artikel wordt regelmatig door sceptici gebruikt als bewijs dat de mens geen invloed heeft op het klimaat. De auteurs zelf wijzen deze interpretatie af. Ze schrijven in een ander artikel (*Journal of Geophysical Research* (2000) 105:27493-27495): “This does not exclude, as also stated previously, that other climate forcings may have an effect on global temperature, including the effect of man-made greenhouse gases, in particular, after 1970”
13. Voor informatie over El-Niño, de Southern Oscillation en de relatie met de mondiale temperatuurschommeling, zie www.gcrio.org/CONSEQUENCES/vol5no2/article_1.html.
14. Zie het artikel van Krieglera, Hall, Helda, Dawson, en Schellnhuber, “Imprecise probability assessment of tipping points in the climate system” in de *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 31 maart 2009, vol 106: 5041-5046. Zie ook het artikel van Alley, Andrews, Brigham-Grette, et al., “History of the Greenland Ice Sheet: paleoclimatic insights”, in *Quaternary Science Reviews* 29 (2010): 1728-1756, met het citaat “The evidence suggests nearly total ice-sheet loss may result from warming of [...] perhaps as little as 2°C or more than 7°C.”
15. De temperatuurdata van de Vostok metingen zijn te downloaden via www.climatedata.info/Proxy/Proxy/downloads.html.
16. De hoogtekkaart van Nederland is te zien op www.ahn.nl/viewer.
17. Zie Annex D van “Assessing an IPCC assessment An analysis of statements on projected regional impacts in the 2007 report” van het Planbureau van de Leefomgeving (publ nr 500216002): “In 2007, in collaboration with the Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI), the PBL explored plausible future extreme sea level rise scenarios for the Netherlands and – based on paleoclimatological data – estimated a worst-case sea level rise of 1.5 m/century (PBL, 2007). Given the technical adaptive capacity of the Netherlands and the considered safety margins, the PBL concluded that, with the available techniques, the delta region of the Netherlands could be kept safe even in case of such an extreme sea level rise, but that in the long term, spatial measures could be required (PBL, 2007).”
18. Het Brundtland rapport uit 1987, van de World Commission on Environment and Development, heeft de titel ‘our common future’. Het geeft de beroemd geworden definitie van duurzame ontwik-

keling: “meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs”.

19. Dit is helder verwoord in “Are the economic costs of stabilising the atmosphere prohibitive?”, door Azar en Schneider, in *Ecological Economics* (2002) 42:73-80.

20. Zie “Environmental Regulation and Industry Location in Europe”, door “Mulatu, Gerlagh, Rigby, en Wossink (2010), in *Environmental and Resource Economics* 45: 459-479. In dit artikel laten de auteurs zien dat in landen met streng milieubeleid minder ‘vieze’ industrieën zijn, maar ook meer ‘schone’. Er wordt geen effect gevonden voor de totale werkgelegenheid.

21. Voor inzicht in de kosten van klimaatbeleid, zie het artikel “Induced Technological Change: Exploring its Implications for the Economics of Atmospheric Stabilization: Synthesis Report from the Innovation Modeling Comparison Project”, door Edenhofer, Lessmann, Kemfert, Grubb, en Köhler, in *The Energy Journal Special Issue* (2006) 27:57–107. Dit bevat een overzicht van studies. Als klimaatbeleid in 50 jaar tijd het inkomen met 3% laat dalen (ten opzichte van een scenario zonder klimaat beleid), is dat een verlaging van de groei met 0.06%. De meetfout in de jaarlijkse economische groeicijfers is meer dan 0.1%.

22. De figuur is gemaakt op basis van simulaties die zijn gepubliceerd in “Economics of geological CO₂ storage and leakage” door van der Zwaan en Gerlagh, in *Climatic Change* (2009) 93: 285-309.

23. Met dank aan internet kan tegenwoordig iedereen zijn eigen economisch onderzoek doen. Iedereen kan bijvoorbeeld uitzoeken wat ongeveer de waarde van grond is in de eigen omgeving. Hieronder beschrijf ik een eenvoudig onderzoek naar de relatie tussen huisprijzen en het gebruik van ruimte in de vorm van perceelgrootte. Het onderzoek is eenvoudig te reproduceren (ook voor andere locaties en andere huistypes) voor iedereen met internet en een spreadsheet programma zoals Excel.

Op 12 juli 2010 heb ik op de site www.funda.nl voor vier locaties alle huizen geselecteerd die te koop stonden met een perceelgrootte tussen de 250 en 1000 m². Van deze huizen heb ik het woonoppervlak, de perceelgrootte, en de vraagprijs genoteerd. In Zuidhorn waren dat 39 huizen. In De Blaak (Tilburg), 40 huizen. In de Apollobuurt (Amsterdam) 12 huizen, en in de Grachtengordel (Amsterdam) 5 huizen. In totaal zijn er 96 observaties. De locaties zijn geïndexeerd met de variabele k . De observaties zijn geïndexeerd met de variabele i .

Voor deze observaties heb ik geanalyseerd hoe de vraagprijs (in 1000 euro) afhangt van het woonoppervlak (m²), het perceeloppervlak (m²), en de locatie. De resultaten staan in onderstaand tabel. De eerste kolom geeft de resultaten van de schatting

$$\text{Huisprijs}(i) = \alpha(k) + \beta(k) \cdot \text{Woonoppervlak}(i) + \gamma(k) \cdot \text{Perceelgrootte}(i) + \mu(i)$$

De eerste term, $\alpha(k)$, beschrijft de vraagprijs, per locatie, die niet kan worden verklaard uit het woonoppervlak en de perceelgrootte. De coëfficiënt $\beta(k)$ beschrijft de stijging van de vraagprijs voor zover die afhankelijk is van het woonoppervlak. De coëfficiënt $\gamma(k)$ beschrijft de stijging van de

vraagprijs voor zover die afhankelijk is van het perceelgrootte. Deze laatste coëfficiënt is daarmee een maat voor de marginale waarde van de grond. Alle coëfficiënten worden per locatie apart geschat. De laatste term, $\mu(i)$, geeft het deel van de prijsvariatie die het model niet kan verklaren. De tabel laat zien dat de vraagprijs van een huis in Zuidhorn ongeveer gelijk is aan 23,000 euro plus 878 euro per m² woonoppervlak plus 298 euro per m² perceeloppervlak. We zien dat volgens dit model de grondprijs in Zuidhorn ongeveer 300 €/m² is, in De Blaak 400 €/m², en in Amsterdam 2100 €/m². Vanwege het beperkt aantal observaties in de Grachtengordel is het met dit model niet mogelijk om de grondprijs binnen Amsterdam uit te splitsen naar de Apollobuurt en de Grachtengordel. Als we de prijsvergelijking met behulp van logaritmes schatten kan dat wel. Het model wordt dan

$$\log(\text{Huisprijs}(i)) = \alpha(k) + \beta(k) \cdot \log(\text{Woonopp}(i)) + \gamma(k) \cdot \log(\text{Perceel}(i)) + \mu(i)$$

De resultaten van deze schatting staan in de 2e en 3e kolom van de tabel. Het verschil tussen de twee kolommen is of de coëfficiënten β en γ gelijk verondersteld zijn voor de verschillende locaties (2e kolom), of niet (3e kolom).

Tabel 1: resultaten van prijsanalyse

	Lineair	Dubbel-logaritmisch I	Dubbel-logaritmisch II
Locatie			
Zuidhorn	23	0.211	0.094
De Blaak	42	0.620	0.704
Apollobuurt	396	1.891	1.836
Grachtengordel	635	2.086	2.096
Woonoppervlak		0.565	
Zuidhorn	0.878		0.545
De Blaak	1.469		0.609
Apollobuurt en Grachtengordel	3.520		0.499
Perceeloppervlak		0.430	
Zuidhorn	0.298		0.466
De Blaak	0.383		0.378
Apollobuurt en Grachtengordel	2.129		0.502
N (observaties)	96	96	96
R ² (adjusted)	0.954	0.999	0.999

Noot: alle coëfficiënten zijn significant bij 1%. Vanwege het geringe aantal observaties voor de Grachtengordel zijn de coëfficiënten van het woonoppervlakte en perceeloppervlakte samengevoegd met die voor de Apollobuurt.

Met een wiskundige afleiding kunnen we voor iedere observatie de marginale waarde van de perceelsgrootte, dat is de grondprijs, berekenen.

$$\text{Grondprijs}(i) = d \text{ Huisprijs}(i) / d \text{ Perceel}(i) = \gamma(k) \cdot \text{Huisprijs}(i) / \text{Perceel}(i)$$

Door de grondprijs met de perceelgrootte te vermenigvuldigen krijgen de waarde van het perceel. Door dat bedrag te delen door de vraagprijs krijgen we het aandeel van de grondwaarde in de huisprijs:

$$\begin{aligned} \text{Aandeel perceel in waarde huis } (i) &= \text{Waarde Perceel}(i) / \text{Huisprijs}(i) \\ &= \text{Grondprijs}(i) \times \text{Perceel}(i) / \text{Huisprijs}(i) = \gamma(k) \end{aligned}$$

In het dubbel-logaritmisch model blijkt de term γ een directe maat te zijn voor het aandeel van de waarde van het perceel in de vraagprijs! Tabel 1, 2^e kolom, laat zien dat de waarde van het perceelopervlak ongeveer 43% van de vraagprijs bedraagt. De 3^e kolom geeft de suggestie dat perceelsgrootte belangrijker is in Zuidhorn en Amsterdam, terwijl in Tilburg het woonoppervlak een belangrijker onderdeel van de vraagprijs is. Maar de verschillen tussen de resultaten in de 2^e en 3^e kolom zijn niet significant.

Met bovenstaande vergelijkingen kan per huis de waarde van het perceel, en daarmee de impliciete prijs van de grond worden berekend. In de tabel hieronder staat de berekende grondprijs per locatie, met de onzekerheidsmarges.

Tabel 2: Berekende grondprijs in €/m²

	Lineair	Dubbel-logaritmisch I	Dubbel-logaritmisch II
Zuidhorn	300 ± 45	280 ± 70 (11)	300 ± 75 (12)
De Blaak	380 ± 50	500 ± 130 (20)	440 ± 110 (18)
Apollobuurt	2100 ± 1050	2500 ± 700 (200)	2900 ± 810 (230)
Grachtengordel		5100 ± 1300 (540)	6000 ± 1500 (630)

Noot: de onzekerheidsmarge voor het lineaire model is de standaarddeviatie van de coëfficiënt. De onzekerheidsmarge voor de dubbel-logaritmische modellen zijn de standaarddeviaties van de (op boven beschreven manier) berekende grondprijs. De twee type standaard deviaties zijn niet vergelijkbaar. Om een vergelijkbare maat voor de standaarddeviatie te berekenen voor het dubbel-logaritmisch model heb ik ook de berekende grondprijs (als afhankelijke variabele) geschat met buurt fixed effects. De standaard deviaties van de fixed effects coëfficiënten staan tussen haakjes en zijn beter vergelijkbaar met de onzekerheidsmarges in de 1e kolom.

24. Een uitgebreide beschrijving van verschillende biologische en geofysische terugkoppelingsmechanismen is te vinden in "Feedbacks of Terrestrial Ecosystems to Climate Change", door Field, Lobell, Peters, en Chiariello, in Annual Review of Environmental Resources (2007) 32:1-29.