



Planbureau voor de Leefomgeving

VERSCHILLEN IN SCHATTINGEN TUSSEN KOOLSTOFBUDGETTEN NADER BEKEKEN

Detlef P. van Vuuren

24 februari 2016

PBL

Colofon

Verschillen in schattingen tussen koolstofbudgetten nader bekeken

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2016

PBL-publicatienummer: 2385

Contact

Detlef.van.vuuren@pbl.nl

Auteurs

Detlef van Vuuren

Redactie figuren

Beeldredactie PBL

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Detlef van Vuuren (2016), Verschillen in schattingen tussen koolstofbudgetten nader bekeken, Den Haag: PBL.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is voor alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

Inhoud

BEVINDINGEN	4
Nieuwe schatting voor het mondiale koolstofbudget	4
VERDIEPING	5
1 Koolstofbudget is heel beperkt	5
1.1 Snelle omslag van de economie	6
1.2 Met negatieve emissies	6
1.3 Alternatieve paden	6
1.4 1.5 graden	7
2 Consequenties voor gebruik fossiele brandstoffen	8
2.1 Koolstof-afvang en opslag	8
2.2 Komende jaren cruciaal	9
2.3 Nederland	9
2.4 Het kan wel – bij voldoende draagvlak	9
3 Literatuur	11

BEVINDINGEN

Nieuwe schatting voor het mondiale koolstofbudget

Een recent gepubliceerde studie in het toonaangevende tijdschrift *Nature Climate Change* geeft nieuwe schattingen voor het zogenaamde koolstofbudget. Dit is de maximale hoeveelheid van het belangrijkste broeikasgas, CO₂, wat vanaf nu nog wereldwijd mag worden uitgestoten om aan de 2 graden doelstelling te voldoen. De doelstelling om klimaatverandering "ruim onder de 2 graden" te houden is in december vorig jaar afgesproken door 195 landen in het klimaatakkoord in Parijs. De nieuwe schattingen van het koolstofbudget vanaf 2015, uitgerekend door onderzoekers van onder meer PBL en IIASA (Wenen), variëren tussen de 600-1200 miljard ton CO₂ afhankelijk van de gebruikte methode.

Dit lijkt veel, maar is maar een beperkte hoeveelheid; momenteel bedraagt de jaarlijkse mondiale uitstoot tussen de 35 en 40 miljard ton CO₂. Voor het beperken van de temperatuurstijging tot maximaal 1,5°C (wat de landen in Parijs als ambitie hebben geformuleerd) is het budget nog veel kleiner, minder dan 600 miljard ton.

VERDIEPING

1 Koolstofbudget is heel beperkt

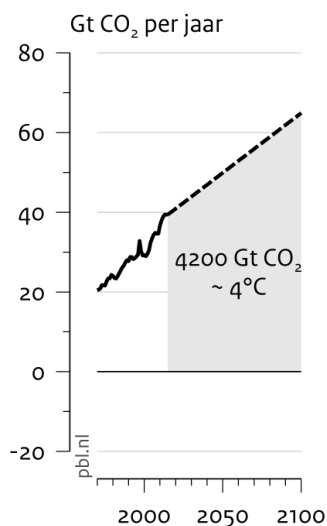
In de literatuur, waaronder het IPCC rapport, zijn de laatste jaren verschillende schattingen voor het koolstofbudget gepubliceerd. Dit is de maximale hoeveelheid van het belangrijkste broeikasgas, CO₂, wat vanaf nu nog wereldwijd mag worden uitgestoten om aan een bepaalde klimaatdoelstelling te voldoen. De meeste schattingen van het koolstofbudget kijken naar de maximale CO₂ emissies die horen bij het beperken van klimaatverandering tot 2°C, hetzij met 66% of 50% kans. In de studie van Rogelj et al. (2016) worden verschillende studies met elkaar vergeleken. De totale onzekerheidsrange wordt door Rogelj et al. geschat op zo'n 600-1200 GtCO₂, als gevolg van onzekerheid in toekomstige niet-CO₂ emissies, de kans van het behalen van de 2°C doelstelling en methodische verschillen in de studies.

Figuur 1 illustreert hoe beperkt de schattingen van het koolstofbudget zijn. Wanneer de emissies van het belangrijkste broeikasgas, koolstofdioxide (CO₂), door blijven groeien zoals in het verleden, dan stoten we wereldwijd in de komende eeuw naar schatting zo'n 4200 miljard ton CO₂ uit. Goed voor een wereldwijde stijging van de mondiale temperatuur met zo'n 4 graden.

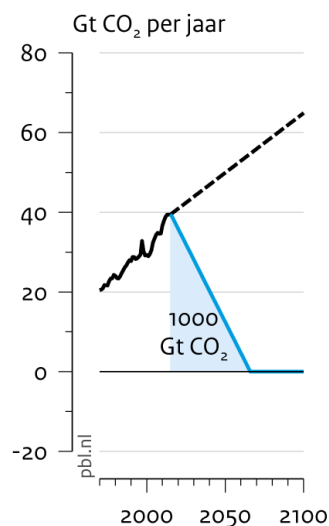
Figuur 1: Emissies op basis van historische trend en 2 illustraties van scenario's binnen een koolstofbudget van 1000 miljard ton CO₂ (2 graden scenario's). 1 miljard ton = 1 GtCO₂

Baseline en mogelijke mitigatiescenario's om binnen het 2 °C CO₂-budget te blijven

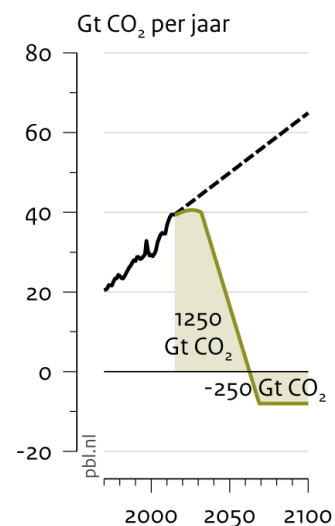
Baseline scenario



Lineaire reductie over ongeveer 50 jaar



Negatieve emissies op de lange termijn



Bron: PBL

www.pbl.nl

Ter illustratie gaan we hier verder uit van een middenschatting van het koolstofbudget om waarschijnlijk (>66% kans) te voldoen, afgerond op 1000 miljard ton CO₂. Dit komt overeen met ongeveer 25x de huidige jaarlijkse emissies (de totale onzekerheidsrange loopt van 600-

1200 GtCO₂, dat wil zeggen 16-34x de huidige emissies). Wanneer wereldwijd de emissies met constante snelheid worden gereduceerd zouden de emissies dus in ongeveer 50 jaar naar nul moeten worden teruggebracht om zo binnen het budget te blijven (midden panel). Dat is bijzonder krap gezien de emissietrends in de afgelopen tientallen jaren (stijgend in plaats van dalend), maar ook gezien de levensduur van veel energie-infrastructuur (bijvoorbeeld, elektriciteitscentrales gaan vaak minstens 40 jaar mee).

1.1 Snelle omslag van de economie

Het wereld energiesysteem zou in 2060 volledig omgeschakeld moeten zijn van het huidige systeem, dat vrijwel volledig gebaseerd is op fossiele brandstoffen, naar een systeem waarin het gebruik van fossiele brandstoffen zonder CO₂ afvang en opslag geen plaats meer heeft. Dit is een enorm snelle omslag en heeft consequenties voor alle sectoren van de economie. Ontwikkelingslanden zullen nog meer moeite hebben aan dit budget te voldoen dan rijke landen, vanwege de snellere groei van bevolking en economie en de verwachte kosten. Om die reden zouden rijke landen zelfs al rond 2050 koolstofneutraal moeten zijn. Om dit te bereiken, zal reeds in de komende jaren een transitie gemaakt moeten worden naar een situatie waarin nieuwe investeringen in infrastructuur voornamelijk CO₂ neutraal moeten zijn. De huidige beleidsvoornemens van zowel rijke als arme landen (waaronder de beloftes gedaan in Parijs, de zogenaamde 'INDCs') voldoen nog lang niet aan deze ambitie.

1.2 Met negatieve emissies

Het rechterpanel geeft weer dat het mogelijk is om het koolstofbudget op korte termijn iets te verruimen door op lange termijn gebruik te maken van zogenaamde negatieve emissies: het extra uit de lucht halen van CO₂ door middel van herbebossing of afvang en opslag van CO₂ in combinatie met bioenergie. Bijna alle scenario's van het VN klimaatpanel en de wetenschappelijke literatuur calculeren dit in (zie ook Van Vuuren et al., 2015). Dit geldt dus ook voor veel emissiedoelen die in het Parijsakkoord worden genoemd, die immers op deze literatuur en scenario's gebaseerd zijn.

Negatieve emissies kunnen echter niet onbeperkt worden ingezet vanwege de gevolgen van bio-energie teelt en herbebossing voor landgebruik (en dus voedselvoorziening) en de beperkte opslagcapaciteit.

In Figuur 1 is de situatie getoond voor zo'n 250 miljard ton negatieve CO₂ emissies. In dat geval is nog steeds een snelle omschakeling van het wereld energiesysteem nodig, maar net iets minder snel. Overigens zijn de klimaatplannen die de landen in Parijs hebben afgesproken ook niet voldoende voor deze variant met negatieve emissies; een aanscherping blijft nodig.

1.3 Alternatieve paden

Is het mogelijk om binnen de 1000 miljard ton CO₂ te blijven zonder negatieve emissies? Het is lastig maar mogelijk. Het vereist de onmiddellijke omschakeling (conform het middelste panel in Figuur) of een pad wat in eerste instantie iets trager gaat, maar dan al binnen een jaar of 10 nog sneller naar beneden moet om de verloren gegane ruimte weer in te halen.

Een te trage reactie betekent dat mogelijk afschrijving van bestaande installaties of een mogelijke aanpassing van deze installaties een belangrijk onderdeel wordt van het transitiepad. Overigens kan ook verregaande gedragsverandering (transport, dieet) nog bijdragen aan verdere emissiereductie.

1.4 1.5 graden

Er zijn nog veel minder studies over het behalen van een 1.5°C doelstelling gepubliceerd. Omdat de temperatuurstijging ten opzichte van het pre-industriële niveau nu reeds meer dan 1°C is, kunnen zelfs de meest ambitieuze scenario's in de literatuur alleen voldoen aan de 1.5°C doelstelling met 50% zekerheid halverwege de eeuw. Aan het eind van de eeuw is een grotere kans wel mogelijk, maar alleen als het koolstofbudget heel beperkt blijft. Schattingen voor het koolstofbudget blijven meestal ruim onder de 600 GtCO₂.

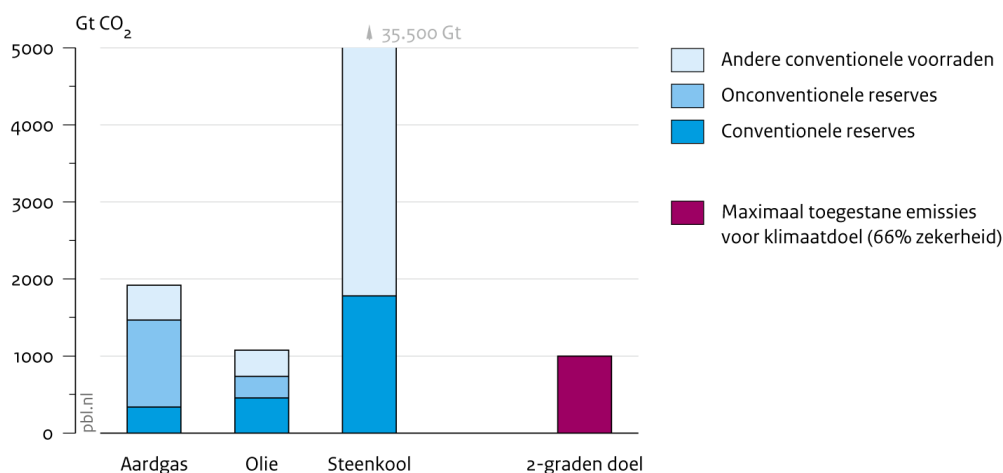
2 Consequenties voor gebruik fossiele brandstoffen

In Figuur 2 wordt een vergelijking gemaakt tussen de voorraadschatting van fossiele brandstoffen en het koolstofbudget. Hiervoor worden energievoorraden uitgedrukt in termen van de emissies die zij zouden veroorzaken bij verbranding. Bij voorraadschattingen geldt dat onderscheid moet worden gemaakt tussen zogenaamde 'reserves' en 'overige voorraden'. Reserves zijn dat deel van de voorraad waarvan het bestaan vrij zeker is, en waarvan ingeschat is dat zij ook economisch winbaar zijn. Hierbij kan een onderscheid worden gemaakt tussen conventionele voorraden en niet-conventionele voorraden (schaliegas en teerzanden).

Zoals uit het figuur duidelijk blijkt, zou het benutten van alle reserves (zonder afvang) tot emissies tot ver boven het koolstofbudget leiden; het gebruik van gas, olie en kolen moet worden opgeteld. Een deel van de reserves kan dus mogelijk niet kunnen worden benut. Hierbij geldt overigens dat verbranden van fossiele voorraden in combinatie met afvang-en-opslag niet tot emissies leidt en dus wel zou kunnen.

Figuur 2: Vergelijking van energievoorraden en koolstofbudget voor 2°C klimaatdoel.

Vergelijking energievoorraden en koolstofbudget klimaatdoelen, 2015



Bron: Global Energy Assessment; IPCC

2.1 Koolstof-afvang en opslag

Het afvang van koolstofdioxide uit verbrandingsgassen en vervolgens opslaan onder de grond zou een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan klimaatbeleid. Deze technologie kan op de lange duur worden toegepast in combinatie met bio-energie, wat kan leiden tot negatieve emissies. Dat maakt het mogelijk om wereldwijd klimaatbeleid ietsje minder radicaal te starten. Ook kan koolstof-afvang en opslag worden toegepast in combinatie met fossiele brandstof om het zo mogelijk te maken een iets groter deel van de fossiele voorraden te benutten.

De opslagruimte is echter beperkt. Belangrijk element is dat er maatschappelijk heel weinig draagvlak is voor deze techniek. In Nederland, maar ook in andere landen, hebben in vele

gevallen lokale gemeenschappen met succes geprotesteerd tegen opslag (vanwege de mogelijke risico's). Op enkele locaties vindt nog wel onderzoek plaats. Gezien de mogelijke rol van afvang en opslag lijkt het belangrijk meer proefprojecten op te starten om zo de mogelijkheden van deze techniek beter te kennen (waar ook ter wereld).

2.2 Komende jaren cruciaal

Het is duidelijk dat de komende jaren cruciaal zijn om klimaatbeleid tot een succes te maken. Van welk scenario je ook uitgaat, wereldwijd moeten de huidige beleidsvoornemens sterk worden aangescherpt om binnen het koolstofbudget te blijven. Bovendien zullen overheden zich op korte termijn moeten buigen over de vraag welke rol zij negatieve emissies willen geven. Negatieve emissies zijn op lange termijn mogelijk, maar op basis van technologie die niet onomstreden is. Zonder negatieve emissies wordt de korte termijn beleidsopgave nog groter. In alle gevallen zal het wereldenergie systeem in de komende decennia een totaal ander karakter moeten krijgen. Omdat infrastructuurbeslissingen vaak enkele jaren van tevoren worden gemaakt speelt dat deze urgentie nog sterker. Voor 2020 moeten ook de onderhandelingen over nieuwe emissiedoelstellingen worden afgerond. Uitstel betekent dat op de iets langere termijn nog scherpere reducties nodig zijn, mogelijk via het afschrijven van bestaande installaties, aanpassing van bestaande installaties en gedragsverandering.

2.3 Nederland

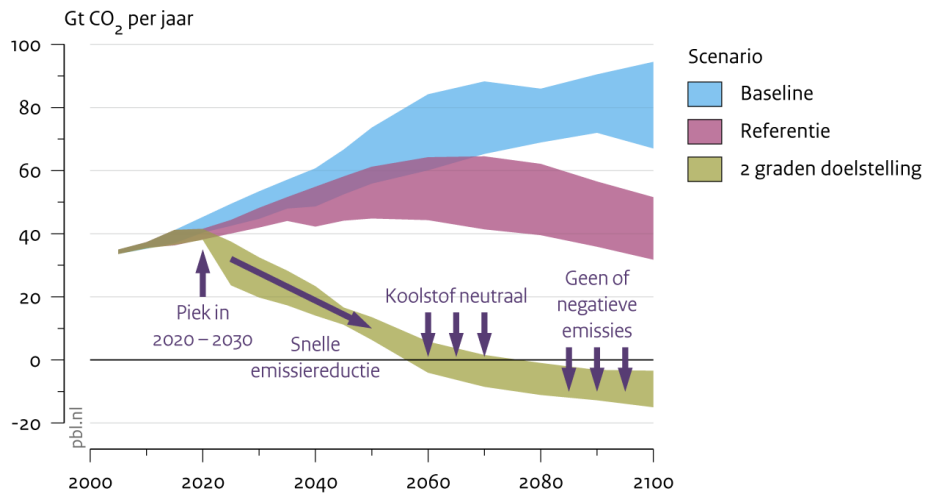
Voor rijke landen zoals Nederland geldt dat in de meeste scenario's rond 2050 het energiesysteem geen of heel beperkte emissies zou moeten opleveren. Dit komt neer op een reductie van zo'n 30% per 10 jaar. In de afgelopen jaren is afname van broeikasgasemissies beperkt geweest. Om zo'n snelle reductie te verkrijgen is dus een duidelijke, ambitieuze planning nodig gericht op een lange-termijn doel.

2.4 Het kan wel – bij voldoende draagvlak

Berekeningen met energiemodellen laten zien dat verregaande reducties technisch mogelijk zijn (Figuur 3). Mits verstandig uitgevoerd hoeft dit ook niet tot grote kosten (voor de economie als geheel) te leiden. Het betekent vooral het anders inzetten van investeringen. Vergelijkbare berekeningen zijn ook voor Nederland gemaakt.

Figuur 3: Scenario's die voldoen aan het 2 graden doel in vergelijking met scenario's zonder klimaatbeleid (baseline) en gebaseerd op de nationale beloften voor 2020 emissies in het kader van het zo genaamde Kopenhagen akkoord.

Mondiale CO₂-emissies



Bron: Tavoni et al. 2015; Nature Climate Change

3 Literatuur

Joeri Rogelj, Michiel Schaeffer, Pierre Friedlingstein, Nathan P. Gillett, Detlef P. van Vuuren, Keywan Riahi, Myles Allen and Reto Knutti (2016). Differences between carbon budget estimates unraveled. *Nature Climate Change* 6, p 245–252, doi:10.1038/nclimate2868.

Internet: <http://www.nature.com/nclimate/journal/v6/n3/full/nclimate2868.html>

Joeri Rogelj, Gunnar Luderer, Robert C. Pietzcker, Elmar Kriegler, Michiel Schaeffer, Volker Krey, Keywan Riahi (2015). Energy system transformations for limiting end-of-century warming to below 1.5 °C. *Nature Climate Change*. 5, 519–527.

Internet: <http://www.nature.com/nclimate/journal/v5/n6/full/nclimate2572.html>

Massimo Tavoni, Elmar Kriegler, Keywan Riahi, Detlef P. van Vuuren, Tino Aboumahboub, Alex Bowen, Katherine Calvin, Emanuele Campiglio, Tom Kober, Jessica Jewell, Gunnar Luderer, Giacomo Marangoni, David McCollum, Mariësse van Sluisveld, Anne Zimmer & Bob van der Zwaan (2015). Post-2020 climate agreements in the major economies assessed in the light of global models. *Nature Climate Change* 5, p 119–126. doi:10.1038/nclimate2475.

Internet: <http://www.nature.com/nclimate/journal/v5/n2/full/nclimate2475.html>

Detlef P. van Vuuren, Mariësse van Sluisveld, Andries F. Hof (2015). Implications of long-term scenarios for medium-term targets (2050). PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.

Internet: <http://www.pbl.nl/en/publications/implications-of-long-term-scenarios-for-medium-term-targets-2050>