

EVALUATIE VAN DE SOCIO-ECONOMISCHE IMPACT VAN KLIMAATVERANDERING IN BELGIË

STUDIE IN OPDRACHT VAN DE NATIONALE KLIMAATCOMMISSIE

Samenvatting voor beleidsmakers

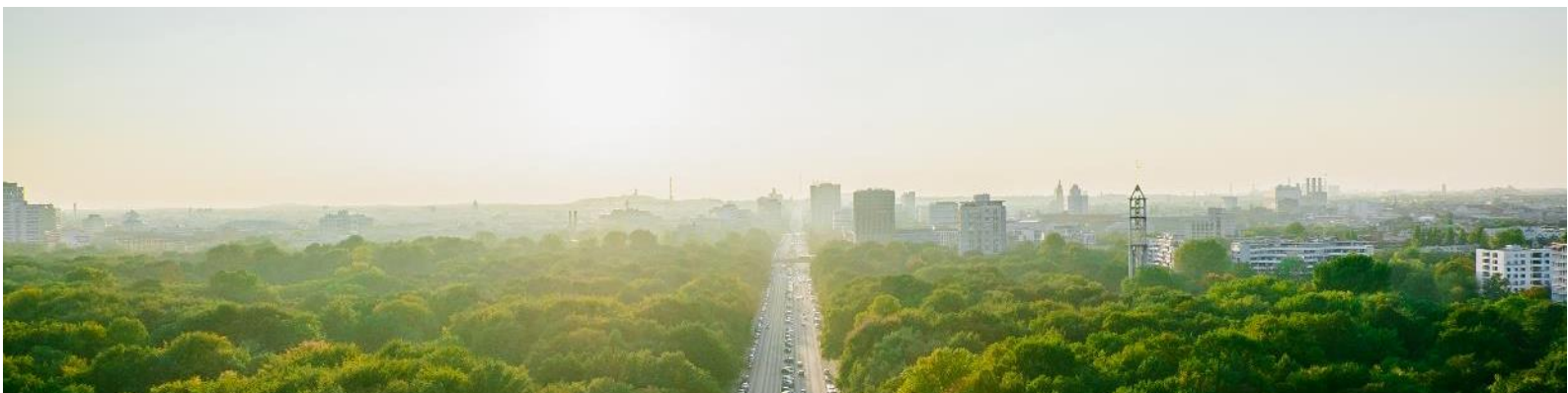
Koen De Ridder¹, Koen Couderé², Mathieu Depoorter³, Inge Liekens¹, Xavier Pourria³, David Steinmetz³, Eline Vanuytrecht¹, Katelijne Verhaegen², Hendrik Wouters¹

¹ VITO

² KENTER

³ ECORES

juli 2020



INHOUDSTAFEL

INHOUDSTAFEL	2
INLEIDING	3
KLIMAATSCENARIOS VOOR BELGIË	3
SECTORIËLE IMPACTS	5
GEZONDHEID	5
ARBEIDSPRODUCTIVITEIT	6
INFRASTRUCTUUR (OVERSTROMINGEN)	6
INFRASTRUCTUUR (DROOGTE/HITTE)	7
ENERGIE	7
LANDBOUW	8
BOSBOUW	9
ECOSYSTEEDIENSTEN	9
DE VERZEKERINGSSECTOR	10
GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN	10
SOCIALE ASPECTEN	10
ENKELE VOORBEELDEN	11
SLOTBESCHOUWINGEN	12

INLEIDING

Vandaag is de gemiddelde temperatuur op aarde meer dan 1°C hoger dan in de pre-industriële periode. Atmosferische CO₂-concentraties zijn gestegen van 280 naar meer dan 400 ppm. Aan het huidige tempo van de uitstoot van broeikasgassen zal het globale koolstofbudget dat ons nog rest om onder de 2°C-doelstelling van het Akkoord van Parijs te blijven binnen enkele tientallen jaren zijn uitgeput. Voor de doelstelling van 1,5°C zal dit budget al uitgeput zijn nog vóór 2030.

Tegelijkertijd worden de effecten van klimaatverandering steeds duidelijker. België kende de afgelopen jaren aanhoudend milde winters, terugkerende droogteperiodes en een opeenvolging van hete zomers, met als hoogtepunt de ongekend extreme temperaturen die werden opgetekend in de zomer van 2019. Deze gebeurtenissen hebben onder meer de landbouwopbrengst, de sterftecijfers en het verlies aan arbeidsproductiviteit beïnvloed.

Een bepaald niveau van klimaatverandering is nu onvermijdelijk geworden. Daarom is het van belang om aanzienlijke acties en middelen te richten op klimaatadaptatie, naast de onverminderde inspanning om de uitstoot van broeikasgassen te verlagen.

Om relevante en effectieve adaptatieplannen en -maatregelen te ontwikkelen is het belangrijk om een goed inzicht te hebben in het fysieke klimaatrisico dat de samenleving in verschillende sectoren zal treffen. Om deze risico's en de daarmee samenhangende schade te kunnen vergelijken tussen sectoren onderling, is het bovendien nuttig om deze schade op geharmoniseerde en kwantitatieve wijze uit te drukken. Dat gebeurt door impacts uit te drukken als kosten (en soms ook baten), in miljoenen euro per jaar (M€/jr).

De voorliggende *Samenvatting voor beleidsmakers* geeft een beknopt overzicht van de socio-economische impact van klimaatverandering in België, als resultaat van een literatuurstudie uitgevoerd tussen november 2019 en juli 2020. Het stelt de belangrijkste resultaten voor van het volledige rapport, waarnaar geïnteresseerde lezers worden verwezen voor een meer gedetailleerd verslag, inclusief literatuurbronnen, de gevolgde aanpak en gedetailleerde resultaten.

Hieronder worden eerst de belangrijkste kenmerken beschreven van klimaatscenario's voor België in termen van de gebruikelijke klimaatindicatoren zoals temperatuur en neerslag. Vervolgens wordt een kort overzicht gegeven van de belangrijkste verwachte effecten van klimaatverandering, rekening houdend met verschillende sectoren en inclusief economische kostenramingen. Tot slot worden de sociale aspecten van klimaatverandering kort beschreven, en worden enkele concrete voorbeelden gegeven van de impact van klimaatverandering voor specifieke sub-sectoren. Het is belangrijk om te beseffen dat alle effecten van klimaatverandering werden ingeschat zonder rekening te houden met bijkomende adaptatiemaatregelen.

KLIMAATSCENARIOS VOOR BELGIË

Voor zover mogelijk zijn de hieronder beschreven klimaatscenario's en sectorale effecten gebaseerd op de CORDEX.be (euro-cordex.be) klimaatsimulaties met hoge resolutie voor België, die zelf gebaseerd zijn op de gebruikte benadering van de *Representative Concentration Pathways* (RCP) in het 5^{de} Rapport van het Intergouvernementeel Klimaatpanel IPCC.

In vergelijking met de periode 1850-1899 is de gemiddelde temperatuur in Ukkel met meer dan 2°C gestegen, al kan een deel van deze waargenomen stijging worden toegeschreven aan een toenemende verstedelijking. Sinds de jaren '70 vindt de waargenomen temperatuurstijging plaats met een verhoogde snelheid van 0,24°C per decennium. Tegen het einde van de eeuw zal de temperatuur, in vergelijking met de periode 1976-2005, naar verwachting verder stijgen tot 3°C in de winter (en dus aanleiding geven tot minder koude periodes) en 3,6°C in de zomer, onder scenario RCP8.5.

Extreme zomertemperatuurmaxima zullen naar verwachting meer stijgen dan de gemiddelde temperatuurwaarden: aan het einde van de eeuw en onder RCP8.5, wordt verwacht dat de

hoogste dagtemperatuur die in een jaar voorkomt met 4,1°C stijgt in vergelijking tot de periode 1976-2005, en de maximale waarde die eenmaal per vijf jaar voorkomt met 4,6°C.

Bij stijgende temperaturen komen hittegolven steeds vaker voor: terwijl enkele decennia geleden eens in de paar jaar een hittegolf optrad, worden we recentelijk geconfronteerd met meerdere hittegolven per jaar. Gedetailleerde prognoses tonen aan dat, *in vergelijking met de referentieperiode 1981-2014, het aantal hittegolfdagen per jaar naar verwachting zal toenemen van ongeveer 1 tot bijna 27 voor de periode 2041-2074 onder scenario RCP8.5. In steden verhoogt het temperatuurincrement dat veroorzaakt wordt door het fenomeen van het stedelijke hitte-eiland, het aantal hittegolfdagen tot 41 per jaar.* Dit stedelijk effect is erg belangrijk voor België, aangezien de meeste inwoners in verstedelijkt gebied wonen. Vandaar dat steden zwaar kunnen doorwegen bij het beoordelen van de blootstelling van de bevolking aan hitte (en ook overstromingen, zie hieronder).

Waarnemingen tonen een kleine maar gestage stijging van de jaarlijkse neerslagwaarden, waarbij de jaarlijkse regenval momenteel 92 mm hoger is dan bij het begin van de metingen in 1833. De verwachting is dat de neerslag tegen het einde van de eeuw verder zal toenemen. Klimaatprojecties vinden echter een duidelijke seizoensafhankelijkheid in toekomstige hoeveelheden neerslag, met toenemende winterneerslag en verminderde zomerneerslag. Aan het einde van de eeuw en onder RCP8.5 zullen deze veranderingen in neerslag naar verwachting + 18% (winter) en -10% (zomer) bedragen.

Bovendien *wordt verwacht dat een aanzienlijk deel van de zomerneerslag zal vallen tijdens intense maar kortstondige onweersbuien*, die een vrij beperkte infiltratie van water in de bodem veroorzaken, wat resulteert in een lagere grondwaterstand. Omgekeerd genereren dergelijke gebeurtenissen een hoge overlandse afstroming, die – vooral over ondoordringbare stedelijke oppervlakken – overstromingen kan veroorzaken. Er wordt ook verwacht dat de grootte van hagelstenen in de toekomst kan toenemen, met een verhoogde schadelijke impact tot gevolg.

Net als bij temperatuur wordt ook voor neerslag verwacht dat de toename van extreme waarden groter zal zijn dan die van de gemiddelde hoeveelheden. *Het aantal dagen per jaar met zware regenval (> 20 mm) is gestegen van gemiddeld 3 in de jaren '50 naar 5-6 vandaag.* De stijgende trend voor zware neerslag zal naar verwachting aanhouden: *tegen het einde van de eeuw zullen onder scenario RCP8.5 de dagelijkse extreme neerslagwaarden die slechts eens in de vijf jaar voorkomen naar verwachting stijgen met 37% in de zomer en 34% in de winter.* Zoals er ook een stedelijk effect was op temperatuur, zal het hoge aandeel van ondoordringbare oppervlakken in steden leiden tot zwaardere overstromingen.

België werd de afgelopen jaren geconfronteerd met terugkerende droogte. Met name *de afgelopen drie jaar (2017-2019) en het voorjaar van 2020 waren opvallend droog.* Deze trend zal zich naar verwachting voortzetten: de hoeveelheid neerslag in de zomer zal naar verwachting afnemen (zie hierboven) en *het aantal natte zomerdagen zal tegen het einde van de eeuw onder RCP8.5 met 16% afnemen.* Bovendien zal het kortstondige en intense karakter van zomerneerslag een verhoogde overlandse afstroming veroorzaken, met verlies voor bodeminfiltratie tot gevolg. Tevens veroorzaken hogere temperaturen een verhoogde potentiële verdamping, waardoor de hoeveelheid beschikbaar water verder wordt verminderd. *De verwachting is dat de potentiële verdamping onder RCP8.5 tegen het einde van de eeuw met ongeveer 261 mm/jaar zal toenemen.* Verminderde infiltratie van regenwater, gecombineerd met hogere niveaus van potentiële verdamping, zal leiden tot frequentere en meer intense droogtes en een afname van de (grond-)waterstand.

Waarnemingen van de afgelopen 30 jaar laten geen duidelijke trend zien in het voorkomen van extreme windsnelheden in België. Ook voorspellingen voor de dagelijkse gemiddelde windsnelheid in Europa laten geen duidelijke trend naar de toekomst zien. Dit lijkt ook voor België het geval te zijn, al wordt wel verwacht dat *de windsnelheid tijdens de meest intense stormen tot*

30% kan toenemen.

In Oostende is de zeespiegel tussen 1951 en 2013 met 11,5 cm gestegen. Naar verwachting zal de zeespiegel tegen het einde van de eeuw met 69 cm stijgen ten opzichte van de periode 1991-2010. Van deze trends wordt verwacht dat ze de impact van stormvloed en tegen het einde van de eeuw aanzienlijk zullen doen toenemen.

SECTORIËLE IMPACTS

GEZONDHEID

In België, zoals in de meeste gematigde klimaatzones, **maken hittegolven meer slachtoffers dan welke andere weersgerelateerde ramp dan ook. Hittegolven veroorzaken momenteel tientallen tot honderden extra sterfgevallen per jaar, vooral onder ouderen en bij mensen met een onderliggende aandoening.** In uitzonderlijke jaren, zoals het jaar 2003 met zijn extreem hete zomer die leidde tot een geschatte oversterfte in België van 1200 tot 2000 personen, werden aanzienlijk hogere waarden waargenomen.

Toekomstige prognoses van oversterfte leveren onder RCP8.5 een schatting op van ongeveer 1900 overlijdens per jaar aan het einde van de eeuw, d.w.z. een jaarlijkse gemiddelde oversterfte met een omvang die minstens vergelijkbaar is met die in 2003. Hierbij moet opgemerkt worden dat dit cijfer voor oversterfte geldt in de veronderstelling dat er geen socio-demografische veranderingen zijn (zoals bv. een toenemend bevolkingsaantal of een groter aandeel ouderen in de samenleving), maar ook in de veronderstelling dat er geen fysiologische aanpassing plaatsvindt in de bevolking. **Tegen het midden van de eeuw (2050) onder een hoog klimaat scenario (RCP8.5) zou de oversterfte 926 per jaar bedragen.**

Uit nationale monitoringgegevens blijkt dat **Brussel een hogere relatieve (per hoofd van de bevolking) oversterfte heeft dan het Vlaamse en Waalse Gewest.** Over het algemeen valt eveneens te verwachten dat, vanwege de verhoogde blootstelling aan hoge temperaturen (stedelijk hitte-eilandeffect), samen met een verhoogd kwetsbaarheidsprofiel, de mortaliteit in steden hoger ligt.

Het toekennen van economische (monetaire) kosten aan deze oversterfte is niet eenvoudig. **Bij het toepassen van de Value of a Statistical Life (VSL) verkrijgt men warmtegerelateerde extra sterftekosten van de orde van 2.600-5.200 M€/jr aan het einde van de eeuw. Voor omstandigheden in het midden van de eeuw (2050, RCP8.5) varieert het cijfer van 1.380 M€/jr tot 2.740 M€/jr.** Hoewel dit zeer hoge waarden zijn, komen ze overeen met internationale studies waarin sterfte vaak het grootste aandeel in de sectorale kosten vertegenwoordigt. **Een andere benadering, gebaseerd op het concept van Value of a Life Year (VOLY), levert lagere waarden op, in de orde van 630-1.270 M€/jr tegen 2100.** Het verschil met de VSL-gebaseerde waarde illustreert duidelijk de grote onzekerheid die aan deze schattingen verbonden is.

Een hoge omgevingstemperatuur veroorzaakt ook ziekten zoals hitte-uitputting en hitteberoerte en verergert verschillende, veel voorkomende cardiovasculaire en longaandoeningen. Een ruwe schatting voor de toekomst levert tot 60.000 extra ziekenhuisopnames op door hittestress tijdens warme zomers. Bovendien worden hittegolven-episodes in verband gebracht met psychische problemen, waaronder een groter aantal stemmingsstoornissen, zelfmoordpogingen, en toegenomen agressie en geweld. Patiënten met vooraf bestaande psychische stoornissen zijn bijzonder kwetsbaar.

De economische kosten van warmtegerelateerde morbiditeit werden geschat op basis van overmatige ziekenhuisopnames, samen met typische ziekenhuisverblijfkosten, wat een waarde tussen 95 M€/jaar en 188 M€/jaar opleverde. Deze schatting omvat niet het effect op de economie als geheel, gerelateerd aan het effect op het verlies aan arbeidsproductiviteit, dat

hieronder wordt behandeld.

Blootstelling aan koude kan leiden tot directe effecten zoals onderkoeling of indirecte pathologieën zoals cardiovasculaire aandoeningen of luchtweginfecties. De wereldwijde klimaatverandering leidt tot warmere zomers, maar ook tot mildere winters. Als gevolg hiervan wordt verwacht dat *de sterfte en morbiditeit in de winter, die momenteel veel hoger zijn dan in de zomer, zullen afnemen*. Internationale studies concluderen echter dat, met de klimaatverandering, vanaf de tweede helft van de eeuw, de vermindering van sterfgevallen als gevolg van winterkou wordt gecompenseerd door de stijging van de warmtegerelateerde sterfte. In verband hiermee vinden we dat, tegen het einde van de eeuw, *de vermeden koudegerelateerde gezondheidskosten, bij toepassing van de VSL-benadering zoals hierboven voor warmte, een zeer vergelijkbare waarde van 2.600-5.200 M€/jr aan kostenreductie bereiken dankzij mildere winters. Voor omstandigheden halverwege de eeuw is dit cijfer 1.760 M€/jr tot 3.510 M€/jr*.

Klimaatverandering veroorzaakt ook andere gevolgen voor de gezondheid, waaronder door vectoren overgedragen ziekten, voedsel- en waterverontreiniging en een toenemende incidentie van allergene ziekten. Deze aspecten zijn niet meegenomen omdat ze, op basis van de huidige kennis, onvoldoende goed kunnen ingeschat worden.

ARBEIDSPRODUCTIVITEIT

Hoge temperaturen en hittegolven hebben een negatieve invloed op de arbeidsproductiviteit. Hoewel dit met name het geval is voor buitenwerk (bijv. in de landbouw of in de bouwsector), wordt ook binnenwerk (kantoorwerk) beïnvloed. Dit is belangrijk in een land als België, waar de 'diensten'-sector – waarvan een groot deel afhankelijk is van binnenwerk – de grootste sector in de nationale economie vormt.

Op basis van simulaties van het stadsklimaat hebben *bepaalde gebieden in Brussel tot 11% aan arbeidsuren ingeboet onder de omstandigheden van de zomer van 2003, voor de categorie 'zwaar werk' (buiten)*. Ook hier speelt het fenomeen van het stedelijke hitte-eiland een belangrijke rol door nog een extra temperatuurincrement bovenop de hittegolf te veroorzaken.

Op basis van een studie uitgevoerd voor de regio Antwerpen blijkt dat, *over alle sectoren, het verlies aan arbeidsproductiviteit in de periode 2081-2100 (RCP8.5) in België naar verwachting 610 M€/jr zal kosten tijdens het koelste jaar in deze 20-jaarperiode, en 9.000 M€/jr tijdens het warmste jaar*. Voor het midden van de eeuw variëren de kosten van 170 M€/jr tot 4.960 M€/j.

Een onafhankelijke schatting, gebruikmakend van gegevens van een Europese studie, levert vergelijkbare waarden van arbeidsproductiviteitsverlies op, van 865-7.970 M€/jr tegen het einde van de eeuw (RCP8.5). Hoewel er een grote onzekerheid aan verbonden is, lijken deze schattingen door hun onderlinge overeenkomst vrij robuust, wat erop wijst dat het risico van warmtegerelateerd economisch productieverlies in België ernstig moet worden genomen.

De productiviteitswinst veroorzaakt door hogere wintertemperaturen, onder scenario RCP8.5 aan het einde van de eeuw, wordt geschat tussen 232 M€/jr en 364 M€/jr. In 2050 gaat het om bedragen van 116-182 M€/jr. Deze cijfers, gebaseerd op schattingen van het effect van mildere winters op het ziekteverzuim, zijn veel lager dan de verwachte warmtegerelateerde productiviteitsverliezen die hierboven zijn gepresenteerd. Noteer echter dat alle schattingen van de arbeidsproductiviteit (zowel warmte- als koudegerelateerd) een aanzienlijke mate van onzekerheid bevatten.

INFRASTRUCTUUR (OVERSTROMINGEN)

De gemiddelde schadekosten bij grote overstromingen varieerden in het verleden tussen 40 en 75 M€/jr. In Vlaanderen bedroeg *de gerapporteerde schade als gevolg van overstromingen in de periode 2011-2019 ongeveer 48 M€/jr*. Deze kosten zijn natuurlijk niet evenredig verdeeld over de

tijd.

Op basis van internationale studies worden *de toekomstige jaarlijkse kosten van wateroverlast (rivieroverstromingen) in 2050 (RCP8.5) in België geschat op een waarde tussen 134 M€/jr en 290 M€/jr.*

Overstromingen langs de kust (inclusief estuaria) gaan gepaard met hogere kosten. Voor 2050 lijkt er een redelijk goede overeenkomst te zijn tussen verschillende studies, die suggereren dat er een *bijkomende verwachte jaarlijkse schadepost is voor kustoverstromingen van ongeveer 200 M€/jr tot 650 M€/jr.* Voor 2100 wijzen alle studies op een sterke toename van de schade. Dit lijkt te wijten aan het feit dat de zeespiegelstijging (en de effecten daarvan) niet lineair zijn; de bestaande kustverdediging kan ergens na het jaar 2050 overweldigd worden. Gebaseerd op een conservatieve schatting en rekening houdend met adaptatiemaatregelen die al beslist zijn (maar nog niet volledig zijn uitgevoerd), blijken *de kostenniveaus zich tegen 2100 te situeren tussen 2.400 M€/jr en 5.300 M€/jr.*

Door de cijfers voor rivier- en kustoverstromingen bij elkaar op te tellen, varieert de *verwachte totale jaarlijkse schade door overstromingen in België in 2050 tussen 343 M€/jr en 940 M€/jr en in 2100 tussen 2.534 M€/jr en 5.590 M€/jr.* Verschillen tussen de cijfers van 2050 en 2100 zijn uitsluitend het gevolg van zeespiegelstijging, maar zijn onderhevig aan grote onzekerheden. Een belangrijk voorbehoud is dat deze cijfers geen rekening houden met pluviale overstromingen ('flash floods'), wat in België een belangrijke schadefactor kan zijn.

Bovendien houden bovenstaande cijfers geen rekening met de kosten van indirecte effecten, gerelateerd aan b.v. service-onderbreking of vertragingen. Studies in het buitenland lijken te suggereren dat dit een verdubbeling van de economische kosten kan veroorzaken, afhankelijk van de getroffen sector.

INFRASTRUCTUUR (DROOGTE/HITTE)

Droogte heeft gevolgen voor de bevaarbaarheid van de binnenwateren. *In Nederland en Duitsland worden de kosten in verband met de impact van de uitzonderlijk droge zomer van 2018 op de binnenvaart, inclusief kosten in verband met vertragingen of niet-levering, geraamd op enkele honderden miljoenen euro's.* Bovendien kan droogte het wegdek aantasten door schade veroorzaakt door scheuren wanneer bodemvocht onder het wegdek evolueert naar een nieuw regime.

Warmte tast eveneens infrastructuur aan, met ondermeer effecten op het kromtrekken van spoorrails, het wak worden of smelten van asfalt en schade die wordt toegebracht aan het elektriciteitsnet (bijvoorbeeld door oververhitte transformatoreenheden). De kosten van de directe schade die aan dergelijke effecten zijn verbonden lijken echter vrij bescheiden in vergelijking met de effecten van overstromingen. De *indirecte* kosten van warmte zullen naar verwachting echter veel hoger zijn. Gebaseerd op informatie van een recente hittegolf in Australië, en na de vaststelling dat deze hittegolf representatief is voor de omstandigheden in België tegen 2050 (onder RCP8.5), bedragen *indirecte warmtegerelateerde kosten met betrekking tot infrastructuur (onderbreking dienstverlening, vertragingen, ...) 153-766 M€/jr.*

ENERGIE

Voor energie wordt het RCP8.5-scenario gecombineerd met een business-as-usual scenario voor de toekomstige energievoorziening in België.

Met betrekking tot de gecentraliseerde productie van elektriciteit in energiecentrales, zullen *droogte en hogere temperaturen naar verwachting tegen 2050 leiden tot een extra productiekost van 44 M€/jr.* De impact van klimaatverandering zal ook leiden tot kosten in verband met een *verminderde transport- en distributie-efficiëntie, die naar verwachting 91 M€/jr zal bedragen.*

Voor hernieuwbare energieproductie zijn de verwachte kosten lager. *Waterkrachtcentrales lijden onder verminderde stromingssnelheden in rivieren als gevolg van droogte, wat een kost meebrengt (verminderde productie) van 2 M€/jr.* Wat betreft zonne-energie, aangezien *fotovoltaïsche panelen bij hogere temperaturen minder efficiënt werken, wordt het productieverlies geschat op 17 M€/jr.*

De grootste economische gevolgen situeren zich op het gebied van de energievraag. Verwacht wordt dat *mildere winters een verminderde warmtevraag zullen veroorzaken, wat resulteert in vermeden energiekosten voor een bedrag van 220 M€/jaar.* Omgekeerd zullen *warmere zomers een verhoogde vraag naar koelingsenergie veroorzaken, voor een bedrag van 88 M€/jr.*

Alle kosten (zomer) en baten (winter) samengenomen lijken mekaar nagenoeg te compenseren, vooral door de verminderde warmtevraag in de winter. De kosten van de hierboven beschreven effecten bij elkaar opgeteld leiden tot *een netto bedrag van 22 M€/jr.*

LANDBOUW

De terugkerende droogte en hittegolven die de afgelopen jaren zijn waargenomen, eisen al hun tol. Zo *leidden de periodes van droogte en hitte in 2018 in het Vlaams Gewest tot een vermindering van het productievolume met 31% voor aardappelen, 13% voor suikerbieten en 10% voor granen, waarvoor claims ter waarde van 150 miljoen euro* werden ingediend bij het Vlaams Rampenfonds.

Klimaatverandering zal naar verwachting een reeks (soms tegengestelde) effecten veroorzaken. Enerzijds kunnen gewassen profiteren van CO₂-fertilisatie dankzij verhoogde atmosferische CO₂ concentraties en zodoende hun productiviteit verhogen. Hogere gemiddelde temperaturen verlengen dan weer het potentiële groeiseizoen. Aan de andere kant zullen langdurige droogteperiodes, zonnebrand, overstromingen en hagelbuien schade veroorzaken. Bovendien wordt verwacht dat aanhoudende hoge temperaturen en droogte de productiviteit van de veestapel zullen verminderen door negatieve effecten op de graslandopbrengst en de gezondheid van de dieren.

Tegen 2050 zouden, onder scenario RCP8.5, de gecombineerde effecten van klimaatverandering (veranderde regenval, beschikbaarheid van grondwater en temperatuur) en atmosferische CO₂-concentratie op de gemiddelde gewasproductiviteit in ons land tot 10-20% winst kunnen opleveren in vergelijking met de periode 1981-2010. Voorwaarde is dan wel dat het CO₂-fertilisatie effect ten volle kan spelen, hetgeen ondermeer afhangt van de beschikbaarheid van nutriënten. Gewassen zoals maïs profiteren daarentegen veel minder van het verhoogde CO₂-effect, aangezien dit gewas al met maximale efficiëntie functioneert bij de huidige concentratieniveaus.

Tegelijkertijd zal in de toekomst ook de jaarlijkse variabiliteit van de opbrengst als gevolg van extreme weersomstandigheden en de daaraan verbonden risico's voor boeren toenemen. Hoewel de gemiddelde productiviteit kan stijgen, zullen boeren jaren doormaken met moeilijke omstandigheden en daardoor hun productie en inkomen zien dalen. *Tegen 2050, in jaren met ongunstige weersomstandigheden, zouden de oogstopbrengsten ver onder de recent (1981-2010) waargenomen minimumniveaus kunnen dalen (afname met 35%), vooral voor aardappelen en maïs.* Verder worden bij de *productie van pluimvee, runderen en varkens productieverliezen tot 2-5% verwacht.*

Rekening houdend met het bovenstaande zal *tegen 2050 onder scenario RCP8.5, in vergelijking met 2019, de totale verandering van de productiewaarde in de landbouw (planten en dieren) naar verwachting variëren tussen*

- *een stijging met 45 M€/jr, die voornamelijk verband houdt met het effect van CO₂-fertilisatie, en*
- *een daling met 606 M€/jr wanneer rekening wordt gehouden met klimaatgerelateerd landverlies (bijvoorbeeld door verzilting, erosie, overstromingen) en wanneer verder ook*

rekening wordt gehouden met klimaatgerelateerde prijsverlagingen op de internationale markt.

Tegen het einde van de eeuw, met name onder scenario RCP8.5, wordt verwacht dat de nadelige effecten van klimaatverandering de gunstige effecten van CO₂-fertilisatie en een verlengd groeiseizoen zullen overschaduwen, wat een netto negatieve impact zal opleveren, zelfs als er geen rekening wordt gehouden met landverlies en/of prijswijzigingen.

BOSBOUW

Droogte heeft een negatieve invloed op de groeisnelheid van bossen, waardoor hout wordt geoogst nog voor de bosbestanden optimaal volgroeid zijn. Het *effect hiervan voor beuk (Fagus sylvatica), spar (Picea abies) en eik (Quercus robur) zal naar schatting in België tegen het midden van de eeuw (2041-2070) een opbrengstverlies van 76,7 M€/jr veroorzaken onder scenario RCP8.5.*

Bovendien maken droogte samen met mildere winters en hittegolven bomen vatbaar voor aantasting door schorskevers (*Ips typographus*). In de jaren 2018-2019 vond de schorskever gunstige klimatologische omstandigheden in België, waardoor het insect zich snel en overvloedig heeft kunnen verspreiden. Om deze reden werd recent nog 1,6 miljoen m³ hout gekapt en verwijderd om verdere verspreiding te voorkomen. *De kosten van houtverlies en kwaliteitsvermindering als gevolg van de schorskever worden geschat op 64 M€/jr.*

Droogte leidt ook tot een verhoogd risico op bosbrand. De 'Fire Weather Index' (FWI), die wordt gebruikt om dit risico in te schatten, vertoont momenteel (1981-2010) een waarde van ongeveer 10-15 voor België. Deze FWI index zal naar verwachting met 20-40% stijgen (en meer dan 40% in de Belgische Ardennen) tegen 2071-2100 onder RCP6.0. Door deze stijging, en rekening houdend met de waarde van bosbestanden en herplantingskosten, zullen *brandgerelateerde houtkapverliezen en -kosten naar verwachting 14,3 M€/jr bedragen onder RCP8.5 in 2071-2100, en de helft van dat bedrag in 2050.* Verder wordt verwacht dat de *houtoogst door stormwinden tot 2,2M€/jr schade zal ondervinden.*

Bij dit alles dient opgemerkt te worden dat bossen naast houtproductie ook verschillende andere ecosysteemdiensten bieden, zoals recreatie, waterfiltratie en koolstofvastlegging, die in de wetenschappelijke literatuur naar schatting tot een tienvoudige monetaire waarde vertegenwoordigen per hectare, in vergelijking met de waarde van de houtproductie. Dergelijke aspecten worden behandeld in de sectie 'ecosysteemdiensten'.

ECOSYSTEEMDIENSTEN

Gezonde ecosystemen spelen een belangrijke rol bij koolstofsequestratie, d.w.z. het capteren en opslaan van koolstof uit de atmosfeer. Momenteel wordt ongeveer 50% van de wereldwijde antropogene CO₂ emissies geabsorbeerd door de terrestrische biosfeer, hetgeen de opwarming van de aarde sterk afremt. Naar schatting zou in België, in 2050 en onder klimaatscenario RCP8.5, het *verlies in verband met de verminderde werking van koolstofopslag in ecosysteembodems 172 M€/jr kunnen bedragen*, door een vermindering van de vermeden CO₂-emissiereductiekosten.

Aangetaste ecosystemen en een verminderde werking leiden tot *een verlies van 67,7 M€/jr als gevolg van een verminderd vermogen om fijne verontreinigende deeltjes uit de atmosfeer te filteren.* Bovendien zal de *recreatieve en gezondheidswaarde van ecosystemen in België naar verwachting dalen met respectievelijk 27,7 M€/jr en 122,5 M€/jr.* De ecosysteemdienst *van pollinatie (bestuiving) zal naar verwachting met 23,7 M€/jr afnemen.*

Ten slotte zijn de diensten geleverd door zoetwaterecosystemen erg uitgebreid; ze zorgen ondermeer voor een verbeterde waterkwaliteit, overstromingsbeheersing en watervoorziening. De klimaatgerelateerde *verminderde dienstverlening geproduceerd door zoetwaterecosystemen zal naar verwachting leiden tot een verlies van 695 M€/jr.*

Alles samen genomen zal de klimaatverandering, en de daardoor veroorzaakte verminderde ecosysteemdiensten, naar verwachting een **totale kost van 1.108 M€/jr** met zich meebrengen. Hierbij gaat het dus om kosten voor het niet leveren van deze diensten. Er moet echter worden opgemerkt dat de onzekerheid omtrent deze cijfers extreem groot is en dat de waarde van niet alle ecosysteemdiensten gekwantificeerd werd.

DE VERZEKERINGSSECTOR

Overstromingen, stormen, hagel en droogte vormen de belangrijkste klimaatgerelateerde bedreigingen voor de verzekeringssector in België.

In de periode 2011-2019 bedroegen weersgerelateerde verzekeringsclaims in België gemiddeld **172 M€/jr voor stormen** (zowel winterstormen als zomerse onweersbuien inclusief hagel) en **48 M€/jr voor overstromingen**, of 220 M€/jr voor de twee categorieën samen. Opvallend zijn de zeer hoge fluctuaties in de geclaimde bedragen tussen de verschillende jaren. Er is weinig informatie beschikbaar om toekomstige waarden voor deze kostencategorieën te schatten, maar resultaten van een onderzoek uitgevoerd in het VK suggereert een verdubbeling richting 2050, dus **een stijging met 220 M€/jr**.

De kosten in verband met extreme hagelbuien (bijvoorbeeld schade aan het wagenpark (carrosserie), beschadigde serres in de tuinbouwsector) leiden tot de hoogste kosten in de sector. Het jaar 2014 springt daarbij uit de band met meer dan 500 M€ kosten, die grotendeels verband hielden met de Pinksterenstorm. Op basis van een in Nederland uitgevoerd onderzoek wordt verwacht dat in 2050, onder het RCP8.5-scenario, **de hagelgerelateerde schadeclaims voor wagens met 33% zullen toenemen en de schade met betrekking tot beschadigde serres met 219%**.

Klimaatverandering geeft aanleiding tot bezorgdheid over de betaalbaarheid van verzekeringen in de toekomst. Bovendien wordt klimaatgerelateerd risico steeds meer gezien als een potentiële bedreiging voor de verzekeringssector. Het grootste risico kan liggen in de inherente jaar-tot-jaar variabiliteit (en onvoorspelbaarheid) van extreem weer.

GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN

In een land met een gematigd klimaat zoals België zijn klimaateffecten uiteindelijk nog vrij bescheiden in vergelijking met de verwachte effecten in Zuid-Europa en in veel tropische landen. De export uit dergelijke landen, die naar verwachting aanzienlijk zal afnemen als gevolg van de opwarming van de aarde, kan de buitenlandse handel beïnvloeden, en dus indirect de Belgische economie. Uit recente studies blijkt dat **importverlagingen die verband houden met klimaatverandering buiten Europa een BBP-daling kunnen veroorzaken met een bedrag in de orde van 1.000-2.200 M€/jr**.

Bovendien wordt verwacht dat klimaatverandering in ontwikkelingslanden grote migratiestromen op gang kan brengen, veroorzaakt door droogte in de landbouw en door zeespiegelstijging, maar ook door de toenemende frequentie van dodelijke hittegolven.

SOCIALE ASPECTEN

De gevolgen van klimaatverandering hebben niet voor iedereen dezelfde gevolgen. **Extreme gebeurtenissen zoals overstromingen door hevige regenval of (stedelijke) hitte hebben vaak een grotere impact op bepaalde kwetsbare groepen, zoals mensen met een slechte gezondheid, een laag inkomen, onvoldoende huisvesting of gebrek aan mobiliteit.**

Zwakke sociale netwerken worden geïdentificeerd als een belangrijke factor die de kwetsbaarheid verhoogt, omdat geïsoleerde mensen minder snel informatie en hulp ontvangen. Sociaal isolement verhoogt het risico op overlijden als gevolg van extreme weersomstandigheden zoals hittegolven.

Daarnaast kunnen de fysieke kenmerken (dichte bebouwing) van stedelijke wijken van invloed zijn op de mate waarin mensen worden getroffen door een overstroming of hittegolf.

Er bestaat vaak een zeer sterk gemeenschappelijk ruimtelijk patroon tussen kwetsbaarheid enerzijds en klimaatdreiging anderzijds. Zo komt voor de stad Gent de ruimtelijke spreiding van het aantal mensen dat een basisinkomen ontvangt zeer sterk overeen met de ruimtelijke patronen van hittestress, aangezien armoede vaak geconcentreerd is in stadssectoren die ook gekenmerkt worden door intense zomerhitte. Aangezien de fysieke en sociale structuur van veel steden in België vergelijkbaar zijn met de situatie in Gent, kan men verwachten dat de relaties tussen sociaal-ruimtelijke kwetsbaarheid en klimaatimpacts binnen België ook elders toepasbaar zijn.

Een ander interessant inzicht komt voort uit het relateren van (1) het aandeel van de bevolking dat in een woning woont die in de zomer onvoldoende koel is en (2) het inkomen. Uit deze vergelijking blijkt dat in België de laagste inkomenscategorie 1,5 tot 2 keer zo vaak in een onaangenaam warm huis woont dan de hoogste inkomenscategorie.

Wanneer de kosten van basisvoorzieningen zoals voedsel of energie (voor verwarming zowel als koeling) veranderen als gevolg van klimaatverandering, zullen de impacts voor huishoudens met een laag inkomen groter zijn omdat ze een groter relatief aandeel van de gemiddelde huishoudelijke uitgaven aan dergelijke voorzieningen besteden. Voor voedsel wordt tegen het midden van de eeuw een prijsstijging verwacht, vanwege de negatieve gevolgen van de klimaatverandering over de hele wereld op de internationale voedselprijzen. Met betrekking tot energie wordt verwacht dat de vraag naar verwarming in de winter zal afnemen (en dus goedkoper zal worden); daarentegen zal de behoefte aan koeling in de zomer behoorlijk sterk toenemen. Dit zal de sociale ongelijkheid versterken tussen degenen die zich wel of niet airconditioning kunnen veroorloven en de energiekosten ervan kunnen dragen, vooral omdat de minder bedeelden gemiddeld al onaangenaam warme huizen bewonen, zoals hierboven vermeld.

Aangezien verwacht wordt dat de fysieke gevolgen van klimaatverandering over het algemeen economische schade zullen veroorzaken, zou men een (relatief) verlies aan werkgelegenheid verwachten, hetgeen gewoonlijk de minder welvarende segmenten van de samenleving meer treft. Anderzijds wordt echter verwacht dat het Europese en Belgische beleid inzake klimaatactie (mitigatie en adaptatie) aanzienlijke positieve effecten op de werkgelegenheid zal hebben.

ENKELE VOORBEELDEN

Hoewel het macro-economische overzicht dat hierboven geschetst wordt op basis van grote sectorale groepen relevante informatie biedt voor de beleidsvorming, is het ook leerzaam om enkele specifieke subsectoren wat meer van nabij te beschouwen. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de gevolgen van de klimaatverandering voor de sectoren van de frietproductie en het bierbrouwen, beide zeer iconisch voor België.

Wat betreft *friet* is het geweten dat 88% van de Belgen ze minstens één keer per week eet. België is ook de grootste uitvoerder van voorgekookte diepvries-aardappelproducten, met export naar meer dan 150 landen. De toenemende impact van droogte op de aardappelteelt is de grootste zorg voor de frietindustrie. De droogte-episode in 2018 veroorzaakte een aardappeltekort, met een prijsverhoging van 23% als gevolg. De industrie reageert nu door over te schakelen op aardappelsoorten die beter bestand zijn tegen hitte en waterstress. Ook de verwerking en opslag van frietjes wordt beïnvloed door klimaatverandering. Voor de verwerking is veel water nodig, wat een probleem kan worden gezien de negatieve invloed van klimaatverandering op de watervoorraden. Stijgende temperaturen zullen ook de energiebehoefte voor koeling (opslag) verhogen.

Bierbrouwen is kwetsbaar voor klimaatverandering door de impact ervan op de ingrediënten. Net als voor frieten is droogte een probleem. Een van de hoofdingrediënten, gerst, wordt voornamelijk

(97,53%) geïmporteerd en is dus afhankelijk van klimaatomstandigheden en effecten in de regio's waar gerst geteeld wordt. Uit een internationale studie is gebleken dat een daling van de droogte- en de warmtegerelateerde opbrengst in gerst-groeiende regio's wereldwijd kan leiden tot een gemiddeld globaal verlies in de gerstproductie tussen 3% (RCP2.6) en 17% (RCP8.5). België zou een van de landen zijn die het meest getroffen worden door deze daling van het aanbod, met een daling van enkele tientallen procenten, en met daardoor een daling van de bierproductie met 10% (RCP2.6) tot 40% (RCP8.5). Wat hop betreft, een ander bieringrediënt, wordt verwacht dat de klimaatverandering ook het aanbod zal beïnvloeden, met een afname in de orde van 7-10%. Opnieuw is de beschikbaarheid en kwaliteit van drinkwater in het productieproces een probleem. De opslag zal naar verwachting ook de nadelige gevolgen van klimaatverandering ondervinden, aangezien het elektriciteitsverbruik voor koelvermogen zal stijgen als gevolg van een hogere zomertemperatuur. Ten slotte worden Lambiekbrouwers geconfronteerd met een klimaatgerelateerde uitdaging van een heel ander niveau. Omdat het brouwproces van Lambiek sterk afhankelijk is van de omgevingstemperatuur, worden de Lambiek-producenten nu al geconfronteerd met een gereduceerde lengte van het productie seizoen met meer dan 10%. Tot aan het begin van de 20^{ste} eeuw vormde de traditionele Lambiekbierproductie nagenoeg de enige manier van brouwen, en dat sinds lang vervlogen tijden. Het verlies van de traditionele Belgische Lambiekbrouwers als gevolg van de klimaatverandering mag dan we een bescheiden economische impact hebben, het zou een klap betekenen voor dit unieke Belgische biererfgoed.

SLOTBESCHOUWINGEN

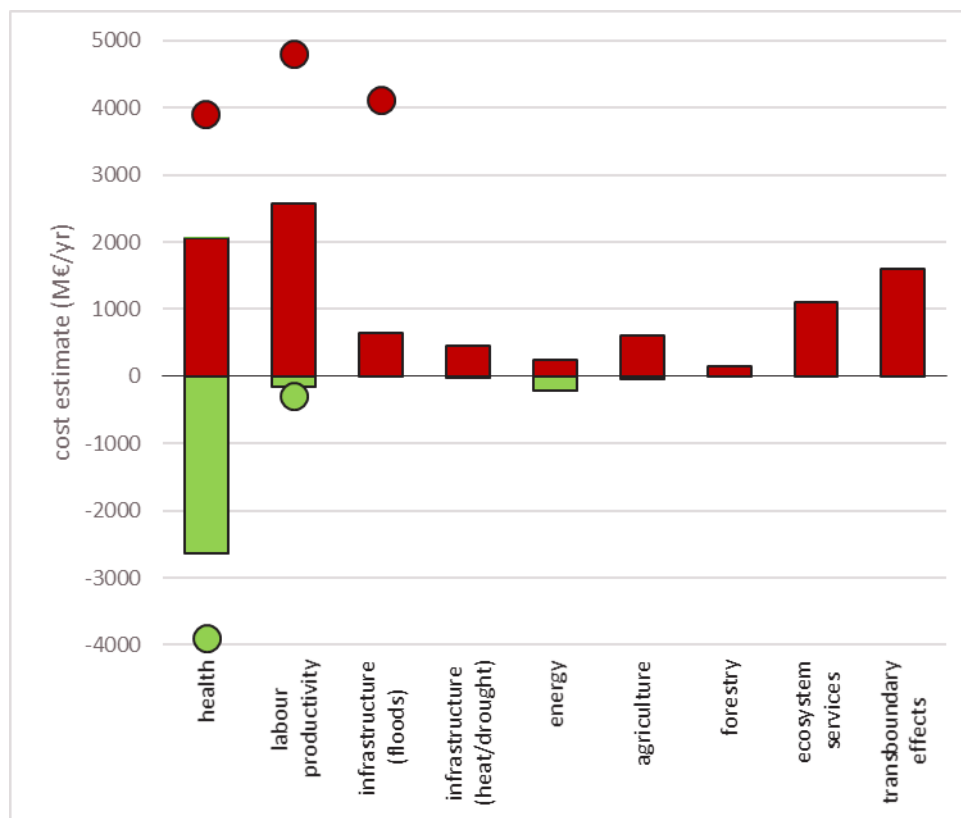
In België zal de klimaatverandering naar verwachting leiden tot *warmere en drogere zomers en mildere en nattere winters. Hittegolven, overstromingen en droogte* lijken het grootste deel van de klimaatdreiging te vormen. *De kwetsbaarheid ervoor wordt in België vergroot gezien het grote aandeel van de bevolking dat in stedelijke gebieden woont*, hetgeen de nadelige effecten van hitte (stedelijk hitte-eilandeffect) en overstromingen (impermeabele oppervlakken) verergert. Verwacht wordt ook dat *groepen in de samenleving die nu al kwetsbaar zijn (mensen in slechte gezondheid, met een laag inkomen, of met een inadequate behuizing), vaak ook het meest kwetsbaar zullen zijn voor effecten van klimaatverandering*.

De klimaatverandering zal naar verwachting een groot aantal economische sectoren in België treffen, met grote kosten maar soms ook met baten tot gevolg, met name als gevolg van mildere winters. De cijfers variëren in het algemeen van enkele honderden tot duizenden M€/jr, zoals weergegeven in onderstaande figuur. In 2050 en bij scenario RCP8.5 bedragen de geschatte *totale kosten, die hoofdzakelijk worden veroorzaakt door extreme hitte, droogte en overstromingen, bijna 9.500 M€/jr*, ofwel ongeveer 2% van het Belgische BBP. Omgekeerd bedragen *de geschatte baten ongeveer 3.000 M€/jr*, of 0,65% van het BBP. Hoewel het beeld onvolledig is, *vertonen de sectoren die de grootste kosten vertegenwoordigen (gezondheid en arbeidsproductiviteit) tegen het einde van de eeuw een trend van een sterkere stijging van de kosten dan van de baten van klimaatverandering*.

Het dient vermeld dat het hoge hitte-gerelateerde verlies aan arbeidsproductiviteit, als aandeel in de totale economische kosten, een enigszins onverwacht resultaat is. Het houdt verband met het meenemen van de dienstensector in de evaluatie van de kosten van de klimaatimpact op de arbeidsproductiviteit. Hoewel de dienstensector vaak niet wordt meegerekend in andere studies, en hoewel de impact van hitte op deze sector minder belangrijk is dan op de 'buitenwerk'-sectoren (landbouw, bouw), compenseert het hoge aandeel van de dienstensector in het nationale BBP ruimschoots de lagere klimaatgevoeligheid.

Om deze kostencijfers in perspectief te plaatsen is het verhelderend om ze – bij wijze van voorbeeld – te vergelijken met mogelijks meer vertrouwde kosten, zoals de jaarlijkse begroting van de Federale Overheidsdienst Justitie in 2019 (1.950 M€), de impact van COVID-19-maatregelen op

de begroting van het Waals Gewest in 2020 (1.800 M€), de jaarlijkse begroting van het Vlaams Gewest voor Mobiliteit en Openbare Werken in 2019 (4.100 M€), of de kosten van 3.800 M€ voor de aankoop van 34 straaljagers van het type F-35.



Geschatte economische kosten (rood) en baten (groen) van klimaatverandering per sector, in vergelijking met de huidige omstandigheden, onder klimaatscenario RCP8.5 en voor het jaar 2050 (stacks) en 2100 (dots). De cijfers in deze afbeelding zijn gemiddelde waarden van het ingeschatte kostenbereik in de hoofdtekst.

Het is belangrijk om te beseffen dat de hierboven gepresenteerde cijfers en kostenramingen geen prognoses zijn; het zijn eerder scenario's en projecties. Zoals reeds eerder vermeld vertegenwoordigen ze de kosten uitgaande van een situatie waarbij geen bijkomende klimaatadaptatiemaatregelen worden genomen.

Tot slot is het belangrijk op te merken dat alle bovenstaande kostenramingen worden gekenmerkt door een hoge mate van onzekerheid, eerst en vooral vanwege de onzekerheid omtrent de klimaatinformatie zelf, maar verder ook vanwege de aannames die gemaakt zijn om de fysieke impact van het veranderende klimaat in te kunnen schatten en de aannames over de economische kosten die aan deze schade kunnen worden toegewezen. Desondanks vormen de hier gepresenteerde impacts en kostenramingen momenteel het meest complete en gedetailleerde overzicht van de sociaal-economische impact van klimaatverandering in België, en vormen ze zodoende een stevige basis om het toekomstige klimaatbeleid en -acties te ondersteunen.