

IPCC

INTERGOVERNMENTALE PANEL OP KLIMAATVERANDERING

KLIMAATVERANDERING 2023

Syntheseverslag

Verslag van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering





*Eŭropo
Demokratio
Esperanto*

Document opgesteld door Pierre Dieumegard voor [Europa-Democratie-Esperanto](#)

Het doel van dit "voorlopige" document is meer mensen in de Europese Unie in staat te stellen zich bewust te worden van belangrijke documenten. Zondervertalingen worden mensen uitgesloten van het debat.

Dit document over klimaatverandering was [alleen in het Engels](#) in een pdf-bestand. Uit dit eerste bestand hebben we een odt-bestand gemaakt, voorbereid door Libre Office-software, voor machinevertaling naar andere talen. Deresultaten zijn nu [in alle officiële talen beschikbaar](#).

Het is wenselijk dat de EU-administratie de vertaling van belangrijke documenten overneemt. "Belangrijke documenten" zijn niet alleen wet- en regelgeving, maar ook de belangrijke informatie die nodig is om samen weloverwogen beslissingen te nemen.

Om onze gemeenschappelijke toekomst samen te bespreken en betrouwbare vertalingen mogelijk te maken, zou de internationale taal Esperanto zeer nuttig zijn vanwege zijn eenvoud, regelmaat en nauwkeurigheid.

Neem contact met ons op:

[Kontakto \(europokune.eu\)](mailto:europokune.eu)

<https://e-d-e.org/-Kontakti-EDE>

KLIMAATVERANDERING 2023

Syntheseverslag

Het Core Writing Team

Syntheseverslag
IPCC

Bewerkt door

Hoesung Lee

voorzitter
IPCC

José Romero

Hoofd technische ondersteuning
IPCC

Het Schrijvende Team van de kern

Hoesung Lee (voorzitter), Katherine Calvin (VS), Dipak Dasgupta (India/VS), Gerhard Krinner (Frankrijk/Duitsland), Aditi Mukherji (India), Peter Thorne (Ierland/Verenigd Koninkrijk), Christopher Trisos (Zuid-Afrika), José Romero (Zwitserland), Paulina Aldunce (Chili), Ko Barrett (VS), Gabriel Blanco (Argentinië), William W. L. Cheung (Canada), Sarah L. Connors (Frankrijk/Verenigd Koninkrijk), Fatima Denton (Gambia), Aïda Diongue-Niang (Senegal), David Dodman (Jamaica/Verenigd Koninkrijk/Nederland), Matthias Garschagen (Duitsland), Oliver Geden (Duitsland), Bronwyn Hayward (Nieuw-Zeeland), Christopher Jones (Verenigd Koninkrijk), Frank Jotzo (Australië), Thelma Krug (Brazilië), Rodel Lasco (Filipijnen), June-Yi Lee (Republiek Korea), Valérie Masson-Delmotte (Frankrijk), Malte Meinshausen (Australië/Duitsland), Katja Mintenbeck (Duitsland), Abdalah Mokssit (Marokko), Friederike E. L. Otto (Verenigd Koninkrijk/Duitsland), Minal Pathak (India), Anna Pirani (Italië), Elvira Poloczanska (Verenigd Koninkrijk/Australië), Hans-Otto Pörtner (Duitsland), Aromar Revi (India), Debra C. Roberts (Zuid-Afrika), Joyashree Roy (India/Thailand), Alex C. Ruane (VS), Jim Skea (Verenigd Koninkrijk), Priyadarshi R. Shukla (India), Raphael Slade (Verenigd Koninkrijk), Aimée Slangen (Nederland), Youba Sokona (Mali), Anna A. Sörensson (Argentinië), Melinda Tignor (VS/Duitsland), Detlef van Vuuren (Nederland), Yi-Ming Wei (China), Harald Winkler (Zuid-Afrika), Panmao Zhai (China), Zinta Zommers (Letland)

Technische ondersteuningseenheid voor het syntheseverslag

José Romero (Zwitserland), Jinmi Kim (Republiek Korea), Erik F. Haites (Canada), Yonghun Jung (Republiek Korea), Robert Stavins (VS), Arlene Birt (VS), Meeyoung Ha (Republiek Korea), Dan Jezreel A. Orendain (Filipijnen), Lance Ignon (VS), Semin Park (Republiek Korea), Youngin Park (Republiek Korea)

Verwijzend naar dit rapport:

IPCC, 2023: *Klimaatverandering 2023: Syntheseverslag. Bijdrage van werkgroepen I, II en III aan het zesde evaluatieverslag van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering* [Core Writing Team, H. Lee en J. Romero (eds.)]. IPCC, Genève, Zwitserland, 184 blz., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

Uitgebreid schrijfteam

Jean-Charles Hourcade (Frankrijk), Francis X. Johnson (Thailand/Zweden), Shonali Pachauri (Oostenrijk/India), Nicholas P. Simpson (Zuid-Afrika/Zimbabwe), Chandni Singh (India), Adelle Thomas (Bahamas), Edmond Totin (Benin)

Beoordeel Editors

Paola Arias (Colombia), Mercedes Bustamante (Brazil), Ismail Elgizouli (Sudan), Gregory Flato (Canada), Mark Howden (Australia), Carlos Méndez (Venezuela), Joy Jacqueline Pereira (Malaysia), Ramón Pichs-Madruga (Cuba), Steven K Rose (USA), Yamina Saheb (Algeria/France), Roberto Sánchez Rodríguez (Mexico), Diana Ürge-Vorsatz (Hungary), Cunde Xiao (China), Noureddine Yassaa (Algeria)

Bijdragende auteurs

Andrés Alegría (Germany/Honduras), Kyle Armour (USA), Birgit Bednar-Fiedl (Austria), Kornelis Blok (The Netherlands), Guéladio Cissé (Switzerland/Mauritania/France), Frank Dentener (EU/Netherlands), Siri Eriksen (Norway), Erich Fischer (Switzerland), Gregory Garner (USA), Céline Guivarch (France), Marjolijn Haasnoot (The Netherlands), Gerrit Hansen (Germany), Mathias Hauser (Switzerland), Ed Hawkins (UK), Tim Hermans (The Netherlands), Robert Kopp (USA), Noémie Leprince-Ringuet (France), Jared Lewis (Australia/New Zealand), Debora Ley (Mexico/Guatemala), Chloé Ludden (Germany/France), Leila Niamir (Iran/The Netherlands/Austria), Zebedee Nicholls (Australia), Shreya Some (India/Thailand), Sophie Szopa (France), Blair Trewin (Australia), Kaj-Ivar van der Wijst (The Netherlands), Gundula Winter (The Netherlands/Germany), Maximilian Witting (Germany)

Wetenschappelijke stuurgroep

Hoesung Lee (Chair, IPCC), Amjad Abdulla (Maldives), Edvin Aldrian (Indonesia), Ko Barrett (United States of America), Eduardo Calvo (Peru), Carlo Carraro (Italy), Diriba Korecha Dadi (Ethiopia), Fatima Driouech (Morocco), Andreas Fischlin (Switzerland), Jan Fuglestad (Norway), Thelma Krug (Brazil), Nagmeldin G.E. Mahmoud (Sudan), Valérie Masson-Delmotte (France), Carlos Méndez (Venezuela), Joy Jacqueline Pereira (Malaysia), Ramón Pichs-Madruga (Cuba), Hans-Otto Pörtner (Germany), Andy Reisinger (New Zealand), Debra C. Roberts (South Africa), Sergey Semenov (Russian Federation), Priyadarshi Shukla (India), Jim Skea (United Kingdom), Youba Sokona (Mali), Kiyoto Tanabe (Japan), Muhammad Irfan Tariq (Pakistan), Diana Ürge-Vorsatz (Hungary), Carolina Vera (Argentina), Pius Yanda (United Republic of Tanzania), Noureddine Yassaa (Algeria), Taha M. Zatari (Saudi Arabia), Panmao Zhai (China)

Visuele Conceptie en Informatie Ontwerp

Arlene Birt (VS), Meeyoung Ha (Republiek Korea)

HET INTERGOVERNMENTALE PANEL OP KLIMAATVERANDERING

© Intergouvernementale Werkgroep inzake klimaatverandering, 2023

ISBN 978-92-9169-164-7

Deze publicatie is identiek aan het verslag dat werd goedgekeurd (samenvatting voor beleidsmakers) en aangenomen (langer verslag) tijdens de 58e zitting van de Intergouvernementale Werkgroep inzake klimaatverandering (IPCC) op 19 maart 2023 in Interlaken, Zwitserland, maar met inbegrip van copy-edits.

De gebruikte benamingen en de presentatie van materiaal op kaarten impliceren niet dat de Intergouvernementale Werkgroep inzake klimaatverandering enige mening heeft geuit over de juridische status van een land, gebied, stad of gebied of van haar autoriteiten, of over de afbakening van haar grenzen of grenzen.

De vermelding van specifieke bedrijven of producten betekent niet dat ze door het IPCC worden onderschreven of aanbevolen in plaats van andere van vergelijkbare aard, die niet worden genoemd of geadverteerd. Het recht van publicatie in gedrukte, elektronische en andere vorm en in welke taal dan ook is voorbehouden aan het IPCC. Korte uittreksels uit deze publicatie mogen zonder toestemming worden gereproduceerd, mits de volledige bron duidelijk wordt vermeld. Redactionele correspondentie en verzoeken om artikelen geheel of gedeeltelijk te publiceren, te reproduceren of te vertalen, moeten worden gericht aan: IPCC c/o Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) 7bis, avenue de la Paix Tel.: +41 22 730 8208 Postbus 2300 Fax: +41 22 730 8025 CH 1211 Genève 2, Zwitserland E-mail: IPCC-Sec@wmo.int www.ipcc.ch

Dekking: Ontworpen door Meeyoung Ha, IPCC SYR TSU

Referentie van de foto

"Fog die de dageraad opent" van Chung Jin Sil

De weer- en klimaatfotografie & Videowedstrijd 2021, Korea Meteorological Administration

<http://www.kma.go.kr/kma> © KMA

Voorwoord en voorwoord

Voorwoord

Dit syntheseverslag (SYR) vormt de afsluiting van het zesde evaluatieverslag (AR6) van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering (IPCC). De SYR synthetiseert en integreert materialen die zijn opgenomen in de evaluatieverslagen van de drie werkgroepen en de speciale verslagen die bijdragen aan het AR6. Het behandelt een breed scala aan beleidsrelevante maar beleidsneutrale vragen die door het panel zijn goedgekeurd.

De SYR is de synthese van de meest uitgebreide beoordeling van klimaatverandering die het IPCC tot nu toe heeft uitgevoerd: Klimaatverandering 2021: de basis van de natuurkunde; Klimaatverandering 2022: Effecten, aanpassing en kwetsbaarheid; en Klimaatverandering 2022: mitigatie van klimaatverandering. De SYR is ook gebaseerd op de bevindingen van drie speciale verslagen die zijn opgesteld in het kader van de zesde beoordeling – Global Warming of 1.5°C (2018): een speciaal verslag van de IPCC over de gevolgen van de opwarming van de aarde met 1,5 °C boven het pre-industriële niveau en de daarmee samenhangende mondiale broeikasgasemissietrajecten, in het kader van de versterking van de mondiale respons op de dreiging van klimaatverandering, duurzame ontwikkeling en inspanningen om armoede uit te bannen (SR1.5); Klimaatverandering en land (2019): een speciaal verslag van de IPCC over klimaatverandering, woestijnvorming, bodemdegradatie, duurzaam landbeheer, voedselzekerheid en broeikasgasstromen in terrestrische ecosystemen (SRCCL); en De oceaan en de cryosfeer in een veranderend klimaat (2019) (SROCC).

De AR6 SYR bevestigt dat niet-duurzame en ongelijke energie- en landgebruik en meer dan een eeuw verbranding van fossiele brandstoffen ondubbelzinnig hebben geleid tot opwarming van de aarde, waarbij de mondiale oppervlaktetemperatuur in de periode 2011-2020 1,1 °C boven 1850-1900 bereikte. Dit heeft geleid tot wijdverbreide negatieve effecten en daarmee samenhangende verliezen en schade aan natuur en mensen. Uit de nationaal bepaalde bijdragen (NDC's) die tegen 2030 zijn vastgelegd, blijkt dat de temperatuur in de eerste helft van de jaren 2030 met 1,5 °C zal stijgen en het zeer moeilijk zal maken om de temperatuurstijging tegen het einde van de 21e eeuw met 2,0 °C te beheersen. Elke toename van de opwarming van de aarde zal meerdere en gelijktijdige gevaren in alle regio's van de wereld intensiveren.

Het rapport wijst erop dat het beperken van de door de mens veroorzaakte opwarming van de aarde netto nul CO₂-emissies vereist. Diepgaande, snelle en duurzame mitigatie en versnelde uitvoering van aanpassingsmaatregelen in dit decennium zouden de verwachte verliezen en schade voor mensen en ecosystemen verminderen en veel nevenvoordelen opleveren, met name voor de luchtkwaliteit en de gezondheid. Vertraagde mitigatie- en aanpassingsmaatregelen zouden de infrastructuur met hoge emissies vastzetten, het risico op gestrande activa en kostenescalatie vergroten, de haalbaarheid verminderen en verliezen en schade doen toenemen. Maatregelen op korte termijn omvatten hoge investeringen vooraf en potentieel ontwrichtende veranderingen die kunnen worden verminderd door een reeks faciliterende beleidsmaatregelen.

Als intergouvernementeel orgaan dat in 1988 gezamenlijk werd opgericht door de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) en het Milieuprogramma van de Verenigde Naties (UNEP), heeft het IPCC beleidsmakers voorzien van de meest gezaghebbende en objectieve wetenschappelijke en technische beoordelingen op dit gebied. Vanaf 1990 zijn deze reeks IPCC Assessment Reports, Special Reports, Technical Papers, Methodology Reports en andere producten standaard referentiewerken geworden.

De SYR werd mogelijk gemaakt dankzij het vrijwilligerswerk, de toewijding en inzet van duizenden experts en wetenschappers van over de hele wereld, die een scala aan standpunten en disciplines vertegenwoordigen. We willen graag onze diepe dankbaarheid uitspreken aan alle leden van het Core Writing Team van de SYR, leden van het Extended Writing Team, Bijdragende auteurs en de Review Editors, die allemaal enthousiast de enorme uitdaging aangingen om een uitstekende SYR te produceren bovenop de andere taken die ze al hadden toegezegd tijdens de AR6-cyclus. We willen ook het personeel van de technische ondersteuningseenheid van de SYR en het IPCC-secretariaat bedanken voor hun toewijding aan het organiseren van de productie van dit IPCC-rapport.

We willen ook de regeringen van de IPCC-lidstaten erkennen en bedanken voor hun steun aan wetenschappers bij de ontwikkeling van dit rapport, en voor hun bijdragen aan het IPCC Trust Fund om de essentiële voorwaarden te bieden voor deelname van deskundigen uit ontwikkelingslanden en landen met een overgangseconomie. We willen onze waardering uitspreken aan de regering van Singapore voor het hosten van de Scoping Meeting van de SYR, aan de regering van Ierland voor het hosten van de derde Core Writing Team-vergadering van de SYR, en aan de regering van Zwitserland voor het hosten van de 58e sessie van de IPCC waar de SYR werd goedgekeurd. De genereuze financiële steun van de regering van de Republiek Korea heeft de goede werking van de eenheid voor technische ondersteuning van de SYR mogelijk gemaakt. Dit wordt dankbaar erkend.

Wij willen met name de voorzitter van het IPCC, de vicevoorzitters van het IPCC en de medevoorzitters bedanken voor hun toegewijde werk tijdens de opstelling van dit verslag.



Petteri Taalas

Secretaris-generaal van de Wereld Meteorologische Organisatie



Inger Andersen

Ondersecretaris-generaal van de Verenigde Naties en
uitvoerend directeur van het Milieuprogramma van de VN

Voorwoord

Dit syntheseverslag (SYR) vormt het eindproduct van het zesde evaluatieverslag (AR6) van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering (IPCC). Het geeft een samenvatting van de stand van de kennis over klimaatverandering, de wijdverbreide gevolgen en risico's ervan en de mitigatie van en aanpassing aan klimaatverandering, op basis van de collegiaal getoetste wetenschappelijke, technische en sociaal-economische literatuur sinds de publicatie van het vijfde beoordelingsrapport (AR5) van de IPCC in 2014.

Deze SYR distilleert, synthetiseert en integreert de belangrijkste bevindingen van de drie bijdragen van de werkgroep — Klimaatverandering 2021: de basis van de natuurkunde; Klimaatverandering 2022: Effecten, aanpassing en kwetsbaarheid; en Klimaatverandering 2022: mitigatie van klimaatverandering. De SYR is ook gebaseerd op de bevindingen van drie speciale verslagen die zijn opgesteld in het kader van de zesde beoordeling – Global Warming of 1.5°C (2018): een speciaal verslag van de IPCC over de gevolgen van de opwarming van de aarde met 1,5 °C boven het pre-industriële niveau en de daarmee samenhangende mondiale broeikasgasemissietrajecten, in het kader van de versterking van de mondiale respons op de dreiging van klimaatverandering, duurzame ontwikkeling en inspanningen om armoede uit te bannen (SR1.5); Klimaatverandering en land (2019): een speciaal verslag van de IPCC over klimaatverandering, woestijnvorming, bodemdegradatie, duurzaam landbeheer, voedselzekerheid en broeikasgasstromen in terrestrische ecosystemen (SRCCL); en De oceaan en de cryosfeer in een veranderend klimaat (2019) (SROCC). De SYR is daarom een uitgebreide, tijdige compilatie van beoordelingen van de meest recente wetenschappelijke, technische en sociaal-economische literatuur over klimaatverandering.

Reikwijdte van het verslag

De SYR is een op zichzelf staande synthese van het meest beleidsrelevante materiaal uit de wetenschappelijke, technische en sociaal-economische literatuur die tijdens de zesde beoordeling is beoordeeld. In dit verslag zijn de belangrijkste bevindingen van de verslagen van de AR6-werkgroep en de drie speciale verslagen van AR6 verwerkt. Het erkent de onderlinge afhankelijkheid van klimaatecosystemen en biodiversiteit, en menselijke samenlevingen; de waarde van diverse vormen van kennis; en de nauwe verbanden tussen aanpassing aan de klimaatverandering, mitigatie, gezondheid van ecosystemen, menselijk welzijn en duurzame ontwikkeling. Voortbouwend op meerdere analytische kaders, waaronder die van de fysische en sociale wetenschappen, worden in dit verslag kansen voor transformatieve actie geïdentificeerd die doeltreffende haalbare, rechtvaardige en billijke systeemtransities en klimaatbestendige ontwikkelingstrajecten zijn. Verschillende regionale classificatieschema's worden gebruikt voor fysieke, sociale en economische aspecten, die de onderliggende literatuur weerspiegelen.

Het syntheserapport benadrukt risico's op korte termijn en opties om deze aan te pakken om beleidsmakers een gevoel te geven van de urgentie die nodig is om de wereldwijde klimaatverandering aan te pakken. Het rapport biedt ook belangrijke inzichten over hoe klimaatrisico's niet alleen met elkaar in wisselwerking staan, maar ook met niet-klimaatgerelateerde risico's. Het beschrijft de interactie tussen mitigatie en adaptatie en hoe deze combinatie de klimaatuitdaging beter kan aanpakken en waardevolle nevenvoordelen kan opleveren. Het benadrukt het sterke verband tussen rechtvaardigheid en klimaatactie en waarom billijkere oplossingen van vitaal belang zijn om de klimaatverandering aan te pakken. Het benadrukt ook hoe groeiende verstedelijking een kans biedt voor ambitieuze klimaatactie om klimaatbestendige ontwikkeling en duurzame ontwikkeling voor iedereen te bevorderen. En het onderstreept hoe het herstellen en beschermen van land- en oceaanecosystemen meerdere voordelen kan opleveren voor de biodiversiteit en andere maatschappelijke doelen, net zoals het niet doen ervan een groot risico vormt voor het waarborgen van een gezonde planeet.

Structuur

De SYR bestaat uit een Samenvatting voor Beleidsmakers (SPM) en een langer rapport waaruit de SPM is afgeleid, alsmede bijlagen.

Om de toegang tot de bevindingen van de SYR voor een breed publiek te vergemakkelijken, bevat elk deel van de SPM gemarkeerde kopverklaringen. Samen vormen deze 18 kopteksten een overkoepelende samenvatting in eenvoudige, niet-technische taal voor eenvoudige assimilatie door lezers uit verschillende lagen van de bevolking.

De SPM volgt een structuur en volgorde zoals die in het langere rapport, maar sommige kwesties die in meer dan één deel van het langere rapport worden behandeld, worden samengevat op één locatie in de SPM. Elke alinea van de SPM bevat verwijzingen naar de ondersteunende tekst in het langere verslag. Het langere verslag bevat op zijn beurt uitgebreide verwijzingen naar relevante delen van de bovengenoemde werkgroepverslagen of speciale verslagen.

Het langere verslag is opgebouwd rond drie themarubrieken, zoals voorgeschreven door het panel. Een korte inleiding (deel 1) wordt gevolgd door drie delen.

Deel 2, "Huidige status en trends", opent met de beoordeling van observationeel bewijs voor ons veranderende klimaat, historische en huidige oorzaken van door de mens veroorzaakte klimaatverandering en de gevolgen ervan. Daarin wordt de huidige uitvoering van de aanpassings- en mitigatieresponsies beoordeeld. Deel 3, "Klimaat- en

ontwikkelingsfutures op lange termijn", bevat een beoordeling van de klimaatverandering tot 2100 en daarna in een breed scala van sociaal-economische toekomsten. Zij houdt rekening met de langetermijneffecten, risico's en kosten van aanpassings- en mitigatietrajecten in het kader van duurzame ontwikkeling. In deel 4, "Beantwoordingen op korte termijn in een veranderend klimaat", worden de mogelijkheden beoordeeld voor het opschalen van doeltreffende maatregelen in de periode tot 2040, in het kader van klimaattoezeggingen en -verbintenissen en het nastreven van duurzame ontwikkeling.

Bijlagen met een woordenlijst van gebruikte termen, een lijst van acroniemen, auteurs, redacteurs, de wetenschappelijke stuurgroep van de SYR en deskundige beoordelaars vullen het verslag aan.

Proces

De SYR is opgesteld in overeenstemming met de procedures van het IPCC. Van 21 tot en met 23 oktober 2019 vond in Singapore een verkennende vergadering plaats om een gedetailleerd overzicht van het AR6-syntheseverslag te ontwikkelen. De tijdens die vergadering opgestelde schets werd door het panel goedgekeurd tijdens de 52e IPCC-sessie van 24 tot en met 28 februari 2020 in Parijs, Frankrijk.

Overeenkomstig de procedures van het IPCC heeft de voorzitter van het IPCC, in overleg met de medevoorzitters van de werkgroepen, auteurs voorgedragen voor het Core Writing Team (CWT) van de SYR. Het IPCC-bureau heeft tijdens zijn 58e zitting op 19 mei 2020 in totaal 30 CWT-leden en 9 redacteurs geselecteerd en aanvaard. Bij de ontwikkeling van de SYR werden 7 auteurs van het Extended Writing Team (EWT) geselecteerd door de CWT en goedgekeurd door de voorzitter en het IPCC-bureau, en 28 bijdragende auteurs werden geselecteerd door de CWT met goedkeuring van de voorzitter. Deze extra auteurs moesten de expertise die nodig is voor de voorbereiding van het verslag vergroten en verdiepen. De voorzitter heeft tijdens de 58e zitting van het bureau een wetenschappelijke SYR-stuurgroep opgericht met een mandaat om advies te geven over de ontwikkeling van de SYR. De SYR SSC bestond uit de leden van het IPCC-bureau, met uitzondering van de leden die als redacteur voor de SYR hebben gediend.

Als gevolg van de COVID-19-pandemie werden de eerste twee vergaderingen van de CWT virtueel gehouden van 25 tot en met 29 januari 2021 en van 16 tot en met 20 augustus 2021. Het First Order Draft (FOD) is op 10 januari 2022 ter beoordeling vrijgegeven aan deskundigen en regeringen, met opmerkingen die op 20 maart 2022 moeten worden ingediend. De CWT is van 25 tot en met 28 maart 2022 in Dublin bijeengekomen om te bespreken hoe de DOM het best kan worden herzien om tegemoet te komen aan de meer dan 10 000 ontvangen opmerkingen. De redacteurs van de beoordeling hebben het beoordelingsproces gevolgd om ervoor te zorgen dat alle opmerkingen de juiste aandacht kregen. Het IPCC heeft van 21 november 2022 tot en met 15 januari 2023 een definitief ontwerp van de samenvatting voor beleidsmakers en een langer verslag van de SYR ter beoordeling aan de regeringen toegezonden, wat heeft geresulteerd in meer dan 6 000 opmerkingen. Op 8 maart 2023 is een definitief ontwerp van de SYR ter goedkeuring voorgelegd aan de regeringen van de IPCC-lidstaten, waarin de opmerkingen van de definitieve regeringsdistributie zijn verwerkt.

Het panel heeft tijdens zijn 58e zitting, die van 13 tot en met 17 maart 2023 in Interlaken (Zwitserland) werd gehouden, de SPM lijn voor lijn goedgekeurd en het langere verslag per afdeling goedgekeurd.

Erkenningen

De SYR werd mogelijk gemaakt dankzij het harde werk en de toewijding aan uitmuntendheid van de sectie Facilitators, leden van CWT en EWT, en bijdragende auteurs. Speciale dank gaat uit naar Section Facilitators Kate Calvin, Dipak Dasgupta, Gerhard Krinner, Aditi Mukherji, Peter Thorne en Christopher Trisos wiens werk essentieel was om een hoge standaard van de langere rapportsecties en de SPM te waarborgen.

We willen onze waardering uitspreken aan de regeringen van de IPCC-leden, waarnemersorganisaties en deskundige beoordelaars voor het geven van constructieve opmerkingen over de ontwerpverslagen. We willen graag de redacteurs Paola Arias, Mercedes Bustamante, Ismail Elgizouli, Gregory Flato, Mark Howden, Steven Rose, Yamina Saheb, Roberto Sánchez en Cunde Xiao bedanken voor hun werk aan de behandeling van FOD-opmerkingen, en Gregory Flato, Carlos Méndez, Joy Jacqueline Pereira, Ramón Pichs-Madruga, Diana Ürge-Vorsatz en Nouredine Yassaa voor hun werk tijdens de goedkeuringssessie, in samenwerking met auteursteams om de consistentie tussen de SPM en de onderliggende rapporten te waarborgen.

We zijn de leden van de SSC dankbaar voor hun doordachte advies en ondersteuning voor de SYR tijdens het hele proces: IPCC-ondervoorzitters Ko Barret, Thelma Krug en Youba Sokona; covoorzitters van werkgroepen (WG) en taskforce voor nationale broeikasgasinventarissen (TFI) Valérie Masson-Delmotte, Panmao Zhai, Hans-Otto Pörtner, Debra Roberts, Priyadarshi R. Shukla, Jim Skea, Eduardo Calvo Buendía en Kiyoto Tanabe; WG ondervoorzitters Edvin Aldrian, Fatima Driouech, Jan Fuglestad, Muhammad Tariq, Carolina Vera, Nouredine Yassaa, Andreas Fischlin, Joy Jacqueline Pereira, Sergey Semenov, Pius Yanda, Taha M, Zatari, Amjad Abdulla, Carlo Carraro, Diriba Korecha Dadi, Nagmeldin G.E. Mahmoud, Ramón Pichs-Madruga, Andy Reisinger en Diana Ürge-Vorsatz. De vicevoorzitters van het IPCC en de covoorzitters van de werkgroep waren ook lid van de CWT en we zijn dankbaar voor hun bijdragen.

Wij danken het IPCC-secretariaat voor zijn begeleiding en steun voor de SYR bij de voorbereiding, publicatie en publicatie van het verslag: Adjunct-secretaris Emira Fida, Mudathir Abdallah, Jesbin Baidya, Laura Biagioni, Oksana Ekzarkho, Judith Ewa, Joëlle Fernandez, Emelie Larrode, Jennifer Lew Schneider, Andrej Mahecic, Nina Peeva, Mxolisi Shongwe, Melissa Walsh en Werani Zabula. Hun steun voor de succesvolle SYR was echt uitstekend gedurende het hele proces.

Our thanks go to José Romero, Head of the SYR Technical Support Unit (SYR TSU) and Jinmi Kim, Director of Administration, and the members of the SYR TSU, Arlene Birt, Meeyoung Ha, Erik Haïtes, Lance Ignon, Yonghun Jung, Dan Jezreel Orendain, Robert Stavins, Semin Park, and Youngin Park for their hard work to facilitate the development and production of the SYR with deep commitment and dedication to ensure an outstanding SYR. Onze dank gaat ook uit naar Woochong Um en zijn team bij de Asian Development Bank voor het faciliteren van de SYR TSU operatie.

We spreken onze waardering uit voor het enthousiasme, de toewijding en de professionele bijdragen van WG TSU-leden Sarah Connors, Clotilde Péan en Anna Pirani van WG I, Marlies Craig, Katja Mintenbeck, Elvira Poloczanska, Melinda Tignor van WG II en Roger Fradera, Minal Pathak, Raphael Slade, Shreya Some en Geninha Gabao Lisboa van WG III, werkend als een team met de SYR TSU, wat heeft bijgedragen aan het succesvolle resultaat van de sessie.

We zijn dankbaar voor de regeringen van de lidstaten van het IPCC die de SYR-scopingvergadering, een CWT-vergadering en de 58e zitting van het IPCC genadig hebben georganiseerd: Singapore, Ierland en Zwitserland, respectievelijk. Wij danken de regeringen van de lidstaten van het IPCC, de WMO, het UNEP en het UNFCCC voor hun bijdragen aan het Trustfonds, dat verschillende elementen van de uitgaven heeft ondersteund. Wij willen in het bijzonder de Koreaanse Meteorologische Administratie, Republiek Korea, bedanken voor haar genereuze financiële steun aan de SYR TSU. Wij erkennen de steun van de moederorganisaties van het IPCC, UNEP en WMO, en met name de WMO, voor het hosten van het IPCC-secretariaat. Tot slot willen wij het UNFCCC hartelijk danken voor hun samenwerking in verschillende stadia van deze onderneming en voor de bekendheid die zij in verschillende fora aan ons werk geven.



Hoesung Lee

Voorzitter van het IPCC



Abdalah Mokssit

Secretaris van het IPCC

Vertaling Disclaimer en Caveat

Subscript- en superscript-tekenen worden vaak verkeerd behandeld door de machinevertaler, dus ze verschijnen vaak als normale tekens. Bijvoorbeeld, CO₂ betekent CO2, N₂O betekent N2O, Wm⁻² betekent Wm-2, enz.

Evenzo verstoort machinevertaling de opmaak van woorden in cursief of vet, dus dit document heeft deze tekenstijlen verloren, behalve wanneer ze een hele alinea beïnvloeden.

De illustraties bleven behouden van het originele document, maar sommige zorgden ervoor dat de machinevertaler crashte, waarschijnlijk vanwege te veel gekleurde stippen (elk beschouwd als een vectortekenelement). In dit geval werd de afbeelding vereenvoudigd door deze te vervangen door een rasterafbeelding en werden bijschriftwoorden aan deze afbeelding toegevoegd.

De lexicale index werd verwijderd, omdat er te veel vertaalproblemen waren.

Inhoud

Voorwoord en voorwoord.....	5
Voorwoord.....	6
Voorwoord.....	8
Vertaling Disclaimer en Caveat.....	12
Samenvatting van het samenvattend verslag over klimaatverandering 2023 voor beleidsmakers.....	16
Inleiding.....	17
A. Huidige status en trends.....	18
Waargenomen opwarming en de oorzaken ervan.....	18
Waargenomen veranderingen en gevolgen.....	19
Huidige vooruitgang op het gebied van aanpassing en lacunes en uitdagingen.....	22
Huidige vooruitgang, lacunes en uitdagingen op het gebied van mitigatie.....	25
Toekomstige klimaatverandering, risico's en langetermijnreacties.....	27
Toekomstige klimaatverandering.....	27
Gevolgen van klimaatverandering en klimaatgerelateerde risico's.....	30
Waarschijnlijkheid en risico's van onvermijdelijke, onomkeerbare of abrupte veranderingen.....	35
Aanpassingsopties en hun grenzen in een warmere wereld.....	37
Koolstofbudgetten en nettonulemissies.....	37
Mitigatietrajecten.....	38
Overschrijding: Overschrijding van een opwarmingsniveau en terugkeer.....	41
C. Antwoorden op korte termijn.....	42
Urgentie van geïntegreerde klimaatactie op korte termijn.....	42
Voordelen van Near-Term Action.....	44
Mitigatie- en aanpassingsopties voor verschillende systemen.....	46
Synergieën en handelseffecten met duurzame ontwikkeling.....	48
Eigen vermogen en inclusie.....	49
Governance en beleid.....	50
Financiën, technologie en internationale samenwerking.....	51
Klimaatverandering 2023 - syntheseverslag.....	53
Afdeling 1 - Inleiding.....	54
Deel 2 - Huidige status en trends.....	57
2.1 Waargenomen veranderingen, gevolgen en toeschrijving.....	58
2.2 Reacties tot nu toe.....	71
2.3 De huidige mitigatie- en aanpassingsmaatregelen en -beleidslijnen zijn niet toereikend.....	77
Afdeling 3 - Langetermijntoekomst op het gebied van klimaat en ontwikkeling.....	91
3.1 Klimaatverandering op lange termijn, gevolgen en daarmee samenhangende risico's.....	92
3.2 Aanpassingsopties en -limieten op lange termijn.....	106
3.3 Mitigatietrajecten.....	110
3.4 Interacties op lange termijn tussen aanpassing, mitigatie en duurzame ontwikkeling.....	120
Deel 4 - Antwoorden op korte termijn in een veranderend klimaat.....	122
4.1 Tijdschema en urgentie van klimaatactie.....	123
4.2 Voordelen van het versterken van acties op korte termijn.....	126
4.3 Risico's op korte termijn.....	130
4.4 Rechtvaardigheid en inclusie in de strijd tegen klimaatverandering.....	134
4.5 Mitigatie- en aanpassingsmaatregelen op korte termijn.....	135
4.6 Co-voordelen van adaptatie en mitigatie voor duurzame-ontwikkelingsdoelstellingen.....	144
4.7 Governance en beleid voor klimaatactie op korte termijn.....	147
4.8 Versterking van de respons: Financiën, internationale samenwerking en technologie.....	149
4.9 Integratie van acties op korte termijn in alle sectoren en systemen.....	154
bijlagen.....	156
Bijlage 1 – Woordenlijst.....	157
Bijlage II - Acroniemen, chemische symbolen en wetenschappelijke eenheden.....	171
Bijlage III - Bijdragers.....	174
Leden van het Core Writing Team.....	175
Uitgebreid schrijven teamleden.....	176
Beoordeel Editors.....	176
Bijdragende auteurs.....	176

Wetenschappelijke stuurgroep.....	177
Bijlage IV - Deskundigen-beoordelaars AR6 SYR.....	179
Bijlage V - Lijst van publicaties van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering.....	193
Beoordelingsverslagen.....	194
Speciale verslagen.....	195
Methodologierapporten en technische richtsnoeren.....	196
Technische documenten.....	197
Indexcijfer.....	198

Bronnen geciteerd in dit syntheserapport

Verwijzingen naar materiaal in dit verslag staan in krullende haakjes {} aan het einde van elke alinea.

In de samenvatting voor beleidsmakers verwijzen de verwijzingen naar de nummers van de secties, cijfers, tabellen en vakken in de onderliggende inleiding en onderwerpen van dit syntheseverslag.

In de inleiding en de delen van het langere verslag verwijzen de verwijzingen naar de bijdragen van de werkgroepen I, II en III (WGI, WGII, WGIII) aan het zesde beoordelingsrapport en andere IPCC-rapporten (in cursief gedrukte krullen), of naar andere delen van het syntheserapport zelf (in ronde haken).

De volgende afkortingen zijn gebruikt:

SPM: Samenvatting voor beleidsmakers

TS: Technische samenvatting

ES: Samenvatting van een hoofdstuk

Getallen geven specifieke hoofdstukken en secties van een rapport aan.

Andere IPCC-rapporten die in dit syntheserapport worden aangehaald:

SR1.5: Opwarming van de aarde met 1,5°C

SRCCCL: Klimaatverandering en land

SROCC: De oceaan en de cryosfeer in een veranderend klimaat

Samenvatting van het samenvattend verslag over klimaatverandering 2023 voor beleidsmakers

Deze samenvatting voor beleidsmakers moet worden aangehaald als:

IPCC, 2023: Samenvatting voor beleidsmakers. In: *Klimaatverandering 2023: Syntheseverslag. Bijdrage van werkgroepen I, II en III aan het zesde evaluatieverslag van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering* [Core Writing Team, H. Lee en J. Romero (eds.)]. IPCC, Genève, Zwitserland, blz. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

Inleiding

Dit syntheseverslag (SYR) van het zesde evaluatieverslag van de IPCC (AR6) geeft een samenvatting van de stand van de kennis over klimaatverandering, de wijdverbreide gevolgen en risico's ervan en de mitigatie van en aanpassing aan klimaatverandering. Het bevat de belangrijkste bevindingen van het zesde evaluatieverslag (AR6) op basis van de bijdragen van de drie werkgroepen¹ en de drie speciale verslagen.² De samenvatting voor beleidsmakers (SPM) bestaat uit drie delen: SPM.A Huidige status en trends, SPM.B Toekomstige klimaatverandering, risico's en langetermijnreacties, en SPM.C-reacties op de korte termijn.³

In dit verslag wordt de onderlinge afhankelijkheid van klimaat, ecosystemen, biodiversiteit en menselijke samenlevingen erkend; de waarde van diverse vormen van kennis; en de nauwe verbanden tussen aanpassing aan de klimaatverandering, mitigatie, gezondheid van ecosystemen, menselijk welzijn en duurzame ontwikkeling, en weerspiegelt de toenemende diversiteit van actoren die betrokken zijn bij klimaatactie.

Op basis van wetenschappelijk inzicht kunnen de belangrijkste bevindingen worden geformuleerd als feitelijke verklaringen of worden gekoppeld aan een beoordeeld vertrouwensniveau met behulp van de gekalibreerde taal van het IPCC.⁴

-
- 1 De drie bijdragen van de werkgroep aan AR6 zijn: AR6 Klimaatverandering 2021: de basis van de natuurkunde; AR6 Klimaatverandering 2022: Effecten, aanpassing en kwetsbaarheid; en AR6 Klimaatverandering 2022: mitigatie van klimaatverandering. Hun beoordelingen hebben betrekking op wetenschappelijke literatuur die uiterlijk op 31 januari 2021, 1 september 2021 en 11 oktober 2021 voor publicatie is aanvaard.
 - 2 De drie speciale verslagen zijn: opwarming van de aarde met 1,5 °C (2018): een speciaal verslag van de IPCC over de gevolgen van de opwarming van de aarde met 1,5 °C boven het pre-industriële niveau en de daarmee samenhangende mondiale broeikasgasemissietrajecten, in het kader van de versterking van de mondiale respons op de dreiging van klimaatverandering, duurzame ontwikkeling en inspanningen om armoede uit te bannen (SR1.5); Klimaatverandering en land (2019): een speciaal verslag van de IPCC over klimaatverandering, woestijnvorming, bodemdegradatie, duurzaam landbeheer, voedselzekerheid en broeikasgasstromen in terrestrische ecosystemen (SRCCL); en De oceaan en de cryosfeer in een veranderend klimaat (2019) (SROCC). De speciale verslagen hebben betrekking op wetenschappelijke literatuur die respectievelijk op 15 mei 2018, 7 april 2019 en 15 mei 2019 voor publicatie is aanvaard.
 - 3 Indit verslag wordt de korte termijn gedefinieerd als de periode tot 2040. De lange termijn wordt gedefinieerd als de periode na 2040.
 - 4 Elke bevinding is gebaseerd op een evaluatie van het onderliggende bewijs en de overeenstemming. De gekalibreerde taal van het IPCC gebruikt vijf qualificers om een niveau van vertrouwen uit te drukken: zeer laag, laag, middelhoog, hoog en zeer hoog, en cursief gedrukt, bijvoorbeeld middelhoog vertrouwen. De volgende termen worden gebruikt om de geschatte waarschijnlijkheid van een uitkomst of een resultaat aan te geven: vrijwel zekere waarschijnlijkheid van 99 tot 100 %, zeer waarschijnlijke waarschijnlijkheid van 90 tot 100 %, waarschijnlijke waarschijnlijkheid van 66 tot 100 %, waarschijnlijker dan niet > 50 tot 100 %, ongeveer even waarschijnlijk als niet 33 tot 66 %, onwaarschijnlijke waarschijnlijkheid van 0 tot 33 %, zeer onwaarschijnlijke waarschijnlijkheid van 0 tot 10 %, uitzonderlijk onwaarschijnlijke waarschijnlijkheid van 0 tot 1 %. Aanvullende voorwaarden (zeer waarschijnlijk 95-100 %; en uiterst onwaarschijnlijk 0-5 %) worden ook gebruikt wanneer dat passend is. Beoordeelde waarschijnlijkheid is typeset in cursief, bijv. zeer waarschijnlijk. Dit is in overeenstemming met AR5 en de andere AR6-rapporten.

A. Huidige status en trends

Waargenomen opwarming en de oorzaken ervan

A.1 Menselijke activiteiten, voornamelijk door de uitstoot van broeikasgassen, hebben ondubbelzinnig de opwarming van de aarde veroorzaakt, waarbij de mondiale oppervlaktetemperatuur in de periode 2011-2020 1,1 °C boven 1850-1900 bereikte. De wereldwijde uitstoot van broeikasgassen is blijven toenemen, met ongelijke historische en voortdurende bijdragen als gevolg van niet-duurzaam energiegebruik, landgebruik en veranderingen in landgebruik, levensstijlen en consumptie- en productiepatronen tussen regio's, tussen en binnen landen, en tussen individuen (hoge betrouwbaarheid). {2.1, Figuur 2.1, Figuur 2.2}

A.1.1 De mondiale oppervlaktetemperatuur was in de periode 2011-2020 1,09 [0,95⁵ tot 1,20] °C⁶ hoger dan in de periode 1850-1900, met grotere stijgingen boven land (1,59 [1,34 tot 1,83] °C) dan boven de oceaan (0,88 [0,68 tot 1,01] °C). De mondiale oppervlaktetemperatuur in de eerste twee decennia van de 21e eeuw (2001-2020) was 0,99 [0,84 tot 1,10] °C hoger dan 1850-1900. De wereldwijde oppervlaktetemperatuur is sinds 1970 sneller gestegen dan in elke andere periode van 50 jaar in ten minste de afgelopen 2000 jaar (hoge betrouwbaarheid). {2.1.1, figuur 2.1}

A.1.2 Het *waarschijnlijke* bereik van de totale door de mens veroorzaakte stijging van de mondiale oppervlaktetemperatuur van 1850-1900 tot 2010-2019⁷ is 0,8 °C tot 1,3 °C, met een beste schatting van 1,07 °C. In deze periode is het *waarschijnlijk* dat goed gemengde broeikasgassen (BKG's) bijdroegen aan een opwarming van 1,0 °C tot 2,0 °C,⁸ en andere menselijke drijfveren (voornamelijk aerosolen) bijdroegen aan een afkoeling van 0,0 °C tot 0,8 °C, natuurlijke (zonne- en vulkanische) drijfveren veranderden de mondiale oppervlaktetemperatuur met -0,1 °C tot +0,1 °C en de interne variabiliteit veranderde deze met -0,2 °C tot +0,2 °C. {2.1.1, figuur 2.1}

A.1.3 Waargenomen stijgingen van goed gemengde BKG-concentraties sinds ongeveer 1750 worden ondubbelzinnig veroorzaakt door BKG-emissies van menselijke activiteiten in deze periode. De historische cumulatieve netto CO₂-emissies tussen 1850 en 2019 bedroegen 2400 ± 240 GtCO₂, waarvan meer dan de helft (58 %) tussen 1850 en 1989 en ongeveer 42 % tussen 1990 en 2019 (*hoge betrouwbaarheid*). In 2019 waren de atmosferische CO₂-concentraties (410 deeltjes per miljoen) hoger dan ooit in ten minste 2 miljoen jaar (*hoge betrouwbaarheid*) en waren de concentraties methaan (1866 deeltjes per miljard) en distikstofoxide (332 delen per miljard) hoger dan ooit in ten minste 800.000 jaar (*zeer hoge betrouwbaarheid*). {2.1.1, figuur 2.1}

A.1.4 De wereldwijde netto antropogene broeikasgasemissies worden geraamd op 59 ± 6,6 GtCO₂-eq⁹ in 2019, ongeveer 12 % (6,5 GtCO₂-eq) hoger dan in 2010 en 54 % (21 GtCO₂-eq) hoger dan in 1990, waarbij het grootste aandeel en de grootste groei van de bruto broeikasgasemissies in CO₂ afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen en industriële processen (CO₂-FFI) gevolgd door methaan, terwijl de grootste relatieve groei plaatsvond in gefluoreerde gassen (F-gassen), te beginnen bij lage niveaus in 1990. De gemiddelde jaarlijkse broeikasgasemissies in de periode 2010-2019 waren hoger dan in enig eerder decennium, terwijl het groeitempo tussen 2010 en 2019 (1,3 % jr⁻¹) lager was dan dat tussen 2000 en 2009 (2,1 % jr⁻¹). In 2019 was ongeveer 79 % van de wereldwijde broeikasgasemissies afkomstig van de sectoren energie, industrie, vervoer en gebouwen samen en 22 %¹⁰ van landbouw, bosbouw en ander landgebruik (AFOLU). De emissiereducties in CO₂-FFI als gevolg van verbeteringen in de energie-intensiteit van het bbp en de koolstofintensiteit van energie zijn minder

5 De geraamde stijging van de mondiale oppervlaktetemperatuur sinds AR5 is voornamelijk toe te schrijven aan de verdere opwarming sinds 2003-2012 (0,19 [0,16 tot 0,22] °C). Bovendien hebben methodologische vooruitgang en nieuwe datasets gezorgd voor een vollediger ruimtelijke weergave van veranderingen in de oppervlaktetemperatuur, ook in het noordpoolgebied. Deze en andere verbeteringen hebben ook de schatting van de wereldwijde verandering van de oppervlaktetemperatuur met ongeveer 0,1 °C verhoogd, maar deze toename vertegenwoordigt geen extra fysieke opwarming sinds AR5.

6 Bereik dat over de gehele SPM wordt gegeven, vertegenwoordigt zeer waarschijnlijk bereik (5-95%), tenzij anders vermeld.

7 Het periodeverschil met A.1.1 komt voort uit het feit dat in de toeschrijvingsstudies rekening wordt gehouden met deze iets eerdere periode. De waargenomen opwarming tot 2010-2019 bedraagt 1,06 [0,88-1,21] °C.

8 De bijdragen van emissies aan de opwarming van de aarde in de periode 2010-2019 ten opzichte van de periode 1850-1900, beoordeeld op basis van studies naar stralingsforcering, zijn: CO₂ 0,8 [0,5 tot 1,2] °C; methaan 0,5 [0,3 tot 0,8] °C; distikstofoxide 0,1 [0,0 tot 0,2] °C en gefluoreerde gassen 0,1 [0,0 tot 0,2] °C. {2.1.1}

9 BKG-emissieaantallen worden gebruikt om emissies van verschillende broeikasgassen in een gemeenschappelijke eenheid uit te drukken. De geaggregeerde broeikasgasemissies in dit verslag worden vermeld in CO₂-equivalenten (CO₂-eq) met gebruikmaking van het aardopwarmingsvermogen met een tijdshorizon van 100 jaar (GWP100) met waarden op basis van de bijdrage van werkgroep I aan het AR6. De AR6 WGI- en WGIII-verslagen bevatten geactualiseerde emissieaantallen, evaluaties van verschillende aantallen met betrekking tot mitigatiedoelstellingen en een beoordeling van nieuwe benaderingen voor het aggregeren van gassen. De keuze van de maatstaf hangt af van het doel van de analyse en alle aantallen voor broeikasgasemissies hebben beperkingen en onzekerheden, aangezien zij de complexiteit van het fysieke klimaatstelsel en de reactie ervan op eerdere en toekomstige broeikasgasemissies vereenvoudigen. {2.1.1}

10 BKG-emissieniveaus worden afgerond op twee significante cijfers; als gevolg daarvan kunnen kleine verschillen in bedragen als gevolg van afronding optreden. {2.1.1}

geweest dan de emissiestijgingen als gevolg van de stijgende mondiale activiteitsniveaus in de industrie, de energievoorziening, het vervoer, de landbouw en de gebouwen. (hoge betrouwbaarheid) {2.1.1}

- A.1.5 Historische bijdragen van CO₂-emissies verschillen aanzienlijk van regio tot regio in termen van totale omvang, maar ook in termen van bijdragen aan CO₂-FFI en netto CO₂-emissies door landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw (CO₂- LULUCF). In 2019 woont ongeveer 35 % van de wereldbevolking in landen die meer dan 9 ton CO₂-equivalent per hoofd van de bevolking uitstoten¹¹ (exclusief CO₂-LULUCF), terwijl 41 % woont in landen die minder dan 3 ton CO₂-equivalent per hoofd van de bevolking uitstoten; een aanzienlijk deel daarvan heeft geen toegang tot moderne energiediensten. De minst ontwikkelde landen (MOL's) en kleine eilandstaten in ontwikkeling (SIDS) hebben veel lagere emissies per hoofd van de bevolking (respectievelijk 1,7 tCO₂-eq en 4,6 tCO₂-eq) dan het mondiale gemiddelde (6,9 tCO₂-eq), exclusief CO₂-LULUCF. De 10 % van de huishoudens met de hoogste emissies per hoofd van de bevolking draagt 34-45 % bij aan de wereldwijde op consumptie gebaseerde broeikasgasemissies van huishoudens, terwijl de onderste 50 % 13-15 % bijdraagt. (hoge betrouwbaarheid) {2.1.1, Figuur 2.2}

Waargenomen veranderingen en gevolgen

A.2 Wijdverspreide en snelle veranderingen in de atmosfeer, oceaan, cryosfeer en biosfeer hebben zich voorgedaan. Door de mens veroorzaakte klimaatverandering beïnvloedt al veel weer- en klimaatextremen in elke regio over de hele wereld. Dit heeft geleid tot wijdverbreide negatieve effecten en daarmee samenhangende verliezen en schade aan de natuur en de mens (hoog vertrouwen). Kwetsbare gemeenschappen die historisch gezien het minst hebben bijgedragen aan de huidige klimaatverandering worden onevenredig zwaar getroffen (hoog vertrouwen). {2.1, tabel 2.1, figuur 2.2, figuur 2.3} (figuur SPM.1)

- A.2.1 Het is eenduidig dat menselijke invloed de atmosfeer, de oceaan en het land heeft opgewarmd. Het mondiale gemiddelde zeeniveau is tussen 1901 en 2018 met 0,20 [0,15 tot 0,25] m gestegen. De gemiddelde zeespiegelstijging bedroeg 1,3 [0,6 tot 2,1] mm jr⁻¹ tussen 1901 en 1971, oplopend tot 1,9 [0,8 tot 2,9] mm jr⁻¹ tussen 1971 en 2006, en verder gestegen tot 3,7 [3,2 tot 4,2] mm jr⁻¹ tussen 2006 en 2018 (hoog vertrouwen). Menselijke invloed was zeer waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak van deze stijgingen sinds ten minste 1971. Bewijs van waargenomen veranderingen in extremen zoals hittegolven, zware neerslag, droogtes en tropische cyclonen, en in het bijzonder hun toeschrijving aan menselijke invloed, is verder versterkt sinds AR5. Menselijke invloed heeft waarschijnlijk de kans op samengestelde extreme gebeurtenissen sinds de jaren 1950 verhoogd, waaronder toename van de frequentie van gelijktijdige hittegolven en droogtes (hoog vertrouwen). {2.1.2, tabel 2.1, figuur 2.3, figuur 3.4} (figuur SPM.1)
- A.2.2 Ongeveer 3,3 tot 3,6 miljard mensen leven in een context die zeer kwetsbaar is voor klimaatverandering. De kwetsbaarheid van mens en ecosysteem is van elkaar afhankelijk. Regio's en mensen met aanzienlijke ontwikkelingsbeperkingen zijn zeer kwetsbaar voor klimaatrisico's. Toenemende extreme weers- en klimaatgebeurtenissen hebben miljoenen mensen blootgesteld aan acute voedselonzeekerheid¹² en verminderde waterzekerheid, met de grootste negatieve gevolgen die zijn waargenomen op veel locaties en/of gemeenschappen in Afrika, Azië, Midden- en Zuid-Amerika, MOL's, kleine eilanden en het Noordpoolgebied, en wereldwijd voor inheemse volkeren, kleinschalige voedselproducenten en huishoudens met een laag inkomen. Tussen 2010 en 2020 was de menselijke sterfte als gevolg van overstromingen, droogte en stormen 15 keer hoger in zeer kwetsbare regio's, vergeleken met regio's met een zeer lage kwetsbaarheid. (hoge betrouwbaarheid) {2.1.2, 4.4} (Figuur SPM.1)
- A.2.3 Klimaatverandering heeft aanzienlijke schade en steeds onomkeerbarere verliezen veroorzaakt in terrestrische, zoetwater-, cryosfeer-, kust- en open oceanecosystemen (hoog vertrouwen). Honderden lokale verliezen van soorten zijn veroorzaakt door een toename van de omvang van extreme hitte (hoge betrouwbaarheid) met massasterfte op het land en in de oceaan (zeer hoge betrouwbaarheid). De gevolgen voor sommige ecosystemen naderen onomkeerbaarheid, zoals de gevolgen van hydrologische veranderingen als gevolg van de terugtocht van gletsjers, of de veranderingen in sommige bergachtige (gemiddelde betrouwbaarheid) en Arctische ecosystemen die worden aangedreven door permafrostdooi (hoge betrouwbaarheid). {2.1.2, Figuur 2.3} (Figuur SPM.1)
- A.2.4 De klimaatverandering heeft de voedselzekerheid verminderd en de waterzekerheid aangetast, wat de inspanningen om de duurzameontwikkelingsdoelstellingen te verwezenlijken (hoog vertrouwen) in de weg staat. Hoewel de algemene productiviteit van de landbouw is toegenomen, heeft de klimaatverandering deze groei de afgelopen 50 jaar wereldwijd vertraagd (gemiddeld vertrouwen), met daarmee samenhangende negatieve gevolgen, voornamelijk in regio's met een gemiddelde en lage breedtegraad, maar positieve gevolgen in sommige

¹¹ Territoriale emissies.

¹² Acute voedselonzeekerheid kan op elk moment optreden met een ernst die levens, bestaansmiddelen of beide bedreigt, ongeacht de oorzaken, context of duur, als gevolg van schokken die determinanten van voedselzekerheid en voeding in gevaar brengen, en wordt gebruikt om de noodzaak van humanitaire actie te beoordelen. {2.1}

regio's met een hoge breedtegraad (hoog vertrouwen). De opwarming van de oceanen en de verzuring van de oceanen hebben de voedselproductie van de visserij en de schelpdieraquacultuur in sommige oceanische regio's negatief beïnvloed (hoog vertrouwen). Ongeveer de helft van de wereldbevolking ondervindt momenteel gedurende ten minste een deel van het jaar ernstige waterschaarste als gevolg van een combinatie van klimaatgerelateerde en niet-klimaatgerelateerde factoren (gemiddeld vertrouwen). {2.1.2, Figuur 2.3} (Figuur SPM.1)

- A.2.5 In alle regio's hebben toenames van extreme hittegebeurtenissen geleid tot mortaliteit en morbiditeit bij de mens (zeer hoge betrouwbaarheid). Het optreden van klimaatgerelateerde door voedsel en water overgedragen ziekten (zeer hoge betrouwbaarheid) en de incidentie van door vectoren overgedragen ziekten (hoge betrouwbaarheid) zijn toegenomen. In beoordeelde regio's worden sommige uitdagingen op het gebied van geestelijke gezondheid geassocieerd met stijgende temperaturen (hoog vertrouwen), trauma door extreme gebeurtenissen (zeer hoog vertrouwen) en verlies van bestaansmiddelen en cultuur (hoog vertrouwen). Klimaat- en weerextremen leiden in toenemende mate tot ontheemding in Afrika, Azië, Noord-Amerika (hoog vertrouwen) en Midden- en Zuid-Amerika (gemiddeld vertrouwen), waarbij kleine eilandstaten in het Caribisch gebied en de Stille Zuidzee onevenredig worden getroffen in verhouding tot hun kleine bevolkingsgrootte (hoog vertrouwen). {2.1.2, Figuur 2.3} (Figuur SPM.1)
- A.2.6 De klimaatverandering heeft wijdverbreide negatieve gevolgen en daarmee samenhangende verliezen en schade¹³ aan de natuur en mensen veroorzaakt, die ongelijk verdeeld zijn over systemen, regio's en sectoren. Economische schade als gevolg van klimaatverandering is vastgesteld in aan het klimaat blootgestelde sectoren, zoals landbouw, bosbouw, visserij, energie en toerisme. Individuele bestaansmiddelen zijn getroffen door bijvoorbeeld de vernietiging van huizen en infrastructuur, en verlies van eigendom en inkomen, menselijke gezondheid en voedselzekerheid, met negatieve gevolgen voor gender en sociale rechtvaardigheid. (hoge betrouwbaarheid) {2.1.2} (Figuur SPM.1)
- A.2.7 In stedelijke gebieden heeft de waargenomen klimaatverandering negatieve gevolgen gehad voor de menselijke gezondheid, de bestaansmiddelen en de belangrijkste infrastructuur. Hete extremen zijn geïntensiveerd in steden. Stedelijke infrastructuur, met inbegrip van vervoers-, water-, sanitaire en energiesystemen,¹⁴ is aangetast door extreme en trage gebeurtenissen, met economische verliezen, verstoringen van diensten en negatieve gevolgen voor het welzijn tot gevolg. De waargenomen negatieve effecten zijn geconcentreerd onder economisch en sociaal gemarginaliseerde stadsbewoners. (hoog vertrouwen) {2.1.2}

¹³ In dit verslag verwijst de term "verliezen en schade" naar negatieve waargenomen effecten en/of verwachte risico's en kan deze economisch en/of niet-economisch zijn (zie bijlage I: Woordenlijst).

¹⁴ Slow-onset events worden beschreven onder de klimaatimpactfactoren van de AR6 WGI en verwijzen naar de risico's en effecten die verband houden met bijvoorbeeld toenemende temperatuurmiddelen, woestijnvorming, afnemende neerslag, verlies van biodiversiteit, bodem- en bosdegradatie, ijsretraite en gerelateerde effecten, oceaanzuivering, zeespiegelstijging en verzilting. {2.1.2}

Negatieve effecten van door de mens veroorzaakte klimaatverandering zullen blijven toenemen

a) Waargenomen wijdverbreide en aanzienlijke gevolgen en daarmee samenhangende verliezen en schade als gevolg van klimaatverandering

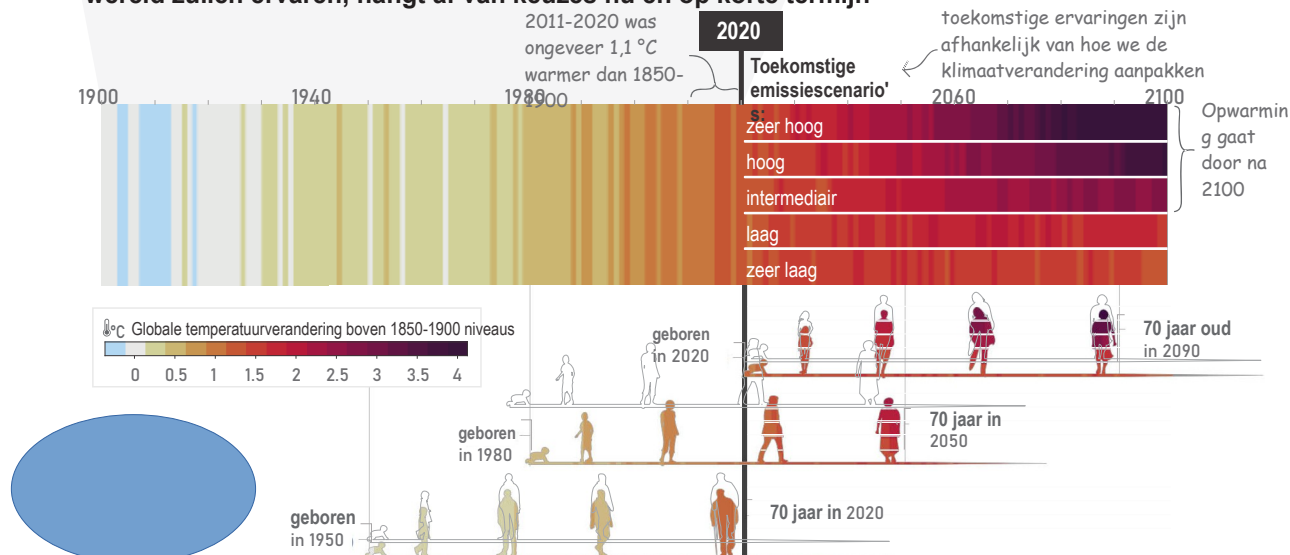
Besluitendheid van water en voedselproductie, gezondheid en welzijn



b) Impacts worden gedreven door veranderingen in meerdere fysieke klimatologische omstandigheden, die in toenemende mate worden toegeschreven aan menselijke invloed:



c) De mate waarin huidige en toekomstige generaties een heterere en andere wereld zullen ervaren, hangt af van keuzes nu en op korte termijn



Figuur SPM.1: (a) De klimaatverandering heeft wereldwijd reeds wijdverspreide gevolgen en daarmee samenhangende verliezen en schade aan menselijke systemen en veranderde ecosystemen op het land, in zoet water en in de oceanen veroorzaakt. De beschikbaarheid van fysiek water omvat de balans van water uit verschillende bronnen, waaronder grondwater, waterkwaliteit en de vraag naar water. Wereldwijde beoordelingen van geestelijke gezondheid en ontheemding weerspiegelen alleen beoordeelde regio's. De vertrouwensniveaus weerspiegelen de beoordeling van de toerekening van de waargenomen gevolgen voor de klimaatverandering. (b) Waargenomen effecten houden verband met fysieke klimaatveranderingen, waaronder vele die zijn toegeschreven aan menselijke invloed, zoals de geselecteerde getoonde klimaatimpact-drivers. De betrouwbaarheids- en waarschijnlijkheidsniveaus weerspiegelen de beoordeling van de toerekening van de waargenomen klimaatimpact-driver aan menselijke invloed. (c) **Waargenomen** (1900–2020) en verwachte (2021–2100) veranderingen in de mondiale oppervlaktetemperatuur (ten opzichte van 1850-1900), die verband houden met veranderingen in klimaatomstandigheden en -effecten, illustreren hoe het klimaat al is veranderd en zal veranderen gedurende de levensduur van drie representatieve generaties (geboren in 1950, 1980 en 2020). Voor scenario's met zeer lage (SSP1-1.9), lage (SSP1-2.6), intermediaire (SSP2-4.5), hoge (SSP3-7.0) en zeer hoge (SSP5-8.5) broeikasgasemissies worden toekomstige prognoses (2021-2100) van veranderingen in de mondiale oppervlaktetemperatuur getoond. Veranderingen in de jaarlijkse mondiale oppervlaktetemperaturen worden gepresenteerd als "klimaatstrepen", waarbij toekomstige prognoses de door de mens veroorzaakte langetermijntrends en voortdurende modulatie door natuurlijke variabiliteit laten zien (hier weergegeven met behulp van waargenomen niveaus van natuurlijke variabiliteit uit het verleden). Kleuren op de generatiepictogrammen komen overeen met de wereldwijde oppervlaktetemperatuurstrepen voor elk jaar, met segmenten op toekomstige pictogrammen die mogelijke toekomstige ervaringen onderscheiden. {2.1, 2.1.2, Figuur 2.1, Tabel 2.1, Figuur 2.3, Kruispuntvak.2, 3.1, Figuur 3.3, 4.1, 4.3} (Vak SPM.1)

Huidige vooruitgang op het gebied van aanpassing en lacunes en uitdagingen

A.3 In alle sectoren en regio's is vooruitgang geboekt met de planning en uitvoering van de aanpassing, met gedocumenteerde voordelen en uiteenlopende doeltreffendheid. Ondanks de vooruitgang bestaan er lacunes in de aanpassing aan de klimaatverandering en deze zullen in de huidige uitvoeringstempo's blijven toenemen. In sommige ecosystemen en regio's zijn harde en zachte grenzen voor aanpassing bereikt. In sommige sectoren en regio's is sprake van maladaptatie. De huidige mondiale geldstromen voor aanpassing zijn ontoereikend voor en beperken de uitvoering van aanpassingsopties, met name in ontwikkelingslanden (hoog vertrouwen). {2.2, 2.3}

A.3.1 In alle sectoren en regio's is vooruitgang geboekt op het gebied van aanpassingsplanning en -uitvoering, wat meerdere voordelen heeft opgeleverd (zeer groot vertrouwen). Het groeiende publieke en politieke bewustzijn van klimaat effecten en -risico's heeft ertoe geleid dat ten minste 170 landen en veel steden aanpassing hebben opgenomen in hun klimaatbeleid en planningsprocessen (hoog vertrouwen). {2.2.3}

A.3.2 Effectiviteit¹⁵ van adaptatie bij het verminderen van klimaatrisico's¹⁶ is gedocumenteerd voor specifieke contexten, sectoren en regio's (hoog vertrouwen). Voorbeelden van effectieve aanpassingsopties zijn: cultivarverbeteringen, waterbeheer en -opslag op het landbouwbedrijf, bodemvochtbehoud, irrigatie, agrobosbouw, gemeenschapsgebaseerde aanpassing, diversificatie op landbouw- en landschapsniveau in de landbouw, duurzame benaderingen van landbeheer, gebruik van agro-ecologische beginselen en praktijken en andere benaderingen die werken met natuurlijke processen (hoog vertrouwen). Op ecosystemen gebaseerde aanpassingsbenaderingen¹⁷ zoals stedelijke vergroening, herstel van wetlands en stroomopwaartse bosecosystemen zijn doeltreffend geweest in het verminderen van overstromingsrisico's en stedelijke warmte (hoog vertrouwen). Combinaties van niet-structurele maatregelen zoals systemen voor vroegtijdige waarschuwing en structurele maatregelen zoals dijken hebben het verlies aan mensenlevens in geval van overstromingen in het binnenland verminderd (gemiddeld vertrouwen). Aanpassingsopties zoals rampenrisicobeheer, systemen voor vroegtijdige waarschuwing, klimaatdiensten en sociale vangnetten zijn breed toepasbaar in meerdere sectoren (hoog vertrouwen). {2.2.3}

A.3.3 De meeste waargenomen adaptatieresponsen zijn gefragmenteerd, incrementeel,¹⁸ sectorspecifiek en ongelijk verdeeld over de regio's. Ondanks de vooruitgang bestaan er verschillen in aanpassing tussen sectoren en regio's en zullen deze blijven toenemen onder de huidige uitvoeringsniveaus, met de grootste verschillen in aanpassing onder lagere inkomensgroepen. (hoge betrouwbaarheid) {2.3.2}

A.3.4 Er zijn steeds meer aanwijzingen voor slechte aanpassing in verschillende sectoren en regio's. Maladaptatie treft vooral gemarginaliseerde en kwetsbare groepen. (hoge betrouwbaarheid) {2.3.2}

A.3.5 Kleine boeren en huishoudens in een aantal laaggelegen kustgebieden ondervinden momenteel zachte aanpassingsbeperkingen (gemiddeld vertrouwen) als gevolg van financiële, bestuurlijke, institutionele en beleidsmatige beperkingen (hoog vertrouwen). Sommige tropische, kust-, pool- en bergecosystemen hebben harde aanpassingslimieten bereikt (hoge betrouwbaarheid). Aanpassing voorkomt niet alle verliezen en schade,

¹⁵ Doeltreffendheid verwijst hier naar de mate waarin een aanpassingsoptie wordt verwacht of waargenomen om klimaatgerelateerde risico's te verminderen. {2.2.3}

¹⁶ Zie bijlage I: Woordenlijst. {2.2.3}

¹⁷ Ecosysteemgebaseerde adaptatie (EbA) wordt internationaal erkend onder het Verdrag inzake biologische diversiteit (CBD14/5). Een verwant concept is Nature-based Solutions (NbS), zie bijlage I: Woordenlijst.

¹⁸ Incrementele aanpassingen aan klimaatverandering worden opgevat als uitbreidingen van acties en gedragingen die de verliezen al verminderen of de voordelen van natuurlijke variaties in extreme weers-/klimaatgebeurtenissen vergroten. {2.3.2}

zelfs niet bij effectieve aanpassing en voordat zachte en harde grenzen worden bereikt (hoge betrouwbaarheid). {2.3.2}

- A.3.6 De belangrijkste belemmeringen voor aanpassing zijn beperkte middelen, een gebrek aan betrokkenheid van de particuliere sector en de burgers, onvoldoende mobilisatie van financiering (ook voor onderzoek), lage klimaatgeletterdheid, een gebrek aan politieke inzet, beperkt onderzoek en/of een trage en lage benutting van aanpassingswetenschap, en een laag gevoel van urgentie. Er zijn steeds grotere verschillen tussen de geraamde aanpassingskosten en de aan de aanpassing toegewezen financiering (hoog vertrouwen). De aanpassingsfinanciering is voornamelijk afkomstig uit publieke bronnen en een klein deel van de wereldwijde getraceerde klimaatfinanciering was gericht op aanpassing en een overweldigende meerderheid op mitigatie (zeer groot vertrouwen). Hoewel de wereldwijde getraceerde klimaatfinanciering sinds AR5 een opwaartse trend vertoont, zijn de huidige wereldwijde financiële stromen voor aanpassing, onder meer uit publieke en private financieringsbronnen, ontoereikend en beperken ze de uitvoering van aanpassingsopties, met name in ontwikkelingslanden (hoog vertrouwen). Negatieve klimaateffecten kunnen de beschikbaarheid van financiële middelen verminderen door verliezen en schade te lijden en door de nationale economische groei te belemmeren, waardoor de financiële beperkingen voor aanpassing verder toenemen, met name voor ontwikkelingslanden en de minst ontwikkelde landen (gemiddeld vertrouwen). {2.3.2, 2.3.3}

Kader SPM.1 Het gebruik van scenario's en gemodelleerde trajecten in het AR6-syntheseverslag

Gemodelleerde scenario's en trajecten¹⁹ worden gebruikt om toekomstige emissies, klimaatverandering, gerelateerde effecten en risico's en mogelijke mitigatie- en aanpassingsstrategieën te onderzoeken en zijn gebaseerd op een reeks aannames, waaronder sociaal-economische variabelen en mitigatieopties. Dit zijn kwantitatieve prognoses en geen voorspellingen of voorspellingen. Mondiale gemodelleerde emissietrajecten, met inbegrip van die op basis van kosteneffectieve benaderingen, bevatten regionaal gedifferentieerde aannames en resultaten, en moeten worden beoordeeld met zorgvuldige erkenning van deze aannames. De meesten maken geen expliciete veronderstellingen over mondiale billijkheid, milieurechtvaardigheid of intraregionale inkomensverdeling. Het IPCC is neutraal ten aanzien van de aannames die ten grondslag liggen aan de scenario's in de in dit rapport beoordeelde literatuur, die niet alle mogelijke futures bestrijken.²⁰ {Overkoepelend vak.2}

WGI beoordeelde de klimaatrespons op vijf illustratieve scenario's op basis van Shared Socio-economic Pathways (SSP's)²¹ die betrekking hebben op het bereik van mogelijke toekomstige ontwikkeling van antropogene factoren van klimaatverandering die in de literatuur worden gevonden. Bij scenario's met hoge en zeer hoge broeikasgasemissies (SSP3-7.0 en SSP5-8.5)²² is de CO₂-uitstoot tegen respectievelijk 2100 en 2050 ongeveer verdubbeld ten opzichte van het huidige niveau. In het tussentijdse broeikasgasemissiescenario (SSP2-4.5) blijven de CO₂-emissies tot het midden van de eeuw rond het huidige niveau. In de scenario's met zeer lage en lage broeikasgasemissies (SSP1-1.9 en SSP1-2.6) dalen de CO₂-emissies tot netto nul rond respectievelijk 2050 en 2070, gevolgd door uiteenlopende niveaus van netto negatieve CO₂-emissies. Daarnaast²³ werden representatieve concentratietrajecten (RCP's) door de WGI en de WGII gebruikt om regionale klimaatveranderingen, effecten en risico's te beoordelen. In WGIII werd een groot aantal mondiale gemodelleerde emissietrajecten beoordeeld, waarvan 1202 trajecten werden gecategoriseerd op basis van de beoordeelde opwarming van de aarde in de 21e eeuw; De categorieën variëren van trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C met een waarschijnlijkheid van meer dan 50 % (waarvan meer dan 50 % in dit verslag wordt vermeld) zonder of met beperkte overschrijding (C1) tot trajecten die meer dan 4 °C (C8) bedragen. {Overkoepelend vak.2} (vak SPM.1, tabel 1)

Global warming levels (GWL's) ten opzichte van 1850-1900 worden gebruikt om de beoordeling van klimaatverandering en de daarmee samenhangende effecten en risico's te integreren, aangezien patronen van veranderingen voor veel variabelen bij een bepaalde GWL gemeenschappelijk zijn voor alle beschouwde scenario's en onafhankelijk zijn van het tijdstip waarop dat niveau wordt bereikt. {Overkoepelend vak.2}

19 In de literatuur worden de termen trajecten en scenario's door elkaar gebruikt, waarbij eerstgenoemde vaker worden gebruikt in verband met klimaatdoelstellingen. WGI gebruikte voornamelijk de term scenario's en WGIII gebruikte meestal de term gemodelleerde emissie- en mitigatietrajecten. De SYR maakt voornamelijk gebruik van scenario's wanneer wordt verwezen naar WGI en gemodelleerde emissie- en mitigatietrajecten wanneer wordt verwezen naar WGIII.

20 Ongeveer de helft van alle gemodelleerde mondiale emissietrajecten gaat uit van kosteneffectieve benaderingen die wereldwijd gebaseerd zijn op opties voor de beperking/reductie van de laagste kosten. De andere helft kijkt naar bestaand beleid en regionaal en sectoraal gedifferentieerde acties.

21 SSP-gebaseerde scenario's worden SSPx-y genoemd, waarbij "SSPx" verwijst naar het gedeelde sociaaleconomische traject waarin de sociaal-economische trends worden beschreven die aan de scenario's ten grondslag liggen, en "y" verwijst naar het niveau van stralingsforcering (in watt per vierkante meter, of W m⁻²) als gevolg van het scenario in het jaar 2100. {Overkoepelend vak.2}

22 Zeer hoge emissiescenario's zijn minder waarschijnlijk geworden, maar kunnen niet worden uitgesloten. Warmteniveaus > 4 °C kunnen het gevolg zijn van zeer hoge emissiescenario's, maar kunnen ook het gevolg zijn van lagere emissiescenario's als de klimaatgevoeligheid of koolstofcyclusfeedbacks hoger zijn dan de beste schatting. {3.1.1}

23 Op RCP gebaseerde scenario's worden RCPy genoemd, waarbij "y" verwijst naar het niveau van radiatieve forcering (in watt per vierkante meter, of W m⁻²) als gevolg van het scenario in het jaar 2100. De SSP-scenario's bestrijken een breder scala aan toekomstige broeikasgas- en luchtverontreinigende stoffen dan de RCP's. Ze zijn vergelijkbaar, maar niet identiek, met verschillen in concentratietrajecten. De totale effectieve stralingsforcering is doorgaans hoger voor de SSP's in vergelijking met de RCP's met hetzelfde label (gemiddelde betrouwbaarheid). {Overkoepelend vak.2}

Vak SPM.1, tabel 1: Beschrijving en relatie van scenario's en gemodelleerde trajecten die in de rapporten van de AR6-werkgroep in aanmerking zijn genomen. {Cross-Section Box.2 Figuur 1}

Categorie in WGIII	Beschrijving van de categorie	BKG-emissiescenario's (SSPx-y*) in WGI & WGII	RCPy** in WGI & WGII
C1	de opwarming beperken tot 1,5 °C (>50 %) zonder of met beperkte overschrijding***	Zeër laag (SSP1-1.9)	
C2	weer opwarmen tot 1,5 °C (>50%) na een hoge overschrijding***		
C3	beperking van de opwarming tot 2 °C (> 67%)	Laag (SSP1-2.6)	RCP2.6
C4	de opwarming beperken tot 2 °C (>50 %)		
C5	de opwarming beperken tot 2,5 °C (>50 %)		
C6	de opwarming beperken tot 3 °C (>50 %)	Gemiddeld (SSP2-4.5)	RCP 4.5
C7	de opwarming beperken tot 4 °C (>50 %)	Hoog (SSP3-7.0)	
C8	een opwarming van meer dan 4 °C (>50 %)	Zeër hoog (SSP5-8.5)	RCP 8.5

* Zie voetnoot 21 voor de SSPx-y terminologie.

** Zie voetnoot 23 voor de terminologie van RCPy.

*** Beperkte overschrijding verwijst naar het overschrijden van de opwarming van de aarde met 1,5 °C tot ongeveer 0,1 °C, hoge overschrijding met 0,1 °C-0,3 °C, in beide gevallen tot enkele decennia.

Huidige vooruitgang, lacunes en uitdagingen op het gebied van mitigatie

A.4 Het beleid en de wetgeving inzake mitigatie zijn sinds AR5 consequent uitgebreid. De wereldwijde broeikasgasemissies in 2030, die worden geïmpliceerd door nationaal bepaalde bijdragen (NDC's) die in oktober 2021 zijn aangekondigd, maken het waarschijnlijk dat de opwarming in de 21e eeuw meer dan 1,5 °C zal bedragen en het moeilijker zal maken om de opwarming tot minder dan 2 °C te beperken. Er zijn lacunes tussen de verwachte emissies van uitgevoerd beleid en die van NDC's en de financieringsstromen die niet voldoen aan de niveaus die nodig zijn om de klimaatdoelstellingen in alle sectoren en regio's te halen. (hoge betrouwbaarheid) {2.2, 2.3, Figuur 2.5, Tabel 2.2}

A.4.1 Het UNFCCC, het Protocol van Kyoto en de Overeenkomst van Parijs ondersteunen stijgende nationale ambitieniveaus. De Overeenkomst van Parijs, die in het kader van het UNFCCC is aangenomen en waaraan bijna iedereen deelneemt, heeft geleid tot beleidsontwikkeling en het vaststellen van doelstellingen op nationaal en subnationaal niveau, met name op het gebied van mitigatie, alsook tot meer transparantie van klimaatactie en -ondersteuning (gemiddeld vertrouwen). Veel regelgevings- en economische instrumenten zijn al met succes ingezet (hoog vertrouwen). In veel landen heeft het beleid de energie-efficiëntie verbeterd, de ontbossing teruggedrongen en de uitrol van technologie versneld, wat heeft geleid tot vermeden en in sommige gevallen verminderde of verwijderde emissies (hoog vertrouwen). Meerdere bewijslijnen suggereren dat mitigatiebeleid heeft geleid tot verschillende²⁴ Gt CO₂-eq yr⁻¹ van vermeden wereldwijde emissies (gemiddeld vertrouwen). Ten minste 18 landen hebben²⁵ al langer dan tien jaar een absolute op productie gebaseerde broeikasgas- en consumptiegebaseerde CO₂-reductie doorgemaakt. Deze reducties hebben de wereldwijde emissiegroei slechts gedeeltelijk gecompenseerd (hoog vertrouwen). {2.2.1, 2.2.2}

A.4.2 Verschillende mitigatieopties, met name zonne-energie, windenergie, elektrificatie van stedelijke systemen, stedelijke groene infrastructuur, energie-efficiëntie, beheer aan de vraagzijde, beter bos- en gewas-/graslandbeheer en minder voedselverspilling en -verlies, zijn technisch haalbaar, worden steeds kosteneffectiever en worden over het algemeen ondersteund door het publiek. Van 2010 tot 2019 zijn de kosten per eenheid van zonne-energie (85%), windenergie (55%) en lithium-ionbatterijen (85%) voortdurend gedaald en is de inzet ervan sterk toegenomen, bijvoorbeeld >10 × voor zonne-energie en >100 × voor elektrische voertuigen (EV's), die sterk variëren tussen regio's. De mix van beleidsinstrumenten die de kosten hebben verlaagd en de invoering hebben gestimuleerd, omvat openbare O&O, financiering voor demonstratie- en proefprojecten en instrumenten om de vraag aan te trekken, zoals uitrolsubsidies om schaalgrootte te bereiken. Het in stand houden van emissie-intensieve systemen kan in sommige regio's en sectoren duurder zijn dan de overgang naar emissiearme systemen. (hoge betrouwbaarheid) {2.2.2, Figuur 2.4}

24 Ten minste 1,8 GtCO₂-eq jaar⁻¹ kan administratief worden verwerkt door afzonderlijke ramingen voor de effecten van economische en regelgevingsinstrumenten te aggregeren. Toenemende aantallen wetten en uitvoeringsbesluiten hebben gevolgen gehad voor de wereldwijde emissies en zouden in 2016 naar schatting leiden tot 5,9 GtCO₂-eq jaar⁻¹ minder emissies dan anders het geval zou zijn geweest. (gemiddelde betrouwbaarheid) {2.2.2}

25 De verminderingen hielden verband met het koolstofvrij maken van de energievoorziening, de verbetering van de energie-efficiëntie en de vermindering van de vraag naar energie, die het gevolg waren van zowel beleidsmaatregelen als veranderingen in de economische structuur (hoog vertrouwen). {2.2.2}

- A.4.3 Er bestaat een aanzienlijke “emissiekloof” tussen de mondiale broeikasgasemissies in 2030 in verband met de uitvoering van vóór de COP26 aangekondigde NDC’s²⁶ en die in verband met gemodelleerde mitigatietrajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (>50 %) zonder of met beperkte overschrijding of beperking van de opwarming tot 2 °C (>67 %), uitgaande van onmiddellijke actie (hoog vertrouwen). Dit zou het waarschijnlijk maken dat de opwarming in de 21e eeuw meer dan 1,5 °C zal bedragen (hoog vertrouwen). Mondiale gemodelleerde mitigatietrajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (>50 %) zonder of met beperkte overschrijding of beperking van de opwarming tot 2 °C (>67 %), ervan uitgaande dat onmiddellijke actie dit decennium een diepe wereldwijde reductie van broeikasgasemissies impliceert (hoog vertrouwen) (zie SPM Box 1, tabel 1, B.6).²⁷ Gemodelleerde trajecten die consistent zijn met de NDC’s die vóór de COP26 tot 2030 zijn aangekondigd en die daarna geen verhoging van de ambitie veronderstellen, hebben hogere emissies, wat leidt tot een mediane opwarming van de aarde van 2,8 [2,1 tot 3,4] °C tegen 2100 (gemiddeld vertrouwen). Veel landen hebben aangegeven voornemens te zijn om tegen ongeveer het midden van de eeuw broeikasgas- of CO₂-neutraliteit te bereiken, maar de toezeggingen verschillen van land tot land wat betreft reikwijdte en specificiteit, en er is tot op heden beperkt beleid om deze te verwezenlijken. {2.3.1, tabel 2.2, figuur 2.5, tabel 3.1, 4.1}
- A.4.4 De beleidsdekking is ongelijk verdeeld over de sectoren (hoog vertrouwen). Beleid dat tegen eind 2020 ten uitvoer wordt gelegd, zal naar verwachting leiden tot hogere mondiale broeikasgasemissies in 2030 dan de emissies die door de NDC’s worden geïmpliceerd, wat wijst op een “implementatiekloof” (hoog vertrouwen). Zonder een versterking van het beleid wordt tegen 2100 een opwarming van de aarde van 3,2 [2,2 tot 3,5] °C verwacht (gemiddeld vertrouwen). {2.2.2, 2.3.1, 3.1.1, figuur 2.5} (vak SPM.1, figuur SPM.5)
- A.4.5 De invoering van emissiearme technologieën loopt in de meeste ontwikkelingslanden achter, met name in de minst ontwikkelde landen, deels als gevolg van beperkte financiering, technologische ontwikkeling en overdracht, en capaciteit (gemiddeld vertrouwen). De omvang van de klimaatfinancieringsstromen is de afgelopen tien jaar toegenomen en de financieringskanalen zijn verbreed, maar de groei is sinds 2018 vertraagd (hoog vertrouwen). De financiële stromen hebben zich heterogeen ontwikkeld tussen regio’s en sectoren (hoog vertrouwen). De publieke en particuliere financieringsstromen voor fossiele brandstoffen zijn nog steeds groter dan die voor klimaatadaptatie en -mitigatie (hoog vertrouwen). De overgrote meerderheid van de getraceerde klimaatfinanciering is gericht op mitigatie, maar blijft niettemin achter bij de niveaus die nodig zijn om de opwarming te beperken tot minder dan 2 °C of tot 1,5 °C in alle sectoren en regio’s (zie C7.2) (zeer groot vertrouwen). In 2018 lagen de publieke en publiekelijk gemobiliseerde particuliere klimaatfinancieringsstromen van ontwikkelde naar ontwikkelingslanden onder de collectieve doelstelling in het kader van het UNFCCC en de Overeenkomst van Parijs om tegen 2020 100 miljard USD per jaar te mobiliseren in de context van zinvolle mitigatiemaatregelen en transparantie bij de uitvoering (gemiddeld vertrouwen). {2.2.2, 2.3.1, 2.3.3}

26 Vanwege de sluitingsdatum van de literatuur van WGIII worden de aanvullende NDC’s die na 11 oktober 2021 zijn ingediend, hier niet beoordeeld. {Voetnoot 32 in het Langere Rapport}

27 De geraamde broeikasgasemissies in 2030 bedragen 50 (47-55) GtCO₂-eq als alle voorwaardelijke NDC-elementen in aanmerking worden genomen. Zonder voorwaardelijke elementen zullen de wereldwijde emissies naar verwachting ongeveer gelijk zijn aan de gemodelleerde niveaus van 2019 op 53 (50-57) GtCO₂-eq. {2.3.1, tabel 2.2}

Toekomstige klimaatverandering, risico's en langetermijnreacties

Toekomstige klimaatverandering

B.1 Voortdurende broeikasgasemissies zullen leiden tot een toename van de opwarming van de aarde, met de beste schatting om op korte termijn 1,5 °C te bereiken in weloverwogen scenario's en gemodelleerde trajecten. Elke toename van de opwarming van de aarde zal meerdere en gelijktijdige gevaren intensiveren (hoog vertrouwen). Diepgaande, snelle en aanhoudende verminderingen van de uitstoot van broeikasgassen zouden leiden tot een waarneembare vertraging van de opwarming van de aarde binnen ongeveer twee decennia, en ook tot waarneembare veranderingen in de atmosferische samenstelling binnen een paar jaar (hoog vertrouwen). {Overkoepelende vakjes 1 en 2, 3.1, 3.3, tabel 3.1, figuur 3.1, 4.3} (figuur SPM.2, vak SPM.1)

B.1.1 De opwarming van de aarde²⁸ zal op korte termijn (2021-2040) blijven toenemen, voornamelijk als gevolg van de toegenomen cumulatieve CO₂-emissies in bijna alle beschouwde scenario's en gemodelleerde trajecten. Op korte termijn zal de opwarming van de aarde waarschijnlijk 1,5 °C bereiken, zelfs in het scenario met zeer lage broeikasgasemissies (SSP1-1.9), en waarschijnlijk hoger dan 1,5 °C in scenario's met hogere emissies. In de onderzochte scenario's en gemodelleerde trajecten liggen de beste schattingen van het tijdstip waarop het niveau van de opwarming van de aarde met 1,5 °C wordt bereikt, op korte termijn.²⁹ De opwarming van de aarde daalt tegen het einde van de 21e eeuw weer tot onder de 1,5 °C in sommige scenario's en gemodelleerde trajecten (zie B.7). De beoordeelde klimaatrespons op BKG-emissiesscenario's resulteert in een beste schatting van de opwarming voor 2081-2100, die varieert van 1,4 °C voor een scenario met zeer lage BKG-emissies (SSP1-1.9) tot 2,7 °C voor een tussentijds BKG-emissiesscenario (SSP2-4.5) en 4,4 °C voor een scenario³⁰ met zeer hoge BKG-emissies (SSP5-8.5), met kleinere onzekerheidsmarges³¹ dan voor overeenkomstige scenario's in AR5. {Overkoepelende vakken 1 en 2, 3.1.1, 3.3.4, tabel 3.1, 4.3} (vak SPM.1)

B.1.2 Onderscheidbare verschillen in trends in de mondiale oppervlaktetemperatuur tussen contrasterende scenario's voor broeikasgasemissies (SSP1-1.9 en SSP1-2.6 vs. SSP3-7.0 en SSP5-8.5) zouden³² binnen ongeveer 20 jaar uit natuurlijke variabiliteit ontstaan. In deze contrasterende scenario's zouden binnen jaren waarneembare effecten ontstaan voor broeikasgasconcentraties en eerder voor verbeteringen van de luchtkwaliteit, als gevolg van de gecombineerde gerichte controles op luchtverontreiniging en sterke en aanhoudende reducties van methaanemissies. Gerichte reducties van emissies van luchtverontreinigende stoffen leiden binnen jaren tot snellere verbeteringen van de luchtkwaliteit in vergelijking met alleen reducties van broeikasgasemissies, maar op de lange termijn worden verdere verbeteringen verwacht in scenario's waarin inspanningen om zowel luchtverontreinigende stoffen als broeikasgasemissies te verminderen worden gecombineerd.³³ (hoge betrouwbaarheid) {3.1.1} (Box SPM.1)

B.1.3 Voortdurende emissies zullen verder van invloed zijn op alle belangrijke onderdelen van het klimaatstelsel. Met elke extra toename van de opwarming van de aarde, blijven veranderingen in extremen groter worden. Voortdurende opwarming van de aarde zal naar verwachting de wereldwijde watercyclus verder intensiveren, met inbegrip van de variabiliteit ervan, wereldwijde moessonnerslag en zeer natte en zeer droge weer- en klimaatgebeurtenissen en -seizoenen (hoog vertrouwen). In scenario's met toenemende CO₂-emissies zullen natuurlijke koolstofputten op het land en in de oceanen naar verwachting een afnemend deel van deze emissies in

28 Opwarming van de aarde (zie bijlage I: Woordenlijst) wordt hier gerapporteerd als lopende 20-jaargemiddelden, tenzij anders vermeld, ten opzichte van 1850-1900. Wereldwijde oppervlaktetemperatuur in een enkel jaar kan variëren boven of onder de lange termijn door de mens veroorzaakte trend, als gevolg van natuurlijke variabiliteit. De interne variabiliteit van de mondiale oppervlaktetemperatuur in één jaar wordt geschat op ongeveer ± 0,25 °C (5-95% bereik, hoge betrouwbaarheid). Het optreden van individuele jaren met een wereldwijde verandering van de oppervlaktetemperatuur boven een bepaald niveau betekent niet dat dit niveau van opwarming van de aarde is bereikt. {4.3, Kruispuntvak.2}

29 Het mediane interval van vijf jaar waarbinnen een aardopwarmingsniveau van 1,5 °C wordt bereikt (waarschijnlijkheid van 50 %) in categorieën van gemodelleerde trajecten die in WGIII in aanmerking worden genomen, is 2030-2035. Tegen 2030 zou de mondiale oppervlaktetemperatuur in elk afzonderlijk jaar hoger kunnen zijn dan 1,5 °C ten opzichte van 1850-1900, met een waarschijnlijkheid tussen 40 en 60 %, in de vijf scenario's die in WGI zijn beoordeeld (gemiddelde betrouwbaarheid). In alle scenario's die in de WGI in aanmerking worden genomen, met uitzondering van het scenario met zeer hoge emissies (SSP5-8.5), ligt het middelpunt van de eerste lopende gemiddelde periode van 20 jaar waarin de beoordeelde gemiddelde wereldwijde verandering van de oppervlaktetemperatuur 1,5 °C bereikt, in de eerste helft van de jaren 2030. In het scenario met zeer hoge broeikasgasemissies ligt het middelpunt aan het eind van de jaren 2020. {3.1.1, 3.3.1, 4.3} (kader SPM.1)

30 De beste schattingen [en zeer waarschijnlijke marges] voor de verschillende scenario's zijn: 1,4 [1,0 tot 1,8] °C (SSP1-1.9); 1,8 [1,3 tot 2,4] °C (SSP1-2.6); 2,7 [2,1 tot 3,5] °C (SSP2-4.5); 3,6 [2,8 tot 4,6] °C (SSP3-7.0); en 4,4 [3,3 tot 5,7] °C (SSP5-8.5). {3.1.1} (Vak SPM.1)

31 Beoordeelde toekomstige veranderingen in de mondiale oppervlaktetemperatuur zijn voor het eerst geconstrueerd door multimodelprojecties te combineren met observatiebeperkingen en de beoordeelde evenwichtsklimaatgevoeligheid en voorbijgaande klimaatrespons. Het onzekerheidsbereik is kleiner dan in de AR5 dankzij verbeterde kennis van klimaatprocessen, paleoklimaatbewijs en op modellen gebaseerde opkomende beperkingen. {3.1.1}

32 Zie bijlage I: Woordenlijst. Natuurlijke variabiliteit omvat natuurlijke drivers en interne variabiliteit. De belangrijkste interne variabiliteitsverschijnselen zijn El Niño-Southern Oscillation, Pacific Decadal Variability en Atlantic Multi-decadal Variability. {4.3}

33 Op basis van aanvullende scenario's.

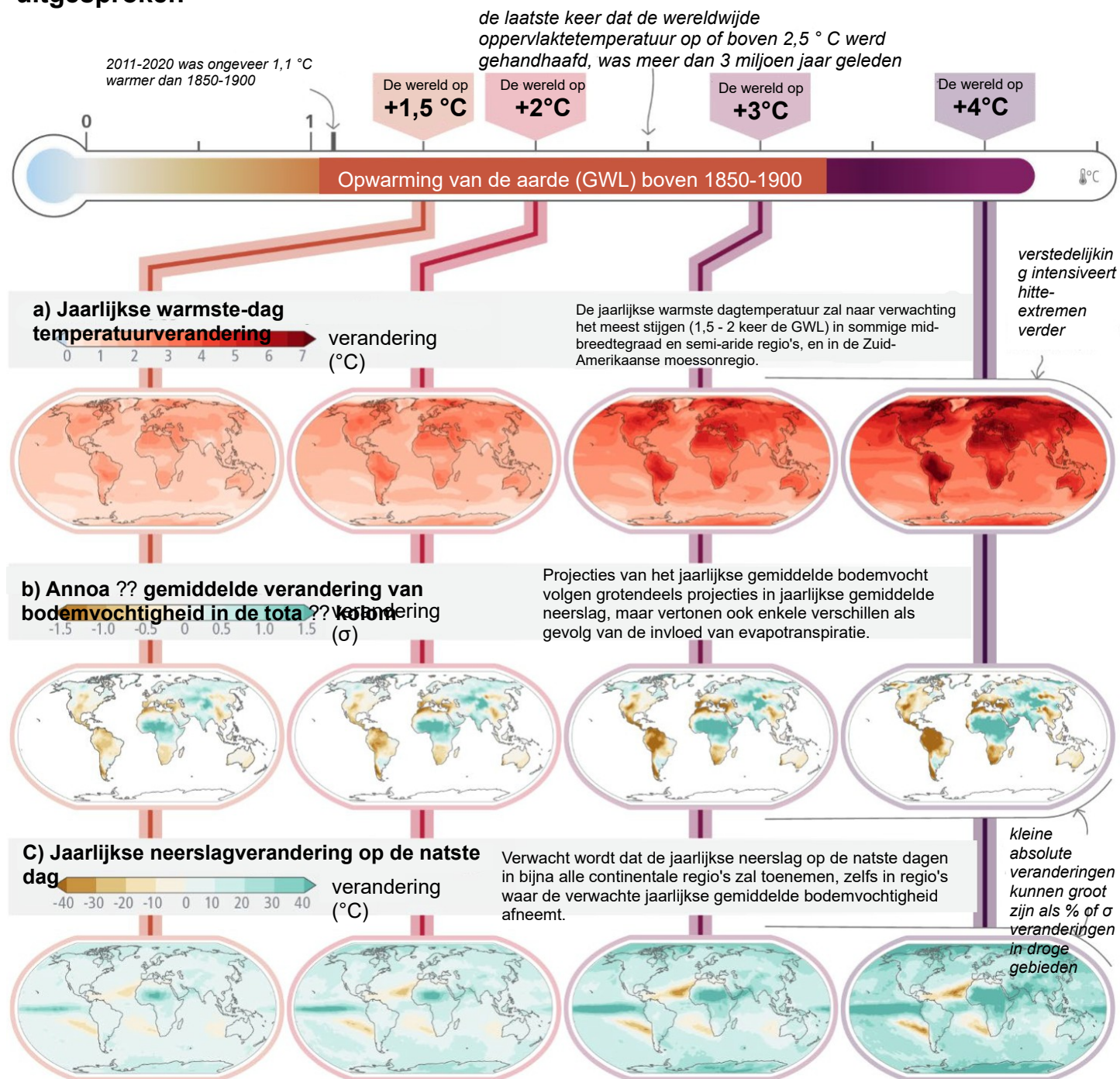
beslag nemen (hoge betrouwbaarheid). Andere verwachte veranderingen zijn verder verminderde omvang en / of volumes van bijna alle cryosferische elementen³⁴ (hoge betrouwbaarheid), verdere wereldwijde gemiddelde zeespiegelstijging (vrijwel zeker), en verhoogde oceaanzuring (vrijwel zeker) en deoxygenatie (hoge betrouwbaarheid). {3.1.1, 3.3.1, Figuur 3.4} (Figuur SPM.2)

- B.1.4 Met verdere opwarming zal elke regio naar verwachting steeds meer gelijktijdige en meervoudige veranderingen ervaren in klimaatimpact-drivers. Samengestelde hittegolven en droogtes zullen naar verwachting vaker voorkomen, inclusief gelijktijdige gebeurtenissen op meerdere locaties (hoog vertrouwen). Als gevolg van de relatieve zeespiegelstijging zullen de huidige 1-in-100 jaar extreme zeespiegelgebeurtenissen naar verwachting ten minste jaarlijks plaatsvinden in meer dan de helft van alle getijmeterlocaties tegen 2100 in alle beschouwde scenario's (hoge betrouwbaarheid). Andere verwachte regionale veranderingen zijn onder meer de intensivering van tropische cyclonen en/of extratropische stormen (gemiddelde betrouwbaarheid) en stijgingen van de droogte en het brandweer (gemiddelde tot hoge betrouwbaarheid). {3.1.1, 3.1.3}
- B.1.5 Natuurlijke variabiliteit zal door de mens veroorzaakte klimaatveranderingen blijven moduleren, waardoor de verwachte veranderingen worden afgezwakt of versterkt, met weinig effect op de opwarming van de aarde op honderdjarige schaal (hoog vertrouwen). Deze modulaties zijn belangrijk om in overweging te nemen bij de aanpassingsplanning, met name op regionale schaal en op korte termijn. Als er een grote explosieve vulkaanuitbarsting zou plaatsvinden,³⁵ zou deze de door de mens veroorzaakte klimaatverandering tijdelijk en gedeeltelijk maskeren door de wereldwijde oppervlaktetemperatuur en neerslag gedurende één tot drie jaar te verlagen (gemiddeld vertrouwen). {4.3}

³⁴ Permafrost, seizoensgebonden sneeuwbedekking, gletsjers, de Groenlandse en Antarctische ijsplaten en Arctisch zee-ijs.

³⁵ Op basis van 2500 jaar durende reconstructies komen er gemiddeld twee keer per eeuw uitbarstingen voor met een stralingsforcering die negatiever is dan -1 W m^{-2} , gerelateerd aan het stralingseffect van vulkanische stratosferische aerosolen in de literatuur die in dit rapport wordt beoordeeld. {4.3}

Met elke toename van de opwarming van de aarde worden regionale veranderingen in het gemiddelde klimaat en extremen meer wijdverspreid en uitgesproken



Figuur SPM.2: Verwachte veranderingen van de jaarlijkse maximale dagelijkse maximumtemperatuur, het jaarlijkse gemiddelde van de totale bodemvochtigheid in de kolom en de jaarlijkse maximale neerslag gedurende één dag bij een opwarming van de aarde van 1,5 °C, 2 °C, 3 °C en 4 °C ten opzichte van 1850-1900. Geprojecteerde a) jaarlijkse maximale dagelijkse temperatuurverandering (°C), b) jaarlijkse gemiddelde totale bodemvochtigheidsverandering in de kolom (standaardafwijking), c) jaarlijkse maximale neerslagverandering van één dag (%). De panelen tonen CMIP6 multi-model mediane veranderingen. In panelen b) en c) kunnen grote positieve relatieve veranderingen in droge gebieden overeenkomen met kleine absolute veranderingen. In paneel b) is de eenheid de standaardafwijking van de jaarlijkse variabiliteit van het bodemvocht in de periode 1850-1900. Standaarddeviatie is een veelgebruikte maatstaf voor de ernst van droogte. Een verwachte vermindering van het gemiddelde bodemvocht met één standaardafwijking komt overeen met de bodemvochtigheidsomstandigheden die kenmerkend zijn voor droogten die zich ongeveer om de zes jaar in de periode 1850-1900 hebben voorgedaan. De interactieve atlas van de WGI (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>) kan worden gebruikt om aanvullende veranderingen in het klimaatstelsel te onderzoeken in de verschillende niveaus van de opwarming van de aarde die in deze figuur worden weergegeven. {Figuur 3.1, Kruispuntvak.2}

Gevolgen van klimaatverandering en klimaatgerelateerde risico's

B.2 Voor elk toekomstig opwarmingsniveau zijn veel klimaatgerelateerde risico's hoger dan in AR5 is beoordeeld en zijn de verwachte langetermijneffecten tot meerdere malen hoger dan momenteel wordt waargenomen (hoog vertrouwen). Risico's en verwachte negatieve effecten en daarmee samenhangende verliezen en schade door klimaatverandering escaleren met elke toename van de opwarming van de aarde (zeer hoge betrouwbaarheid). Klimaat- en niet-klimaatrisico's zullen steeds meer op elkaar inwerken, waardoor samengestelde en trapsgewijze risico's ontstaan die complexer en moeilijker te beheersen zijn (hoog vertrouwen). {Cross-Section Box.2, 3.1, 4.3, Figuur 3.3, Figuur 4.3} (Figuur SPM.3, Figuur SPM.4)

B.2.1 Op korte termijn zal elke regio in de wereld naar verwachting te maken krijgen met een verdere toename van de klimaatrisico's (gemiddeld tot hoog vertrouwen, afhankelijk van regio en gevaar), waardoor meerdere risico's voor ecosystemen en mensen zullen toenemen (zeer hoog vertrouwen). Hazards and associated risks expected in the near term include an increase in heat-related human mortality and morbidity (high confidence), food-borne, water-borne, and vector-borne diseases (high confidence), and mental health challenges³⁶ (very high confidence), flooding in coastal and other low-lying cities and regions (high confidence), biodiversity loss in land, freshwater and ocean ecosystems (medium to very high confidence, depending on ecosystem), and a decrease in food production in some regions (high confidence). Cryosfeergerelateerde veranderingen in overstromingen, aardverschuivingen en de beschikbaarheid van water kunnen in de meeste berggebieden ernstige gevolgen hebben voor mensen, infrastructuur en de economie (hoog vertrouwen). De verwachte toename van de frequentie en intensiteit van zware neerslag (hoge betrouwbaarheid) zal de door regen gegenereerde lokale overstromingen doen toenemen (gemiddeld vertrouwen). {Figuur 3.2, Figuur 3.3, 4.3, Figuur 4.3} (Figuur SPM.3, Figuur SPM.4)

B.2.2 Risico's en verwachte negatieve effecten en daarmee samenhangende verliezen en schade als gevolg van klimaatverandering zullen met elke toename van de opwarming van de aarde (zeer hoge betrouwbaarheid) escaleren. Ze zijn hoger voor de opwarming van de aarde van 1,5 °C dan nu, en zelfs hoger bij 2 °C (hoge betrouwbaarheid). In vergelijking met AR5 worden de mondiale geaggregeerde risiconiveaus³⁷ (Redenen voor bezorgdheid)³⁸ beoordeeld als hoog tot zeer hoog bij lagere niveaus van opwarming van de aarde als gevolg van recent bewijs van waargenomen effecten, verbeterd procesbegrip en nieuwe kennis over blootstelling en kwetsbaarheid van menselijke en natuurlijke systemen, met inbegrip van beperkingen voor aanpassing (hoge betrouwbaarheid). Als gevolg van de onvermijdelijke stijging van de zeespiegel (zie ook B.3) zullen de risico's voor kustecosystemen, mensen en infrastructuur na 2100 blijven toenemen (hoog vertrouwen). {3.1.2, 3.1.3, Figuur 3.4, Figuur 4.3} (Figuur SPM.3, Figuur SPM.4)

B.2.3 Met de verdere opwarming worden de risico's van klimaatverandering steeds complexer en moeilijker te beheersen. Er zullen meerdere klimaat- en niet-klimaatrisicofactoren met elkaar in wisselwerking staan, waardoor de totale risico's en risico's in verschillende sectoren en regio's worden samengevoegd. Klimaatgedreven voedselonzeekerheid en instabiliteit van de voorziening zullen naar verwachting bijvoorbeeld toenemen met de toenemende opwarming van de aarde, in wisselwerking met niet-klimatologische risicofactoren zoals de

36 In alle beoordeelde regio's.

37 Niet-detecteerbaar risiconiveau geeft aan dat er geen bijbehorende effecten detecteerbaar zijn en toe te schrijven zijn aan klimaatverandering; matig risico wijst erop dat de bijbehorende effecten zowel detecteerbaar als toe te schrijven zijn aan klimaatverandering met ten minste een gemiddeld vertrouwen, waarbij ook rekening wordt gehouden met de andere specifieke criteria voor belangrijke risico's; een hoog risico duidt op ernstige en wijdverbreide effecten die hoog worden geacht op basis van een of meer criteria voor de beoordeling van belangrijke risico's; en een zeer hoog risiconiveau wijst op een zeer hoog risico op ernstige effecten en de aanwezigheid van aanzienlijke onomkeerbaarheid of de persistentie van klimaatgerelateerde gevaren, in combinatie met een beperkt aanpassingsvermogen vanwege de aard van het gevaar of de effecten/risico's. {3.1.2}

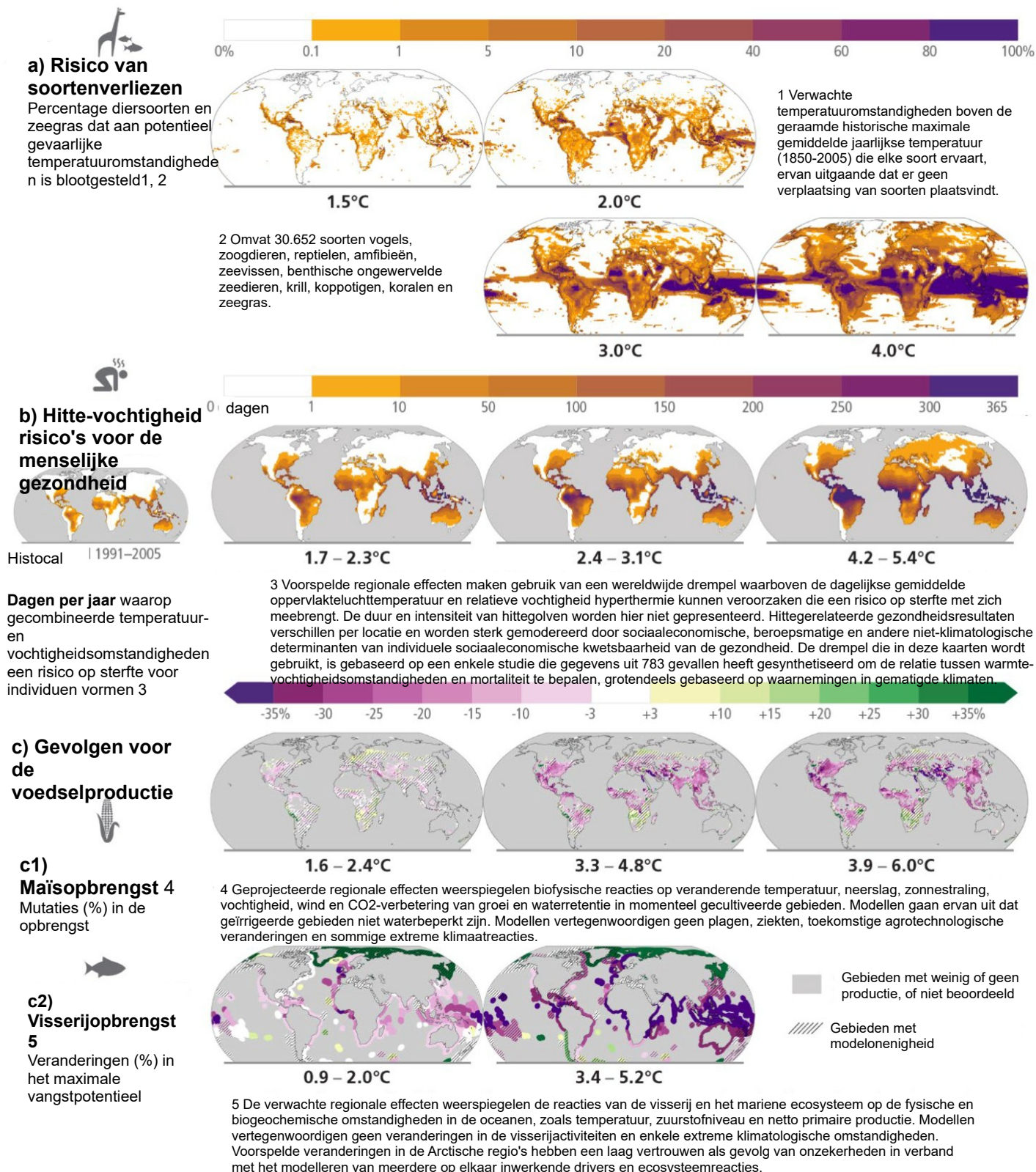
38 Het Reasons for Concern (RFC) -kader communiceert wetenschappelijk inzicht in de opbouw van risico's voor vijf brede categorieën. RFC1: Unieke en bedreigde systemen: ecologische en menselijke systemen die een beperkt geografisch bereik hebben dat wordt beperkt door klimaatgerelateerde omstandigheden en die een hoog endemisme of andere onderscheidende eigenschappen hebben. RFC2: Extreme weersomstandigheden: risico's/gevolgen voor de menselijke gezondheid, bestaansmiddelen, activa en ecosystemen als gevolg van extreme weersomstandigheden. RFC3: Verdeling van de effecten: risico's/gevolgen die bepaalde groepen onevenredig treffen als gevolg van een ongelijke verdeling van fysieke gevaren voor de klimaatverandering, blootstelling of kwetsbaarheid. RFC4: Wereldwijde geaggregeerde effecten: effecten op sociaal-ecologische systemen die wereldwijd in één metriek kunnen worden geaggregeerd. RFC5: Grootchalige enkelvoudige evenementen: relatief grote, abrupte en soms onomkeerbare veranderingen in systemen als gevolg van de opwarming van de aarde. Zie ook bijlage I: Woordenlijst. {3.1.2, Kruispuntvak.2}

concurrentie om land tussen stedelijke expansie en voedselproductie, pandemieën en conflicten. (hoge betrouwbaarheid) {3.1.2, 4.3, Figuur 4.3}

- B.2.4 Voor een bepaald opwarmingsniveau zal het risiconiveau ook afhangen van trends in kwetsbaarheid en blootstelling van mensen en ecosystemen. Toekomstige blootstelling aan klimaatrisico's neemt wereldwijd toe als gevolg van sociaal-economische ontwikkelingstrends, waaronder migratie, toenemende ongelijkheid en verstedelijking. De menselijke kwetsbaarheid zal zich concentreren in informele nederzettingen en snel groeiende kleinere nederzettingen. In plattelandsgebieden zal de kwetsbaarheid worden vergroot door de grote afhankelijkheid van klimaatgevoelige bestaansmiddelen. De kwetsbaarheid van ecosystemen zal sterk worden beïnvloed door vroegere, huidige en toekomstige patronen van niet-duurzame consumptie en productie, toenemende demografische druk en aanhoudend niet-duurzaam gebruik en beheer van land, oceaan en water. Het verlies van ecosystemen en hun diensten heeft cascade- en langetermijneffecten op mensen wereldwijd, met name voor inheemse volkeren en lokale gemeenschappen die rechtstreeks afhankelijk zijn van ecosystemen om in basisbehoeften te voorzien. (hoge betrouwbaarheid) {Cross-Section Box.2 Figuur 1c, 3.1.2, 4.3}

Toekomstige klimaatverandering zal naar verwachting de ernst van de gevolgen voor natuurlijke en menselijke systemen vergroten en de regionale verschillen vergroten

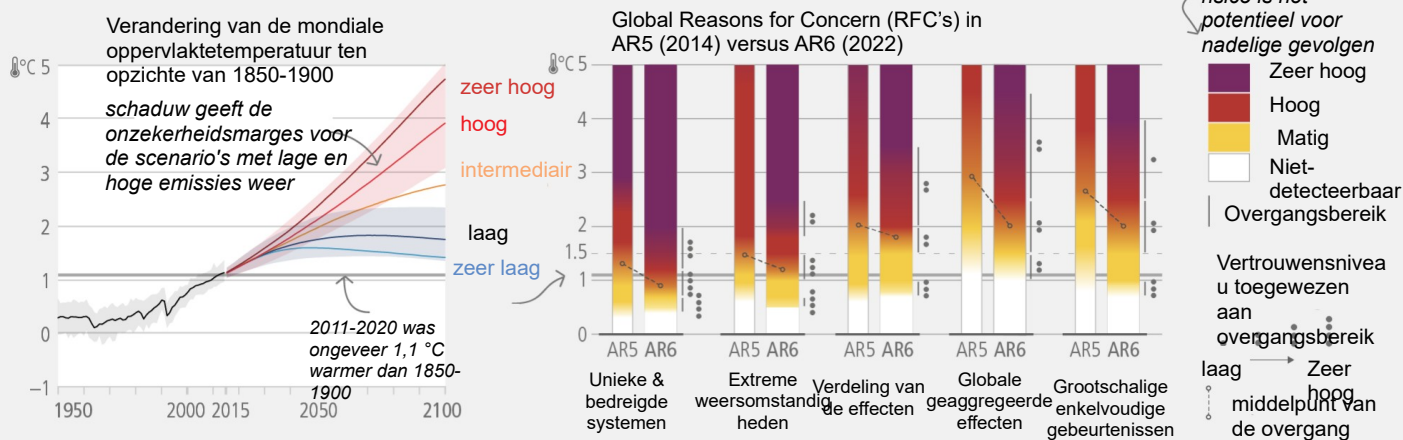
Voorbeelden van effecten zonder aanvullende aanpassing



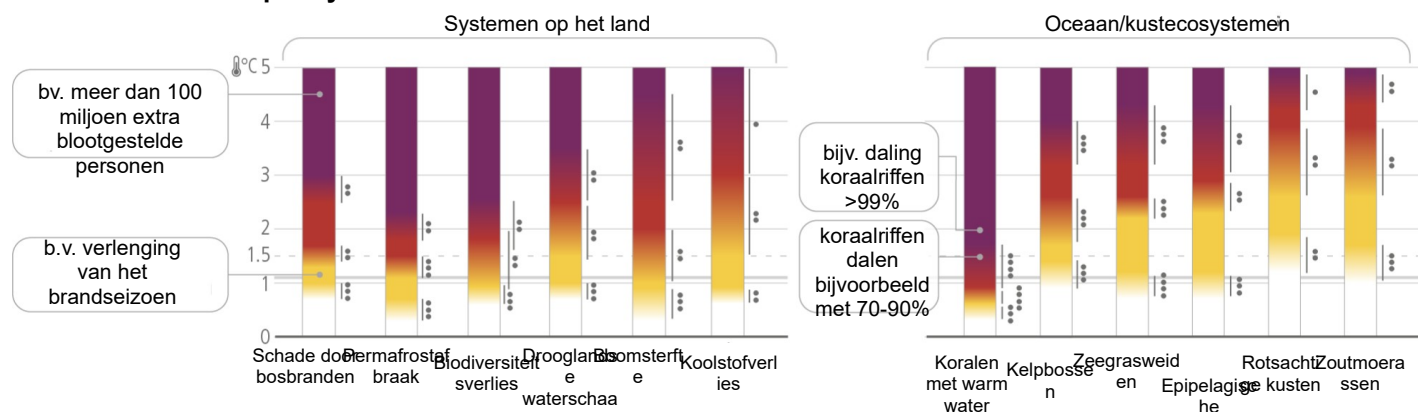
Figuur SPM.3: Verwachte risico's en effecten van klimaatverandering op natuurlijke en menselijke systemen bij verschillende niveaus van opwarming van de aarde (GWL's) ten opzichte van de niveaus van 1850-1900. De op de kaarten getoonde geprojecteerde risico's en effecten zijn gebaseerd op outputs van verschillende deelverzamelingen van het aardsysteem en impactmodellen die werden gebruikt om elke impactindicator zonder aanvullende aanpassing te projecteren. WGII biedt een verdere beoordeling van de effecten op menselijke en natuurlijke systemen aan de hand van deze projecties en aanvullende bewijslijnen. (a) Risico's op soortenverlies, zoals aangegeven door het percentage beoordeelde soorten dat is blootgesteld aan potentieel gevaarlijke temperaturomstandigheden, zoals gedefinieerd door omstandigheden die verder gaan dan de geraamde historische maximale gemiddelde jaarlijkse temperatuur (1850-2005) die elke soort ervaart, bij GWL's van 1,5 °C, 2 °C, 3 °C en 4 °C. De onderliggende temperatuurprognoses zijn afkomstig van 21 aardsysteemmodellen en houden geen rekening met extreme gebeurtenissen die van invloed zijn op ecosystemen zoals het noordpoolgebied. b) risico's voor de menselijke gezondheid, zoals aangegeven door de dagen per jaar van blootstelling van de bevolking aan hyperthermische omstandigheden die een risico op sterfte als gevolg van de oppervlakteluchttemperatuur en -vochtigheid voor de historische periode (1991-2005) en bij GWL's van 1,7 °C-2,3 °C (gemiddeld = 1,9 °C; 13 klimaatmodellen), 2,4 °C-3,1 °C (2,7 °C; 16 klimaatmodellen) en 4,2 °C-5,4 °C (4,7 °C; 15 klimaatmodellen). Interkwartielbereiken van GWL's tegen 2081-2100 onder RCP2.6, RCP4.5 en RCP8.5. De gepresenteerde index is in overeenstemming met de gemeenschappelijke kenmerken die worden aangetroffen in veel indexen die zijn opgenomen in WGI- en WGII-beoordelingen. c) Gevolgen voor de voedselproductie: c1) Veranderingen in de maïsopbrengst tegen 2080-2099 ten opzichte van 1986-2005 bij verwachte GWL's van 1,6 °C-2,4 °C (2,0 °C), 3,3 °C-4,8 °C (4,1 °C) en 3,9 °C-6,0 °C (4,9 °C). Mediane opbrengstveranderingen van een ensemble van 12 gewasmodellen, elk aangedreven door bias-adjusted outputs van 5 aardsysteemmodellen, van het Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project (AgMIP) en het Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project (ISIMIP). Kaarten tonen 2080-2099 ten opzichte van 1986-2005 voor de huidige groeiregio's (>10 ha), met het overeenkomstige bereik van de toekomstige opwarming van de aarde onder respectievelijk SSP1-2.6, SSP3-7.0 en SSP5-8.5. Hatching geeft gebieden aan waar <70% van de combinaties van klimaatgewasmodellen het eens zijn over het teken van impact. c2) Verandering van het maximale vangstpotentieel tegen 2081-2099 ten opzichte van 1986-2005 bij verwachte GWL's van 0,9 °C-2,0 °C (1,5 °C) en 3,4 °C-5,2 °C (4,3 °C). GWL's tegen 2081-2100 overeenkomstig RCP2.6 en RCP8.5. Hatching geeft aan waar de twee klimaatvisserijmodellen het niet eens zijn in de richting van verandering. Grote relatieve veranderingen in laagrenderende regio's kunnen overeenkomen met kleine absolute veranderingen. Biodiversiteit en visserij op Antarctica werden niet geanalyseerd vanwege gegevensbeperkingen. De voedselzekerheid wordt ook beïnvloed door gewas- en visserijtekortkomingen die hier niet worden gepresenteerd. {3.1.2, figuur 3.2, kruislings vak.2} (vak SPM.1)

Risico's nemen toe met elke toename van opwarming

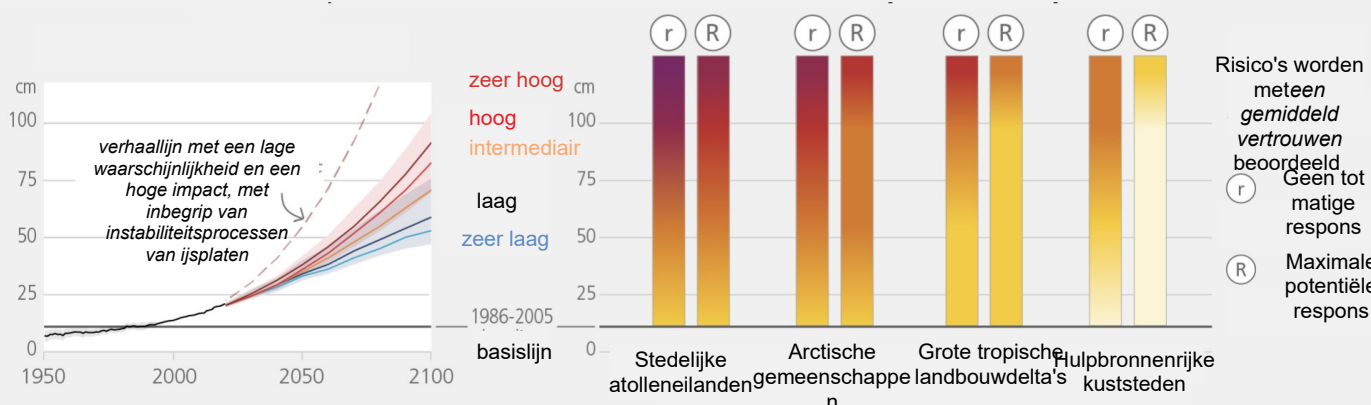
a) Hoge risico's worden nu geacht zich voor te doen bij lagere niveaus van opwarming van de aarde



Risico's verschillen per systeem

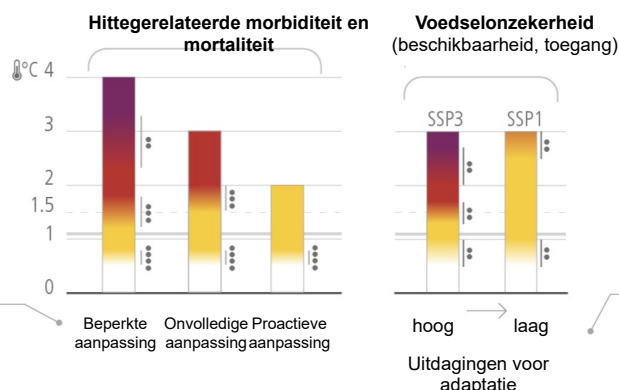


c) De risico's voor kustgebieden nemen toe met de stijging van de zeespiegel en zijn afhankelijk van reacties



d) Aanpassing en sociaal-economische trajecten beïnvloeden de niveaus van klimaatgerelateerde risico's

Bepaalde aanpassing (niet proactief aanpassen; lage investeringen in gezondheidssystemen); onvolledige aanpassing (onvolledige aanpassingsplanning; bescheiden investeringen in gezondheidssystemen); proactieve aanpassing (proactief aanpassingsbeheer; hoge investeringen in gezondheidssystemen)



Het SSP1-traject illustreert een wereld met een lage bevolkingsgroei, een hoog inkomen en minder ongelijkheid, voedsel dat wordt geproduceerd in systemen met lage broeikasgasemissies, doeltreffende regulering van landgebruik en een hoog aanpassingsvermogen (d.w.z. lage aanpassingsuitdagingen). De SSP3-route heeft de tegenovergestelde trends.

Figuur SPM.4: Subset van beoordeelde klimaatresultaten en bijbehorende mondiale en regionale klimaatrisico's.

De brandende sintels zijn het gevolg van een op literatuur gebaseerde deskundige elicitering. Panel (a): Links – Veranderingen van de mondiale oppervlaktetemperatuur in °C ten opzichte van 1850-1900. Deze veranderingen werden verkregen door CMIP6-modelsimulaties te combineren met observatiebeperkingen op basis van eerder gesimuleerde opwarming, evenals een bijgewerkte beoordeling van evenwichtsklimaatgevoeligheid. Zeer waarschijnlijke bandbreedtes worden weergegeven voor de scenario's met lage en hoge broeikasgasemissies (SSP1-2.6 en SSP3-7.0) (kruissectievak.2). Rechts – Global Reasons for Concern (RFC), waarbij AR6-beoordelingen (dikke sintels) en AR5-beoordelingen (dunne sintels) worden vergeleken. Risicotransities zijn over het algemeen verschoven naar lagere temperaturen met geactualiseerd wetenschappelijk inzicht. Diagrammen worden weergegeven voor elke RFC, uitgaande van een lage tot geen aanpassing. Lijnen verbinden de middelpunten van de overgangen van matig naar hoog risico in AR5 en AR6. Panel (b): Geselecteerde mondiale risico's voor ecosystemen op het land en in de oceanen, ter illustratie van een algemene toename van het risico bij een opwarming van de aarde met lage tot geen aanpassing. Panel (c): Links – Wereldwijde gemiddelde zeespiegelverandering in centimeters, ten opzichte van 1900. De historische veranderingen (zwart) worden waargenomen door getijmeters vóór 1992 en hoogtemeters daarna. De toekomstige veranderingen naar 2100 (gekleurde lijnen en schaduwen) worden consistent beoordeeld met observatiebeperkingen op basis van emulatie van CMIP-, ijskap- en gletsjermodellen, en waarschijnlijke bereiken worden weergegeven voor SSP1-2.6 en SSP3-7.0. Rechts – Beoordeling van het gecombineerde risico van overstromingen, erosie en verzilting aan de kust voor vier illustratieve kustgebieden in 2100, als gevolg van veranderende gemiddelde en extreme zeespiegels, in twee responsscenario's, met betrekking tot de basisperiode van de SROCC (1986-2005). De beoordeling houdt geen rekening met veranderingen in de extreme zeespiegel die verder gaan dan die welke rechtstreeks worden veroorzaakt door de gemiddelde zeespiegelstijging; de risiconiveaus zouden kunnen toenemen als andere veranderingen in extreme zeespiegels in aanmerking worden genomen (bv. als gevolg van veranderingen in de cycloonintensiteit). "No-to-moderate response" beschrijft de inspanningen vanaf vandaag (d.w.z. geen verdere significante actie of nieuwe soorten acties). "Maximale potentiële respons" is een combinatie van reacties die volledig ten uitvoer zijn gelegd en dus aanzienlijke extra inspanningen in vergelijking met vandaag, uitgaande van minimale financiële, sociale en politieke belemmeringen. (In dit verband verwijst "vandaag" naar 2019.) De beoordelingscriteria omvatten blootstelling en kwetsbaarheid, kustrisico's, in-situ reacties en geplande verplaatsing. Geplande herplaatsing verwijst naar beheerde terugtocht of hervestigingen. De term respons wordt hier gebruikt in plaats van aanpassing omdat sommige reacties, zoals retraits, al dan niet als aanpassing kunnen worden beschouwd. Panel (d): Geselecteerde risico's in het kader van verschillende sociaal-economische trajecten, die illustreren hoe ontwikkelingsstrategieën en uitdagingen op het gebied van aanpassing risico's beïnvloeden. Links – Hittegevoelige resultaten voor de menselijke gezondheid in drie scenario's van aanpassingseffectiviteit. De diagrammen worden afgekapt bij de dichtstbijzijnde gehele °C binnen het temperatuurveranderingsbereik in 2100 onder drie SSP-scenario's. Rechts – Risico's in verband met voedselzekerheid als gevolg van klimaatverandering en patronen van sociaal-economische ontwikkeling. Risico's voor de voedselzekerheid zijn onder meer de beschikbaarheid van en de toegang tot voedsel, met inbegrip van de bevolking die het risico loopt honger te lijden, stijgingen van de voedselprijzen en stijgingen van voor handicap gecorrigeerde levensjaren als gevolg van ondergewicht bij kinderen. De risico's worden beoordeeld voor twee verschillende sociaal-economische trajecten (SSP1 en SSP3), met uitzondering van de effecten van gericht mitigatie- en adaptatiebeleid. {Figuur 3.3} (Box SPM.1)

Waarschijnlijkheid en risico's van onvermijdelijke, onomkeerbare of abrupte veranderingen

B.3 Sommige toekomstige veranderingen zijn onvermijdelijk en/of onomkeerbaar, maar kunnen worden beperkt door diepgaande, snelle en aanhoudende wereldwijde broeikasgasemissiereducties. De kans op abrupte en/of onomkeerbare veranderingen neemt toe met hogere opwarmingsniveaus. Evenzo neemt de kans op resultaten met een lage waarschijnlijkheid in verband met potentieel zeer grote negatieve effecten toe met hogere opwarmingsniveaus van de aarde. (hoge betrouwbaarheid) {3.1}

B.3.1 Beperking van de mondiale oppervlaktetemperatuur verhindert niet dat de veranderingen in componenten van het klimaatsysteem die multidecadale of langere responstijden hebben, worden voortgezet (hoge betrouwbaarheid). Zeespiegelstijging is onvermijdelijk voor eeuwen tot millennia als gevolg van aanhoudende diepe opwarming van de oceaan en smeltende ijskappen, en de zeespiegel zal duizenden jaren hoog blijven (hoog vertrouwen). Diepgaande, snelle en aanhoudende broeikasgasemissiereducties zouden echter een verdere versnelling van de stijging van de zeespiegel en de verwachte langetermijntoezegging voor de stijging van de zeespiegel beperken. Ten opzichte van 1995-2014 bedraagt de verwachte wereldwijde gemiddelde zeespiegelstijging in het SSP1-1.9-scenario voor broeikasgasemissies 0,15–0,23 m tegen 2050 en 0,28–0,55 m tegen 2100; terwijl het in het SSP5-8.5-scenario voor broeikasgasemissies 0,20–0,29 m bedraagt tegen 2050 en 0,63–1,01 m tegen 2100 (gemiddelde betrouwbaarheid). In de komende 2000 jaar zal de mondiale gemiddelde zeespiegel met ongeveer 2-3 m stijgen als de opwarming beperkt is tot 1,5 °C en 2-6 m als deze beperkt is tot 2 °C (lage betrouwbaarheid). {3.1.3, figuur 3.4} (kader SPM.1)

B.3.2 De waarschijnlijkheid en de gevolgen van abrupte en/of onomkeerbare veranderingen in het klimaatsysteem, met inbegrip van veranderingen die worden teweeggebracht wanneer kantelpunten worden bereikt, nemen toe met verdere opwarming van de aarde (hoog vertrouwen). Naarmate de opwarming toeneemt, nemen ook de risico's van het uitsterven van soorten of onomkeerbaar verlies van biodiversiteit toe in ecosystemen, waaronder bossen (gemiddelde betrouwbaarheid), koraalriffen (zeer hoge betrouwbaarheid) en in Arctische regio's (hoge betrouwbaarheid). Bij aanhoudende opwarmingsniveaus tussen 2 °C en 3 °C zullen de ijskappen van Groenland en West-Antarctische wateren bijna volledig en onomkeerbaar verloren gaan gedurende meerdere millennia, wat enkele meters zeespiegelstijging veroorzaakt (beperkt bewijs). De waarschijnlijkheid en snelheid van ijsmassaverlies nemen toe met hogere wereldwijde oppervlaktetemperaturen (hoge betrouwbaarheid). {3.1.2, 3.1.3}

B.3.3 De waarschijnlijkheid van resultaten met een lage waarschijnlijkheid in verband met potentieel zeer grote effecten neemt toe met hogere opwarmingsniveaus van de aarde (hoog vertrouwen). Wegens de grote onzekerheid in verband met ijskaprocessen kan niet worden uitgesloten dat de mondiale gemiddelde zeespiegel boven het waarschijnlijke bereik stijgt – in het scenario met zeer hoge broeikasgasemissies (SSP5-8.5) nadert de 2 m tegen 2100 en in het scenario met zeer hoge broeikasgasemissies meer dan 15 m tegen 2300 (lage betrouwbaarheid). Er is een middelgroot vertrouwen dat de Atlantische Meridional Overturning Circulation niet abrupt zal instorten vóór 2100, maar als het zou gebeuren, zou het zeer waarschijnlijk leiden tot abrupte verschuivingen in regionale weerpatronen en grote gevolgen voor ecosystemen en menselijke activiteiten. {3.1.3} (Vak SPM.1)

Aanpassingsopties en hun grenzen in een warmere wereld

B.4 Aanpassingsopties die vandaag haalbaar en effectief zijn, zullen beperkt en minder effectief worden met de toenemende opwarming van de aarde. Met de toenemende opwarming van de aarde zullen verliezen en schade toenemen en zullen extra menselijke en natuurlijke systemen aanpassingslimieten bereiken. Maladaptatie kan worden voorkomen door flexibele, multisectorale, inclusieve langetermijnplanning en -uitvoering van aanpassingsmaatregelen, met nevenvoordelen voor veel sectoren en systemen. (hoge betrouwbaarheid) {3.2, 4.1, 4.2, 4.3}

B.4.1 De doeltreffendheid van aanpassing, met inbegrip van op ecosystemen gebaseerde en de meeste watergerelateerde opties, zal afnemen naarmate de opwarming toeneemt. De haalbaarheid en doeltreffendheid van opties nemen toe met geïntegreerde, multisectorale oplossingen die de reacties differentiëren op basis van klimaatrisico's, systemen doorsnijden en sociale ongelijkheden aanpakken. Aangezien aanpassingsopties vaak lange implementatietijden hebben, verhoogt langetermijnplanning hun efficiëntie. (hoge betrouwbaarheid) {3.2, Figuur 3.4, 4.1, 4.2}

B.4.2 Door de extra opwarming van de aarde zullen aanpassingsbeperkingen en verliezen en schade, die sterk geconcentreerd zijn onder kwetsbare bevolkingsgroepen, steeds moeilijker te vermijden zijn (hoog vertrouwen). Boven 1,5 °C van de opwarming van de aarde vormen beperkte zoetwatervoorraden potentiële harde aanpassingslimieten voor kleine eilanden en voor regio's die afhankelijk zijn van gletsjers en smeltende sneeuw (gemiddeld vertrouwen). Boven dat niveau zullen ecosystemen zoals sommige warmwaterkoraalriffen, wetlands aan de kust, regenwouden en polaire en bergecosystemen harde aanpassingslimieten hebben bereikt of overschreden en als gevolg daarvan zullen sommige op ecosystemen gebaseerde aanpassingsmaatregelen ook hun effectiviteit verliezen (hoog vertrouwen). {2.3.2, 3.2, 4.3}

B.4.3 Acties die gericht zijn op sectoren en risico's afzonderlijk en op kortetermijnwinsten leiden vaak tot onaangepastheid op de lange termijn, waardoor kwetsbaarheid, blootstelling en risico's die moeilijk te veranderen zijn, vast komen te zitten. Zeeweringen verminderen bijvoorbeeld effectief de impact op mensen en activa op de korte termijn, maar kunnen ook leiden tot lock-ins en een verhoogde blootstelling aan klimaatrisico's op de lange termijn, tenzij ze worden geïntegreerd in een adaptief langetermijnplan. Maladaptieve reacties kunnen bestaande ongelijkheden verergeren, met name voor inheemse volkeren en gemarginaliseerde groepen, en de veerkracht van ecosystemen en biodiversiteit verminderen. Maladaptatie kan worden voorkomen door flexibele, multisectorale, inclusieve langetermijnplanning en -uitvoering van aanpassingsmaatregelen, met nevenvoordelen voor veel sectoren en systemen. (hoge betrouwbaarheid) {2.3.2, 3.2}

Koolstofbudgetten en nettonulemissies

B.5 Om de door de mens veroorzaakte opwarming van de aarde te beperken, is netto nul CO₂-uitstoot nodig. Cumulatieve koolstofemissies tot het moment van het bereiken van netto nul CO₂-emissies en het niveau van broeikasgasemissiereducties dit decennium bepalen grotendeels of de opwarming kan worden beperkt tot 1,5 °C of 2 °C (hoge betrouwbaarheid). De verwachte CO₂-emissies van bestaande infrastructuur voor fossiele brandstoffen zonder extra reductie zouden het resterende koolstofbudget voor 1,5 °C (50%) overschrijden (hoge betrouwbaarheid). {2.3, 3.1, 3.3, tabel 3.1}

B.5.1 Vanuit natuurwetenschappelijk oogpunt vereist het beperken van de door de mens veroorzaakte opwarming van de aarde tot een specifiek niveau het beperken van cumulatieve CO₂-emissies, het bereiken van ten minste netto nul CO₂-emissies, samen met een sterke vermindering van andere broeikasgasemissies. Het bereiken van broeikasgasneutraliteit vereist in de eerste plaats een sterke vermindering van de CO₂-, methaan- en andere broeikasgasemissies en impliceert netto negatieve CO₂-emissies.³⁹ Kooldioxideverwijdering (CDR) zal nodig zijn om netto negatieve CO₂-emissies te bereiken (zie B.6). Indien de netto-uitstoot van broeikasgassen aanhoudt, zal dit naar verwachting leiden tot een geleidelijke daling van de mondiale oppervlaktetemperaturen na een eerdere piek. (hoge betrouwbaarheid) {3.1.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, tabel 3.1, kruisings vak.1}

B.5.2 Voor elke 1000 GtCO₂ die door menselijke activiteit wordt uitgestoten, stijgt de mondiale oppervlaktetemperatuur met 0,45 °C (beste schatting, met een waarschijnlijk bereik van 0,27 °C tot 0,63 °C). De beste schattingen van de resterende koolstofbudgetten vanaf begin 2020 zijn 500 GtCO₂ voor een waarschijnlijkheid van 50 % om de opwarming van de aarde te beperken tot 1,5 °C en 1150 GtCO₂ voor een waarschijnlijkheid van 67 % om de opwarming te beperken tot 2 °C.⁴⁰ Hoe sterker de reducties van niet-CO₂-emissies, hoe lager de resulterende

39 Netto nul BKG-emissies gedefinieerd door het aardopwarmingsvermogen over een periode van 100 jaar. Zie voetnoot 9.

40 Wereldwijde databases maken verschillende keuzes over welke emissies en verwijderingen op het land als antropogeen worden beschouwd. De meeste landen rapporteren hun antropogene land-CO₂-stromen, met inbegrip van stromen als gevolg van door de mens veroorzaakte milieuverandering (bv. CO₂-bemesting) op "beheerde" grond in hun nationale broeikasgasinventarissen. Op basis van emissieramingen op basis van deze inventarissen moeten de resterende koolstofbudgetten dienovereenkomstig worden verlaagd. {3.3.1}

temperaturen zijn voor een bepaald resterende koolstofbudget of het grotere resterende koolstofbudget voor hetzelfde niveau van temperatuurverandering.⁴¹ {3.3.1}

- B.5.3 Als de jaarlijkse CO₂-emissies tussen 2020 en 2030 gemiddeld op hetzelfde niveau als 2019 zouden blijven, zouden de resulterende cumulatieve emissies het resterende koolstofbudget voor 1,5 °C (50%) bijna uitputten en meer dan een derde van het resterende koolstofbudget voor 2 °C (67%) uitputten. Schattingen van toekomstige CO₂-emissies van bestaande infrastructuur voor fossiele brandstoffen zonder extra reductie overschrijden⁴² al het resterende koolstofbudget voor het beperken van de opwarming tot 1,5 °C (50%) (hoog vertrouwen). De verwachte cumulatieve toekomstige CO₂-emissies gedurende de levensduur van bestaande en geplande infrastructuur voor fossiele brandstoffen zijn, indien historische exploitatiepatronen worden gehandhaafd en zonder extra reductie,⁴³ ongeveer gelijk aan het resterende koolstofbudget voor het beperken van de opwarming tot 2 °C, met een waarschijnlijkheid van 83%⁴⁴ (hoge betrouwbaarheid). {2.3.1, 3.3.1, Figuur 3.5}
- B.5.4 Alleen op basis van centrale ramingen bedragen de historische cumulatieve netto CO₂-emissies tussen 1850 en 2019 ongeveer vier vijfde⁴⁵ van het totale koolstofbudget voor een waarschijnlijkheid van 50 % om de opwarming van de aarde te beperken tot 1,5 °C (centrale raming ongeveer 2900 GtCO₂), en ongeveer twee derde⁴⁶ van het totale koolstofbudget voor een waarschijnlijkheid van 67 % om de opwarming van de aarde te beperken tot 2 °C (centrale raming ongeveer 3550 GtCO₂). {3.3.1, figuur 3.5}

Mitigatietrajecten

B.6 Alle wereldwijd gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (>50%) zonder of met beperkte overschrijding, en trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (>67%), omvatten dit decennium snelle en diepe en in de meeste gevallen onmiddellijke reducties van broeikasgasemissies in alle sectoren. Voor deze trajectcategorieën wordt een wereldwijde CO₂-neutrale CO₂-uitstoot bereikt, respectievelijk in het begin van de jaren 2050 en rond het begin van de jaren 2070. (hoge betrouwbaarheid) {3.3, 3.4, 4.1, 4.5, Tabel 3.1} (Figuur SPM.5, Kader SPM.1)

B.6.1 Globale gemodelleerde trajecten bieden informatie over het beperken van de opwarming tot verschillende niveaus; deze trajecten, met name de sectorale en regionale aspecten ervan, zijn afhankelijk van de in kader SPM.1 beschreven aannames. Wereldwijd gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of met beperkte overschrijding of beperking van de opwarming tot 2 °C (> 67 %) worden gekenmerkt door diepe, snelle en in de meeste gevallen onmiddellijke reducties van broeikasgasemissies. Trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of met beperkte overschrijding bereiken begin 2050 netto nul CO₂, gevolgd door netto negatieve CO₂-emissies. Die trajecten die broeikasgasneutraliteit bereiken, doen dat rond de jaren 2070. Paden die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67%) bereiken netto nul CO₂-uitstoot in het begin van de jaren 2070. De wereldwijde broeikasgasemissies zullen naar verwachting tussen 2020 en uiterlijk vóór 2025 een piek bereiken in mondiale gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of met beperkte overschrijding en in trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67 %) en onmiddellijke actie veronderstellen. (hoge betrouwbaarheid) {3.3.2, 3.3.4, 4.1, Tabel 3.1, Figuur 3.6} (Tabel SPM.1)

Tabel SPM.1: Broeikasgas- en CO₂-emissiereducties vanaf 2019, mediaan en 5-95 percentielen. {3.3.1, 4.1, tabel 3.1, figuur 2.5, kader SPM.1}

		Verlagingen ten opzichte van de emissieniveaus van 2019 (%)			
		2030	2035	2040	2050
Beperk de opwarming tot 1,5 °C (> 50%) zonder of met beperkte overschrijding	BKG	43 [34-60]	60 [49-77]	69 [58-90]	84 [73-98]
	CO ₂	48 [36-69]	65 [50-96]	Uitzicht vanaf hotel [61-109]	99 [79-119]
Beperk de opwarming tot 2 °C (> 67%)	BKG	21 [1-42]	35 [22-55]	46 [34-63]	64 [53-77]
	CO ₂	22 [1-44]	37 [21-59]	51 [36-70]	73 [55-90]

41 De resterende koolstofbudgetten kunnen bijvoorbeeld 300 of 600 GtCO₂ zijn voor 1,5 °C (50%), respectievelijk voor hoge en lage niet-CO₂-emissies, vergeleken met 500 GtCO₂ in het centrale geval. {3.3.1}

42 Vermindering verwijst hier naar menselijke interventies die de hoeveelheid broeikasgassen verminderen die vrijkomen uit infrastructuur voor fossiele brandstoffen in de atmosfeer.

43 Ibidem.

44 WGI biedt koolstofbudgetten die in lijn zijn met het beperken van de opwarming van de aarde tot temperatuurlimieten met verschillende waarschijnlijkheden, zoals 50%, 67% of 83%. {3.3.1}

45 De onzekerheden voor de totale koolstofbudgetten zijn niet beoordeeld en kunnen van invloed zijn op de specifieke berekende fracties.

46 Ibidem.

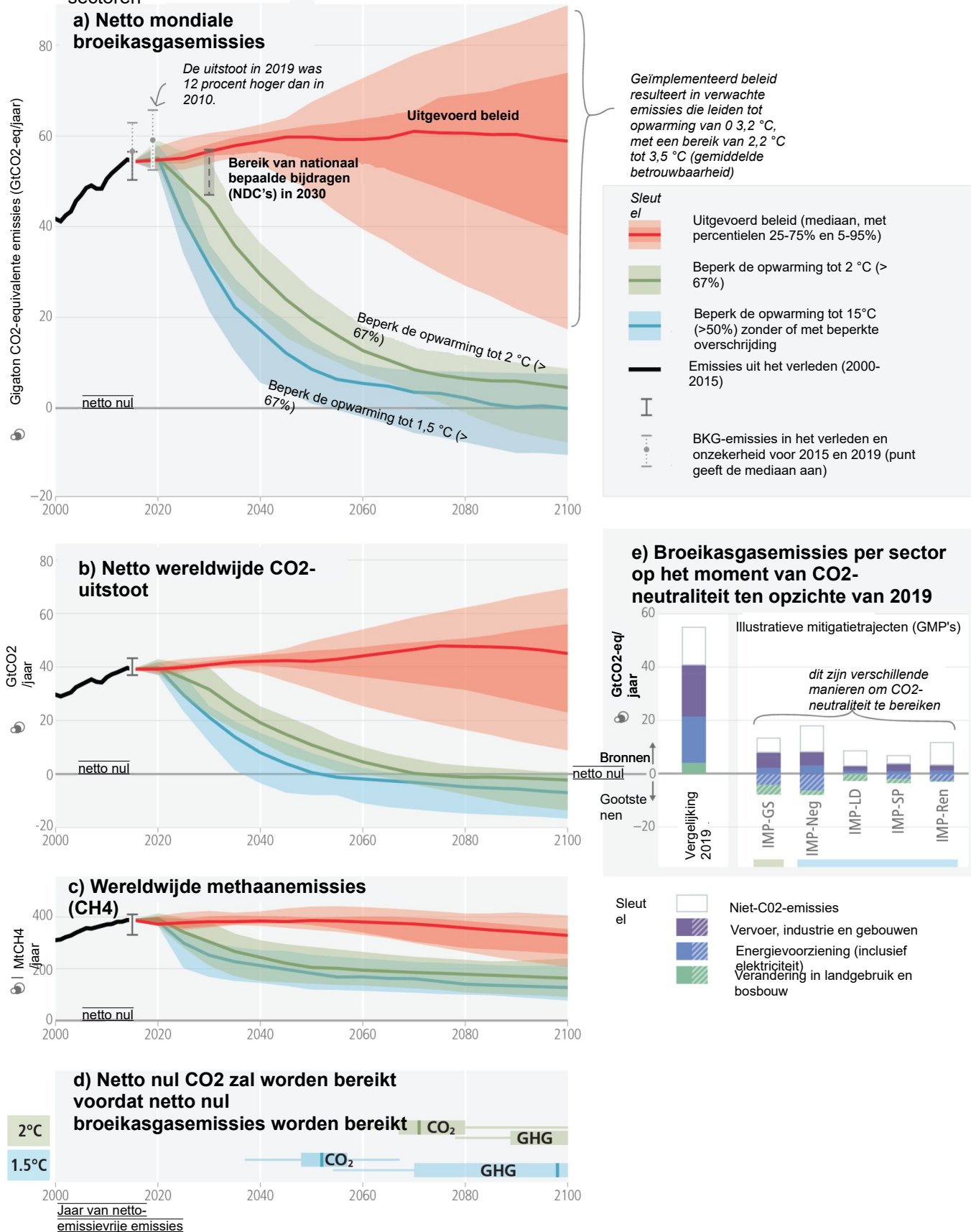
- B.6.2 Het bereiken van netto nul CO₂- of broeikasgasemissies vereist in de eerste plaats een grondige en snelle vermindering van de bruto-emissies van CO₂ en een aanzienlijke vermindering van de niet-CO₂-emissies van broeikasgassen (hoge betrouwbaarheid). In gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of met beperkte overschrijding, worden de wereldwijde methaanemissies tegen 2030 bijvoorbeeld met 34 [21-57] % verminderd ten opzichte van 2019. Sommige moeilijk te verminderen resterende broeikasgasemissies (bv. sommige emissies van landbouw, luchtvaart, scheepvaart en industriële processen) blijven echter bestaan en moeten worden gecompenseerd door de toepassing van CDR-methoden om CO₂- of broeikasgasemissies tot nul terug te brengen (hoge betrouwbaarheid). Hierdoor wordt netto nul CO₂ eerder bereikt dan netto nul broeikasgassen (hoge betrouwbaarheid). {3.3.2, 3.3.3, Tabel 3.1, Figuur 3.5} (Figuur SPM.5)
- B.6.3 Wereldwijde gemodelleerde mitigatietrajecten die netto nul CO₂- en broeikasgasemissies bereiken, omvatten de overgang van fossiele brandstoffen zonder koolstofafvang en -opslag (CCS) naar zeer koolstofarme of koolstofvrije energiebronnen, zoals hernieuwbare energiebronnen of fossiele brandstoffen met CCS, maatregelen aan de vraagzijde en verbetering van de efficiëntie, vermindering van niet-CO₂-broeikasgasemissies, en CDR.⁴⁷ In de meeste mondiale gemodelleerde trajecten bereiken veranderingen in landgebruik en bosbouw (via herbebossing en minder ontbossing) en de energievoorzieningssector eerder een CO₂-neutrale CO₂-uitstoot dan de sectoren gebouwen, industrie en vervoer. (hoge betrouwbaarheid) {3.3.3, 4.1, 4.5, Figuur 4.1} (Figuur SPM.5, Kader SPM.1)
- B.6.4 Mitigatieopties hebben vaak synergieën met andere aspecten van duurzame ontwikkeling, maar sommige opties kunnen ook afwegingen maken. Er zijn potentiële synergieën tussen duurzame ontwikkeling en bijvoorbeeld energie-efficiëntie en hernieuwbare energie. Evenzo kunnen biologische CDR-methoden⁴⁸ zoals herbebossing, verbeterd bosbeheer, koolstofvastlegging in de bodem, herstel van veengebieden en beheer van blauwe koolstof aan de kust, afhankelijk van de context, de biodiversiteit en ecosysteemfuncties, de werkgelegenheid en de lokale bestaansmiddelen verbeteren. Bebossing of productie van biomassagewassen kan echter negatieve sociaal-economische en milieueffecten hebben, onder meer op het gebied van biodiversiteit, voedsel- en waterzekerheid, lokale bestaansmiddelen en de rechten van inheemse volkeren, met name wanneer deze op grote schaal worden toegepast en wanneer landbezit onzeker is. Gemodelleerde trajecten die ervan uitgaan dat hulpbronnen efficiënter worden gebruikt of die de mondiale ontwikkeling verschuiven naar duurzaamheid, omvatten minder uitdagingen, zoals minder afhankelijkheid van CDR en druk op land en biodiversiteit. (hoge betrouwbaarheid) {3.4.1}

47 CCS is een optie om emissies uit grootschalige fossiele energiebronnen en industriële bronnen te verminderen, mits er geologische opslag beschikbaar is. Wanneer CO₂ rechtstreeks uit de atmosfeer (DACCS) of uit biomassa (BECCS) wordt afgevangen, levert CCS de opslagcomponent van deze CDR-methoden. CO₂-afvang en ondergrondse injectie is een volwassen technologie voor gasverwerking en verbeterde olieterugwinning. In tegenstelling tot de olie- en gasector is CCS minder volwassen in de energiesector en in de productie van cement en chemicaliën, waar het een kritieke mitigatieoptie is. De technische geologische opslagcapaciteit wordt geschat op ongeveer 1000 Gt CO₂, wat meer is dan de CO₂-opslagvereisten tot 2100 om de opwarming van de aarde tot 1,5 °C te beperken, hoewel de regionale beschikbaarheid van geologische opslag een beperkende factor kan zijn. Als de geologische opslaglocatie naar behoren wordt geselecteerd en beheerd, wordt geschat dat de CO₂ permanent uit de atmosfeer kan worden geïsoleerd. De uitvoering van CCS wordt momenteel geconfronteerd met technologische, economische, institutionele, ecologische, ecologische en sociaal-culturele belemmeringen. Momenteel liggen de mondiale uitrolpercentages van CCS ver onder die in gemodelleerde trajecten die de opwarming van de aarde beperken tot 1,5 °C tot 2 °C. Door randvoorwaarden zoals beleidsinstrumenten, meer overheidssteun en technologische innovatie te creëren, kunnen deze belemmeringen worden weggenomen. (hoge betrouwbaarheid) {3.3.3}

48 De effecten, risico's en nevenvoordelen van de uitrol van CDR voor ecosystemen, biodiversiteit en mensen zullen sterk variëren, afhankelijk van de methode, de locatiespecifieke context, de uitvoering en de schaal (hoog vertrouwen).

Beperking van de opwarming tot 1,5 °C en 2 °C betekent een snelle, diepe en in de meeste gevallen onmiddellijke vermindering van de uitstoot van broeikasgassen

Netto nul CO₂ en netto nul broeikasgasemissies kunnen worden bereikt door sterke reducties in alle sectoren



Figuur SPM.5: Wereldwijde emissietrajecten in overeenstemming met geïmplementeerd beleid en mitigatiestrategieën. Panels a), b) en c) tonen de ontwikkeling van de wereldwijde broeikasgas-, CO₂- en methaanemissies in gemodelleerde trajecten, terwijl **panel d)** de bijbehorende timing laat zien van wanneer de broeikasgas- en CO₂-emissies netto nul bereiken. Gekleurde bereiken geven het 5e tot en met 95e percentiel aan over de globale gemodelleerde trajecten die binnen een bepaalde categorie vallen, zoals beschreven in kader SPM.1. De rode reeksen geven emissietrajecten weer, uitgaande van beleid dat eind 2020 ten uitvoer is gelegd. Bereik van gemodelleerde paden die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50%) zonder of met beperkte overschrijding worden weergegeven in lichtblauw (categorie C1) en paden die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67%) worden weergegeven in groen (categorie C3). Mondiale emissietrajecten die de opwarming zouden beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of met beperkte overschrijding en die in de tweede helft van de eeuw ook een broeikasgasneutraliteit zouden bereiken, doen dit tussen 2070 en 2075. **Panel e)** toont de sectorale bijdragen van CO₂- en niet-CO₂-emissiebronnen en -putten op het moment dat netto nul CO₂-emissies worden bereikt in illustratieve mitigatietrajecten (GMB's) die consistent zijn met het beperken van de opwarming tot 1,5 °C met een grote afhankelijkheid van netto negatieve emissies (GMB-Neg) ("hoge overschrijding"), hoge hulpbronnefficiëntie (GMB-LD), een focus op duurzame ontwikkeling (GMB-SP), hernieuwbare energiebronnen (GMB-Ren) en het beperken van de opwarming tot 2 °C met minder snelle mitigatie, in eerste instantie gevolgd door een geleidelijke versterking (GMB-GS). Positieve en negatieve emissies voor verschillende GMP's worden vergeleken met broeikasgasemissies vanaf het jaar 2019. De energievoorziening (met inbegrip van elektriciteit) omvat bio-energie met afvang en opslag van kooldioxide en directe afvang en opslag van kooldioxide in de lucht. CO₂-emissies als gevolg van veranderingen in landgebruik en bosbouw kunnen alleen als nettogetal worden weergegeven, aangezien veel modellen emissies en putten van deze categorie niet afzonderlijk rapporteren. {Figuur 3.6, 4.1} (Box SPM.1)

Overschrijding: Overschrijding van een opwarmingsniveau en terugkeer

- B.7 Als de opwarming een bepaald niveau, zoals 1,5 °C, overschrijdt, kan deze geleidelijk worden verminderd door de netto negatieve wereldwijde CO₂-emissies te bereiken en in stand te houden. Dit vereist een extra inzet van koolstofdioxideverwijdering in vergelijking met trajecten zonder overschrijding, wat leidt tot grotere zorgen over haalbaarheid en duurzaamheid. Overschrijding brengt negatieve effecten, enkele onomkeerbare en extra risico's voor menselijke en natuurlijke systemen met zich mee, die allemaal toenemen met de omvang en duur van de overschrijding. (hoge betrouwbaarheid) {3.1, 3.3, 3.4, tabel 3.1, figuur 3.6}
- B.7.1 Slechts een klein aantal van de meest ambitieuze mondiale gemodelleerde trajecten beperken de opwarming van de aarde tot 1,5 °C (>50%) tegen 2100 zonder dit niveau tijdelijk te overschrijden. Het bereiken en handhaven van netto negatieve wereldwijde CO₂-emissies, met jaarlijkse CDR-percentages die hoger zijn dan de resterende CO₂-emissies, zou het opwarmingsniveau weer geleidelijk verminderen (hoog vertrouwen). Negatieve effecten die optreden tijdens deze periode van overschrijding en extra opwarming veroorzaken via feedbackmechanismen, zoals verhoogde bosbranden, massasterfte van bomen, het drogen van veengebieden en het ontthooien van permafrost, het verzwakken van natuurlijke koolstofputten in het land en het toenemende vrijkomen van broeikasgassen, zouden het rendement uitdagender maken (gemiddeld vertrouwen). {3.3.2, 3.3.4, tabel 3.1, figuur 3.6} (kader SPM.1)
- B.7.2 Hoe groter de omvang en hoe langer de overschrijding duurt, hoe meer ecosystemen en samenlevingen worden blootgesteld aan grotere en wijdverspreidere veranderingen in klimaatinvloeden, waardoor de risico's voor veel natuurlijke en menselijke systemen toenemen. Vergeleken met trajecten zonder overschrijding zouden samenlevingen worden geconfronteerd met hogere risico's voor infrastructuur, laaggelegen kustnederzettingen en daarmee samenhangende bestaansmiddelen. Overschrijding van 1,5 °C zal leiden tot onomkeerbare negatieve effecten op bepaalde ecosystemen met een lage veerkracht, zoals polaire, berg- en kustecosystemen, die worden beïnvloed door smelten van ijskappen, smelten van gletsjers of door een versnelde en hogere stijging van de zeespiegel. (hoge betrouwbaarheid) {3.1.2, 3.3.4}
- B.7.3 Hoe groter de overschrijding, hoe meer netto negatieve CO₂-emissies nodig zouden zijn om tegen 2100 terug te keren naar 1,5 °C. Een snellere transitie naar netto nul CO₂-emissies en een snellere vermindering van niet-CO₂-emissies zoals methaan zouden de piekopwarmingsniveaus beperken en de vereiste voor netto negatieve CO₂-emissies verminderen, waardoor de haalbaarheid en duurzaamheidsproblemen en de sociale en milieurisico's in verband met de uitrol van CDR op grote schaal worden verminderd. (hoge betrouwbaarheid) {3.3.3, 3.3.4, 3.4.1, Tabel 3.1}

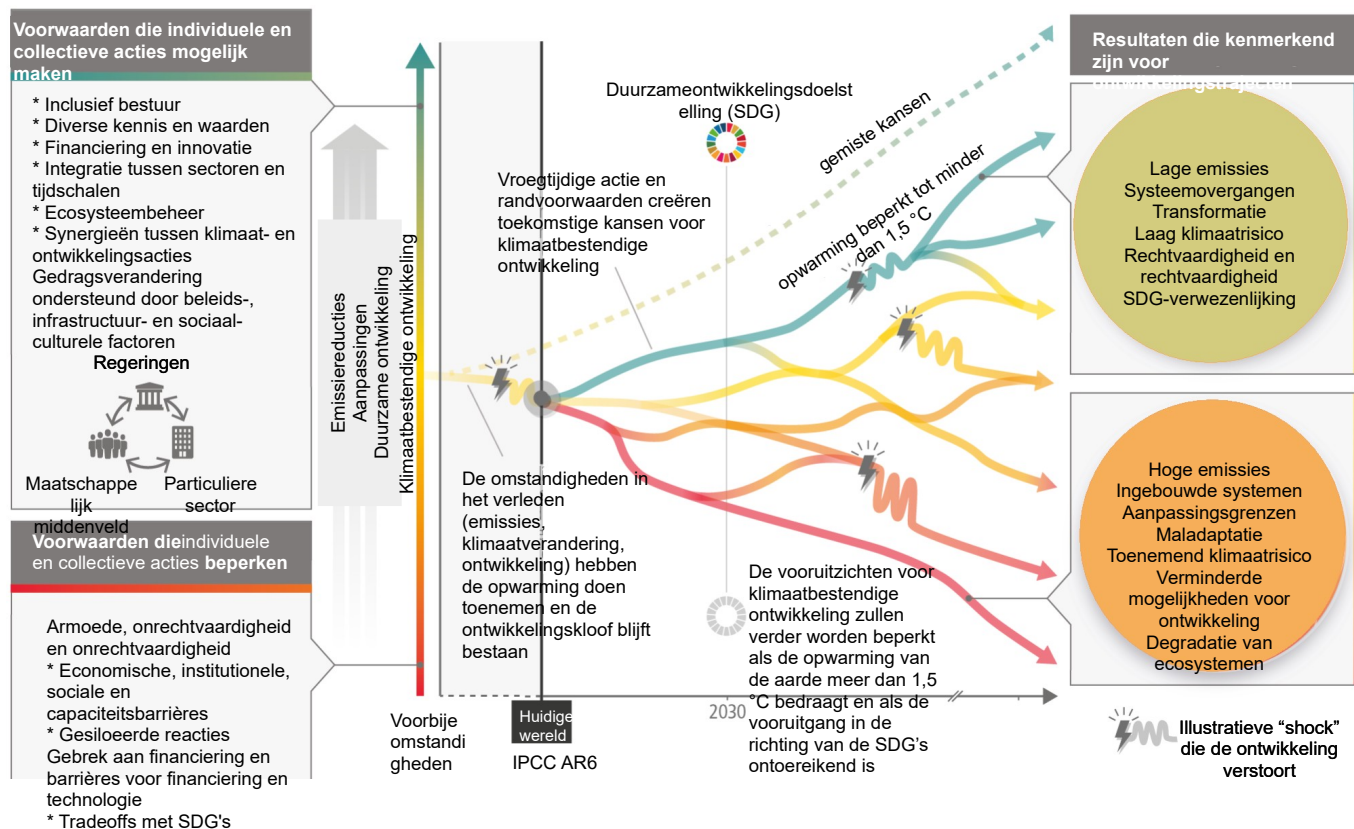
C. Antwoorden op korte termijn

Urgentie van geïntegreerde klimaatactie op korte termijn

- C.1 Klimaatverandering is een bedreiging voor het menselijk welzijn en de gezondheid van onze planeet (zeer groot vertrouwen). Er is een snel sluitende kans om een leefbare en duurzame toekomst voor iedereen veilig te stellen (zeer groot vertrouwen). Klimaatbestendige ontwikkeling integreert aanpassing en mitigatie om duurzame ontwikkeling voor iedereen te bevorderen, en wordt mogelijk gemaakt door meer internationale samenwerking, waaronder betere toegang tot adequate financiële middelen, met name voor kwetsbare regio's, sectoren en groepen, en inclusief bestuur en gecoördineerd beleid (hoog vertrouwen). De keuzes en acties die in dit decennium worden uitgevoerd, zullen nu en gedurende duizenden jaren gevolgen hebben (hoog vertrouwen). {3.1, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.7, 4.8, 4.9, Figuur 3.1, Figuur 3.3, Figuur 4.2} (Figuur SPM.1, Figuur SPM.6)**
- C.1.1 Bewijs van waargenomen negatieve effecten en daarmee samenhangende verliezen en schade, verwachte risico's, niveaus en trends in kwetsbaarheids- en aanpassingslimieten tonen aan dat wereldwijde klimaatbestendige ontwikkelingsmaatregelen dringender zijn dan eerder in AR5 werd beoordeeld. Klimaatbestendige ontwikkeling integreert aanpassing en beperking van broeikasgassen om duurzame ontwikkeling voor iedereen te bevorderen. Klimaatbestendige ontwikkelingstrajecten zijn beperkt door eerdere ontwikkelingen, emissies en klimaatverandering en worden geleidelijk beperkt door elke toename van de opwarming, met name boven 1,5 ° C. (zeer hoge betrouwbaarheid) {3.4, 3.4.2, 4.1}
- C.1.2 Overheidsmaatregelen op subnationaal, nationaal en internationaal niveau, met het maatschappelijk middenveld en de particuliere sector, spelen een cruciale rol bij het mogelijk maken en versnellen van verschuivingen in ontwikkelingstrajecten naar duurzaamheid en klimaatbestendige ontwikkeling (zeer groot vertrouwen). Klimaatbestendige ontwikkeling wordt mogelijk gemaakt wanneer regeringen, het maatschappelijk middenveld en de particuliere sector inclusieve ontwikkelingskeuzes maken die prioriteit geven aan risicovermindering, billijkheid en rechtvaardigheid, en wanneer besluitvormingsprocessen, financiering en acties worden geïntegreerd op verschillende bestuursniveaus, sectoren en tijdsbestekken (zeer groot vertrouwen). De randvoorwaarden worden gedifferentieerd naar nationale, regionale en lokale omstandigheden en geografische gebieden, afhankelijk van de mogelijkheden, en omvatten: politiek engagement en follow-up, gecoördineerd beleid, sociale en internationale samenwerking, ecosysteembeheer, inclusief bestuur, kennisdiversiteit, technologische innovatie, monitoring en evaluatie, en betere toegang tot adequate financiële middelen, met name voor kwetsbare regio's, sectoren en gemeenschappen (hoog vertrouwen). {3.4, 4.2, 4.4, 4.5, 4.7, 4.8} (Figuur SPM.6)
- C.1.3 Voortdurende emissies zullen verder van invloed zijn op alle belangrijke componenten van het klimaatstelsel, en veel veranderingen zullen onomkeerbaar zijn op tijdschalen van honderd tot duizend jaar en groter worden met de toenemende opwarming van de aarde. Zonder dringende, doeltreffende en billijke mitigatie- en adaptatiemaatregelen bedreigt de klimaatverandering in toenemende mate ecosystemen, biodiversiteit en de bestaansmiddelen, gezondheid en het welzijn van de huidige en toekomstige generaties. (hoge betrouwbaarheid) {3.1.3, 3.3.3, 3.4.1, Figuur 3.4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4} (Figuur SPM.1, Figuur SPM.6)

Er is een snel kleiner wordende kans om klimaatbestendige ontwikkeling mogelijk te maken

Meerdere op elkaar inwerkende keuzes en acties kunnen ontwikkelingstrajecten naar duurzaamheid verschuiven



Figuur SPM.6: De illustratieve ontwikkelingstrajecten (rood naar groen) en de bijbehorende resultaten (rechterpaneel) laten zien dat er een snel kleiner wordende kans is om een leefbare en duurzame toekomst voor iedereen veilig te stellen. Klimaatbestendige ontwikkeling is het proces van de uitvoering van maatregelen ter beperking van en aanpassing aan broeikasgassen ter ondersteuning van duurzame ontwikkeling. Uiteenlopende trajecten illustreren dat de op elkaar inwerkende keuzes en acties van diverse actoren uit de overheid, de particuliere sector en het maatschappelijk middenveld klimaatbestendige ontwikkeling kunnen bevorderen, trajecten naar duurzaamheid kunnen verschuiven en lagere emissies en aanpassing mogelijk kunnen maken. Diverse kennis en waarden omvatten culturele waarden, inheemse kennis, lokale kennis en wetenschappelijke kennis. Klimaatgebeurtenissen en niet-klimaatgebeurtenissen, zoals droogtes, overstromingen of pandemieën, vormen ernstigere schokken voor trajecten met een lagere klimaatbestendige ontwikkeling (rood tot geel) dan voor trajecten met een hogere klimaatbestendige ontwikkeling (groen). Er zijn grenzen aan aanpassings- en aanpassingsvermogen voor sommige menselijke en natuurlijke systemen bij een opwarming van de aarde van 1,5 °C, en met elke toename van opwarming zullen verliezen en schade toenemen. De ontwikkelingstrajecten die landen in alle stadia van economische ontwikkeling volgen, hebben gevolgen voor de uitstoot van broeikasgassen en de uitdagingen en kansen op het gebied van mitigatie, die van land tot land en van regio tot regio verschillen. De wegen en mogelijkheden voor actie worden gevormd door eerdere acties (of niet-acties en gemiste kansen; onderbroken traject) en faciliterende en beperkende voorwaarden (linkerpaneel), en vinden plaats in de context van klimaatrisico's, aanpassingslimieten en ontwikkelingslacunes. Hoe langer de emissiereducties worden uitgesteld, hoe minder effectieve aanpassingsopties. {Figuur 4.2, 3.1, 3.2, 3.4, 4.2, 4.4, 4.5, 4.6, 4.9}

Voordelen van Near-Term Action

C.2 Diepgaande, snelle en duurzame mitigatie en versnelde uitvoering van aanpassingsmaatregelen in dit decennium zou de verwachte verliezen en schade voor mensen en ecosystemen verminderen (zeer groot vertrouwen) en veel nevenvoordelen opleveren, met name voor de luchtkwaliteit en de gezondheid (hoog vertrouwen). Vertraagde mitigatie- en aanpassingsmaatregelen zouden de infrastructuur met hoge emissies vergrendelen, het risico op gestrande activa en kostenescalatie vergroten, de haalbaarheid verminderen en verliezen en schade doen toenemen (hoog vertrouwen). Maatregelen op korte termijn omvatten hoge investeringen vooraf en potentieel ontwrichtende veranderingen die kunnen worden verminderd door een reeks faciliterende beleidsmaatregelen (hoge mate van vertrouwen). {2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8}

C.2.1 Diepgaande, snelle en duurzame mitigatie en versnelde uitvoering van aanpassingsmaatregelen in dit decennium zouden toekomstige verliezen en schade in verband met klimaatverandering voor mensen en ecosystemen verminderen (zeer groot vertrouwen). Aangezien aanpassingsopties vaak lange uitvoeringstijden hebben, is een versnelde uitvoering van de aanpassing in dit decennium belangrijk om de lacunes in de aanpassing te dichten (hoog vertrouwen). Uitgebreide, doeltreffende en innovatieve reacties waarin aanpassing en mitigatie worden geïntegreerd, kunnen synergieën benutten en de wisselwerking tussen aanpassing en mitigatie verminderen (hoog vertrouwen). {4.1, 4.2, 4.3}

C.2.2 Vertraagde mitigatiemaatregelen zullen de opwarming van de aarde verder doen toenemen, de verliezen en schade zullen toenemen en extra menselijke en natuurlijke systemen zullen aanpassingslimieten bereiken. Uitdagingen als gevolg van vertraagde aanpassings- en mitigatiemaatregelen zijn onder meer het risico van kostenescalatie, lock-in van infrastructuur, gestrande activa en verminderde haalbaarheid en doeltreffendheid van aanpassings- en mitigatieopties. Zonder snelle, diepgaande en duurzame mitigatie- en versnelde adaptatiemaatregelen zullen de verliezen en schade blijven toenemen, met inbegrip van de verwachte negatieve gevolgen in Afrika, de MOL's, de kleine eilandstaten in ontwikkeling, Midden- en Zuid-Amerika,⁴⁹ Azië en het Noordpoolgebied, en zullen de meest kwetsbare bevolkingsgroepen onevenredig worden getroffen. (hoge betrouwbaarheid) {2.1.2, 3.1.2, 3.2, 3.3.1, 3.3.3, 4.1, 4.2, 4.3} (figuur SPM.3, figuur SPM.4)

C.2.3 Versnelde klimaatactie kan ook nevenvoordelen opleveren (zie ook C.4) (hoog vertrouwen). Veel mitigatiemaatregelen zouden voordelen hebben voor de gezondheid door minder luchtverontreiniging, actieve mobiliteit (bv. lopen, fietsen) en verschuivingen naar duurzame gezonde voeding (hoog vertrouwen). Sterke, snelle en aanhoudende reducties van methaanemissies kunnen de opwarming op korte termijn beperken en de luchtkwaliteit verbeteren door de wereldwijde ozonlaag aan de oppervlakte te verminderen (hoog vertrouwen). Aanpassing kan meerdere extra voordelen opleveren, zoals verbetering van de productiviteit van de landbouw, innovatie, gezondheid en welzijn, voedselzekerheid, bestaansmiddelen en behoud van de biodiversiteit (zeer groot vertrouwen). {4.2, 4.5.4, 4.5.5, 4.6}

C.2.4 De kosten-batenanalyse blijft beperkt in haar vermogen om alle vermeden schade als gevolg van klimaatverandering weer te geven (hoog vertrouwen). De economische voordelen voor de menselijke gezondheid van de verbetering van de luchtkwaliteit als gevolg van mitigatiemaatregelen kunnen in dezelfde orde van grootte zijn als de mitigatiekosten, en mogelijk zelfs groter (gemiddeld vertrouwen). Zelfs zonder rekening te houden met alle voordelen van het vermijden van potentiële schade, is het wereldwijde economische en sociale voordeel van het beperken van de opwarming van de aarde tot 2 °C hoger dan de kosten van mitigatie in de meeste

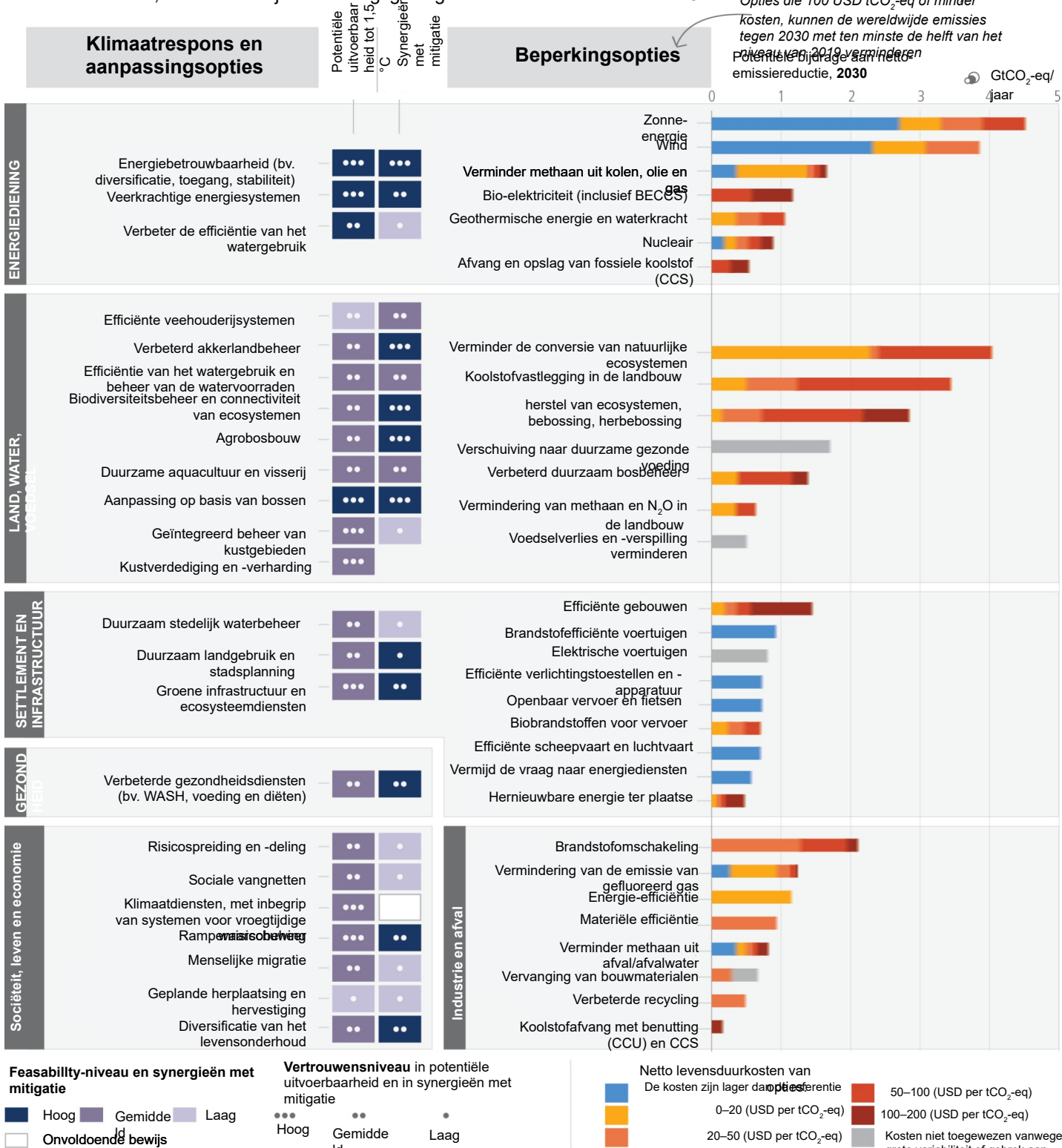
⁴⁹ Het zuidelijke deel van Mexico is opgenomen in de klimatologische subregio Zuid-Centraal-Amerika (SCA) voor WGI. Mexico wordt beoordeeld als onderdeel van Noord-Amerika voor WGII. De literatuur over klimaatverandering voor de SCA-regio omvat af en toe Mexico, en in die gevallen verwijst de WGII-beoordeling naar Latijns-Amerika. Mexico wordt beschouwd als onderdeel van Latijns-Amerika en het Caribisch gebied voor WGII.

Samenvatting van het samenvattend verslag over klimaatverandering 2023 voor beleidsmakers

beoordeelde literatuur (gemiddeld vertrouwen).⁵⁰ Snellere mitigatie van de klimaatverandering, waarbij de emissies eerder pieken, verhoogt de nevenvoordelen en vermindert de haalbaarheidsrisico's en -kosten op de lange termijn, maar vereist hogere investeringen vooraf (hoog vertrouwen). (3.4.1.4.2)

Er zijn meerdere mogelijkheden om klimaatacties op te schalen

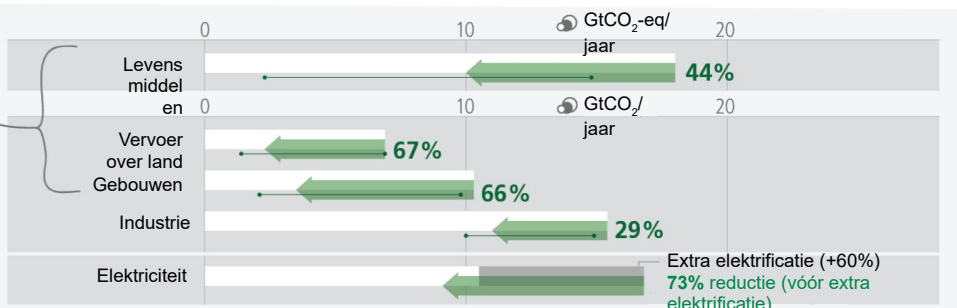
a) Haalbaarheid van klimaatrespons en adaptatie en potentieel van mitigatieopties op korte termijn



b) Potentieel van de vraagzijde mitigatiemogelijkheden tegen 2050

bandbreedte van het potentieel voor de vermindering van broeikasgasemissies bedraagt 40-70% (deze eindgebruikerssectoren)

Sleutel: %
Totale emissies (2050)
Percentage van mogelijke vermindering
Mogelijkheid tot mitigatie aan de vraagzijde
Potentieel bereik



Figuur SPM.7: Meerdere mogelijkheden om klimaatactie op te schalen.

Panel a) presenteert geselecteerde mitigatie- en aanpassingsopties voor verschillende systemen. De linkerkant van paneel a toont klimaatresponsen en aanpassingsopties beoordeeld op hun multidimensionale haalbaarheid op wereldschaal, op korte termijn en tot 1,5 °C opwarming van de aarde. Aangezien de literatuur boven 1,5 °C beperkt is, kan de haalbaarheid bij hogere opwarmingsniveaus veranderen, wat momenteel niet robuust kan worden beoordeeld. De term “respons” wordt hier naast aanpassing gebruikt omdat sommige reacties, zoals migratie, herplaatsing en hervestiging, al dan niet als aanpassing kunnen worden beschouwd. Aanpassing op basis van bossen omvat duurzaam bosbeheer, bosbehoud en -herstel, herbebossing en bebossing. WASH verwijst naar water, sanitaire voorzieningen en hygiëne. Er werden zes haalbaarheidsdimensies (economisch, technologisch, institutioneel, sociaal, milieu- en geofysisch) gebruikt om de potentiële haalbaarheid van klimaatrespons en aanpassingsopties te berekenen, samen met hun synergieën met mitigatie. Voor potentiële haalbaarheid en haalbaarheidsdimensies toont de figuur hoge, gemiddelde of lage haalbaarheid. Synergieën met mitigatie worden geïdentificeerd als hoog, gemiddeld en laag. De rechterzijde van Panel a geeft een overzicht van geselecteerde mitigatieopties en de geraamde kosten en mogelijkheden ervan in 2030. Kosten zijn netto levenslange verdisconteerde monetaire kosten van vermeden broeikasgasemissies berekend ten opzichte van een referentietechnologie. Het relatieve potentieel en de relatieve kosten zullen verschillen per plaats, context en tijd en op langere termijn ten opzichte van 2030. Het potentieel (horizontale as) is de nettobroeikasgasemissiereductie (som van de verminderde emissies en/of verbeterde putten) uitgesplitst in kostencategorieën (gekleurde staafsegmenten) ten opzichte van een emissiereferentiescenario bestaande uit actuele beleidsreferentiescenario's (rond 2019) uit de AR6-scenariodatabank. De mogelijkheden worden voor elke optie afzonderlijk beoordeeld en zijn niet additief. Matigingsopties voor gezondheidszorgstelsels zijn meestal opgenomen in nederzettingen en infrastructuur (bv. efficiënte gezondheidszorggebouwen) en kunnen niet afzonderlijk worden geïdentificeerd. Brandstofomschakeling in de industrie verwijst naar de omschakeling naar elektriciteit, waterstof, bio-energie en aardgas. Geleidelijke kleurovergangen wijzen op een onzekere uitsplitsing in kostencategorieën als gevolg van onzekerheid of grote contextafhankelijkheid. De onzekerheid over het totale potentieel bedraagt doorgaans 25-50 %. **Panel b)** geeft het indicatieve potentieel weer van opties voor mitigatie aan de vraagzijde voor 2050. Het potentieel wordt geschat op basis van ongeveer 500 bottom-up studies die alle mondiale regio's vertegenwoordigen. De uitgangswaarde (witte balk) wordt bepaald door de sectorale gemiddelde broeikasgasemissies in 2050 van de twee scenario's (IEA-STEPS en IP_ModAct) in overeenstemming met het beleid dat de nationale regeringen tot 2020 hebben aangekondigd. De groene pijl geeft het emissiereductiepotentieel aan de vraagzijde weer. Het potentiaalbereik wordt weergegeven door een lijn die punten verbindt die het hoogste en het laagste potentiaal weergeven dat in de literatuur wordt gerapporteerd. Voedsel toont het potentieel aan de vraagzijde van sociaal-culturele factoren en het gebruik van infrastructuur, en veranderingen in landgebruikspatronen die mogelijk worden gemaakt door veranderingen in de vraag naar voedsel. Maatregelen aan de vraagzijde en nieuwe manieren van dienstverlening op het gebied van eindgebruik kunnen de wereldwijde broeikasgasemissies in eindgebruiksectoren (gebouwen, vervoer over land, voedsel) tegen 2050 met 40-70 % verminderen ten opzichte van basisscenario's, terwijl sommige regio's en sociaal-economische groepen extra energie en hulpbronnen nodig hebben. De laatste rij laat zien hoe opties voor beperking van de vraag in andere sectoren van invloed kunnen zijn op de totale vraag naar elektriciteit. De donkergrijze balk toont de verwachte toename van de vraag naar elektriciteit boven het basisscenario voor 2050 als gevolg van de toenemende elektrificatie in de andere sectoren. Op basis van een bottom-upbeoordeling kan deze verwachte toename van de vraag naar elektriciteit worden vermeden door middel van opties ter beperking van de vraag op het gebied van infrastructuurgebruik en sociaal-culturele factoren die van invloed zijn op het elektriciteitsverbruik in de industrie, het vervoer over land en gebouwen (groene pijl). {Figuur 4.4}

Mitigatie- en aanpassingsopties voor verschillende systemen

C.3 Snelle en verregaande transitie in alle sectoren en systemen zijn noodzakelijk om een diepe en duurzame emissiereductie te bereiken en een leefbare en duurzame toekomst voor iedereen veilig te stellen. Deze systeemtransities omvatten een aanzienlijke opschaling van een brede portefeuille van mitigatie- en aanpassingsopties. Er zijn al haalbare, doeltreffende en goedkope opties voor mitigatie en aanpassing beschikbaar, met verschillen tussen systemen en regio's. (hoge betrouwbaarheid) {4.1, 4.5, 4.6} (Figuur SPM.7)

C.3.1 De systemische verandering die nodig is om snelle en diepgaande emissiereducties en transformatieve aanpassing aan de klimaatverandering tot stand te brengen, is qua omvang ongekend, maar niet noodzakelijkerwijs qua snelheid (gemiddeld vertrouwen). Systeemovergangen omvatten: de uitrol van emissiearme of emissievrije technologieën; het verminderen en veranderen van de vraag door middel van het ontwerp van en de toegang tot infrastructuur, sociaal-culturele en gedragsveranderingen, en een grotere technologische efficiëntie en acceptatie; sociale bescherming, klimaatdiensten of andere diensten; en de bescherming en het herstel van ecosystemen (hoog vertrouwen). Er zijn al haalbare, doeltreffende en goedkope opties voor mitigatie en aanpassing beschikbaar (hoog vertrouwen). De beschikbaarheid, haalbaarheid en mogelijkheden van mitigatie- en aanpassingsopties op korte termijn verschillen per systeem en regio (zeer groot vertrouwen). {4.1, 4.5.1 t/m 4.5.6} (Figuur SPM.7)

Energiesystemen

C.3.2 CO₂-neutrale energiesystemen omvatten: een aanzienlijke vermindering van het totale gebruik van fossiele brandstoffen, een minimaal gebruik van fossiele brandstoffen zonder emissiereductie⁵¹ en het gebruik van koolstofafvang en -opslag in de resterende systemen voor fossiele brandstoffen; elektriciteitssystemen die geen netto CO₂ uitstoten; wijdverbreide elektrificatie; alternatieve energiedragers in toepassingen die minder vatbaar zijn voor elektrificatie; energiebesparing en -efficiëntie; en een grotere integratie in het energiesysteem (hoog

⁵¹ In deze context verwijst “ongebeerde fossiele brandstoffen” naar fossiele brandstoffen die worden geproduceerd en gebruikt zonder interventies die de hoeveelheid uitgestoten broeikasgassen gedurende de levenscyclus aanzienlijk verminderen; bijvoorbeeld het afvangen van 90 % of meer CO₂ uit elektriciteitscentrales, of 50-80 % van de diffuse methaanemissies uit de energievoorziening.

vertrouwen). Grote bijdragen aan emissiereducties met kosten van minder dan 20 tCO₂-eq-1 zijn afkomstig van zonne- en windenergie, verbeteringen van de energie-efficiëntie en reducties van methaanemissies (steenkoolwinning, olie en gas, afval) (gemiddeld vertrouwen). Er zijn haalbare aanpassingsopties die de veerkracht van de infrastructuur, betrouwbare energiesystemen en efficiënt watergebruik voor bestaande en nieuwe energieopwekkingssystemen ondersteunen (zeer hoge betrouwbaarheid). Diversificatie van de energieopwekking (bv. via wind-, zonne- en kleinschalige waterkracht) en beheer aan de vraagzijde (bv. verbeteringen op het gebied van opslag en energie-efficiëntie) kunnen de energiebetrouwbaarheid vergroten en de kwetsbaarheden voor klimaatverandering verminderen (hoog vertrouwen). Klimaatresponsieve energiemarkten, geactualiseerde ontwerpnormen voor energieactiva overeenkomstig de huidige en verwachte klimaatverandering, slimme nettechnologieën, robuuste transmissiesystemen en verbeterde capaciteit om te reageren op voorzieningstekorten zijn op de middellange tot lange termijn zeer haalbaar, met nevenvoordelen op het gebied van mitigatie (zeer groot vertrouwen). {4.5.1} (Figuur SPM.7)

Industrie en vervoer

C.3.3 De vermindering van de uitstoot van broeikasgassen door de industrie vereist gecoördineerde maatregelen in alle waardeketens ter bevordering van alle mitigatieopties, met inbegrip van vraagbeheer, energie- en materiaalefficiëntie, circulaire materiaalstromen, reductietechnologieën en transformatieve veranderingen in productieprocessen (hoog vertrouwen). In het vervoer kunnen duurzame biobrandstoffen, emissiearme waterstof en derivaten (waaronder ammoniak en synthetische brandstoffen) bijdragen tot de beperking van de CO₂-emissies van de scheepvaart, de luchtvaart en het zware vervoer over land, maar vereisen zij verbeteringen in het productieproces en kostenreducties (gemiddeld vertrouwen). Duurzame biobrandstoffen kunnen op korte en middellange termijn extra mitigatievoordelen bieden in het vervoer over land (gemiddeld vertrouwen). Elektrische voertuigen die worden aangedreven door elektriciteit met een lage uitstoot van broeikasgassen hebben een groot potentieel om de broeikasgasemissies van het vervoer over land te verminderen, op basis van de levenscyclus (hoog vertrouwen). Vooruitgang in batterijtechnologieën kan de elektrificatie van zware vrachtwagens vergemakkelijken en conventionele elektrische railsystemen aanvullen (gemiddeld vertrouwen). De ecologische voetafdruk van de productie van batterijen en de toenemende bezorgdheid over kritieke mineralen kunnen worden aangepakt met strategieën voor materiaal- en aanboddiversificatie, verbeteringen van de energie- en materiaalefficiëntie en circulaire materiaalstromen (gemiddeld vertrouwen). {4.5.2, 4.5.3} (Figuur SPM.7)

Steden, nederzettingen en infrastructuur

C.3.4 Stedelijke systemen zijn van cruciaal belang voor het bereiken van verregaande emissiereducties en het bevorderen van klimaatbestendige ontwikkeling (hoog vertrouwen). Belangrijke aanpassings- en mitigatie-elementen in steden omvatten het in aanmerking nemen van de gevolgen en risico's van klimaatverandering (bv. via klimaatdiensten) bij het ontwerp en de planning van nederzettingen en infrastructuur; ruimtelijke ordening met het oog op een compacte stedelijke vorm, colocatie van banen en huisvesting; ondersteuning van openbaar vervoer en actieve mobiliteit (bv. wandelen en fietsen); het efficiënte ontwerp, de bouw, de retrofit en het gebruik van gebouwen; vermindering en wijziging van het energie- en materiaalverbruik; toereikendheid;⁵² materiële vervanging; en elektrificatie in combinatie met emissiearme bronnen (hoog vertrouwen). Stedelijke transitie die voordelen bieden op het gebied van mitigatie, adaptatie, menselijke gezondheid en welzijn, ecosysteemdiensten en vermindering van de kwetsbaarheid voor gemeenschappen met een laag inkomen, worden bevorderd door inclusieve langetermijnplanning met een geïntegreerde aanpak van fysieke, natuurlijke en sociale infrastructuur (hoog vertrouwen). Groene/natuurlijke en blauwe infrastructuur ondersteunt de opname en opslag van koolstof en kan, afzonderlijk of in combinatie met grijze infrastructuur, het energieverbruik en het risico van extreme gebeurtenissen zoals hittegolven, overstromingen, zware neerslag en droogte verminderen en tegelijkertijd nevenvoordelen opleveren voor de gezondheid, het welzijn en de bestaansmiddelen (gemiddeld vertrouwen). {4.5.3}

Land, oceaan, voedsel en water

C.3.5 Veel opties op het gebied van landbouw, bosbouw en ander landgebruik (AFOLU) bieden aanpassings- en mitigatievoordelen die in de meeste regio's op korte termijn kunnen worden opgeschaald. Instandhouding, beter beheer en herstel van bossen en andere ecosystemen bieden het grootste deel van het economische mitigatiepotentieel, met minder ontbossing in tropische gebieden met het hoogste totale mitigatiepotentieel. Ecosysteemherstel, herbebossing en bebossing kunnen leiden tot compromissen als gevolg van concurrerende eisen aan land. Het minimaliseren van trade-offs vereist geïntegreerde benaderingen om meerdere doelstellingen te bereiken, waaronder voedselzekerheid. Maatregelen aan de vraagzijde (verschuiving naar duurzame gezonde voeding⁵³ en vermindering van voedselverlies/-verspilling) en duurzame intensivering van de landbouw kunnen de

52 Een reeks maatregelen en dagelijkse praktijken die de vraag naar energie, materialen, land en water vermijden en tegelijkertijd het menselijk welzijn voor iedereen binnen de grenzen van onze planeet waarborgen. {4.5.3}

53 "Duurzame gezonde voeding" bevordert alle dimensies van de gezondheid en het welzijn van individuen; een lage milieudruk en -impact hebben; toegankelijk, betaalbaar, veilig en billijk zijn; en cultureel aanvaardbaar zijn, zoals beschreven in de FAO en de WHO. Het gerelateerde concept van "evenwichtige diëten" verwijst naar diëten met plantaardige voedingsmiddelen, zoals die op basis van grove

conversie van ecosystemen en de uitstoot van methaan en distikstofoxide verminderen en land vrijmaken voor herbebossing en ecosysteemherstel. Duurzame land- en bosbouwproducten, met inbegrip van houtproducten met een lange levensduur, kunnen worden gebruikt in plaats van meer broeikasgasintensieve producten in andere sectoren. Effectieve aanpassingsopties omvatten cultivarverbeteringen, boslandbouw, gemeenschapsgebaseerde aanpassing, landbouw- en landschapsdiversificatie en stedelijke landbouw. Deze AFOLU-responsopties vereisen integratie van biofysische, sociaal-economische en andere faciliterende factoren. Sommige opties, zoals het behoud van koolstofrijke ecosystemen (bv. veengebieden, wetlands, rangelands, mangroves en bossen), leveren onmiddellijke voordelen op, terwijl andere, zoals het herstel van koolstofrijke ecosystemen, tientallen jaren nodig hebben om meetbare resultaten te leveren. (hoge betrouwbaarheid) {4.5.4} (Figuur SPM.7)

- C.3.6 Het behoud van de veerkracht van biodiversiteit en ecosysteemdiensten op wereldschaal hangt af van een doeltreffende en billijke instandhouding van ongeveer 30 % tot 50 % van de land-, zoetwater- en oceaangebieden op aarde, waaronder momenteel bijna natuurlijke ecosystemen (hoog vertrouwen). Instandhouding, bescherming en herstel van terrestrische, zoetwater-, kust- en oceaanecosystemen, in combinatie met gericht beheer om zich aan te passen aan onvermijdelijke gevolgen van klimaatverandering, vermindert de kwetsbaarheid van biodiversiteit en ecosysteemdiensten voor klimaatverandering (hoog vertrouwen), vermindert kusterosie en overstromingen (hoog vertrouwen), en kan de opname en opslag van koolstof verhogen als de opwarming van de aarde beperkt is (middelhoog vertrouwen). Heropbouw van overbeviste of uitgeputte visserij vermindert de negatieve gevolgen van klimaatverandering voor de visserij (gemiddeld vertrouwen) en ondersteunt voedselzekerheid, biodiversiteit, menselijke gezondheid en welzijn (hoog vertrouwen). Landherstel draagt bij tot mitigatie van en aanpassing aan de klimaatverandering met synergieën via verbeterde ecosysteemdiensten en met economisch positieve opbrengsten en nevenvoordelen voor armoedebestrijding en betere bestaansmiddelen (hoog vertrouwen). Samenwerking en inclusieve besluitvorming met inheemse volkeren en lokale gemeenschappen, evenals de erkenning van de inherente rechten van inheemse volkeren, is een integraal onderdeel van succesvolle aanpassing en mitigatie in bossen en andere ecosystemen (hoog vertrouwen). {4.5.4, 4.6} (Figuur SPM.7)

Gezondheid en voeding

- C.3.7 De menselijke gezondheid zal baat hebben bij geïntegreerde mitigatie- en aanpassingsopties die gezondheid integreren in het voedsel-, infrastructuur-, socialebeschermings- en waterbeleid (zeer hoog vertrouwen). Er bestaan doeltreffende aanpassingsopties om de gezondheid en het welzijn van de mens te helpen beschermen, waaronder: het versterken van volksgezondheidsprogramma's in verband met klimaatgevoelige ziekten, het vergroten van de veerkracht van gezondheidsstelsels, het verbeteren van de gezondheid van ecosystemen, het verbeteren van de toegang tot drinkwater, het verminderen van de blootstelling van water- en sanitaire systemen aan overstromingen, het verbeteren van systemen voor bewaking en vroegtijdige waarschuwing, de ontwikkeling van vaccins (zeer hoog vertrouwen), het verbeteren van de toegang tot geestelijke gezondheidszorg en actieplannen voor warmtegezondheid die systemen voor vroegtijdige waarschuwing en respons omvatten (hoog vertrouwen). Aanpassingsstrategieën die voedselverlies en -verspilling verminderen of evenwichtige, duurzame gezonde voeding ondersteunen, dragen bij tot voeding, gezondheid, biodiversiteit en andere milieuvoordelen (hoog vertrouwen). {4.5.5} (Figuur SPM.7)

Maatschappij, Levensmiddelen en Economieën

- C.3.8 Beleidsmixen die weer- en ziektekostenverzekeringen, sociale bescherming en adaptieve sociale vangnetten, voorwaardelijke financiering en reservefondsen en universele toegang tot systemen voor vroegtijdige waarschuwing in combinatie met doeltreffende noodplannen omvatten, kunnen de kwetsbaarheid en blootstelling van menselijke systemen verminderen. Rampenrisicobeheer, systemen voor vroegtijdige waarschuwing, klimaatdiensten en benaderingen voor risicospreiding en -deling zijn breed toepasbaar in alle sectoren. Meer onderwijs, waaronder capaciteitsopbouw, klimaatgeletterdheid en informatie die via klimaatdiensten en gemeenschapsbenaderingen wordt verstrekt, kan een verhoogde risicoperceptie vergemakkelijken en gedragsveranderingen en -planning versnellen. (hoog vertrouwen) {4.5.6}

Synergieën en handelseffecten met duurzame ontwikkeling

- C.4 **Versnelde en billijke maatregelen ter beperking van en aanpassing aan de gevolgen van de klimaatverandering zijn van cruciaal belang voor duurzame ontwikkeling. Maatregelen op het gebied van mitigatie en aanpassing hebben meer synergieën dan afwegingen met de doelstellingen voor duurzame ontwikkeling. Synergieën en afwegingen zijn afhankelijk van de context en de omvang van de uitvoering. (hoge betrouwbaarheid) {3.4, 4.2, 4.4, 4.5, 4.6, 4.9, Figuur 4.5}**
- C.4.1 Mitigatie-inspanningen die zijn ingebed in de bredere ontwikkelingscontext kunnen het tempo, de diepte en de breedte van emissiereducties vergroten (gemiddeld vertrouwen). Landen in alle stadia van economische ontwikkeling streven ernaar het welzijn van mensen te verbeteren, en hun ontwikkelingsprioriteiten weerspiegelen

granen, peulvruchten, groenten en fruit, noten en zaden, en voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong die worden geproduceerd in veerkrachtige, duurzame en broeikasgasarme emissiesystemen, zoals beschreven in SRCCL.

verschillende uitgangspunten en contexten. Verschillende contexten omvatten, maar zijn niet beperkt tot, sociale, economische, ecologische, culturele, politieke omstandigheden, middelen, capaciteiten, internationale omgeving en eerdere ontwikkeling (hoog vertrouwen). In regio's die sterk afhankelijk zijn van fossiele brandstoffen voor onder meer het genereren van inkomsten en werkgelegenheid, vereist het beperken van risico's voor duurzame ontwikkeling beleid ter bevordering van de diversificatie van de economische en energiesector en overwegingen van beginselen, processen en praktijken op het gebied van een rechtvaardige transitie (hoog vertrouwen). Het uitbannen van extreme armoede, energiearmoede en het bieden van een fatsoenlijke levensstandaard in landen/regio's met een lage uitstoot in het kader van de verwezenlijking van de doelstellingen inzake duurzame ontwikkeling, op korte termijn, kan worden bereikt zonder een aanzienlijke wereldwijde emissiegroei (hoog vertrouwen). {4.4, 4.6, bijlage I: Woordenlijst}

- C.4.2 Veel mitigatie- en adaptatiemaatregelen hebben meerdere synergieën met de duurzameontwikkelingsdoelstellingen (SDG's) en duurzame ontwikkeling in het algemeen, maar sommige maatregelen kunnen ook een wisselwerking hebben. Potentiële synergieën met SDG's overtreffen potentiële compromissen; synergieën en afwegingen hangen af van het tempo en de omvang van de veranderingen en de ontwikkelingscontext, met inbegrip van ongelijkheden met inachtneming van klimaatrechtvaardigheid. Trade-offs kunnen worden geëvalueerd en tot een minimum worden beperkt door de nadruk te leggen op capaciteitsopbouw, financiën, bestuur, technologieoverdracht, investeringen, ontwikkeling, contextspecifieke gendergerelateerde en andere overwegingen inzake sociale rechtvaardigheid met zinvolle deelname van inheemse volkeren, lokale gemeenschappen en kwetsbare bevolkingsgroepen. (hoge betrouwbaarheid) {3.4.1, 4.6, Figuur 4.5, 4.9}
- C.4.3 De gezamenlijke uitvoering van zowel mitigatie- als adaptatiemaatregelen en het in aanmerking nemen van afwegingen ondersteunt nevenvoordelen en synergieën voor de menselijke gezondheid en het welzijn. Een betere toegang tot schone energiebronnen en -technologieën levert bijvoorbeeld gezondheidsvoordelen op, met name voor vrouwen en kinderen; elektrificatie in combinatie met lage-GHG-energie en verschuivingen naar actieve mobiliteit en openbaar vervoer kunnen de luchtkwaliteit, de gezondheid en de werkgelegenheid verbeteren en energiezeekerheid en billijkheid opleveren. (hoge betrouwbaarheid) {4.2, 4.5.3, 4.5.5, 4.6, 4.9}

Eigen vermogen en inclusie

- C.5 Het prioriteren van processen op het gebied van rechtvaardigheid, klimaatrechtvaardigheid, sociale rechtvaardigheid, inclusie en een rechtvaardige transitie kan aanpassings- en ambitieuze mitigatiemaatregelen en klimaatbestendige ontwikkeling mogelijk maken. De aanpassingsresultaten worden verbeterd door meer steun te verlenen aan regio's en mensen met de grootste kwetsbaarheid voor klimaatrisico's. De integratie van klimaatadaptatie in socialebeschermingsprogramma's verbetert de veerkracht. Er zijn veel opties beschikbaar om emissie-intensief verbruik te verminderen, onder meer door gedrags- en levensstijlveranderingen, met nevenvoordelen voor het maatschappelijk welzijn. (hoge betrouwbaarheid) {4.4, 4.5}**
- C.5.1 Eigen vermogen blijft een centraal element in het VN-klimaatregime, ondanks verschuivingen in de differentiatie tussen staten in de loop van de tijd en uitdagingen bij de beoordeling van eerlijke aandelen. Ambitieuze mitigatietrajecten impliceren grote en soms ontwrichtende veranderingen in de economische structuur, met aanzienlijke verdelingsgevolgen, binnen en tussen landen. Verdelingsgevolgen binnen en tussen landen zijn onder meer het verschuiven van inkomen en werkgelegenheid tijdens de overgang van activiteiten met een hoge naar activiteiten met een lage uitstoot. (hoge betrouwbaarheid) {4.4}
- C.5.2 Aanpassings- en mitigatiemaatregelen die prioriteit geven aan rechtvaardigheid, sociale rechtvaardigheid, klimaatrechtvaardigheid, op rechten gebaseerde benaderingen en inclusiviteit, leiden tot duurzamere resultaten, verminderen afwegingen, ondersteunen transformatieve verandering en bevorderen klimaatbestendige ontwikkeling. Herverdelingsbeleid in sectoren en regio's dat de armen en kwetsbaren beschermt, sociale vangnetten, rechtvaardigheid, inclusie en rechtvaardige transitie, op alle schaalniveaus, kan diepere maatschappelijke ambities mogelijk maken en trade-offs met duurzameontwikkelingsdoelstellingen oplossen. Aandacht voor billijkheid en brede en zinvolle participatie van alle relevante actoren in de besluitvorming op alle schalen kan sociaal vertrouwen opbouwen dat voortbouwt op een billijke verdeling van de voordelen en lasten van mitigatie die de steun voor transformatieve veranderingen verdiepen en verbreden. (hoge betrouwbaarheid) {4.4}
- C.5.3 Regio's en mensen (3,3 tot 3,6 miljard in aantal) met aanzienlijke ontwikkelingsbeperkingen zijn zeer kwetsbaar voor klimaatrisico's (zie A.2.2). De aanpassingsresultaten voor de meest kwetsbaren binnen en tussen landen en regio's worden verbeterd door benaderingen die gericht zijn op billijkheid, inclusiviteit en op rechten gebaseerde benaderingen. Kwetsbaarheid wordt verergerd door ongelijkheid en marginalisering in verband met bijvoorbeeld gender, etniciteit, lage inkomens, informele nederzettingen, handicap, leeftijd en historische en voortdurende patronen van ongelijkheid zoals kolonialisme, met name voor veel inheemse volkeren en lokale gemeenschappen. De integratie van klimaatadaptatie in programma's voor sociale bescherming, met inbegrip van geldoverdrachten en programma's voor openbare werken, is zeer haalbaar en vergroot de weerbaarheid tegen klimaatverandering, met name wanneer deze wordt ondersteund door basisdiensten en infrastructuur. De grootste voordelen op het gebied van welzijn in stedelijke gebieden kunnen worden bereikt door prioriteit te geven aan toegang tot

financiering om het klimaatrisico voor gemeenschappen met een laag inkomen en gemarginaliseerde gemeenschappen, waaronder mensen die in informele nederzettingen wonen, te verminderen. (hoge betrouwbaarheid) {4.4, 4.5.3, 4.5.5, 4.5.6}

- C.5.4 Het ontwerpen van regelgevingsinstrumenten en economische instrumenten en op consumptie gebaseerde benaderingen kan het eigen vermogen vooruithelpen. Personen met een hoge sociaaleconomische status dragen onevenredig bij aan emissies en hebben het grootste potentieel voor emissiereducties. Er zijn veel opties beschikbaar om emissie-intensief verbruik te verminderen en tegelijkertijd het maatschappelijk welzijn te verbeteren. Sociaal-culturele opties, gedrags- en levensstijlveranderingen ondersteund door beleid, infrastructuur en technologie kunnen eindgebruikers helpen over te schakelen op emissiearme consumptie, met meerdere nevenvoordelen. Een aanzienlijk deel van de bevolking in landen met een lage uitstoot heeft geen toegang tot moderne energiediensten. Technologieontwikkeling, -overdracht, -capaciteitsopbouw en -financiering kunnen ontwikkelingslanden/regio's ondersteunen bij hun sprongen of de overgang naar emissiearme vervoerssystemen, wat meerdere nevenvoordelen oplevert. Klimaatbestendige ontwikkeling wordt bevorderd wanneer actoren op billijke, rechtvaardige en inclusieve manieren werken om uiteenlopende belangen, waarden en wereldbeelden met elkaar te verzoenen, in de richting van billijke en rechtvaardige resultaten. (hoge betrouwbaarheid) {2.1, 4.4}

Governance en beleid

C.6 Doeltreffende klimaatactie wordt mogelijk gemaakt door politieke inzet, goed op elkaar afgestemd multilevel governance, institutionele kaders, wetten, beleid en strategieën en betere toegang tot financiering en technologie. Duidelijke doelstellingen, coördinatie op meerdere beleidsterreinen en inclusieve bestuursprocessen bevorderen doeltreffende klimaatactie. Regelgevings- en economische instrumenten kunnen diepe emissiereducties en klimaatbestendigheid ondersteunen als ze worden opgeschaald en op grote schaal worden toegepast. Klimaatbestendige ontwikkeling profiteert van het gebruik van diverse kennis. (hoge betrouwbaarheid) {2.2, 4.4, 4.5, 4.7}

- C.6.1 Doeltreffende klimaatgovernance maakt mitigatie en aanpassing mogelijk. Doeltreffende governance geeft algemene richting aan het vaststellen van doelstellingen en prioriteiten en het mainstreamen van klimaatactie op alle beleidsterreinen en niveaus, op basis van nationale omstandigheden en in het kader van internationale samenwerking. Het verbetert de monitoring en evaluatie en de rechtszekerheid, waarbij prioriteit wordt gegeven aan inclusieve, transparante en billijke besluitvorming, en verbetert de toegang tot financiering en technologie (zie C.7). (hoge betrouwbaarheid) {2.2.2, 4.7}
- C.6.2 Doeltreffende lokale, gemeentelijke, nationale en subnationale instellingen bouwen consensus voor klimaatactie tussen uiteenlopende belangen, maken coördinatie mogelijk en informeren de strategievorming, maar vereisen voldoende institutionele capaciteit. Beleidsondersteuning wordt beïnvloed door actoren in het maatschappelijk middenveld, bedrijven, jongeren, vrouwen, arbeid, media, inheemse volkeren en lokale gemeenschappen. De doeltreffendheid wordt vergroot door politieke betrokkenheid en partnerschappen tussen verschillende groepen in de samenleving. (hoog vertrouwen) {2.2, 4.7}
- C.6.3 Doeltreffende multilevel governance voor mitigatie, adaptatie, risicobeheer en klimaatbestendige ontwikkeling wordt mogelijk gemaakt door inclusieve besluitvormingsprocessen waarbij bij planning en uitvoering prioriteit wordt gegeven aan billijkheid en rechtvaardigheid, toewijzing van passende middelen, institutionele toetsing en monitoring en evaluatie. Kwetsbaarheden en klimaatrisico's worden vaak verminderd door zorgvuldig ontworpen en geïmplementeerde wetten, beleid, participatieve processen en interventies die contextspecifieke ongelijkheden aanpakken, zoals die op basis van geslacht, etniciteit, handicap, leeftijd, locatie en inkomen. (hoge betrouwbaarheid) {4.4, 4.7}
- C.6.4 Regelgevings- en economische instrumenten zouden diepe emissiereducties kunnen ondersteunen indien zij worden opgeschaald en breder worden toegepast (hoog vertrouwen). Het opschalen en verbeteren van het gebruik van regelgevingsinstrumenten kan de mitigatieresultaten in sectorale toepassingen verbeteren, in overeenstemming met de nationale omstandigheden (hoog vertrouwen). Wanneer koolstofbeprijzingsinstrumenten ten uitvoer worden gelegd, hebben zij goedkope emissiereductiemaatregelen gestimuleerd, maar zijn zij op zichzelf en tegen de geldende prijzen tijdens de beoordelingsperiode minder doeltreffend geweest om maatregelen met hogere kosten te bevorderen die nodig zijn voor verdere reducties (gemiddeld vertrouwen). Aandelen- en verdelingseffecten van dergelijke koolstofbeprijzingsinstrumenten, bijvoorbeeld koolstofbelastingen en emissiehandel, kunnen worden aangepakt door onder meer inkomsten te gebruiken om huishoudens met een laag inkomen te ondersteunen. Het schrappen van subsidies voor fossiele brandstoffen zou de emissies verminderen⁵⁴ en voordelen opleveren, zoals betere overheidsinkomsten, macro-economische en duurzaamheidsprestaties; Het schrappen van subsidies kan negatieve verdelingseffecten hebben, met name voor de economisch meest kwetsbare groepen, die in sommige gevallen kunnen worden beperkt door maatregelen zoals de herverdeling van bespaarde inkomsten, die allemaal afhankelijk zijn van nationale omstandigheden (hoog vertrouwen). Beleidspakketten voor de hele economie, zoals toezeggingen inzake overheidsuitgaven en

⁵⁴ De verwijdering van subsidies voor fossiele brandstoffen wordt door verschillende studies voorspeld om de wereldwijde CO₂-uitstoot met 1 tot 4 % te verminderen en de broeikasgasemissies met maximaal 10 % tegen 2030, variërend tussen regio's (gemiddeld vertrouwen).

prijshervormingen, kunnen economische doelstellingen op korte termijn verwezenlijken en tegelijkertijd de emissies verminderen en de ontwikkelingstrajecten verschuiven naar duurzaamheid (gemiddeld vertrouwen). Doeltreffende beleidspakketten zouden alomvattend, consistent, evenwichtig over de doelstellingen heen en afgestemd op de nationale omstandigheden (hoog vertrouwen) zijn. {2.2.2, 4.7}

- C.6.5 Gebruikmakend van diverse kennis en culturele waarden, zinvolle participatie en inclusieve betrokkenheidsprocessen — waaronder inheemse kennis, lokale kennis en wetenschappelijke kennis — vergemakkelijkt klimaatbestendige ontwikkeling, bouwt capaciteit op en maakt lokaal passende en sociaal aanvaardbare oplossingen mogelijk. (hoge betrouwbaarheid) {4.4, 4.5.6, 4.7}

Financiën, technologie en internationale samenwerking

C.7 Financiering, technologie en internationale samenwerking zijn cruciale factoren voor versnelde klimaatactie.

Om de klimaatdoelstellingen te bereiken, moet de financiering voor zowel aanpassing als mitigatie vervelvoudigd worden. Er is voldoende mondiaal kapitaal om de wereldwijde investeringskloven te dichten, maar er zijn belemmeringen om kapitaal te heroriënteren naar klimaatactie. Het verbeteren van technologische innovatiesystemen is van cruciaal belang om de wijdverbreide invoering van technologieën en praktijken te versnellen. Versterking van de internationale samenwerking is mogelijk via meerdere kanalen. (hoge betrouwbaarheid) {2.3, 4.8}

- C.7.1 Een betere beschikbaarheid van en toegang tot financiering⁵⁵ zou versnelde klimaatactie mogelijk maken (zeer groot vertrouwen). Het aanpakken van behoeften en lacunes en het verbreden van de billijke toegang tot binnenlandse en internationale financiering kunnen, in combinatie met andere ondersteunende acties, als katalysator fungeren voor het versnellen van aanpassing en mitigatie en het mogelijk maken van klimaatbestendige ontwikkeling (hoog vertrouwen). Om de klimaatdoelstellingen te verwezenlijken, de toenemende risico's aan te pakken en de investeringen in emissiereducties te versnellen, moeten de financiering voor zowel aanpassing als mitigatie vele malen worden verhoogd (hoog vertrouwen). {4.8.1}
- C.7.2 Een betere toegang tot financiering kan capaciteit opbouwen en zachte grenzen voor aanpassing aanpakken en toenemende risico's voorkomen, met name voor ontwikkelingslanden, kwetsbare groepen, regio's en sectoren (hoog vertrouwen). Overheidsfinanciën zijn een belangrijke factor voor aanpassing en mitigatie en kunnen ook particuliere financiering aantrekken (hoog vertrouwen). De gemiddelde jaarlijkse gemodelleerde mitigatie-investeringsvereisten voor 2020 tot 2030 in scenario's die de opwarming beperken tot 2 °C of 1,5 °C zijn een factor drie tot zes groter dan de huidige niveaus,⁵⁶ en de totale mitigatie-investeringen (publiek, privaat, binnenlands en internationaal) zouden in alle sectoren en regio's moeten toenemen (gemiddeld vertrouwen). Zelfs als uitgebreide wereldwijde mitigatie-inspanningen worden uitgevoerd, zal er behoefte zijn aan financiële, technische en personele middelen voor aanpassing (hoog vertrouwen). {4.3, 4.8.1}
- C.7.3 Gezien de omvang van het mondiale financiële stelsel is er wereldwijd voldoende kapitaal en liquiditeit om de mondiale investeringstekorten te dichten, maar er zijn belemmeringen om kapitaal te heroriënteren naar klimaatactie, zowel binnen als buiten de mondiale financiële sector en in de context van economische kwetsbaarheden en schuldenlast waarmee ontwikkelingslanden worden geconfronteerd. Het verminderen van financieringsbelemmeringen voor het opschalen van financiële stromen zou duidelijke signalen en steun van overheden vereisen, waaronder een sterkere afstemming van de overheidsfinanciën om reële en waargenomen regelgevings-, kosten- en marktbelemmeringen en -risico's te verminderen en het risico-rendementsprofiel van investeringen te verbeteren. Tegelijkertijd kunnen financiële actoren, waaronder beleggers, financiële intermediairs, centrale banken en financiële regelgevers, afhankelijk van de nationale context de systemische onderwaarding van klimaatgerelateerde risico's verschuiven en sectorale en regionale discrepanties tussen beschikbare kapitaal- en investeringsbehoeften verminderen. (hoge betrouwbaarheid) {4.8.1}
- C.7.4 Gevolgde geldstromen blijven achter bij de niveaus die nodig zijn voor aanpassing en het bereiken van mitigatiedoelstellingen in alle sectoren en regio's. Deze lacunes creëren veel kansen en de uitdaging om lacunes te dichten is het grootst in ontwikkelingslanden. Versnelde financiële steun voor ontwikkelingslanden uit ontwikkelde landen en andere bronnen is van cruciaal belang om aanpassings- en mitigatiemaatregelen te verbeteren en ongelijkheden bij de toegang tot financiering aan te pakken, met inbegrip van de kosten, voorwaarden en economische kwetsbaarheid voor klimaatverandering voor ontwikkelingslanden. Opgeschaalde overheidssubsidies voor mitigatie- en adaptatiefinanciering voor kwetsbare regio's, met name in Afrika bezuiden de Sahara, zouden kosteneffectief zijn en een hoog sociaal rendement opleveren in termen van toegang tot basisenergie. Opties voor het opschalen van mitigatie in ontwikkelingslanden zijn onder meer: meer overheidsfinanciering en door de overheid gemobiliseerde particuliere financieringsstromen van ontwikkelde naar

55 Financiering is afkomstig uit diverse bronnen: openbare of particuliere, lokale, nationale of internationale, bilaterale of multilaterale en alternatieve bronnen. Het kan de vorm aannemen van subsidies, technische bijstand, (concessionele en niet-concessionele) leningen, obligaties, aandelen, risicoverzekeringen en financiële garanties (van verschillende soorten).

56 Deze schattingen zijn gebaseerd op scenario-aannames.

ontwikkelingslanden in het kader van de doelstelling van 100 miljard USD per jaar; meer gebruik van overheidsgaranties om risico's te beperken en particuliere stromen tegen lagere kosten aan te trekken; ontwikkeling van de lokale kapitaalmarkten; en het opbouwen van meer vertrouwen in internationale samenwerkingsprocessen. Een gecoördineerde inspanning om het herstel na de pandemie op langere termijn houdbaar te maken, kan de klimaatactie versnellen, ook in ontwikkelingslanden en -regio's die met hoge schuldkosten, schuldenproblemen en macro-economische onzekerheid worden geconfronteerd. (hoge betrouwbaarheid) {4.8.1}

- C.7.5 Verbetering van technologische innovatiesystemen kan mogelijkheden bieden om de emissiegroei te verminderen, sociale en ecologische nevenvoordelen te creëren en andere SDG's te verwezenlijken. Beleidspakketten die zijn toegesneden op de nationale context en technologische kenmerken zijn doeltreffend gebleken bij het ondersteunen van emissiearme innovatie en de verspreiding van technologie. Overheidsbeleid kan opleiding en O&O ondersteunen, aangevuld met zowel regelgevende als marktgebaseerde instrumenten die stimulansen en marktkansen creëren. Technologische innovatie kan trade-offs hebben, zoals nieuwe en grotere milieueffecten, sociale ongelijkheden, overmatige afhankelijkheid van buitenlandse kennis en aanbieders, verdelingseffecten en rebound-effecten,⁵⁷ waarvoor passend bestuur en beleid nodig zijn om het potentieel te vergroten en trade-offs te verminderen. Innovatie en invoering van emissiearme technologieën lopen achter in de meeste ontwikkelingslanden, met name de minst ontwikkelde, deels als gevolg van zwakkere randvoorwaarden, waaronder beperkte financiering, technologieontwikkeling en -overdracht, en capaciteitsopbouw. (hoog vertrouwen) {4.8.3}
- C.7.6 Internationale samenwerking is van cruciaal belang voor het verwezenlijken van ambitieuze mitigatie van, aanpassing aan en klimaatbestendige ontwikkeling (hoog vertrouwen). Klimaatbestendige ontwikkeling wordt mogelijk gemaakt door meer internationale samenwerking, waaronder het mobiliseren en verbeteren van de toegang tot financiering, met name voor ontwikkelingslanden, kwetsbare regio's, sectoren en groepen, en het afstemmen van de financieringsstromen voor klimaatactie op het ambitieniveau en de financieringsbehoeften (hoog vertrouwen). Het versterken van de internationale samenwerking op het gebied van financiering, technologie en capaciteitsopbouw kan meer ambitie mogelijk maken en kan als katalysator fungeren voor het versnellen van mitigatie en aanpassing, en het verschuiven van ontwikkelingstrajecten naar duurzaamheid (hoog vertrouwen). Dit omvat steun voor NDC's en het versnellen van de ontwikkeling en uitrol van technologie (hoog vertrouwen). Transnationale partnerschappen kunnen beleidsontwikkeling, technologieverspreiding, aanpassing en mitigatie stimuleren, hoewel er onzekerheden blijven bestaan over de kosten, haalbaarheid en doeltreffendheid ervan (gemiddeld vertrouwen). Internationale milieu- en sectorale overeenkomsten, instellingen en initiatieven helpen, en kunnen in sommige gevallen helpen, investeringen in lage broeikasgasemissies te stimuleren en emissies te verminderen (gemiddeld vertrouwen). {2.2.2, 4.8.2}

57 Dit leidt tot lagere netto-emissiereducties of zelfs emissiestijgingen.

Klimaatverandering 2023 - syntheseverslag

Deze afdelingen moeten als volgt worden geciteerd:

IPCC, 2023: Secties. In: Klimaatverandering 2023: Syntheseverslag. Bijdrage van werkgroepen I, II en III aan het zesde evaluatieverslag van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering [Core Writing Team, H. Lee en J. Romero (eds.)]. IPCC, Genève, Zwitserland, blz. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

Afdeling 1 - Inleiding

Dit syntheseverslag (SYR) van het zesde beoordelingsverslag (AR6) van de IPCC geeft een samenvatting van de stand van de kennis over klimaatverandering, de wijdverbreide gevolgen en risico's ervan en de mitigatie van en aanpassing aan klimaatverandering, op basis van de collegiaal getoetste wetenschappelijke, technische en sociaal-economische literatuur sinds de publicatie van het vijfde beoordelingsverslag (AR5) van de IPCC in 2014.

De beoordeling vindt plaats in het kader van het veranderende internationale landschap, met name de ontwikkelingen in het kader van het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering (UNFCCC), met inbegrip van de resultaten van het Protocol van Kyoto en de goedkeuring van de Overeenkomst van Parijs. Het weerspiegelt de toenemende diversiteit van degenen die betrokken zijn bij klimaatactie.

Dit verslag bevat de belangrijkste bevindingen van de verslagen van de AR6-werkgroep⁵⁸ en de drie speciale verslagen van AR6.⁵⁹ Het erkent de onderlinge afhankelijkheid van klimaat, ecosystemen en biodiversiteit, en menselijke samenlevingen; de waarde van diverse vormen van kennis; en de nauwe verbanden tussen aanpassing aan de klimaatverandering, mitigatie, gezondheid van ecosystemen, menselijk welzijn en duurzame ontwikkeling. Voortbouwend op meerdere analytische kaders, waaronder die van de fysische en sociale wetenschappen, worden in dit verslag mogelijkheden voor transformatieve actie geïdentificeerd die doeltreffend, haalbaar, rechtvaardig en billijk zijn met behulp van concepten van systeemtransities en veerkrachtige ontwikkelingstrajecten.⁶⁰ Verschillende regionale classificatieschema's⁶¹ worden gebruikt voor fysieke, sociale en economische aspecten, die de onderliggende literatuur weerspiegelen.

Na deze inleiding begint deel 2, "Huidige status en trends", met de beoordeling van observationeel bewijs voor ons veranderende klimaat, historische en huidige oorzaken van door de mens veroorzaakte klimaatverandering en de gevolgen ervan. Daarin wordt de huidige uitvoering van de aanpassings- en mitigatiereponsopties beoordeeld. Deel 3, "Klimaat- en ontwikkelingsfutures op lange termijn", bevat een langetermijnbeoordeling van de klimaatverandering tot 2100 en daarna in een breed scala van sociaal-economische toekomsten. Zij houdt rekening met langetermijnkenmerken, effecten, risico's en kosten van aanpassings- en mitigatietrajecten in het kader van duurzame ontwikkeling. In deel 4, "Beantwoordingen op korte termijn in een veranderend klimaat", worden de mogelijkheden beoordeeld voor het opschalen van doeltreffende maatregelen in de periode tot 2040, in het kader van klimaattoezeggingen en -verbintenissen en het nastreven van duurzame ontwikkeling.

Op basis van wetenschappelijk inzicht kunnen de belangrijkste bevindingen worden geformuleerd als feitelijke verklaringen of worden gekoppeld aan een beoordeeld vertrouwensniveau met behulp van de gekalibreerde taal van het IPCC.⁶² De wetenschappelijke bevindingen zijn ontleend aan de onderliggende verslagen en komen voort uit de samenvatting voor beleidsmakers (hierna SPM), de technische samenvatting (hierna TS) en de onderliggende hoofdstukken en worden aangegeven tussen haakjes. Figuur 1.1 toont de Cijferstoets van het synthesesrapport, een handleiding voor visuele pictogrammen die in meerdere cijfers in dit rapport worden gebruikt.

58 De drie bijdragen van de werkgroep aan AR6 zijn: Klimaatverandering 2021: de basis van de natuurkunde; Klimaatverandering 2022: Effecten, aanpassing en kwetsbaarheid; en Klimaatverandering 2022: Mitigatie van klimaatverandering, respectievelijk. Hun beoordelingen hebben betrekking op wetenschappelijke literatuur die uiterlijk op 31 januari 2021, 1 september 2021 en 11 oktober 2021 voor publicatie is aanvaard.

59 De drie speciale verslagen zijn: opwarming van de aarde met 1,5 °C (2018): een speciaal verslag van de IPCC over de gevolgen van de opwarming van de aarde met 1,5 °C boven het pre-industriële niveau en de daarmee samenhangende mondiale broeikasgasemissietrajecten, in het kader van de versterking van de mondiale respons op de dreiging van klimaatverandering, duurzame ontwikkeling en inspanningen om armoede uit te bannen (SR1.5); Klimaatverandering en land (2019): een speciaal verslag van de IPCC over klimaatverandering, woestijnvorming, bodemdegradatie, duurzaam landbeheer, voedselzekerheid en broeikasgasstromen in terrestrische ecosystemen (SRCCL); en De oceaan en de cryosfeer in een veranderend klimaat (2019) (SROCC). De speciale verslagen hebben betrekking op wetenschappelijke literatuur die respectievelijk op 15 mei 2018, 7 april 2019 en 15 mei 2019 voor publicatie is aanvaard.

60 De woordenlijst (bijlage I) bevat definities van deze termen en andere termen en concepten die in dit verslag worden gebruikt en die zijn ontleend aan de woordenlijst van de gezamenlijke werkgroep AR6.

61 Afhankelijk van de context van klimaatinformatie kunnen geografische regio's in AR6 verwijzen naar grotere gebieden, zoals subcontinenten en oceanische regio's, of naar typologische regio's, zoals moessonregio's, kustlijnen, bergketens of steden. Er is een nieuwe reeks standaard AR6 WGI-referentieland- en oceaanregio's gedefinieerd. WGI wijst landen toe aan geografische regio's, op basis van de classificatie van de afdeling Statistiek van de VN {WGI 1.4.5, WGI 10.1, WGI 11.9, WGI 12.1-12.4, WGI Atlas.1.3.3-1.3.4}.

62 Elke bevinding is gebaseerd op een evaluatie van het onderliggende bewijs en de overeenstemming. Een niveau van vertrouwen wordt uitgedrukt met behulp van vijf kwalificaties: zeer laag, laag, middelhoog, hoog en zeer hoog, en cursief gedrukt, bijvoorbeeld middelhoog vertrouwen. De volgende termen zijn gebruikt om de geschatte waarschijnlijkheid van een uitkomst of resultaat aan te geven: vrijwel zekere waarschijnlijkheid van 99-100 %; zeer waarschijnlijk 90-100 %; waarschijnlijk 66-100 %; waarschijnlijker dan niet >50-100%; ongeveer even waarschijnlijk als niet 33-66%; onwaarschijnlijk 0-33%; zeer onwaarschijnlijk 0-10 %; en uitzonderlijk onwaarschijnlijk 0-1 %. Aanvullende termen (zeer waarschijnlijk 95-100 % en zeer onwaarschijnlijk 0-5 %) worden ook gebruikt indien van toepassing. Beoordeelde waarschijnlijkheid is ook typeset in cursief. Bijvoorbeeld zeer waarschijnlijk. Dit is in overeenstemming met AR5. In dit verslag worden, tenzij anders vermeld, vierkante haken [x tot en met y] gebruikt om het beoordeelde zeer waarschijnlijke bereik, of het interval van 90 %, te geven.

Klimaatverandering 2023 - syntheseverslag



Figuur 1.1: Het syntheseverslag is van cruciaal belang.

Deel 2 - Huidige status en trends

2.1 Waargenomen veranderingen, gevolgen en toeschrijving

Menselijke activiteiten, voornamelijk door de uitstoot van broeikasgassen, hebben ondubbelzinnig de opwarming van de aarde veroorzaakt, waarbij de mondiale oppervlaktetemperatuur in de periode 2011-2020 1,1 °C boven 1850-1900 bereikte. De wereldwijde uitstoot van broeikasgassen is in de periode 2010-2019 blijven stijgen, met ongelijke historische en voortdurende bijdragen als gevolg van niet-duurzaam energiegebruik, landgebruik en veranderingen in landgebruik, levensstijlen en consumptie- en productiepatronen tussen regio's, tussen en binnen landen, en tussen individuen (hoog vertrouwen). Door de mens veroorzaakte klimaatverandering beïnvloedt al veel weer- en klimaatextremen in elke regio over de hele wereld. Dit heeft geleid tot wijdverbreide negatieve gevolgen voor de voedsel- en waterzekerheid, de menselijke gezondheid, de economie en de samenleving en de daarmee samenhangende verliezen en schade⁶³ aan de natuur en de mensen (hoog vertrouwen). Kwetsbare gemeenschappen die historisch gezien het minst hebben bijgedragen aan de huidige klimaatverandering worden onevenredig zwaar getroffen (hoog vertrouwen).

2.1.1. Waargenomen opwarming en de oorzaken ervan

De mondiale oppervlaktetemperatuur lag in 2011–2020 rond 1,1 °C boven 1850-1900 (1,09 [0,95⁶⁴ tot 1,20] °C), met grotere stijgingen boven land (1,59 [1,34 tot 1,83] °C) dan boven de oceaan (0,88 [0,68 tot 1,01] °C).⁶⁵ Waargenomen opwarming wordt veroorzaakt door de mens, met opwarming door broeikasgassen (BKG), gedomineerd door CO₂ en methaan (CH₄), deels gemaskeerd door aerosolkoeling (figuur 2.1). De mondiale oppervlaktetemperatuur in de eerste twee decennia van de 21e eeuw (2001-2020) was 0,99 [0,84 tot 1,10] °C hoger dan 1850-1900. De wereldwijde oppervlaktetemperatuur is sinds 1970 sneller gestegen dan in elke andere periode van 50 jaar in ten minste de afgelopen 2000 jaar (hoge betrouwbaarheid). Het waarschijnlijke bereik van de totale door de mens veroorzaakte wereldwijde stijging van de oppervlaktetemperatuur van 1850-1900 tot 2010-2019⁶⁶ is 0,8 °C tot 1,3 °C, met een beste schatting van 1,07 °C. Het is waarschijnlijk dat goed gemengde broeikasgassen⁶⁷ bijdroegen aan een opwarming van 1,0 °C tot 2,0 °C, en andere menselijke drijfveren (voornamelijk aerosolen) bijdroegen aan een afkoeling van 0,0 °C tot 0,8 °C, natuurlijke (zonne- en vulkanische) drijfveren de mondiale oppervlaktetemperatuur met ± 0,1 °C veranderden en interne variabiliteit deze met ± 0,2 °C veranderden. {WGI SPM A.1, WGI SPM A.1.2, WGI SPM A.1.3, WGI SPM A.2.2, WGI Figure SPM.2; SRCCL TS.2}

Waargenomen stijgingen van goed gemengde BKG-concentraties sinds ongeveer 1750 worden ondubbelzinnig veroorzaakt door BKG-emissies door menselijke activiteiten. Grond- en oceaanputten hebben de afgelopen zes decennia een bijna constant deel (wereldwijd ongeveer 56% per jaar) van de CO₂-emissies van menselijke activiteiten opgenomen, met regionale verschillen (hoog vertrouwen). In 2019 bereikten de atmosferische CO₂-concentraties 410 deeltjes per miljoen (ppm), bereikte CH₄ 1866 deeltjes per miljard (ppb) en bereikte distikstofoxide (N₂O) 332 ppb.⁶⁸ Andere belangrijke bijdragen aan de opwarming zijn troposferisch ozon (O₃) en gehalogeneerde gassen. De concentraties van CH₄ en N₂O zijn in ten minste 800.000 jaar tot ongekende niveaus gestegen (zeer hoge betrouwbaarheid) en er is veel vertrouwen dat de huidige CO₂-concentraties hoger zijn dan ooit in ten minste de afgelopen twee miljoen jaar. Sinds 1750 liggen de stijgingen van de concentraties CO₂ (47%) en CH₄ (156%) ver boven – en de stijgingen van N₂O (23%) zijn vergelijkbaar met – de natuurlijke meerjarige veranderingen tussen glaciële en interglaciële perioden gedurende ten minste de afgelopen 800.000 jaar (zeer hoge betrouwbaarheid). Het netto koeleffect dat voortkomt uit antropogene aerosolen piekte in de late 20e eeuw (hoge betrouwbaarheid). {WGI SPM A1.1, WGI SPM A1.3, WGI SPM A.2.1, WGI Figuur SPM.2, WGI TS 2.2, WGI 2ES, WGI Figuur 6.1}

63 In dit verslag verwijst de term “verliezen en schade” naar negatieve waargenomen effecten en/of verwachte risico's en kan deze economisch en/of niet-economisch zijn. (Zie bijlage I: Woordenlijst)

64 De geraamde stijging van de mondiale oppervlaktetemperatuur sinds AR5 is voornamelijk toe te schrijven aan de verdere opwarming sinds 2003-2012 (+0,19 [0,16 tot 0,22] °C). Bovendien hebben methodologische vooruitgang en nieuwe datasets gezorgd voor een vollediger ruimtelijke weergave van veranderingen in de oppervlaktetemperatuur, ook in het noordpoolgebied. Deze en andere verbeteringen hebben ook de schatting van de wereldwijde verandering van de oppervlaktetemperatuur met ongeveer 0,1 °C verhoogd, maar deze toename vertegenwoordigt geen extra fysieke opwarming sinds AR5 {WGI SPM A1.2 en voetnoot 10}

65 Voor 1850-1900 tot en met 2013-2022 bedragen de geactualiseerde berekeningen 1,15 [1,00 tot 1,25] °C voor de mondiale oppervlaktetemperatuur, 1,65 [1,36 tot 1,90] °C voor landtemperaturen en 0,93 [0,73 tot 1,04] °C voor oceantemperaturen boven 1850-1900 met gebruikmaking van exact dezelfde gegevensreeksen (bijgewerkt met twee jaar) en methoden als gebruikt in WGI.

66 Het onderscheid tussen de periode en de waargenomen beoordeling ontstaat omdat in de toeschrijvingsstudies rekening wordt gehouden met deze iets eerdere periode. De waargenomen opwarming tot 2010-2019 is 1,06 [0,88 tot 1,21] °C. {WGI SPM voetnoot 11}

67 De bijdragen van emissies aan de opwarming van de aarde in de periode 2010-2019 ten opzichte van de periode 1850-1900, beoordeeld op basis van studies naar stralingsforcering, zijn: CO₂ 0,8 [0,5 tot 1,2] °C; methaan 0,5 [0,3 tot 0,8] °C; distikstofoxide 0,1 [0,0 tot 0,2] °C en geïoniseerde gassen 0,1 [0,0 tot 0,2] °C.

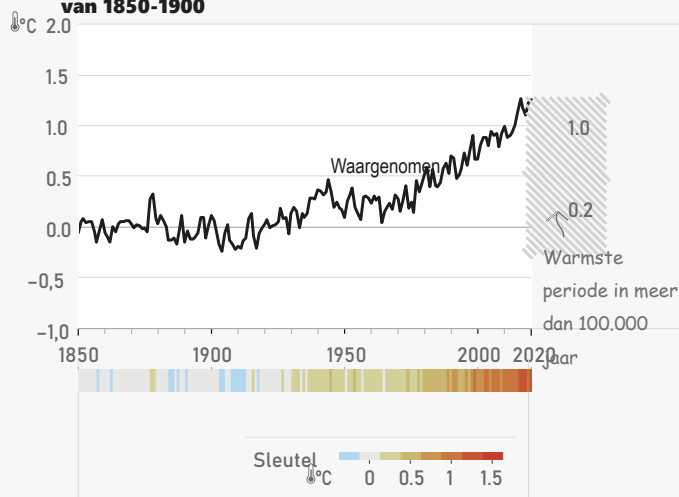
68 Voor 2021 (het meest recente jaar waarvoor definitieve cijfers beschikbaar zijn) zijn concentraties waarbij dezelfde observationele producten en methoden worden gebruikt als in AR6 WGI: 415 ppm CO₂; 1896 ppb CH₄; en 335 ppb N₂O. Merk op dat de CO₂ hier wordt gerapporteerd met behulp van de WMO-CO₂-X2007-schaal om consistent te zijn met WGI. De operationele CO₂-rapportage is sindsdien bijgewerkt om de WMO-CO₂-X2019-schaal te gebruiken.

Menselijke activiteiten zijn verantwoordelijk voor de opwarming van de aarde

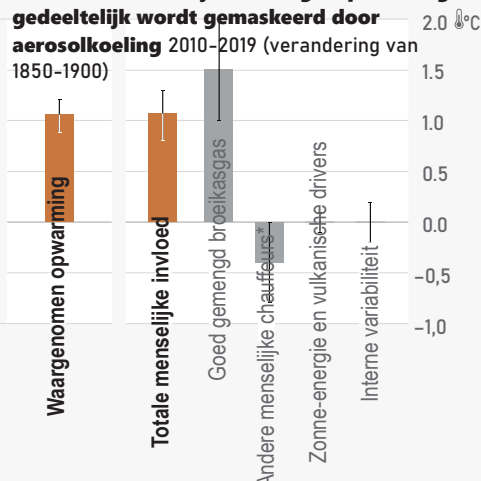
c) Veranderingen in de mondiale oppervlaktetemperaturen

De mens is verantwoordelijk

De wereldwijde oppervlaktetemperatuur is in de periode 2011-2020 met 1,1 °C gestegen ten opzichte van 1850-1900



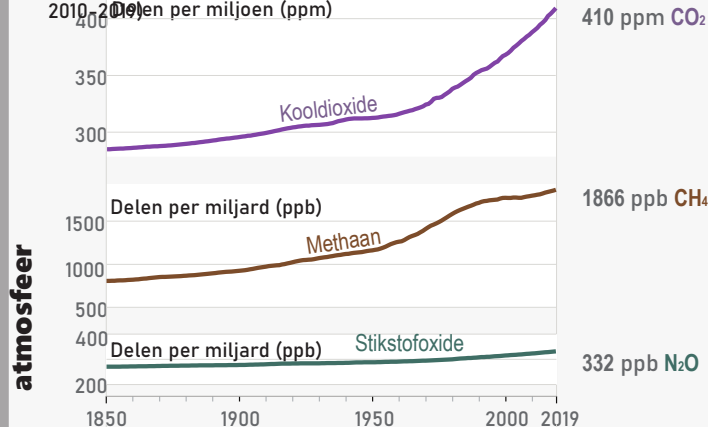
Waargenomen opwarming wordt veroorzaakt door emissies van menselijke activiteiten waarbij broeikasgasopwarming gedeeltelijk wordt gemaskeerd door aerosolkoeling 2010-2019 (verandering van 1850-1900)



*Andere menselijke drijfveren zijn voornamelijk koelende aerosolen, maar ook opwarmende aerosolen, veranderingen in landgebruik (reflectie van landgebruik) en ozon.

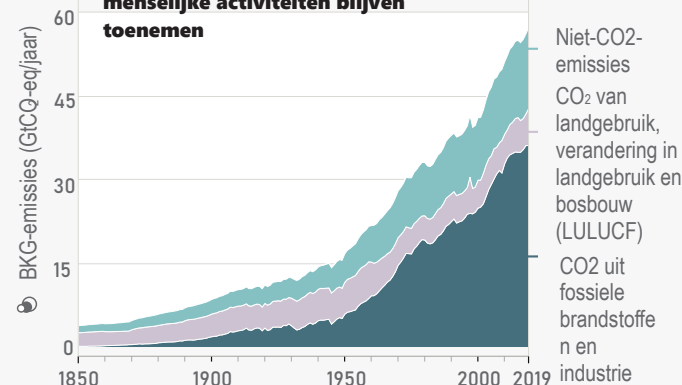
b)

De concentraties van broeikasgassen zijn sinds 1850 snel toegenomen (geschaald om overeen te komen met hun geschatte bijdrage aan de opwarming van de aarde in de periode 1850-1900 tot 2010-2019) en per miljoen (ppm)



a)

Broeikasgasemissies als gevolg van menselijke activiteiten blijven toenemen



De uitstoot van broeikasgassen is de afgelopen decennia snel toegenomen (panel a)). De wereldwijde netto antropogene broeikasgasemissies omvatten CO2 afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen en industriële processen (CO2-FFI) (donkergroen); netto CO2 uit landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw (CO2-LULUCF) (groen); CH4; N2O; en gefluoreerde gassen (HFK's, PFK's, SF6, NF3)

Klimaatverandering 2023 - syntheseverslag

(lichtblauw). Deze emissies hebben geleid tot een toename van de atmosferische concentraties van verschillende broeikasgassen, waaronder de drie belangrijkste goed gemengde broeikasgassen CO₂, CH₄ en N₂O (panel b), jaarwaarden). Om hun relatieve belang aan te geven, wordt de verticale omvang van elk subpaneel voor CO₂, CH₄ en N₂O aangepast aan het beoordeelde individuele directe effect (en, in het geval van indirecte effecten van CH₄ via atmosferische chemie op troposferisch ozon) van historische emissies op temperatuurverandering van 1850-1900 tot 2010-2019. Deze schatting komt voort uit een beoordeling van effectieve stralingsforcering en klimaatgevoeligheid. De mondiale oppervlaktetemperatuur (aangeduid als jaarlijkse anomalieën ten opzichte van een uitgangswaarde van 1850-1900) is sinds 1850-1900 met ongeveer 1,1 °C gestegen (paneel c)). De verticale balk rechts toont de geschatte temperatuur (zeer waarschijnlijk bereik) tijdens de warmste periode van meerdere eeuwen in ten minste de laatste 100.000 jaar, die ongeveer 6500 jaar geleden plaatsvond tijdens de huidige interglaciale periode (Holoceen). Daarvoor was de volgende meest recente warme periode ongeveer 125.000 jaar geleden, toen het beoordeelde temperatuurbereik van meerdere eeuwen [0,5 °C tot 1,5 °C] de waarnemingen van het meest recente decennium overlapt. Deze warme perioden in het verleden werden veroorzaakt door langzame (meerjarige) orbitale variaties. Formele detectie- en attributiestudies vormen een synthese van informatie uit klimaatmodellen en waarnemingen en tonen aan dat de beste schatting is dat alle opwarming die tussen 1850-1900 en 2010-2019 is waargenomen, door mensen wordt veroorzaakt (panel d)). Het paneel toont temperatuurverandering toegeschreven aan: totale menselijke invloed; de afbraak ervan in veranderingen in broeikasgasconcentraties en andere menselijke factoren (aerosolen, ozon en veranderingen in landgebruik (reflectie van landgebruik)); zonne- en vulkanische drijfveren; en interne klimaatvariabiliteit. Whiskers tonen waarschijnlijk bereik. {WGI SPM A.2.2, WGI-figuur SPM.1, WGI-figuur SPM.2, WGI TS2.2, WGI 2.1; WGIII Figuur SPM.1, WGIII A.III.II.2.5.1}

De gemiddelde jaarlijkse broeikasgasemissies in de periode 2010-2019 waren hoger dan in enig eerder decennium, maar het groeitempo tussen 2010 en 2019 (1,3 % jaar⁻¹) was lager dan dat tussen 2000 en 2009 (2,1 % jaar⁻¹)⁶⁹. Historische cumulatieve netto CO₂-emissies van 1850 tot 2019 bedroegen 2400 ± 240 GtCO₂. Hiervan vond meer dan de helft (58%) plaats tussen 1850 en 1989 [1400 ± 195 GtCO₂], en ongeveer 42% tussen 1990 en 2019 [1000 ± 90 GtCO₂]. De wereldwijde netto antropogene broeikasgasemissies worden geschat op 59 ± 6,6 GtCO₂-eq in 2019, ongeveer 12 % (6,5 GtCO₂-eq) hoger dan in 2010 en 54 % (21 GtCO₂-eq) hoger dan in 1990. Tegen 2019 vond de grootste groei van de bruto-emissies plaats in CO₂ uit fossiele brandstoffen en de industrie (CO₂-FFI), gevolgd door CH₄, terwijl de hoogste relatieve groei plaatsvond in gefluoreerde gassen (F-gassen), te beginnen met lage niveaus in 1990. (hoge betrouwbaarheid) {WGIII SPM B.1.1, WGIII SPM B.1.2, WGIII SPM B.1.3, WGIII Figuur SPM.1, WGIII Figuur SPM.2}

Regionale bijdragen aan de wereldwijde door de mens veroorzaakte broeikasgasemissies blijven sterk verschillen. De historische bijdragen van CO₂-emissies variëren aanzienlijk van regio tot regio in termen van totale omvang, maar ook in termen van bijdragen aan CO₂-FFI (1650 ± 73 GtCO₂-eq) en netto CO₂-LULUCF (760 ± 220 GtCO₂-eq)-emissies (figuur 2.2). Variaties in regionale en nationale emissies per hoofd van de bevolking weerspiegelen deels verschillende ontwikkelingsstadia, maar ze variëren ook sterk op vergelijkbare inkomensniveaus. De gemiddelde netto antropogene broeikasgasemissies per hoofd van de bevolking in 2019 varieerden van 2,6 tCO₂-eq tot 19 tCO₂-eq in alle regio's (figuur 2.2). De minst ontwikkelde landen (MOL's) en kleine eilandstaten in ontwikkeling (SIDS) hebben veel lagere emissies per hoofd van de bevolking (respectievelijk 1,7 tCO₂-eq en 4,6 tCO₂-eq) dan het mondiale gemiddelde (6,9 tCO₂-eq), exclusief CO₂-LULUCF. Ongeveer 48 % van de wereldbevolking in 2019 woont in landen die gemiddeld meer dan 6 tCO₂-eq per hoofd van de bevolking uitstoten, 35 % van de wereldbevolking woont in landen die meer dan 9 tCO₂-eq per hoofd van de bevolking uitstoten⁷⁰ (exclusief CO₂-LULUCF), terwijl nog eens 41 % woont in landen die minder dan 3 tCO₂-eq per hoofd van de bevolking uitstoten. Een aanzienlijk deel van de bevolking in deze lage-emissielanden heeft geen toegang tot moderne energiediensten. (hoge betrouwbaarheid) {WGIII SPM B.3, WGIII SPM B3.1, WGIII SPM B.3.2, WGIII SPM B.3.3}

De nettobroeikasgasemissies zijn sinds 2010 in alle belangrijke sectoren gestegen (hoog vertrouwen). In 2019 was ongeveer 34 % (20 GtCO₂-eq) van de netto mondiale broeikasgasemissies afkomstig van de energiesector, 24 % (14 GtCO₂-eq) van de industrie, 22 % (13 GtCO₂-eq) van AFOLU, 15 % (8,7 GtCO₂-eq) van vervoer en 6 % (3,3 GtCO₂-eq) van gebouwen⁷¹ (hoog vertrouwen). De gemiddelde jaarlijkse groei van de broeikasgasemissies tussen 2010 en 2019 vertraagde ten opzichte van het voorgaande decennium in de energievoorziening (van 2,3 % naar 1,0 %) en de industrie (van 3,4 % naar 1,4 %), maar bleef in de vervoerssector ruwweg constant op ongeveer 2 % jaar⁻¹ (hoog vertrouwen). Ongeveer de helft van de totale netto AFOLU-emissies is afkomstig van CO₂ LULUCF, voornamelijk van ontbossing (gemiddeld vertrouwen). Over het geheel genomen vormde de grond een nettoput van -6,6 (±4,6) GtCO₂-jaar⁻¹ voor de periode 2010-2019⁷² (gemiddeld vertrouwen). {WGIII SPM B.2, WGIII SPM B.2.1, WGIII SPM B.2.2, WGIII TS 5.6.1}

Door de mens veroorzaakte klimaatverandering is een gevolg van meer dan een eeuw nettobroeikasgasemissies als gevolg van energieverbruik, landgebruik en verandering in landgebruik, levensstijl en consumptie- en productiepatronen. De vermindering van de CO₂-emissies van fossiele brandstoffen en industriële processen (CO₂-FFI) als gevolg van verbeteringen in de energie-intensiteit van het bbp en de koolstofintensiteit van energie is minder geweest dan de toename van de emissies als gevolg van de stijgende mondiale activiteitsniveaus in de industrie, de energievoorziening, het vervoer, de landbouw en de gebouwen. De 10 % van de huishoudens met de hoogste emissies per hoofd van de bevolking draagt 34-45 % bij aan de wereldwijde op consumptie gebaseerde broeikasgasemissies van huishoudens, terwijl de middelste 40 % 40-53 % bijdroeg en de onderste 50 % 13-15 % bijdroeg. Een toenemend aandeel van de emissies kan worden toegeschreven aan stedelijke gebieden (een stijging van ongeveer 62 % tot 67-72% van het mondiale aandeel tussen 2015 en 2020). De aanjagers van stedelijke broeikasgasemissies⁷³ zijn complex en omvatten bevolkingsomvang, inkomen, staat van verstedelijking en stedelijke vorm. (hoge betrouwbaarheid) {WGIII SPM B.2, WGIII SPM B.2.3, WGIII SPM B.3.4, WGIII SPM D.1.1}

69 BKG-emissiemaatstaven worden gebruikt om emissies van verschillende broeikasgassen in een gemeenschappelijke eenheid uit te drukken. De geaggregeerde broeikasgasemissies in dit verslag worden vermeld in CO₂-equivalenten (CO₂-eq) met gebruikmaking van het aardopwarmingsvermogen met een tijdshorizon van 100 jaar (GWP100) met waarden op basis van de bijdrage van werkgroep I aan het AR6. De AR6 WGI- en WGIII-verslagen bevatten geactualiseerde emissiemaatstaven, evaluaties van verschillende maatstaven met betrekking tot mitigatiedoelstellingen en een beoordeling van nieuwe benaderingen voor het aggregeren van gassen. De keuze van de maatstaf hangt af van het doel van de analyse en alle maatstaven voor broeikasgasemissies hebben beperkingen en onzekerheden, aangezien zij de complexiteit van het fysieke klimaatsysteem en de reactie ervan op eerdere en toekomstige broeikasgasemissies vereenvoudigen. {WGI SPM D.1.8, WGI 7.6; WGIII SPM B.1, WGIII vak 2.2} (bijlage I: Woordenlijst)

70 Territoriale emissies

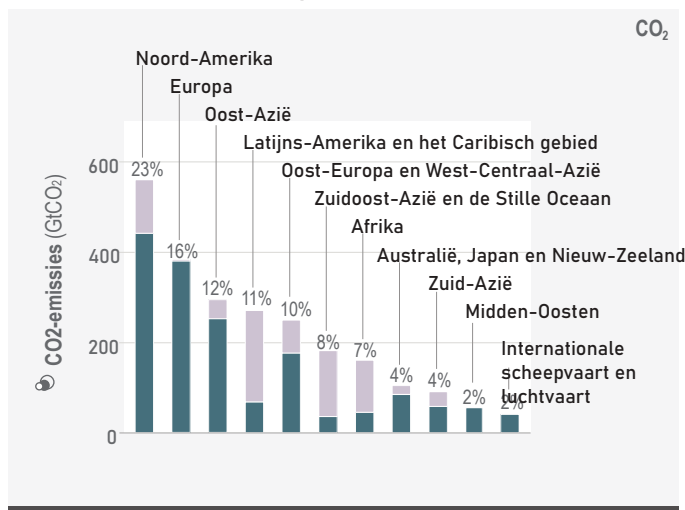
71 BKG-emissieniveaus worden afgerond op twee significante cijfers; als gevolg daarvan kunnen kleine verschillen in bedragen als gevolg van afronding optreden. {WGIII SPM voetnoot 8}

72 Bestaande uit een brutoput van -12,5 (±3,2) GtCO₂ jr⁻¹ als gevolg van reacties van alle grond op zowel antropogene milieuverandering als natuurlijke klimaatvariabiliteit, en netto antropogene CO₂-LULUCF-emissies +5,9 (±4,1) GtCO₂ jr⁻¹ op basis van boekhoudmodellen. {WGIII SPM voetnoot 14}

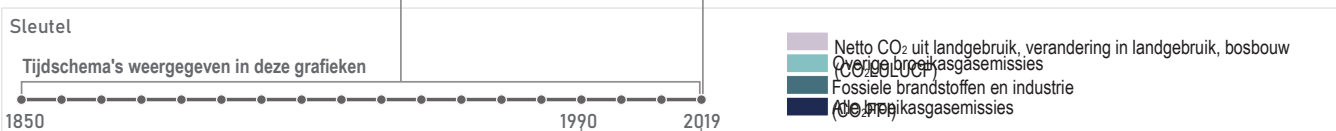
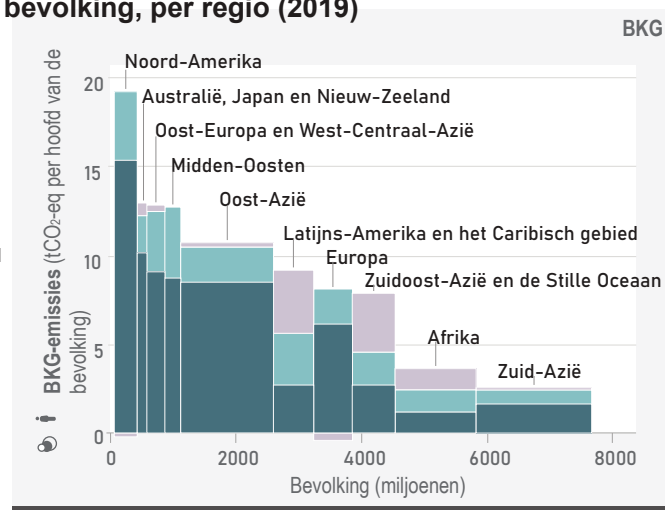
73 Deze schatting is gebaseerd op een op verbruik gebaseerde boekhouding, met inbegrip van zowel directe emissies van binnen stedelijke gebieden als indirecte emissies van buiten stedelijke gebieden in verband met de productie van elektriciteit, goederen en diensten die in steden worden verbruikt. Deze ramingen omvatten alle CO₂- en CH₄-emissiecategorieën, met uitzondering van bunkerbrandstoffen voor de luchtvaart en de zeevaart, veranderingen in landgebruik, bosbouw en landbouw. {WGIII SPM voetnoot 15}

De emissies zijn in de meeste regio's toegenomen, maar zijn ongelijk verdeeld, zowel in de huidige tijd als cumulatief sinds 1850.

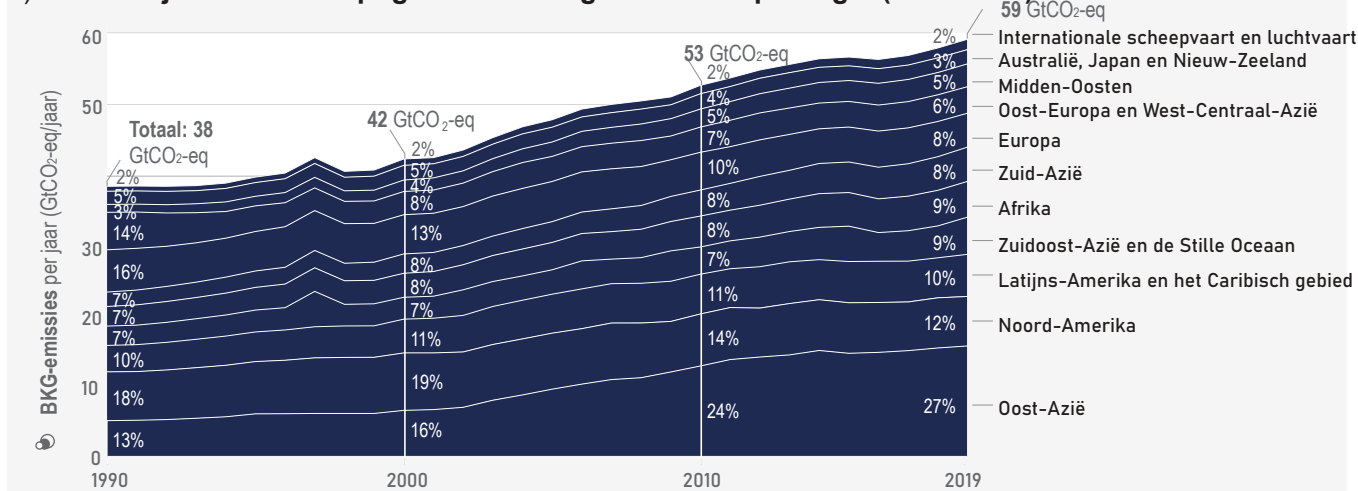
a) Historische cumulatieve netto antropogene CO₂-emissies per regio (1850-2019)



b) Netto antropogene broeikasgasemissies per hoofd van de bevolking en voor de totale bevolking, per regio (2019)



c) Wereldwijde netto antropogene broeikasgasemissies per regio (1990-2019)



d) Regionale indicatoren (2019) en regionale productie versus verbruiksboekhouding (2018)

	Afrika	Australië, Japan, Nieuw-Zeeland	Oostelijk Azië	Oost-Europa, West-Centraal-Azië	Europa	Latijns-Amerika en het Caribisch gebied	Midden-Oosten	Noord-Amerika	Zuidoost-Azië en de Stille Oceaan	Zuid-Azië
Bevolking (miljoen personen, 2019)	1292	157	1471	291	620	646	252	366	674	1836
BBP per hoofd van de bevolking (USD1000 _{KKP} 2017 per persoon) ¹	5.0	43	17	20	43	15	20	61	12	6.2
Nettobroeikasgas 2019² (productiebasis)										
BKG-emissie-intensiteit (tCO ₂ -eq / 1000 USD PPP 2017)	0.78	0.30	0.62	0.64	0.18	0.61	0.64	0.31	0.65	0.42
BKG per hoofd van de bevolking (tCO ₂ -eq per persoon)	3.9	13	11	13	7.8	9.2	13	19	7.9	2.6
CO₂-FFI, 2018, per persoon										
Op productie gebaseerde emissies (tCO ₂ -FFI per persoon, op basis van gegevens van 2018)	1.2	10	8.4	9.2	6.5	2.8	8.7	16	2.6	1.6
Op verbruik gebaseerde emissies (tCO ₂ -FFI per persoon, op basis van gegevens van 2018)	0.84	11	6.7	6.2	7.8	2.8	7.6	17	2.5	1.5

¹ Op basis van de bevolking in 2019 in USD2017 valuta koopkracht basis.
² Omvat CO₂-FFI, CO₂-LULUCF en andere broeikasgassen, met uitzondering van de internationale luchtvaart en scheepvaart.

De in dit cijfer gebruikte regionale groepen zijn uitsluitend voor statistische doeleinden en worden beschreven in WGIII, bijlage II, deel I.

Figuur 2.2: Regionale broeikasgasemissies en het regionale aandeel van de totale cumulatieve op productie gebaseerde CO₂-emissies van 1850 tot 2019.

Panel a) toont het aandeel van historische cumulatieve netto antropogene CO₂-emissies per regio van 1850 tot 2019 in GtCO₂. Dit omvat CO₂-FFI en CO₂-LULUCF. Andere broeikasgasemissies zijn niet inbegrepen. De CO₂-LULUCF-emissies zijn onderhevig aan grote onzekerheden, die tot uiting komen in een globale onzekerheidsschatting van $\pm 70\%$ (90% betrouwbaarheidsinterval). Panel b) toont de verdeling van de regionale broeikasgasemissies in ton CO₂-eq per hoofd van de bevolking per regio in 2019. BKG-emissies worden ingedeeld in: CO₂-FFI; netto CO₂-LULUCF; en andere broeikasgasemissies (CH₄, N₂O, gefluoreerde gassen, uitgedrukt in CO₂-eq met behulp van GWP100-AR6). De hoogte van elke rechthoek toont de emissies per hoofd van de bevolking, de breedte toont de bevolking van de regio, zodat het gebied van de rechthoeken verwijst naar de totale emissies voor elke regio. Emissies van de internationale luchtvaart en scheepvaart zijn niet inbegrepen. In het geval van twee regio's ligt het gebied voor CO₂-LULUCF onder de as, wat wijst op netto CO₂-verwijderingen in plaats van emissies. Panel c) toont de wereldwijde netto antropogene broeikasgasemissies per regio (in GtCO₂-eq jaar⁻¹ (GWP100-AR6)) voor de periode 1990-2019. Percentagewaarden hebben betrekking op de bijdrage van elke regio aan de totale broeikasgasemissies in elke respectieve periode. De eenjarige piek van de emissies in 1997 was te wijten aan hogere CO₂-LULUCF-emissies van een bos- en turfbrand in Zuidoost-Azië. De regio's zijn gegroepeerd in bijlage II van WGIII. Panel d) toont bevolking, bruto binnenlands product (bbp) per persoon, emissie-indicatoren per regio in 2019 voor de totale broeikasgasemissies per persoon en de totale broeikasgasemissie-intensiteit, samen met productie- en consumptiegebaseerde CO₂-FFI-gegevens, die in dit verslag tot 2018 worden beoordeeld. Op verbruik gebaseerde emissies zijn emissies die in de atmosfeer vrijkomen om de goederen en diensten te genereren die door een bepaalde entiteit (bv. regio) worden verbruikt. Emissies van de internationale luchtvaart en scheepvaart zijn niet inbegrepen. {WGIII Figuur SPM.2}

2.1.2. Waargenomen klimaatverandering en impact tot nu toe

Het is eenduidig dat de menselijke invloed de atmosfeer, de oceaan en het land heeft opgewarmd. Er hebben zich wijdverbreide en snelle veranderingen voorgedaan in de atmosfeer, de oceaan, de cryosfeer en de biosfeer (tabel 2.1). De omvang van de recente veranderingen in het klimaatsysteem als geheel en de huidige toestand van vele aspecten van het klimaatsysteem zijn ongekend gedurende vele eeuwen tot vele duizenden jaren. Het is zeer waarschijnlijk dat broeikasgasemissies de belangrijkste oorzaak waren⁷⁴ van de troposferische opwarming en zeer waarschijnlijk dat door de mens veroorzaakte stratosferische ozonafbraak de belangrijkste oorzaak was van stratosferische koeling tussen 1979 en het midden van de jaren negentig. Het is vrijwel zeker dat de wereldwijde bovenzee (0-700m) is opgewarmd sinds de jaren 1970 en zeer waarschijnlijk dat de menselijke invloed is de belangrijkste drijfveer. Oceaanopwarming was goed voor 91% van de verwarming in het klimaatsysteem, met landopwarming, ijsverlies en atmosferische opwarming goed voor respectievelijk ongeveer 5%, 3% en 1% (hoog vertrouwen). Het mondiale gemiddelde zeeniveau is tussen 1901 en 2018 met 0,20 [0,15 tot 0,25] m gestegen. De gemiddelde zeespiegelstijging bedroeg 1,3 [0,6 tot 2,1] mm jr⁻¹ tussen 1901 en 1971, oplopend tot 1,9 [0,8 tot 2,9] mm jr⁻¹ tussen 1971 en 2006, en verder gestegen tot 3,7 [3,2 tot 4,2] mm jr⁻¹ tussen 2006 en 2018 (hoog vertrouwen). Menselijke invloed was zeer waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak van deze stijgingen sinds ten minste 1971 (figuur 3.4). Menselijke invloed is zeer waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak van de wereldwijde terugtocht van gletsjers sinds de jaren negentig en de afname van het Arctische zee-ijsgebied tussen 1979-1988 en 2010-2019. Menselijke invloed heeft ook zeer waarschijnlijk bijgedragen aan de afname van de sneeuwbedekking van de lente op het noordelijk halfrond en het smelten van het oppervlak van de Groenlandse ijskap. Het is vrijwel zeker dat door de mens veroorzaakte CO₂-emissies de belangrijkste oorzaak zijn van de huidige wereldwijde verzuring van de open oceaan aan het oppervlak. {WGI SPM A.1, WGI SPM A.1.3, WGI SPM A.1.5, WGI SPM A.1.6, WGI SPM A.1.7, WGI SPM A.2, WGI SPM A.4.2; SROCC SPM.A.1, SROCC SPM.A.2}

Door de mens veroorzaakte klimaatverandering beïnvloedt al veel weer- en klimaatextremen in elke regio over de hele wereld. Bewijs van waargenomen veranderingen in extremen zoals hittegolven, zware neerslag, droogtes en tropische cyclonen, en in het bijzonder hun toeschrijving aan menselijke invloed, is sinds AR5 versterkt (figuur 2.3). Het is vrijwel zeker dat hete extremen (waaronder hittegolven) sinds de jaren vijftig frequenter en intenser zijn geworden in de meeste landregio's (figuur 2.3), terwijl koude extremen (waaronder koude golven) minder frequent en minder ernstig zijn geworden, met een groot vertrouwen dat door de mens veroorzaakte klimaatverandering de belangrijkste oorzaak is van deze veranderingen. Marine hittegolven zijn ongeveer verdubbeld in frequentie sinds de jaren 1980 (hoog vertrouwen), en de menselijke invloed heeft zeer waarschijnlijk bijgedragen aan de meeste van hen sinds ten minste 2006. De frequentie en intensiteit van zware neerslaggebeurtenissen zijn sinds de jaren vijftig toegenomen in de meeste landgebieden waarvoor observatiegegevens voldoende zijn voor trendanalyse (hoog vertrouwen), en door de mens veroorzaakte klimaatverandering is waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak (figuur 2.3). Door de mens veroorzaakte klimaatverandering heeft in sommige regio's bijgedragen tot een toename van de landbouw- en ecologische droogte als gevolg van de toegenomen landevapotranspiratie (gemiddeld vertrouwen) (figuur 2.3). Het is waarschijnlijk dat het wereldwijde aandeel van grote tropische cyclonen (categorie 3-5) in de afgelopen vier decennia is toegenomen. {WGI SPM A.3, WGI SPM A.3.1, WGI SPM A.3.2; WGI SPM A.3.4; SRCCL SPM.A.2.2; SROCC SPM.A.2}

Klimaatverandering heeft aanzienlijke schade en steeds onomkeerbarere⁷⁵ verliezen veroorzaakt in terrestrische, zoetwater-, cryosferische en kust- en open oceaanecosystemen (hoog vertrouwen). De omvang en omvang van de gevolgen van klimaatverandering zijn groter dan in eerdere beoordelingen werd geraamd (hoog vertrouwen). Ongeveer de helft van de wereldwijd beoordeelde soorten is naar polen verschoven of, op het land, ook naar hogere hoogten (zeer hoge betrouwbaarheid). Biologische reacties, waaronder veranderingen in geografische plaatsing en verschuivende seizoensgebonden timing, zijn vaak niet voldoende om het hoofd te bieden aan de recente klimaatverandering (zeer groot vertrouwen). Honderden lokale verliezen van soorten zijn veroorzaakt door een toename van de omvang van extreme hitte (hoge betrouwbaarheid) en massasterfte op het land en in de oceaan (zeer hoge betrouwbaarheid). De gevolgen voor sommige ecosystemen naderen onomkeerbaarheid, zoals de gevolgen van hydrologische veranderingen als gevolg van de terugtocht van gletsjers, of de veranderingen in sommige bergachtige (gemiddelde betrouwbaarheid) en Arctische ecosystemen die worden aangedreven door permafrostdooi (hoge betrouwbaarheid). De effecten in ecosystemen van langzame processen zoals verzuring van de oceanen, stijging van de zeespiegel of regionale dalingen van de neerslag zijn ook toegeschreven aan door de mens veroorzaakte klimaatverandering (hoog vertrouwen). De klimaatverandering heeft bijgedragen tot woestijnvorming en heeft de bodemdegradatie verergerd, met name in laaggelegen kustgebieden, rivierdelta's, droge gebieden en permafrostgebieden (hoog vertrouwen). Bijna 50 % van de wetlands aan de kust is de afgelopen 100 jaar verloren gegaan als gevolg van de gecombineerde effecten van lokale menselijke druk, zeespiegelstijging, opwarming en extreme klimaatgebeurtenissen (hoog vertrouwen). {WGII SPM B.1.1, WGII SPM B.1.2, WGII Figuur SPM.2.A, WGII TS.B.1; SRCCL SPM A.1.5, SRCCL SPM A.2, SRCCL SPM A.2.6, SRCCL-figuur SPM.1; SROCC SPM A.6.1, SROCC SPM, A.6.4, SROCC SPM A.7}

⁷⁴ „hoofdbestuurder”: verantwoordelijk voor meer dan 50 % van de verandering. {WGI SPM voetnoot 12}

⁷⁵ Zie bijlage I: Wordenlijst.

	Opwarming van de wereldwijde gemiddelde oppervlakteluchttemperatuur sinds 1850-1900	het waarschijnlijke bereik van de menselijke bijdrage ([0,8-1,3 °C]) omvat het zeer waarschijnlijke bereik van de waargenomen opwarming ([0,9-1,2 °C])
Sfeer en watercyclus	Opwarming van de troposfeer sinds 1979	Hoofdbestuurder
	Koeling van de lagere stratosfeer sinds het midden van de 20e eeuw	Hoofdbestuurder 1979 - midden jaren negentig
Oceaan	Grootschalige neerslag en vochtigheid in de bovenste troposfeer verandert sinds 1979	
	Uitbreiding van de zonale gemiddelde Hadley circulatie sinds de jaren 1980	Zuidelijk halfrond
	Oceaanwarmte stijgt sinds de jaren zeventig	Hoofdbestuurder
	Zoutgehalte verandert sinds het midden van de 20e eeuw	
	Wereldwijde gemiddelde zeespiegelstijging sinds 1970	Hoofdbestuurder
Cryosfeer	Arctisch zee-ijsverlies sinds 1979	Hoofdbestuurder
	Vermindering van de sneeuwbedekking in de lente op het noordelijk halfrond sinds 1950	
	Groenlandse ijskap massaverlies sinds 1990	
	Antarctische ijskap massaverlies sinds 1990	Beperkt bewijs & middelgrote overeenkomst
Koolstofcyclussen	Terugtrekken van gletsjers	Hoofdbestuurder
	Verhoogde amplitude van de seizoensgebonden cyclus van atmosferische CO ₂ sinds de vroege jaren 1960	Hoofdbestuurder
	Verzuring van de wereldwijde oppervlakte-oceaan	Hoofdbestuurder
Landklimaat	Gemiddelde oppervlakteluchttemperatuur boven land (ongeveer 40% groter dan de gemiddelde opwarming van de aarde)	Hoofdbestuurder
Synthese	Opwarming van het wereldwijde klimaatstelsel sinds de pre-industriële tijd	

Sleutel	feit
	Vrijwel zeker
	zeer waarschijnlijk
	waarschijnlijk/hoog vertrouwen
	matig vertrouwen

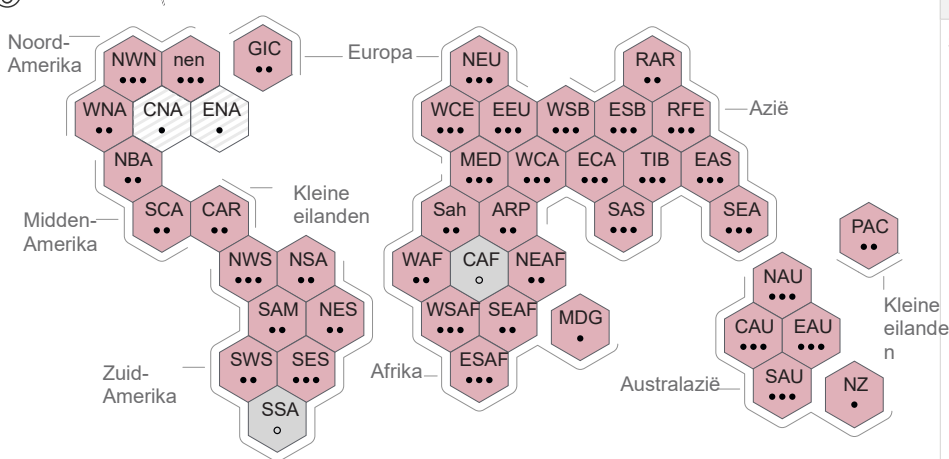
Tabel 2.1: Beoordeling van waargenomen veranderingen in grootschalige indicatoren van het gemiddelde klimaat in alle componenten van het klimaatstelsel en de toerekening ervan aan menselijke invloed. De kleurcodering geeft het beoordeelde vertrouwen in/waarschijnlijkheid⁷⁶ van de waargenomen verandering aan en de menselijke bijdrage als bestuurder of hoofdbestuurder (in dat geval gespecificeerd) indien beschikbaar (zie kleurtoets). Anders wordt een verklarende tekst verstrekt. {WGI-tabel TS.1}

⁷⁶ Op basis van wetenschappelijk inzicht kunnen belangrijke bevindingen worden geformuleerd als feitelijke verklaringen of worden geassocieerd met een beoordeeld vertrouwensniveau dat wordt aangegeven met behulp van de gekalibreerde taal van het IPCC.

Klimaatverandering heeft invloed gehad op menselijke en natuurlijke systemen over de hele wereld, waarbij degenen die over het algemeen het minst hebben bijgedragen aan klimaatverandering het meest kwetsbaar zijn

a) Synthese van de beoordeling van waargenomen veranderingen in hete uitersten, zware neerslag en droogte, en vertrouwen in de menselijke bijdrage aan de waargenomen veranderingen in de regio's van de wereld

Hete uitersten met inbegrip van hittegolven



Dimensie van risico: Gevaar

Sleutel

Type waargenomen verandering sinds de jaren 1950

- Toename
- Verlaging
- Beperkte gegevens en/of literatuur
- Weinig overeenstemming over de aard van de verandering

Vertrouwen in de menselijke bijdrage aan de waargenomen verandering

- Gemiddeld
- Laag door beperkte overeenkomst
- Laag door beperkt bewijs

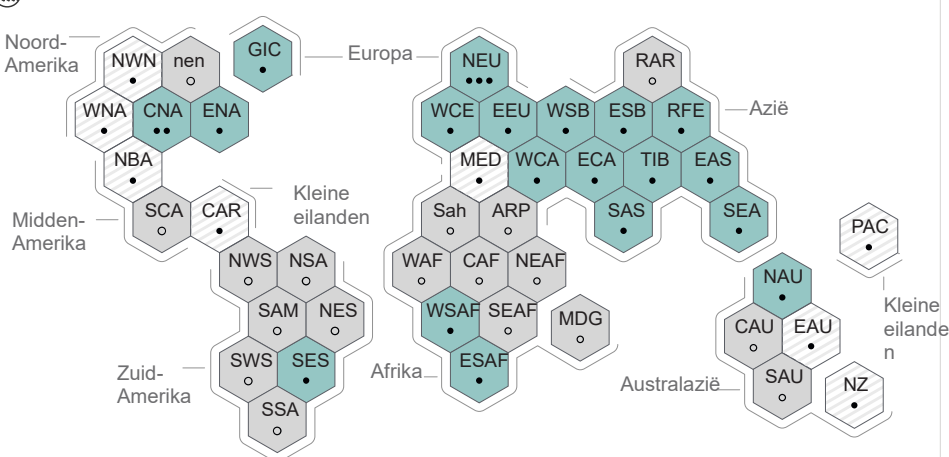
Elke zeshoek komt overeen met een regio

Noordwest-Noord-Amerika

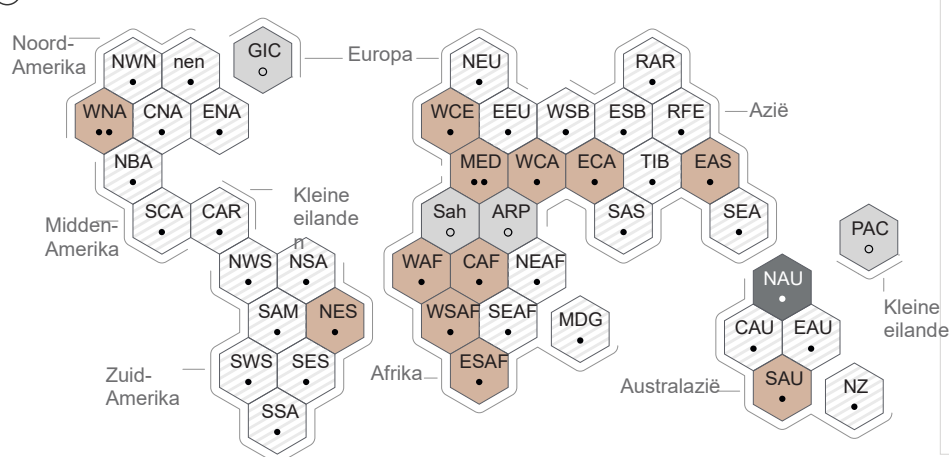
IPCC AR6 WGI-referentiegebieden:

Noord-Amerika: NWN (Noordwest-Noord-Amerika), NEN (Noordoost-Noord-Amerika), WNA (Westelijk Noord-Amerika), CNA (Midden-Noord-Amerika), ENA (Oost-Noord-Amerika), Midden-Amerika: NMA (Noord-Centraal-Amerika), SCA (Zuid-Centraal-Amerika), CAR (Caribisch gebied), Zuid-Amerika: NWS (North-Western South America), NSA (Northern South America), NES (North-Eastern South America), SAM (South American Monsoon), SWS (South-Western South America), SES (South-Eastern South America), SSA (Southern South America), Europa: GIC (Groenland/IJsland), NEU (Noord-Europa), WCE (West- en Midden-Europa), EEU (Oost-Europa), MED (Middellandse Zeegebied), Afrika: MED (Middellandse Zee), SAH (Sahara), WAF (Westelijk Afrika), CAF (Centraal Afrika), NEAF (Noordoostelijk Afrika), SEAF (Zuidoostelijk Afrika), WSAF (Westelijk Zuidelijk Afrika), ESAF (Oostelijk Zuidelijk Afrika), MDG (Madagaskar), Azië: RAR (Russisch noordpoolgebied), WSB (West-Siberië), ESB (Oost-Siberië), RFE (Russisch Verre Oosten), WCA (West-Centraal-Azië), ECA (Oost-Centraal-Azië), TIB (Tibetaanse Plateau), EAS (Oost-Azië), ARP (Arabisch Schiereiland), SAS (Zuid-Azië), SEA (Zuidoost-Azië), Australazië: NAU (Noord-Australië), CAU (Centraal-Australië), EAU (Oost-Australië), SAU (Zuid-Australië), NZ (Nieuw-Zeeland), Kleine eilanden: CAR (Caribisch gebied), PAC (kleine eilanden in de Stille Oceaan)

Zware neerslag

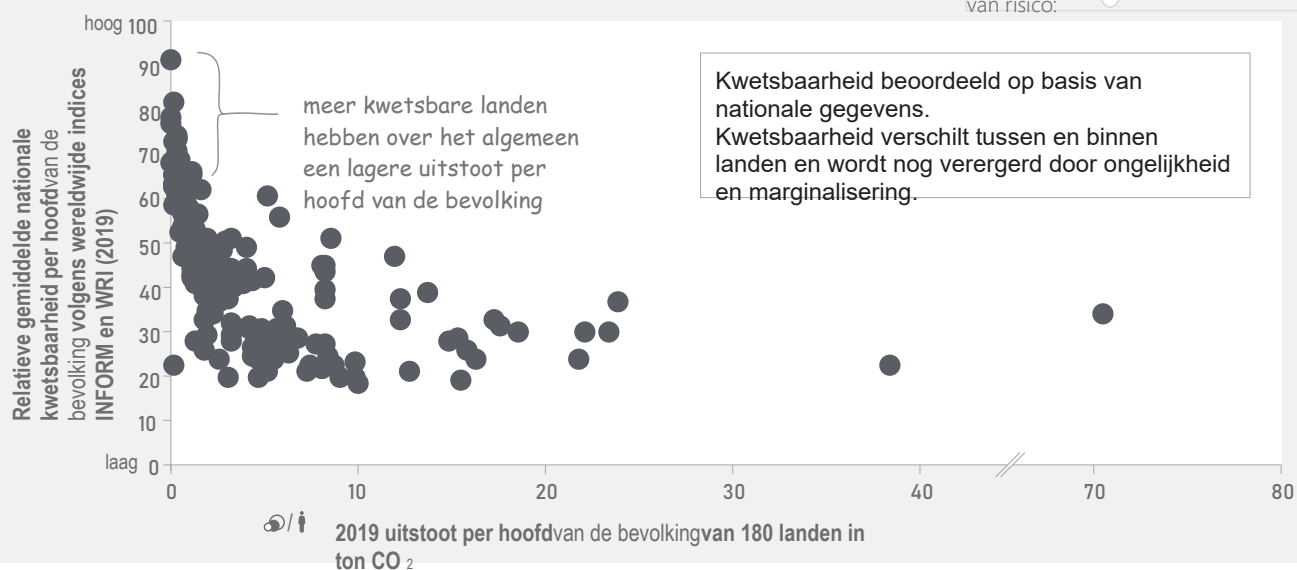


Landbouw- en ecologische droogte



b) Kwetsbaarheid van bevolking & emissies per hoofd van de bevolking per

Dimensie van risico: Kwetsbaarheid



c) Waargenomen effecten en daarmee samenhangende verliezen en schade door klimaatverandering

		Wereldwijd	Afrika	Azië	Australazië	Centraal & Zuid-Amerika	Europa	Noord-Amerika	Kleine eilanden
Menselijke systemen	Beschikbaarheid van water en voedselproductie	Fysieke beschikbaarheid van water	...	...	...	...	...	...	...
		Landbouw/gewasproductie	...	...	...	...	...	...	...
		Gezondheid en productiviteit van dieren en vee	...	...	...	...	...	...	...
		Visserijopbrengsten en aquacultuurproductie	...	...	...	...	...	...	...
	Gezondheid en welzijn	Besmettelijke ziekten	...	...	...	...	...	...	...
		Hitte, ondervoeding en schade door bosbranden	...	...	...	...	...	...	...
		Geestelijke gezondheid	...	...	...	...	...	...	...
		Verplaatsing	...	...	...	...	...	...	...
	Steden, nederzettingen en infrastructuur	Overstromingen in het binnenland en overstroming/storm veroorzaakte schade in kustgebieden	...	...	...	...	...	...	...
		Schade aan belangrijke economische sectoren	...	...	...	...	...	...	...
ECOSYSTEMEN	Veranderingen in de structuur van het ecosysteem	Terrestriale	...	...	...	...	...	...	...
		Zoetwater	...	...	...	...	...	...	...
		Oceaan	...	...	...	...	...	...	...
	Verschuiving van het soortbereik	Terrestriale	...	...	...	...	...	...	...
		Zoetwater	...	...	...	...	...	...	...
		Oceaan	...	...	...	...	...	...	...
	Veranderingen in de seizoensplanning (fenologie)	Terrestriale	...	...	...	...	...	...	...
		Zoetwater	...	...	...	...	...	...	...
		Oceaan	...	...	...	...	...	...	...

Dimensie van risico: Gevolgen

Sleutel

Verhoogde klimaateffecten

Menselijke systemen
 ■ Bijwerkingen
 ■ Negatieve en positieve effecten

ECOSYSTEMEN

■ Klimaatgestuurde veranderingen waargenomen, geen beoordeling van de impacttriching

Vertrouwen in toerekening aan klimaatverandering

... Hoog of zeer hoog
 .. Gemiddeld
 • Laag
 - Bewijs beperkt, onvoldoende
 / Niet beoordeeld

Figuur 2.3: Zowel de kwetsbaarheid voor de huidige klimaatextremen als de historische bijdrage aan de klimaatverandering zijn zeer heterogeen, waarbij veel van degenen die tot nu toe het minst hebben bijgedragen aan de klimaatverandering het kwetsbaarst zijn voor de gevolgen ervan.

Panel (a) De IPCC AR6 WGI bewoonde gebieden worden weergegeven als zeshoeken met identieke grootte in hun geschatte geografische locatie (zie legenda voor regionale acroniemen). Alle beoordelingen worden gemaakt voor elke regio als geheel en voor de jaren 1950 tot heden. Beoordelingen op verschillende tijdschalen of meer lokale ruimtelijke schalen kunnen afwijken van wat in de figuur wordt weergegeven. De kleuren in elk paneel vertegenwoordigen de vier uitkomsten van de beoordeling van waargenomen veranderingen. Gestreepte zeshoeken (wit en lichtgrijs) worden gebruikt wanneer er weinig overeenstemming is over het type verandering voor de regio als geheel, en grijze zeshoeken worden gebruikt wanneer er beperkte gegevens en/of literatuur zijn die een beoordeling van de regio als geheel in de weg staan. Andere kleuren duiden op ten minste een gemiddeld vertrouwen in de waargenomen verandering. Het betrouwbaarheidsniveau voor de menselijke invloed op deze waargenomen veranderingen is gebaseerd op het beoordelen van trenddetectie en -toeschrijving en literatuur over gebeurtenistoeschrijving, en wordt aangegeven door het aantal punten: drie stippen voor een hoog vertrouwen, twee stippen voor een gemiddeld vertrouwen en één stip voor een laag vertrouwen (enkele, gevulde stip: beperkte overeenkomst; enkele, lege stip: beperkt bewijs). Voor hete uitersten wordt het bewijs meestal ontleend aan veranderingen in metrics op basis van dagelijkse maximumtemperaturen; Daarnaast worden regionale studies met behulp van andere indices (hittégolfduur, frequentie en intensiteit) gebruikt. Voor zware neerslag wordt het bewijs meestal ontleend aan veranderingen in indices op basis van eendaagse of vijfdaagse neerslaghoeveelheden met behulp van wereldwijde en regionale studies. Agrarische en ecologische droogtes worden beoordeeld op basis van waargenomen en gesimuleerde veranderingen in het totale vochtgehalte van de kolombodem, aangevuld met gegevens over veranderingen in het vochtgehalte van de oppervlaktebodem, de waterbalans (neerslag minus evapotranspiratie) en indices die worden aangedreven door neerslag en de verdampingsvraag in de atmosfeer. Panel b) toont het gemiddelde niveau van kwetsbaarheid onder de bevolking van een land ten opzichte van de CO₂-FFI-emissies per hoofd van de bevolking per land in 2019 voor de 180 landen waarvoor beide reeksen maatstaven beschikbaar zijn. Kwetsbaarheidsinformatie is gebaseerd op twee globale indicatorsystemen, namelijk INFORM en World Risk Index. Landen met een relatief lage gemiddelde kwetsbaarheid hebben vaak groepen met een hoge kwetsbaarheid binnen hun bevolking en vice versa. De onderliggende gegevens omvatten bijvoorbeeld informatie over armoede, ongelijkheid, gezondheidszorginfrastructuur of verzekeringsdekking. Panel c) Waargenomen effecten op ecosystemen en menselijke systemen die worden toegeschreven aan klimaatverandering op mondiale en regionale schaal. Global assessments richten zich op grote studies, multi-species, meta-analyses en grote reviews. Regionale beoordelingen houden rekening met gegevens over effecten in een hele regio en zijn niet gericht op een bepaald land. Voor menselijke systemen wordt de richting van de effecten beoordeeld en zijn zowel negatieve als positieve effecten waargenomen, bv. negatieve effecten op één gebied of levensmiddel kunnen zich voordoen met positieve effecten op een ander gebied of levensmiddel (zie voor meer details en methodologie WGII SMTS.1). De beschikbaarheid van fysiek water omvat de balans van water uit verschillende bronnen, waaronder grondwater, waterkwaliteit en de vraag naar water. Wereldwijde beoordelingen van geestelijke gezondheid en ontheemding weerspiegelen alleen beoordeelde regio's. De vertrouwensniveaus weerspiegelen de beoordeling van de toerekening van de waargenomen gevolgen voor de klimaatverandering. {WGI Figuur SPM.3, Tabel TS.5, Interactieve Atlas; WGII-figuur SPM.2, WGII SMTS.1, WGII 8.3.1, figuur 8.5; ; WGIII 2.2.3}

Klimaatverandering heeft de voedselzekerheid verminderd en de waterzekerheid aangetast als gevolg van opwarming, veranderende neerslagpatronen, vermindering en verlies van cryosferische elementen en een grotere frequentie en intensiteit van klimatologische extremen, waardoor inspanningen om de duurzameontwikkelingsdoelstellingen te bereiken worden belemmerd (hoog vertrouwen). Hoewel de totale landbouwproductiviteit is toegenomen, heeft de klimaatverandering deze groei van de landbouwproductiviteit de afgelopen 50 jaar wereldwijd vertraagd (gemiddeld vertrouwen), met daarmee samenhangende negatieve gevolgen voor de gewasopbrengst, voornamelijk in regio's met een gemiddelde en lage breedtegraad, en enkele positieve gevolgen in sommige regio's met een hoge breedtegraad (hoog vertrouwen). De opwarming van de oceanen in de 20e eeuw en daarna heeft bijgedragen tot een algemene daling van het maximale vangstpotentieel (gemiddeld vertrouwen), waardoor de gevolgen van overbevissing voor sommige visbestanden nog groter zijn geworden (hoog vertrouwen). De opwarming van de oceanen en de verzuring van de oceanen hebben de voedselproductie van schelpdieraquacultuur en -visserij in sommige oceanische regio's negatief beïnvloed (hoog vertrouwen). De huidige niveaus van de opwarming van de aarde houden verband met matige risico's als gevolg van de toegenomen droogtewaterschaarste (hoog vertrouwen). Ongeveer de helft van de wereldbevolking ondervindt momenteel gedurende ten minste een deel van het jaar ernstige waterschaarste als gevolg van een combinatie van klimaatgerelateerde en niet-klimaatgerelateerde factoren (gemiddeld vertrouwen) (figuur 2.3). Niet-duurzame uitbreiding van de landbouw, deels gedreven door onevenwichtige voedingspatronen,⁷⁷ vergroot de kwetsbaarheid van het ecosysteem en de mens en leidt tot concurrentie om land en/of watervoorraden (hoog vertrouwen). Toenemende extreme weers- en klimaatgebeurtenissen hebben miljoenen mensen blootgesteld aan acute voedselonzeekerheid⁷⁸ en verminderde waterzekerheid, met de grootste gevolgen die zijn waargenomen op veel locaties en/of gemeenschappen in Afrika, Azië, Midden- en Zuid-Amerika, MOL's, kleine eilanden en het Noordpoolgebied, en voor kleinschalige voedselproducenten, huishoudens met een laag inkomen en inheemse volkeren wereldwijd (hoog vertrouwen). {WGII SPM B.1.3, WGII SPM.B.2.3, WGII Figuur SPM.2, WGII TS B.2.3, WGII TS Figuur TS. 6; SRCCL SPM A.2.8, SRCCL SPM A.5.3; SROCC SPM A.5.4., SROCC SPM A.7.1, SROCC SPM A.8.1, SROCC Figuur SPM.2}

In stedelijke omgevingen heeft de klimaatverandering negatieve gevolgen gehad voor de menselijke gezondheid, de bestaansmiddelen en de belangrijkste infrastructuur (hoog vertrouwen). Hete extremen, waaronder hittégolven, zijn geïntensiveerd in steden (hoog vertrouwen), waar ze ook de luchtverontreiniging hebben verergerd (gemiddeld vertrouwen) en de werking van belangrijke infrastructuur hebben beperkt (hoog vertrouwen). Stedelijke infrastructuur, met

77 Evenwichtige diëten bevatten plantaardige voedingsmiddelen, zoals die op basis van grove granen, peulvruchten, groenten en fruit, noten en zaden, en voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong die worden geproduceerd in veerkrachtige, duurzame en lage-GHG-emissiesystemen, zoals beschreven in SRCCL. {WGII SPM voetnoot 32}

78 Acute voedselonzeekerheid kan op elk moment optreden met een ernst die levens, bestaansmiddelen of beide bedreigt, ongeacht de oorzaken, context of duur, als gevolg van schokken die determinanten van voedselzekerheid en voeding in gevaar brengen, en wordt gebruikt om de noodzaak van humanitaire actie te beoordelen. {WGII SPM, voetnoot 30}

inbegrip van vervoers-, water-, sanitaire en energiesystemen,⁷⁹ is aangetast door extreme en trage gebeurtenissen, met als gevolg economische verliezen, verstoringen van diensten en gevolgen voor het welzijn (hoog vertrouwen). De waargenomen effecten zijn geconcentreerd onder economisch en sociaal gemarginaliseerde stadsbewoners, bijvoorbeeld mensen die in informele nederzettingen wonen (hoog vertrouwen). Steden intensiveren de door de mens veroorzaakte opwarming lokaal (zeer hoog vertrouwen), terwijl verstedelijking ook de gemiddelde en zware neerslag boven en/of benedenwinds van steden verhoogt (gemiddeld vertrouwen) en de daaruit voortvloeiende afvloeiingsintensiteit (hoog vertrouwen). {WGI SPM C.2.6; WGII SPM B.1.5, WGII Figuur TS.9, WGII 6 ES}

De klimaatverandering heeft wereldwijd negatieve gevolgen gehad voor de menselijke fysieke gezondheid en de geestelijke gezondheid in beoordeelde regio's (zeer hoog vertrouwen) en draagt bij tot humanitaire crises waarbij klimaatrisico's in wisselwerking staan met een hoge kwetsbaarheid (hoog vertrouwen). In alle regio's hebben toenames van extreme hittegebeurtenissen geresulteerd in menselijke mortaliteit en morbiditeit (zeer hoge betrouwbaarheid). Het optreden van klimaatgerelateerde door voedsel en water overgedragen ziekten is toegenomen (zeer hoge betrouwbaarheid). De incidentie van door vectoren overgedragen ziekten is toegenomen door uitbreiding van het verspreidingsgebied en/of toegenomen reproductie van ziektevectoren (hoge betrouwbaarheid). Dierziekten en ziekten bij de mens, waaronder zoönosen, duiken op in nieuwe gebieden (hoog vertrouwen). In beoordeelde regio's houden sommige uitdagingen op het gebied van geestelijke gezondheid verband met stijgende temperaturen (hoog vertrouwen), trauma door extreme gebeurtenissen (zeer hoog vertrouwen) en verlies van bestaansmiddelen en cultuur (hoog vertrouwen) (figuur 2.3). De gevolgen van klimaatverandering voor de gezondheid worden bemiddeld door natuurlijke en menselijke systemen, met inbegrip van economische en sociale omstandigheden en verstoringen (hoog vertrouwen). Klimaat- en weerextremen leiden in toenemende mate tot ontheemding in Afrika, Azië, Noord-Amerika (hoog vertrouwen) en Midden- en Zuid-Amerika (gemiddeld vertrouwen) (figuur 2.3), waarbij kleine eilandstaten in het Caribisch gebied en de Stille Zuidzee onevenredig worden getroffen in verhouding tot hun kleine bevolkingsgrootte (hoog vertrouwen). Door verplaatsing en onvrijwillige migratie als gevolg van extreme weers- en klimaatgebeurtenissen heeft de klimaatverandering kwetsbaarheid gegenereerd en bestendigd (gemiddeld vertrouwen). {WGII SPM B.1.4, WGII SPM B.1.7}

Menselijke invloed heeft waarschijnlijk de kans op samengestelde extreme gebeurtenissen⁸⁰ sinds de jaren 1950 vergroot. Gelijktijdige en herhaalde klimaatrisico's hebben zich in alle regio's voorgedaan, waardoor de gevolgen en risico's voor de gezondheid, ecosystemen, infrastructuur, bestaansmiddelen en voedsel zijn toegenomen (hoog vertrouwen). Samengestelde extreme gebeurtenissen omvatten een toename van de frequentie van gelijktijdige hittegolven en droogten (hoge betrouwbaarheid); brandweer in sommige regio's (gemiddeld vertrouwen); en samengestelde overstromingen op sommige locaties (gemiddeld vertrouwen). Er zijn meerdere risico's met elkaar in wisselwerking, waardoor nieuwe bronnen van kwetsbaarheid voor klimaatrisico's ontstaan en het algehele risico wordt vergroot (hoge betrouwbaarheid). Samengestelde klimaatgevaaren kunnen het aanpassingsvermogen overweldigen en de schade aanzienlijk vergroten (hoge betrouwbaarheid). {WGI SPM A.3.5; WGII SPM B.5.1, WGII TS.C.11.3}

Economische gevolgen die toe te schrijven zijn aan klimaatverandering hebben steeds meer gevolgen voor de bestaansmiddelen van mensen en veroorzaken economische en maatschappelijke gevolgen over de nationale grenzen heen (hoog vertrouwen). Economische schade als gevolg van de klimaatverandering is vastgesteld in aan het klimaat blootgestelde sectoren, met regionale gevolgen voor de landbouw, de bosbouw, de visserij, de energie en het toerisme, en door arbeidsproductiviteit buitenshuis (hoog vertrouwen), met enkele uitzonderingen op positieve effecten in regio's met een lage vraag naar energie en comparatieve voordelen op de landbouwmarkten en het toerisme (hoog vertrouwen). Individuele bestaansmiddelen zijn aangetast door veranderingen in de landbouwproductiviteit, gevolgen voor de menselijke gezondheid en voedselzekerheid, vernietiging van huizen en infrastructuur, en verlies van eigendom en inkomen, met negatieve gevolgen voor gender en sociale rechtvaardigheid (hoog vertrouwen). Tropische cyclonen hebben de economische groei op korte termijn verminderd (hoog vertrouwen). Gebeurtenistoeschrijvingsstudies en fysiek begrip geven aan dat door de mens veroorzaakte klimaatverandering de zware neerslag verhoogt die gepaard gaat met tropische cyclonen (hoog vertrouwen). Bosbranden in veel regio's hebben invloed gehad op gebouwde activa, economische activiteit en gezondheid (gemiddeld tot hoog vertrouwen). In steden en nederzettingen leiden de klimaateffecten op belangrijke infrastructuur tot verliezen en schade in water- en voedselsystemen en beïnvloeden ze de economische activiteit, waarbij de effecten zich uitstrekken tot buiten het gebied dat rechtstreeks wordt beïnvloed door het klimaatgevaar (hoog vertrouwen). {WGI SPM A.3.4; WGII SPM B.1.6, WGII SPM B.5.2, WGII SPM B.5.3}

Klimaatverandering heeft wijdverbreide negatieve effecten en daarmee samenhangende verliezen en schade aan natuur en mens veroorzaakt (hoog vertrouwen). Verliezen en schade zijn ongelijk verdeeld over systemen, regio's en sectoren (hoog vertrouwen). Culturele verliezen, die verband houden met materieel en immaterieel erfgoed, bedreigen het aanpassingsvermogen en kunnen leiden tot onherroepelijk verlies van gevoel van verbondenheid, gewaardeerde culturele praktijken, identiteit en thuis, met name voor inheemse volkeren en mensen die voor hun levensonderhoud meer rechtstreeks afhankelijk zijn van het milieu (gemiddeld vertrouwen). Veranderingen in sneeuwbedekking, meer- en rivierijs en permafrost in veel Arctische regio's schaden bijvoorbeeld het levensonderhoud en de culturele identiteit van Arctische bewoners, waaronder inheemse bevolkingsgroepen (hoog vertrouwen). De infrastructuur, met inbegrip van

79 Slow-onset events worden beschreven onder de klimaatimpactfactoren van de AR6 WGI en verwijzen naar de risico's en effecten die verband houden met bijvoorbeeld toenemende temperatuurmiddelen, woestijnvorming, afnemende neerslag, verlies van biodiversiteit, bodem- en bosdegradatie, ijsretraite en gerelateerde effecten, oceaanzuring, zeespiegelstijging en verzilting. {WGII SPM voetnoot 29}

80 Zie bijlage 1: Woordenlijst.

vervoers-, water-, sanitaire en energiesystemen, is aangetast door extreme en trage gebeurtenissen, met als gevolg economische verliezen, verstoringen van diensten en gevolgen voor het welzijn (hoog vertrouwen). {WGII SPM B.1, WGII SPM B.1.2, WGII SPM B.1.5, WGII SPM C.3.5, WGII TS.B.1.6; SROCC SPM A.7.1}

In alle sectoren en regio's zijn de meest kwetsbare mensen en systemen onevenredig zwaar getroffen door de gevolgen van de klimaatverandering (hoog vertrouwen). MOL's en kleine eilandstaten in ontwikkeling met veel lagere emissies per hoofd van de bevolking (1,7 tCO₂-eq, respectievelijk 4,6 tCO₂-eq) dan het mondiale gemiddelde (6,9 tCO₂-eq), exclusief CO₂-LULUCF, zijn ook zeer kwetsbaar voor klimaatrisico's, waarbij mondiale hotspots met een hoge menselijke kwetsbaarheid worden waargenomen in West-, Centraal- en Oost-Afrika, Zuid-Azië, Midden- en Zuid-Amerika, kleine eilandstaten in ontwikkeling en het Noordpoolgebied (hoge mate van vertrouwen). Regio's en mensen met aanzienlijke ontwikkelingsbeperkingen zijn zeer kwetsbaar voor klimaatrisico's (hoog vertrouwen). De kwetsbaarheid is groter op plaatsen met armoede, bestuursuitdagingen en beperkte toegang tot basisdiensten en -hulpbronnen, gewelddadige conflicten en een hoog niveau van klimaatgevoelige bestaansmiddelen (bv. kleine boeren, veehouders, vissersgemeenschappen) (hoog vertrouwen). Kwetsbaarheid op verschillende ruimtelijke niveaus wordt verergerd door ongelijkheid en marginalisering in verband met geslacht, etniciteit, laag inkomen of combinaties daarvan (hoog vertrouwen), met name voor veel inheemse volkeren en lokale gemeenschappen (hoog vertrouwen). Ongeveer 3,3 tot 3,6 miljard mensen leven in een context die zeer kwetsbaar is voor klimaatverandering (hoog vertrouwen). Tussen 2010 en 2020 was de menselijke sterfte als gevolg van overstromingen, droogtes en stormen 15 keer hoger in zeer kwetsbare regio's, vergeleken met regio's met een zeer lage kwetsbaarheid (hoog vertrouwen). In het Noordpoolgebied en in sommige hoge berggebieden zijn de negatieve gevolgen van cryosfeerverandering vooral gevoeld onder inheemse volkeren (hoog vertrouwen). De kwetsbaarheid van mens en ecosysteem is onderling afhankelijk (hoog vertrouwen). De kwetsbaarheid van ecosystemen en mensen voor klimaatverandering verschilt aanzienlijk tussen en binnen regio's (zeer groot vertrouwen), als gevolg van patronen van kruisende sociaal-economische ontwikkeling, niet-duurzaam ocean- en landgebruik, ongelijkheid, marginalisering, historische en voortdurende patronen van ongelijkheid zoals kolonialisme en bestuur⁸¹ (hoog vertrouwen). {WGII SPM B.1, WGII SPM B.2, WGII SPM B.2.4; WGIII SPM B.3.1; SROCC SPM A.7.1, SROCC SPM A.7.2}

2.2 Reacties tot nu toe

Internationale klimaatovereenkomsten, toenemende nationale ambities voor klimaatactie en een toenemend publiek bewustzijn versnellen de inspanningen om de klimaatverandering op meerdere bestuursniveaus aan te pakken. Het mitigatiebeleid heeft bijgedragen tot een afname van de wereldwijde energie- en koolstofintensiteit, waarbij verschillende landen al meer dan tien jaar broeikasgasemissiereducties realiseren. Emissiearme technologieën worden betaalbaarder, met veel emissiearme of emissievrije opties die nu beschikbaar zijn voor energie, gebouwen, vervoer en industrie. De vooruitgang op het gebied van aanpassingsplanning en -uitvoering heeft meerdere voordelen opgeleverd, waarbij doeltreffende aanpassingsopties het potentieel hebben om klimaatrisico's te verminderen en bij te dragen tot duurzame ontwikkeling. Wereldwijde bijgehouden financiering voor mitigatie en adaptatie vertoont sinds AR5 een opwaartse trend, maar voldoet niet aan de behoeften. (hoog vertrouwen)

2.2.1. Algemene beleidsvorming

Het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering (UNFCCC), het Protocol van Kyoto en de Overeenkomst van Parijs ondersteunen stijgende niveaus van nationale ambitie en moedigen de ontwikkeling en uitvoering van klimaatbeleid op meerdere bestuursniveaus aan (hoog vertrouwen). Het Protocol van Kyoto heeft in sommige landen tot lagere emissies geleid en heeft bijgedragen tot de opbouw van nationale en internationale capaciteit voor broeikasgasrapportage, boekhouding en emissiemarkten (hoog vertrouwen). De Overeenkomst van Parijs, die in het kader van het UNFCCC is aangenomen en waaraan bijna iedereen deelneemt, heeft geleid tot beleidsontwikkeling en het vaststellen van doelstellingen op nationaal en subnationaal niveau, met name met betrekking tot mitigatie, maar ook voor adaptatie, alsook tot een grotere transparantie van klimaatactie en -ondersteuning (gemiddeld vertrouwen). Nationally Determined Contributions (NDC's), die vereist zijn op grond van de Overeenkomst van Parijs, hebben landen verplicht hun prioriteiten en ambitie met betrekking tot klimaatactie te formuleren. {WGII 17.4, WGII TS D.1.1; WGIII SPM B.5.1, WGIII SPM E.6}

Loss & Damage⁸² werd formeel erkend in 2013 door de oprichting van het Warschau International Mechanism on Loss and Damage (WIM), en in 2015 bood artikel 8 van de Overeenkomst van Parijs een rechtsgrondslag voor de WIM. Er is een beter begrip van zowel economische als niet-economische verliezen en schade, hetgeen ten grondslag ligt aan het internationale klimaatbeleid en dat heeft benadrukt dat verliezen en schade niet volledig worden aangepakt door de

81 Bestuur: De structuren, processen en acties waarmee private en publieke actoren samenwerken om maatschappelijke doelen te bereiken. Dit omvat formele en informele instellingen en de bijbehorende normen, regels, wetten en procedures voor het bepalen, beheren, implementeren en monitoren van beleid en maatregelen op elke geografische of politieke schaal, van lokaal tot globaal. {WGII SPM Voetnoot 31}

82 Zie bijlage I: Woordenlijst.

huidige financiële, bestuurlijke en institutionele regelingen, met name in kwetsbare ontwikkelingslanden (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.3.5, WGII Cross-Chapter Box Verlies}

Andere recente mondiale overeenkomsten die van invloed zijn op de reacties op klimaatverandering zijn onder meer het kader van Sendai voor rampenrisicovermindering (2015-2030), de op financiën gerichte Addis Abeba-actieagenda (2015) en de nieuwe stedelijke agenda (2016), en de wijziging van Kigali van het Protocol van Montreal betreffende stoffen die de ozonlaag afbreken (2016). Daarnaast worden in de Agenda 2030 voor duurzame ontwikkeling, die in 2015 door de VN-lidstaten is aangenomen, 17 duurzameontwikkelingsdoelstellingen (SDG's) vastgesteld en wordt ernaar gestreefd de inspanningen wereldwijd op elkaar af te stemmen om prioriteit te geven aan het uitbannen van extreme armoede, de planeet te beschermen en vreedzamere, welvarendere en inclusievere samenlevingen te bevorderen. Als deze overeenkomsten worden bereikt, zouden ze de klimaatverandering en de gevolgen voor onder meer gezondheid, welzijn, migratie en conflicten verminderen (zeer groot vertrouwen). {WGII TS.A.1, WGII 7 ES}

Sinds AR5 hebben het toenemende publieke bewustzijn en de toenemende diversiteit van actoren over het algemeen bijgedragen tot een snellere politieke inzet en wereldwijde inspanningen om de klimaatverandering aan te pakken (gemiddeld vertrouwen). Massale sociale bewegingen zijn in sommige regio's naar voren gekomen als katalysatoren, vaak voortbouwend op eerdere bewegingen, waaronder door inheemse volkeren geleide bewegingen, jeugdbewegingen, mensenrechtenbewegingen, genderactivisme en klimaatgeschillen, die het bewustzijn vergroten en in sommige gevallen het resultaat en de ambitie van klimaatgovernance hebben beïnvloed (gemiddeld vertrouwen). Het betrekken van inheemse volkeren en lokale gemeenschappen met behulp van rechtvaardige overgangs- en op rechten gebaseerde besluitvormingsbenaderingen, uitgevoerd via collectieve en participatieve besluitvormingsprocessen, heeft op verschillende manieren en op alle schalen, afhankelijk van de nationale omstandigheden, een diepere ambitie en versnelde actie mogelijk gemaakt (gemiddeld vertrouwen). De media helpen het publieke debat over klimaatverandering vorm te geven. Dit kan nuttig zijn om publieke steun op te bouwen om klimaatactie te versnellen (middelmatic bewijs, hoge mate van overeenstemming). In sommige gevallen hebben het publieke discours van de media en georganiseerde tegenbewegingen klimaatactie belemmerd, hulpeloosheid en desinformatie verergerd en polarisatie aangewakkerd, met negatieve gevolgen voor klimaatactie (gemiddeld vertrouwen). {WGII SPM C.5.1, WGII SPM D.2, WGII TS.D.9, WGII TS.D.9.7, WGII TS.E.2.1, WGII 18.4; WGIII SPM D.3.3, WGIII SPM E.3.3, WGIII TS.6.1, WGIII 6.7, WGIII 13 ES, WGIII Box.13.7}

2.2.2. Mitigatiemaatregelen tot nu toe

Sinds AR5 is het beleid en de wetgeving inzake mitigatie consequent uitgebreid (hoog vertrouwen). Klimaatgovernance ondersteunt mitigatie door kaders te bieden waarmee diverse actoren op elkaar inwerken, en een basis voor beleidsontwikkeling en -uitvoering (middelmatic vertrouwen). Veel regelgevings- en economische instrumenten zijn al met succes ingezet (hoog vertrouwen). Tegen 2020 bestonden er in 56 landen wetten die voornamelijk gericht waren op het verminderen van broeikasgasemissies en 53 % van de wereldwijde emissies bestreken (gemiddeld vertrouwen). De toepassing van diverse beleidsinstrumenten voor mitigatie op nationaal en subnationaal niveau is in een reeks sectoren consequent toegenomen (hoog vertrouwen). De beleidsdekking is ongelijk verdeeld over de sectoren en blijft beperkt voor emissies van de landbouw en van industriële materialen en grondstoffen (hoog vertrouwen). {WGIII SPM B.5, WGIII SPM B.5.2, WGIII SPM E.3, WGIII SPM E.4}

Praktische ervaring heeft geleid tot het ontwerpen van economische instrumenten en heeft bijgedragen tot het verbeteren van de voorspelbaarheid, de doeltreffendheid van het milieu, de economische efficiëntie, de afstemming op de distributiedoelstellingen en de maatschappelijke acceptatie (hoog vertrouwen). Emissiearme technologische innovatie wordt versterkt door de combinatie van technologiegedreven beleid, samen met beleid dat prikkels creëert voor gedragsverandering en marktkansen (hoog vertrouwen) (punt 4.8.3). Uitgebreide en consistente beleidspakketten bleken doeltreffender te zijn dan één enkel beleid (hoog vertrouwen). Het combineren van mitigatie met beleid om ontwikkelingstrajecten te verschuiven, beleid dat veranderingen in levensstijl of gedrag teweegbrengt, bijvoorbeeld maatregelen ter bevordering van beloofbare stedelijke gebieden in combinatie met elektrificatie en hernieuwbare energie, kan gezondheidsvoordelen opleveren van schonere lucht en verbeterde actieve mobiliteit (hoog vertrouwen). Klimaatgovernance maakt mitigatie mogelijk door een algemene richting te geven, streefcijfers vast te stellen en klimaatactie te mainstreamen op alle beleidsterreinen en niveaus, op basis van nationale omstandigheden en in het kader van internationale samenwerking. Doeltreffende governance vergroot de rechtszekerheid, creëert gespecialiseerde organisaties en creëert de context om financiering te mobiliseren (gemiddeld vertrouwen). Deze functies kunnen worden bevorderd door klimaatrelevante wetten, die in aantal toenemen, of klimaatstrategieën, onder meer op basis van nationale en subnationale context (gemiddeld vertrouwen). Doeltreffende en billijke klimaatgovernance bouwt voort op de betrokkenheid van actoren uit het maatschappelijk middenveld, politieke actoren, bedrijven, jongeren, arbeid, media, inheemse volkeren en lokale gemeenschappen (gemiddeld vertrouwen). {WGIII SPM E.2.2, WGIII SPM E.3, WGIII SPM E.3.1, WGIII SPM E.4.2, WGIII SPM E.4.3, WGIII SPM E.4.4}

De kosten per eenheid van verschillende emissiearme technologieën, waaronder zonne-, wind- en lithium-ionbatterijen, zijn sinds 2010 constant gedaald (figuur 2.4). Ontwerp- en procesinnovaties in combinatie met het gebruik van digitale technologieën hebben geleid tot een bijna commerciële beschikbaarheid van veel emissiearme of emissievrije opties in gebouwen, vervoer en industrie. Vanaf 2010-2019 zijn de kosten per eenheid van zonne-energie (met 85 %), windenergie (met 55 %) en lithium-ionbatterijen (met 85 %) voortdurend gedaald en is de uitrol ervan sterk toegenomen,

bv. > 10 × voor zonne-energie en > 100 × voor elektrische voertuigen (EV's), zij het in zeer uiteenlopende regio's (figuur 2.4). Elektriciteit uit PV en wind is nu goedkoper dan elektriciteit uit fossiele bronnen in veel regio's, elektrische voertuigen zijn in toenemende mate concurrerend met verbrandingsmotoren en grootschalige batterijopslag op elektriciteitsnetten wordt steeds levensvatbaarder. In vergelijking met modulaire kleinschalige technologieën laat het empirische record zien dat meerdere grootschalige mitigatietechnologieën, met minder mogelijkheden om te leren, minimale kostenreducties hebben gezien en dat de acceptatie ervan langzaam is gegroeid. Het in stand houden van emissie-intensieve systemen kan in sommige regio's en sectoren duurder zijn dan de overgang naar emissiearme systemen. (hoge betrouwbaarheid) {WGIII SPM B.4, WGIII SPM B.4.1, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.5.2, WGIII SPM C.7.2, WGIII SPM C.8, WGIII Figuur SPM.3, WGIII Figuur SPM.3}

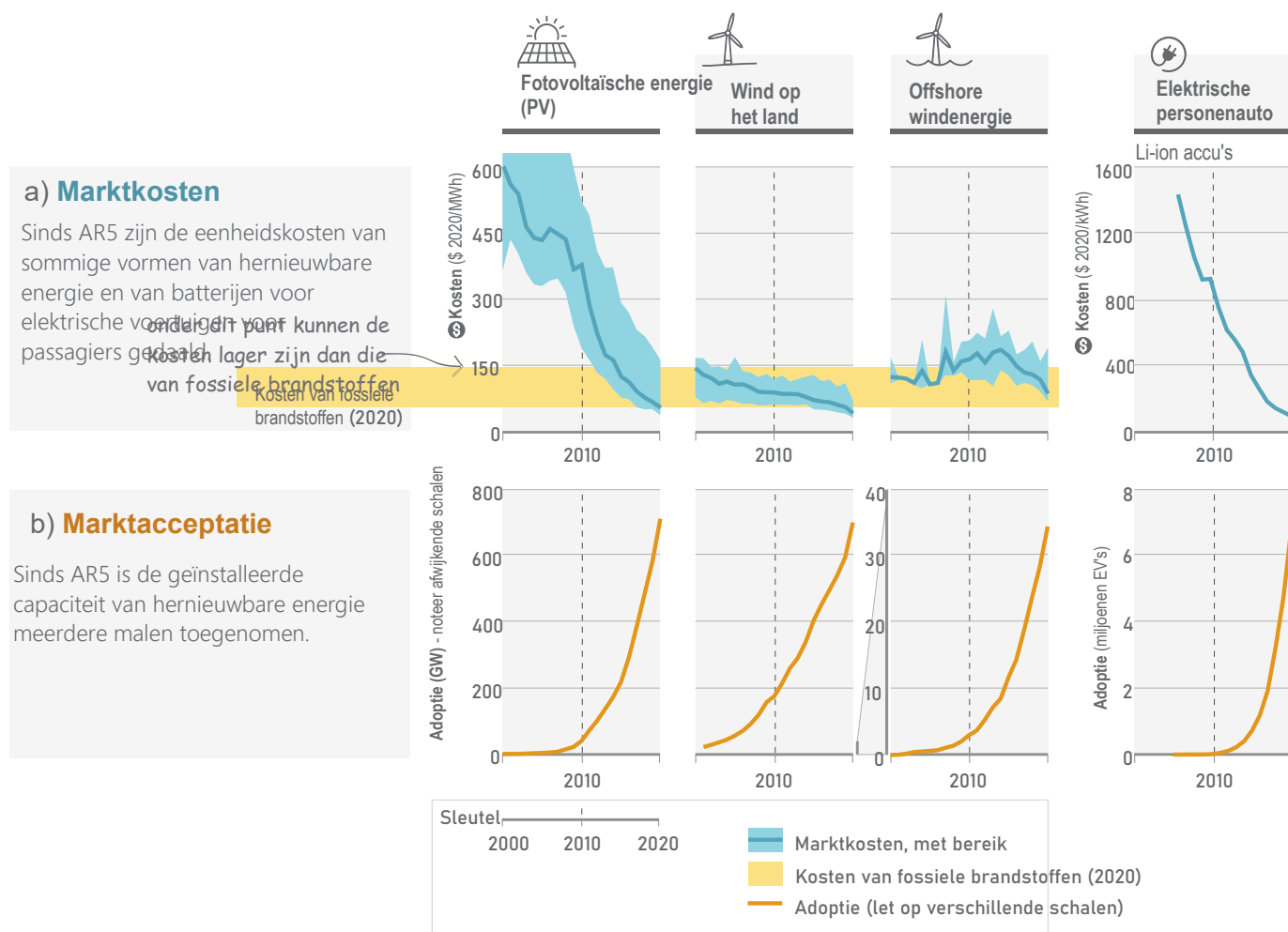
Voor bijna alle basismaterialen — primaire metalen, bouwmaterialen en chemische stoffen — bevinden veel productieprocessen met een lage tot nul-GHG-intensiteit zich in de proeffase naar een bijna-commerciële en in sommige gevallen commerciële fase, maar het is nog geen gevestigde industriële praktijk. Geïntegreerd ontwerp in de bouw en retrofit van gebouwen heeft geleid tot steeds meer voorbeelden van nul-energie- of koolstofvrije gebouwen. Technologische innovatie maakte de wijdverbreide toepassing van LED-verlichting mogelijk. Digitale technologieën, waaronder sensoren, het internet der dingen, robotica en kunstmatige intelligentie, kunnen het energiebeheer in alle sectoren verbeteren; zij kunnen de energie-efficiëntie verhogen en de invoering van veel emissiearme technologieën bevorderen, waaronder gedecentraliseerde hernieuwbare energie, en tegelijkertijd economische kansen creëren. Sommige van deze voordelen op het gebied van de beperking van de klimaatverandering kunnen echter worden verminderd of gecompenseerd door de groei van de vraag naar goederen en diensten als gevolg van het gebruik van digitale apparaten. Verschillende mitigatieopties, met name zonne-energie, windenergie, elektrificatie van stedelijke systemen, stedelijke groene infrastructuur, energie-efficiëntie, beheer aan de vraagzijde, verbeterd bos- en gewas-/graslandbeheer en minder voedselverspilling en -verlies, zijn technisch haalbaar, worden steeds kosteneffectiever en worden over het algemeen ondersteund door het publiek, en dit maakt een uitgebreidere uitrol in veel regio's mogelijk. (hoge betrouwbaarheid) {WGIII SPM B.4.3, WGIII SPM C.5.2, WGIII SPM C.7.2, WGIII SPM E.1.1, WGIII TS.6.5}

De omvang van de wereldwijde klimaatfinancieringsstromen is toegenomen en de financieringskanalen zijn verbreed (hoog vertrouwen). De jaarlijkse getraceerde totale geldstromen voor klimaatmitigatie en -adaptatie zijn tussen 2013/14 en 2019/20 met 60 % gestegen, maar de gemiddelde groei is sinds 2018 vertraagd (gemiddeld vertrouwen) en de meeste klimaatfinanciering blijft binnen de nationale grenzen (hoog vertrouwen). Markets for green bonds, environmental, social and governance and sustainable finance products have expanded significantly since AR5 (high confidence). Beleggers, centrale banken en financiële toezichthouders vergroten het bewustzijn van klimaatrisico's om de ontwikkeling en uitvoering van klimaatbeleid te ondersteunen (hoog vertrouwen). Versnelde internationale financiële samenwerking is van cruciaal belang voor een koolstofarme en rechtvaardige transitie (hoog vertrouwen). {WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM E.5, WGIII TS.6.3, WGIII TS.6.4}

Economische instrumenten zijn doeltreffend gebleken bij het terugdringen van emissies, aangevuld met regelgevingsinstrumenten, voornamelijk op nationaal, maar ook op subnationaal en regionaal niveau (hoog vertrouwen). Tegen 2020 was meer dan 20 % van de wereldwijde broeikasgasemissies gedekt door koolstofbelastingen of emissiehandelssystemen, hoewel de dekking en de prijzen ontoereikend waren om diepe reducties te bereiken (gemiddeld vertrouwen). Eigenvermogens- en verdelingseffecten van koolstofbeprijzingsinstrumenten kunnen onder meer worden aangepakt door inkomsten uit koolstofbelastingen of emissiehandel te gebruiken om huishoudens met een laag inkomen te ondersteunen (hoog vertrouwen). De mix van beleidsinstrumenten die de kosten hebben verlaagd en de invoering van zonne-energie, windenergie en lithium-ionbatterijen hebben gestimuleerd, omvat openbare O&O, financiering voor demonstratie- en proefprojecten en instrumenten om de vraag aan te trekken, zoals uitrolsubsidies om schaalgrootte te bereiken (hoog vertrouwen) (figuur 2.4). {WGIII SPM B.4.1, WGIII SPM B.5.2, WGIII SPM E.4.2, WG III TS.3}

Mitigatiemaatregelen, ondersteund door beleid, hebben bijgedragen tot een daling van de mondiale energie- en koolstofintensiteit tussen 2010 en 2019, waarbij een groeiend aantal landen al meer dan tien jaar absolute broeikasgasemissiereducties realiseert (hoog vertrouwen). Hoewel de wereldwijde nettobroeikasgasemissies sinds 2010 zijn toegenomen, is de mondiale energie-intensiteit (totale primaire energie per eenheid bbp) tussen 2010 en 2019 met 2 % jaar-1 gedaald. De mondiale koolstofintensiteit (CO₂-FFI per eenheid primaire energie) daalde ook met 0,3 % per jaar-1, voornamelijk als gevolg van de overschakeling van steenkool op gas, de verminderde uitbreiding van de steenkoolcapaciteit en het toegenomen gebruik van hernieuwbare energie, en met grote regionale verschillen in dezelfde periode. In veel landen heeft het beleid de energie-efficiëntie verbeterd, de ontbossing teruggedrongen en de uitrol van technologie versneld, wat heeft geleid tot vermeden en in sommige gevallen verminderde of verwijderde emissies (hoog vertrouwen). Ten minste 18 landen hebben sinds 2005 op productie gebaseerde CO₂- en broeikasgasemissies en op consumptie gebaseerde absolute CO₂-emissiereducties langer dan 10 jaar volgehouden door middel van decarbonisatie van de energievoorziening, energie-efficiëntieverbeteringen en vermindering van de vraag naar energie, die het gevolg waren van zowel beleid als veranderingen in de economische structuur (hoog vertrouwen). Sommige landen hebben de op productie gebaseerde broeikasgasemissies sinds de piek met een derde of meer verminderd, en sommige landen hebben gedurende meerdere opeenvolgende jaren een reductiepercentage van ongeveer 4 % jaar-1 bereikt (hoog vertrouwen). Meerdere bewijslijnen wijzen erop dat mitigatiebeleid heeft geleid tot vermeden wereldwijde emissies van verschillende GtCO₂-eq-jaar-1 (gemiddeld vertrouwen).

Hernieuwbare elektriciteitsopwekking is in toenemende mate prijsconcurrerend en sommige sectoren elektrificeren



Figuur 2.4: Kostenbesparingen per eenheid en gebruik in een aantal snel veranderende mitigatietechnologieën.

Het bovenste paneel (a) toont de wereldwijde kosten per eenheid energie (USD per MWh) voor een aantal snel veranderende mitigatietechnologieën. Stevige blauwe lijnen geven de gemiddelde kosten per eenheid in elk jaar aan. Lichtblauwe gearceerde gebieden tonen het bereik tussen het 5e en 95e percentiel in elk jaar. Gele schaduw geeft de bandbreedte aan van de eenheidskosten voor nieuw vermogen op fossiele brandstoffen (kool en gas) in 2020 (overeenkomend met 55 tot 148 USD per MWh). In 2020 zouden de genormaliseerde energiekosten (LCOE) van de drie hernieuwbare-energie technologieën op veel plaatsen kunnen concurreren met fossiele brandstoffen. Voor batterijen zijn de vermelde kosten voor 1 kWh batterijopslagcapaciteit; voor de andere zijn de kosten LCOE, met inbegrip van de installatie-, kapitaal-, exploitatie- en onderhoudskosten per MWh geproduceerde elektriciteit. De literatuur maakt gebruik van LCOE omdat hiermee consistente vergelijkingen van kostentrends over een diverse reeks energietechnologieën kunnen worden gemaakt. Het omvat echter niet de kosten van netintegratie of klimaat effecten. Voorts houdt LCOE geen rekening met andere externe milieu- en sociale effecten die de totale (monetaire en niet-monetaire) kosten van technologieën kunnen wijzigen en de uitrol ervan kunnen wijzigen. Het onderste paneel (b) toont de cumulatieve wereldwijde acceptatie voor elke technologie, in GW van geïnstalleerde capaciteit voor hernieuwbare energie en in miljoenen voertuigen voor batterij-elektrische voertuigen. In 2010 wordt een verticale stippellijn geplaatst om de verandering in het afgelopen decennium aan te geven. Het aandeel van de elektriciteitsproductie weerspiegelt verschillende capaciteitsfactoren; voor dezelfde hoeveelheid geïnstalleerde capaciteit produceert wind bijvoorbeeld ongeveer twee keer zoveel elektriciteit als zonne-PV. Technologieën voor hernieuwbare energie en batterijen werden als illustratieve voorbeelden geselecteerd omdat ze onlangs snelle veranderingen in kosten en adoptie hebben laten zien en omdat consistente gegevens beschikbaar zijn. Andere in het WGIII-verslag beoordeelde mitigatieopties zijn niet opgenomen omdat zij niet aan deze criteria voldoen. {WGIII Figuur SPM.3, WGIII 2.5, 6.4}

Ten minste 1,8 GtCO₂-eq jaar⁻¹ van de vermeden emissies kan worden verantwoord door afzonderlijke ramingen voor de effecten van economische en regelgevingsinstrumenten te aggregeren (gemiddeld vertrouwen). Groeiende aantallen wetten en uitvoeringsbesluiten hebben gevolgen gehad voor de wereldwijde emissies en hebben in 2016 naar schatting geleid tot 5,9 GtCO₂-eq jaar⁻¹ vermeden emissies (gemiddeld vertrouwen). Deze reducties hebben de wereldwijde emissiegroei slechts gedeeltelijk gecompenseerd (hoog vertrouwen). {WGIII SPM B.1, WGIII SPM B.2.4, WGIII SPM B.3.5, WGIII SPM B.5.1, WGIII SPM B.5.3, WGIII 1.3.2, WGIII 2.2.3}

2.2.3. Aanpassingsacties tot nu toe

In alle sectoren en regio's is vooruitgang geboekt op het gebied van aanpassingsplanning en -uitvoering, wat meerdere voordelen heeft opgeleverd (zeer groot vertrouwen). De ambitie, reikwijdte en vooruitgang op het gebied van aanpassing zijn toegenomen bij overheden op lokaal, nationaal en internationaal niveau, samen met bedrijven, gemeenschappen en het maatschappelijk middenveld (hoog vertrouwen). Er zijn verschillende instrumenten, maatregelen en processen beschikbaar die aanpassingsimplementatie mogelijk kunnen maken, versnellen en ondersteunen (hoog vertrouwen). Het groeiende publieke en politieke bewustzijn van klimaateffecten en -risico's heeft ertoe geleid dat ten minste 170 landen en veel steden aanpassing hebben opgenomen in hun klimaatbeleid en planningsprocessen (hoog vertrouwen). Besluitondersteunende instrumenten en klimaatdiensten worden steeds vaker gebruikt (zeer hoog vertrouwen) en in verschillende sectoren worden proefprojecten en lokale experimenten uitgevoerd (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.1, WGII SPM.C.1.1, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.10}

Aanpassing aan watergerelateerde risico's en effecten vormt het grootste deel (~ 60 %) van alle gedocumenteerde⁸³ aanpassingen (hoog vertrouwen). Een groot aantal van deze aanpassingsreacties vindt plaats in de landbouwsector, waaronder waterbeheer op het landbouwbedrijf, wateropslag, bodemvochtbehoud en irrigatie. Andere aanpassingen in de landbouw zijn onder meer verbeteringen van cultivars, boslandbouw, gemeenschapsgerichte aanpassing en diversificatie van landbouwbedrijven en landschappen (hoog vertrouwen). Voor overstromingen in het binnenland kunnen combinaties van niet-structurele maatregelen zoals systemen voor vroegtijdige waarschuwing, verbetering van de natuurlijke waterretentie, bijvoorbeeld door het herstel van wetlands en rivieren, en ruimtelijke ordening, zoals geen aanbouwzones of stroomopwaarts bosbeheer, het overstromingsrisico verminderen (gemiddeld vertrouwen). Sommige landgerelateerde aanpassingsmaatregelen, zoals duurzame voedselproductie, verbeterd en duurzaam bosbeheer, beheer van organische koolstof in de bodem, behoud en herstel van ecosystemen, minder ontbossing en degradatie, en minder voedselverlies en -verspilling, worden uitgevoerd en kunnen nevenvoordelen hebben (hoog vertrouwen). Aanpassingsacties die de weerbaarheid van biodiversiteit en ecosysteemdiensten tegen klimaatverandering vergroten, omvatten reacties zoals het minimaliseren van extra stress of verstoringen, het verminderen van fragmentatie, het vergroten van de omvang van natuurlijke habitats, connectiviteit en heterogeniteit, en het beschermen van kleinschalige refugia waar microklimaatomstandigheden soorten kunnen laten voortbestaan (hoog vertrouwen). De meeste innovaties op het gebied van stedelijke aanpassing hebben plaatsgevonden door vooruitgang op het gebied van rampenrisicobeheer, sociale vangnetten en groene/blauwe infrastructuur (gemiddeld vertrouwen). Veel aanpassingsmaatregelen die de gezondheid en het welzijn ten goede komen, zijn te vinden in andere sectoren (bv. voedsel, bestaansmiddelen, sociale bescherming, water en sanitaire voorzieningen, infrastructuur) (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2, WGII TS.D.1.2, WGII TS.D.1.4, WGII TS.D.4.2, WGII TS.D.8.3, WGII 4 ES; SRCCL SPM B.1.1}

Aanpassing kan meerdere extra voordelen opleveren, zoals het verbeteren van de productiviteit van de landbouw, innovatie, gezondheid en welzijn, voedselzekerheid, bestaansmiddelen en het behoud van de biodiversiteit, evenals het verminderen van risico's en schade (zeer groot vertrouwen). {WGII SPM C1.1}

Wereldwijd getraceerde adaptatiefinanciering vertoont sinds AR5 een opwaartse trend, maar vertegenwoordigt slechts een klein deel van de totale klimaatfinanciering, is ongelijk en heeft zich heterogeen ontwikkeld tussen regio's en sectoren (hoog vertrouwen). De aanpassingsfinanciering is voornamelijk afkomstig uit overheidsbronnen, voornamelijk via subsidies, concessionele en niet-concessionele instrumenten (zeer groot vertrouwen). Wereldwijd is de financiering van aanpassing door de particuliere sector uit verschillende bronnen, zoals commerciële financiële instellingen, institutionele beleggers, andere private equity, niet-financiële vennootschappen, evenals gemeenschappen en huishoudens, beperkt, met name in ontwikkelingslanden (hoog vertrouwen). Overheidsmechanismen en -financiering kunnen een hefboomeffect hebben op de financiering van de particuliere sector voor aanpassing door reële en waargenomen belemmeringen op het gebied van regelgeving, kosten en markt aan te pakken, bijvoorbeeld via publiek-private partnerschappen (hoog vertrouwen). Innovaties op het gebied van aanpassings- en veerkrachtfinanciering, zoals op prognoses gebaseerde/anticiperende financieringssystemen en regionale risicoverzekeringsspoels, zijn getest en nemen in omvang toe (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5.4; WGII TS.D.1.6, WGII hoofdstukoverkoepelend vak FINANCE; WGIII SPM E.5.4}

⁸³ Gedocumenteerde adaptatie verwijst naar gepubliceerde literatuur over adaptatiebeleid, -maatregelen en -acties die is uitgevoerd en gedocumenteerd in collegiaal getoetste literatuur, in tegenstelling tot adaptatie die mogelijk is gepland, maar niet is uitgevoerd.

Er zijn aanpassingsopties die doeltreffend zijn⁸⁴ om de klimaatrisico's⁸⁵ voor specifieke contexten, sectoren en regio's te verminderen en een positieve bijdrage leveren aan duurzame ontwikkeling en andere maatschappelijke doelstellingen. In de landbouwsector bieden verbeteringen van de cultivar, waterbeheer en -opslag op het landbouwbedrijf, bodemvochtbehoud, irrigatie,⁸⁶ boslandbouw, gemeenschapsgebaseerde aanpassing en diversificatie op landbouw- en landschapniveau, en duurzame benaderingen van landbeheer, meerdere voordelen en verminderen zij de klimaatrisico's. Vermindering van voedselverlies en -verspilling en aanpassingsmaatregelen ter ondersteuning van evenwichtige voedingspatronen dragen bij tot voordelen op het gebied van voeding, gezondheid en biodiversiteit. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2; SRCCL B.2, SRCCL SPM C.2.1}

Op ecosystemen gebaseerde adaptatiebenaderingen⁸⁷ zoals stedelijke vergroening, herstel van wetlands en stroomopwaartse bosecosystemen verminderen een reeks risico's op klimaatverandering, waaronder overstromingsrisico's en stedelijke warmte, en leveren meerdere nevenvoordelen op. Sommige op het land gebaseerde aanpassingsopties bieden onmiddellijke voordelen (bv. behoud van veengebieden, wetlands, rangelands, mangroves en bossen); terwijl bebossing en herbebossing, herstel van koolstofrijke ecosystemen, boslandbouw en de terugwinning van aangetaste bodems meer tijd vergen om meetbare resultaten te boeken. Er bestaan aanzienlijke synergieën tussen aanpassing en mitigatie, bijvoorbeeld door middel van duurzame benaderingen van landbeheer. Agro-ecologische principes en praktijken en andere benaderingen die werken met natuurlijke processen ondersteunen voedselzekerheid, voeding, gezondheid en welzijn, bestaansmiddelen en biodiversiteit, duurzaamheid en ecosysteemdiensten. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2.5, WGII TS.D.4.1; SRCCL SPM B.1.2, SRCCL SPM.B.6.1; SROCC SPM C.2}

Combinaties van niet-structurele maatregelen zoals systemen voor vroegtijdige waarschuwing en structurele maatregelen zoals dijken hebben het verlies aan mensenlevens in geval van overstromingen in het binnenland verminderd (gemiddeld vertrouwen) en systemen voor vroegtijdige waarschuwing en overstromingsbestendigheid van gebouwen zijn kosteneffectief gebleken in de context van overstromingen aan de kust onder de huidige stijging van de zeespiegel (hoog vertrouwen). Warmte-gezondheidsactieplannen met systemen voor vroegtijdige waarschuwing en respons zijn effectieve aanpassingsopties voor extreme hitte (hoge betrouwbaarheid). Effectieve aanpassingsopties voor door water, voedsel en vectoren overgedragen ziekten zijn onder meer het verbeteren van de toegang tot drinkwater, het verminderen van de blootstelling van water- en sanitaire systemen aan extreme weersomstandigheden, en verbeterde systemen voor vroegtijdige waarschuwing, bewaking en vaccinontwikkeling (zeer hoge betrouwbaarheid). Aanpassingsopties zoals rampenrisicobeheer, systemen voor vroegtijdige waarschuwing, klimaatdiensten en sociale vangnetten zijn breed toepasbaar in meerdere sectoren (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.5, WGII SPM C.2.9, WGII SPM C.2.11, WGII SPM C.2.13; SROCC SPM C.3.2}

Geïntegreerde, multisectorale oplossingen om sociale ongelijkheden aan te pakken, de reacties te differentiëren op basis van klimaatrisico's en systemen te doorsnijden, de haalbaarheid en doeltreffendheid van aanpassing in meerdere sectoren te vergroten (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.2}

84 Doeltreffendheid verwijst hier naar de mate waarin een aanpassingsoptie wordt verwacht of waargenomen om klimaatgerelateerde risico's te verminderen.

85 Zie bijlage I: Woordenlijst.

86 Irrigatie is effectief in het verminderen van droogterisico's en klimaat effecten in veel regio's en heeft verschillende voordelen voor het levensonderhoud, maar heeft een passend beheer nodig om mogelijke negatieve resultaten te voorkomen, waaronder versnelde uitputting van grondwater en andere waterbronnen en verhoogde verzilting van de bodem (gemiddeld vertrouwen).

87 EbA is internationaal erkend in het kader van het Verdrag inzake biologische diversiteit (CBD14/5). Een verwant concept is Nature-based Solutions (NbS), zie bijlage I: Woordenlijst.

2.3 De huidige mitigatie- en aanpassingsmaatregelen en -beleidslijnen zijn niet toereikend

Op het moment van deze beoordeling zijn⁸⁸ er lacunes tussen de mondiale ambities en de som van de aangegeven nationale ambities. Deze worden nog verergerd door lacunes tussen de aangegeven nationale ambities en de huidige uitvoering voor alle aspecten van klimaatactie. Met het oog op mitigatie zouden de mondiale broeikasgasemissies in 2030 die worden geïmpliceerd door de NDC's die in oktober 2021 zijn aangekondigd, het waarschijnlijk maken dat de opwarming in de 21e eeuw meer dan 1,5 °C zal bedragen en het moeilijker maken om de opwarming tot minder dan 2 °C te beperken.⁸⁹ Ondanks de vooruitgang⁹⁰ blijven er aanpassingstekorten bestaan, waarbij veel initiatieven prioriteit geven aan risicovermindering op korte termijn en transformatie aanpassing belemmeren. In sommige sectoren en regio's worden harde en zachte grenzen voor aanpassing bereikt, terwijl de slechte aanpassing ook toeneemt en kwetsbare groepen onevenredig zwaar treft. Systemische belemmeringen zoals financierings-, kennis- en praktijklacunes, waaronder een gebrek aan klimaatgeletterdheid en gegevens, belemmeren de vooruitgang op het gebied van aanpassing aan de klimaatverandering. Onvoldoende financiering, met name voor aanpassing, beperkt klimaatactie, met name in ontwikkelingslanden. (hoog vertrouwen)

2.3.1. De kloof tussen mitigatiebeleid, toezeggingen en paden die opwarming beperken tot 1,5 °C of minder dan 2 °C

De wereldwijde broeikasgasemissies in 2030 in verband met de uitvoering van de vóór de COP26 aangekondigde NDC's⁹¹ zouden het waarschijnlijk maken dat de opwarming in de 21e eeuw meer dan 1,5 °C zal bedragen en zouden het moeilijker maken om de opwarming tot minder dan 2 °C te beperken — als er geen aanvullende toezeggingen worden gedaan of maatregelen worden genomen (figuur 2.5, tabel 2.2). Er is sprake van een aanzienlijke “emissiekloof”, aangezien de mondiale broeikasgasemissies in 2030 in verband met de uitvoering van de vóór COP26 aangekondigde NDC's vergelijkbaar zouden zijn met of slechts iets onder de emissieniveaus van 2019 en hoger zouden liggen dan die in verband met gemodelleerde mitigatietrajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (>50 %) zonder of met beperkte overschrijding of tot 2 °C (>67 %), uitgaande van onmiddellijke actie, wat dit decennium een diepe, snelle en aanhoudende wereldwijde broeikasgasemissiereductie impliceert (hoog vertrouwen) (tabel 2.2, tabel 3.1, 4.1).⁹² De omvang van de emissiekloof hangt af van het in aanmerking genomen opwarmingsniveau van de aarde en van de vraag of alleen onvoorwaardelijke of ook voorwaardelijke elementen van NDC's⁹³ in aanmerking worden genomen (hoog vertrouwen) (tabel 2.2). Gemodelleerde trajecten die consistent zijn met de NDC's die vóór de COP26 tot 2030 zijn aangekondigd en die daarna geen verhoging van de ambitie veronderstellen, hebben hogere emissies, wat leidt tot een mediane opwarming van de aarde van 2,8 [2,1 tot 3,4] °C tegen 2100 (gemiddeld vertrouwen). Als de “emissiekloof” niet wordt verkleind, zullen de wereldwijde broeikasgasemissies in 2030, in overeenstemming met de vóór de COP26 aangekondigde NDC's, het waarschijnlijk maken dat de opwarming in de 21e eeuw meer dan 1,5 °C zal bedragen, terwijl het beperken van de opwarming tot 2 °C (> 67 %) een ongekende versnelling van de mitigatie-inspanningen in de periode 2030-2050 zou impliceren (gemiddeld vertrouwen) (zie punt 4.1, dwarsdoorsnede kader.2). {WGIII SPM B.6, WGIII SPM B.6.1, WGIII SPM B.6.3, WGIII SPM B.6.4, WGIII SPM C.1.1}

Beleidsmaatregelen die tegen eind 2020 ten uitvoer worden gelegd, zullen naar verwachting leiden tot hogere mondiale broeikasgasemissies in 2030 dan die welke door de NDC's worden geïmpliceerd, wat wijst op een “implementatiekloof”⁹⁴ (hoge betrouwbaarheid) (tabel 2.2, figuur 2.5). De verwachte wereldwijde emissies die worden

88 De timing van de verschillende afsluitingen voor de beoordeling verschilt per verslag van de werkgroep en het beoordeelde aspect. Zie voetnoot 58 in deel 1.

89 Zie CSB.2 voor een bespreking van scenario's en trajecten.

90 Zie bijlage I: Woordenlijst.

91 De vóór COP26 aangekondigde NDC's verwijzen naar de meest recente NDC's die bij het UNFCCC zijn ingediend tot de afsluitingsdatum van de literatuur van het verslag van de WGIII van 11 oktober 2021, en herziene NDC's die vóór oktober 2021 door China, Japan en de Republiek Korea zijn aangekondigd, maar pas daarna zijn ingediend. Tussen 12 oktober 2021 en de start van COP26 zijn 25 NDC-updates ingediend. {WGIII SPM voetnoot 24}

92 Onmiddellijke actie in gemodelleerde mondiale trajecten verwijst naar de vaststelling tussen 2020 en uiterlijk vóór 2025 van klimaatbeleid dat bedoeld is om de opwarming van de aarde tot een bepaald niveau te beperken. Gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67 %) op basis van onmiddellijke actie worden samengevat in categorie C3a in tabel 3.1. Alle beoordeelde gemodelleerde mondiale trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of met beperkte overschrijding, gaan uit van onmiddellijke actie zoals hier gedefinieerd (categorie C1 in tabel 3.1). {WGIII SPM voetnoot 26}

93 In dit verslag verwijzen “onvoorwaardelijke” elementen van NDC's naar mitigatie-inspanningen die zonder voorwaarden worden voorgesteld. “Voorwaardelijke” elementen hebben betrekking op mitigatie-inspanningen die afhankelijk zijn van internationale samenwerking, bijvoorbeeld bilaterale en multilaterale overeenkomsten, financiering of monetaire en/of technologische overdrachten. Deze terminologie wordt gebruikt in de literatuur en de NDC-syntheseverslagen van het UNFCCC, en niet in de Overeenkomst van Parijs. {WGIII SPM voetnoot 27}

94 Tekortkomingen in de uitvoering hebben betrekking op de mate waarin de thans vastgestelde beleidsmaatregelen en acties niet aan de toezeggingen voldoen. De afsluitdatum voor het beleid in studies die worden gebruikt om de broeikasgasemissies van “tegen eind 2020 uitgevoerd beleid” te voorspellen, varieert tussen juli 2019 en november 2020. {WGIII Tabel 4.2, WGIII SPM voetnoot 25}

geïmpliceerd door beleid dat tegen eind 2020 wordt uitgevoerd, bedragen 57 (52-60) GtCO₂-eq in 2030 (tabel 2.2). Dit wijst op een uitvoeringskloof ten opzichte van de NDC's van 4 tot 7 GtCO₂-eq in 2030 (tabel 2.2); zonder een versterking van het beleid zullen de emissies naar verwachting stijgen, wat zal leiden tot een mediane opwarming van de aarde van 2,2 °C tot 3,5 °C (zeer waarschijnlijk bereik) tegen 2100 (gemiddelde betrouwbaarheid) (zie punt 3.1.1). {WGIII SPM B.6.1, WGIII SPM C.1}

De verwachte cumulatieve toekomstige CO₂-emissies tijdens de levensduur van bestaande infrastructuur voor fossiele brandstoffen zonder extra reductie⁹⁵ overschrijden de totale cumulatieve netto CO₂-emissies in trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of met beperkte overschrijding. Ze zijn ongeveer gelijk aan de totale cumulatieve netto CO₂-emissies in trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C met een waarschijnlijkheid van 83%⁹⁶ (zie figuur 3.5). Beperking van de opwarming tot 2 °C (> 67%) of lager zal resulteren in gestrande activa. Ongeveer 80% van de steenkool, 50% van het gas en 30% van de oliereserves kunnen niet worden verbrand en uitgestoten als de opwarming beperkt is tot 2 °C. Aanzienlijk meer reserves zullen naar verwachting onverbrand blijven als de opwarming beperkt is tot 1,5 °C. (hoge betrouwbaarheid) {WGIII SPM B.7, WGIII Box 6.3}

Emissie- en uitvoeringslacunes in verband met de verwachte wereldwijde emissies in 2030 in het kader van nationaal bepaald Bijdragen (NDC's) en uitgevoerd beleid			
	Geïmpliceerd door beleid dat tegen eind 2020 is uitgevoerd (GtCO ₂ -eq/jaar)	Geïmpliceerd door nationaal bepaalde bijdragen (NDC's) die voorafgaand aan COP26 zijn aangekondigd	
		Onvoorwaardelijke elementen (GtCO ₂ -eq/jaar)	Inclusief voorwaardelijke elementen (GtCO ₂ -eq/jaar)
Mediane verwachte wereldwijde emissies (min–max)*	57 [52-60]	4	7
Tenuitvoerleggingskloof tussen uitgevoerd beleid en NDC's (mediaan)	–	53 [50-57]	50 [47-55]
Emissiekloof tussen NDC's en trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67 %) met onmiddellijke actie	–	10–16	6-14
Emissiekloof tussen NDC's en trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of met beperkte overschrijding met onmiddellijke actie	–	19-26	16-23
*Emissieprognoses voor 2030 en brutoverschillen in emissies zijn gebaseerd op emissies van 52-56 GtCO ₂ -eq/jaar in 2019, zoals aangenomen in onderliggende modelstudies. (gemiddeld vertrouwen)			

Verwachtewereldwijde emissies in 2030 in verband met beleid dat tegen eind 2020 ten uitvoer is gelegd en NDC's die vóór de COP26 zijn aangekondigd, en de bijbehorende emissiekloven.

95 Vermindering verwijst hier naar menselijke interventies die de hoeveelheid broeikasgassen verminderen die vrijkomen uit infrastructuur voor fossiele brandstoffen in de atmosfeer. {WGIII SPM voetnoot 34}

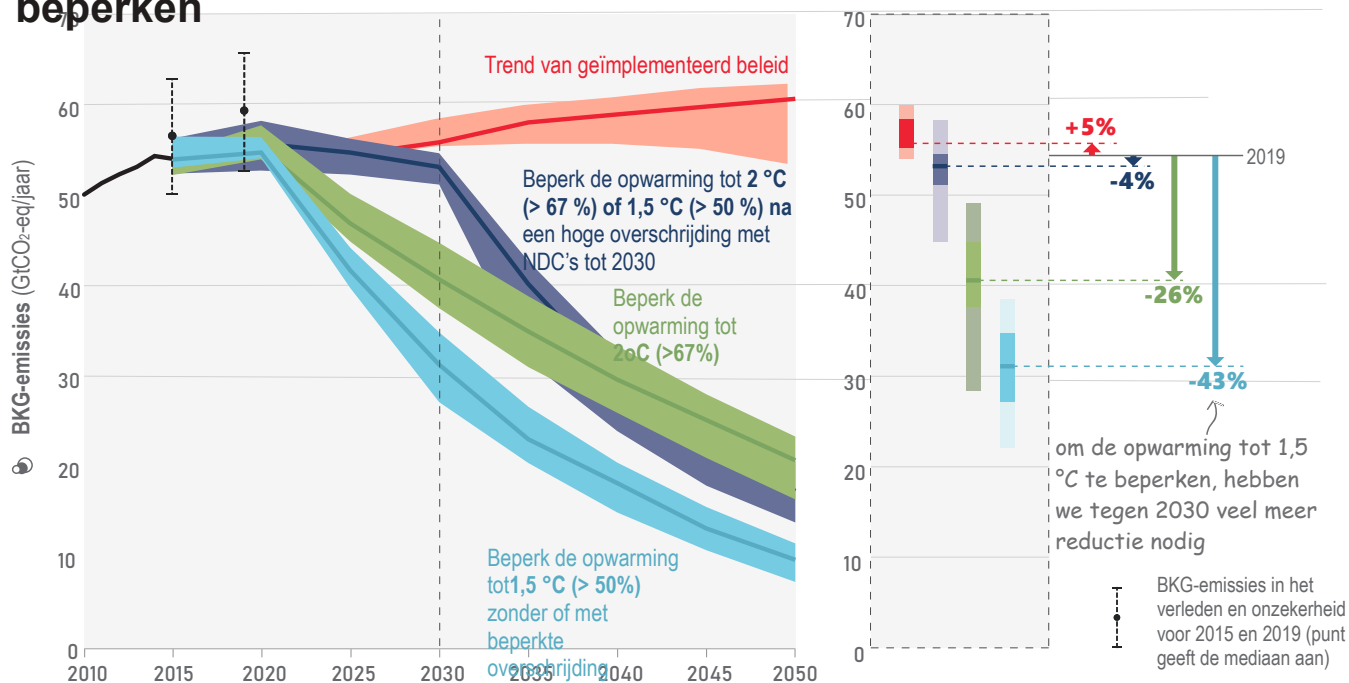
96 WGI biedt koolstofbudgetten die in lijn zijn met het beperken van de opwarming van de aarde tot temperatuurlimieten met verschillende waarschijnlijkheden, zoals 50%, 67% of 83%. {WGI-tabel SPM.2}

Klimaatverandering 2023 - syntheseverslag

De emissieprognoses voor 2030 en de brutoverschillen in emissies zijn gebaseerd op emissies van 52-56 GtCO₂-eq jaar⁻¹ in 2019, zoals aangenomen in onderliggende modelstudies.⁹⁷ (gemiddelde betrouwbaarheid) {WGIII-tabel SPM.1} (tabel 3.1, kruissectievak.2)

⁹⁷ De bandbreedte voor 2019 van geharmoniseerde broeikasgasemissies over de trajecten [53-58 GtCO₂-eq] valt binnen de onzekerheidsmarges van de emissies van 2019 die zijn beoordeeld in WGIII, hoofdstuk 2 [53-66 GtCO₂-eq].

Verwachte wereldwijde broeikasgasemissies van NDC's die vóór COP26 zijn aangekondigd, zouden hetwaarschijnlijk makendat de opwarming meer dan 1,5 °C zal bedragen en het na 2030 ook moeilijker maken om de opwarming tot minder dan 2 °C te beperken



Figuur 2.5 Wereldwijde broeikasgasemissies van gemodelleerde trajecten (funnels in panel a) en verwachte emissieresultaten van beleidsbeoordelingen op korte termijn voor 2030 (panel b).

Panel a toont de wereldwijde broeikasgasemissies in de periode 2015-2050 voor vier soorten beoordeelde gemodelleerde mondiale trajecten:

- Trend van geïmplementeerde beleidsmaatregelen: trajecten met verwachte broeikasgasemissies op korte termijn in overeenstemming met het tot eind 2020 gevoerde beleid en verlengd met vergelijkbare ambitieniveaus na 2030 (29 scenario's voor de categorieën C5 tot en met C7, WGIII-tabel SPM.2).
- Beperk tot 2 °C (> 67 %) of breng de opwarming terug tot 1,5 °C (> 50 %) na een hoge overschrijding, NDC's tot 2030: trajecten met broeikasgasemissies tot 2030 in verband met de uitvoering van NDC's die vóór COP26 zijn aangekondigd, gevolgd door versnelde emissiereducties die de opwarming waarschijnlijk beperken tot 2 °C (C3b, WGIII-tabel SPM.2) of de opwarming terugbrengen tot 1,5 °C met een waarschijnlijkheid van 50 % of meer na een hoge overschrijding (subset van 42 scenario's uit C2, WGIII-tabel SPM.2).
- Beperk tot 2 °C (> 67%) met onmiddellijke actie: Paden die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67 %) met onmiddellijke actie na 2020 (C3a, WGIII-tabel SPM.2).
- Beperk tot 1,5 °C (>50%) zonder of met beperkte overschrijding: Paden die de opwarming beperken tot 1,5 °C zonder of met beperkte overschrijding (C1, WGIII-tabel SPM.2 C1).

Al deze trajecten gaan uit van onmiddellijke actie na 2020. BKG-emissies uit het verleden voor 2010-2015 die worden gebruikt om de opwarming van de aarde van de gemodelleerde trajecten te voorspellen, worden weergegeven door een zwarte lijn. Panel b toont een momentopname van de broeikasgasemissiebereiken van de gemodelleerde trajecten in 2030 en de verwachte emissieresultaten van beleidsbeoordelingen op korte termijn in 2030 uit hoofdstuk 4.2 van WGIII (tabellen 4.2 en 4.3; mediaan en volledig bereik). BKG-emissies zijn CO₂-equivalent met behulp van GWP100 van AR6 WGI. {WGIII Figuur SPM.4, WGIII 3.5, 4.2, Tabel 4.2,

Tabel 4.3, Kruispuntvak 4 in hoofdstuk 4} (tabel 3.1, kruispuntvak.2)

Kruispuntvak 1: Inzicht in nettonuluitstoot van CO₂ en nettonuluitstoot van broeikasgassen

Om de door de mens veroorzaakte opwarming van de aarde tot een specifiek niveau te beperken, moeten de cumulatieve CO₂-emissies worden beperkt, moeten netto nul- of netto negatieve CO₂-emissies worden bereikt en moeten andere broeikasgasemissies sterk worden verminderd (zie 3.3.2). Toekomstige extra opwarming zal afhangen van toekomstige emissies, waarbij de totale opwarming wordt gedomineerd door eerdere en toekomstige cumulatieve CO₂-emissies. {WGI SPM D.1.1, WGI-figuur SPM.4; SR1.5 SPM A.2.2}

Het bereiken van netto nul CO₂-emissies verschilt van het bereiken van netto nul broeikasgasemissies. De timing van netto nul voor een pakket broeikasgassen hangt af van de emissiemaatstaf, zoals het aardopwarmingsvermogen over een periode van 100 jaar, gekozen om niet-CO₂-emissies om te zetten in CO₂-equivalent (hoge betrouwbaarheid). Voor een bepaald emissietraject is de fysieke klimaatrespons echter onafhankelijk van de gekozen maatstaf (hoge betrouwbaarheid). {WGI SPM D.1.8; WGIII-vak TS.6, WGIII-hoofdstukoverkoepelend vak 2}

Om wereldwijd broeikasgasneutraliteit te bereiken, moeten alle resterende CO₂- en metrisch gewogen⁹⁸ niet-CO₂-broeikasgasemissies worden gecompenseerd door duurzaam opgeslagen CO₂-verwijderingen (hoog vertrouwen). Sommige niet-CO₂-emissies, zoals CH₄ en N₂O uit de landbouw, kunnen niet volledig worden geëlimineerd met behulp van bestaande en verwachte technische maatregelen. {WGIII SPM C.2.4, WGIII SPM C.11.4, WGIII Hoofdstukoverkoepelend vak 3}

Wereldwijde netto nulemissies van CO₂ of broeikasgassen kunnen worden bereikt, zelfs als sommige sectoren en regio's netto-uitstoters zijn, op voorwaarde dat andere netto negatieve emissies bereiken (zie figuur 4.1). Het potentieel en de kosten van het bereiken van netto nul- of zelfs netto negatieve emissies verschillen per sector en regio. Of en wanneer netto nulemissies voor een bepaalde sector of regio worden bereikt, hangt af van meerdere factoren, waaronder het potentieel om broeikasgasemissies te verminderen en koolstofdioxide te verwijderen, de bijbehorende kosten en de beschikbaarheid van beleidsmechanismen om emissies en verwijderingen tussen sectoren en landen in evenwicht te brengen. (hoge betrouwbaarheid) {WGIII Box TS.6, WGIII Cross-Chapter Box 3}

De vaststelling en uitvoering van nettonulemissiedoelstellingen door landen en regio's hangt ook af van billijkheids- en capaciteitsoverwegingen (hoog vertrouwen). De formulering van nettonultrajecten door landen zal baat hebben bij duidelijkheid over het toepassingsgebied, de actieplannen en de billijkheid. Het bereiken van netto-emissiedoelstellingen is afhankelijk van beleid, instellingen en mijlpalen aan de hand waarvan de vooruitgang kan worden gevolgd. Van wereldwijd gemodelleerde trajecten met de laagste kosten is aangetoond dat ze de mitigatie-inspanning ongelijk verdelen, en de opname van eigenvermogensbeginselen zou de timing van netto nul op landniveau kunnen veranderen (hoog vertrouwen). In de Overeenkomst van Parijs wordt ook erkend dat pieken in emissies zich later in ontwikkelingslanden zullen voordoen dan in ontwikkelde landen (artikel 4, lid 1). {WGIII Vak TS.6, WGIII Hoofdstukoverkoepelend Vak 3, WGIII 14.3}

Meer informatie over toezeggingen op landniveau inzake netto nul is te vinden in punt 2.3.1, over het tijdstip van de wereldwijde netto nulemissies in punt 3.3.2 en over sectorale aspecten van netto nul in punt 4.1.

⁹⁸ Zie voetnoot 12 hierboven.

Veel landen hebben aangegeven voornemens te zijn om de broeikasgas- of CO₂-uitstoot tegen ongeveer het midden van de eeuw tot nul terug te brengen (kruispunt 1). Meer dan 100 landen hebben verbintenissen voor netto-uitstoot van broeikasgassen of netto-uitstoot van CO₂ aangenomen, aangekondigd of bespreken deze, die meer dan twee derde van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen dekken. Een groeiend aantal steden stelt klimaatdoelstellingen vast, waaronder streefcijfers voor broeikasgasneutraliteit. Veel bedrijven en instellingen hebben de afgelopen jaren ook netto nulmissiedoelstellingen aangekondigd. De verschillende netto-emissieverbintenissen verschillen van land tot land wat betreft reikwijdte en specificiteit, en tot op heden zijn er beperkte beleidsmaatregelen genomen om deze na te komen. {WGIII SPM C.6.4, WGIII TS.4.1, WGIII Tabel TS.1, WGIII 13.9, WGIII 14.3, WGIII 14.5}

Alle mitigatiestrategieën worden geconfronteerd met implementatie-uitdagingen, waaronder technologische risico's, schaalvergroting en kosten (hoog vertrouwen). Bijna alle mitigatieopties worden ook geconfronteerd met institutionele belemmeringen die moeten worden aangepakt om de toepassing ervan op grote schaal mogelijk te maken (gemiddeld vertrouwen). De huidige ontwikkelingstrajecten kunnen gedrags-, ruimtelijke, economische en sociale barrières creëren voor versnelde mitigatie op alle schalen (hoog vertrouwen). Keuzes van beleidsmakers, burgers, de particuliere sector en andere belanghebbenden beïnvloeden de ontwikkelingstrajecten van samenlevingen (hoog vertrouwen). Structurele factoren van nationale omstandigheden en capaciteiten (bv. economische en natuurlijke middelen, politieke systemen en culturele factoren en genderoverwegingen) zijn van invloed op de breedte en diepgang van klimaatgovernance (gemiddeld vertrouwen). De mate waarin actoren uit het maatschappelijk middenveld, politieke actoren, bedrijven, jongeren, arbeid, media, inheemse volkeren en lokale gemeenschappen betrokken zijn, is van invloed op de politieke steun voor de beperking van de klimaatverandering en de uiteindelijke beleidsresultaten (gemiddeld vertrouwen). {WGIII SPM C.3.6, WGIII SPM E.1.1, WGIII SPM E.2.1, WGIII SPM E.3.3}

De invoering van emissiearme technologieën loopt in de meeste ontwikkelingslanden achter, met name in de minst ontwikkelde landen, deels als gevolg van zwakkere randvoorwaarden, waaronder beperkte financiering, ontwikkeling en overdracht van technologie, en capaciteit (gemiddeld vertrouwen). In veel landen, met name die met een beperkte institutionele capaciteit, zijn verschillende negatieve neveneffecten waargenomen als gevolg van de verspreiding van emissiearme technologie, bijvoorbeeld werkgelegenheid van geringe waarde, en afhankelijkheid van buitenlandse kennis en leveranciers (gemiddeld vertrouwen). Emissiearme innovatie in combinatie met betere randvoorwaarden kunnen de ontwikkelingsvoordelen versterken, wat op zijn beurt kan leiden tot feedback in de richting van meer publieke steun voor beleid (gemiddeld vertrouwen). Aanhoudende en regio-specifieke belemmeringen blijven ook de economische en politieke haalbaarheid van de toepassing van AFOLU-mitigatieopties belemmeren (gemiddeld vertrouwen). Belemmeringen voor de uitvoering van AFOLU-mitigatie omvatten onvoldoende institutionele en financiële steun, onzekerheid over additionaliteit en afwegingen op lange termijn, zwak bestuur, onzeker grondbezit, lage inkomens en het gebrek aan toegang tot alternatieve inkomstenbronnen, en het risico op omkering (hoog vertrouwen). {WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM C.9.1, WGIII SPM C.9.3}

2.3.2. Aanpassingslacunes en -barrières

Ondanks de vooruitgang bestaan er aanpassingsverschillen tussen de huidige aanpassingsniveaus en de niveaus die nodig zijn om op de effecten te reageren en de klimaatrisico's te verminderen (hoog vertrouwen). Hoewel in alle sectoren en regio's vooruitgang wordt geboekt bij de uitvoering van de aanpassing (zeer hoog vertrouwen), wordt in veel aanpassingsinitiatieven prioriteit gegeven aan onmiddellijke en kortetermijnvermindering van de klimaatrisico's, bijvoorbeeld door bescherming tegen harde overstromingen, waardoor de kans op transformationele aanpassing wordt beperkt⁹⁹ (hoog vertrouwen). De meest waargenomen aanpassing is versnipperd, kleinschalig, incrementeel, sectorspecifiek en meer gericht op planning dan op uitvoering (hoog vertrouwen). Voorts is de waargenomen aanpassing ongelijk verdeeld over de regio's en bestaan de grootste aanpassingsverschillen onder de lagere inkomensgroepen van de bevolking (hoog vertrouwen). In de stedelijke context bestaan de grootste aanpassingslacunes bij projecten die complexe risico's beheren, bijvoorbeeld op het gebied van de samenhang tussen voedsel, energie, water en gezondheid of de onderlinge verbanden tussen luchtkwaliteit en klimaatrisico's (hoog vertrouwen). Veel financierings-, kennis- en praktijklacunes blijven bestaan voor een doeltreffende uitvoering, monitoring en evaluatie en de huidige aanpassingsinspanningen zullen naar verwachting niet aan de bestaande doelstellingen voldoen (hoog vertrouwen). Bij de huidige mate van aanpassingsplanning en -uitvoering zal de aanpassingskloof blijven toenemen (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.1, WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.4.1, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.1.4}

In sommige sectoren en regio's zijn¹⁰⁰ al zachte en harde aanpassingslimieten bereikt, ondanks het feit dat aanpassing bepaalde klimateffecten heeft gebufferd (hoog vertrouwen). Ecosystemen die al harde aanpassingslimieten bereiken, omvatten enkele warmwaterkoraalriffen, sommige wetlands aan de kust, sommige regenwouden en sommige polaire en bergecosystemen (hoog vertrouwen). Individuen en huishoudens in laaggelegen kustgebieden in Australazië en de Kleine Eilanden en kleine boeren in Midden- en Zuid-Amerika, Afrika, Europa en Azië hebben zachte grenzen bereikt

⁹⁹ Zie bijlage I: Woordenlijst.

¹⁰⁰ Aanpassingsgrens: Het punt waarop de doelstellingen (of systeembehoefte) van een actor niet kunnen worden beschermd tegen onduidelbare risico's door middel van adaptieve acties. Harde aanpassingslimiet - Er zijn geen adaptieve acties mogelijk om ondraaglijke risico's te voorkomen. Zachte aanpassingslimiet - Opties zijn momenteel niet beschikbaar om ondraaglijke risico's door adaptieve actie te voorkomen.

(gemiddeld vertrouwen), als gevolg van financiële, bestuurlijke, institutionele en beleidsmatige beperkingen en kunnen worden overwonnen door deze beperkingen aan te pakken (hoog vertrouwen). De overgang van incrementele naar transformationele aanpassing kan helpen om zachte aanpassingslimieten te overwinnen (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.1, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.3.3, WGII SPM C.3.4, WGII 16 ES}

Aanpassing voorkomt niet alle verliezen en schade, zelfs niet bij effectieve aanpassing en voordat zachte en harde grenzen worden bereikt. Verliezen en schade zijn ongelijk verdeeld over systemen, regio's en sectoren en worden niet volledig aangepakt door de huidige financiële, bestuurlijke en institutionele regelingen, met name in kwetsbare ontwikkelingslanden. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.3.5}

Er zijn steeds meer aanwijzingen voor slechte aanpassing¹⁰¹ in verschillende sectoren en regio's. Voorbeelden van slechte aanpassing worden waargenomen in stedelijke gebieden (bv. nieuwe stedelijke infrastructuur die niet gemakkelijk of betaalbaar kan worden aangepast), landbouw (bv. het gebruik van dure irrigatie in gebieden met naar verwachting intensere droogteomstandigheden), ecosystemen (bv. brandbestrijding in ecosystemen die van nature aan brand zijn aangepast, of harde verdediging tegen overstromingen) en menselijke nederzettingen (bv. gestrande activa en kwetsbare gemeenschappen die het zich niet kunnen veroorloven zich te verplaatsen of zich aan te passen en een verhoging van de sociale vangnetten vereisen). Maladaptatie treft met name gemarginaliseerde en kwetsbare groepen (bv. inheemse volkeren, etnische minderheden, huishoudens met een laag inkomen, mensen die in informele nederzettingen wonen), waardoor bestaande ongelijkheden worden versterkt en verergerd. Maladaptatie kan worden voorkomen door flexibele, multisectorale, inclusieve en langetermijnplanning en -uitvoering van aanpassingsmaatregelen die vele sectoren en systemen ten goede komen. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.4, WGII SPM C.4.3, WGII TS.D.3.1}

Systemische belemmeringen belemmeren de uitvoering van aanpassingsopties in kwetsbare sectoren, regio's en sociale groepen (hoog vertrouwen). Belangrijke belemmeringen zijn onder meer beperkte middelen, een gebrek aan betrokkenheid van de particuliere sector en het maatschappelijk middenveld, onvoldoende mobilisatie van financiering, een gebrek aan politieke inzet, beperkt onderzoek en/of een trage en lage benutting van adaptatiwetenschap en een laag gevoel van urgentie. Ongelijkheid en armoede beperken ook de aanpassing, wat leidt tot zachte grenzen en leidt tot onevenredige blootstelling en gevolgen voor de meest kwetsbare groepen (hoog vertrouwen). De grootste aanpassingskloof bestaat onder de lagere inkomensgroepen (hoog vertrouwen). Aangezien aanpassingsopties vaak lange uitvoeringstijden hebben, zijn langetermijnplanning en versnelde uitvoering, met name in dit decennium, belangrijk om aanpassingslacunes te dichten, in het besef dat er voor sommige regio's nog steeds beperkingen bestaan (hoog vertrouwen). De prioritering van opties en overgangen van incrementele naar transformationele aanpassing zijn beperkt als gevolg van gevestigde belangen, economische lock-ins, afhankelijkheden van institutionele paden en gangbare praktijken, culturen, normen en geloofssystemen (hoog vertrouwen). Er zijn nog veel financierings-, kennis- en praktijklacunes voor een doeltreffende uitvoering, monitoring en evaluatie van aanpassing (hoog vertrouwen), waaronder een gebrek aan klimaatgeletterdheid op alle niveaus en een beperkte beschikbaarheid van gegevens en informatie (middelhoog vertrouwen); bijvoorbeeld voor Afrika verminderen ernstige beperkingen op het gebied van klimaatgegevens en ongelijkheden op het gebied van onderzoeksfinanciering en -leiderschap het aanpassingsvermogen (zeer groot vertrouwen). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.3.1, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.1.5, WGII TS.D.2.4}

2.3.3. Gebrek aan financiering als barrière voor klimaatactie

Onvoldoende financiering en een gebrek aan politieke kaders en stimulansen voor financiering zijn belangrijke oorzaken van de lacunes in de uitvoering voor zowel mitigatie als aanpassing (hoog vertrouwen). De financiële stromen bleven sterk gericht op mitigatie, zijn ongelijk en hebben zich heterogeen ontwikkeld tussen regio's en sectoren (hoog vertrouwen). In 2018 lagen de publieke en publiekelijk gemobiliseerde particuliere klimaatfinancieringsstromen van ontwikkelde naar ontwikkelingslanden onder de collectieve doelstelling in het kader van het UNFCCC en de Overeenkomst van Parijs om tegen 2020 100 miljard USD per jaar te mobiliseren in de context van zinvolle mitigatiemaatregelen en transparantie bij de uitvoering (gemiddeld vertrouwen). De publieke en particuliere financieringsstromen voor fossiele brandstoffen zijn nog steeds groter dan die voor klimaatadaptatie en -mitigatie (hoog vertrouwen). De overgrote meerderheid van de getraceerde klimaatfinanciering is gericht op mitigatie (zeer hoog vertrouwen). Niettemin zijn de gemiddelde jaarlijkse gemodelleerde investeringsvereisten voor 2020 tot 2030 in scenario's die de opwarming beperken tot 2 °C of 1,5 °C een factor drie tot zes groter dan de huidige niveaus, en zouden de totale mitigatie-investeringen (publieke, particuliere, binnenlandse en internationale) in alle sectoren en regio's moeten toenemen (gemiddeld vertrouwen). Er blijven uitdagingen bestaan voor groene obligaties en soortgelijke producten, met name op het gebied van integriteit en additionaliteit, en de beperkte toepasbaarheid van deze markten op veel ontwikkelingslanden (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5.4; WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM E.5.1}

De huidige mondiale geldstromen voor aanpassing, onder meer uit openbare en particuliere financieringsbronnen, zijn ontoereikend voor en beperken de uitvoering van aanpassingsopties, met name in ontwikkelingslanden (hoog vertrouwen). Er zijn steeds grotere verschillen tussen de geraamde aanpassingskosten en de gedocumenteerde financiering die aan aanpassing wordt toegewezen (hoog vertrouwen). De behoeften aan aanpassingsfinanciering zijn naar schatting groter dan die welke in AR5 zijn beoordeeld, en een betere mobilisatie van en toegang tot financiële

¹⁰¹ Maladaptatie verwijst naar acties die kunnen leiden tot een verhoogd risico op ongunstige klimaatgerelateerde resultaten, onder meer via verhoogde broeikasgasemissies, verhoogde of verschoven kwetsbaarheid voor klimaatverandering, onbillijkere resultaten of verminderde welvaart, nu of in de toekomst. Meestal is slechte aanpassing een onbedoeld gevolg. Zie bijlage I: Woordenlijst.

middelen zijn van essentieel belang voor de uitvoering van de aanpassing en om de lacunes in de aanpassing te verkleinen (hoog vertrouwen). Zo bedragen de jaarlijkse financieringsstromen voor aanpassing aan de klimaatverandering in Afrika miljarden USD minder dan de laagste ramingen van de aanpassingskosten voor de klimaatverandering op korte termijn (hoog vertrouwen). Negatieve klimaateffecten kunnen de beschikbaarheid van financiële middelen verder verminderen door verliezen en schade te veroorzaken en de nationale economische groei te belemmeren, waardoor de financiële beperkingen voor aanpassing verder toenemen, met name voor ontwikkelingslanden en MOL's (gemiddeld vertrouwen). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5.4, WGII TS.D.1.6}

Zonder doeltreffende mitigatie en aanpassing zullen verliezen en schade de armste en meest kwetsbare bevolkingsgroepen onevenredig blijven treffen. Versnelde financiële steun voor ontwikkelingslanden uit ontwikkelde landen en andere bronnen is van cruciaal belang om mitigatiemaatregelen te verbeteren. E.5.3}. Veel ontwikkelingslanden beschikken niet over uitgebreide gegevens op de vereiste schaal en beschikken niet over voldoende financiële middelen voor aanpassing om de daarmee gepaard gaande economische en niet-economische verliezen en schade te beperken. (hoge betrouwbaarheid) {WGII Cross-Chapter Box LOSS, WGII SPM C.3.1, WGII SPM C.3.2, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.1.5; WGIII SPM E.5.3}

Er zijn belemmeringen voor het ombuigen van kapitaal naar klimaatactie, zowel binnen als buiten de mondiale financiële sector. Deze belemmeringen zijn onder meer: de ontoereikende beoordeling van klimaatgerelateerde risico's en investeringsmogelijkheden, de regionale discrepantie tussen de beschikbare kapitaal- en investeringsbehoeften, factoren van binnenlandse bevoordeling, de schuldenlast van landen, de economische kwetsbaarheid en de beperkte institutionele capaciteit. Uitdagingen van buiten de financiële sector zijn onder meer: beperkte lokale kapitaalmarkten; onaantrekkelijke risico-rendementsprofielen, met name als gevolg van ontbrekende of zwakke regelgevingsomgevingen die niet stroken met de ambitieniveaus; beperkte institutionele capaciteit om waarborgen te waarborgen; normalisatie, aggregatie, schaalbaarheid en replicateerbaarheid van investeringsmogelijkheden en financieringsmodellen; en een pijpleiding die klaar is voor commerciële investeringen. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.5.4; WGIII SPM E.5.2; SR1.5 SPM D.5.2}

Kruispuntvak.2: Scenario's, opwarming van de aarde en risico's

Gemodelleerde scenario's en trajecten¹⁰² worden gebruikt om toekomstige emissies, klimaatverandering, gerelateerde effecten en risico's en mogelijke mitigatie- en aanpassingsstrategieën te onderzoeken en zijn gebaseerd op een reeks aannames, waaronder sociaal-economische variabelen en mitigatieopties. Dit zijn kwantitatieve prognoses en geen voorspellingen of voorspellingen. Mondiale gemodelleerde emissietrajecten, met inbegrip van die op basis van kosteneffectieve benaderingen, bevatten regionaal gedifferentieerde aannames en resultaten, en moeten worden beoordeeld met zorgvuldige erkenning van deze aannames. De meesten maken geen expliciete veronderstellingen over mondiale billijkheid, milieurechtvaardigheid of intraregionale inkomensverdeling. Het IPCC is neutraal ten aanzien van de aannames die ten grondslag liggen aan de scenario's in de in dit verslag beoordeelde literatuur, die niet alle mogelijke futures bestrijken.¹⁰³ {WGI-vak SPM.1; WGII-vak SPM.1; WGIII-vak SPM.1; SROCC-vak SPM.1; SRCCL-doos SPM.1}

Sociaal-economische ontwikkeling, scenario's en trajecten

De vijf gedeelde sociaal-economische trajecten (SSP1 tot en met SSP5) zijn ontworpen om een reeks uitdagingen op het gebied van mitigatie van en aanpassing aan de klimaatverandering te bestrijken. Voor de beoordeling van klimaat effecten, -risico's en -adaptatie worden de SSP's gebruikt voor toekomstige blootstelling, kwetsbaarheid en uitdagingen op het gebied van adaptatie. Afhankelijk van de niveaus van broeikasgasmitigatie kunnen gemodelleerde emissiescenario's op basis van de SSP's consistent zijn met lage of hoge opwarmingsniveaus.¹⁰⁴ Er zijn veel verschillende mitigatiestrategieën die consistent kunnen zijn met verschillende niveaus van opwarming van de aarde in 2100 (zie figuur 4.1). {WGI-vak SPM.1; WGII-vak SPM.1; WGIII-vak SPM.1, WGIII-vak TS.5, WGIII-bijlage III; SRCCL-doos SPM.1, SRCCL-figuur SPM.2}

WGI beoordeelde de klimaatrespons op vijf illustratieve scenario's op basis van SSP's¹⁰⁵ die betrekking hebben op het bereik van mogelijke toekomstige ontwikkeling van antropogene factoren van klimaatverandering die in de literatuur worden gevonden. Deze scenario's combineren sociaaleconomische aannames, niveaus van klimaatmitigatie, landgebruik en beheersing van luchtverontreiniging voor aerosolen en niet-CH₄-ozonprecursoren. In de scenario's met hoge en zeer hoge broeikasgasemissies (SSP3-7.0 en SSP5-8.5) zijn de CO₂-emissies tegen respectievelijk 2100 en 2050 ongeveer verdubbeld¹⁰⁶ ten opzichte van het huidige niveau. In het tussentijdse broeikasgasemissiescenario (SSP2-4.5) blijven de CO₂-emissies tot het midden van de eeuw rond het huidige niveau. In de scenario's met zeer lage en lage broeikasgasemissies (SSP1-1.9 en SSP1-2.6) dalen de CO₂-emissies tot netto nul rond respectievelijk 2050 en 2070, gevolgd door uiteenlopende niveaus van netto negatieve CO₂-emissies. Daarnaast¹⁰⁷ werden representatieve concentratietrajecten (RCP's) door de WGI en de WGII gebruikt om regionale klimaatveranderingen, effecten en risico's te beoordelen. {WGI Box SPM.1} {Overkoepelend vak.2 Figuur 1}

In WGIII werd een groot aantal mondiale gemodelleerde emissietrajecten beoordeeld, waarvan 1202 trajecten werden gecategoriseerd op basis van hun verwachte opwarming van de aarde in de 21e eeuw, met categorieën variërend van trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C met meer dan 50 % waarschijnlijkheid¹⁰⁸ zonder of met beperkte overschrijding (C1) tot trajecten die 4 °C (C8) overschrijden. De methoden voor het projecteren van de opwarming van de aarde in verband met de gemodelleerde trajecten zijn bijgewerkt om te zorgen voor consistentie met de AR6 WGI-beoordeling van de respons van het klimaatsysteem.¹⁰⁹ {WGIII-vak SPM.1, WGIII-tabel 3.1} (tabel 3.1, kruissectievak.2, figuur 1)

Global Warming Levels (GWLs) (opwarmingsniveaus van de aarde)

¹⁰² In de literatuur worden de termen trajecten en scenario's door elkaar gebruikt, waarbij eerstgenoemde vaker worden gebruikt in verband met klimaatdoelstellingen. WGI gebruikte voornamelijk de term scenario's en WGIII gebruikte meestal de term gemodelleerde emissie- en mitigatietrajecten. De SYR maakt voornamelijk gebruik van scenario's wanneer wordt verwezen naar WGI en gemodelleerde emissie- en mitigatietrajecten wanneer wordt verwezen naar WGIII. {WGI-vak SPM.1; WGIII voetnoot 44}

¹⁰³ Ongeveer de helft van alle gemodelleerde mondiale emissietrajecten gaat uit van kosteneffectieve benaderingen die wereldwijd gebaseerd zijn op opties voor de beperking/reductie van de laagste kosten. De andere helft kijkt naar bestaand beleid en regionaal en sectoraal gedifferentieerde acties. De onderliggende bevolkingsaannames variëren van 8,5 tot 9,7 miljard in 2050 en 7,4 tot 10,9 miljard in 2100 (5-95e percentiel), vanaf 7,6 miljard in 2019. De onderliggende aannames voor de mondiale bbp-groei variëren van 2,5 tot 3,5 % per jaar in de periode 2019-2050 en 1,3 tot 2,1 % per jaar in de periode 2050-2100 (5-95e percentiel). {WGIII Vak SPM.1}

¹⁰⁴ Hoge mitigatie-uitdagingen, bijvoorbeeld als gevolg van aannames van trage technologische veranderingen, hoge niveaus van wereldwijde bevolkingsgroei en hoge versnippering zoals in het gedeelde sociaal-economische traject SSP3, kunnen gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67%) of lager onhaalbaar maken (gemiddeld vertrouwen). {WGIII SPM C.1.4; SRCCL-doos SPM.1}

¹⁰⁵ SSP-gebaseerde scenario's worden SSPx-y genoemd, waarbij "SSPx" verwijst naar het gedeelte sociaal-economische traject waarin de sociaal-economische trends worden beschreven die aan de scenario's ten grondslag liggen, en "y" verwijst naar het niveau van stralingsforcering (in watt per vierkante meter, of Wm⁻²) als gevolg van het scenario in het jaar 2100. {WGI SPM voetnoot 22}

¹⁰⁶ Zeer hoge emissiescenario's zijn minder waarschijnlijk geworden, maar kunnen niet worden uitgesloten. Temperatuurniveau > 4 °C kunnen het gevolg zijn van zeer hoge emissiescenario's, maar kunnen ook het gevolg zijn van lagere emissiescenario's als de klimaatgevoeligheid of koolstofcyclusfeedbacks hoger zijn dan de beste schatting. {WGIII SPM C.1.3}

¹⁰⁷ Op RCP gebaseerde scenario's worden RCPy genoemd, waarbij "y" verwijst naar het geschatte niveau van stralingsforcering (in watt per vierkante meter, of Wm⁻²) als gevolg van het scenario in het jaar 2100. {WGII SPM voetnoot 21}

¹⁰⁸ In dit verslag aangeduid met "> 50 %".

¹⁰⁹ De klimaatrespons op emissies wordt onderzocht met klimaatmodellen, paleoklimatologische inzichten en andere bewijslijnen. De beoordelingsresultaten worden gebruikt om duizenden scenario's te categoriseren via eenvoudige fysiek gebaseerde klimaatmodellen (emulatoren). {WGI TS.1.2.2}

Voor veel klimaat- en risicovariabelen¹¹⁰ zijn de geografische patronen van veranderingen in klimaateffectfactoren¹¹¹ en klimaateffecten voor een niveau van opwarming van de aarde gemeenschappelijk voor alle beschouwde scenario's en onafhankelijk van het tijdstip waarop dat niveau wordt bereikt. Dit motiveert het gebruik van GWL's als dimensie van integratie. {WGI Box SPM.1.4, WGI TS.1.3.2; WGII Box SPM.1} (figuur 3.1, figuur 3.2)

Risico's

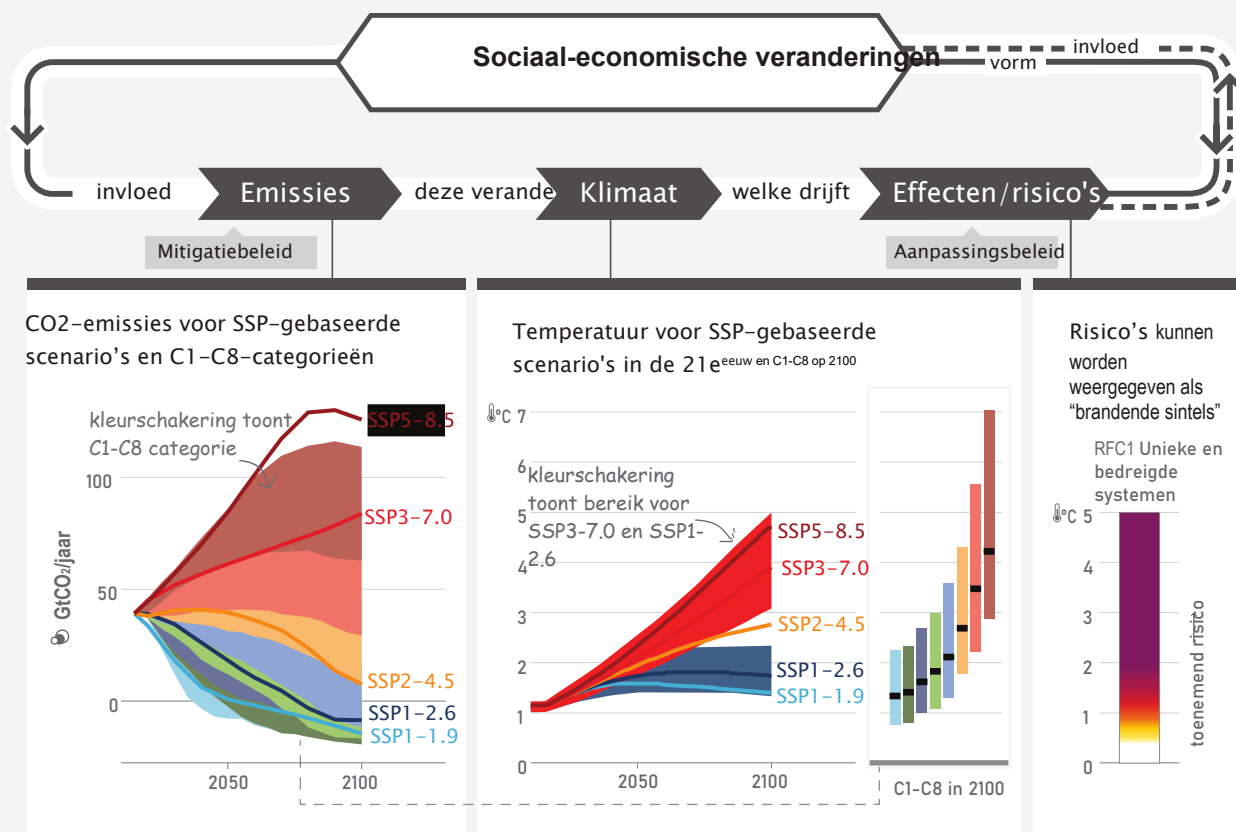
Dynamische interacties tussen klimaatgerelateerde gevaren, blootstelling en kwetsbaarheid van de getroffen menselijke samenleving, soort of ecosystemen leiden tot risico's als gevolg van klimaatverandering. In AR6 worden de belangrijkste risico's in alle sectoren en regio's beoordeeld en wordt een geactualiseerde beoordeling gegeven van de "redenen tot bezorgdheid" — vijf wereldwijd geaggregeerde risicocategorieën die de risico's evalueren die ontstaan bij de stijgende mondiale oppervlaktetemperatuur. Risico's kunnen ook voortvloeien uit maatregelen ter beperking van of aanpassing aan de klimaatverandering wanneer de beoogde doelstelling niet wordt bereikt of wanneer deze maatregelen nadelige gevolgen hebben voor andere maatschappelijke doelstellingen. {WGII SPM A, WGII Figuur SPM.3, WGII Box TS.1, WGII Figuur TS.4; SR1.5 Figuur SPM.2; SROCC Errata-figuur SPM.3; SRCCL-figuur SPM.2} (3.1.2, kruissectievak.2 figuur 1, figuur 3.3)

¹¹⁰ Zie bijlage I: Woordenlijst. Hier is de opwarming van de aarde de gemiddelde mondiale oppervlaktetemperatuur over 20 jaar ten opzichte van 1850-1900. Het beoordeelde tijdstip waarop een bepaald aardopwarmingsniveau in een bepaald scenario wordt bereikt, wordt hier gedefinieerd als het middelpunt van de eerste lopende gemiddelde periode van 20 jaar waarin de beoordeelde gemiddelde verandering van de mondiale oppervlaktetemperatuur het niveau van de opwarming van de aarde overschrijdt. {WGI SPM voetnoot 26, vak TS.1}

¹¹¹ Zie bijlage I: woordenlijst

Scenario's en opwarmingsniveaus structureren ons begrip over de oorzaak-gevolgketen van emissies tot klimaatverandering en risico's

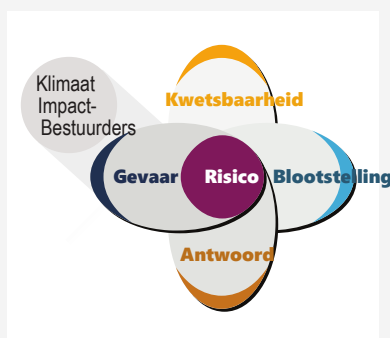
a) Geïntegreerd beoordelingskader van AR6 voor toekomstig klimaat, effecten en mitigatie



b) Scenario's en trajecten in de verslagen van de AR6-werkgroep

Categorie in WGI	Beschrijving van de categorie	BKG-emissiescenario's (SSPx-y*) in WGI & WGII	RCPy** in WGI & WGII
C1	Beperk de opwarming tot 1,5 °C (>50%) zonder of met beperkte overschrijding van 1,5 °C (> 50%) na een hoge	Zeer laag (SSP1-1.9)	
C2	Beperk de opwarming tot 1,5 °C (> 50%) na een hoge	Zeer laag (SSP1-1.9)	
C3	Beperk de opwarming tot 2 °C (>50%) zonder of met beperkte overschrijding van 2 °C (> 50%) na een hoge	Zeer laag (SSP1-2.6)	RCP2.6
C4	Beperk de opwarming tot 2 °C (>50%)	Zeer laag (SSP1-2.6)	
C5	Beperk de opwarming tot 2,5 °C (>50%)	Zeer laag (SSP1-2.6)	
C6	Beperk de opwarming tot 3 °C (>50%)	Gemiddeld (SSP2-4.5)	RCP 4.5
C7	Beperk de opwarming tot 4 °C (>50%)	Hoog (SSP3-7.0)	
C8	Een opwarming van meer dan 4 °C (>50%)	Hoog (SSP5-8.5)	RCP 8.5

c) Risicobepalende factoren



* De terminologie SSPx-y wordt gebruikt, waarbij "SSPx" verwijst naar het gedeelde sociaal-economische traject of "SSP" dat de sociaal-economische trends beschrijft die aan het scenario ten grondslag liggen, en "y" verwijst naar het geschatte niveau van stralingsforcering (in watt per vierkante meter, of Wm⁻²) als gevolg van het scenario in het jaar 2100.

** De AR5-scenario's (RCPy), die deels de AR6 WGI- en WGII-beoordelingen ondersteunen, worden geïndexeerd tot een vergelijkbare reeks van ongeveer 2100 stralingsforceringsniveaus (in W m⁻²). De SSP-scenario's bestrijken een breder scala aan toekomstige broeikasgas- en luchtverontreinigende stoffen dan de RCP's. Ze zijn vergelijkbaar, maar niet identiek, met verschillen in concentratietrajecten voor verschillende broeikasgassen. De totale stralingsforcering is doorgaans hoger voor de SSP's in vergelijking met de RCP's met hetzelfde label (gemiddelde betrouwbaarheid). {WGI TS.1.3.1}

*** Beperkte overschrijding verwijst naar het overschrijden van de opwarming van de aarde met 1,5 °C tot ongeveer 0,1 °C, hoge overschrijding met 0,1 °C-0,3 °C, in beide gevallen tot enkele decennia.

Kruispuntvak 2 Figuur 1: Schema van het AR6-kader voor de beoordeling van toekomstige broeikasgasemissies, klimaatverandering, risico's, effecten en mitigatie. Panel (a)

Het geïntegreerde kader omvat sociaal-economische ontwikkeling en beleid, emissietrajecten en reacties op de wereldwijde oppervlaktetemperatuur op de vijf scenario's die door de WGI in aanmerking zijn genomen (SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 en SSP5-8.5) en acht categorisering van de gemiddelde temperatuurverandering wereldwijd (C1–C8) die door de WGII zijn beoordeeld, en de WGII-risicobeoordeling. De stippelpijl geeft aan dat de invloed van effecten/risico's op sociaal-economische veranderingen nog niet in aanmerking wordt genomen in de in het AR6 beoordeelde scenario's. Emissies omvatten broeikasgassen, aerosolen en ozonprecursoren. De CO₂-uitstoot wordt links als voorbeeld weergegeven. De beoordeelde wereldwijde oppervlaktetemperatuurveranderingen in de 21e eeuw ten opzichte van 1850-1900 voor de vijf scenario's voor broeikasgasemissies worden in het centrum als voorbeeld weergegeven. Zeer waarschijnlijke bereiken worden getoond voor SSP1-2.6 en SSP3-7.0. Geprojecteerde temperatuuruitkomsten bij 2100 ten opzichte van 1850-1900 worden weergegeven voor C1- tot C8-categorieën met mediaan (lijn) en het gecombineerde zeer waarschijnlijke bereik tussen scenario's (bar). Rechts worden de toekomstige risico's als gevolg van de toenemende opwarming weergegeven door een voorbeeld van een "brandende sintel" (zie 3.1.2 voor de definitie van RFC1). Panel b) Beschrijving en relatie van scenario's die in de rapporten van de AR6-werkgroep in aanmerking zijn genomen. Panel c) Illustratie van risico's die voortvloeien uit de interactie van gevaren (aangestuurd door veranderingen in klimaatimpact-drivers) met kwetsbaarheid, blootstelling en reactie op klimaatverandering. {WGI TS1.4, figuur 4.11; WGII-figuur 1.5, WGII-figuur 14.8; WGIII Tabel SPM.2, WGIII Figuur 3.11}

Afdeling 3 - Langetermijntoekomst op het gebied van klimaat en ontwikkeling

3.1 Klimaatverandering op lange termijn, gevolgen en daarmee samenhangende risico's

Toekomstige opwarming zal worden aangedreven door toekomstige emissies en zal van invloed zijn op alle belangrijke componenten van het klimaatsysteem, waarbij elke regio meerdere en gelijktijdige veranderingen ervaart. Veel klimaatgerelateerde risico's worden als hoger beoordeeld dan in eerdere beoordelingen, en de verwachte langetermijneffecten zijn tot meerdere malen hoger dan momenteel wordt waargenomen. Er zullen meerdere klimatologische en niet-klimatologische risico's met elkaar in wisselwerking staan, wat zal leiden tot samengestelde en trapsgewijze risico's in alle sectoren en regio's. De stijging van het zeeniveau en andere onomkeerbare veranderingen zullen duizenden jaren aanhouden, afhankelijk van de toekomstige emissies. (hoog vertrouwen)

3.1.1. Klimaatverandering op lange termijn

Het onzekerheidsbereik voor de geschatte toekomstige veranderingen in de mondiale oppervlaktetemperatuur is kleiner dan in de AR5. Voor het eerst in een IPCC-beoordelingscyclus worden multimodelprojecties van de mondiale oppervlaktetemperatuur, de opwarming van de oceaan en de zeespiegel beperkt met behulp van waarnemingen en de beoordeelde klimaatgevoeligheid. Het waarschijnlijke bereik van evenwichtsklimaatgevoeligheid is verkleind tot 2,5 °C tot 4,0 °C (met een beste schatting van 3,0 °C) op basis van meerdere bewijslijnen,¹¹² waaronder een beter begrip van cloudfeedbacks. Voor gerelateerde emissiescenario's leidt dit tot kleinere onzekerheidsbereiken voor de voorspelde wereldwijde temperatuurverandering op lange termijn dan in AR5. {WGI A.4, WGI Box SPM.1, WGI TS.3.2, WGI 4.3}

Toekomstige opwarming hangt af van toekomstige broeikasgasemissies, waarbij cumulatieve netto CO₂ domineert. De beoordeelde beste schattingen en zeer waarschijnlijke opwarmingsbereiken voor 2081-2100 met betrekking tot 1850-1900 variëren van 1,4 [1,0 tot 1,8] °C in het scenario met zeer lage broeikasgasemissies (SSP1-1.9) tot 2,7 [2,1 tot 3,5] °C in het tussentijdse broeikasgasemissiescenario (SSP2-4.5) en 4,4 [3,3 tot 5,7] °C in het scenario met zeer hoge broeikasgasemissies (SSP5-8.5).¹¹³ {WGI SPM B.1.1, WGI-tabel SPM.1, WGI-figuur SPM.4} (kruisvak.2 figuur 1)

Gemodelleerde trajecten die consistent zijn met de voortzetting van het beleid dat tegen eind 2020 is uitgevoerd, leiden tot een opwarming van de aarde van 3,2 [2,2 tot 3,5] °C (5-95%) tegen 2100 (gemiddelde betrouwbaarheid) (zie ook punt 2.3.1). Trajecten van >4°C (≥50%) tegen 2100 zouden een omkering van de huidige trends op het gebied van technologie en/of mitigatiebeleid (gemiddeld vertrouwen) impliceren. Een dergelijke opwarming kan zich echter voordoen in emissietrajecten die in overeenstemming zijn met het beleid dat tegen eind 2020 ten uitvoer is gelegd, indien de klimaatgevoeligheid of koolstofcyclusfeedbacks hoger zijn dan de beste schatting (hoge betrouwbaarheid). {WGIII SPM C.1.3}

De opwarming van de aarde zal op korte termijn blijven toenemen in bijna alle beschouwde scenario's en gemodelleerde trajecten. Om de opwarming tegen het einde van de eeuw te beperken tot 1,5 °C (>50 %) of minder dan 2 °C (>67 %), zijn diepe, snelle en aanhoudende broeikasgasemissiereducties nodig, die netto nul CO₂-emissies bereiken en een sterke emissiereductie van andere broeikasgassen, met name CH₄, omvatten (hoge betrouwbaarheid). De beste schatting van het bereiken van 1,5 °C van de opwarming van de aarde ligt in de eerste helft van de jaren 2030 in de meeste onderzochte scenario's en gemodelleerde trajecten.¹¹⁴ In het scenario met zeer lage broeikasgasemissies (SSP1-1.9) bereiken de CO₂-emissies rond 2050 een netto nulpunt en bedraagt de best geschatte opwarming aan het einde van de eeuw 1,4 °C, na een tijdelijke overschrijding (zie punt 3.3.4) van niet meer dan 0,1 °C boven 1,5 °C opwarming van de aarde. De opwarming van de aarde met 2°C zal in de 21e eeuw worden overschreden, tenzij de CO₂- en andere broeikasgasemissies de komende decennia sterk afnemen. Diepgaande, snelle en aanhoudende verminderingen van de broeikasgasemissies zouden binnen enkele jaren leiden tot verbeteringen van de luchtkwaliteit, tot verminderingen van de trends van de mondiale oppervlaktetemperatuur die na ongeveer 20 jaar waarneembaar zijn, en over langere perioden voor veel andere klimaatimpactfactoren¹¹⁵ (hoog vertrouwen). Gerichte reducties van emissies van

¹¹² Inzicht in klimaatprocessen, instrumentele registratie, paleoclimaten en op modellen gebaseerde opkomende beperkingen (zie bijlage I: Woordenlijst). {WGI SPM voetnoot 21}

¹¹³ De beste schattingen [en zeer waarschijnlijke marges] voor de verschillende scenario's zijn: 1,4 [1,0 tot 1,8] °C (SSP1-1.9); 1,8 [1,3 tot 2,4] °C (SSP1-2.6); 2,7 [2,1 tot 3,5] °C (SSP2-4.5); 3,6 [2,8 tot 4,6] °C (SSP3-7.0); en 4,4 [3,3 tot 5,7] °C (SSP5-8.5). {WGI-tabel SPM.1} (kruisvak.2)

¹¹⁴ Op korte termijn (2021-2040) zal het opwarmingsniveau van de aarde met 1,5 °C zeer waarschijnlijk worden overschreden in het scenario met zeer hoge broeikasgasemissies (SSP5-8.5), waarschijnlijk worden overschreden in het scenario met intermediaire en hoge broeikasgasemissies (SSP2-4.5, SSP3-7.0), waarschijnlijker dan niet worden overschreden in het scenario met lage broeikasgasemissies (SSP1-2.6) en waarschijnlijker dan niet worden bereikt in het scenario met zeer lage broeikasgasemissies (SSP1-1.9). In alle door de WGI onderzochte scenario's, met uitzondering van het scenario met zeer hoge emissies, ligt het middelpunt van de eerste lopende gemiddelde periode van 20 jaar waarin de beoordeelde opwarming van de aarde 1,5 °C bereikt, in de eerste helft van de jaren 2030. In het scenario met zeer hoge BKG-emissies ligt dit middenpunt aan het eind van de jaren 2020. Het mediane interval van vijf jaar waarbinnen een aardopwarmingsniveau van 1,5 °C wordt bereikt (waarschijnlijkheid van 50 %) in categorieën van gemodelleerde trajecten die in WGIII in aanmerking worden genomen, is 2030-2035. {WGI SPM B.1.3, WGI kruissectievak TS.1, WGIII tabel 3.2} (kruissectievak.2)

¹¹⁵ Zie vak 2 van de kruislingse afdeling.

luchtverontreinigende stoffen leiden tot snellere verbeteringen van de luchtkwaliteit in vergelijking met alleen reducties van broeikasgasemissies, maar op de lange termijn worden verdere verbeteringen verwacht in scenario's waarin inspanningen om luchtverontreinigende stoffen en broeikasgasemissies te verminderen worden gecombineerd (hoog vertrouwen).¹¹⁶ {WGI SPM B.1, WGI SPM B.1.3, WGI SPM D.1, WGI SPM D.2, WGI Figure SPM.4, WGI Table SPM.1, WGI Cross-Section Box TS.1; WGIII SPM C.3, WGIII-tabel SPM.2, WGIII-figuur SPM.5, WGIII-vak SPM.1 Figuur 1, WGIII-tabel 3.2} (tabel 3.1, kruissectievak.2 Figuur 1)

Veranderingen in kortlevende klimaatforcers (SLCF) als gevolg van de vijf onderzochte scenario's leiden tot een extra netto opwarming van de aarde op korte en lange termijn (hoog vertrouwen). Gelijktijdig streng beleid ter beperking van de klimaatverandering en ter beheersing van de luchtverontreiniging beperken deze extra opwarming en leiden tot sterke voordelen voor de luchtkwaliteit (hoog vertrouwen). In scenario's met hoge en zeer hoge broeikasgasemissies (SSP3-7.0 en SSP5-8.5) leiden gecombineerde veranderingen in SLCF-emissies, zoals CH₄-, aerosol- en ozonprecursoren, tot een netto opwarming van de aarde tegen 2100 van waarschijnlijk 0,4 °C tot 0,9 °C ten opzichte van 2019. Dit is te wijten aan de verwachte toename van de atmosferische concentratie van CH₄, troposferisch ozon, fluorkoolwaterstoffen en, wanneer een sterke beheersing van de luchtverontreiniging wordt overwogen, vermindering van koelaerosolen. In scenario's met lage en zeer lage broeikasgasemissies (SSP1-1.9 en SSP1-2.6) leiden het beleid ter beheersing van luchtverontreiniging, de vermindering van CH₄ en andere ozonprecursoren tot een nettokoeling, terwijl de vermindering van antropogene koelaerosolen tot een nettoopwarming leidt (hoge betrouwbaarheid). Al met al veroorzaakt dit een waarschijnlijke netto-opwarming van 0,0 °C tot 0,3 °C als gevolg van SLCF-veranderingen in 2100 ten opzichte van 2019 en sterke reducties van ozon en deeltjes aan het aardoppervlak (hoge betrouwbaarheid). {WGI SPM D.1.7, WGI Box TS.7} (kruisvak.2)

Voortdurende broeikasgasemissies zullen verder van invloed zijn op alle belangrijke componenten van het klimaatstelsel en veel veranderingen zullen onomkeerbaar zijn op tijdschalen van honderd jaar tot duizend jaar. Veel veranderingen in het klimaatstelsel worden groter in direct verband met de toenemende opwarming van de aarde. Met elke extra toename van de opwarming van de aarde, blijven veranderingen in extremen groter worden. Extra opwarming zal leiden tot frequentere en intensere mariene hittegolven en zal naar verwachting het ontdooien van de permafrost en het verlies van seizoensgebonden sneeuwbedekking, gletsjers, landijs en Arctisch zee-ijs verder versterken (hoog vertrouwen). Verwacht wordt dat de aanhoudende opwarming van de aarde de mondiale watercyclus verder zal intensiveren, met inbegrip van de variabiliteit ervan, wereldwijde moessonneerslag¹¹⁷ en zeer natte en zeer droge weers- en klimaatgebeurtenissen en -seizoenen (hoog vertrouwen). Het deel van het mondiale land dat waarneembare veranderingen in seizoensgebonden gemiddelde neerslag ondervindt, zal naar verwachting toenemen (gemiddeld vertrouwen) met meer variabele neerslag en oppervlaktewaterstromen over de meeste landgebieden binnen seizoenen (hoog vertrouwen) en van jaar tot jaar (gemiddeld vertrouwen). Veel veranderingen als gevolg van vroegere en toekomstige broeikasgasemissies zijn onomkeerbaar¹¹⁸ op tijdschalen van honderd jaar tot duizend jaar, met name in de oceaan, ijskappen en de mondiale zeespiegel (zie 3.1.3). De verzuring van de oceanen (vrijwel zeker), de deoxygenatie van de oceanen (hoogste betrouwbaarheid) en het mondiale gemiddelde zeeniveau (vrijwel zeker) zullen in de 21e eeuw blijven stijgen, in percentages die afhankelijk zijn van toekomstige emissies. {WGI SPM B.2, WGI SPM B.2.2, WGI SPM B.2.3, WGI SPM B.2.5, WGI SPM B.3, WGI SPM B.3.1, WGI SPM B.3.2, WGI SPM B.4, WGI SPM B.5, WGI SPM B.5.1, WGI SPM B.5.3, WGI Figuur SPM.8} (figuur 3.1)

Met verdere opwarming van de aarde zal elke regio naar verwachting steeds meer gelijktijdige en meerdere veranderingen ervaren in klimaatimpact-drivers. In alle regio's wordt een toename van hete temperaturen en een afname van koude klimaatinslagfactoren, zoals extreme temperaturen, verwacht (hoge betrouwbaarheid). Bij 1,5 °C opwarming van de aarde zullen zware neerslag en overstromingen naar verwachting toenemen en vaker voorkomen in de meeste regio's in Afrika, Azië (hoog vertrouwen), Noord-Amerika (middelhoog tot hoog vertrouwen) en Europa (middelhoog vertrouwen). Bij 2 °C of hoger breiden deze veranderingen zich uit naar meer regio's en/of worden ze signifikanter (hoog vertrouwen), en vaker en/of ernstige landbouw- en ecologische droogtes worden verwacht in Europa, Afrika, Australazië en Noord-, Midden- en Zuid-Amerika (gemiddeld tot hoog vertrouwen). Andere verwachte regionale veranderingen zijn onder meer de intensivering van tropische cyclonen en/of extratropische stormen (gemiddelde betrouwbaarheid) en stijgingen van de droogte en het brandweer¹¹⁹ (gemiddelde tot hoge betrouwbaarheid). Samengestelde hittegolven en droogtes komen waarschijnlijk vaker voor, ook gelijktijdig op meerdere locaties (hoog vertrouwen). {WGI SPM C.2, WGI SPM C.2.1, WGI SPM C.2.2, WGI SPM C.2.3, WGI SPM C.2.4, WGI SPM C.2.7}

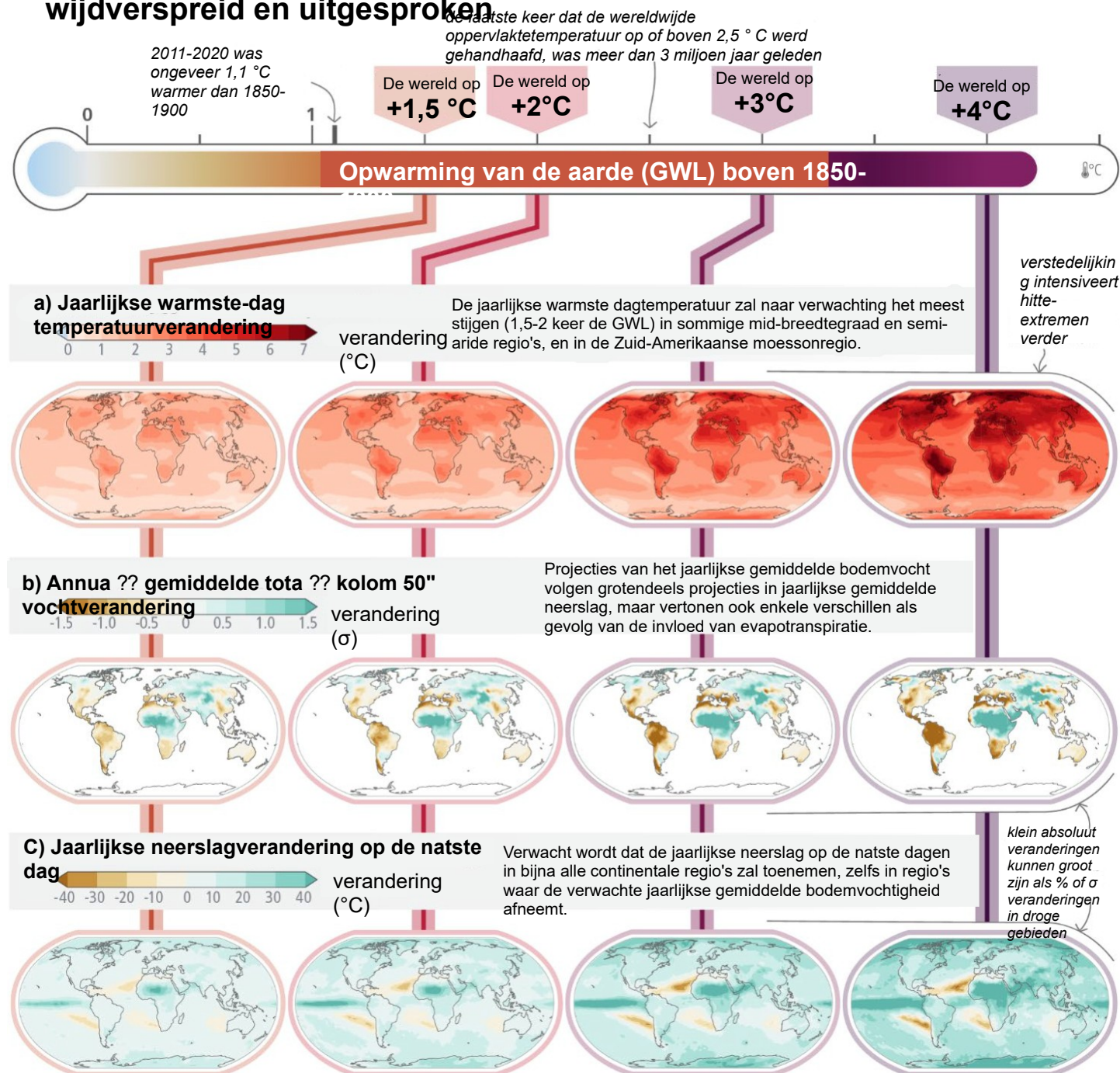
116 Op basis van aanvullende scenario's.

117 Met name over Zuid- en Zuidoost-Azië, Oost-Azië en West-Afrika, afgezien van de uiterste westelijke Sahel. {WGI SPM B.3.3}

118 Zie bijlage I: Woordenlijst.

119 Zie bijlage I: Woordenlijst.

Met elke toename van de opwarming van de aarde worden regionale veranderingen in het gemiddelde klimaat en extremen meer wijdverspreid en uitgesproken



Figuur 3.1: Verwachte veranderingen van de jaarlijkse maximale dagelijkse temperatuur, het jaarlijkse gemiddelde totale bodemvochtgehalte in de kolom CMIP en de jaarlijkse maximale dagelijkse neerslag bij aardopwarmingsniveaus van 1,5 °C, 2 °C, 3 °C en 4 °C ten opzichte van 1850-1900.

Gesimuleerde a) jaarlijkse maximale temperatuurverandering (°C), b) jaarlijkse gemiddelde totale bodemvochtigheid in de kolom (standaardafwijking), c) jaarlijkse maximale dagelijkse neerslagverandering (%). Wijzigingen komen overeen met CMIP6 multi-model mediane wijzigingen. In panelen b) en c) kunnen grote positieve relatieve veranderingen in droge gebieden overeenkomen met kleine absolute veranderingen. In paneel b) is de eenheid de standaardafwijking van de jaarlijkse variabiliteit van het bodemvocht in de periode 1850-1900. Standaarddeviatie is een veelgebruikte maatstaf voor de ernst van droogte. Een verwachte vermindering van het gemiddelde bodemvocht met één standaardafwijking komt overeen met de bodemvochtgeheidsomstandigheden die typerend zijn voor droogten die ongeveer eens in de zes jaar gedurende 1850-1900 plaatsvonden. De interactieve atlas van de WGI (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>) kan worden gebruikt om aanvullende veranderingen in het klimaatstelsel te onderzoeken in het bereik van de opwarming van de aarde die in deze figuur wordt weergegeven. {WGI-figuur SPM.5, WGI-figuur TS.5, WGI-figuur 11.11, WGI-figuur 11.16, WGI-figuur 11.19} (kruisvak.2)

3.1.2 Effecten en gerelateerde risico's

Voor een bepaald niveau van opwarming worden veel klimaatgerelateerde risico's hoger ingeschat dan in AR5 (hoog vertrouwen). Risiconiveaus¹²⁰ voor alle redenen tot bezorgdheid¹²¹ (RFC's) worden beoordeeld als hoog tot zeer hoog bij lagere niveaus van opwarming van de aarde in vergelijking met wat werd beoordeeld in AR5 (hoog vertrouwen). Dit is gebaseerd op recent bewijs van waargenomen effecten, verbeterd procesbegrip en nieuwe kennis over blootstelling en kwetsbaarheid van menselijke en natuurlijke systemen, met inbegrip van limieten voor aanpassing. Afhankelijk van het niveau van de opwarming van de aarde zullen de beoordeelde langetermijneffecten tot meerdere malen hoger zijn dan momenteel wordt waargenomen (hoge betrouwbaarheid) voor 127 geïdentificeerde belangrijke risico's, bijvoorbeeld in termen van het aantal getroffen mensen en soorten. Risico's, met inbegrip van cascaderisico's (zie 3.1.3) en risico's van overschrijding (zie 3.3.4), zullen naar verwachting steeds ernstiger worden bij elke toename van de opwarming van de aarde (zeer hoge betrouwbaarheid). {WGII SPM B.3.3, WGII SPM B.4, WGII SPM B.5, WGII 16.6.3; SRCCL SPM A5.3} (figuur 3.2, figuur 3.3)

Klimaatgerelateerde risico's voor natuurlijke en menselijke systemen zijn hoger voor een opwarming van de aarde met 1,5 °C dan momenteel (1,1 °C), maar lager dan bij 2 °C (hoge betrouwbaarheid) (zie punt 2.1.2). Klimaatgerelateerde risico's voor de gezondheid, het levensonderhoud, de voedselzekerheid, de watervoorziening, de menselijke veiligheid en de economische groei zullen naar verwachting toenemen met de opwarming van de aarde met 1,5 °C. In terrestrische ecosystemen zal 3 tot 14 % van de tienduizenden beoordeelde soorten waarschijnlijk een zeer hoog risico op uitsterven lopen bij een GWL van 1,5 °C. Koraalriffen zullen naar verwachting met nog eens 70-90 % dalen bij 1,5 °C opwarming van de aarde (hoog vertrouwen). Bij deze GWL zouden veel laaggelegen en kleine gletsjers over de hele wereld het grootste deel van hun massa verliezen of binnen decennia tot eeuwen verdwijnen (hoog vertrouwen). Regio's met een onevenredig hoog risico zijn Arctische ecosystemen, droge gebieden, kleine insulaire ontwikkelingslanden en de minst ontwikkelde landen (hoog vertrouwen). {WGII SPM B.3, WGII SPM B.4.1, WGII TS.C.4.2; SR1.5 SPM A.3, SR1.5 SPM B.4.2, SR1.5 SPM B.5, SR1.5 SPM B.5.1} (figuur 3.3)

Bij 2 °C opwarming van de aarde zouden de algemene risiconiveaus in verband met de ongelijke verdeling van effecten (RFC3), mondiale geaggregeerde effecten (RFC4) en grootschalige enkelvoudige gebeurtenissen (RFC5) overgaan naar hoog (gemiddelde betrouwbaarheid), die in verband met extreme weersomstandigheden (RFC2) zouden overgaan naar zeer hoog (gemiddelde betrouwbaarheid), en die in verband met unieke en bedreigde systemen (RFC1) zouden zeer hoog zijn (hoge betrouwbaarheid) (figuur 3.3, paneel a). Met een opwarming van ongeveer 2 °C zullen klimaatgerelateerde veranderingen in voedselbeschikbaarheid en voedingskwaliteit naar schatting leiden tot een toename van voedingsgerelateerde ziekten en het aantal ondervoede mensen, waardoor tientallen mensen (onder lage kwetsbaarheid en lage opwarming) worden getroffen door honderden miljoenen mensen (onder hoge kwetsbaarheid en hoge opwarming), met name onder huishoudens met een laag inkomen in lage- en middeninkomenslanden in Afrika bezuiden de Sahara, Zuid-Azië en Midden-Amerika (hoog vertrouwen). Zo zal de beschikbaarheid van sneeuwsmeltwater voor irrigatie naar verwachting in sommige van sneeuwsmelting afhankelijke stroomgebieden met maximaal 20% afnemen (gemiddelde betrouwbaarheid). De risico's van klimaatverandering voor steden, nederzettingen en belangrijke infrastructuur zullen op middellange en lange termijn sterk toenemen met verdere opwarming van de aarde, met name op plaatsen die al zijn blootgesteld aan hoge temperaturen, langs kustlijnen of met hoge kwetsbaarheden (hoog vertrouwen). {WGII SPM B.3.3, WGII SPM B.4.2, WGII SPM B.4.5, WGII TS C.3.3, WGII TS.C.12.2} (figuur 3.3)

Bij een opwarming van de aarde met 3 °C bereiken de extra risico's in veel sectoren en regio's hoge of zeer hoge niveaus, wat wijdverbreide systemische effecten, onomkeerbare veranderingen en veel aanvullende aanpassingslimieten met zich meebrengt (zie punt 3.2) (hoog vertrouwen). Zo zal het zeer hoge risico op uitsterven voor endemische soorten

120 Niet-detecteerbaar risiconiveau geeft aan dat er geen bijbehorende effecten detecteerbaar zijn en toe te schrijven zijn aan klimaatverandering; matig risico wijst erop dat de bijbehorende effecten zowel detecteerbaar als toe te schrijven zijn aan klimaatverandering met ten minste een gemiddeld vertrouwen, waarbij ook rekening wordt gehouden met de andere specifieke criteria voor belangrijke risico's; een hoog risico duidt op ernstige en wijdverbreide effecten die hoog worden geacht op basis van een of meer criteria voor de beoordeling van belangrijke risico's; en een zeer hoog risiconiveau wijst op een zeer hoog risico op ernstige effecten en de aanwezigheid van aanzienlijke onomkeerbaarheid of de persistentie van klimaatgerelateerde gevaren, in combinatie met een beperkt aanpassingsvermogen vanwege de aard van het gevaar of de effecten/risico's. {WGII Figuur SPM.3}

121 Hetkader Reasons for Concern (RFC) communiceert wetenschappelijk inzicht in risicoopbouw voor vijf brede categorieën (WGII-figuur SPM.3). RFC1: Unieke en bedreigde systemen: ecologische en menselijke systemen die een beperkt geografisch bereik hebben dat wordt beperkt door klimaatgerelateerde omstandigheden en die een hoog endemisme of andere onderscheidende eigenschappen hebben. Voorbeelden hiervan zijn koraalriffen, het Noordpoolgebied en zijn inheemse volkeren, berggletsjers en biodiversiteitshotspots. RFC2: Extreme weersomstandigheden: risico's/gevolgen voor de menselijke gezondheid, bestaansmiddelen, activa en ecosystemen als gevolg van extreme weersomstandigheden zoals hittegolven, zware regenval, droogte en daarmee samenhangende bosbranden, en overstromingen aan de kust. RFC3: Verdeling van de effecten: risico's/gevolgen die bepaalde groepen onevenredig treffen als gevolg van een ongelijke verdeling van fysieke gevaren voor de klimaatverandering, blootstelling of kwetsbaarheid. RFC4: Wereldwijde geaggregeerde effecten: effecten op sociaal-ecologische systemen die wereldwijd kunnen worden geaggregeerd in één metriek, zoals geldelijke schade, getroffen levens, verloren soorten of aantasting van ecosystemen op wereldschaal. RFC5: Grootschalige enkelvoudige evenementen: relatief grote, abrupte en soms onomkeerbare veranderingen in systemen veroorzaakt door de opwarming van de aarde, zoals ijskap instabiliteit of thermohaliene circulatie vertragen. Beoordelingsmethoden omvatten een gestructureerde uitlokking door deskundigen op basis van de in WGII SM16.6 beschreven literatuur en zijn identiek aan AR5, maar worden versterkt door een gestructureerde aanpak om de robuustheid te verbeteren en de vergelijking tussen AR5 en AR6 te vergemakkelijken. Zie WGII TS.All voor nadere uitleg over mondiale risiconiveaus en redenen tot bezorgdheid. {WGII Figuur SPM.3}

in biodiversiteitshotspots naar verwachting ten minste vertienvoudigen als de opwarming stijgt van 1,5 °C tot 3 °C (gemiddeld vertrouwen). De verwachte toename van directe overstromingsschade is 1,4 tot 2 keer hoger bij 2 °C en 2,5 tot 3,9 keer bij 3 °C, vergeleken met 1,5 °C opwarming van de aarde zonder aanpassing (gemiddeld vertrouwen). {WGII SPM B.4.1, WGII SPM B.4.2, WGII Figuur SPM.3, WGII TS Bijlage AII, WGII Bijlage I Algemeen voor Regionale Atlas Figuur AI.46} (Figuur 3.2, Figuur 3.3)

De opwarming van de aarde met 4 °C en meer zal naar verwachting verstrekkende gevolgen hebben voor natuurlijke en menselijke systemen (hoog vertrouwen). Meer dan 4 °C opwarming, de verwachte effecten op natuurlijke systemen omvatten lokale uitsterving van ~ 50% van de tropische mariene soorten (gemiddeld vertrouwen) en bioom verschuivingen over 35% van het wereldwijde landoppervlak (gemiddeld vertrouwen). Op dit niveau van opwarming wordt naar verwachting ongeveer 10% van het wereldwijde landoppervlak geconfronteerd met zowel een toenemende hoge als een afnemende lage extreme stroomstroom, die zonder extra aanpassing meer dan 2,1 miljard mensen treft (gemiddeld vertrouwen) en ongeveer 4 miljard mensen zullen naar verwachting waterschaarste ervaren (gemiddeld vertrouwen). Bij 4 °C opwarming zal het wereldwijde verbrande gebied naar verwachting met 50 tot 70% toenemen en de brandfrequentie met ~ 30% ten opzichte van vandaag (gemiddeld vertrouwen). {WGII SPM B.4.1, WGII SPM B.4.2, WGII TS.C.1.2, WGII TS.C.2.3, WGII TS.C.4.1, WGII TS.C.4.4} (figuur 3.2, figuur 3.3)

De verwachte negatieve effecten en de daarmee samenhangende verliezen en schade als gevolg van de klimaatverandering escaleren met elke toename van de opwarming van de aarde (zeer groot vertrouwen), maar ze zullen ook sterk afhankelijk zijn van sociaal-economische ontwikkelingstrajecten en aanpassingsmaatregelen om de kwetsbaarheid en blootstelling te verminderen (hoog vertrouwen). Ontwikkelingstrajecten met een grotere vraag naar voedsel, diervoeder en water, een intensievere consumptie en productie van hulpbronnen en beperkte technologische verbeteringen leiden bijvoorbeeld tot hogere risico's van waterschaarste in droge gebieden, bodemdegradatie en voedselonzeekerheid (hoog vertrouwen). Veranderingen in bijvoorbeeld demografie of investeringen in gezondheidszorgstelsels hebben effect op verschillende gezondheidsgerelateerde uitkomsten, waaronder hittegerelateerde morbiditeit en mortaliteit (figuur 3.3 Panel d). {WGII SPM B.3, WGII SPM B.4, WGII Figuur SPM.3; SRCL SPM A.6}

Met elke toename van de opwarming zullen de gevolgen en risico's van klimaatverandering steeds complexer en moeilijker te beheren worden. Veel regio's zullen naar verwachting een toename van de kans op samengestelde gebeurtenissen met een hogere opwarming van de aarde ervaren, zoals gelijktijdige hittegolven en droogtes, samengestelde overstromingen en brandweer. Daarnaast zullen meerdere klimaatgerelateerde en niet-klimaatgerelateerde risicofactoren, zoals biodiversiteitsverlies of gewelddadige conflicten, met elkaar in wisselwerking staan, waardoor de totale risico's en risico's in verschillende sectoren en regio's worden verergerd. Bovendien kunnen risico's voortvloeien uit bepaalde reacties die bedoeld zijn om de risico's van klimaatverandering te verminderen, bijvoorbeeld negatieve bijwerkingen van bepaalde maatregelen voor emissiereductie en koolstofdioxideverwijdering (CDR) (zie 3.4.1). (hoge betrouwbaarheid) {WGI SPM C.2.7, WGI Figuur SPM.6, WGI TS.4.3; WGII SPM B.1.7, WGII B.2.2, WGII SPM B.5, WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.4.2, WGII SPM B.5, WGII CCB2}

benaderingen voor de modificatie van zonnestraling (SRM), indien deze zouden worden toegepast, brengen een breed scala aan nieuwe risico's voor mensen en ecosystemen met zich mee, die niet goed worden begrepen. SRM heeft het potentieel om de opwarming binnen een of twee decennia te compenseren en sommige klimaatrisico's te verminderen, maar zou het klimaat niet in een eerdere toestand herstellen, en aanzienlijke rest- of overcompensatie van de klimaatverandering zou plaatsvinden op regionale en seizoensgebonden schaal (hoog vertrouwen). De effecten van SRM zouden afhangen van de specifieke aanpak die wordt gebruikt¹²², en een plotselinge en aanhoudende beëindiging van SRM in een scenario met hoge CO₂-emissies zou snelle klimaatverandering veroorzaken (hoog vertrouwen). SRM zou niet voorkomen dat de CO₂-concentraties in de atmosfeer stijgen of de resulterende verzuring van de oceanen verminderen bij aanhoudende antropogene emissies (hoog vertrouwen). Grote onzekerheden en kennislacunes houden verband met het potentieel van GAM-benaderingen om de risico's van klimaatverandering te verminderen. Gebrek aan robuust en formeel GAM-beheer brengt risico's met zich mee, aangezien de inzet door een beperkt aantal staten internationale spanningen zou kunnen veroorzaken. {WGI 4.6; WGII SPM B.5.5; WGIII 14.4.5.1; WGIII 14 Cross-Working Group Box Zonnestralingsmodificatie; SR1.5 SPM C.1.4}

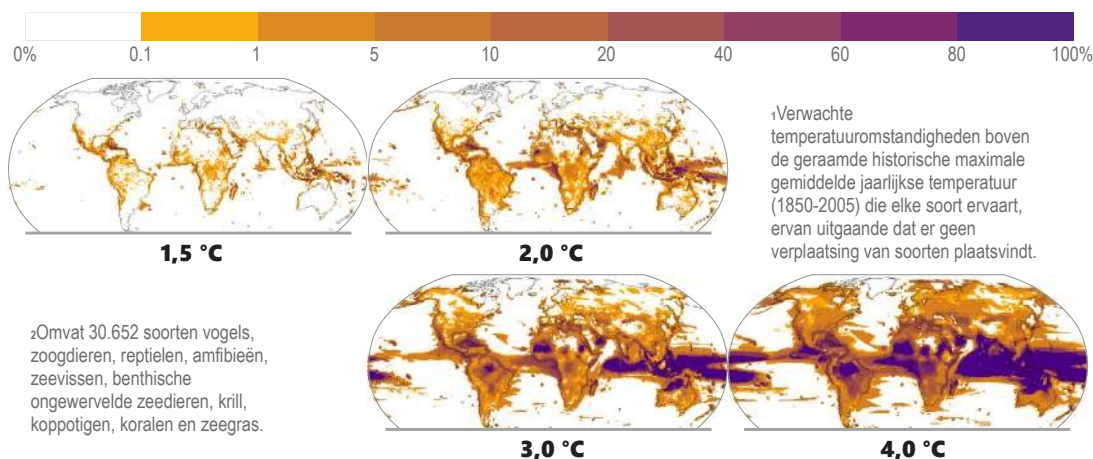
¹²² Er zijn verschillende SRM-benaderingen voorgesteld, waaronder stratosferische aerosolinjectie, het ophelderen van mariene wolken, op de grond gebaseerde albedowijzigingen en verandering van oceaanalbedo. Zie bijlage I: Woordenlijst.

Toekomstige klimaatverandering zal naar verwachting de ernst van de gevolgen voor natuurlijke en menselijke systemen vergroten en de regionale verschillen vergroten

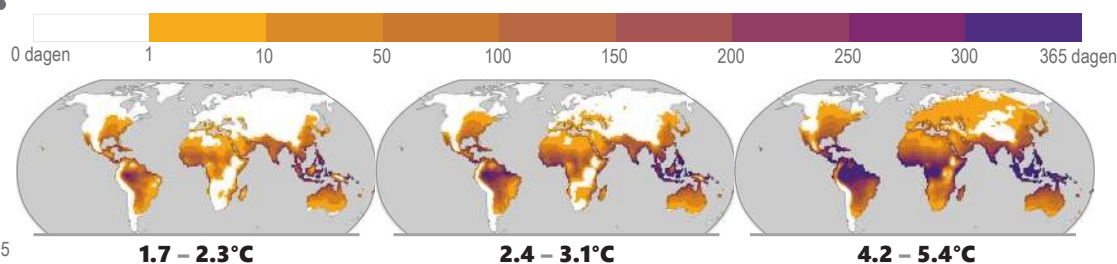
Voorbeelden van effecten zonder aanvullende aanpassing

a) Risico van soortenverlies

Percentage diersoorten en zeegras dat is blootgesteld aan potentieel gevaarlijke temperaturomstandigheden^{1,2}

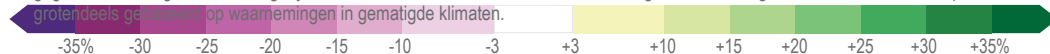


b) Hittevochtigheidsrisico's voor de menselijke gezondheid



Dagen per jaar waarop gecombineerde temperatuur- en vochtigheidsomstandigheden een risico op sterfte voor individuen vormen³

³ Voorspelde regionale effecten maken gebruik van een wereldwijde drempel waarboven de dagelijkse gemiddelde oppervlakteluchttemperatuur en relatieve vochtigheid hyperthermie kunnen veroorzaken die een risico op sterfte met zich meebrengt. De duur en intensiteit van hittegolven worden hier niet gepresenteerd. Hitegerelateerde gezondheidsresultaten verschillen per locatie en worden sterk gemodereerd door sociaal-economische, beroepsmatige en andere niet-klimatologische determinanten van individuele gezondheid en sociaal-economische kwetsbaarheid. De drempel die in deze kaarten wordt gebruikt, is gebaseerd op een enkele studie die gegevens uit 783 gevallen heeft gesynthetiseerd om de relatie tussen warmte-vochtigheidsomstandigheden en mortaliteit te bepalen, grotendeels gebaseerd op waarnemingen in gematigde klimaten.

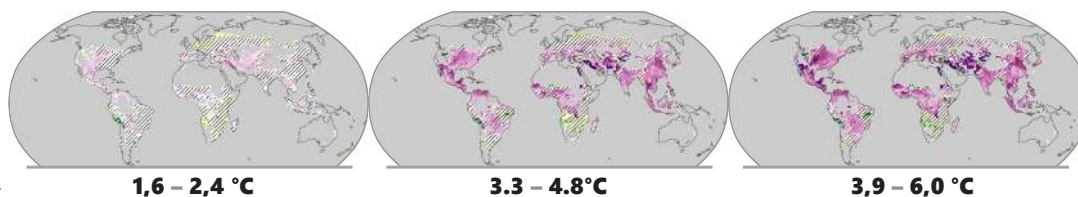


c) Gevolgen voor de voedselproductie



c1) Maïsoopbrengst⁴

Mutaties (%) in de opbrengst

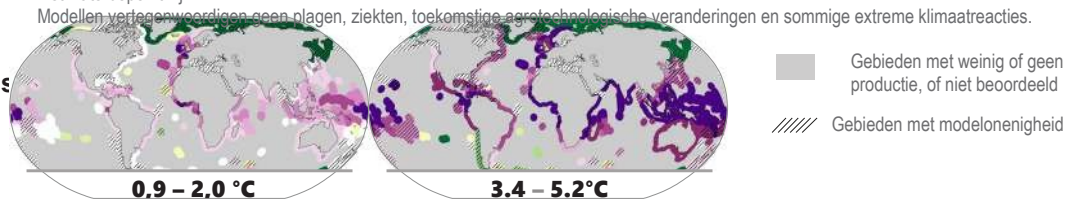


⁴ Geprojecteerde regionale effecten weerspiegelen biofysische reacties op veranderende temperatuur, neerslag, zonnestraling, vochtigheid, wind en CO₂-verbetering van groei en waterretentie in momenteel gecultiveerde gebieden. Modellen gaan ervan uit dat geïrrigeerde gebieden niet waterbeperkt zijn. Modellen vertegenwoordigen geen plagen, ziekten, toekomstige agrotechnologische veranderingen en sommige extreme klimaatreacties.



c2) Visserijopbrengst⁵

Veranderingen (%) in het maximale vangstpotentieel



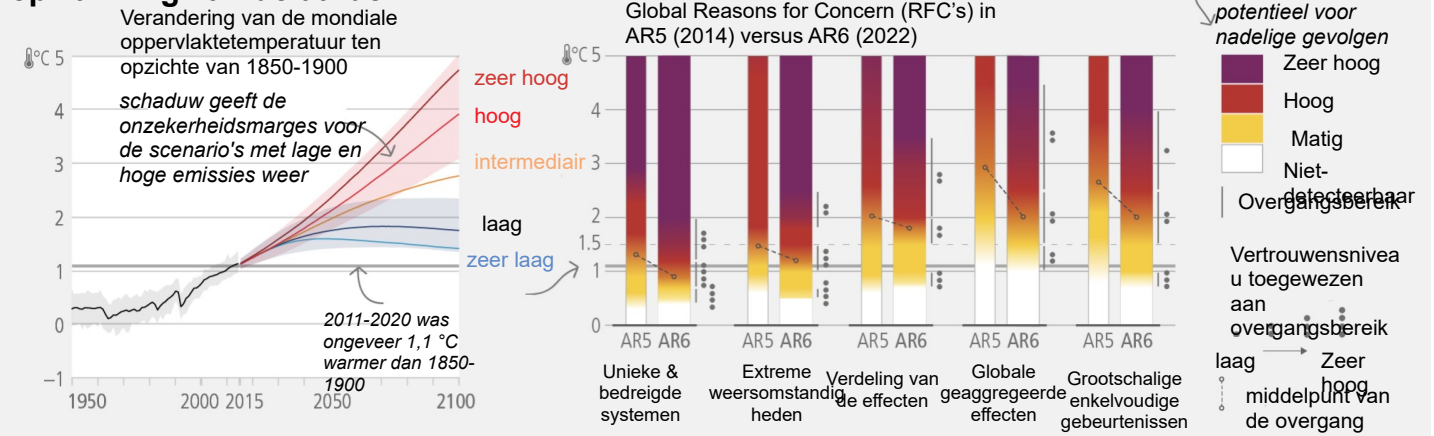
⁵ De verwachte regionale effecten weerspiegelen de reacties van de visserij en het mariene ecosysteem op de fysische en biogeochemische omstandigheden in de oceanen, zoals temperatuur, zuurstofniveau en netto primaire productie. Modellen vertegenwoordigen geen veranderingen in de visserijactiviteiten en enkele extreme klimatologische omstandigheden. Voorspelde veranderingen in de Arctische regio's hebben een laag vertrouwen als gevolg van onzekerheden in verband met het modelleren van meerdere op elkaar inwerkende drivers en ecosysteemreacties.

Figuur 3.2: Geprojecteerde risico's en effecten van klimaatverandering op natuurlijke en menselijke systemen op verschillende niveaus van de opwarming van de aarde (GWL's) ten opzichte van de niveaus van 1850-1900.

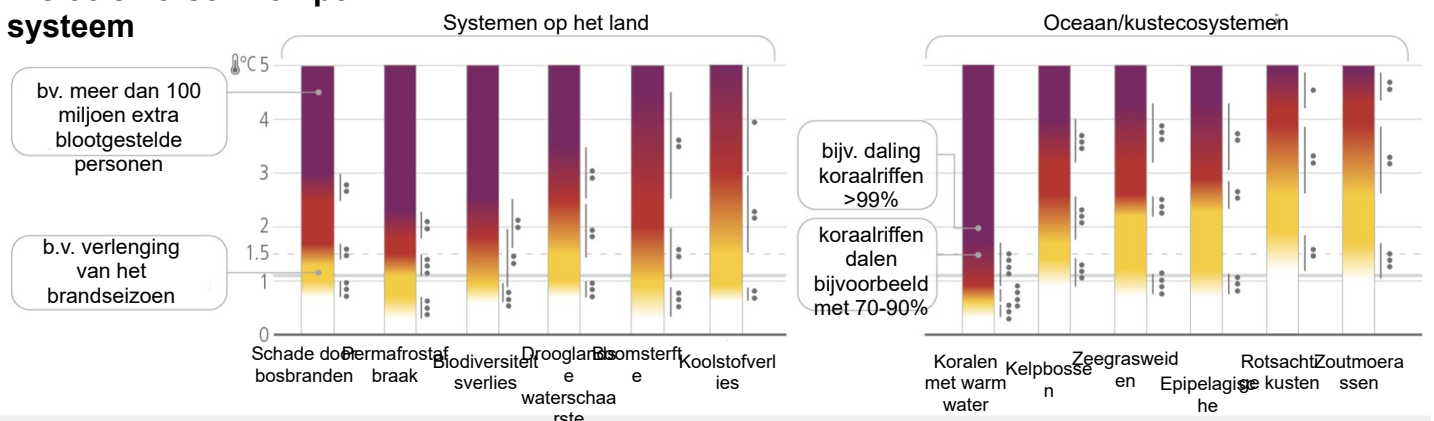
De geprojecteerde risico's en effecten die op de kaarten worden getoond, zijn gebaseerd op outputs van verschillende subsets van aardsysteemmodellen die werden gebruikt om elke impactindicator zonder aanvullende aanpassing te projecteren. WGII biedt een verdere beoordeling van de effecten op menselijke en natuurlijke systemen aan de hand van deze projecties en aanvullende bewijslijnen. (a) Risico's op soortenverlies, zoals aangegeven door het percentage beoordeelde soorten dat is blootgesteld aan potentieel gevaarlijke temperaturomstandigheden, zoals gedefinieerd door omstandigheden die verder gaan dan de geraamde historische maximale gemiddelde jaarlijkse temperatuur (1850-2005) die elke soort ervaart, bij GWL's van 1,5 °C, 2 °C, 3 °C en 4 °C. De onderliggende temperatuurprognoses zijn afkomstig van 21 aardsysteemmodellen en houden geen rekening met extreme gebeurtenissen die van invloed zijn op ecosystemen zoals het noordpoolgebied. b) risico voor de menselijke gezondheid, zoals aangegeven door de dagen per jaar van blootstelling van de bevolking aan onderkoelde omstandigheden die een risico op sterfte als gevolg van de oppervlakteluchttemperatuur en -vochtigheid voor de historische periode (1991-2005) en bij GWL's van 1,7 °C tot 2,3 °C (gemiddeld = 1,9 °C; 13 klimaatmodellen), 2,4°C tot 3,1°C (2,7°C; 16 klimaatmodellen) en 4,2 °C tot 5,4 °C (4,7 °C; 15 klimaatmodellen). Interkwartielbereiken van WGL's tegen 2081-2100 onder RCP2.6, RCP4.5 en RCP8.5. De gepresenteerde index is in overeenstemming met de gemeenschappelijke kenmerken die worden aangetroffen in veel indexen die zijn opgenomen in WGI- en WGII-beoordelingen. c) Gevolgen voor de voedselproductie: (c1) Veranderingen in de maïsopbrengst bij verwachte GWL's van 1,6°C tot 2,4°C (2,0°C), 3,3°C tot 4,8°C (4,1°C) en 3,9°C tot 6,0°C (4,9°C). Mediane opbrengstveranderingen van een ensemble van 12 gewasmodellen, elk aangedreven door bias-adjusted outputs van 5 aardsysteemmodellen van het Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project (AgMIP) en het Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project (ISI-MIP). Kaarten tonen 2080-2099 ten opzichte van 1986-2005 voor de huidige groeiregio's (>10 ha), met het overeenkomstige bereik van de toekomstige opwarming van de aarde onder respectievelijk SSP1-2.6, SSP3-7.0 en SSP5-8.5. Hatching geeft gebieden aan waar <70% van de combinaties van klimaatgewasmodellen het eens zijn over het teken van impact. (c2) Veranderingen in het maximale vangstpotentieel tussen 2081 en 2099 ten opzichte van 1986-2005 bij verwachte GWL's van 0,9°C tot 2,0°C (1,5°C) en 3,4°C tot 5,2°C (4,3°C). GWL's tegen 2081-2100 overeenkomstig RCP2.6 en RCP8.5. Hatching geeft aan waar de twee klimaatvisserijmodellen het niet eens zijn in de richting van verandering. Grote relatieve veranderingen in laagrenderende regio's kunnen overeenkomen met kleine absolute veranderingen. Biodiversiteit en visserij op Antarctica werden niet geanalyseerd vanwege gegevensbeperkingen. De voedselzekerheid wordt ook beïnvloed door gewas- en visserijtekortkomingen die hier niet worden gepresenteerd. {WGII figuur TS.5, WGII figuur TS.9, WGII bijlage I: Globale naar regionale atlas figuur Al.15, figuur Al.22, figuur Al.23, figuur Al.29; WGII 7.3.1.2, 7.2.4.1, SROCC-figuur SPM.3} (3.1.2, kruissectievak.2)

Risico's nemen toe met elke toename van opwarming

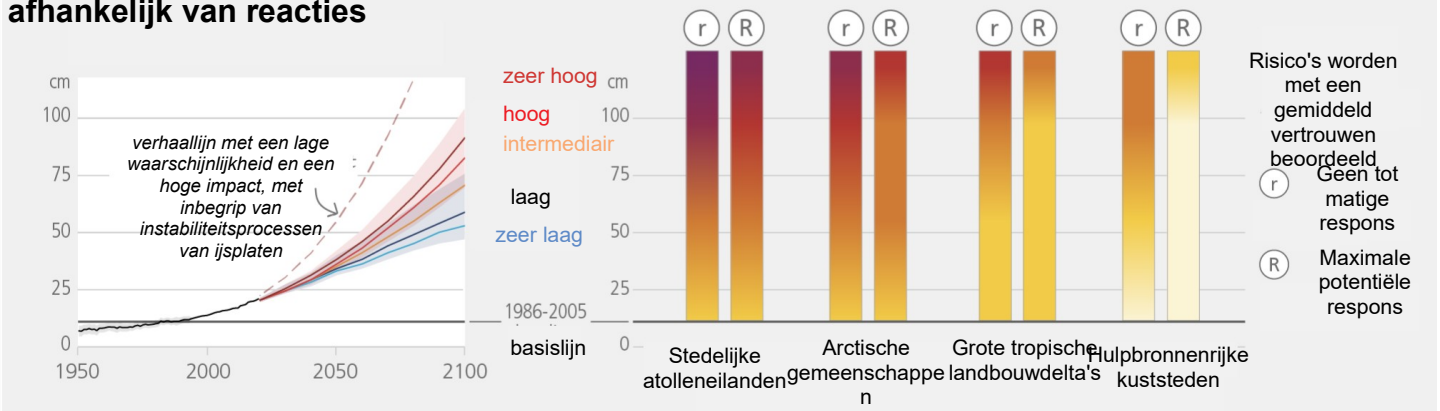
a) Hoge risico's worden nu geacht zich voor te doen bij lagere niveaus van opwarming van de aarde



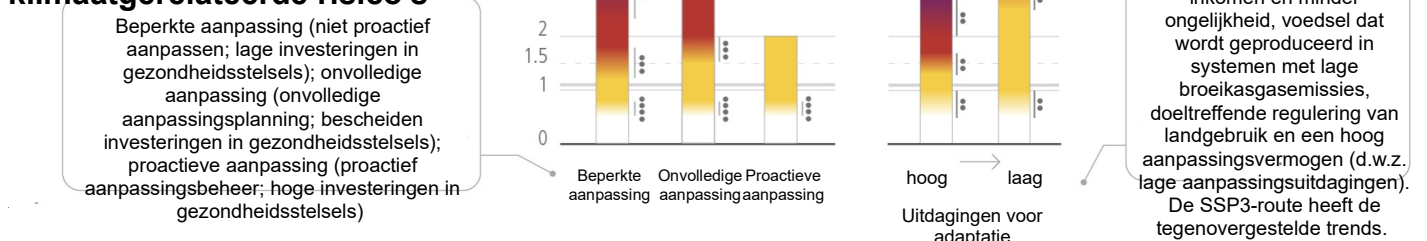
Risico's verschillen per systeem



c) De risico's voor kustgebieden nemen toe met de stijging van de zeespiegel en zijn afhankelijk van reacties



d) Aanpassing en sociaal-economische trajecten beïnvloeden de niveaus van klimaatgerelateerde risico's



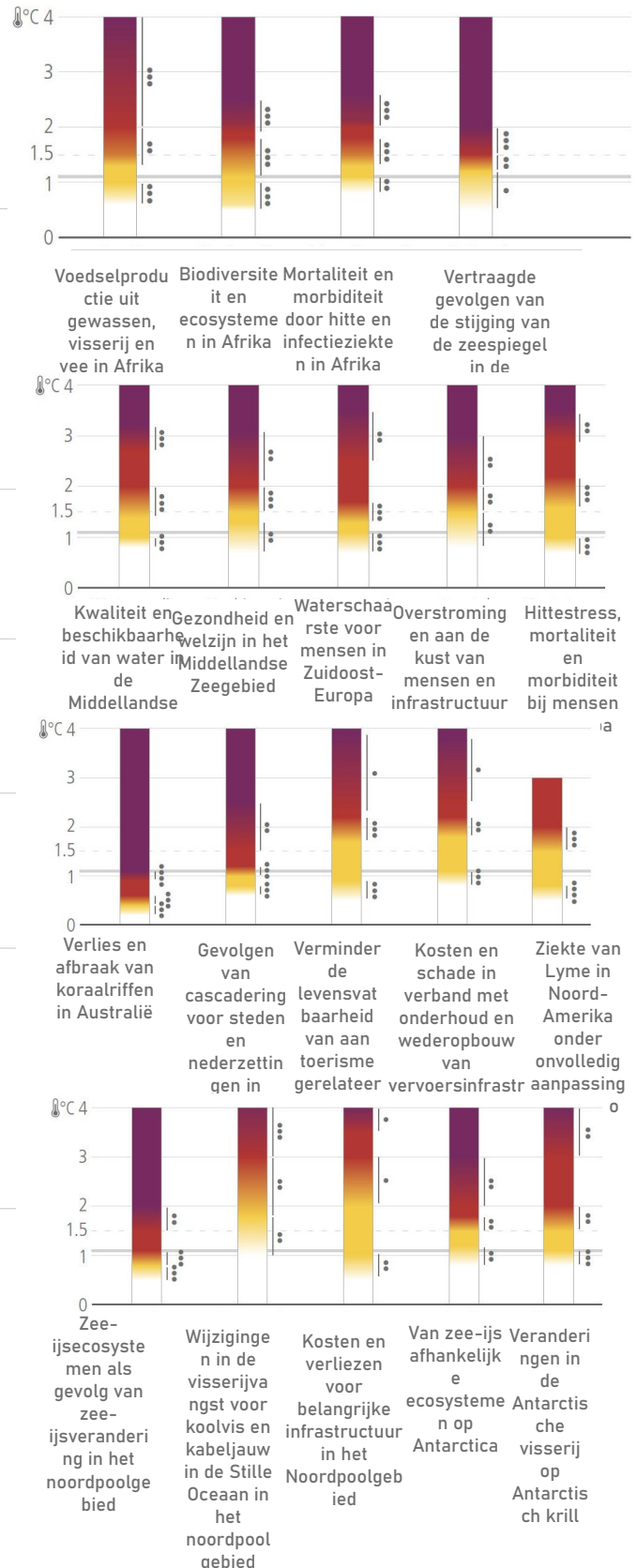
e) Voorbeelden van belangrijke risico's in verschillende regio's

Het ontbreken van risicodiagrammen betekent niet dat er binnen een regio geen risico's zijn.

De ontwikkeling van synthetische diagrammen voor kleine eilanden, Azië en Midden- en Zuid-Amerika was beperkt als gevolg van de schaarste aan voldoende afgeschaalde klimaatprognoses, met onzekerheid in de richting van verandering, de diversiteit van klimatologieën en sociaal-economische contexten tussen landen binnen een regio, en de daaruit voortvloeiende weinige aantallen impact- en risicoprognoses voor verschillende opwarmingsniveaus.

De vermelde risico's hebben een minimaal *gemiddeld vertrouwensniveau*:

Kleine eilanden	- Verlies van terrestrische, mariene en kustbiodiversiteit en ecosysteemdiensten- Verlies van levens en activa, risico voor de voedselzekerheid en economische ontwrichting als gevolg van de vernietiging van nederzettingen en infrastructuur- Economische achteruitgang en het mislukken van de bestaansmiddelen van visserij, landbouw, toerisme en van biodiversiteitsverlies als gevolg van traditionele agro-ecosystemen - Verminderde bewoonbaarheid van rif- en niet-rifeilanden, wat leidt tot meer ontheemding- Risico voor de waterzekerheid op bijna elk klein eiland
Noord-Amerika	- Klimaatgevoelige geestelijke gezondheidsuitkomsten, menselijke sterfte en morbiditeit als gevolg van toenemende gemiddelde temperatuur-, weers- en klimaatextremen, en samengestelde klimaatgevaaren – Risico op aantasting van mariene, kust- en terrestrische ecosystemen, met inbegrip van verlies van biodiversiteit, functie en beschermende diensten – Risico voor zoetwatervoorraden met gevolgen voor ecosystemen, verminderde beschikbaarheid van oppervlaktewater voor geïrrigeerde landbouw, ander menselijk gebruik en aangetaste waterkwaliteit – Risico voor voedsel- en voedingszekerheid door veranderingen in de productiviteit en toegang van landbouw, veeteelt, jacht, visserij en aquacultuur – Risico's voor welzijn, bestaansmiddelen en economische activiteiten als gevolg van de cascadering en verergering van klimaatgevaaren, met inbegrip van risico's voor kuststeden, nederzettingen en infrastructuur als gevolg van de stijging van het zeeniveau
Europa	- Risico's voor mensen, economieën en infrastructuur als gevolg van overstromingen aan de kust en in het binnenland – Stress en sterfte voor mensen als gevolg van stijgende temperaturen en extreme hitte – Verstoringen van mariene en terrestrische ecosystemen – Waterschaarste voor meerdere onderling verbonden sectoren – Verliezen in de gewasproductie als gevolg van samengestelde hitte en droge omstandigheden en extreem weer
Midden- en Zuid-Amerika	- Risico voor de waterveiligheid - Ernstige gezondheidseffecten als gevolg van toenemende epidemieën, met name door vectoren overgedragen ziekten - Afbraak van ecosystemen van koraalriffen als gevolg van koraalbleking - Risico voor de voedselzekerheid als gevolg van frequente/extreme droogte – Schade aan leven en infrastructuur als gevolg van overstromingen, aardverschuivingen, zeespiegelstijging, stormvloed en kusterosie
Australasia	- Afbraak van tropische ondiepe koraalriffen en bijbehorende waarden voor biodiversiteit en ecosysteemdiensten- Verlies van menselijke en natuurlijke systemen in laaggelegen kustgebieden als gevolg van stijging van de zeespiegel- Impact op bestaansmiddelen en inkomens als gevolg van daling van de landbouwproductie- Toename van hittegerelateerde sterfte en morbiditeit voor mensen en dieren in het wild- Verlies van alpine biodiversiteit in Australië als gevolg van minder sneeuw
Azië	- Schade aan stedelijke infrastructuur en gevolgen voor het welzijn en de gezondheid van de mens als gevolg van overstromingen, met name in kuststeden en -nederzettingen- Biodiversiteitsverlies en habitatverschuivingen, evenals daarmee samenhangende verstoringen van afhankelijke menselijke systemen in zoetwater-, land- en oceaanecosystemen- Frequentere, uitgebreide koraalverbleking en daaropvolgende koraalsterfte als gevolg van opwarming en verzuring van de oceaan, stijging van de zeespiegel, mariene hittegolven en winning van hulpbronnen- Daling van de visbestanden aan de kust als gevolg van de stijging van de zeespiegel, afname van de neerslag in sommige delen en toename van de temperatuur- Risico voor de voedsel- en waterzekerheid als gevolg van verhoogde temperatuurextremen, neerslagvariabiliteit en droogte
Afrika	- Uitsterven van soorten en vermindering of onomkeerbaar verlies van ecosystemen en ecosysteemdiensten, met inbegrip van zoetwater-, land- en oceaanecosystemen — Risico voor de voedselzekerheid, risico op ondervoeding (tekort aan micronutriënten) en verlies van bestaansmiddelen als gevolg van verminderde voedselproductie door gewassen, vee en visserij — Risico's voor de gezondheid van mariene ecosystemen en voor bestaansmiddelen in kustgemeenschappen — Verhoogde sterfte en morbiditeit bij de mens als gevolg van toegenomen hitte en infectieziekten (met inbegrip van door vectoren overgedragen ziekten en diarree) — Verminderde economische output en groei, en verhoogde ongelijkheid en armoedepercentages — Verhoogd risico voor de water- en energiezekerheid als gevolg van droogte en hitte



Figuur 3.3: Synthetische risicodiagrammen van mondiale en sectorale beoordelingen en voorbeelden van regionale belangrijke risico's.

De brandende sintels zijn het gevolg van een op literatuur gebaseerde deskundige elicitering. Panel (a): Links – Veranderingen van de mondiale oppervlaktetemperatuur in °C ten opzichte van 1850-1900. Deze veranderingen werden verkregen door CMIP6-modelsimulaties te combineren met observatiebeperkingen op basis van eerder gesimuleerde opwarming, evenals een bijgewerkte beoordeling van evenwichtsklimaatgevoeligheid. Zeer waarschijnlijke bandbreedtes worden getoond voor de scenario's met lage en hoge broeikasgasemissies (SSP1-2.6 en SSP3-7.0). Rechts - Global Reasons for Concern, vergelijken van AR6 (dikke sintels) en AR5 (dunne sintels) beoordelingen. Voor elke RFC worden diagrammen weergegeven, uitgaande van een lage tot geen aanpassing (d.w.z. aanpassing is gefragmenteerd, gelokaliseerd en omvat incrementele aanpassingen aan bestaande praktijken). Bij de overgang naar een zeer hoog risiconiveau ligt de nadruk echter op onomkeerbaarheids- en aanpassingsgrenzen. De horizontale lijn geeft de huidige opwarming van de aarde van 1,1 °C aan, die wordt gebruikt om de waargenomen effecten uit het verleden onder de lijn te scheiden van de toekomstige verwachte risico's daarboven. Lijnen verbinden de middelpunten van de overgang van matig naar hoog risico in AR5 en AR6. Panel (b): Risico's voor systemen op het land en oceaan-/kustecosystemen. Diagrammen die voor elk risico worden getoond, gaan uit van een lage tot geen aanpassing. Tekstbellen geven voorbeelden van effecten op een bepaald opwarmingsniveau. Panel (c): Links - Wereldwijde gemiddelde zeespiegelverandering in centimeters, ten opzichte van 1900. De historische veranderingen (zwart) worden waargenomen door getijmeters vóór 1992 en hoogtemeters daarna. De toekomstige veranderingen naar 2100 (gekleurde lijnen en schaduwen) worden consistent beoordeeld met observatiebeperkingen op basis van emulatie van CMIP-, ijskap- en gletsjermodellen, en waarschijnlijke bereiken worden weergegeven voor SSP1-2.6 en SSP3-7.0. Rechts – Beoordeling van het gecombineerde risico van overstromingen, erosie en verzilting aan de kust voor vier illustratieve kustgebieden in 2100, als gevolg van veranderende gemiddelde en extreme zeespiegels, in twee responsscenario's, met betrekking tot de basisperiode van de SROCC (1986-2005) en met vermelding van de basisperiode AR6 van de IPCC (1995-2014). De beoordeling houdt geen rekening met veranderingen in de extreme zeespiegel die verder gaan dan die welke rechtstreeks worden veroorzaakt door de gemiddelde zeespiegelstijging; de risiconiveaus zouden kunnen toenemen als andere veranderingen in extreme zeespiegels in aanmerking worden genomen (bv. als gevolg van veranderingen in de cycloonintensiteit). "No-to-moderate response" beschrijft de inspanningen vanaf vandaag (d.w.z. geen verdere significante actie of nieuwe soorten acties). "Maximale potentiële respons" is een combinatie van reacties die volledig zijn uitgevoerd en dus aanzienlijke extra inspanningen in vergelijking met vandaag, uitgaande van minimale financiële, sociale en politieke belemmeringen. De beoordelingscriteria omvatten blootstelling en kwetsbaarheid (dichtheid van activa, niveau van degradatie van terrestrische en mariene bufferecosystemen), kust risico's (overstroming, kustlijnerosie, verzilting), in-situ reacties (harde kustverdediging, herstel van ecosystemen of creatie van nieuwe natuurlijke buffergebieden, en bodemdalingbeheer) en geplande verplaatsing. Geplande herplaatsing verwijst naar beheerde terugtrekking of hervestiging. Gedwongen verplaatsing wordt in deze beoordeling niet in aanmerking genomen. De term respons wordt hier gebruikt in plaats van aanpassing omdat sommige reacties, zoals retraits, al dan niet als aanpassing kunnen worden beschouwd. Panel (d): Links - Hittegevoelige resultaten voor de menselijke gezondheid in drie scenario's van aanpassingseffectiviteit. De diagrammen worden afgekapt bij de dichtstbijzijnde gehele oC binnen het temperatuurveranderingsbereik in 2100 onder drie SSP-scenario's. Rechts - Risico's in verband met voedselzekerheid als gevolg van klimaatverandering en patronen van sociaal-economische ontwikkeling. Risico's voor de voedselzekerheid zijn onder meer de beschikbaarheid van en de toegang tot voedsel, met inbegrip van de bevolking die het risico loopt honger te lijden, stijgingen van de voedselprijzen en stijgingen van voor handicap gecorrigeerde levensjaren als gevolg van ondergewicht bij kinderen. De risico's worden beoordeeld voor twee verschillende sociaal-economische trajecten (SSP1 en SSP3), met uitzondering van de effecten van gericht mitigatie- en adaptatiebeleid. Panel (e): Voorbeelden van regionale risico's. De vastgestelde risico's zijn ten minste middelgroot. De belangrijkste risico's worden vastgesteld op basis van de omvang van de negatieve gevolgen (doordringendheid van de gevolgen, mate van verandering, onomkeerbaarheid van de gevolgen, potentieel voor impactdrempels of kantelpunten, potentieel voor trapsgewijze effecten buiten de systeemgrenzen); waarschijnlijkheid van nadelige gevolgen; tijdelijke kenmerken van het risico; en het vermogen om op het risico te reageren, bijvoorbeeld door aanpassing. {WGI-figuur SPM.8; WGII SPM B.3.3, WGII Figuur SPM.3, WGII SM 16.6, WGII SM 16.7.4; SROCC-figuur SPM.3d, SROCC SPM.5a, SROCC 4SM; SRCCL-figuur SPM.2, SRCCL 7.3.1, SRCCL 7 SM} (kruissectievak.2)

3.1.3 De waarschijnlijkheid en risico's van Abrupte en Onomkeerbare Verandering

De kans op abrupte en onomkeerbare veranderingen en de gevolgen ervan nemen toe met hogere opwarmingsniveaus van de aarde (hoog vertrouwen). Naarmate de opwarming toeneemt, nemen ook de risico's van het uitsterven van soorten of onomkeerbaar verlies van biodiversiteit toe in ecosystemen zoals bossen (gemiddelde betrouwbaarheid), koraalriffen (zeer hoge betrouwbaarheid) en in Arctische regio's (hoge betrouwbaarheid). Risico's in verband met grootschalige enkelvoudige gebeurtenissen of kantelpunten, zoals instabiliteit van de ijskap of verlies van ecosystemen door tropische bossen, overgang naar een hoog risico tussen 1,5 °C en 2,5 °C (gemiddelde betrouwbaarheid) en naar een zeer hoog risico tussen 2,5 °C en 4 °C (lage betrouwbaarheid). De reactie van biogeochemische cycli op antropogene verstoringen kan abrupt zijn op regionale schalen en onomkeerbaar op decadale tot eeuw tijdschalen (hoog vertrouwen). De kans op het overschrijden van onzekere regionale drempels neemt toe met verdere opwarming (hoog vertrouwen). {WGI SPM C.3.2, WGI Box TS.9, WGI TS.2.6; WGII-figuur SPM.3, WGII SPM B.3.1, WGII SPM B.4.1, WGII SPM B.5.2, WGII-tabel TS.1, WGII TS.C.1, WGII TS.C.13.3; SROCC SPM B.4}

Zeespiegelstijging is onvermijdelijk voor eeuwen tot millennia als gevolg van aanhoudende diepe opwarming van de oceaan en smeltende ijskappen, en de zeespiegel zal duizenden jaren hoog blijven (hoog vertrouwen). Wereldwijde gemiddelde zeespiegelstijging zal doorgaan in de 21e eeuw (vrijwel zeker), met verwachte regionale relatieve zeespiegelstijging binnen 20% van het wereldwijde gemiddelde langs tweederde van de wereldwijde kustlijn (gemiddeld vertrouwen). De omvang, het tempo, de timing van drempeloverschrijdingen en de langetermijnverbinding van de zeespiegelstijging hangen af van de emissies, waarbij hogere emissies leiden tot grotere en snellere zeespiegelstijgingen. Als gevolg van de relatieve zeespiegelstijging zullen extreme zeespiegelgebeurtenissen die zich in het recente verleden één keer per eeuw hebben voorgedaan, naar verwachting tegen 2100 ten minste jaarlijks plaatsvinden op meer dan de helft van alle locaties met getijdenmetingen en zullen de risico's voor kustecosystemen, mensen en infrastructuur na 2100 blijven toenemen (hoog vertrouwen). Bij aanhoudende opwarming tussen 2 °C en 3 °C zullen de ijskappen van Groenland en West-Antarctische wateren bijna volledig en onomkeerbaar verloren gaan gedurende meerdere millennia (beperkt bewijs). De waarschijnlijkheid en snelheid van ijsmassaverlies nemen toe met hogere wereldwijde oppervlaktetemperaturen (hoge betrouwbaarheid). In de komende 2000 jaar zal de wereldwijde gemiddelde zeespiegel met ongeveer 2 tot 3 m stijgen als de opwarming wordt beperkt tot 1,5 °C en 2 tot 6 m als deze wordt beperkt tot 2 °C (lage betrouwbaarheid). De prognoses van de wereldwijde gemiddelde zeespiegelstijging over meerdere miljoenen jaren komen overeen met de gereconstrueerde niveaus tijdens de voorbije warme klimaatperiodes: Het wereldwijde gemiddelde zeeniveau was zeer waarschijnlijk 5 tot 25 m hoger dan vandaag ongeveer 3 miljoen jaar geleden, toen de mondiale temperaturen 2,5 °C tot 4 °C hoger waren dan 1850-1900 (gemiddeld vertrouwen). Andere voorbeelden van onvermijdelijke veranderingen in het klimaatstelsel als gevolg van multi-decadale of langere responstijdschalen zijn aanhoudende gletsjersmelting (zeer hoge betrouwbaarheid) en permafrostkoolstofverlies (hoge betrouwbaarheid). {WGI SPM B.5.2, WGI SPM B.5.3, WGI SPM B.5.4, WGI SPM C.2.5, WGI Box TS.4, WGI Box TS.9, WGI 9.5.1; WGII TS C.5; SROCC SPM B.3, SROCC SPM B.6, SROCC SPM B.9} (figuur 3.4)

De kans op lage waarschijnlijkheidsuitkomsten in verband met potentieel zeer grote effecten neemt toe met hogere opwarmingsniveaus van de aarde (hoog vertrouwen). Opwarming aanzienlijk boven de beoordeelde zeer waarschijnlijke bandbreedte voor een bepaald scenario kan niet worden uitgesloten, en er is een groot vertrouwen dat dit zou leiden tot regionale veranderingen die in veel aspecten van het klimaatstelsel groter zijn dan beoordeeld. Resultaten met een lage waarschijnlijkheid en een grote impact kunnen zich op regionale schaal voordoen, zelfs voor de opwarming van de aarde binnen de zeer waarschijnlijke beoordelingsmarge voor een bepaald broeikasgasemissiescenario. De wereldwijde gemiddelde zeespiegelstijging boven het waarschijnlijke bereik – in de buurt van 2 m tegen 2100 en meer dan 15 m tegen 2300 in een scenario met zeer hoge broeikasgasemissies (SSP5-8.5) (lage betrouwbaarheid) – kan niet worden uitgesloten als gevolg van diepe onzekerheid in ijskapprocessen¹²³ en zou ernstige gevolgen hebben voor populaties in kustgebieden met een lage hoogte. Als de opwarming van de aarde toeneemt,¹²⁴ zullen sommige samengestelde extreme gebeurtenissen vaker voorkomen, met een grotere kans op ongekende intensiteiten, duur of ruimtelijke omvang (hoge betrouwbaarheid). De Atlantic Meridional Overturning Circulation zal in de 21e eeuw zeer waarschijnlijk verzwakken voor alle beschouwde scenario's (hoog vertrouwen), maar een abrupte ineenstorting wordt niet verwacht vóór 2100 (gemiddeld vertrouwen). Als een dergelijke gebeurtenis met een lage waarschijnlijkheid zou plaatsvinden, zou dit zeer waarschijnlijk leiden tot abrupte verschuivingen in regionale weerpatronen en watercyclus, zoals een zuidwaartse verschuiving in de tropische regengordel, en grote gevolgen voor ecosystemen en menselijke activiteiten. Een opeenvolging van grote explosieve vulkaanuitbarstingen binnen decennia, zoals in het verleden hebben plaatsgevonden, is een gebeurtenis met een hoge impact met een lage waarschijnlijkheid die zou leiden tot aanzienlijke afkoeling wereldwijd en regionale klimaatverstoringen gedurende enkele decennia. {WGI SPM B.5.3, WGI SPM C.3, WGI SPM C.3.1, WGI SPM C.3.2, WGI SPM C.3.3, WGI SPM C.3.4, WGI SPM C.3.5, WGI Figuur SPM.8, WGI Box TS.3, WGI Figuur TS.6, WGI Box 9.4; WGII SPM B.4.5, WGII SPM C.2.8; SROCC SPM B.2.7} (figuur 3.4, kruissectievak.2)

¹²³ Dit resultaat wordt gekenmerkt door grote onzekerheid: De waarschijnlijkheid ervan druist in tegen de kwantitatieve beoordeling, maar wordt in aanmerking genomen vanwege het grote potentiële effect ervan. {WGI-vak TS.1; WGII Hoofdstukoverkoepelende doos DEEP}

¹²⁴ Zie bijlage I: Woordenlijst. Voorbeelden van samengestelde extreme gebeurtenissen zijn gelijktijdige hittegolven en droogtes of samengestelde overstromingen. {WGI SPM Voetnoot 18}

3.2 Aanpassingsopties en -limieten op lange termijn

Met de toenemende opwarming zullen aanpassingsopties beperkter en minder effectief worden. Bij hogere niveaus van opwarming zullen verliezen en schade toenemen en zullen extra menselijke en natuurlijke systemen aanpassingslimieten bereiken. Geïntegreerde, transversale multisectorale oplossingen vergroten de doeltreffendheid van de aanpassing. Maladaptatie kan leiden tot lock-ins van kwetsbaarheid, blootstelling en risico's, maar kan worden vermeden door langetermijnplanning en de uitvoering van aanpassingsmaatregelen die flexibel, multisectoraal en inclusief zijn. (hoog vertrouwen)

De doeltreffendheid van de aanpassing om het klimaatrisico te verminderen is gedocumenteerd voor specifieke contexten, sectoren en regio's en zal afnemen naarmate de opwarming toeneemt (hoog vertrouwen).¹²⁵ Zo zullen gemeenschappelijke adaptatiemaatregelen in de landbouw – de invoering van verbeterde cultivars en agronomische praktijken, en veranderingen in teelt patronen en gewassystemen – minder doeltreffend worden van 2 °C naar hogere opwarmingsniveaus (hoog vertrouwen). De effectiviteit van de meeste watergerelateerde aanpassingsopties om de verwachte risico's te verminderen neemt af bij toenemende opwarming (hoog vertrouwen). Aanpassingen voor waterkracht en thermo-elektrische energieopwekking zijn effectief in de meeste regio's tot 1,5 °C tot 2 °C, met afnemende effectiviteit bij hogere niveaus van opwarming (gemiddeld vertrouwen). Ecosysteemgebaseerde adaptatie is kwetsbaar voor de gevolgen van klimaatverandering, waarbij de doeltreffendheid afneemt met de toenemende opwarming van de aarde (hoog vertrouwen). Wereldwijd vertonen aanpassingsopties met betrekking tot boslandbouw en bosbouw een sterke daling van de doeltreffendheid bij 3 °C, met een aanzienlijke toename van het restrisico (gemiddeld vertrouwen). {WGII SPM C.2, WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.5, WGII SPM C.2.10, WGII Figuur TS.6 Panel (e), 4.7.2}

Met de toenemende opwarming van de aarde zullen meer grenzen aan de aanpassing worden bereikt en zullen verliezen en schade, die sterk geconcentreerd zijn onder de armste kwetsbare bevolkingsgroepen, toenemen (hoog vertrouwen). Reeds onder 1,5 °C zullen autonome en evolutionaire adaptatieresponsen van terrestrische en aquatische ecosystemen steeds meer te maken krijgen met harde grenzen (hoge betrouwbaarheid) (punt 2.1.2). Boven 1,5 °C zullen sommige op ecosystemen gebaseerde aanpassingsmaatregelen hun doeltreffendheid verliezen wat betreft het bieden van voordelen aan mensen, aangezien deze ecosystemen harde aanpassingslimieten zullen bereiken (hoog vertrouwen). Aanpassing om de risico's van hittestress, hittesterte en verminderde capaciteit voor buitenwerk voor mensen aan te pakken, heeft te maken met zachte en harde grenzen in regio's die aanzienlijk ernstiger worden bij 1,5 °C, en zijn met name relevant voor regio's met een warm klimaat (hoog vertrouwen). Boven 1,5 °C aardopwarmingsniveau vormen beperkte zoetwatervoorraden potentiële harde grenzen voor kleine eilanden en voor regio's die afhankelijk zijn van gletsjers en smeltende sneeuw (gemiddeld vertrouwen). Bij 2 °C worden zachte limieten geprojecteerd voor meerdere basisgewassen, met name in tropische regio's (hoge betrouwbaarheid). Bij 3 °C worden zachte limieten voor sommige waterbeheersmaatregelen voor veel regio's geprojecteerd, met harde limieten voor delen van Europa (gemiddeld vertrouwen). {WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.3, WGII SPM C.3.4, WGII SPM C.3.5, WGII TS.D.2.2, WGII TS.D.2.3; SR1.5 SPM B.6; SROCC SPM C.1}

Geïntegreerde, transversale multisectorale oplossingen vergroten de doeltreffendheid van de aanpassing. Zo bevorderen inclusieve, geïntegreerde en langetermijnplanning op lokaal, gemeentelijk, subnationaal en nationaal niveau, samen met doeltreffende regelgevings- en monitoringsystemen en financiële en technologische middelen en vermogens de transitie van stedelijke en plattelandssystemen. Er is een reeks horizontale aanpassingsopties, zoals rampenrisicobeheer, systemen voor vroegtijdige waarschuwing, klimaatdiensten en risicospreiding en -deling, die breed toepasbaar zijn in alle sectoren en meer voordelen bieden voor andere aanpassingsopties wanneer zij worden gecombineerd. De overgang van incrementele naar transformatieele aanpassing en het aanpakken van een reeks beperkingen, voornamelijk op financieel, bestuurs-, institutioneel en beleidsgebied, kan helpen om zachte aanpassingslimieten te overwinnen. Aanpassing voorkomt echter niet alle verliezen en schade, zelfs niet bij effectieve aanpassing en voordat zachte en harde grenzen zijn bereikt. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.2.6, WGII SPM C.2.13, WGII SPM C.3.1, WGII SPM C.3.4, WGII SPM C.3.5, WGII Figuur TS.6 Panel (e)}

Maladaptieve reacties op klimaatverandering kunnen leiden tot lock-ins van kwetsbaarheid, blootstelling en risico's die moeilijk en duur zijn om te veranderen en bestaande ongelijkheden verergeren. Acties die gericht zijn op sectoren en risico's afzonderlijk en op kortetermijnwinsten leiden vaak tot onaangepastheid. Aanpassingsopties kunnen onaangepast worden als gevolg van hun milieueffecten die ecosysteemdiensten beperken en de biodiversiteit en de veerkracht van ecosystemen tegen klimaatverandering verminderen, of door negatieve resultaten voor verschillende groepen te veroorzaken, waardoor ongelijkheid wordt verergerd. Maladaptatie kan worden voorkomen door flexibele, multisectorale, inclusieve en langetermijnplanning en -uitvoering van aanpassingsmaatregelen die vele sectoren en systemen ten goede komen. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.4, WGII SPM C.4.1, WGII SPM C.4.2, WGII SPM C.4.3}

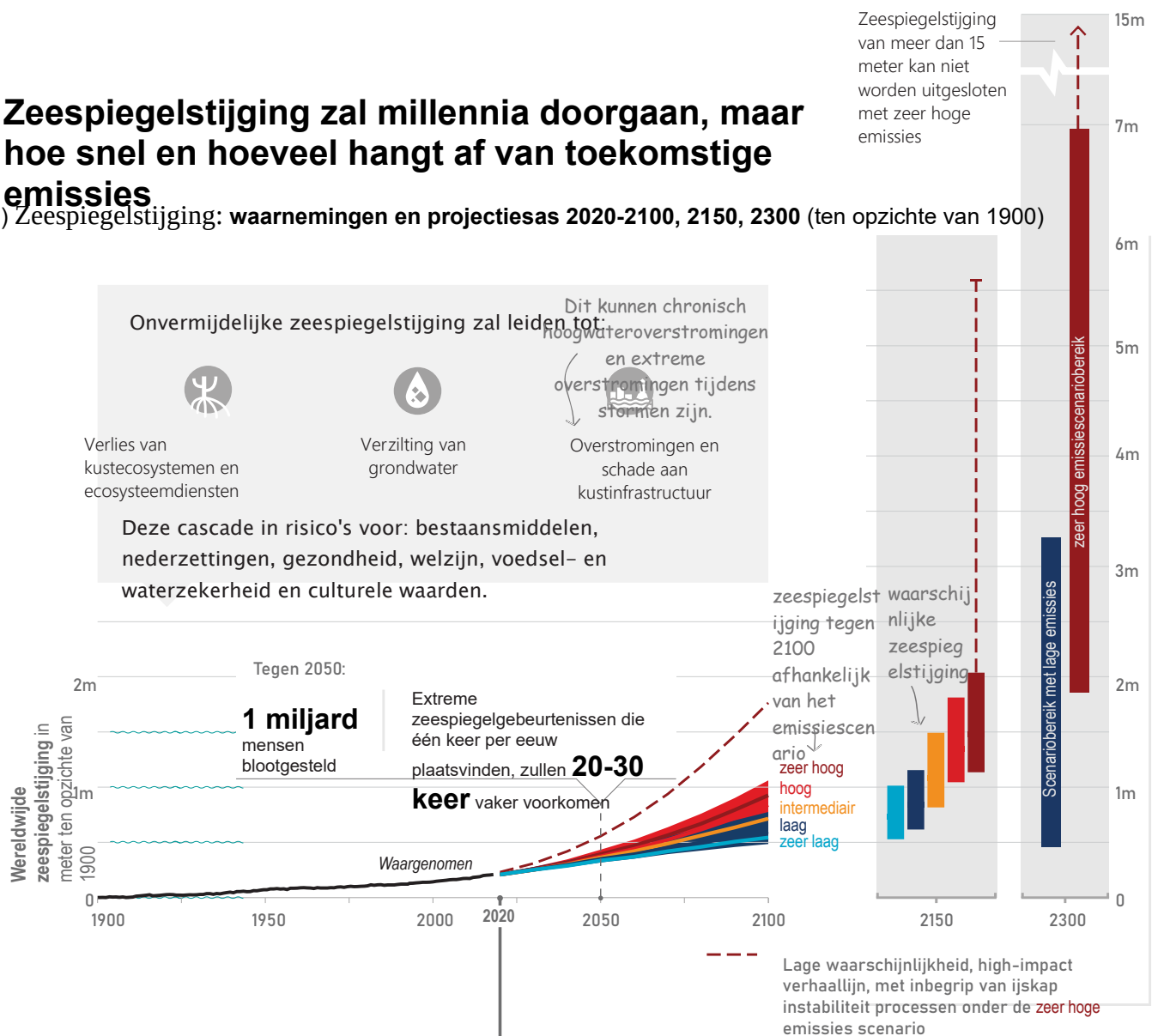
De stijging van de zeespiegel vormt een onderscheidende en ernstige aanpassingsuitdaging, aangezien hiermee zowel trage veranderingen als toenames van de frequentie en omvang van extreme zeespiegelgebeurtenissen worden aangepakt (hoog vertrouwen). Dergelijke aanpassingsproblemen zouden zich veel eerder voordoen bij een hoge stijging

¹²⁵ Er zijn beperkingen aan het beoordelen van de volledige reikwijdte van de aanpassingsopties die in de toekomst beschikbaar zijn, aangezien niet alle mogelijke toekomstige aanpassingsreacties kunnen worden opgenomen in klimaat-effectmodellen en prognoses van toekomstige aanpassing afhankelijk zijn van de momenteel beschikbare technologieën of benaderingen. {WGII 4.7.2}

van de zeespiegel (hoog vertrouwen). De reacties op de aanhoudende stijging van de zeespiegel en bodemdaling omvatten bescherming, huisvesting, vervroegde en geplande verplaatsing (hoog vertrouwen). Deze reacties zijn doeltreffender als ze worden gecombineerd en/of gesequenced, ruim van tevoren worden gepland, in overeenstemming zijn met sociaal-culturele waarden en worden geschraagd door inclusieve processen voor betrokkenheid van de gemeenschap (hoog vertrouwen). Op ecosystemen gebaseerde oplossingen zoals wetlands leveren nevenvoordelen op voor het milieu en de beperking van de klimaatverandering en verlagen de kosten voor waterkeringen (gemiddelde betrouwbaarheid), maar hebben locatiespecifieke fysieke grenzen, ten minste boven 1,5 °C opwarming van de aarde (hoge betrouwbaarheid) en verliezen hun doeltreffendheid bij hoge zeespiegelstijgingen van meer dan 0,5 tot 1 cm jr⁻¹ (gemiddelde betrouwbaarheid). Zeeweringen kunnen onaangepast zijn omdat ze de effecten op korte termijn effectief verminderen, maar kunnen ook leiden tot lock-ins en een verhoogde blootstelling aan klimaatrisico's op lange termijn, tenzij ze worden geïntegreerd in een adaptief plan voor de lange termijn (hoog vertrouwen). {WGI SPM C.2.5; WGII SPM C.2.8, WGII SPM C.4.1; WGII 13.10, WGII Cross-Chapter Box SLR; SROCC SPM B.9, SROCC SPM C.3.2, SROCC-figuur SPM.4, SROCC-figuur SPM.5c} (figuur 3.4)

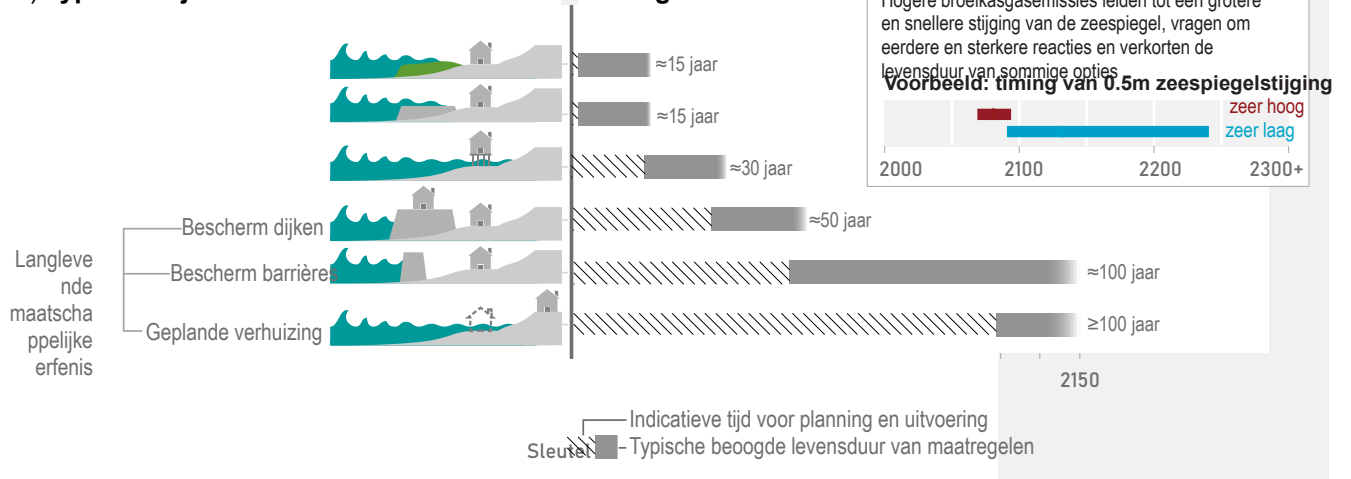
Zeespiegelstijging zal millennia doorgaan, maar hoe snel en hoeveel hangt af van toekomstige emissies

a) Zeespiegelstijging: waarnemingen en projecties 2020-2100, 2150, 2300 (ten opzichte van 1900)



Inspelen op zeespiegelstijging vereist langetermijnplanning

b) Typische tijdschema's voor risicobeheersmaatregelen aan de kust



Figuur 3.4: Waargenomen en verwachte wereldwijde gemiddelde verandering van de zeespiegel en de effecten ervan, en tijdschalen van kusttrisicobeheer.

Panel (a): Wereldwijde gemiddelde zeespiegelverandering in meter ten opzichte van 1900. De historische veranderingen (zwart) worden waargenomen door getijmeters vóór 1992 en hoogtemeters daarna. De toekomstige veranderingen naar 2100 en voor 2150 (gekleurde lijnen en schaduwen) worden consistent beoordeeld met observatiebeperkingen op basis van emulatie van CMIP-, ijskap- en gletsjermodellen, en mediane waarden en waarschijnlijke bereiken worden weergegeven voor de desbetreffende scenario's. Ten opzichte van 1995-2014 ligt de waarschijnlijke wereldwijde gemiddelde zeespiegelstijging tegen 2050 tussen 0,15 en 0,23 m in het scenario met zeer lage broeikasgasemissies (SSP1-1.9) en 0,20 tot 0,29 m in het scenario met zeer hoge broeikasgasemissies (SSP5-8.5); tegen 2100 tussen 0,28 en 0,55 m onder SSP1-1.9 en 0,63 tot 1,01 m onder SSP5-8.5; en tegen 2150 tussen 0,37 en 0,86 m onder SSP1-1.9 en 0,98 tot 1,88 m onder SSP5-8.5 (gemiddelde betrouwbaarheid). Veranderingen ten opzichte van 1900 worden berekend door 0,158 m (waargenomen wereldwijde gemiddelde zeespiegelstijging van 1900 tot 1995-2014) op te tellen bij gesimuleerde veranderingen ten opzichte van 1995-2014. De toekomstige wijzigingen in 2300 bar zijn gebaseerd op literatuurbewoording en vertegenwoordigen het 17e-83e percentielbereik voor SSP1-2.6 (0,3 tot 3,1 m) en SSP5-8.5 (1,7 tot 6,8 m). Rode stippellijnen: Low-likelihood, high-impact verhaallijn, met inbegrip van ijskap instabiliteit processen. Deze geven de potentiële impact aan van zeer onzekere processen en tonen het 83e percentiel van SSP5-8.5-prognoses die processen met een lage waarschijnlijkheid en een hoge impact omvatten die niet kunnen worden uitgesloten; vanwege het lage vertrouwen in projecties van deze processen, maakt dit geen deel uit van een waarschijnlijk bereik. IPCC AR6 mondiale en regionale zeespiegelprojecties worden gehost op <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>. De laaggelegen kustzone herbergt momenteel ongeveer 896 miljoen mensen (bijna 11 % van de wereldbevolking in 2020), die naar verwachting in 2050 in alle vijf SSP's meer dan een miljard zullen bereiken. Panel (b): Typische tijdschema's voor de planning, uitvoering (dashed bars) en operationele levensduur van de huidige maatregelen voor het beheer van kusttrisico's (blue bars). Hogere stijgingspercentages van de zeespiegel vragen om eerdere en sterkere reacties en verkorten de levensduur van maatregelen (aanvang). Aangezien de schaal en het tempo van de zeespiegelstijging na 2050 versnellen, kunnen langetermijnaanpassingen op sommige locaties de grenzen van de huidige aanpassingsopties overschrijden en voor sommige kleine eilanden en laaggelegen kusten een existentieel risico vormen. {WGI SPM B.5, WGI C.2.5, WGI Figuur SPM.8, WGI 9.6; WGII SPM B.4.5, WGII B.5.2, WGII C.2.8, WGII D.3.3, WGII TS.D.7, WGII Cross-Chapter Box SLR} (kruissectievak.2)

3.3 Mitigatietrajecten

Het beperken van de door de mens veroorzaakte opwarming van de aarde vereist netto nul antropogene CO₂-uitstoot. Trajecten die in overeenstemming zijn met de koolstofbudgetten van 1,5 °C en 2 °C, impliceren snelle, diepgaande en in de meeste gevallen onmiddellijke reducties van broeikasgasemissies in alle sectoren (hoog vertrouwen). Overschrijding van een opwarmingsniveau en terugkeer (d.w.z. overschrijding) brengt grotere risico's en potentiële onomkeerbare gevolgen met zich mee; het bereiken en in stand houden van wereldwijde netto negatieve CO₂-emissies zou de opwarming verminderen (hoog vertrouwen).

3.3.1 Resterende koolstofbudgetten

Om de wereldwijde temperatuurstijging tot een specifiek niveau te beperken, moeten de cumulatieve netto CO₂-emissies worden beperkt tot binnen een eindig koolstofbudget,¹²⁶ samen met een sterke vermindering van andere broeikasgassen. Voor elke 1000 GtCO₂ die door menselijke activiteit wordt uitgestoten, stijgt de gemiddelde temperatuur wereldwijd waarschijnlijk met 0,27 °C tot 0,63 °C (beste schatting van 0,45 °C). Deze relatie impliceert dat er een eindig koolstofbudget is dat niet kan worden overschreden om de opwarming tot een bepaald niveau te beperken. {WGI SPM D.1.1, WGI SPM D.1.1; SR1.5 SPM C.1.3} (figuur 3.5)

De beste schattingen van het resterende koolstofbudget (RCB) vanaf begin 2020 voor het beperken van de opwarming tot 1,5 °C met een waarschijnlijkheid van 50 % worden¹²⁷ geraamd op 500 GtCO₂; voor 2 °C (67% waarschijnlijkheid) is dit 1150 GtCO₂.¹²⁸ De resterende koolstofbudgetten zijn gekwantificeerd op basis van de geschatte waarde van TCRE en de onzekerheid ervan, ramingen van de historische opwarming, feedback van het klimaatstelsel zoals emissies van ontdooiende permafrost en de wereldwijde verandering van de oppervlaktetemperatuur nadat de wereldwijde antropogene CO₂-emissies netto nul hebben bereikt, evenals variaties in de verwachte opwarming door niet-CO₂-emissies, deels als gevolg van mitigatiemaatregelen. Hoe sterker de reducties van niet-CO₂-emissies, hoe lager de resulterende temperaturen zijn voor een bepaalde RCB of de grotere RCB voor hetzelfde niveau van temperatuurverandering. De RCB voor het beperken van de opwarming tot 1,5 °C met een waarschijnlijkheid van 50 % kan bijvoorbeeld variëren van 300 tot 600 GtCO₂ afhankelijk van niet-CO₂-opwarming.¹²⁹ Het beperken van de opwarming tot 2 °C met een waarschijnlijkheid van 67 % (of 83 %) zou een RCB van 1150 (900) GtCO₂ vanaf begin 2020 impliceren. Om onder 2 °C te blijven met een waarschijnlijkheid van 50%, is de RCB hoger, d.w.z. 1350 GtCO₂.¹³⁰ {WGI SPM D.1.2, WGI-tabel SPM.2; WGIII-vak SPM.1, WGIII-vak 3.4; SR1.5 SPM C.1.3}

Als de jaarlijkse CO₂-emissies tussen 2020 en 2030 gemiddeld op hetzelfde niveau als 2019 zouden blijven, zouden de resulterende cumulatieve emissies het resterende koolstofbudget voor 1,5 °C (50%) bijna uitputten en meer dan een derde van het resterende koolstofbudget voor 2 °C (67%) uitputten (figuur 3.5). Uitsluitend op basis¹³¹ van centrale ramingen bedragen de historische cumulatieve netto CO₂-emissies tussen 1850 en 2019 (2400 ± 240 GtCO₂) ongeveer vier vijfde van het totale koolstofbudget voor een waarschijnlijkheid van 50 % om de opwarming van de aarde te beperken tot 1,5 °C (centrale raming ongeveer 2900 GtCO₂) en ongeveer twee derde¹³² van het totale koolstofbudget voor een waarschijnlijkheid van 67 % om de opwarming van de aarde te beperken tot 2 °C (centrale raming ongeveer 3550 GtCO₂). {WGI-tabel SPM.2; WGIII SPM B.1.3, WGIII tabel 2.1}

In scenario's met toenemende CO₂-emissies zullen de koolstofputten op het land en in de oceaan naar verwachting minder effectief zijn in het vertragen van de accumulatie van CO₂ in de atmosfeer (hoge betrouwbaarheid). Hoewel koolstofputten in natuurlijke landen en oceanen naar verwachting in absolute termen een steeds grotere hoeveelheid CO₂ zullen opnemen in vergelijking met scenario's met lagere CO₂-emissies, worden ze minder effectief, dat wil zeggen dat het aandeel van de emissies dat door land en oceanen wordt opgenomen afneemt met toenemende cumulatieve netto CO₂-emissies (hoge betrouwbaarheid). Aanvullende ecosysteemreacties op opwarming die nog niet volledig zijn opgenomen in klimaatmodellen, zoals broeikasgasstromen uit wetlands, permafrostdooi en bosbranden, zouden de

¹²⁶ Zie bijlage I: Woordenlijst.

¹²⁷ Deze waarschijnlijkheid is gebaseerd op de onzekerheid in de tijdelijke klimaatrespons op cumulatieve netto CO₂-emissies en aanvullende feedback van het aardsysteem en geeft de waarschijnlijkheid dat de opwarming van de aarde de gespecificeerde temperatuurniveaus niet zal overschrijden. {WGI-tabel SPM.1}

¹²⁸ Wereldwijde databases maken verschillende keuzes over welke emissies en verwijderingen op het land als antropogeen worden beschouwd. De meeste landen rapporteren hun antropogene land-CO₂-stromen, met inbegrip van stromen als gevolg van door de mens veroorzaakte milieuverandering (bv. CO₂-bemesting) op "beheerde" grond in hun nationale broeikasgasinventarissen. Op basis van emissieramingen op basis van deze inventarissen moeten de resterende koolstofbudgetten dienovereenkomstig worden verlaagd. {WGIII SPM voetnoot 9, WGIII TS.3, WGIII kruishoofdstukvak 6}

¹²⁹ De centrale zaak RCB gaat uit van toekomstige niet-CO₂-opwarming (de netto aanvullende bijdrage van aerosolen en niet-CO₂-broeikasgas) van ongeveer 0,1 °C boven 2010-2019 in overeenstemming met strenge mitigatiescenario's. Als de extra niet-CO₂-opwarming hoger is, krimpt de RCB voor het beperken van de opwarming tot 1,5 °C met een kans van 50% tot ongeveer 300 GtCO₂. Als de extra niet-CO₂-opwarming echter wordt beperkt tot slechts 0,05 °C (via sterkere reducties van CH₄ en N₂O door een combinatie van diepe structurele en gedragsveranderingen, bijvoorbeeld veranderingen in het dieet), zou de RCB ongeveer 600 GtCO₂ kunnen zijn voor 1,5 °C opwarming. {WGI-tabel SPM.2, WGI-vak TS.7; WGIII Vak 3.4}

¹³⁰ Gecorrigeerd voor emissies sinds eerdere rapporten, zijn deze RCB-schattingen vergelijkbaar met SR1.5 maar groter dan AR5-waarden als gevolg van methodologische verbeteringen. {WGI SPM D.1.3}

¹³¹ De onzekerheden voor de totale koolstofbudgetten zijn niet beoordeeld en kunnen van invloed zijn op de specifieke berekende fracties.

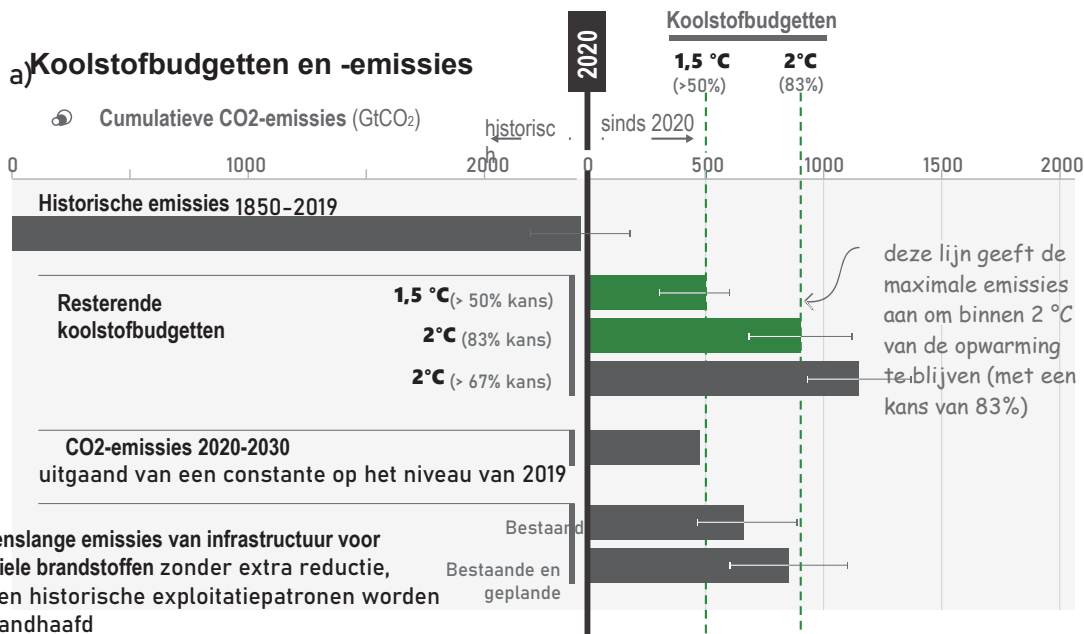
¹³² Zie voetnoot 131.

concentraties van deze gassen in de atmosfeer verder verhogen (hoog vertrouwen). In scenario's waarin de CO₂-concentraties in de 21e eeuw pieken en dalen, beginnen het land en de oceaan minder koolstof op te nemen als reactie op dalende CO₂-concentraties in de atmosfeer (hoge betrouwbaarheid) en worden zij tegen 2100 een zwakke nettobron in het scenario met zeer lage broeikasgasemissies (gemiddelde betrouwbaarheid).¹³³ {WGI SPM B.4, WGI SPM B.4.1, WGI SPM B.4.2, WGI SPM B.4.3}

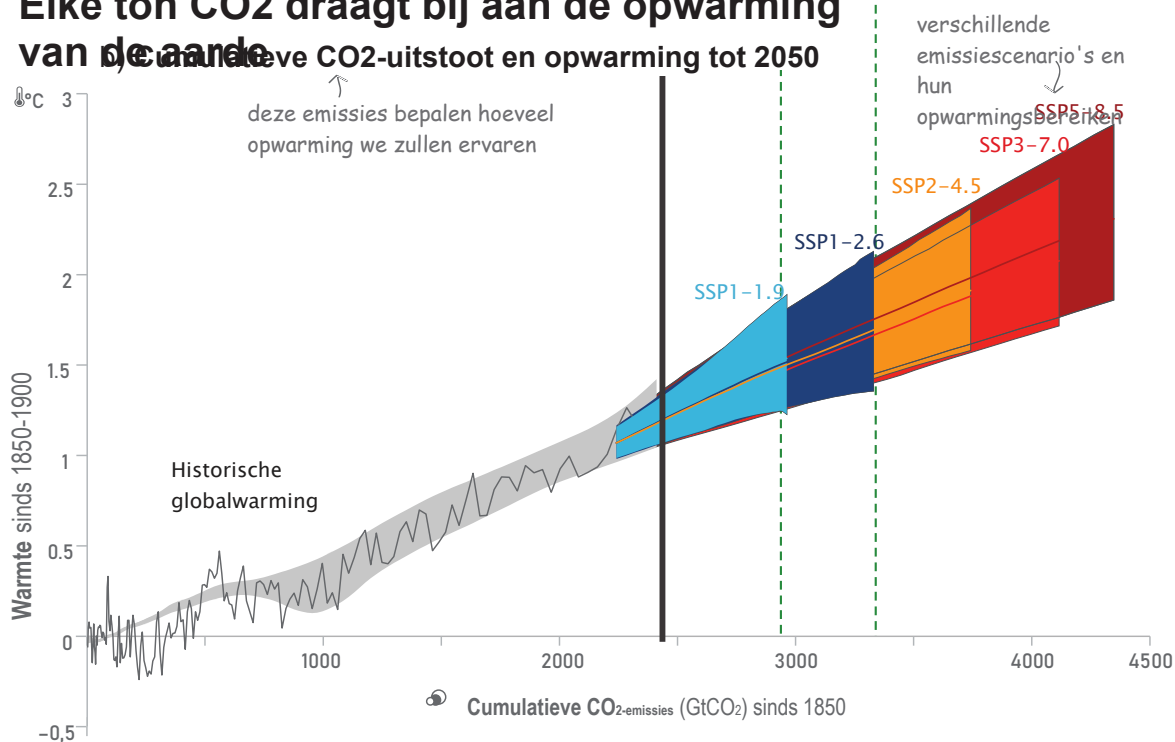
¹³³ Deze verwachte aanpassingen van koolstofputten om de CO₂-concentraties in de atmosfeer te stabiliseren of te verlagen, worden meegenomen in de berekeningen van de resterende koolstofbudgetten. {WGI SPM voetnoot 32}

Resterende koolstofbudgetten om de opwarming tot 1,5 °C te beperken, kunnen binnenkort worden uitgeput, en die voor 2 °C zijn grotendeels uitgeput

Resterende koolstofbudgetten zijn vergelijkbaar met het emissies door het gebruik van bestaande en geplande infrastructuur voor fossiele brandstoffen, zonder extra reductie



Elke ton CO₂ draagt bij aan de opwarming van de aarde



Figuur 3.5: Cumulatieve emissies uit het verleden, geprojecteerde en toegezegde emissies en bijbehorende wereldwijde temperatuurveranderingen.

Panel a) Beoordeelde resterende koolstofbudgetten om de opwarming waarschijnlijker te beperken tot 1,5 °C, tot 2 °C met een waarschijnlijkheid van 83 % en 67 %, in vergelijking met cumulatieve emissies die overeenkomen met constante emissies van 2019 tot 2030, bestaande en geplande infrastructuur voor fossiele brandstoffen (in GtCO₂). Voor de resterende koolstofbudgetten geven dunne lijnen de onzekerheid aan als gevolg van de bijdrage van niet-CO₂-opwarming. Voor levenslange emissies van infrastructuur voor fossiele brandstoffen geven dunne lijnen het beoordeelde gevoeligheidsbereik aan. Panel b) Relatie tussen cumulatieve CO₂-emissies en de stijging van de mondiale oppervlaktetemperatuur. Historische gegevens (dunne zwarte lijn) tonen historische CO₂-emissies versus waargenomen wereldwijde stijging van de oppervlaktetemperatuur ten opzichte van de periode 1850-1900. Het grijze bereik met zijn centrale lijn toont een overeenkomstige schatting van het door de mens veroorzaakte aandeel van de historische opwarming. Gekleurde gebieden tonen het beoordeelde zeer waarschijnlijke bereik van projecties van de mondiale oppervlaktetemperatuur, en dikke gekleurde centrale lijnen tonen de mediane schatting als een functie van de cumulatieve CO₂-emissies voor de geselecteerde scenario's SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 en SSP5-8.5. Voor de prognoses tot 2050 wordt gebruikgemaakt van de cumulatieve CO₂-emissies van elk afzonderlijk scenario, en de verwachte opwarming van de aarde omvat de bijdrage van alle antropogene krachten. {WGI SPM D.1, WGI-figuur SPM.10, WGI-tabel SPM.2; WGIII SPM B.1, WGIII SPM B.7, WGIII 2.7; SR1.5 SPM C.1.3}

Klimaatverandering 2023 - syntheseverslag

p50 [p5-p95] (1)	Categorie (2) [#trajecten]	Gemodelleerde mondiale emissietrajecten gecategoriseerd op basis van de verwachte opwarming van de aarde (GWL). Gedetailleerde waarschijnlijkheidsdefinities zijn opgenomen in SPM Box1. De vijf illustratieve scenario's (SSPx-yy) die door AR6 WGI in aanmerking zijn genomen en de illustratieve (mitigatie)trajecten die in WGI zijn beoordeeld, zijn afgesteld op de temperatuurcategorieën en worden in een afzonderlijke kolom vermeld. Wereldwijde emissietrajecten bevatten regionaal gedifferentieerde informatie. Deze beoordeling richt zich op hun globale kenmerken.	C1 [97]	C1a [50]	C1b [47]	C2 [133]	C3 [311]	C3a [204]	C3b [97]	C4 [159]	C5 [212]	C6 [97]
			Beperk de opwarming tot 1,5 °C (>50%) zonder of met beperkte overschrijding	... met netto nulbroeikasgas	... zonder broeikasgas neutraliteit	terugkeer opwarming tot 1,5 °C (>50%) na een hoge overschrijding	beperking van de opwarming tot 2 °C (>67%)	... met actie vanaf 2020	... NDC's tot 2030	de opwarming beperken tot 2 °C (>50 %)	de opwarming beperken tot 2,5 °C (>50 %)	de opwarming beperken tot 3 °C (>50 %)
BKG-emissiereducties vanaf 2019 (%) (3)	2030	Verwachte mediane broeikasgasemissiereducties van trajecten in het jaar in alle scenario's in vergelijking met het gemodelleerde 2019, met het 5e-95e percentiel tussen haakjes. Negatieve cijfers wijzen op toename van emissies ten opzichte van 2019	43 [34-60]	41 [31-59]	48 [35-61]	23 [0-44]	21 [1-42]	27 [13-45]	5 [0-14]	10 [0-27]	6 [-1 tot en met 18]	2 [-10 tot en met 11]
	2040		69 [58-90]	66 [58-89]	Uitzicht vanaf hotel [62-87]	55 [40-71]	46 [34-63]	47 [35-63]	46 [34-63]	31 [20-5]	18 [4-33]	3 [-14 tot en met 14]
	2050		84 [73-98]	85 [72-100]	84 [76-93]	75 [62-91]	64 [53-77]	Standaard tweepersoon skamer - Kamer [52-76]	68 [56-83]	49 [35-65]	29 [11-48]	5 [-2 tot en met 18]
Emissiemijlpalen (4)	Netto nul CO2 (% netto nultrajecten)	Mediane intervallen van 5 jaar waarin de verwachte CO2- en ampère-emissies van trajecten in deze categorie nettonul bereiken, met het interval van het 5e tot en met het 95e percentiel tussen vierkante haken. Percentage netto-nultrajecten wordt aangeduid met ronde haken. Drie puntjes (...) duidt op netto nul die niet voor dat percentiel is bereikt.	2050-2055 (100%)	[2035-2070]		2055-2060 (100%) [2045-2070]	2070-2075 (93%) [2055-...]	2070-2075 (91%) [2055-...]	2065-2070 (97%) [2055-2090]	2080-2085 (86%) [2065-...]	...-... (41%) [2080-...]	geen nettonul
	Netto-nulbroeikasgas (5)(% netto-nultrajecten)		2095-2100 (52%) [2050-...]	2070-2075 (100%) [2050-2090]	(0%) [...-...]	2070-2075 (87%) [2055-...]	(30%) [2075-...]	(24%) [2080-...]	(41%) [2075-...]	(31%) [2075-...]	(12%) [2090-...]	geen nettonul
Cumulatieve CO2-emissies [Gt CO2](6)	2020 tot netto nul CO2	Mediane cumulatieve netto CO2-emissies in de voorspelde scenario's in deze categorie tot nettonul of tot 2100, met het interval van het 5e tot en met het 95e percentiel tussen vierkante haken.	510 [330-710]	550 [340-760]	460 [320-590]	720 [530-930]	890 [640-1160]	Uitzicht vanaf hotel [640-1180]	910 [720-1150]	1210 [970-1490]	Uitzicht vanaf hotel [1400-2360]	geen nettonul
	2020-2100		320 [-210-570]	160 [-220-620]	Standaard tweepersoon skamer - Kamer [10-540]	400 [-90-620]	800 [510-1140]	790 [480-1150]	Standaard tweepersoon skamer - Kamer [560-1050]	1160 [700-1490]	Uitzicht vanaf hotel [1260-2360]	2790 [2440-3520]
Globaal gemiddelde temperatuur verandert 50% kans (°C)	bij piekopwarming	Geprojecteerde temperatuurverandering van trajecten in deze categorie (50% waarschijnlijkheid over het bereik van klimaatonzekerheden), ten opzichte van 1850-1900, bij piekopwarming en in 2100, voor de mediaanwaarde in de scenario's en het 5e-95e percentielinterval tussen vierkante haken.	1.6 [1.4-1.6]	1.6 [1.4-1.6]	1.6 [1.5-1.6]	1.7 [1.5-1.8]	1.7 [1.6-1.8]	1.7 [1.6-1.8]	1.8 [1.6-1.8]	1.9 [1.7-2.0]	[1.9-2.5] 2.2	geen piek in 2100
	2100		1.3 [1.1-1.5]	1.2 [1.1-1.4]	1.4 [1.3-1.5]	1.4 [1.2-1.5]	1.6 [1.5-1.8]	1.6 [1.5-1.8]	1.6 [1.5-1.7]	1.8 [1.5-2.0]	2.1 [1.9-2.5]	2.7 [2.4-2.9]
Waarschijnlijkheid van piekopwarming van de aarde blijft	<1,5°C	Mediane waarschijnlijkheid dat de geprojecteerde paden in deze	38 [33-58]	38 [34-60]	37 [33-56]	24 [15-42]	20 [13-41]	21 [14-42]	17 [12-35]	11 [7-22]	4 [0-10]	0 [0-0]
	<2,0°C		90 [86-97]	90 [85-97]	89 [87-96]	82 [71-93]	76 [68-91]	78 [69-91]	73 [67-87]	59 [50-77]	37 [18-59]	8 [2-18]

onder (%)	<3,0°C	categorie onder een bepaald aardopwarmingsniveau blijven, met het 5e-95e	100 [99-100]	100 [99-100]	100 [99-100]	100 [99-100]	99 [98-100]	100 [98-100]	Uitzicht vanaf hotel [98-99]	Standaard tweepersoon skamer - Kamer [95-99]	91 [83-98]	71 [53-88]
-----------	--------	--	--------------	--------------	--------------	--------------	-------------	--------------	------------------------------	--	------------	------------

Tabel 3.1: Belangrijkste kenmerken van de gemodelleerde mondiale emissietrajecten.

Samenvatting van de verwachte CO₂- en broeikasgasemissies, de verwachte netto-nultijdstippen en de daaruit voortvloeiende opwarming van de aarde. Paden worden gecategoriseerd (kolommen), op basis van hun waarschijnlijkheid om de opwarming te beperken tot verschillende piekopwarmingsniveaus (als de piektemperatuur vóór 2100 optreedt) en 2100 opwarmingsniveaus. De weergegeven waarden zijn voor de mediaan [p50] en het 5-95e percentiel [p5-p95], waarbij wordt opgemerkt dat niet alle trajecten netto nul CO₂ of broeikasgassen bereiken. {WGIII Tabel SPM.2}

1 Gedetailleerde toelichtingen op de tabel zijn te vinden in WGIII Box SPM.1 en WGIII Table SPM.2. Het verband tussen de temperatuurcategorieën en SSP/RCP's wordt besproken in vak 2. De waarden in de tabel hebben betrekking op de waarden van het 50e en [5-95e] percentiel over de trajecten die binnen een bepaalde categorie vallen, zoals gedefinieerd in kader SPM.1 van WGIII. De drie stippen (...) geven aan dat de waarde niet kan worden gegeven (aangezien de waarde na 2100 is of, voor netto nul, netto nul niet wordt bereikt). Op basis van de beoordeling van klimaatemulatoren in AR6 WG I (hoofdstuk 7, tekstvak 7.1) werden twee klimaatemulatoren gebruikt voor de probabilistische beoordeling van de resulterende opwarming van de trajecten. Voor de kolommen "Temperatuurverandering" en "Likelihood" vertegenwoordigen de niet-geblokkeerde waarden het 50e percentiel over de trajecten in die categorie en het mediane [50e percentiel] over de opwarmingsschattingen van de probabilistische MAGICC-klimaatmodel emulator. Voor de marges tussen haakjes in de kolom "waarschijnlijkheid" wordt de mediane opwarming voor elke route in die categorie berekend voor elk van de twee emulators van het klimaatmodel (MAGICC en FaIR). Deze bandbreedtes bestrijken zowel de onzekerheid van de emissietrajecten als de onzekerheid van de klimaatemulatoren. Alle opwarming van de aarde is relatief ten opzichte van 1850-1900.

2 C3-trajecten worden gesubcategoriseerd volgens de timing van beleidsmaatregelen om overeen te komen met de emissietrajecten in WGIII Figuur SPM.4.

3 Wereldwijde emissiereducties in mitigatietrajecten worden per traject gerapporteerd ten opzichte van geharmoniseerde gemodelleerde mondiale emissies in 2019 in plaats van de wereldwijde emissies die zijn gerapporteerd in WGIII SPM, afdeling B, en WGIII, hoofdstuk 2; dit zorgt voor interne consistentie in aannames over emissiebronnen en -activiteiten, evenals consistentie met temperatuurprognoses op basis van de fysieke klimaatwetenschappelijke beoordeling door WGI (zie WGIII SPM-voetnoot 49). Negatieve waarden (bv. in C5, C6) vertegenwoordigen een toename van de emissies. De gemodelleerde broeikasgasemissies in 2019 bedragen 55 [53-58] GtCO₂-eq, dus binnen de onzekerheidsmarges van ramingen voor de emissies van 2019 [53-66] GtCO₂-eq (zie 2.1.1).

4 Emissiemijlpalen worden verstrekt voor intervallen van vijf jaar om consistent te zijn met de onderliggende vijfjarige tijdstapgegevens van de gemodelleerde trajecten. Bereik tussen vierkante haken hieronder verwijst naar het bereik over de trajecten, bestaande uit de ondergrens van het 5-jaarsinterval van het 5e percentiel en de bovengrens van het 5-jaarsinterval van het 95e percentiel. Getallen tussen ronde haken geven de fractie aan van paden die specifieke mijlpalen bereiken in de 21e eeuw. Percentielen die voor alle trajecten in die categorie worden gerapporteerd, omvatten de percentages die vóór 2100 geen netto nul bereiken.

5 Voor gevallen waarin modellen niet alle broeikasgassen rapporteren, worden ontbrekende broeikasgassoorten ingevuld en geaggregeerd in een Kyoto-mandje van broeikasgasemissies in CO₂-eq, gedefinieerd aan de hand van het aardopwarmingsvermogen over een periode van 100 jaar. Voor elk traject was de rapportage van CO₂-, CH₄- en N₂O-emissies het minimum dat vereist was voor de beoordeling van de klimaatrespons en de toewijzing aan een klimaatcategorie. Emissietrajecten zonder klimaatbeoordeling zijn niet opgenomen in de hier gepresenteerde bandbreedtes. Zie WGIII bijlage III.II.5.

6 De cumulatieve emissies worden berekend vanaf begin 2020 tot het tijdstip van respectievelijk netto nul en 2100. Ze zijn gebaseerd op geharmoniseerde netto CO₂-emissies en zorgen voor consistentie met de beoordeling van de werkgroep I van het resterende koolstofbudget. {WGIII Kader 3.4, WGIII SPM Voetnoot 50}

3.3.2 Nettonulemissies: Timing en implicaties

Vanuit natuurwetenschappelijk oogpunt vereist het beperken van de door de mens veroorzaakte opwarming van de aarde tot een specifiek niveau het beperken van de cumulatieve CO₂-emissies, het bereiken van netto nul- of netto negatieve CO₂-emissies, samen met een sterke vermindering van andere broeikasgasemissies (zie kader 1). Wereldwijd gemodelleerde trajecten die broeikasgasneutraliteit bereiken en in stand houden, zullen naar verwachting leiden tot een geleidelijke daling van de oppervlaktetemperatuur (hoge betrouwbaarheid). Het bereiken van broeikasgasneutraliteit vereist in de eerste plaats een sterke vermindering van de CO₂-, methaan- en andere broeikasgasemissies en impliceert netto negatieve CO₂-emissies.¹³⁴ Kooldioxideverwijdering (CDR) zal nodig zijn om netto negatieve CO₂-emissies te bereiken.¹³⁵ Het bereiken van wereldwijde netto nul CO₂-emissies, waarbij de resterende antropogene CO₂-emissies worden gecompenseerd door duurzaam opgeslagen CO₂ uit antropogene verwijdering, is een vereiste om de door CO₂ veroorzaakte wereldwijde stijging van de oppervlaktetemperatuur te stabiliseren (zie 3.3.3) (hoog vertrouwen). Dit verschilt van het bereiken van broeikasgasneutraliteit, waarbij metrisch gewogen antropogene broeikasgasemissies (zie kader 1) gelijk staan aan CO₂-verwijdering (hoge betrouwbaarheid). Emissietrajecten die broeikasgasneutraliteit bereiken en in stand houden, zoals gedefinieerd door het aardopwarmingsvermogen over een periode van 100 jaar, impliceren netto negatieve CO₂-emissies en zullen naar verwachting leiden tot een geleidelijke daling van de oppervlaktetemperatuur na een eerdere piek (hoge betrouwbaarheid). Hoewel het bereiken van netto nul CO₂- of netto nul broeikasgasemissies een diepe en snelle vermindering van de bruto-emissies vereist, is de uitrol van CDR als tegenwicht voor moeilijk te verminderen restemissies (bv. sommige emissies van landbouw, luchtvaart, scheepvaart en

¹³⁴ Netto nul BKG-emissies gedefinieerd door het aardopwarmingsvermogen over een periode van 100 jaar. Zie voetnoot 70.

¹³⁵ Zie de punten 3.3.3 en 3.4.1.

industriële processen) onvermijdelijk (hoog vertrouwen). {WGI SPM D.1, WGI SPM D.1.1, WGI SPM D.1.8; WGIII SPM C.2, WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.11, WGIII Box TS.6; SR1.5 SPM A.2.2}

In gemodelleerde trajecten hangt de timing van netto nul CO₂-emissies, gevolgd door netto nul broeikasgasemissies, af van verschillende variabelen, waaronder het gewenste klimaatresultaat, de mitigatiestrategie en de bestreken gassen (hoge betrouwbaarheid). Wereldwijde netto nul CO₂-emissies worden bereikt in het begin van de jaren 2050 in trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of met beperkte overschrijding, en rond het begin van de jaren 2070 in trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67 %). Hoewel de niet-CO₂-emissies van broeikasgassen sterk worden verminderd in alle trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67 %) of lager, blijven de resterende emissies van CH₄-, N₂O- en F-gassen van ongeveer 8 [5-11] GtCO₂-eq yr⁻¹ achter op het moment van broeikasgasneutraliteit, gecompenseerd door netto negatieve CO₂-emissies. Als gevolg daarvan zou netto nul CO₂ worden bereikt vóór netto nul broeikasgassen (hoge betrouwbaarheid). {WGIII SPM C.2, WGIII SPM C.2.3, WGIII SPM C.2.4, WGIII tabel SPM.2, WGIII 3.3} (figuur 3.6)

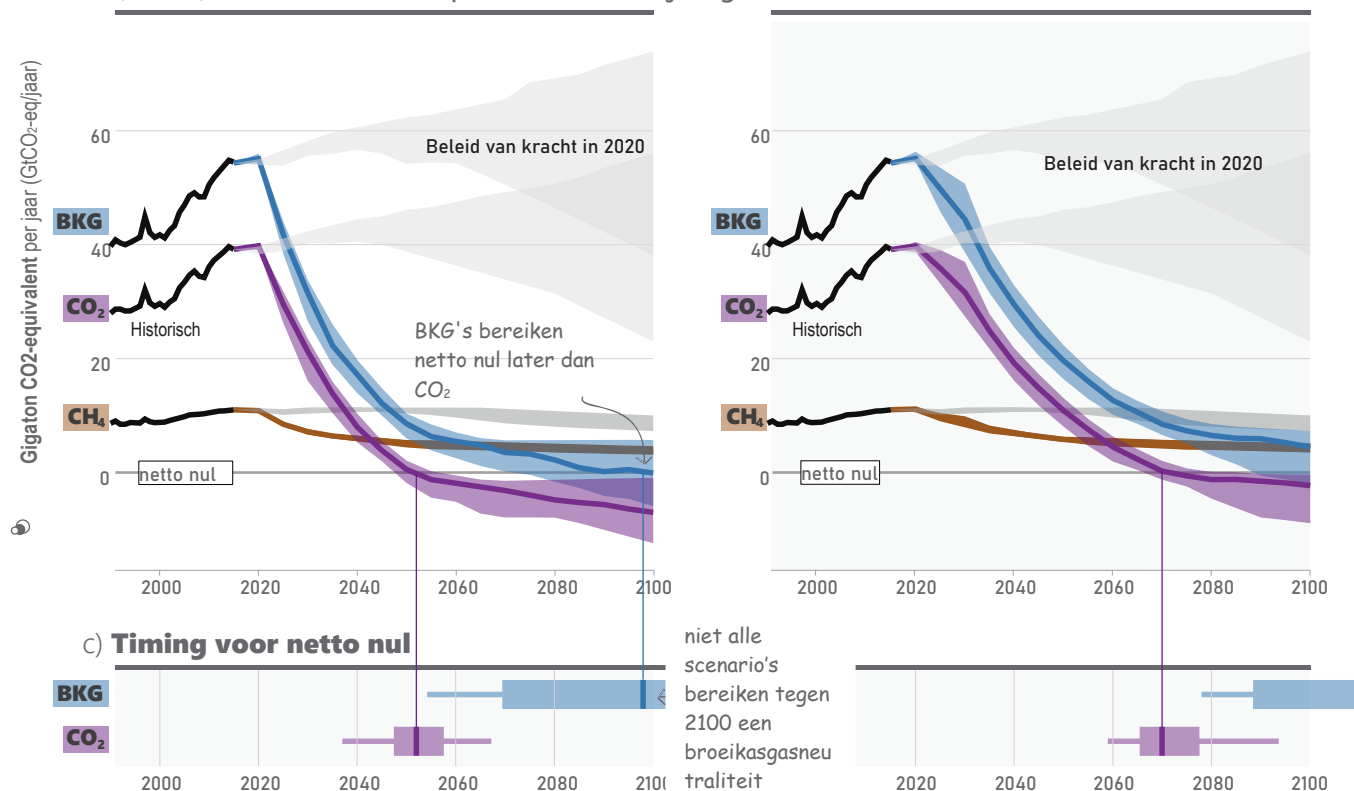
Wereldwijd gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50%) zonder of met beperkte overschrijding bereiken netto nul CO₂ emissies rond 2050

Totale broeikasgasen (BKG) bereiken netto nul

later

a) Terwijl het verwarmen aan 1,5°C wordt gehouden (>50%) zonder of met beperkte overschrijding

b) Terwijl het verwarmen aan 2°C (>67%) wordt gehouden



Figuur3.6: Totale broeikasgas-, CO₂- en CH₄-emissies en timing van het bereiken van netto nul in verschillende mitigatietrajecten.

Bovenste rij: BKG-, CO₂- en CH₄-emissies in de loop van de tijd (in GtCO₂eq) met historische emissies, verwachte emissies in overeenstemming met beleid dat tot eind 2020 is uitgevoerd (grijs) en trajecten die consistent zijn met temperatuuroelstellingen in kleur (respectievelijk blauw, paars en bruin). Panel (a) (links) toont paden die de opwarming beperken tot 1,5 °C (>50%) zonder of met beperkte overschrijding (C1) en Panel (b) (rechts) toont paden die de opwarming beperken tot 2 °C (>67%) (C3). Onderste rij: Panel c) toont de mediane (verticale lijn), waarschijnlijke (bar) en zeer waarschijnlijke (dunne lijnen) timing van het bereiken van netto nul broeikasgas- en CO₂-emissies voor wereldwijde gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of met beperkte overschrijding (C1) (links) of 2 °C (> 67 %) (C3) (rechts). {WGIII Figuur SPM.5}

3.3.3 Sectorale bijdragen aan mitigatie

Alle mondiale gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67 %) of lager tegen 2100, leiden tot een snelle en diepe en in de meeste gevallen onmiddellijke vermindering van de broeikasgasemissies in alle sectoren (zie ook 4.1, 4.5). Vermindering van de broeikasgasemissies in de industrie, het vervoer, gebouwen en stedelijke gebieden kan worden bereikt door een combinatie van energie-efficiëntie en -behoud en een overgang naar koolstofarme technologieën en energiedragers (zie ook 4.5, figuur 4.4). Sociaal-culturele opties en gedragsverandering kunnen de wereldwijde broeikasgasemissies van eindgebruikerssectoren verminderen, met het grootste deel van het potentieel in ontwikkelde landen, indien gecombineerd met een beter ontwerp van en betere toegang tot infrastructuur. (hoge betrouwbaarheid) {WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.5, WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.7.3, WGIII SPM C.8, WGIII SPM C.10.2}

Mondiale gemodelleerde mitigatietrajecten die netto nul CO₂- en broeikasgasemissies bereiken, omvatten de overgang van fossiele brandstoffen zonder koolstofafvang en -opslag (CCS) naar zeer koolstofarme of koolstofvrije energiebronnen, zoals hernieuwbare energiebronnen of fossiele brandstoffen met CCS, maatregelen aan de vraagzijde en verbetering van de efficiëntie, vermindering van niet-CO₂-broeikasgasemissies, en CDR.¹³⁶ In mondiale gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C of minder, wordt bijna alle elektriciteit in 2050 geleverd uit koolstofvrije of koolstofarme bronnen, zoals hernieuwbare energiebronnen of fossiele brandstoffen met CO₂-afvang en -opslag, in combinatie met een grotere elektrificatie van de vraag naar energie. Dergelijke trajecten voldoen aan de vraag naar energiediensten met een relatief laag energieverbruik, bijvoorbeeld door een grotere energie-efficiëntie en gedragsveranderingen en een grotere elektrificatie van het eindgebruik van energie. Gemodelleerde mondiale trajecten die de opwarming van de aarde beperken tot 1,5 °C (> 50%) zonder of met beperkte overschrijding, implementeren dergelijke veranderingen over het algemeen sneller dan trajecten die de opwarming van de aarde beperken tot 2 °C (> 67%). (hoge betrouwbaarheid) {WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.3.2, WGIII SPM C.4, WGIII TS.4.2; SR1.5 SPM C.2.2}

AFOLU-mitigatieopties kunnen, wanneer zij op duurzame wijze worden uitgevoerd, leiden tot grootschalige broeikasgasemissiereducties en een betere CO₂-verwijdering; belemmeringen voor de uitvoering en afwegingen kunnen echter het gevolg zijn van de gevolgen van klimaatverandering, concurrerende eisen aan land, conflicten met voedselzekerheid en bestaansmiddelen, de complexiteit van systemen voor grondeigendom en -beheer, en culturele aspecten (zie 3.4.1). Alle beoordeelde gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67 %) of lager tegen 2100 omvatten landgebaseerde mitigatie en verandering in landgebruik, waarbij de meeste verschillende combinaties van herbebossing, bebossing, verminderde ontbossing en bio-energie omvatten. Geaccumuleerde koolstof in vegetatie en bodems loopt echter het risico van toekomstig verlies (of omkering van de put) als gevolg van klimaatverandering en verstoringen zoals overstromingen, droogte, brand of uitbraken van plagen, of toekomstig slecht beheer. (hoge betrouwbaarheid) {WGI SPM B.4.3; WGII SPM B.2.3, WGII SPM B.5.4; WGIII SPM C.9, WGIII SPM C.11.3, WGIII SPM D.2.3, WGIII TS.4.2, 3.4; SR1.5 SPM C.2.5; SRCCL SPM B.1.4, SRCCL SPM B.3, SRCCL SPM B.7}

Naast diepe, snelle en duurzame emissiereducties kan CDR drie complementaire rollen vervullen: verlaging van de netto CO₂- of nettobroeikasgasemissies op korte termijn; tegenwicht bieden tegen “moeilijk te verminderen” restemissies (bv. sommige emissies van landbouw, luchtvaart, scheepvaart, industriële processen) om CO₂- of broeikasgasneutraliteit te helpen bereiken, en netto negatieve CO₂- of broeikasgasemissies bereiken indien deze worden ingezet op niveaus die de jaarlijkse restemissies overschrijden (hoge betrouwbaarheid). CDR-methoden variëren in termen van rijpheid, verwijderingsproces, tijdschaal van koolstofopslag, opslagmedium, mitigatiepotentieel, kosten, nevenvoordelen, effecten en risico's, en governancevereisten (hoog vertrouwen). De maturiteit varieert met name van een lagere maturiteit (bv. alkaliseren van de oceanen) tot een hogere maturiteit (bv. herbebossing); het verwijderings- en opslagpotentieel varieert van een lager potentieel (<1 Gt CO₂-jaar⁻¹, bv. beheer van blauwe koolstof) tot een hoger potentieel (>3 Gt CO₂-jaar⁻¹, bv. boslandbouw); de kosten variëren van lagere kosten (bv. -45 tot 100 USD tCO₂-1 voor koolstofvastlegging in de bodem) tot hogere kosten (bv. 100 tot 300 USD tCO₂-1 voor directe afvang en opslag van kooldioxide in de lucht) (gemiddelde betrouwbaarheid). Geschatte opslagtijdschalen variëren van decennia tot eeuwen voor methoden die koolstof opslaan in vegetatie en door middel van bodemkoolstofbeheer, tot tienduizend jaar of meer voor methoden die koolstof opslaan in geologische formaties (hoge betrouwbaarheid). Bebossing, herbebossing, beter bosbeheer, boslandbouw en koolstofvastlegging in de bodem zijn momenteel de enige algemeen toegepaste CDR-methoden (hoog vertrouwen). Methoden en niveaus van de uitrol van CDR in wereldwijde gemodelleerde

¹³⁶ CCS is een optie om emissies uit grootschalige fossiele energiebronnen en industriële bronnen te verminderen, mits er geologische opslag beschikbaar is. Wanneer CO₂ rechtstreeks uit de atmosfeer (DACCS) of uit biomassa (BECCS) wordt afgevangen, levert CCS de opslagcomponent van deze CDR-methoden. CO₂-afvang en ondergrondse injectie is een volwassen technologie voor gasverwerking en verbeterde olieterugwinning. In tegenstelling tot de olie- en gassector is CCS minder volwassen in de energiesector en in de productie van cement en chemicaliën, waar het een kritieke mitigatieoptie is. De technische geologische opslagcapaciteit wordt geschat op ongeveer 1000 Gt CO₂, wat meer is dan de CO₂-opslagvereisten tot 2100 om de opwarming van de aarde tot 1,5 °C te beperken, hoewel de regionale beschikbaarheid van geologische opslag een beperkende factor kan zijn. Als de geologische opslaglocatie naar behoren wordt geselecteerd en beheerd, wordt geschat dat de CO₂ permanent uit de atmosfeer kan worden geïsoleerd. De tenuitvoerlegging van CCS wordt momenteel geconfronteerd met technologische, economische, institutionele, ecologische, ecologische en sociaal-culturele belemmeringen. Momenteel liggen de mondiale uitrolpercentages van CCS ver onder die in gemodelleerde trajecten die de opwarming van de aarde beperken tot 1,5 °C tot 2 °C. Door randvoorwaarden zoals beleidsinstrumenten, meer overheidssteun en technologische innovatie te creëren, kunnen deze belemmeringen worden weggenomen. (hoge betrouwbaarheid) {WGIII SPM C.4.6}

mitigatietrajecten variëren afhankelijk van aannames over kosten, beschikbaarheid en beperkingen (hoog vertrouwen). {WGIII SPM C.3.5, WGIII SPM C.11.1, WGIII SPM C.11.4}

3.3.4 Overschrijding van paden: Verhoogde risico's en andere gevolgen

Overschrijding van een specifiek resterend koolstofbudget resulteert in een hogere opwarming van de aarde. Het bereiken en handhaven van netto negatieve wereldwijde CO₂-emissies kan de resulterende temperatuuroverschrijding omkeren (hoge betrouwbaarheid). Een verdere vermindering van de emissies van kortlevende klimaatforcers, met name methaan, nadat de piektemperatuur is bereikt, zou ook de opwarming verder verminderen (hoog vertrouwen). Slechts een klein aantal van de meest ambitieuze wereldwijde gemodelleerde routes beperken de opwarming van de aarde tot 1,5 °C (> 50%) zonder overschrijding. {WGI SPM D.1.1, WGI SPM D.1.6, WGI SPM D.1.7; WGIII TS.4.2}

Overschrijding van een opwarmingsniveau resulteert in meer negatieve effecten, enkele onomkeerbare en extra risico's voor menselijke en natuurlijke systemen in vergelijking met het blijven onder dat opwarmingsniveau, met risico's die toenemen met de omvang en duur van overschrijding (hoge betrouwbaarheid). Vergeleken met trajecten zonder overschrijding zouden samenlevingen en ecosystemen worden blootgesteld aan grotere en meer wijdverspreide veranderingen in klimaatimpactfactoren, zoals extreme hitte en extreme neerslag, met toenemende risico's voor infrastructuur, laaggelegen kustnederzettingen en daarmee samenhangende bestaansmiddelen (hoog vertrouwen). Overschrijding van 1,5 °C zal leiden tot onomkeerbare negatieve effecten op bepaalde ecosystemen met een lage veerkracht, zoals polaire, berg- en kustecosystemen, die worden beïnvloed door smelten van ijskappen, smelten van gletsjers of door een versnelde en hogere stijging van de zeespiegel (hoge betrouwbaarheid). Overschrijding verhoogt het risico op ernstige gevolgen, zoals meer bosbranden, massale sterfte van bomen, het drogen van veengebieden, het ontdooien van permafrost en het verzwakken van natuurlijke koolstofputten in het land; dergelijke effecten zouden de uitstoot van broeikasgassen kunnen doen toenemen, waardoor het moeilijker wordt om de temperatuur om te keren (gemiddeld vertrouwen). {WGI SPM C.2, WGI SPM C.2.1, WGI SPM C.2.3; WGII SPM B.6, WGII SPM B.6.1, WGII SPM B.6.2; SR1.5 3.6}

Hoe groter de overschrijding, hoe meer netto negatieve CO₂-emissies nodig zijn om terug te keren naar een bepaald opwarmingsniveau (hoge betrouwbaarheid). Het verlagen van de mondiale temperatuur door het verwijderen van CO₂ zou netto negatieve emissies van 220 GtCO₂ vereisen (beste schatting, met een waarschijnlijk bereik van 160 tot 370 GtCO₂) voor elke tiende van een graad (gemiddelde betrouwbaarheid). Gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (>50%) zonder of met beperkte overschrijding bereiken mediane waarden van cumulatieve netto negatieve emissies van 220 GtCO₂ tegen 2100, trajecten die de opwarming terugbrengen tot 1,5 °C (>50%) na hoge overschrijding bereiken mediane waarden van 360 GtCO₂ (hoge betrouwbaarheid).¹³⁷ Een snellere vermindering van de CO₂- en niet-CO₂-emissies, met name methaan, beperkt de piekopwarmingsniveaus en vermindert de behoefte aan netto negatieve CO₂-emissies en CDR, waardoor haalbaarheids- en duurzaamheidsproblemen en sociale en milieurisico's worden verminderd (hoog vertrouwen). {WGI SPM D.1.1; WGIII SPM B.6.4, WGIII SPM C.2, WGIII SPM C.2.2, WGIII-tabel SPM.2}

¹³⁷ Beperkte overschrijding verwijst naar het overschrijden van 1,5 °C opwarming van de aarde met maximaal ongeveer 0,1 °C, hoge overschrijding met 0,1 °C tot 0,3 °C, in beide gevallen tot enkele decennia. {WGIII Vak SPM.1}

3.4 Interacties op lange termijn tussen aanpassing, mitigatie en duurzame ontwikkeling

Beperking en aanpassing kunnen leiden tot synergieën en afwegingen met duurzame ontwikkeling (hoog vertrouwen). Versnelde en billijke mitigatie en aanpassing brengen voordelen met zich mee door schade als gevolg van klimaatverandering te voorkomen en zijn van cruciaal belang voor het bereiken van duurzame ontwikkeling (hoog vertrouwen). Klimaatbestendige ontwikkelingstrajecten¹³⁸ worden geleidelijk beperkt door elke toename van verdere opwarming (zeer hoog vertrouwen). Er is een snel sluitende kans om een leefbare en duurzame toekomst voor iedereen veilig te stellen (zeer groot vertrouwen).

Beperkings- en aanpassingsopties kunnen leiden tot synergieën en afwegingen met andere aspecten van duurzame ontwikkeling (zie ook punt 4.6, figuur 4.4). Synergieën en afwegingen zijn afhankelijk van het tempo en de omvang van de veranderingen en de ontwikkelingscontext, met inbegrip van ongelijkheden, met inachtneming van klimaatrechtvaardigheid. Het potentieel of de doeltreffendheid van sommige aanpassings- en mitigatieopties neemt af naarmate de klimaatverandering toeneemt (zie ook de punten 3.2, 3.3.3, 4.5). (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.2, WGII Figuur SPM.4b; WGIII SPM D.1, WGIII SPM D.1.2, WGIII TS.5.1, WGIII Figuur SPM.8; SR1.5 SPM D.3, SR1.5 SPM D.4; SRCCL SPM B.2, SRCCL SPM B.3, SRCCL SPM D.3.2, SRCCL Figuur SPM.3}

In de energiesector zullen de overgangen naar emissiearme systemen meerdere nevenvoordelen hebben, waaronder verbeteringen op het gebied van luchtkwaliteit en gezondheid. Er zijn potentiële synergieën tussen duurzame ontwikkeling en bijvoorbeeld energie-efficiëntie en hernieuwbare energie. (hoge betrouwbaarheid) {WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM D.1.3}

Voor landbouw-, land- en voedselsystemen kunnen veel opties voor landbeheer en vraagrespons (bv. voedingskeuzes, minder verliezen na de oogst, minder voedselverspilling) bijdragen tot het uitbannen van armoede en het uitbannen van honger, terwijl tegelijkertijd een goede gezondheid en welzijn, schoon water en sanitaire voorzieningen en het leven op het land worden bevorderd (gemiddeld vertrouwen). Bepaalde aanpassingsopties die de intensivering van de productie bevorderen, zoals irrigatie, kunnen daarentegen negatieve gevolgen hebben voor de duurzaamheid (bv. voor de biodiversiteit, ecosysteemdiensten, grondwateruitputting en waterkwaliteit) (hoog vertrouwen). {WGII TS.D.5.5; WGIII SPM D.10; SRCCL SPM B.2.3}

Herbebossing, verbeterd bosbeheer, koolstofvastlegging in de bodem, herstel van veengebieden en beheer van blauwe koolstof aan de kust zijn voorbeelden van CDR-methoden die de biodiversiteit en ecosysteefuncties, de werkgelegenheid en de lokale bestaansmiddelen kunnen verbeteren, afhankelijk van de context.¹³⁹ Bebossing of productie van biomassagewassen voor bio-energie met afvang en opslag van kooldioxide of biochar kan echter negatieve sociaal-economische en milieueffecten hebben, onder meer op het gebied van biodiversiteit, voedsel- en waterzekerheid, lokale bestaansmiddelen en de rechten van inheemse volkeren, met name wanneer deze op grote schaal worden uitgevoerd en wanneer grondbezit onzeker is. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.2.4; WGIII SPM C.11.2; SR1.5 SPM C.3.4, SR1.5 SPM C.3.5; SRCCL SPM B.3, SRCCL SPM B.7.3, SRCCL Figuur SPM.3}

Gemodelleerde trajecten die ervan uitgaan dat hulpbronnen efficiënter worden gebruikt of de mondiale ontwikkeling verschuiven naar duurzaamheid, omvatten minder uitdagingen, zoals afhankelijkheid van CDR en druk op land en biodiversiteit, en hebben de meest uitgesproken synergieën met betrekking tot duurzame ontwikkeling (hoog vertrouwen). {WGIII SPM C.3.6; SR1.5 SPM D.4.2}

Het versterken van maatregelen ter beperking van de klimaatverandering brengt snellere transitieën en hogere investeringen vooraf met zich mee, maar levert voordelen op door schade door klimaatverandering en lagere aanpassingskosten te voorkomen. De totale effecten van mitigatie van klimaatverandering op het mondiale bbp (exclusief schade als gevolg van klimaatverandering en aanpassingskosten) zijn klein in vergelijking met de mondiale verwachte bbp-groei. Verwachte schattingen van de totale wereldwijde netto economische schade en de kosten van aanpassing nemen over het algemeen toe met de opwarming van de aarde. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM B.4.6, WGII TS.C.10; WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM C.12.3}

De kosten-batenanalyse blijft beperkt in haar vermogen om alle schade als gevolg van klimaatverandering weer te geven, met inbegrip van niet-geldelijke schade, of om de heterogene aard van schade en het risico op catastrofale schade vast te leggen (hoog vertrouwen). Zelfs zonder rekening te houden met deze factoren of de nevenvoordelen van mitigatie, overtreffen de wereldwijde voordelen van het beperken van de opwarming tot 2 °C de kosten van mitigatie (gemiddeld vertrouwen). Deze bevinding is robuust tegen een breed scala aan aannames over sociale voorkeuren met betrekking tot ongelijkheden en discontering in de loop van de tijd (gemiddeld vertrouwen). Beperking van de opwarming van de aarde tot 1,5 °C in plaats van 2 °C zou de kosten van mitigatie verhogen, maar ook de voordelen vergroten in

¹³⁸ Zie bijlage I: Woordenlijst.

¹³⁹ De effecten, risico's en nevenvoordelen van de uitrol van CDR voor ecosystemen, biodiversiteit en mensen zullen sterk variëren, afhankelijk van de methode, de locatiespecifieke context, de uitvoering en de schaal (hoog vertrouwen). {WGIII SPM C.11.2}

termen van verminderde effecten en bijbehorende risico's (zie 3.1.1, 3.1.2) en verminderde aanpassingsbehoeften (hoog vertrouwen).¹⁴⁰ {WGII SPM B.4, WGII SPM B.6; WGIII SPM C.12, WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM C.12.3 WGIII Box TS.7; SR1.5 SPM B.3, SR1.5 SPM B.5, SR1.5 SPM B.6}

Als rekening wordt gehouden met andere dimensies van duurzame ontwikkeling, zoals de potentieel sterke economische voordelen voor de menselijke gezondheid van de verbetering van de luchtkwaliteit, kunnen de geraamde voordelen van mitigatie toenemen (gemiddeld vertrouwen). De economische effecten van versterkte mitigatiemaatregelen verschillen per regio en land, afhankelijk van met name de economische structuur, de regionale emissiereducties, de beleidsvorming en het niveau van internationale samenwerking (hoog vertrouwen). Ambitieuze mitigatietrajecten impliceren grote en soms ontwrichtende veranderingen in de economische structuur, met implicaties voor acties op korte termijn (afdeling 4.2), eigen vermogen (afdeling 4.4), duurzaamheid (afdeling 4.6) en financiën (afdeling 4.8) (hoog vertrouwen). {WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM D.3.2, WGIII TS.4.2}

3.4.2 Bevordering van geïntegreerde klimaatactie voor duurzame ontwikkeling

Een inclusieve, billijke benadering van de integratie van aanpassing, mitigatie en ontwikkeling kan duurzame ontwikkeling op lange termijn bevorderen (hoog vertrouwen). Geïntegreerde reacties kunnen synergieën voor duurzame ontwikkeling benutten en trade-offs verminderen (hoog vertrouwen). Het verschuiven van ontwikkelingstrajecten naar duurzaamheid en het bevorderen van klimaatbestendige ontwikkeling wordt mogelijk gemaakt wanneer regeringen, het maatschappelijk middenveld en de particuliere sector ontwikkelingskeuzes maken die prioriteit geven aan risicovermindering, billijkheid en rechtvaardigheid, en wanneer besluitvormingsprocessen, financiering en acties worden geïntegreerd tussen bestuursniveaus, sectoren en tijdschema's (zeer groot vertrouwen) (zie ook figuur 4.2). Inclusieve processen met lokale kennis en inheemse kennis vergroten deze vooruitzichten (hoog vertrouwen). De mogelijkheden voor actie verschillen echter aanzienlijk tussen en binnen regio's, als gevolg van historische en aanhoudende ontwikkelingspatronen (zeer groot vertrouwen). Versnelde financiële steun voor ontwikkelingslanden is van cruciaal belang om mitigatie- en aanpassingsmaatregelen te versterken (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.5.4, WGII SPM D.1, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.1.2, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3, WGII SPM D.5, WGII SPM D.5.1, WGII SPM D.5.2; WGIII SPM D.1, WGIII SPM D.2, WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM E.2.2, WGIII SPM E.2.3, WGIII SPM E.5.3, WGIII Cross-Chapter Box 5}

Beleed dat ontwikkelingstrajecten verschuift naar duurzaamheid kan de portefeuille van beschikbare mitigatie- en adaptatiemaatregelen verbreden (gemiddeld vertrouwen). Door mitigatie te combineren met maatregelen om ontwikkelingstrajecten te verschuiven, zoals breder sectoraal beleid, benaderingen die veranderingen in levensstijl of gedrag teweegbrengen, financiële regelgeving of macro-economisch beleid, kunnen belemmeringen worden overwonnen en kan een breder scala aan mitigatieopties worden opengesteld (hoog vertrouwen). Geïntegreerde, inclusieve planning en investeringen in de dagelijkse besluitvorming over stedelijke infrastructuur kunnen het aanpassingsvermogen van stedelijke en plattelandsnederzettingen aanzienlijk vergroten. Kuststeden en -nederzettingen spelen een belangrijke rol bij het bevorderen van klimaatbestendige ontwikkeling vanwege het grote aantal mensen dat in de laaggelegen kustzone woont, het escalerende en klimaatgerelateerde risico waarmee zij worden geconfronteerd en hun vitale rol in nationale economieën en daarbuiten (hoog vertrouwen). {WGII SPM D.3, WGII SPM D.3.3; WGIII SPM E.2, WGIII SPM E.2.2; SR1.5 SPM D.6}

Waargenomen negatieve effecten en daarmee samenhangende verliezen en schade, verwachte risico's, trends in kwetsbaarheid en aanpassingslimieten tonen aan dat transformatie met het oog op duurzaamheid en klimaatbestendige ontwikkelingsmaatregelen dringender is dan eerder werd beoordeeld (zeer groot vertrouwen). Klimaatbestendige ontwikkeling integreert aanpassing en beperking van broeikasgassen om duurzame ontwikkeling voor iedereen te bevorderen. Klimaatbestendige ontwikkelingstrajecten zijn beperkt door eerdere ontwikkelingen, emissies en klimaatverandering en worden geleidelijk beperkt door elke toename van de opwarming, met name tot meer dan 1,5 °C (zeer hoge betrouwbaarheid). Klimaatbestendige ontwikkeling zal in sommige regio's en subregio's niet mogelijk zijn als de opwarming van de aarde meer dan 2 °C bedraagt (gemiddeld vertrouwen). Het beschermen van biodiversiteit en ecosystemen is van fundamenteel belang voor klimaatbestendige ontwikkeling, maar biodiversiteit en ecosysteemdiensten hebben een beperkt vermogen om zich aan te passen aan de toenemende opwarming van de aarde, waardoor klimaatbestendige ontwikkeling geleidelijk moeilijker te bereiken is boven 1,5 °C (zeer hoog vertrouwen). {WGII SPM D.1, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.4, WGII SPM D.4.3, WGII SPM D.5.1; WGIII SPM D.1.1}

Het cumulatieve wetenschappelijke bewijs is ondubbelzinnig: klimaatverandering vormt een bedreiging voor het welzijn van de mens en de gezondheid van de planeet (zeer groot vertrouwen). Elke verdere vertraging in gecoördineerde anticiperende wereldwijde actie op het gebied van aanpassing en mitigatie zal een korte en snel sluitende kans missen om een leefbare en duurzame toekomst voor iedereen veilig te stellen (zeer groot vertrouwen). De mogelijkheden voor maatregelen op korte termijn worden in het volgende hoofdstuk beoordeeld. {WGII SPM D.5.3; WGIII SPM D.1.1}

¹⁴⁰ Het bewijs is te beperkt om een vergelijkbare robuuste conclusie te trekken voor het beperken van de opwarming tot 1,5 °C. {WGIII SPM voetnoot 68}

Deel 4 - Antwoorden op korte termijn in een veranderend klimaat

4.1 Tijdschema en urgentie van klimaatactie

Diepgaande, snelle en duurzame mitigatie en versnelde uitvoering van adaptatie vermindert de risico's van klimaatverandering voor mens en ecosysteem. In gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of met beperkte overschrijding en in trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67 %) en onmiddellijke actie veronderstellen, zullen de wereldwijde broeikasgasemissies naar verwachting begin 2020 een piek bereiken, gevolgd door snelle en diepe reducties. Aangezien aanpassingsopties vaak lange uitvoeringstijden hebben, is een versnelde uitvoering van de aanpassing, met name in dit decennium, belangrijk om de lacunes in de aanpassing te dichten. (hoog vertrouwen)

De omvang en het tempo van de klimaatverandering en de daaraan verbonden risico's zijn sterk afhankelijk van mitigatie- en aanpassingsmaatregelen op korte termijn (zeer groot vertrouwen). Het is waarschijnlijker dat de opwarming van de aarde tussen 2021 en 2040 1,5 °C zal bereiken, zelfs in de scenario's met zeer lage broeikasgasemissies (SSP1-1.9), en waarschijnlijk of zeer waarschijnlijk hoger zal zijn dan 1,5 °C in scenario's met hogere emissies.¹⁴¹ Veel aanpassingsopties hebben een gemiddelde of hoge haalbaarheid tot 1,5 °C (gemiddeld tot hoog vertrouwen, afhankelijk van de optie), maar in sommige ecosystemen zijn al harde grenzen voor aanpassing bereikt en de doeltreffendheid van aanpassing om het klimaatrisico te verminderen zal afnemen met toenemende opwarming (hoog vertrouwen). Maatschappelijke keuzes en acties die in dit decennium worden uitgevoerd, bepalen in welke mate trajecten op middellange en lange termijn een hogere of lagere klimaatveerkrachtige ontwikkeling zullen opleveren (hoog vertrouwen). Klimaatbestendige ontwikkelingsvooruitzichten worden steeds beperkter als de huidige broeikasgasemissies niet snel dalen, vooral als de opwarming van de aarde met 1,5 °C op korte termijn wordt overschreden (hoog vertrouwen). Zonder dringende, doeltreffende en billijke aanpassings- en mitigatiemaatregelen bedreigt de klimaatverandering in toenemende mate de gezondheid en het levensonderhoud van mensen over de hele wereld, de gezondheid van ecosystemen en de biodiversiteit, met ernstige negatieve gevolgen voor de huidige en toekomstige generaties (hoog vertrouwen). {WGI SPM B.1.3, WGI SPM B.5.1, WGI SPM B.5.2; WGII SPM A, WGII SPM B.4, WGII SPM C.2, WGII SPM C.3.3, WGII Figuur SPM.4, WGII SPM D.1, WGII SPM D.5, WGIII SPM D.1.1 SR1.5 SPM D.2.2}. (Overkoepelend vak.2, figuur 2.1, figuur 2.3)

In gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (>50 %) zonder of met beperkte overschrijding en in trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (>67 %), uitgaande van onmiddellijke maatregelen, zullen de wereldwijde broeikasgasemissies naar verwachting begin 2020 een piek bereiken, gevolgd door snelle en diepe broeikasgasemissiereducties (hoge betrouwbaarheid).¹⁴² In trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of met beperkte overschrijding, zullen de wereldwijde nettobroeikasgasemissies naar verwachting tegen 2030 met 43 [34 tot 60] % dalen¹⁴³ ten opzichte van het niveau van 2019, tegen 2035 met 60 [49 tot 77] %, tegen 2040 met 69 [58 tot 90] % en tegen 2050 met 84 [73 tot 98] % (hoge betrouwbaarheid) (punt 2.3.1, tabel 2.2, figuur 2.5, tabel 3.1).¹⁴⁴ Wereldwijd gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67 %) hebben een vermindering van de broeikasgasemissies onder het niveau van 2019 van 21 [1 tot 42] % tegen 2030, 35 [22 tot 55] % tegen 2035, 46 [34 tot 63] % tegen 2040 en 64 [53 tot 77] % tegen 2050¹⁴⁵ (hoge betrouwbaarheid). De wereldwijde broeikasgasemissies in verband met NDC's die vóór COP26 zijn aangekondigd, zouden het waarschijnlijk maken dat de opwarming meer dan 1,5 °C (hoge betrouwbaarheid) zou bedragen en het beperken van de opwarming tot 2 °C (> 67 %) zou dan een snelle versnelling van de emissiereducties in de periode 2030-2050 inhouden, ongeveer 70 % sneller dan in trajecten waar onmiddellijk actie wordt ondernomen om de opwarming te beperken tot 2 °C (> 67 %) (gemiddelde betrouwbaarheid) (punt 2.3.1). Voortzetting van investeringen in emissiearme infrastructuur¹⁴⁶ en beperkte ontwikkeling en uitrol van emissiearme alternatieven vóór 2030 zouden deze versnelling belemmeren en de haalbaarheidsrisico's vergroten (hoge betrouwbaarheid). {WGIII SPM B.6.3, WGIII 3.5.2, WGIII SPM B.6, WGIII SPM B.6., WGIII SPM C.1, WGIII SPM C1.1, WGIII tabel SPM.2} (kruisvak.2)

¹⁴¹ Op korte termijn (2021-2040) zal het opwarmingsniveau van de aarde met 1,5 °C zeer waarschijnlijk worden overschreden in het scenario met zeer hoge broeikasgasemissies (SSP5-8.5), waarschijnlijk worden overschreden in het scenario met intermediaire en hoge broeikasgasemissies (SSP2-4.5, SSP3-7.0), waarschijnlijker dan niet worden overschreden in het scenario met lage broeikasgasemissies (SSP1-2.6) en waarschijnlijker dan niet worden bereikt in het scenario met zeer lage broeikasgasemissies (SSP1-1.9). De beste schattingen [en zeer waarschijnlijke bandbreedtes] van de opwarming van de aarde voor de verschillende scenario's op de korte termijn zijn: 1,5 [1.2 tot 1.7] °C (SSP1-1.9); 1,5 [1.2 tot 1.8] °C (SSP1-2.6); 1,5 [1.2 tot 1.8] °C (SSP2-4.5); 1,5 [1.2 tot 1.8] °C (SSP3-7.0); en 1,6[1,3 tot 1,9] °C (SSP5-8.5). {WGI SPM B.1.3, WGI-tabel SPM.1} (kruisvak.2)

¹⁴² Waarden tussen haakjes geven aan hoe waarschijnlijk het is dat de opwarming tot het gespecificeerde niveau wordt beperkt (zie vakje 2 voor kruisjes).

¹⁴³ Mediaan en zeer waarschijnlijk bereik [5e tot 95e percentiel]. {WGIII SPM voetnoot 30}

¹⁴⁴ Deze aantallen voor CO2 bedragen 48 [36 tot 69] % in 2030, 65 [50 tot 96] % in 2035, 80 [61 tot 109] % in 2040 en 99 [79 tot 119] % in 2050.

¹⁴⁵ Deze aantallen voor CO2 bedragen 22 [1 tot 44] % in 2030, 37 [21 tot 59] % in 2035, 51 [36 tot 70] % in 2040 en 73 [55 tot 90] % in 2050.

¹⁴⁶ In dit verband verwijst "onbeperkte fossiele brandstoffen" naar fossiele brandstoffen die worden geproduceerd en gebruikt zonder interventies die de hoeveelheid uitgestoten broeikasgassen gedurende de levenscyclus aanzienlijk verminderen; bijvoorbeeld het afvangen van 90 % of meer CO2 uit elektriciteitscentrales, of 50 tot 80 % van de diffuse methaanemissies uit de energievoorziening. {WGIII SPM voetnoot 54}

Alle mondiale gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67 %) of lager tegen 2100, leiden tot een vermindering van zowel de netto CO₂-emissies als de niet-CO₂-emissies (zie figuur 3.6) (hoge betrouwbaarheid). In trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of met beperkte overschrijding, worden de wereldwijde CH₄-emissies (methaan) tegen 2030 met 34 [21 tot 57] % verminderd ten opzichte van het niveau van 2019 en met 44 [31 tot 63] % in 2040 (hoge betrouwbaarheid). De wereldwijde CH₄-emissies zijn tegen 2030 met 24 [9 tot 53] % gedaald ten opzichte van het niveau van 2019 en met 37 [20 tot 60] % in 2040 in gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C met maatregelen vanaf 2020 (> 67 %) (hoge betrouwbaarheid). {WGIII SPM C1.2, WGIII-tabel SPM.2, WGIII 3.3; SR1.5 SPM C.1, SR1.5 SPM C.1.2} (kruisvak.2)

Alle wereldwijde gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67 %) of lager tegen 2100, hebben betrekking op broeikasgasemissiereducties in alle sectoren (hoog vertrouwen). De bijdragen van de verschillende sectoren verschillen per gemodelleerde mitigatietraject. In de meeste mondiale gemodelleerde mitigatietrajecten bereiken emissies van landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw, via herbebossing en verminderde ontbossing, en van de energievoorzieningssector eerder netto nul CO₂-emissies dan de sectoren gebouwen, industrie en vervoer (figuur 4.1). Strategieën kunnen gebaseerd zijn op combinaties van verschillende opties (figuur 4.1, paragraaf 4.5), maar minder doen in één sector moet worden gecompenseerd door verdere reducties in andere sectoren om de opwarming te beperken. (hoge betrouwbaarheid) {WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.3.1, WGIII SPM 3.2, WGIII SPM C.3.3} (kruisvak.2)

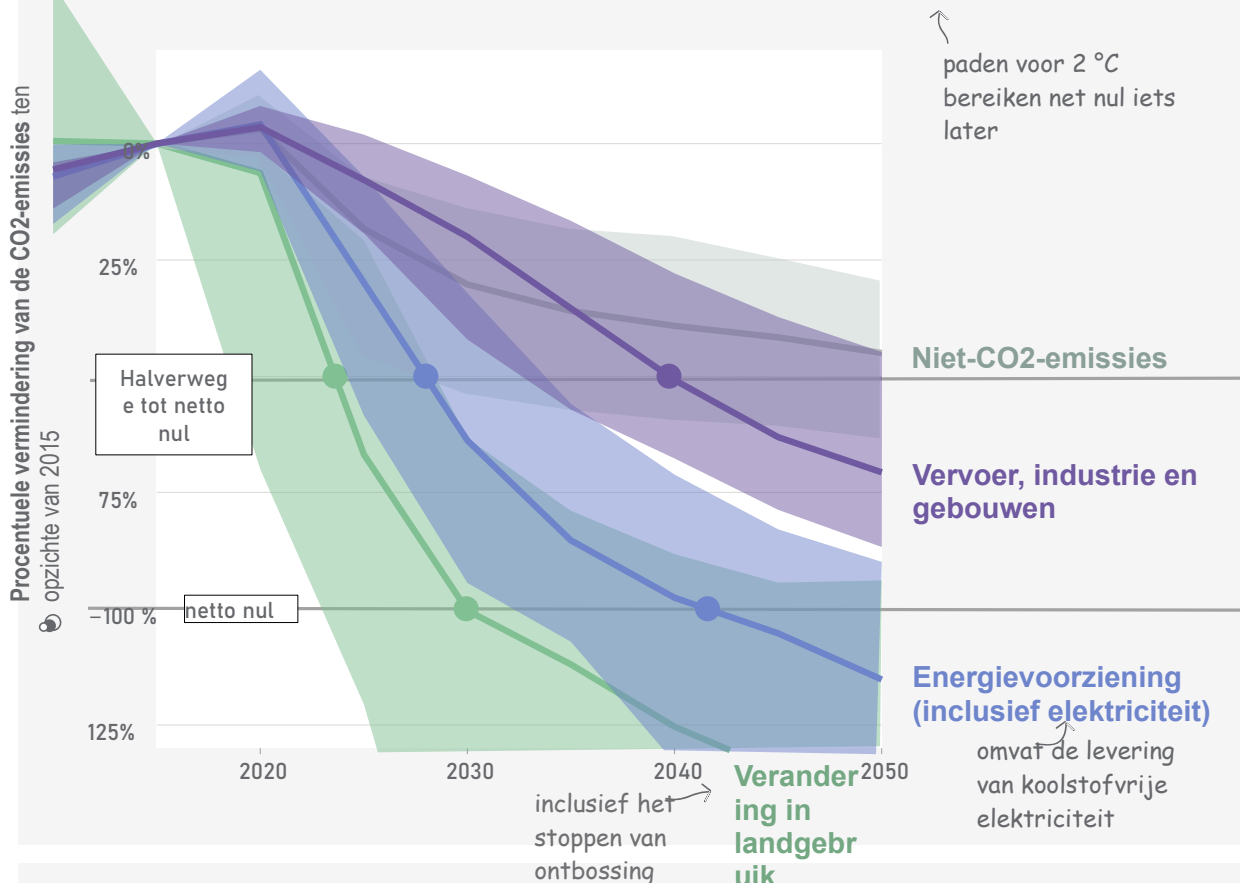
Zonder snelle, diepgaande en duurzame mitigatie- en versnelde adaptatiemaatregelen zullen de verliezen en schade blijven toenemen, met inbegrip van de verwachte negatieve gevolgen in Afrika, de MOL's, de kleine eilandstaten in ontwikkeling, Midden- en Zuid-Amerika,¹⁴⁷ Azië en het Noordpoolgebied, en zullen de meest kwetsbare bevolkingsgroepen onevenredig zwaar worden getroffen (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.3.5, WGII SPM B.2.4, WGII 12.2, WGII 10. Vak 10.6, WGII TS D.7.5, WGII-hoofdstukvak 6 ES, WGII Global naar Regionale Atlas bijlage A1.15, WGII Global naar Regionale Atlas bijlage A1.27; SR1.5 SPM B.5.3, SR 1.5 SPM B.5.7; SRCCL A.5.6} (figuur 3.2; Figuur 3.3)

¹⁴⁷ Het zuidelijke deel van Mexico is opgenomen in de klimatologische subregio Zuid-Centraal-Amerika (SCA) voor WGI. Mexico wordt beoordeeld als onderdeel van Noord-Amerika voor WGII. De literatuur over klimaatverandering voor de SCA-regio omvat af en toe Mexico, en in die gevallen verwijst de WGII-beoordeling naar Latijns-Amerika. Mexico wordt beschouwd als onderdeel van Latijns-Amerika en het Caribisch gebied voor WGIII. {WGII 12.1.1, WGIII AII.1.1}

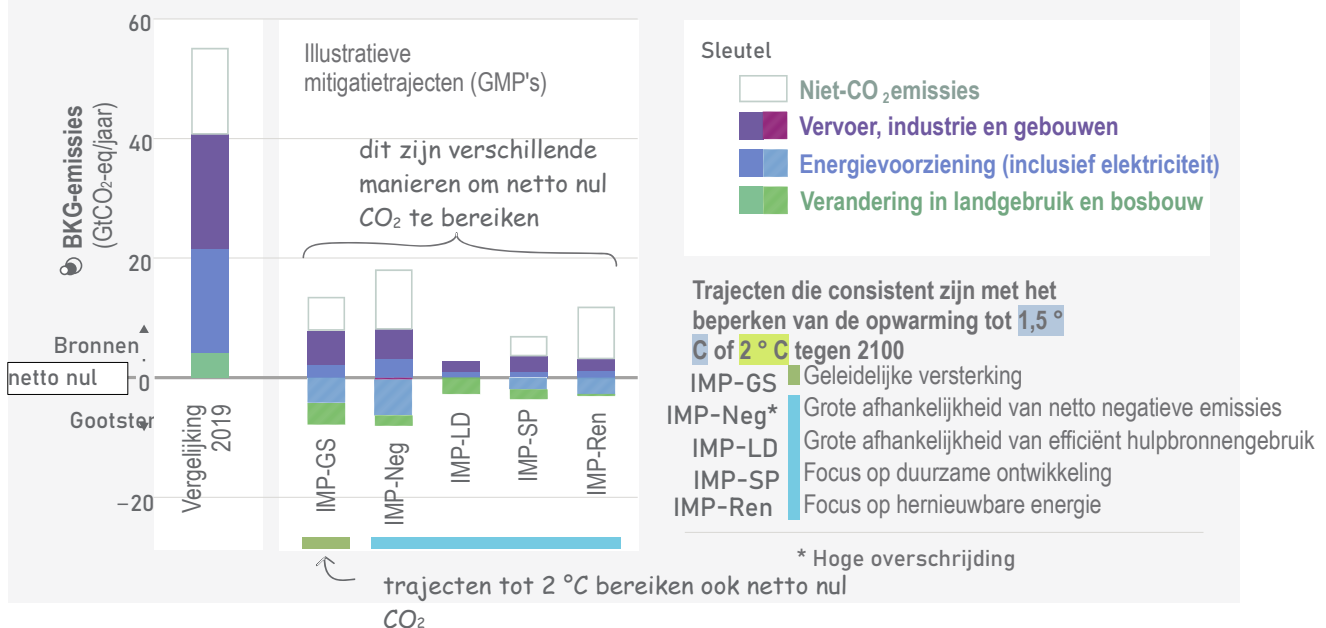
De transitie naar CO₂-neutraliteit zal in verschillende sectoren een verschillend tempo hebben

CO₂-emissies van de sector elektriciteit/fossiele brandstoffen en veranderingen in landgebruik bereiken over het algemeen eerder netto nul dan in andere sectoren

a) Sectorale emissies in trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C



b) Broeikasgasemissies per sector op het moment van netto nul CO₂ ten opzichte van 2019



Figuur 4.1: Sectorale emissies in trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C.

Panel a) toont sectorale CO₂- en niet-CO₂-emissies in mondiale gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of met beperkte overschrijding. De horizontale lijnen illustreren de halvering van de emissies in 2015 (basisjaar van de trajecten) (vastgelegd) en het bereiken van netto nulmissies (vaste lijn). Het bereik toont het 5-95e percentiel van de emissies over de trajecten. De timing verschilt sterk per sector, waarbij de CO₂-emissies van de sector elektriciteit/fossiele brandstoffen en veranderingen in landgebruik over het algemeen eerder netto nul bereiken. De niet-CO₂-emissies van de landbouw zijn ook aanzienlijk verminderd in vergelijking met trajecten zonder klimaatbeleid, maar bereiken doorgaans geen nul. Panel b) Hoewel alle trajecten sterk verminderde emissies omvatten, zijn er verschillende trajecten, zoals blijkt uit de illustratieve mitigatietrajecten die in de IPCC-werkgroep III worden gebruikt. De trajecten leggen de nadruk op routes die consistent zijn met het beperken van de opwarming tot 1,5 °C met een grote afhankelijkheid van netto negatieve emissies (GMB-Neg), een hoge hulpbronnefficiëntie (GMB-LD), een focus op duurzame ontwikkeling (GMB-SP) of hernieuwbare energiebronnen (GMB-Ren) en consistent met 2 °C op basis van een minder snelle invoering van risicobeperkende maatregelen, gevolgd door een daaropvolgende geleidelijke versterking (GMB-GS). Positieve (vast gevulde staven) en negatieve emissies (gehatste staven) voor verschillende illustratieve mitigatietrajecten worden vergeleken met broeikasgasemissies uit het jaar 2019. De categorie "energievoorziening (met inbegrip van elektriciteit)" omvat bio-energie met koolstofafvang en -opslag en directe afvang en opslag van koolstof in de lucht. {WGIII Vak TS.5, WGIII 3.3, WGIII 3.4, WGIII 6.6, WGIII 10.3, WGIII 11.3} (kruisvak.2)

4.2 Voordelen van het versterken van acties op korte termijn

Een versnelde uitvoering van de aanpassing zal het welzijn verbeteren door verliezen en schade te beperken, met name voor kwetsbare bevolkingsgroepen. Diepgaande, snelle en duurzame mitigatiemaatregelen zouden de toekomstige aanpassingskosten en -verliezen en -schade verminderen, de nevenvoordelen van duurzame ontwikkeling vergroten, lock-in-emissiebronnen voorkomen en gestrande activa en onomkeerbare klimaatveranderingen verminderen. Deze acties op korte termijn omvatten hogere investeringen vooraf en disruptieve veranderingen, die kunnen worden gemodereerd door een reeks randvoorwaarden en het wegnemen of verminderen van belemmeringen voor de haalbaarheid. (hoog vertrouwen)

Versnelde uitvoering van adaptatiemaatregelen zal voordelen opleveren voor het menselijk welzijn (hoog vertrouwen) (punt 4.3). Aangezien aanpassingsopties vaak lange uitvoeringstijden kennen, zijn langetermijnplanning en versnelde uitvoering, met name in dit decennium, belangrijk om aanpassingslacunes te dichten, in het besef dat er voor sommige regio's nog steeds beperkingen bestaan. De voordelen voor kwetsbare bevolkingsgroepen zouden groot zijn (zie rubriek 4.4). (hoge betrouwbaarheid) {WGI SPM B.1, WGI SPM B.1.3, WGI SPM B.2.2, WGI SPM B.3; WGII SPM C.1.1, WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.2, WGII SPM C.3.1, WGII-figuur SPM.4b; SROCC SPM C.3.4, SROCC Figuur 3.4, SROCC Figuur SPM.5}

Maatregelen op korte termijn die de opwarming van de aarde beperken tot bijna 1,5 °C zouden de verwachte verliezen en schade in verband met klimaatverandering in menselijke systemen en ecosystemen aanzienlijk verminderen in vergelijking met hogere opwarmingsniveaus, maar kunnen ze niet allemaal elimineren (zeer hoge betrouwbaarheid). De omvang en het tempo van de klimaatverandering en de daarmee samenhangende risico's zijn sterk afhankelijk van mitigatie- en aanpassingsmaatregelen op korte termijn, en de verwachte negatieve effecten en de daarmee samenhangende verliezen en schade escaleren met elke toename van de opwarming van de aarde (zeer groot vertrouwen). Vertraagde mitigatiemaatregelen zullen de opwarming van de aarde verder doen toenemen, wat de doeltreffendheid van veel aanpassingsopties zal verminderen, waaronder op ecosystemen gebaseerde adaptatie en veel watergerelateerde opties, alsook de haalbaarheidsrisico's op het gebied van mitigatie zal vergroten, zoals voor opties op basis van ecosystemen (hoog vertrouwen). Uitgebreide, doeltreffende en innovatieve reacties waarin aanpassing en mitigatie worden geïntegreerd, kunnen synergieën benutten en de wisselwerking tussen aanpassing en mitigatie verminderen, alsook bij het voldoen aan de financieringsvereisten (zeer hoge mate van vertrouwen) (zie de punten 4.5, 4.6, 4.8 en 4.9). {WGII SPM B.3, WGII SPM B.4, WGII SPM B.6.2, WGII SPM C.2, WGII SPM C.3, WGII SPM D.1, WGII SPM D.4.3, WGII SPM D.5, WG II TS D.1.4, WG II TS.D.5, WGII TS D.7.5; WGIII SPM B.6.3, WGIII SPM B.6.4, WGIII SPM C.9, WGIII SPM D.2, WGIII SPM E.13; SR1.5 SPM C.2.7, SR1.5 D.1.3, SR1.5 D.5.2}

Mitigatiemaatregelen zullen andere nevenvoordelen voor duurzame ontwikkeling hebben (hoog vertrouwen). Mitigatie zal de luchtkwaliteit en de menselijke gezondheid op korte termijn verbeteren, met name omdat veel luchtverontreinigende stoffen mede worden uitgestoten door sectoren die broeikasgassen uitstoten en omdat methaanemissies leiden tot de vorming van ozon aan het oppervlak (hoog vertrouwen). De voordelen van de verbetering van de luchtkwaliteit omvatten de preventie van vroegtijdige sterfgevallen door luchtverontreiniging, chronische ziekten en schade aan ecosystemen en gewassen. De economische voordelen voor de menselijke gezondheid van de verbetering van de luchtkwaliteit als gevolg van mitigatiemaatregelen kunnen in dezelfde orde van grootte zijn als de mitigatiekosten, en mogelijk zelfs groter (gemiddeld vertrouwen). Aangezien methaan een korte levensduur heeft, maar een krachtig broeikasgas is, kunnen sterke, snelle en aanhoudende reducties van methaanemissies de opwarming op korte termijn beperken en de luchtkwaliteit verbeteren door de ozonlaag aan het aardoppervlak te verminderen (hoog vertrouwen). {WGI SPM D.1.7, WGI SPM D.2.2, WGI 6.7, WGI TS Box TS.7, WGI 6 Box 6.2, WGI Figuur 6.3, WGI Figuur 6.16, WGI Figuur 6.17; WGII TS.D.8.3, WGII hoofdstukoverkoepelend vak GEZONDHEID, WGII 5 ES, WGII 7 ES; WGII 7.3.1.2; WGIII Figuur SPM.8, WGIII SPM C.2.3, WGIII SPM C.4.2, WGIII TS.4.2}

Uitdagingen als gevolg van vertraagde aanpassings- en mitigatiemaatregelen zijn onder meer het risico van kostenescalatie, lock-in van infrastructuur, gestrande activa en verminderde haalbaarheid en doeltreffendheid van

aanpassings- en mitigatieopties (hoog vertrouwen). De voortzetting van de installatie van¹⁴⁸ infrastructuur voor fossiele brandstoffen zonder emissiereductie zal de broeikasgasemissies “lock-in” (hoog vertrouwen). Door de opwarming van de aarde tot 2 °C of minder te beperken, zal een aanzienlijke hoeveelheid fossiele brandstoffen onverbrand blijven en zou een aanzienlijke infrastructuur voor fossiele brandstoffen kunnen stranden (hoge betrouwbaarheid), met een wereldwijd verdisconteerde waarde die naar verwachting tussen 2015 en 2050 ongeveer 1 tot 4 biljoen USD zal bedragen (gemiddeld vertrouwen). Vroegtijdige maatregelen zouden de omvang van deze gestrande activa beperken, terwijl vertraagde acties met aanhoudende investeringen in infrastructuur met een hoge emissie zonder emissiebeperking en de beperkte ontwikkeling en uitrol van alternatieven met een lage emissie vóór 2030 toekomstige gestrande activa naar het hogere niveau van het bereik zouden tillen – waardoor zij als barrières zouden fungeren en de haalbaarheidsrisico's van de politieke economie zouden vergroten die de inspanningen om de opwarming van de aarde te beperken in gevaar zouden kunnen brengen. (hoog vertrouwen). {WGIII SPM B.6.3, WGIII SPM C.4, WGIII Box TS.8}

Door opschaling van klimaatacties op korte termijn (punt 4.1) zal een mix van goedkope en dure opties worden gemobiliseerd. Er zijn dure opties nodig, zoals op het gebied van energie en infrastructuur, om toekomstige lock-ins te voorkomen, innovatie te bevorderen en transformationele veranderingen op gang te brengen (figuur 4.4). Klimaatbestendige ontwikkelingstrajecten ter ondersteuning van duurzame ontwikkeling voor iedereen worden gevormd door billijkheid en sociale en klimaatrechtvaardigheid (zeer groot vertrouwen). Het integreren van doeltreffende en billijke aanpassing en mitigatie in ontwikkelingsplanning kan de kwetsbaarheid verminderen, ecosystemen in stand houden en herstellen en klimaatbestendige ontwikkeling mogelijk maken. Dit is vooral een uitdaging op plaatsen met aanhoudende ontwikkelingslacunes en beperkte middelen. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.5, WGII SPM D.1; WGIII TS.5.2, WGIII 8.3.1, WGIII 8.3.4, WGIII 8.4.1, WGIII 8.6}

Opschaling van klimaatactie kan versturende veranderingen in de economische structuur met verdelingsgevolgen teweegbrengen en moet uiteenlopende belangen, waarden en wereldbeelden binnen en tussen landen met elkaar verzoenen. Diepere budgettaire, financiële, institutionele en regelgevingshervormingen kunnen dergelijke negatieve effecten compenseren en mitigatiepotentieel ontsluiten. Maatschappelijke keuzes en acties die in dit decennium worden uitgevoerd, zullen bepalen in hoeverre ontwikkelingstrajecten op middellange en lange termijn hogere of lagere klimaatbestendige ontwikkelingsresultaten zullen opleveren. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM D.2, WGII SPM D.5, WGII Box TS.8; WGIII SPM D.3, WGIII SPM E.2, WGIII SPM E.3, WGIII SPM E.4, WGIII TS.2, WGIII TS.4.1, WGIII TS.6.4, WGIII 15.2, WGIII 15.6}

Op korte termijn moeten de randvoorwaarden worden aangescherpt en moeten de belemmeringen worden verminderd of weggenomen om kansen te creëren voor ingrijpende en snelle aanpassings- en mitigatiemaatregelen en klimaatbestendige ontwikkeling (hoog vertrouwen) (figuur 4.2). Deze randvoorwaarden worden gedifferentieerd naar nationale, regionale en lokale omstandigheden en geografische gebieden, afhankelijk van de capaciteiten, en omvatten: billijkheid en inclusie in klimaatactie (zie punt 4.4), snelle en verreikende transitie in sectoren en systemen (zie punt 4.5), maatregelen om synergieën tot stand te brengen en trade-offs met duurzameontwikkelingsdoelstellingen te verminderen (zie punt 4.6), verbeteringen op het gebied van governance en beleid (zie punt 4.7), toegang tot financiering, verbeterde internationale samenwerking en technologische verbeteringen (zie punt 4.8) en integratie van acties op korte termijn in sectoren, systemen en regio's (zie punt 4.9). {WGII SPM D.2; WGIII SPM E.1, WGIII SPM E.2}

Belemmeringen voor de haalbaarheid zouden moeten worden verminderd of weggenomen om op grote schaal mitigatie- en aanpassingsopties in te zetten. Veel beperkingen op de haalbaarheid en doeltreffendheid van reacties kunnen worden overwonnen door een reeks belemmeringen aan te pakken, waaronder economische, technologische, institutionele, sociale, milieu- en geofysische belemmeringen. De haalbaarheid en doeltreffendheid van opties nemen toe met geïntegreerde, multisectorale oplossingen die de reacties differentiëren op basis van klimaatrisico's, systemen doorsnijden en sociale ongelijkheden aanpakken. Versterkte acties op korte termijn in gemodelleerde kosteneffectieve trajecten die de opwarming van de aarde beperken tot 2 °C of lager, verminderen het algemene risico voor de haalbaarheid van de systeemovergangen in vergelijking met gemodelleerde trajecten met vertraagde of ongecoördineerde actie. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.3, WGII SPM C.5; WGIII SPM E.1, WGIII SPM E.1.3}

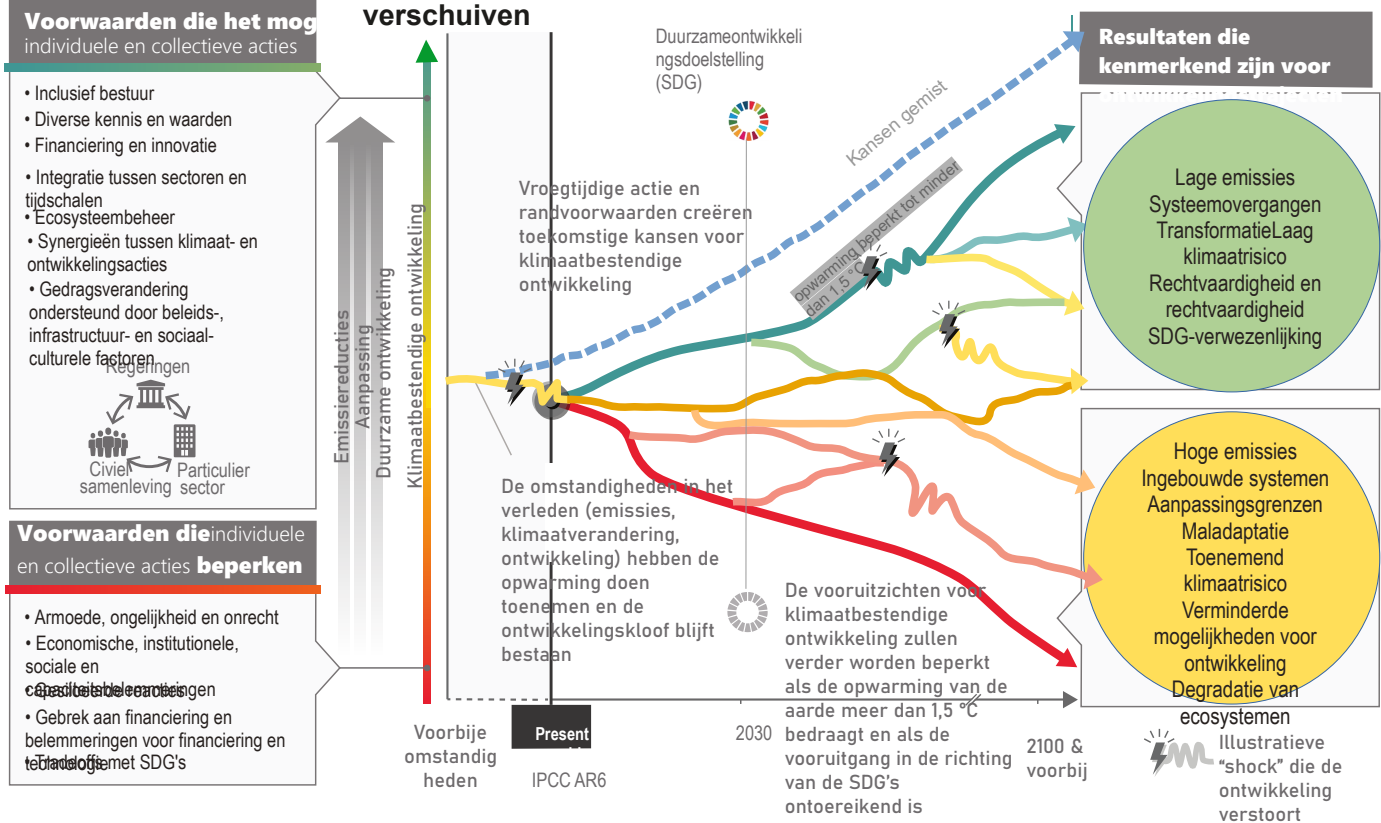
De integratie van ambitieuze klimaatmaatregelen in macro-economisch beleid onder wereldwijde onzekerheid zou voordelen opleveren (hoog vertrouwen). Dit omvat drie hoofdrichtingen: a) mainstreamingpakketten voor de hele economie ter ondersteuning van opties voor een beter duurzaam, emissiearm economisch herstel, ontwikkeling en het scheppen van banen (afdelingen 4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 4.9) b) vangnetten en sociale bescherming in de transitie (afdelingen 4.4, 4.7); en c) een ruimere toegang tot financiering, technologie en capaciteitsopbouw en gecoördineerde steun voor emissiearme infrastructuur (“sprong-kikker”-potentieel), met name in ontwikkelingsregio's, en onder schuldenstress (hoog vertrouwen). (Section 4.8) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.4.1, WGII SPM D.1.3, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2, WGII SPM E.2.2, WGII SPM E.4, WGII SPM TS.2, WGII SPM TS.5.2, WGII TS.6.4, WGII TS.15, WGII TS Box TS.3; WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM C.5.4, WGIII SPM C.6.2, WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM E.4.2, WGIII SPM

148 In dit verband verwijst “onbeperkte fossiele brandstoffen” naar fossiele brandstoffen die worden geproduceerd en gebruikt zonder interventies die de hoeveelheid uitgestoten broeikasgassen gedurende de levenscyclus aanzienlijk verminderen; bijvoorbeeld het afvangen van 90 % of meer CO₂ uit elektriciteitscentrales, of 50 tot 80 % van de diffuse methaanemissies uit de energievoorziening. {WGIII SPM voetnoot 54}

E.4.5, WGIII SPM E.5.2, WGIII SPM E.5.3, WGIII TS.1, WGIII Box TS.15, WGIII 15.2, WGIII Cross-Chapter Box 1 over COVID in hoofdstuk 1}

Er is een snel kleiner wordende kans om klimaatbestendige ontwikkeling mogelijk te maken

Meerdere op elkaar inwerkende keuzes en acties kunnen ontwikkelingstrajecten naar duurzaamheid verschuiven



Figuur 4.2: De illustratieve ontwikkelingstrajecten (rood naar groen) en de bijbehorende resultaten (rechterpaneel) laten zien dat er een snel kleiner wordende kans is om een leefbare en duurzame toekomst voor iedereen veilig te stellen.

Klimaatbestendige ontwikkeling is het proces van de uitvoering van maatregelen ter beperking van en aanpassing aan broeikasgassen ter ondersteuning van duurzame ontwikkeling. Uiteenlopende trajecten illustreren dat de op elkaar inwerkende keuzes en acties van diverse actoren uit de overheid, de particuliere sector en het maatschappelijk middenveld klimaatbestendige ontwikkeling kunnen bevorderen, trajecten naar duurzaamheid kunnen verschuiven en lagere emissies en aanpassing mogelijk kunnen maken. Diverse kennis en waarden omvatten culturele waarden, inheemse kennis, lokale kennis en wetenschappelijke kennis. Klimaatgebeurtenissen en niet-klimaatgebeurtenissen, zoals droogtes, overstromingen of pandemieën, vormen ernstigere schokken voor trajecten met een lagere klimaatbestendige ontwikkeling (rood tot geel) dan voor trajecten met een hogere klimaatbestendige ontwikkeling (groen). Er zijn grenzen aan aanpassings- en aanpassingsvermogen voor sommige menselijke en natuurlijke systemen bij een opwarming van de aarde van 1,5 ° C, en met elke toename van opwarming zullen verliezen en schade toenemen. De ontwikkelingstrajecten die landen in alle stadia van economische ontwikkeling volgen, zijn van invloed op de uitstoot van broeikasgassen en vormen zo de uitdagingen en kansen op het gebied van mitigatie, die van land tot land en van regio tot regio verschillen. Actietrajecten en -kansen worden gevormd door eerdere acties (of niet-acties en gemiste kansen, onderbroken trajecten) en faciliterende en beperkende voorwaarden (linkerpaneel), en vinden plaats in de context van klimaatrisico's, aanpassingslimieten en ontwikkelingslacunes. Hoe langer de emissiereducties worden uitgesteld, hoe minder effectieve aanpassingsopties. {WGII SPM B.1; WGII SPM B.1 tot en met B.5, WGII SPM C.2 tot en met 5, WGII SPM D.1 tot en met 5, WGII Figuur SPM.3, WGII Figuur SPM.4, WGII Figuur SPM.5, WGII TS.D.5, WGII 3.1, WGII 3.2, WGII 3.4, WGII 4.2, WGII Figuur 4.4, WGII 4.5, WGII 4.6, WGII 4.9; WGIII SPM A, WGIII SPM B1, WGIII SPM B.3, WGIII SPM B.6, WGIII SPM C.4, WGIII SPM D1 tot en met 3, WGIII SPM E.1, WGIII SPM E.2, WGIII SPM E.4, WGIII SPM E.5, WGIII Figure TS.1, WGIII Figure TS.7, WGIII Box TS.3, WGIII Box TS.8, Cross-Working Group Box 1 in hoofdstuk 3, WGIII Cross-Chapter Box 5 in hoofdstuk 4; SR1.5 SPM D.1 tot en met 6; SRCL SPM D.3}

4.3 Risico's op korte termijn

Veel veranderingen in het klimaatsysteem, waaronder extreme gebeurtenissen, zullen op korte termijn groter worden met toenemende opwarming van de aarde (hoog vertrouwen). Er zullen meerdere klimatologische en niet-klimatologische risico's met elkaar in wisselwerking staan, waardoor het moeilijker wordt om de toenemende effecten van compounding en cascadering te beheersen (hoog vertrouwen). Verliezen en schade zullen toenemen door de toenemende opwarming van de aarde (zeer hoog vertrouwen), terwijl ze sterk geconcentreerd zullen zijn onder de armste kwetsbare bevolkingsgroepen (hoog vertrouwen). Het voortzetten van de huidige niet-duurzame ontwikkelingspatronen zou de blootstelling en kwetsbaarheid van ecosystemen en mensen aan klimaatrisico's vergroten (hoog vertrouwen).

De opwarming van de aarde zal op korte termijn (2021-2040) blijven toenemen, voornamelijk als gevolg van de toegenomen cumulatieve CO₂-emissies in bijna alle beschouwde scenario's en trajecten. Op korte termijn zal elke regio in de wereld naar verwachting te maken krijgen met verdere toenames van klimaatrisico's (gemiddeld tot hoog vertrouwen, afhankelijk van regio en gevaar), waardoor meerdere risico's voor ecosystemen en mensen zullen toenemen (zeer hoog vertrouwen). Op korte termijn¹⁴⁹ zal natuurlijke variabiliteit door de mens veroorzaakte veranderingen moduleren, waardoor geprojecteerde veranderingen worden afgezwakt of versterkt, vooral op regionale schaal, met weinig effect op de honderdjarige opwarming van de aarde. Deze modulaties zijn belangrijk om te overwegen in de aanpassingsplanning. De wereldwijde oppervlaktetemperatuur in een enkel jaar kan variëren boven of onder de door de mens veroorzaakte trend op lange termijn, als gevolg van natuurlijke variabiliteit. Tegen 2030 zou de mondiale oppervlaktetemperatuur in elk afzonderlijk jaar hoger kunnen zijn dan 1,5 °C ten opzichte van 1850-1900, met een waarschijnlijkheid tussen 40 en 60 %, in de vijf scenario's die in WGI zijn beoordeeld (gemiddelde betrouwbaarheid). Het optreden van individuele jaren met een wereldwijde verandering van de oppervlaktetemperatuur boven een bepaald niveau betekent niet dat dit niveau van opwarming van de aarde is bereikt. Als er op korte termijn een grote explosieve vulkaanuitbarsting zou plaatsvinden,¹⁵⁰ zou deze de door de mens veroorzaakte klimaatverandering tijdelijk en gedeeltelijk maskeren door de wereldwijde oppervlaktetemperatuur en neerslag, met name over land, gedurende één tot drie jaar te verlagen (gemiddeld vertrouwen). {WGI SPM B.1.3, WGI SPM B.1.4, WGI SPM C.1, WGI SPM C.2, WGI Cross-Section Box TS.1, WGI Cross-Chapter Box 4.1; WGII SPM B.3, WGII SPM B.3.1; WGIII Kader SPM.1 Figuur 1}

Het risiconiveau voor mensen en ecosystemen zal afhangen van trends op korte termijn op het gebied van kwetsbaarheid, blootstelling, sociaaleconomische ontwikkeling en aanpassing (hoog vertrouwen). Op korte termijn zijn veel klimaatgerelateerde risico's voor natuurlijke en menselijke systemen sterker afhankelijk van veranderingen in de kwetsbaarheid en blootstelling van deze systemen dan van verschillen in klimaatrisico's tussen emissiescenario's (hoge betrouwbaarheid). Toekomstige blootstelling aan klimaatrisico's neemt wereldwijd toe als gevolg van sociaaleconomische ontwikkelingstrends, waaronder toenemende ongelijkheid, en wanneer verstedelijking of migratie de blootstelling verhogen (hoog vertrouwen). Verstedelijking verhoogt hete extremen (zeer hoge betrouwbaarheid) en neerslagafvoerintensiteit (hoge betrouwbaarheid). De toenemende verstedelijking in laaggelegen en kustgebieden zal een belangrijke oorzaak zijn van de toenemende blootstelling aan extreme rivierstroomgebeurtenissen en gevaren voor de zeespiegelstijging, waardoor de risico's toenemen (hoog vertrouwen) (figuur 4.3). De kwetsbaarheid zal ook snel toenemen in laaggelegen kleine eilandstaten in ontwikkeling en atollen in de context van de stijging van de zeespiegel (hoog vertrouwen) (zie figuur 3.4 en figuur 4.3). De menselijke kwetsbaarheid zal zich concentreren in informele nederzettingen en snel groeiende kleinere nederzettingen; en de kwetsbaarheid in plattelandsgebieden zal worden vergroot door een verminderde bewoonbaarheid en een grote afhankelijkheid van klimaatgevoelige bestaansmiddelen (hoog vertrouwen). De kwetsbaarheid van mens en ecosysteem is onderling afhankelijk (hoog vertrouwen). De kwetsbaarheid van ecosystemen voor klimaatverandering zal sterk worden beïnvloed door vroegere, huidige en toekomstige patronen van menselijke ontwikkeling, onder meer door niet-duurzame consumptie en productie, toenemende demografische druk en aanhoudend niet-duurzaam gebruik en beheer van land, oceaan en water (hoog vertrouwen). Verschillende risico's op korte termijn kunnen met aanpassing worden gemodereerd (hoog vertrouwen). {WGI SPM C.2.6; WGII SPM B.2, WGII SPM B.2.3, WGII SPM B.2.5, WGII SPM B.3, WGII SPM B.3.2, WGII TS.C.5.2} (afdelingen 4.5 en 3.2)

De belangrijkste gevaren en bijbehorende risico's die op korte termijn (bij 1,5 °C opwarming van de aarde) worden verwacht, zijn:

- Verhoogde intensiteit en frequentie van hete extremen en gevaarlijke hitte-vochtigheidsomstandigheden, met verhoogde menselijke mortaliteit, morbiditeit en verlies van arbeidsproductiviteit (hoog vertrouwen). {WGI SPM B.2.2, WGI TS figuur TS.6; WGII SPM B.1.4, WGII SPM B.4.4, WGII Figuur SPM.2}

¹⁴⁹ Zie bijlage I: Woordenlijst. De belangrijkste interne variabiliteitsverschijnselen zijn El Niño-Southern Oscillation, Pacific Decadal Variability en Atlantic Multi-decadal Variability door hun regionale invloed. De interne variabiliteit van de wereldwijde oppervlaktetemperatuur in een enkel jaar wordt geschat op ongeveer $\pm 0,25$ °C (5 tot 95% bereik, hoge betrouwbaarheid). {WGI SPM voetnoot 29, WGI SPM voetnoot 37}

¹⁵⁰ Op basis van 2500 jaar durende reconstructies komen er gemiddeld twee keer per eeuw uitbarstingen voor met een stralingsforcering die negatiever is dan -1 Wm⁻², gerelateerd aan het stralingseffect van vulkanische stratosferische aerosolen in de literatuur die in dit rapport wordt beoordeeld. {WGI SPM voetnoot 38}

- De toenemende frequentie van mariene hittegolven zal het risico op biodiversiteitsverlies in de oceanen vergroten, onder meer door massasterfte (hoog vertrouwen). {WGI SPM B.2.3; WGII SPM B.1.2, WGII-figuur SPM.2; SROCC SPM B.5.1}
- De risico's op korte termijn voor biodiversiteitsverlies zijn matig tot hoog in boscsystemen (gemiddelde betrouwbaarheid) en kelp- en zeegrasecosystemen (hoge tot zeer hoge betrouwbaarheid) en zijn hoog tot zeer hoog in Arctische zee-ijs- en terrestrische ecosystemen (hoge betrouwbaarheid) en warmwaterkoraalriffen (zeer hoge betrouwbaarheid). {WGII SPM B.3.1}
- intensere en frequentere extreme regenval en de daarmee gepaard gaande overstromingen in veel regio's, waaronder kust- en andere laaggelegen steden (gemiddeld tot hoog vertrouwen), en een toegenomen aandeel en piekwindsnelheden van intense tropische cyclonen (hoog vertrouwen). {WGI SPM B.2.4, WGI SPM C.2.2, WGI SPM C.2.6, WGI 11.7}
- Hoge risico's als gevolg van waterschaarste in droge gebieden, schade door bosbranden en afbraak van permafrost (gemiddeld vertrouwen). {SRCCL SPM A.5.3.}
- Aanhoudende zeespiegelstijging en toenemende frequentie en omvang van extreme zeespiegelgebeurtenissen die de menselijke nederzettingen aan de kust aantasten en de kustinfrastructuur schaden (hoog vertrouwen), laaggelegen kustecosystemen tot onderdamping en verlies verplichten (middelhoog vertrouwen), landverzilting uitbreiden (zeer hoog vertrouwen), met trapsgewijze risico's voor bestaansmiddelen, gezondheid, welzijn, culturele waarden, voedsel- en waterzekerheid (hoog vertrouwen). {WGI SPM C.2.5, WGI SPM C.2.6; WGII SPM B.3.1, WGII SPM B.5.2; SRCCL SPM A.5.6; SROCC SPM B.3.4, SROCC SPM 3.6, SROCC SPM B.9.1} (figuur 3.4, 4.3)
- De klimaatverandering zal de slechte gezondheid en vroegtijdige sterfgevallen op korte en lange termijn aanzienlijk doen toenemen (hoog vertrouwen). Verdere opwarming zal de klimaatgevoelige risico's op door voedsel, water en vectoren overgedragen ziekten (hoog vertrouwen) en uitdagingen op het gebied van geestelijke gezondheid, waaronder angst en stress (zeer hoog vertrouwen), vergroten. {WGII SPM B.4.4}
- Cryosfeergerelateerde veranderingen in overstromingen, aardverschuivingen en de beschikbaarheid van water kunnen in de meeste berggebieden ernstige gevolgen hebben voor mensen, infrastructuur en economie (hoog vertrouwen). {WGII TS C.4.2}
- De verwachte toename van de frequentie en intensiteit van zware neerslag (hoge betrouwbaarheid) zal de door regen gegenereerde lokale overstromingen doen toenemen (gemiddelde betrouwbaarheid). {WGI-figuur SPM.6, WGI SPM B.2.2; WGII TS C.4.5}

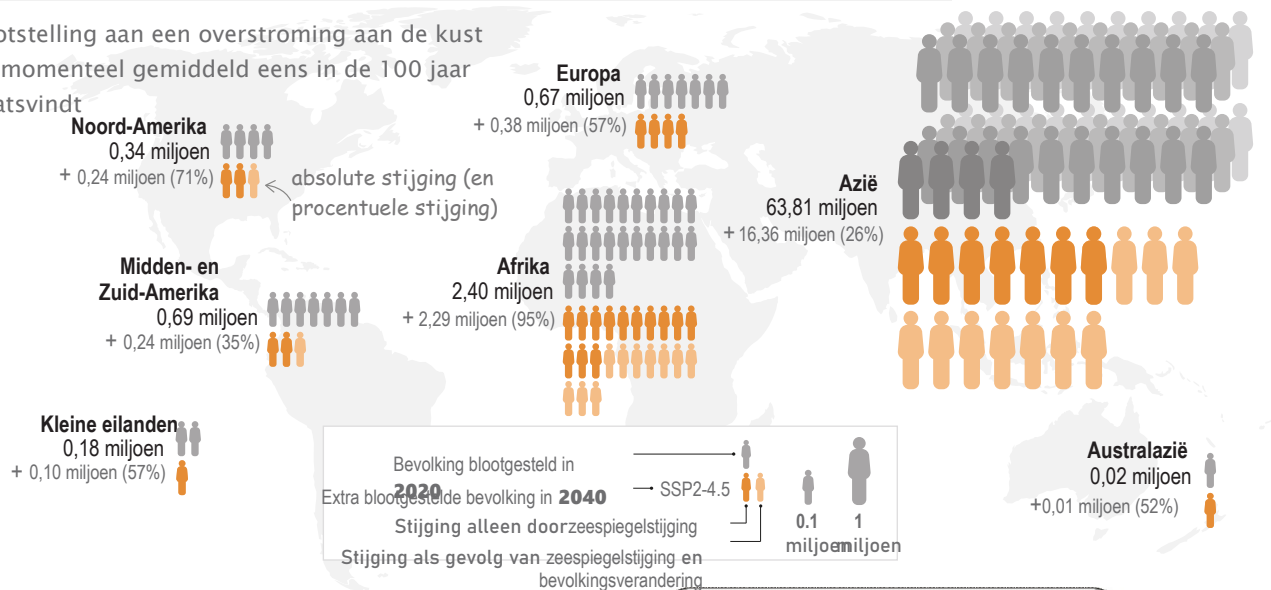
Meerdere risico's op klimaatverandering zullen op korte termijn steeds meer toenemen (hoog vertrouwen). Veel regio's zullen naar verwachting een toename van de kans op samengestelde gebeurtenissen met een hogere opwarming van de aarde (hoog vertrouwen) ervaren, waaronder gelijktijdige hittegolven en droogte. De risico's voor de gezondheid en de voedselproductie zullen ernstiger worden als gevolg van de interactie van plotselinge voedselproductieverliezen als gevolg van hitte en droogte, verergerd door door hitte veroorzaakte verliezen aan arbeidsproductiviteit (hoog vertrouwen) (figuur 4.3). Deze interactieve effecten zullen de voedselprijzen doen stijgen, de inkomens van huishoudens doen dalen en leiden tot gezondheidsrisico's van ondervoeding en klimaatgerelateerde sterfte zonder of met een laag aanpassingsniveau, met name in tropische regio's (hoog vertrouwen). Gelijktijdige en trapsgewijze risico's van klimaatverandering voor voedselsystemen, menselijke nederzettingen, infrastructuur en gezondheid zullen deze risico's ernstiger en moeilijker te beheersen maken, onder meer bij interactie met niet-klimaatrisicofactoren zoals concurrentie om land tussen stedelijke expansie en voedselproductie, en pandemieën (hoog vertrouwen). Het verlies van ecosystemen en hun diensten heeft een trapsgewijze en langdurige impact op mensen wereldwijd, met name voor inheemse volkeren en lokale gemeenschappen die rechtstreeks afhankelijk zijn van ecosystemen, om te voorzien in basisbehoeften (hoog vertrouwen). Voorspeld wordt dat de grensoverschrijdende risico's in de voedsel-, energie- en watersector zullen toenemen naarmate de gevolgen van extreme weers- en klimaatomstandigheden zich verspreiden via toeleveringsketens, markten en stromen van natuurlijke hulpbronnen (hoog vertrouwen) en kunnen interageren met de gevolgen van andere crises zoals pandemieën. Risico's vloeien ook voort uit sommige reacties die bedoeld zijn om de risico's van klimaatverandering te verminderen, waaronder risico's van slechte aanpassing en negatieve bijwerkingen van bepaalde emissiereductie- en kooldioxideverwijderingsmaatregelen, zoals bebossing van natuurlijk onbebost land of slecht uitgevoerde bio-energie die klimaatgerelateerde risico's voor de biodiversiteit, de voedsel- en waterzekerheid en de bestaansmiddelen verergerd (hoog vertrouwen) (zie de punten 3.4.1 en 4.5). {WGI SPM.2.7; WGII SPM B.2.1, WGII SPM B.5, WGII SPM B.5.1, WGII SPM B.5.2, WGII SPM B.5.3, WGII SPM B.5.4, WGII Cross-Chapter Box COVID in hoofdstuk 7; WGIII SPM C.11.2; SRCCL SPM A.5, SRCCL SPM A.6.5} (figuur 4.3)

Met elke toename van de opwarming van de aarde zullen verliezen en schade toenemen (zeer hoog vertrouwen), steeds moeilijker te vermijden worden en sterk geconcentreerd zijn onder de armste kwetsbare bevolkingsgroepen (hoog vertrouwen). Aanpassing voorkomt niet alle verliezen en schade, zelfs niet bij effectieve aanpassing en voordat zachte en harde grenzen worden bereikt. Verliezen en schade zullen ongelijk verdeeld zijn over systemen, regio's en sectoren en worden niet volledig aangepakt door de huidige financiële, bestuurlijke en institutionele regelingen, met name in kwetsbare ontwikkelingslanden. (hoog vertrouwen). {WGII SPM B.4, WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.5}

Elke regio heeft te maken met ernstigere en/of frequentere samengestelde en trapsgewijze klimaatrisico's

a) Toename van de bevolking die is blootgesteld aan een stijging van de zeespiegel van 2020 tot 2040

Blootstelling aan een overstroming aan de kust die momenteel gemiddeld eens in de 100 jaar plaatsvindt



b) Verhoogde frequentie van extreme zeespiegelgebeurtenissen tegen 2040

Frequentie van gebeurtenissen die momenteel gemiddeld eens in de 100 jaar plaatsvinden

Het ontbreken van een cirkel duidt op een onvermogen om een beoordeling uit te voeren vanwege een gebrek aan gegevens.



c) Voorbeeld van een complex risico, waarbij de gevolgen van extreme klimaatgebeurtenissen trapsgewijze effecten hebben op voedsel, voeding, bestaansmiddelen en welzijn van kleine boeren

Meerdere klimaatveranderingsrisico's zullen op korte termijn steeds meer toenemen en dalen



Figuur 4.3: Elke regio heeft op korte termijn te maken met ernstigere of frequentere samengestelde en/of trapsgewijze klimaatrisico's.

Veranderingen in risico's zijn het gevolg van veranderingen in de mate van het gevaar, de blootgestelde bevolking en de mate van kwetsbaarheid van mensen, activa of ecosystemen. Panel a) Overstromingen langs de kust treffen veel van de dichtbevolkte regio's van de wereld waar grote percentages van de bevolking worden blootgesteld. Het panel toont de verwachte toename op korte termijn van de bevolking die is blootgesteld aan 100-jarige overstromingen, afgebeeld als de toename van het jaar 2020 tot 2040 (als gevolg van zeespiegelstijging en bevolkingsverandering), op basis van het tussentijdse broeikasgasemissiescenario (SSP2-4.5) en de huidige aanpassingsmaatregelen. Outmigratie uit kustgebieden als gevolg van toekomstige zeespiegelstijging wordt in het scenario niet in aanmerking genomen. Panel b) voorspelde de mediane waarschijnlijkheid in het jaar 2040 voor extreme waterstanden als gevolg van een combinatie van gemiddelde zeespiegelstijging, getijden en stormvloed, die een historische gemiddelde jaarlijkse waarschijnlijkheid van 1 % hebben. Een piek-overdrempel (99,7%) methode werd toegepast op de historische getijdenmetingen beschikbaar in de Global Extreme Sea Level Analysis versie 2 database, dat is dezelfde informatie als WGI Figuur 9.32, behalve hier het paneel maakt gebruik van relatieve zeespiegel projecties onder SSP2-4.5 voor het jaar 2040 in plaats van 2050. De afwezigheid van een cirkel wijst op een onvermogen om een beoordeling uit te voeren als gevolg van een gebrek aan gegevens, maar niet op de afwezigheid van toenemende frequenties. Panel c) Klimaatrisico's kunnen leiden tot risicocascades die meerdere sectoren treffen en zich over regio's verspreiden na complexe natuurlijke en maatschappelijke verbindingen. Dit voorbeeld van een samengestelde hittegolf en een droogtegebeurtenis die een landbouwregio treffen, laat zien hoe meerdere risico's met elkaar verbonden zijn en leiden tot trapsgewijze biofysische, economische en maatschappelijke gevolgen, zelfs in verre regio's, met bijzondere gevolgen voor kwetsbare groepen zoals kleine boeren, kinderen en zwangere vrouwen. {WGI figuur 9.32; WGII SPM B4.3, WGII SPM B1.3, WGII SPM B.5.1, WGII TS Figuur TS.9, WGII TS Figuur TS.10 (c), WGII Figuur 5.2, WGII TS.B.2.3, WGII TS.B.2.3, WGII TS.B.3.3, WGII 9.11.1.2}

4.4 Rechtvaardigheid en inclusie in de strijd tegen klimaatverandering

Acties die prioriteit geven aan rechtvaardigheid, klimaatrechtvaardigheid, sociale rechtvaardigheid en inclusie, leiden tot duurzamere resultaten, nevenvoordelen, verminderen afwegingen, ondersteunen transformatieve veranderingen en bevorderen klimaatbestendige ontwikkeling. Aanpassingsreacties zijn onmiddellijk nodig om de stijgende klimaatrisico's te verminderen, met name voor de meest kwetsbaren. Rechtvaardigheid, inclusie en rechtvaardige transitie zijn van cruciaal belang om vooruitgang te boeken op het gebied van aanpassing en diepere maatschappelijke ambities voor versnelde mitigatie. (hoog vertrouwen)

Aanpassings- en mitigatiemaatregelen, op verschillende schalen, sectoren en regio's, waarbij prioriteit wordt gegeven aan rechtvaardigheid, klimaatrechtvaardigheid, op rechten gebaseerde benaderingen, sociale rechtvaardigheid en inclusiviteit, leiden tot duurzamere resultaten, verminderen afwegingen, ondersteunen transformatieve veranderingen en bevorderen klimaatbestendige ontwikkeling (hoog vertrouwen). Herverdelingsbeleid in sectoren en regio's dat de armen en kwetsbaren beschermt, sociale vangnetten, gelijkheid, inclusie en rechtvaardige transitie, op alle schaalniveaus, kan diepere maatschappelijke ambities mogelijk maken en compromissen met duurzameontwikkelingsdoelstellingen (SDG's) oplossen, met name onderwijs, honger, armoede, gender en toegang tot energie (hoog vertrouwen). Mitigatie-inspanningen die zijn ingebed in de bredere ontwikkelingscontext kunnen het tempo, de diepte en de breedte van emissiereducties vergroten (gemiddeld vertrouwen). Gelijkheid, inclusie en rechtvaardige transitie op alle schalen maken diepere maatschappelijke ambities mogelijk voor versnelde mitigatie en klimaatactie in bredere zin (hoog vertrouwen). De complexiteit van het risico op stijgende voedselprijzen, lagere inkomens van huishoudens en gezondheids- en klimaatgerelateerde ondervoeding (met name ondervoeding van moeders en ondervoeding van kinderen) en sterfte neemt toe met weinig of weinig aanpassingsniveaus (hoog vertrouwen). {WGII SPM B.5.1, WGII SPM C.2.9, WGII SPM D.2.1, WGII TS Box TS.4; WGIII SPM D.3, WGIII SPM D.3.3, WGIII SPM WGIII SPM E.3, SR1.5 SPM D.4.5} (figuur 4.3c)

Regio's en mensen met aanzienlijke ontwikkelingsbeperkingen zijn zeer kwetsbaar voor klimaatrisico's. De aanpassingsresultaten voor de meest kwetsbaren binnen en tussen landen en regio's worden verbeterd door benaderingen die gericht zijn op gelijkheid, inclusiviteit en op rechten gebaseerde benaderingen, waaronder 3,3 tot 3,6 miljard mensen die leven in een context die zeer kwetsbaar is voor klimaatverandering (hoog vertrouwen). De kwetsbaarheid is groter op plaatsen met armoede, bestuursuitdagingen en beperkte toegang tot basisdiensten en -hulpbronnen, gewelddadige conflicten en een hoog niveau van klimaatgevoelige bestaansmiddelen (bv. kleine boeren, veehouders, vissersgemeenschappen) (hoog vertrouwen). Verschillende risico's kunnen worden gemodereerd met aanpassing (hoog vertrouwen). De grootste aanpassingstekorten bestaan onder lagere inkomensgroepen (hoog vertrouwen) en de vooruitgang op het gebied van aanpassing is ongelijk verdeeld met waargenomen aanpassingstekorten (hoog vertrouwen). De huidige ontwikkelingsuitdagingen die een hoge kwetsbaarheid veroorzaken, worden beïnvloed door historische en voortdurende patronen van ongelijkheid zoals kolonialisme, vooral voor veel inheemse volkeren en lokale gemeenschappen (hoog vertrouwen). Kwetsbaarheid wordt verergerd door ongelijkheid en marginalisering in verband met geslacht, etniciteit, laag inkomen of combinaties daarvan, met name voor veel inheemse volkeren en lokale gemeenschappen (hoog vertrouwen). {WGII SPM B.2, WGII SPM B.2.4, WGII SPM B.3.2, WGII SPM B.3.3, WGII SPM C.1, WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.2.9}

Betekenisvolle participatie en inclusieve planning, op basis van culturele waarden, inheemse kennis, lokale kennis en wetenschappelijke kennis, kunnen helpen om lacunes in de aanpassing aan te pakken en maladaptatie te voorkomen (hoog vertrouwen). Dergelijke acties met flexibele trajecten kunnen bevorderlijk zijn voor maatregelen met weinig spijt en tijdige maatregelen (zeer groot vertrouwen). De integratie van aanpassing aan de klimaatverandering in programma's voor sociale bescherming, met inbegrip van geldoverdrachten en programma's voor openbare werken, zou de weerbaarheid tegen klimaatverandering vergroten, met name wanneer zij wordt ondersteund door basisdiensten en -

infrastructuur (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.2.3, WGII SPM C.4.3, WGII SPM C.4.4, WGII SPM C.2.9, WGII WPM D.3}

Gelijkheid, inclusie, rechtvaardige transitie, brede en zinvolle deelname van alle relevante actoren aan de besluitvorming op alle schalen maken diepere maatschappelijke ambities voor versnelde mitigatie en klimaatactie in bredere zin mogelijk, en bouwen sociaal vertrouwen op, ondersteunen transformatieve veranderingen en een billijke verdeling van voordelen en lasten (hoog vertrouwen). Rechtvaardigheid blijft een centraal element in het VN-klimaatregime, ondanks verschuivingen in de differentiatie tussen staten in de loop van de tijd en uitdagingen bij de beoordeling van eerlijke aandelen. Ambitieuze mitigatietrajecten impliceren grote en soms ontwrichtende veranderingen in de economische structuur, met aanzienlijke verdelingsgevolgen, binnen en tussen landen, waaronder een verschuiving van inkomen en werkgelegenheid tijdens de overgang van activiteiten met een hoge naar activiteiten met een lage uitstoot (hoog vertrouwen). Hoewel sommige banen verloren kunnen gaan, kan ontwikkeling met lage emissies ook kansen bieden om vaardigheden te verbeteren en banen te creëren (hoog vertrouwen). Een ruimere billijke toegang tot financiering, technologieën en governance die mitigatie vergemakkelijken, en aandacht voor klimaatrechtvaardigheid kunnen bijdragen tot een billijke verdeling van voordelen en lasten, met name voor kwetsbare landen en gemeenschappen. {WGIII SPM D.3, WGIII SPM D.3.2, WGIII SPM D.3.3, WGIII SPM D.3.4, WGIII TS Box TS.4}

De ontwikkelingsprioriteiten van de landen weerspiegelen ook verschillende uitgangspunten en contexten, en de voorwaarden voor het verschuiven van ontwikkelingstrajecten naar meer duurzaamheid zullen daarom verschillen, wat tot verschillende behoeften leidt (hoog vertrouwen). De toepassing van de beginselen van een rechtvaardige transitie door middel van collectieve en participatieve besluitvormingsprocessen is een doeltreffende manier om billijkheidsbeginselen op alle niveaus in het beleid te integreren, afhankelijk van de nationale omstandigheden, terwijl in verschillende landen commissies voor een rechtvaardige transitie, taskforces en nationaal beleid zijn opgericht (gemiddeld vertrouwen). {WGIII SPM D.3.1, WGIII SPM D.3.3}

Veel economische en regelgevende instrumenten zijn doeltreffend gebleken bij het verminderen van emissies en praktische ervaring heeft geleid tot het ontwerpen van instrumenten om deze te verbeteren en tegelijkertijd distributiedoelstellingen en maatschappelijke acceptatie aan te pakken (hoog vertrouwen). Het ontwerp van gedragsinterventies, inclusief de manier waarop keuzes aan consumenten worden gepresenteerd, werkt synergetisch met prijssignalen, waardoor de combinatie effectiever wordt (gemiddeld vertrouwen). Personen met een hoge sociaaleconomische status dragen onevenredig veel bij aan emissies en hebben het grootste potentieel voor emissiereducties, bijvoorbeeld als burgers, investeerders, consumenten, rolmodellen en professionals (hoog vertrouwen). Er zijn opties voor het ontwerpen van instrumenten zoals belastingen, subsidies, prijzen en op consumptie gebaseerde benaderingen, aangevuld met regelgevingsinstrumenten om het verbruik met hoge emissies te verminderen en tegelijkertijd de rechtvaardigheid en het maatschappelijk welzijn te verbeteren (hoog vertrouwen). Veranderingen in gedrag en levensstijl om eindgebruikers te helpen opties met een lage GHG-intensiteit te kiezen, kunnen worden ondersteund door beleid, infrastructuur en technologie met meerdere nevenvoordelen voor het maatschappelijk welzijn (hoog vertrouwen). Het verbreden van de billijke toegang tot binnenlandse en internationale financiering, technologieën en capaciteit kan ook fungeren als katalysator voor het versnellen van mitigatie en het verschuiven van ontwikkelingstrajecten in een context van lage inkomens (hoog vertrouwen). Het uitbannen van extreme armoede, energiearmoede en het bieden van een fatsoenlijke levensstandaard aan iedereen in deze regio's in het kader van de verwezenlijking van de doelstellingen inzake duurzame ontwikkeling, op korte termijn, kan worden bereikt zonder een aanzienlijke wereldwijde emissiegroei (hoog vertrouwen). Technologieontwikkeling, -overdracht, -capaciteitsopbouw en -financiering kunnen ontwikkelingslanden/-regio's ondersteunen bij hun sprongen of de overgang naar emissiearme vervoerssystemen, wat meerdere nevenvoordelen oplevert (hoog vertrouwen). Klimaatbestendige ontwikkeling wordt bevorderd wanneer actoren op billijke, rechtvaardige en faciliterende manieren werken om uiteenlopende belangen, voordelen en wereldbeelden met elkaar te verzoenen, in de richting van billijke en rechtvaardige resultaten (hoog vertrouwen). {WGII D.2.1, WGIII SPM B.3.3, WGIII SPM C.8.5, WGIII SPM C.10.2, WGIII SPM C.10.4, WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM E.4.2, WGIII TS.5.1, WGIII 5.4, WGIII 5.8, WGIII 15.2}

4.5 Mitigatie- en aanpassingsmaatregelen op korte termijn

Snelle en verregaande transitie in alle sectoren en systemen zijn nodig om diepe en duurzame emissiereducties te realiseren en een leefbare en duurzame toekomst voor iedereen veilig te stellen. Deze systeemtransities omvatten een aanzienlijke opschaling van een brede portefeuille van mitigatie- en aanpassingsopties. Er zijn al haalbare, doeltreffende en goedkope opties voor mitigatie en aanpassing beschikbaar, met verschillen tussen systemen en regio's. (hoog vertrouwen)

Snelle en verregaande transitie in alle sectoren en systemen zijn nodig om tot een diepe emissiereductie te komen en een leefbare en duurzame toekomst voor iedereen veilig te stellen (hoog vertrouwen). Systeemovergangen¹⁵¹ die consistent zijn met trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50%) zonder of met beperkte overschrijding, zijn op korte termijn sneller en uitgesprokener dan bij trajecten die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67%) (hoge

¹⁵¹ Systeemtransities omvatten een breed scala aan mitigatie- en aanpassingsopties die verregaande emissiereducties en transformatieve aanpassing in alle sectoren mogelijk maken. In dit verslag wordt bijzondere aandacht besteed aan de volgende systeemovergangen: energie; industrie; steden, nederzettingen en infrastructuur; land, oceaan, voedsel en water; gezondheid en voeding; en de samenleving, het levensonderhoud en de economieën. {WGII SPM A, WGII Figuur SPM.1, WGII Figuur SPM.4; SR1.5 SPM C.2}

betrouwbaarheid). Een dergelijke systemische verandering is qua omvang ongekend, maar niet noodzakelijkerwijs qua snelheid (gemiddeld vertrouwen). De systeemtransities maken de transformatieve aanpassing mogelijk die nodig is voor een hoog niveau van menselijke gezondheid en welzijn, economische en sociale veerkracht, gezondheid van ecosystemen en gezondheid van de planeet. {WGII SPM A, WGII Figuur SPM.1; WGIII SPM C.3; SR1.5 SPM C.2, SR1.5 SPM C.2.1, SR1.5 SPM C.2, SR1.5 SPM C.5}

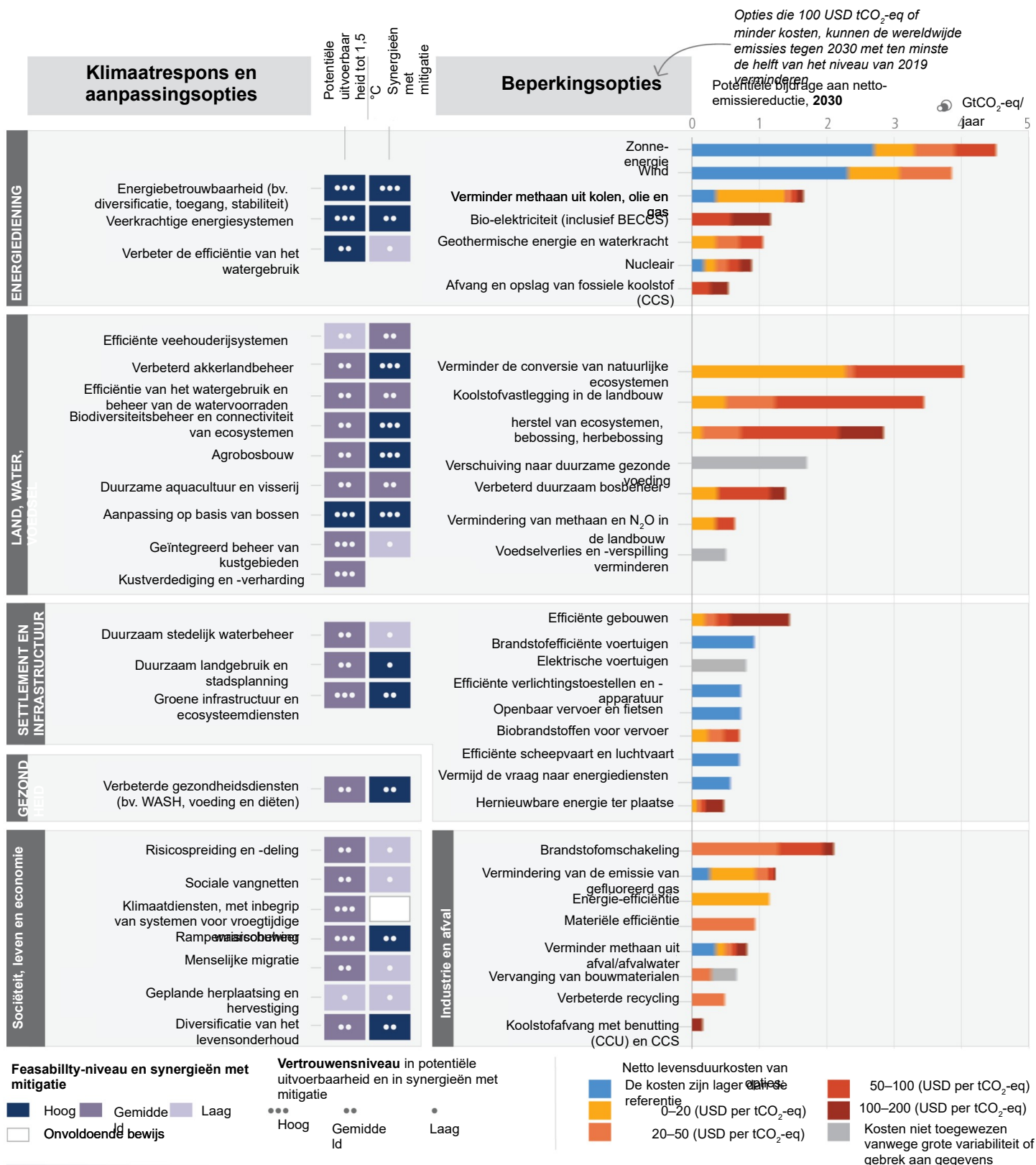
Er zijn al haalbare, doeltreffende en goedkope opties voor mitigatie en aanpassing beschikbaar (hoog vertrouwen) (figuur 4.4). Beperkingsopties die 100 tCO₂-eq–1 of minder kosten, zouden de wereldwijde broeikasgasemissies tegen 2030 met ten minste de helft van het niveau van 2019 kunnen verminderen (opties die minder dan 20 tCO₂-eq–1 kosten, vormen naar schatting meer dan de helft van dit potentieel) (hoge betrouwbaarheid) (figuur 4.4). De beschikbaarheid, haalbaarheid¹⁵² en het potentieel van mitigatie of doeltreffendheid van aanpassingsopties op korte termijn verschillen per systeem en regio (zeer groot vertrouwen). {WGII SPM C.2; WGIII SPM C.12, WGIII SPM E.1.1; SR1.5 SPM B.6}

Maatregelen aan de vraagzijde en nieuwe manieren van dienstverlening op het gebied van eindgebruik kunnen de wereldwijde broeikasgasemissies in eindgebruiksectoren tegen 2050 met 40 tot 70 % verminderen ten opzichte van basisscenario's, terwijl sommige regio's en sociaal-economische groepen extra energie en middelen nodig hebben. Mitigatie aan de vraagzijde omvat veranderingen in het gebruik van infrastructuur, de invoering van technologie voor eindgebruik en sociaal-culturele en gedragsverandering. (hoge betrouwbaarheid) (figuur 4.4). {WGIII SPM C.10}

152 Zie bijlage I: Woordenlijst.

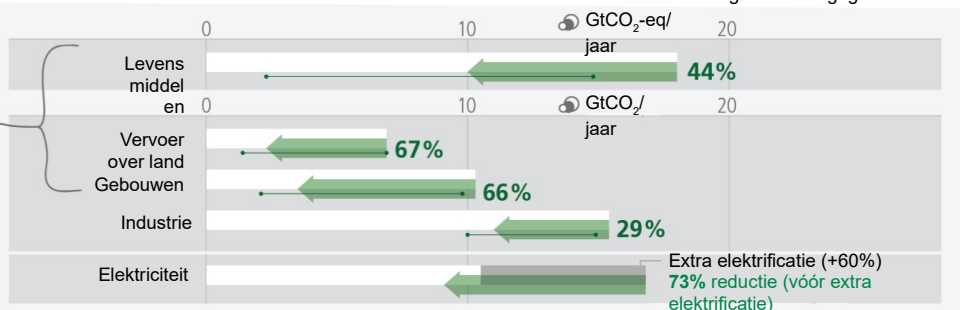
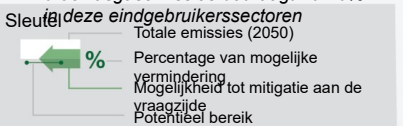
Er zijn meerdere mogelijkheden om klimaatactie op te schalen

a) Haalbaarheid van klimaatrespons en -adaptatie, en potentieel van mitigatieopties op korte termijn



b) Potentieel van de vraagzijde mitigatiemogelijkheden tegen 2050

Bandbreedte van het potentieel voor de vermindering van broeikasgasemissies bedraagt 40-70% in deze eindgebruikerssectoren



Figuur 4.4: Meerdere mogelijkheden om klimaatactie op te schalen.

Panel a) presenteert geselecteerde mitigatie- en aanpassingsopties voor verschillende systemen. De linkerkant van paneel a) toont klimaatresponsen en aanpassingsopties die zijn beoordeeld op hun multidimensionale haalbaarheid op wereldschaal, op korte termijn en tot 1,5 °C opwarming van de aarde. Aangezien de literatuur boven 1,5 °C beperkt is, kan de haalbaarheid bij hogere opwarmingsniveaus veranderen, wat momenteel niet robuust kan worden beoordeeld. De term “respons” wordt hier naast aanpassing gebruikt omdat sommige reacties, zoals migratie, herplaatsing en hervestiging, al dan niet als aanpassing kunnen worden beschouwd. Migratie, indien vrijwillig, veilig en ordelijk, maakt het mogelijk de risico's voor klimaatstressoren en niet-klimaatstressoren te verminderen. Aanpassing op basis van bossen omvat duurzaam bosbeheer, bosbehoud en -herstel, herbebossing en bebossing. WASH verwijst naar water, sanitaire voorzieningen en hygiëne. Er werden zes haalbaarheidsdimensies (economisch, technologisch, institutioneel, sociaal, milieu- en geofysisch) gebruikt om de potentiële haalbaarheid van klimaatrespons en aanpassingsopties te berekenen, samen met hun synergieën met mitigatie. Voor potentiële haalbaarheid en haalbaarheidsdimensies toont de figuur hoge, gemiddelde of lage haalbaarheid. Synergieën met mitigatie worden geïdentificeerd als hoog, gemiddeld en laag. De rechterzijde van paneel a) geeft een overzicht van de geselecteerde mitigatieopties en de geraamde kosten en mogelijkheden ervan in 2030. Het relatieve potentieel en de relatieve kosten zullen verschillen per plaats, context en tijd en op langere termijn ten opzichte van 2030. Kosten zijn netto levenslange verdisconteerde monetaire kosten van vermeden broeikasgasemissies berekend ten opzichte van een referentietechnologie. Het potentieel (horizontale as) is de hoeveelheid nettobroeikasgasemissiereductie die kan worden bereikt door een bepaalde mitigatieoptie ten opzichte van een gespecificeerd emissiereferentiescenario. De nettobroeikasgasemissiereducties zijn de som van de verminderde emissies en/of verbeterde putten. De gebruikte uitgangswaarde bestaat uit actuele beleidsreferentiescenario's (rond 2019) uit de AR6-scenariodatabank (25-75 percentielwaarden). Het mitigatiepotentieel wordt voor elke optie afzonderlijk beoordeeld en is niet noodzakelijkerwijs additief. Matigingsopties voor gezondheidszorgstelsels zijn meestal opgenomen in nederzettingen en infrastructuur (bv. efficiënte gezondheidszorggebouwen) en kunnen niet afzonderlijk worden geïdentificeerd. Brandstofomschakeling in de industrie verwijst naar de omschakeling naar elektriciteit, waterstof, bio-energie en aardgas. De lengte van de massieve staven vertegenwoordigt het mitigatiepotentieel van een optie. Potentiële worden opgesplitst in kostencategorieën, aangegeven door verschillende kleuren (zie legenda). Alleen verdisconteerde levenslange monetaire kosten worden in aanmerking genomen. Wanneer een geleidelijke kleurtransitie wordt getoond, is de uitsplitsing van het potentieel in kostencategorieën niet goed bekend of sterk afhankelijk van factoren zoals geografische locatie, beschikbaarheid van hulpbronnen en regionale omstandigheden, en de kleuren geven het bereik van schattingen aan. De onzekerheid over het totale potentieel bedraagt doorgaans 25-50 %. Bij de interpretatie van dit cijfer moet rekening worden gehouden met het volgende: (1) Het mitigatiepotentieel is onzeker, aangezien het zal afhangen van de verplaatsing van de referentietechnologie (en emissies), de mate waarin nieuwe technologie wordt toegepast en verschillende andere factoren; (2) Verschillende opties hebben andere mogelijkheden dan de kostenaspecten, die niet in het cijfer tot uiting komen; en (3) De kosten voor de integratie van variabele hernieuwbare energiebronnen in elektriciteitssystemen zullen naar verwachting bescheiden zijn tot 2030 en zijn niet inbegrepen. Panel b) geeft het indicatieve potentieel weer van opties voor mitigatie aan de vraagzijde voor 2050. Het potentieel wordt geschat op basis van ongeveer 500 bottom-up studies die alle mondiale regio's vertegenwoordigen. De uitgangswaarde (witte balk) wordt bepaald door de sectorale gemiddelde broeikasgasemissies in 2050 van de twee scenario's (IEA-STEPS en IP_ModAct) in overeenstemming met het beleid dat de nationale regeringen tot 2020 hebben aangekondigd. De groene pijl geeft het emissiereductiepotentieel aan de vraagzijde weer. Het potentiaalbereik wordt weergegeven door een lijn die punten verbindt die het hoogste en het laagste potentiaal weergeven dat in de literatuur wordt gerapporteerd. Voedsel toont het potentieel aan de vraagzijde van sociaal-culturele factoren en het gebruik van infrastructuur, en veranderingen in landgebruikspatronen die mogelijk worden gemaakt door veranderingen in de vraag naar voedsel. Maatregelen aan de vraagzijde en nieuwe manieren van dienstverlening op het gebied van eindgebruik kunnen de wereldwijde broeikasgasemissies in eindgebruiksectoren (gebouwen, vervoer over land, voedsel) tegen 2050 met 40-70 % verminderen ten opzichte van basisscenario's, terwijl sommige regio's en sociaal-economische groepen extra energie en hulpbronnen nodig hebben. De laatste rij laat zien hoe opties voor beperking aan de vraagzijde in andere sectoren van invloed kunnen zijn op de totale vraag naar elektriciteit. De donkergrijze balk toont de verwachte toename van de vraag naar elektriciteit boven het basisscenario voor 2050 als gevolg van de toenemende elektrificatie in de andere sectoren. Op basis van een bottom-upbeoordeling kan deze verwachte toename van de vraag naar elektriciteit worden vermeden door middel van opties ter beperking van de vraag op het gebied van infrastructuurgebruik en sociaal-culturele factoren die van invloed zijn op het elektriciteitsverbruik in de industrie, het vervoer over land en gebouwen (groene pijl). {WGII Figuur SPM.4, WGII Cross-Chapter Box FEASIB in Hoofdstuk 18; WGIII SPM C.10, WGIII 12.2.1, WGIII 12.2.2, WGIII Figuur SPM.6, WGIII Figuur SPM.7}

4.5.1. Energiesystemen

Snelle en verregaande reducties van broeikasgasemissies vereisen grote transitie in het energiesysteem (hoog vertrouwen). Aanpassingsopties kunnen klimaatgerelateerde risico's voor het energiesysteem helpen verminderen (zeer groot vertrouwen). CO₂-neutrale energiesystemen omvatten: een aanzienlijke vermindering van het totale gebruik van fossiele brandstoffen, een minimaal gebruik van fossiele brandstoffen zonder emissiereductie¹⁵³ en het gebruik van koolstofafvang en -opslag in de resterende systemen voor fossiele brandstoffen; elektriciteitssystemen die geen netto CO₂ uitstoten; wijdverbreide elektrificatie; alternatieve energiedragers in toepassingen die minder vatbaar zijn voor elektrificatie; energiebesparing en -efficiëntie; en een grotere integratie in het energiesysteem (hoog vertrouwen). Grote bijdragen aan emissiereducties kunnen afkomstig zijn van opties die minder dan 20 tCO₂-eq-1 kosten, waaronder zonne- en windenergie, verbeteringen van de energie-efficiëntie en CH₄-emissiereducties (van steenkoolwinning, olie en gas, en afval) (gemiddeld vertrouwen).¹⁵⁴ Veel van deze responsies zijn technisch haalbaar en worden ondersteund door het publiek (hoog vertrouwen). Het in stand houden van emissie-intensieve systemen kan in sommige regio's en sectoren duurder zijn dan de overgang naar emissiearme systemen (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.2.10; WGIII SPM C.4.1, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.12.1, WGIII SPM E.1.1, WGIII TS.5.1}

¹⁵³ In dit verband verwijst “ongebeerde fossiele brandstoffen” naar fossiele brandstoffen die worden geproduceerd en gebruikt zonder interventies die de hoeveelheid uitgestoten broeikasgassen gedurende de levenscyclus aanzienlijk verminderen; bijvoorbeeld het afvangen van 90 % of meer CO₂ uit elektriciteitscentrales, of 50-80 % van de diffuse methaanemissies uit de energievoorziening. {WGIII SPM voetnoot 54}

¹⁵⁴ Het mitigatiepotentieel en de mitigatiekosten van individuele technologieën in een specifieke context of regio kunnen sterk verschillen van de verstrekte ramingen (gemiddeld vertrouwen). {WGIII SPM C.12.1}

Klimaatverandering en aanverwante extreme gebeurtenissen zullen van invloed zijn op toekomstige energiesystemen, waaronder de productie van waterkracht, bio-energieopbrengsten, de efficiëntie van thermische centrales en de vraag naar verwarming en koeling (hoog vertrouwen). De meest haalbare opties voor de aanpassing van het energiesysteem ondersteunen de veerkracht van de infrastructuur, betrouwbare energiesystemen en efficiënt watergebruik voor bestaande en nieuwe energieopwekkingssystemen (zeer hoge betrouwbaarheid). Aanpassingen voor waterkracht en thermo-elektrische energieopwekking zijn effectief in de meeste regio's tot 1,5 ° C tot 2 ° C, met afnemende effectiviteit bij hogere niveaus van opwarming (gemiddeld vertrouwen). Diversificatie van de energieopwekking (bv. windenergie, zonne-energie, kleinschalige waterkracht) en beheer aan de vraagzijde (bv. verbeteringen op het gebied van opslag en energie-efficiëntie) kunnen de energiebetrouwbaarheid vergroten en de kwetsbaarheden voor klimaatverandering verminderen, met name bij plattelandsbevolkingen (hoog vertrouwen). Klimaatresponsieve energiemarkten, geactualiseerde ontwerpnormen voor energieactiva overeenkomstig de huidige en verwachte klimaatverandering, slimme nettechnologieën, robuuste transmissiesystemen en verbeterde capaciteit om te reageren op voorzieningstekorten zijn op de middellange tot lange termijn zeer haalbaar, met nevenvoordelen op het gebied van mitigatie (zeer groot vertrouwen). {WGII SPM B.5.3, WGII SPM C.2.10; WGIII TS.5.1}

4.5.2. Industrie

Er zijn verschillende opties om industriële emissies te verminderen die verschillen per type industrie; veel industrieën worden verstoord door klimaatverandering, met name door extreme gebeurtenissen (hoog vertrouwen). De vermindering van de emissies van de industrie zal gecoördineerde actie in alle waardeketens vereisen om alle mitigatieopties te bevorderen, met inbegrip van vraagbeheer, energie- en materiaalefficiëntie, circulaire materiaalstromen, evenals reductietechnologieën en transformatieve veranderingen in productieprocessen (hoog vertrouwen). Lichte industrie en productie kunnen grotendeels koolstofvrij worden gemaakt door middel van beschikbare reductietechnologieën (bv. materiaalefficiëntie, circulariteit), elektrificatie (bv. elektrothermische verwarming, warmtepompen) en overschakeling op brandstoffen met lage en geen broeikasgassen (bv. waterstof, ammoniak en biogebaseerde en andere synthetische brandstoffen) (hoge betrouwbaarheid), terwijl een grondige vermindering van de emissies van cementprocessen afhankelijk zal zijn van cementgebonden materiaalvervanging en de beschikbaarheid van koolstofafvang en -opslag (CCS) totdat nieuwe chemie onder de knie is (hoge betrouwbaarheid). Het verminderen van emissies door de productie en het gebruik van chemische stoffen zou afhankelijk moeten zijn van een levenscyclusbenadering, met inbegrip van meer recycling van kunststoffen, overschakeling op andere brandstoffen en grondstoffen, en koolstof uit biogene bronnen, en, afhankelijk van de beschikbaarheid, koolstofafvang en -gebruik (CCU), directe afvang van CO₂ in de lucht en CCS (hoog vertrouwen). Maatregelen om de emissies van de industriële sector te verminderen kunnen de locatie van broeikasgasintensieve industrieën en de organisatie van waardeketens veranderen, met verdelingseffecten op de werkgelegenheid en de economische structuur (gemiddeld vertrouwen). {WGII TS.B.9.1, WGII 16.5.2; WGIII SPM C.5, WGIII SPM C.5.2, WGIII SPM C.5.3, WGIII TS.5.5}

Veel industriële en dienstensectoren ondervinden negatieve gevolgen van de klimaatverandering als gevolg van verstoringen van het aanbod en de werking, met name als gevolg van extreme gebeurtenissen (hoog vertrouwen), en zullen aanpassingsinspanningen nodig hebben. Waterintensieve industrieën (bv. mijnbouw) kunnen maatregelen nemen om waterstress te verminderen, zoals waterrecycling en -hergebruik, het gebruik van brakke of zoute bronnen en het verbeteren van de efficiëntie van het watergebruik. Er blijven echter risico's bestaan, vooral bij hogere opwarmingsniveaus (gemiddeld vertrouwen). {WGII TS.B.9.1, WGII 16.5.2, WGII 4.6.3} (afdeling 3.2)

4.5.3. Steden, nederzettingen en infrastructuur

Stedelijke systemen zijn van cruciaal belang voor het bereiken van verregaande emissiereducties en het bevorderen van klimaatbestendige ontwikkeling, met name wanneer het gaat om geïntegreerde planning die fysieke, natuurlijke en sociale infrastructuur omvat (hoog vertrouwen). Diepgaande emissiereducties en geïntegreerde aanpassingsmaatregelen worden bevorderd door: geïntegreerde, inclusieve ruimtelijke ordening en besluitvorming; compacte stedelijke vorm door colocatie van banen en huisvesting; het verminderen of veranderen van het stedelijk energie- en materiaalverbruik; elektrificatie in combinatie met emissiearme bronnen; betere infrastructuur voor water- en afvalbeheer; en het verbeteren van de opname en opslag van koolstof in de stedelijke omgeving (bv. biogebaseerde bouwmaterialen, doorlatende oppervlakken en stedelijke groene en blauwe infrastructuur). Steden kunnen nettonulemissies bereiken als de emissies binnen en buiten hun administratieve grenzen worden verminderd door middel van toeleveringsketens, waardoor gunstige cascade-effecten in andere sectoren ontstaan. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.1.3, WGII SPM D.3; WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.6.2, WGIII TS 5.4, SR1.5 SPM C.2.4}

Het in aanmerking nemen van de gevolgen en risico's van klimaatverandering (bv. via klimaatdiensten) bij het ontwerp en de planning van stedelijke en landelijke nederzettingen en infrastructuur is van cruciaal belang voor de veerkracht en de verbetering van het menselijk welzijn. Effectieve mitigatie kan worden bevorderd in elk van de ontwerp-, constructie-, retrofit-, gebruiks- en verwijderingsfasen voor gebouwen. Mitigatiemaatregelen voor gebouwen omvatten: in de bouwfase, emissiearme bouwmaterialen, zeer efficiënte bouwschil en de integratie van oplossingen op het gebied van hernieuwbare energie; in de gebruiksfase, zeer efficiënte apparaten/apparatuur, de optimalisering van het gebruik van gebouwen en de levering ervan met emissiearme energiebronnen; en in de verwijderingsfase, recycling en hergebruik

van bouwmaterialen. Voldoende¹⁵⁵ maatregelen kunnen de vraag naar energie en materialen gedurende de levenscyclus van gebouwen en apparaten beperken. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.2.5; WGIII SPM C.7.2}

Vervoersgerelateerde broeikasgasemissies kunnen worden verminderd door opties aan de vraagzijde en technologieën met een lage uitstoot van broeikasgassen. Veranderingen in stedelijke vorm, herverdeling van straatruimte voor fietsen en lopen, digitalisering (bv. telewerken) en programma's die veranderingen in het consumentengedrag aanmoedigen (bv. vervoer, prijsstelling) kunnen de vraag naar vervoersdiensten verminderen en de overgang naar energie-efficiëntere vervoerswijzen ondersteunen (hoog vertrouwen). Elektrische voertuigen met emissiearme elektriciteit bieden het grootste decarbonisatiepotentieel voor vervoer over land, op levenscyclusbasis (hoog vertrouwen). De kosten van geëlektrificeerde voertuigen nemen af en de invoering ervan versnelt, maar ze vereisen voortdurende investeringen in de ondersteuning van infrastructuur om de schaal van de uitrol te vergroten (hoog vertrouwen). De ecologische voetafdruk van de productie van batterijen en de toenemende bezorgdheid over kritieke mineralen kunnen worden aangepakt met strategieën voor materiaal- en aanboddiversificatie, verbeteringen van de energie- en materiaalefficiëntie en circulaire materiaalstromen (gemiddeld vertrouwen). Vooruitgang in batterijtechnologieën kan de elektrificatie van zware vrachtwagens vergemakkelijken en conventionele elektrische railsystemen aanvullen (gemiddeld vertrouwen). Duurzame biobrandstoffen kunnen op korte en middellange termijn extra mitigatievoordelen bieden in het vervoer over land (gemiddeld vertrouwen). Duurzame biobrandstoffen, emissiearme waterstof en derivaten (met inbegrip van synthetische brandstoffen) kunnen de beperking van de CO₂-emissies van de scheepvaart, de luchtvaart en het zware vervoer over land ondersteunen, maar vereisen verbeteringen in het productieproces en kostenreducties (gemiddeld vertrouwen). Belangrijke infrastructuursystemen, waaronder sanitaire voorzieningen, water, gezondheid, vervoer, communicatie en energie, zullen steeds kwetsbaarder worden als de ontwerpnormen geen rekening houden met veranderende klimaatomstandigheden (hoog vertrouwen). {WGII SPM B.2.5; WGIII SPM C.6.2, WGIII SPM C.8, WGIII SPM C.8.1, WGIII SPM C.8.2, WGIII SPM C.10.2, WGIII SPM C.10.3, WGIII SPM C.10.4}

Groene/natuurlijke en blauwe infrastructuur zoals stadsbosbouw, groene daken, vijvers en meren, en rivierherstel kunnen de klimaatverandering beperken door koolstofopname en -opslag, vermeden emissies en verminderd energieverbruik, terwijl het risico van extreme gebeurtenissen zoals hittegolven, zware neerslag en droogten wordt verminderd en de nevenvoordelen voor de gezondheid, het welzijn en de bestaansmiddelen worden bevorderd (gemiddeld vertrouwen). Stadelijke vergroening kan zorgen voor lokale koeling (zeer hoge betrouwbaarheid). De combinatie van maatregelen voor de aanpassing van groene/natuurlijke en grijze/fysieke infrastructuur kan de aanpassingskosten verlagen en bijdragen tot de beheersing van overstromingen, sanitaire voorzieningen, het beheer van watervoorraden, de preventie van aardverschuivingen en de bescherming van kustgebieden (gemiddeld vertrouwen). Wereldwijd is meer financiering gericht op grijze/fysieke infrastructuur dan op groene/natuurlijke infrastructuur en sociale infrastructuur (gemiddeld vertrouwen), en er zijn beperkte aanwijzingen van investeringen in informele nederzettingen (gemiddeld tot hoog vertrouwen). De grootste voordelen op het gebied van welzijn in stedelijke gebieden kunnen worden bereikt door prioriteit te geven aan financiering om het klimaatrisico voor gemeenschappen met een laag inkomen en gemarginaliseerde gemeenschappen, waaronder mensen die in informele nederzettingen wonen, te verminderen (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.2.5, WGII SPM C.2.6, WGII SPM C.2.7, WGII SPM D.3.2, WGII TS.E.1.4, WGII Cross-Chapter Box FEAS; WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.6.2, WGIII SPM D.1.3, WGIII SPM D.2.1}

De antwoorden op de aanhoudende stijging van de zeespiegel en bodemdaling in laaggelegen kuststeden en -nederzettingen en kleine eilanden omvatten bescherming, accommodatie, vervroegde en geplande verplaatsing. Deze reacties zijn doeltreffender als ze worden gecombineerd en/of gesequenced, ruim van tevoren worden gepland, in overeenstemming zijn met sociaal-culturele waarden en ontwikkelingsprioriteiten en worden geschraagd door inclusieve processen voor betrokkenheid van de gemeenschap. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.2.8}

4.5.4. Land, oceaan, voedsel en water

Er is een aanzienlijk mitigatie- en aanpassingspotentieel van opties op het gebied van landbouw, bosbouw en ander landgebruik, en in de oceanen, die op korte termijn in de meeste regio's kunnen worden opgeschaald (hoog vertrouwen) (figuur 4.5). Instandhouding, beter beheer en herstel van bossen en andere ecosystemen bieden het grootste deel van het economische mitigatiepotentieel, met minder ontbossing in tropische gebieden met het hoogste totale mitigatiepotentieel. Ecosysteemherstel, herbebossing en bebossing kunnen leiden tot compromissen als gevolg van concurrerende eisen aan land. Het minimaliseren van trade-offs vereist geïntegreerde benaderingen om meerdere doelstellingen te bereiken, waaronder voedselzekerheid. Maatregelen aan de vraagzijde (verschuiving naar duurzame gezonde voeding en vermindering van voedselverlies/afval) en duurzame intensivering van de landbouw kunnen de conversie van ecosystemen en CH₄- en N₂O-emissies verminderen en land vrijmaken voor herbebossing en ecosysteemherstel. Landbouw- en bosbouwproducten van duurzame oorsprong, met inbegrip van houtproducten met een lange levensduur, kunnen in andere sectoren worden gebruikt in plaats van meer broeikasgasintensieve producten. Effectieve aanpassingsopties omvatten cultivarverbeteringen, boslandbouw, gemeenschapsgebaseerde aanpassing, landbouw- en landschapsdiversificatie en stedelijke landbouw. Deze AFOLU-responsopties vereisen integratie van biofysische, sociaal-economische en andere faciliterende factoren. De doeltreffendheid van op ecosystemen gebaseerde aanpassing en de meeste watergerelateerde aanpassingsopties neemt af met de toenemende opwarming (zie 3.2).

¹⁵⁵ Een reeks maatregelen en dagelijkse praktijken die de vraag naar energie, materialen, land en water vermijden en tegelijkertijd zorgen voor menselijk welzijn voor iedereen binnen de grenzen van onze planeet. {WGIII bijlage I}

(hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2.5; WGIII SPM C.9.1; SRCCL SPM B.1.1, SRCCL SPM B.5.4, SRCCL SPM D.1; SROCC SPM C}

Sommige opties, zoals het behoud van koolstofrijke ecosystemen (bv. veengebieden, wetlands, rangelands, mangroven en bossen), hebben onmiddellijke gevolgen, terwijl andere, zoals het herstel van koolstofrijke ecosystemen, de terugwinning van aangetaste bodems of bebossing, tientallen jaren nodig hebben om meetbare resultaten te leveren (hoog vertrouwen). Veel duurzame landbeheertechnologieën en -praktijken zijn in drie tot tien jaar financieel winstgevend (gemiddeld vertrouwen). {SRCCL SPM B.1.2, SRCCL SPM D.2.2}

Het behoud van de veerkracht van biodiversiteit en ecosysteemdiensten op wereldschaal hangt af van de doeltreffende en billijke instandhouding van ongeveer 30 tot 50 % van de land-, zoetwater- en oceaangebieden op aarde, waaronder momenteel bijna-natuurlijke ecosystemen (hoog vertrouwen). De diensten en opties van terrestrische, zoetwater-, kust- en oceaanecosystemen kunnen worden ondersteund door bescherming, herstel, op voorzorg gebaseerd ecosysteembeheer van het gebruik van hernieuwbare hulpbronnen en de vermindering van verontreiniging en andere stressfactoren (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.2.4, WGII SPM D.4; SROCC SPM C.2}

Grootschalige landconversie voor bio-energie, biochar of bebossing kan de risico's voor de biodiversiteit, het water en de voedselzekerheid vergroten. Het herstel van natuurlijke bossen en ontwaterde veengebieden en de verbetering van de duurzaamheid van beheerde bossen vergroten daarentegen de veerkracht van koolstofvoorraden en -putten en verminderen de kwetsbaarheid van ecosystemen voor klimaatverandering. Samenwerking en inclusieve besluitvorming met lokale gemeenschappen en inheemse volkeren, evenals de erkenning van de inherente rechten van inheemse volkeren, is een integraal onderdeel van succesvolle aanpassing aan bossen en andere ecosystemen. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.2.3, WGII SPM C.2.4; WGIII SPM D.2.3; SRCCL B.7.3, SRCCL SPM C.4.3, SRCCL TS.7}

Natuurlijke rivieren, wetlands en stroomopwaarts gelegen bossen verminderen in de meeste omstandigheden het overstromingsrisico (hoog vertrouwen). Verbetering van de natuurlijke waterretentie, bijvoorbeeld door het herstel van wetlands en rivieren, ruimtelijke ordening zoals geen bouwzones of stroomopwaarts bosbeheer, kan het overstromingsrisico verder verminderen (gemiddeld vertrouwen). Voor overstromingen in het binnenland hebben combinaties van niet-structurele maatregelen zoals systemen voor vroegtijdige waarschuwing en structurele maatregelen zoals dijken het verlies aan mensenlevens verminderd (gemiddeld vertrouwen), maar harde afweer tegen overstromingen of stijging van de zeespiegel kan ook onaangepast zijn (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.4.1, WGII SPM C.4.2, WGII SPM C.2.5}

Bescherming en herstel van "blauwe koolstof"-ecosystemen aan de kust (bv. mangroven, getijdenmoerassen en zeegrasweiden) kunnen de emissies verminderen en/of de opname en opslag van koolstof verhogen (gemiddeld vertrouwen). Kustwetlands beschermen tegen kusterosie en overstromingen (zeer hoge betrouwbaarheid). Het versterken van voorzorgsbenaderingen, zoals het herstel van overbeviste of uitgeputte visserij, en het reactievermogen van bestaande strategieën voor visserijbeheer verminderen de negatieve gevolgen van de klimaatverandering voor de visserij, met voordelen voor regionale economieën en bestaansmiddelen (gemiddeld vertrouwen). Ecosysteemgebaseerd beheer in de visserij en aquacultuur ondersteunt de voedselzekerheid, de biodiversiteit, de menselijke gezondheid en het welzijn (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2; SROCC SPM C2.3, SROCC SPM C.2.4}

4.5.5. Gezondheid en voeding

De menselijke gezondheid zal profiteren van geïntegreerde mitigatie- en aanpassingsopties die gezondheid integreren in het voedsel-, infrastructuur-, socialebeschermings- en waterbeleid (zeer hoog vertrouwen). Evenwichtige en duurzame gezonde voeding¹⁵⁶ en minder voedselverlies en -verspilling bieden belangrijke kansen voor aanpassing en mitigatie en leveren tegelijkertijd aanzienlijke nevenvoordelen op op het gebied van biodiversiteit en menselijke gezondheid (hoog vertrouwen). Beleid op het gebied van volksgezondheid ter verbetering van de voeding, zoals het vergroten van de diversiteit van voedselbronnen bij overheidsopdrachten, ziektekostenverzekeringen, financiële stimulansen en bewustmakingscampagnes, kan mogelijk van invloed zijn op de vraag naar voedsel, het verminderen van voedselverspilling, het verlagen van de kosten voor de gezondheidszorg, het bijdragen aan lagere broeikasgasemissies en het vergroten van het aanpassingsvermogen (hoog vertrouwen). Betere toegang tot schone energiebronnen en -technologieën, en verschuivingen naar actieve mobiliteit (bv. lopen en fietsen) en openbaar vervoer kunnen sociaaleconomische, luchtkwaliteits- en gezondheidsvoordelen opleveren, met name voor vrouwen en kinderen (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2.11, WGII hoofdstukoverkoepelend vak GEZONDHEID; WGIII SPM C.2.2, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.9.1, WGIII SPM C.10.4, WGIII SPM D.1.3, WGIII Figuur SPM.6, WGIII Figuur SPM.8; SRCCL SPM B.6.2, SRCCL SPM B.6.3, SRCCL B.4.6, SRCCL SPM C.2.4}

Er bestaan doeltreffende aanpassingsopties om de gezondheid en het welzijn van de mens te helpen beschermen (hoog vertrouwen). Gezondheidsactieplannen met systemen voor vroegtijdige waarschuwing en respons zijn effectief voor extreme hitte (hoge betrouwbaarheid). Effectieve opties voor door water en voedsel overgedragen ziekten zijn onder meer het verbeteren van de toegang tot drinkwater, het verminderen van de blootstelling van water- en sanitaire

¹⁵⁶ Evenwichtige diëten verwijzen naar diëten met plantaardige voedingsmiddelen, zoals die op basis van grove granen, peulvruchten, fruit en groenten, noten en zaden, en dierlijk voedsel geproduceerd in veerkrachtige, duurzame en lage-GHG-emissiesystemen, zoals beschreven in SRCCL.

systemen aan overstromingen en extreme weersomstandigheden, en verbeterde systemen voor vroegtijdige waarschuwing (zeer hoge betrouwbaarheid). Voor door vectoren overgedragen ziekten omvatten effectieve aanpassingsopties surveillance, systemen voor vroegtijdige waarschuwing en vaccinontwikkeling (zeer hoge betrouwbaarheid). Effectieve aanpassingsopties om de risico's voor de geestelijke gezondheid in het kader van de klimaatverandering te verminderen, zijn onder meer het verbeteren van het toezicht op en de toegang tot geestelijke gezondheidszorg, en het monitoren van psychosociale gevolgen van extreme weersomstandigheden (hoog vertrouwen). Een belangrijk traject naar klimaatbestendigheid in de gezondheidssector is universele toegang tot gezondheidszorg (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.2.11, WGII 7.4.6}

4.5.6 Samenleving, bestaansmiddelen en economieën

Verbetering van de kennis over risico's en beschikbare aanpassingsopties bevordert maatschappelijke reacties, en door beleid, infrastructuur en technologie ondersteunde gedrags- en levensstijlveranderingen kunnen bijdragen tot een vermindering van de wereldwijde broeikasgasemissies (hoog vertrouwen). Klimaatgeletterdheid en informatie die wordt verstrekt via klimaatdiensten en gemeenschapsbenaderingen, met inbegrip van die welke worden geïnformeerd door inheemse kennis en lokale kennis, kunnen gedragsveranderingen en planning versnellen (hoog vertrouwen). Onderwijs- en voorlichtingsprogramma's, waarbij gebruik wordt gemaakt van kunst, participatieve modellering en burgerwetenschap, kunnen het bewustzijn bevorderen, de risicoperceptie verhogen en gedrag beïnvloeden (hoog vertrouwen). De manier waarop keuzes worden gepresenteerd, kan de invoering van sociaal-culturele opties met een lage broeikasgasintensiteit mogelijk maken, zoals verschuivingen naar evenwichtige, duurzame gezonde voeding, minder voedselverspilling en actieve mobiliteit (hoog vertrouwen). Bewuste etikettering, framing en communicatie van sociale normen kan het effect van mandaten, subsidies of belastingen vergroten (gemiddeld vertrouwen). {WGII SPM C.5.3, WGII TS.D.10.1; WGIII SPM C.10, WGIII SPM C.10.2, WGIII SPM C.10.3, WGIII SPM E.2.2, WGIII Figuur SPM.6, WGIII TS.6.1, 5.4; SR1.5 SPM D.5.6; SROCC SPM C.4}

Een reeks aanpassingsopties, zoals rampenrisicobeheer, systemen voor vroegtijdige waarschuwing, klimaatdiensten en benaderingen voor risicospreiding en -deling, zijn breed toepasbaar in alle sectoren en bieden in combinatie grotere voordelen op het gebied van risicovermindering (hoog vertrouwen). Klimaatdiensten die vraaggestuurd zijn en waarbij verschillende gebruikers en aanbieders betrokken zijn, kunnen de landbouwpraktijken verbeteren, zorgen voor een beter watergebruik en een betere efficiëntie, en veerkrachtige infrastructuurplanning mogelijk maken (hoog vertrouwen). Beleidsmixen die weers- en ziektekostenverzekeringen, sociale bescherming en adaptieve vangnetten, voorwaardelijke financiering en reservefondsen en universele toegang tot systemen voor vroegtijdige waarschuwing in combinatie met doeltreffende noodplannen omvatten, kunnen de kwetsbaarheid en blootstelling van menselijke systemen verminderen (hoog vertrouwen). De integratie van aanpassing aan de klimaatverandering in programma's voor sociale bescherming, met inbegrip van geldoverdrachten en programma's voor openbare werken, is zeer haalbaar en vergroot de weerbaarheid tegen klimaatverandering, met name wanneer deze wordt ondersteund door basisdiensten en -infrastructuur (hoog vertrouwen). Sociale vangnetten kunnen adaptieve capaciteiten opbouwen, sociaal-economische kwetsbaarheid verminderen en risico's in verband met gevaren verminderen (robuust bewijs, gemiddelde overeenstemming). {WGII SPM C.2.9, WGII SPM C.2.13, WGII Cross-Chapter Box FEASIB in hoofdstuk 18; SRCL SPM C.1.4, SRCL SPM D.1.2}

Het verminderen van toekomstige risico's van onvrijwillige migratie en ontheemding als gevolg van klimaatverandering is mogelijk door coöperatieve, internationale inspanningen om het institutionele aanpassingsvermogen en de duurzame ontwikkeling te versterken (hoog vertrouwen). Door het aanpassingsvermogen te vergroten, worden de risico's in verband met onvrijwillige migratie en immobiliteit tot een minimum beperkt en wordt de keuze voor migratiebeslissingen verbeterd, terwijl beleidsinterventies belemmeringen kunnen wegnemen en de alternatieven voor veilige, ordelijke en reguliere migratie kunnen uitbreiden, waardoor kwetsbare mensen zich aan de klimaatverandering kunnen aanpassen (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.2.12, WGII TS.D.8.6, WGII Cross-Chapter Box MIGRATE in Hoofdstuk 7}

Het versnellen van de inzet en follow-up door de particuliere sector wordt bijvoorbeeld bevorderd door businesscases op te bouwen voor aanpassings-, verantwoordings- en transparantiemechanismen, en door de vooruitgang op het gebied van aanpassing te monitoren en te evalueren (gemiddeld vertrouwen). Geïntegreerde trajecten voor het beheer van klimaatrisico's zullen het meest geschikt zijn wanneer de zogenoemde "low-regret" anticiperende opties tijdig in alle sectoren gezamenlijk worden vastgesteld en haalbaar en doeltreffend zijn in hun lokale context, en wanneer trajectafhankelijkheden en wanaanpassingen tussen sectoren worden vermeden (hoog vertrouwen). Aanhoudende aanpassingsmaatregelen worden versterkt door aanpassing te mainstreamen in institutionele begrotings- en beleidsplanningscycli, statutaire plannings-, monitoring- en evaluatiekaders en in herstelinspanningen na rampen (hoog vertrouwen). Instrumenten die aanpassing omvatten, zoals beleids- en rechtskaders, gedragsstimulansen en economische instrumenten om marktfalen aan te pakken, zoals openbaarmaking van klimaatrisico's, inclusieve en overlegprocessen, versterken de aanpassingsmaatregelen van publieke en private actoren (gemiddeld vertrouwen). {WGII SPM C.5.1, WGII SPM C.5.2, WGII TS.D.10.4}

4.6 Co-voordelen van adaptatie en mitigatie voor duurzame-ontwikkelingsdoelstellingen

Maatregelen op het gebied van mitigatie en aanpassing hebben meer synergieën dan afwegingen met de duurzameontwikkelingsdoelstellingen (SDG's). Synergieën en afwegingen zijn afhankelijk van de context en de omvang van de uitvoering. Potentiële compromissen kunnen worden gecompenseerd of vermeden met aanvullend beleid, investeringen en financiële partnerschappen. (hoog vertrouwen)

Veel mitigatie- en aanpassingsmaatregelen hebben meerdere synergieën met de duurzameontwikkelingsdoelstellingen (SDG's), maar sommige maatregelen kunnen ook compromissen opleveren. Potentiële synergieën met SDG's overtreffen potentiële compromissen. Synergieën en afwegingen zijn contextspecifiek en afhankelijk van: middelen en schaal van uitvoering, intra- en intersectorale interacties, samenwerking tussen landen en regio's, de volgorde, timing en strengheid van acties, governance en beleidsontwerp. Het uitbannen van extreme armoede, energiearmoede en het bieden van een fatsoenlijke levensstandaard aan iedereen, in overeenstemming met de doelstellingen voor duurzame ontwikkeling op korte termijn, kan worden bereikt zonder een aanzienlijke wereldwijde emissiegroei. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.2.3, WGII Figuur SPM.4b; WGIII SPM B.3.3, WGIII SPM C.9.2, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.1.4, WGIII Figuur SPM.8} (figuur 4.5)

Verschillende mitigatie- en aanpassingsopties kunnen synergieën op korte termijn benutten en trade-offs verminderen om duurzame ontwikkeling in energie-, stedelijke en landsystemen te bevorderen (figuur 4.5) (hoog vertrouwen). Systemen voor schone energievoorziening hebben meerdere nevenvoordelen, waaronder verbeteringen van de luchtkwaliteit en de gezondheid. Actieplannen voor warmtegezondheid die systemen voor vroegtijdige waarschuwing en respons omvatten, benaderingen die gezondheid mainstreamen in voedsel, bestaansmiddelen, sociale bescherming, water en sanitaire voorzieningen komen de gezondheid en het welzijn ten goede. Er zijn potentiële synergieën tussen meerdere duurzameontwikkelingsdoelstellingen en duurzaam landgebruik en stedelijke planning met meer groene ruimten, minder luchtverontreiniging en mitigatie aan de vraagzijde, waaronder verschuivingen naar evenwichtige, duurzame gezonde voeding. Elektrificatie in combinatie met energie met een lage GHG en verschuivingen naar openbaar vervoer kunnen de gezondheid en de werkgelegenheid verbeteren en kunnen bijdragen tot energiezekerheid en billijkheid. Instandhouding, bescherming en herstel van terrestrische, zoetwater-, kust- en oceaanecosystemen, samen met gericht beheer om zich aan te passen aan onvermijdelijke gevolgen van klimaatverandering, kunnen meerdere extra voordelen opleveren, zoals productiviteit van de landbouw, voedselzekerheid en behoud van de biodiversiteit. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.1.1, WGII C.2.4, WGII SPM D.1, WGII Figuur SPM.4, WGII Cross-Chapter Box GEZONDHEID in hoofdstuk 17, WGII Cross-Chapter Box FEASIB in hoofdstuk 18; WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM D.1.3, WGIII SPM D.2, WGIII Figuur SPM.8; SRCCL SPM B.4.6}

Bij de gezamenlijke uitvoering van mitigatie en adaptatie, en rekening houdend met afwegingen, kunnen meerdere nevenvoordelen en synergieën voor het menselijk welzijn en de gezondheid van ecosystemen en planeten worden gerealiseerd (hoog vertrouwen). Er is een sterk verband tussen duurzame ontwikkeling, kwetsbaarheid en klimaatrisico's. Sociale vangnetten die de aanpassing aan de klimaatverandering ondersteunen, hebben sterke nevenvoordelen ten opzichte van ontwikkelingsdoelstellingen zoals onderwijs, armoedebestrijding, genderintegratie en voedselzekerheid. Landherstel draagt bij tot mitigatie en aanpassing met synergieën via verbeterde ecosysteemdiensten en met economisch positieve opbrengsten en nevenvoordelen voor armoedebestrijding en betere bestaansmiddelen. Trade-offs kunnen worden geëvalueerd en tot een minimum worden beperkt door de nadruk te leggen op capaciteitsopbouw, financiering, technologieoverdracht en investeringen; governance, ontwikkeling, contextspecifieke gendergerelateerde en andere overwegingen inzake sociale rechtvaardigheid met zinvolle participatie van inheemse volkeren, lokale gemeenschappen en kwetsbare bevolkingsgroepen. (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.2.9, WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.5.2, hoofdstuk 18 over gender; WGIII SPM C.9.2, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.1.4, WGIII SPM D.2; SRCCL SPM D.2.2, SRCCL TS.4}

Bij de contextrelevante opzet en uitvoering moet rekening worden gehouden met de behoeften van mensen, biodiversiteit en andere dimensies van duurzame ontwikkeling (zeer groot vertrouwen). Landen in alle stadia van economische ontwikkeling streven ernaar het welzijn van mensen te verbeteren, en hun ontwikkelingsprioriteiten weerspiegelen verschillende uitgangspunten en contexten. Verschillende contexten omvatten, maar zijn niet beperkt tot, sociale, economische, ecologische, culturele of politieke omstandigheden, middelenbevoorrading, capaciteiten, internationale omgeving en eerdere ontwikkeling. n regio's die sterk afhankelijk zijn van fossiele brandstoffen voor onder meer het genereren van inkomsten en werkgelegenheid, het beperken van risico's voor duurzame ontwikkeling vereist beleid dat de diversificatie van de economische en energiesector bevordert en overwegingen van beginselen, processen en praktijken voor een rechtvaardige transitie (hoog vertrouwen). Voor individuen en huishoudens in laaggelegen kustgebieden, op kleine eilanden, en kleine boeren kan de overgang van incrementele naar transformationele aanpassing helpen om zachte aanpassingslimieten te overwinnen (hoog vertrouwen). Effectief bestuur is nodig om de afwegingen van sommige mitigatieopties, zoals grootschalige bebossing en bio-energieopties, te beperken vanwege de risico's van de uitrol ervan voor voedselsystemen, biodiversiteit, andere ecosysteemfuncties en -diensten en bestaansmiddelen (hoog vertrouwen). Doeltreffend bestuur vereist adequate institutionele capaciteit op alle niveaus

(hoog vertrouwen). {WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.3.1, WGII SPM C.3.4; WGIII SPM D.1.3, WGIII SPM E.4.2; SR1.5 SPM C.3.4, SR1.5 SPM C.3.5, SR1.5 SPM Figuur SPM.4, SR1.5 SPM D.4.3, SR1.5 SPM D.4.4}

Aanpassings- en mitigatiemaatregelen op korte termijn hebben meer synergieën dan afwegingen met de duurzame ontwikkelingsdoelstellingen (SDG's).

Synergieën, afwegingen en trade-offs in fysiek klimaat en transitie



Figuur 4.5: Potentiële synergieën en wisselwerkingen tussen de portefeuille van opties voor mitigatie van en aanpassing aan klimaatverandering en de duurzameontwikkelingsdoelstellingen (SDG's).

Dit cijfer bevat een samenvatting op hoog niveau van potentiële synergieën en afwegingen die zijn beoordeeld in WGII-figuur SPM.4b en WGIII-figuur SPM.8, op basis van de kwalitatieve en kwantitatieve beoordeling van elke individuele mitigatie of optie. De SDG's dienen als analytisch kader voor de beoordeling van verschillende dimensies van duurzame ontwikkeling, die verder reiken dan het tijdsbestek van de SDG-doelstellingen voor 2030. Synergieën en afwegingen tussen alle afzonderlijke opties binnen een sector/systeem worden samengevoegd tot sector/systeempotentieel voor de gehele mitigatie- of adaptatieportefeuille. De lengte van elke balk vertegenwoordigt het totale aantal mitigatie- of aanpassingsopties in elk systeem/sector. Het aantal aanpassings- en mitigatieopties verschilt per systeem/sector en is genormaliseerd tot 100 %, zodat staven vergelijkbaar zijn voor mitigatie, adaptatie, systeem/sector en SDG's. Positieve links in WGII-figuur SPM.4b en WGIII-figuur SPM.8 worden geteld en geaggregeerd om het percentage synergieën te genereren, hier weergegeven door het blauwe aandeel binnen de balken. Negatieve links in WGII-figuur SPM.4b en WGIII-figuur SPM.8 worden geteld en geaggregeerd om het procentuele aandeel van trade-offs te genereren en worden weergegeven door oranje verhouding binnen de balken. "Beide synergieën en trade-offs" in WGII-figuur SPM.4b WGIII-figuur SPM.8 worden geteld en geaggregeerd om het procentuele aandeel van "zowel synergieën als trade-offs" te genereren, vertegenwoordigd door het gestreepte aandeel binnen de balken. Het "witte" aandeel binnen de balk duidt op beperkt bewijs/geen bewijs/niet beoordeeld. Energiesystemen omvatten alle in WGIII-figuur SPM.8 en WGII-figuur SPM.4b vermelde mitigatieopties voor aanpassing. Stedelijke en infrastructuur omvat alle in WGIII-figuur SPM.8 vermelde mitigatieopties in het kader van stedelijke systemen, gebouwen en vervoers- en aanpassingsopties in WGII-figuur SPM.4b in het kader van stedelijke en infrastructuursystemen. Landsysteem omvat mitigatieopties die zijn opgenomen in WGIII-figuur SPM.8 onder AFOLU en aanpassingsopties die zijn opgenomen in WGII-figuur SPM.4b onder land- en oceaansystemen: bosgebaseerde aanpassing, boslandbouw, biodiversiteitsbeheer en ecosysteemconnectiviteit, verbeterd akkerlandbeheer, efficiënt veebeheer, efficiënt watergebruik en beheer van watervoorraden. Oceaanecosystemen omvatten aanpassingsopties die zijn opgenomen in WGII-figuur SPM.4b in het kader van land- en oceaansystemen: kustverdediging en -verharding, geïntegreerd beheer van kustgebieden en duurzame aquacultuur en visserij. Maatschappij, levensonderhoud en economieën omvatten aanpassingsopties die zijn opgenomen in WGII-figuur SPM.4b onder sectoroverschrijdend; De industrie omvat alle in figuur SPM.8 van WGIII onder Industrie vermelde mitigatieopties. SDG 13 (klimaatactie) wordt niet vermeld omdat mitigatie/adaptatie wordt overwogen in termen van interactie met SDG's en niet omgekeerd (SPM SR1.5 Figuur SPM.4 onderschrift). De balken geven de sterkte van de verbinding aan en houden geen rekening met de sterkte van de impact op de SDG's. De synergieën en afwegingen verschillen afhankelijk van de context en de omvang van de uitvoering. De omvang van de uitvoering is met name van belang wanneer er concurrentie is om schaarse middelen. Omwille van de uniformiteit rapporteren we de betrouwbaarheidsniveaus niet omdat er een kenniskloof is in de relatie tussen aanpassingsopties en SDG's en hun betrouwbaarheidsniveau, zoals blijkt uit figuur SPM.4b van WGII. {WGII-figuur SPM.4b; WGIII Figuur SPM.8}

4.7 Governance en beleid voor klimaatactie op korte termijn

Doeltreffende klimaatactie vereist politieke inzet, goed op elkaar afgestemde multilevel governance en institutionele kaders, wetten, beleidsmaatregelen en strategieën. Er zijn duidelijke doelstellingen, adequate financierings- en financieringsinstrumenten, coördinatie op meerdere beleidsterreinen en inclusieve bestuursprocessen nodig. Veel beleidsinstrumenten voor mitigatie en adaptatie zijn met succes ingezet en kunnen diepe emissiereducties en klimaatbestendigheid ondersteunen als ze worden opgeschaald en op grote schaal worden toegepast, afhankelijk van de nationale omstandigheden. Aanpassings- en mitigatiemaatregelen zijn gebaat bij het gebruik van uiteenlopende kennis. (hoog vertrouwen)

Doeltreffende klimaatgovernance maakt mitigatie en adaptatie mogelijk door algemene richting te geven op basis van nationale omstandigheden, streefcijfers en prioriteiten vast te stellen, klimaatactie te mainstreamen op alle beleidsterreinen en niveaus, op basis van nationale omstandigheden en in het kader van internationale samenwerking. Doeltreffende governance verbetert de monitoring en evaluatie en de rechtszekerheid, waarbij prioriteit wordt gegeven aan inclusieve, transparante en billijke besluitvorming, en verbetert de toegang tot financiering en technologie (hoog vertrouwen). Deze functies kunnen worden bevorderd door klimaatrelevante wetten en plannen, die in aantal toenemen in alle sectoren en regio's, waardoor mitigatieresultaten en aanpassingsvoordelen worden bevorderd (hoog vertrouwen). Klimaatwetten zijn in aantal toegenomen en hebben bijgedragen tot mitigatie- en adaptatieresultaten (gemiddeld vertrouwen). {WGII SPM C.5, WGII SPM C.5.1, WGII SPM C.5.4, WGII SPM C.5.6; WGIII SPM B.5.2, WGIII SPM E.3.1}

Doeltreffende gemeentelijke, nationale en subnationale klimaatinstellingen, zoals deskundige en coördinerende organen, maken gecoproduceerde, multischaalbesluitprocessen mogelijk, bouwen consensus voor actie tussen verschillende belangen en informeren de strategische instellingen (hoog vertrouwen). Dit vereist voldoende institutionele capaciteit op alle niveaus (hoog vertrouwen). Kwetsbaarheden en klimaatrisico's worden vaak verminderd door zorgvuldig ontworpen en geïmplementeerde wetten, beleid, participatieve processen en interventies die contextspecifieke ongelijkheden aanpakken, zoals op basis van geslacht, etniciteit, handicap, leeftijd, locatie en inkomen (hoog vertrouwen). Beleidsondersteuning wordt beïnvloed door inheemse volkeren, bedrijven en actoren in het maatschappelijk middenveld, waaronder jongeren, arbeid, media en lokale gemeenschappen, en de doeltreffendheid wordt versterkt door partnerschappen tussen veel verschillende groepen in de samenleving (hoog vertrouwen). Klimaatgerelateerde geschillen nemen toe, met een groot aantal zaken in sommige ontwikkelde landen en met een veel kleiner aantal in sommige ontwikkelingslanden, en hebben in sommige gevallen de uitkomst en ambitie van klimaatgovernance beïnvloed (gemiddeld vertrouwen). {WGII SPM C.2.6, WGII SPM C.5.2, WGII SPM C.5.5, WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.3.1; WGIII SPM E.3.2, WGIII SPM E.3.3}

Doeltreffende klimaatgovernance wordt mogelijk gemaakt door inclusieve besluitvormingsprocessen, toewijzing van passende middelen en institutionele toetsing, monitoring en evaluatie (hoog vertrouwen). Multilevel, hybride en sectoroverschrijdende governance vergemakkelijkt de passende afweging van nevenvoordelen en afwegingen, met

name in landsectoren waar de besluitvormingsprocessen variëren van landbouwbedrijfsniveau tot nationale schaal (hoog vertrouwen). Het overwegen van klimaatrechtvaardigheid kan helpen bij het vergemakkelijken van het verschuiven van ontwikkelingstrajecten naar duurzaamheid. {WGII SPM C.5.5, WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2; SRCCL SPM C.3, SRCCL TS.1}

Door gebruik te maken van diverse kennis en partnerschappen, onder meer met vrouwen, jongeren, inheemse volkeren, lokale gemeenschappen en etnische minderheden, kan een klimaatbestendige ontwikkeling worden bevorderd en zijn lokaal passende en sociaal aanvaardbare oplossingen mogelijk gemaakt (hoog vertrouwen). {WGII SPM D.2, D.2.1}

Veel regelgevende en economische instrumenten zijn al met succes ingezet. Deze instrumenten kunnen diepe emissiereducties ondersteunen als ze worden opgeschaald en breder worden toegepast. Praktische ervaring heeft geleid tot het ontwerp van instrumenten en heeft bijgedragen tot de verbetering van de voorspelbaarheid, de doeltreffendheid van het milieu, de economische efficiëntie en de billijkheid. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM E.4; WGIII SPM E.4.2}

Het opschalen en verbeteren van het gebruik van regelgevingsinstrumenten, in overeenstemming met de nationale omstandigheden, kan de mitigatieresultaten in sectorale toepassingen verbeteren (hoog vertrouwen), en regelgevingsinstrumenten die flexibiliteitsmechanismen omvatten, kunnen de kosten van emissiereductie verlagen (middelhoog vertrouwen). {WGII SPM C.5.4; WGIII SPM E.4.1}

Wanneer koolstofbeprijzingsinstrumenten ten uitvoer worden gelegd, hebben zij goedkope emissiereductiemaatregelen gestimuleerd, maar zijn zij op zichzelf en tegen de geldende prijzen tijdens de beoordelingsperiode minder doeltreffend geweest om maatregelen met hogere kosten te bevorderen die nodig zijn voor verdere reducties (gemiddeld vertrouwen). Inkomsten uit koolstofbelastingen of emissiehandel kunnen worden gebruikt voor eigenvermogens- en distributiedoelstellingen, bijvoorbeeld om huishoudens met een laag inkomen te ondersteunen, naast andere benaderingen (hoog vertrouwen). Er is geen consistent bewijs dat de huidige regelingen voor de handel in emissierechten tot aanzienlijke emissielekkage hebben geleid (gemiddeld vertrouwen). {WGIII SPM E4.2, WGIII SPM E.4.6}

Het schrappen van subsidies voor fossiele brandstoffen zou de emissies verminderen, de overheidsinkomsten en de macro-economische prestaties verbeteren en andere voordelen op het gebied van milieu en duurzame ontwikkeling opleveren, zoals betere overheidsinkomsten, macro-economische en duurzaamheidsprestaties; De afschaffing van subsidies kan negatieve verdelingseffecten hebben, met name voor de economisch meest kwetsbare groepen, die in sommige gevallen kunnen worden beperkt door maatregelen zoals de herverdeling van bespaarde inkomsten, en die afhankelijk zijn van nationale omstandigheden (hoog vertrouwen). Volgens verschillende studies zal de verwijdering van subsidies voor fossiele brandstoffen de wereldwijde CO₂-emissies met 1-4 % en de broeikasgasemissies met maximaal 10 % verminderen tegen 2030, variërend van regio tot regio (gemiddeld vertrouwen). {WGIII SPM E.4.2}

Nationaal beleid ter ondersteuning van technologische ontwikkeling en deelname aan internationale markten voor emissiereductie kan positieve overloopeffecten hebben voor andere landen (gemiddeld vertrouwen), hoewel een verminderde vraag naar fossiele brandstoffen als gevolg van het klimaatbeleid kan leiden tot kosten voor exporterende landen (hoog vertrouwen). Pakketten voor de hele economie kunnen economische doelstellingen op korte termijn verwezenlijken en tegelijkertijd de emissies verminderen en de ontwikkelingstrajecten verschuiven naar duurzaamheid (gemiddeld vertrouwen). Voorbeelden zijn vastleggingen voor overheidsuitgaven; prijshervormingen; en investeringen in onderwijs en opleiding, O&O en infrastructuur (hoog vertrouwen). Doeltreffende beleidspakketten zouden veelomvattend zijn, gebaseerd op een duidelijke visie op verandering, evenwichtig over de doelstellingen heen, afgestemd op specifieke technologie- en systeembehoefte, consistent qua ontwerp en afgestemd op nationale omstandigheden (hoog vertrouwen). {WGIII SPM E4.4, WGIII SPM 4.5, WGIII SPM 4.6}

4.8 Versterking van de respons: Financiën, internationale samenwerking en technologie

Financiering, internationale samenwerking en technologie zijn cruciale factoren voor versnelde klimaatactie. Om de klimaatdoelstellingen te bereiken, zou de financiering van zowel aanpassing als mitigatie vele malen moeten worden verhoogd. Er is voldoende mondiaal kapitaal om de wereldwijde investeringskloven te dichten, maar er zijn belemmeringen om kapitaal te heroriënteren naar klimaatactie. Belemmeringen omvatten institutionele, regelgevende en markttoegangsbelemmeringen, die kunnen worden verminderd om tegemoet te komen aan de behoeften en kansen, de economische kwetsbaarheid en de schuldenlast in veel ontwikkelingslanden. Versterking van de internationale samenwerking is mogelijk via meerdere kanalen. Het verbeteren van technologische innovatiesystemen is van cruciaal belang om de wijdverbreide invoering van technologieën en praktijken te versnellen. (hoog vertrouwen)

4.8.1. Financiering voor mitigatie- en aanpassingsacties

Een betere beschikbaarheid van en toegang tot financiering¹⁵⁷ zal versnelde klimaatactie mogelijk maken (zeer groot vertrouwen). Het aanpakken van behoeften en lacunes en het verbreden van de billijke toegang tot binnenlandse en internationale financiering kunnen, in combinatie met andere ondersteunende acties, als katalysator fungeren voor het versnellen van mitigatie en het verschuiven van ontwikkelingstrajecten (hoog vertrouwen). Klimaatbestendige ontwikkeling wordt mogelijk gemaakt door meer internationale samenwerking, waaronder betere toegang tot financiële middelen, met name voor kwetsbare regio's, sectoren en groepen, en inclusief bestuur en gecoördineerd beleid (hoog vertrouwen). Versnelde internationale financiële samenwerking is van cruciaal belang voor transitie met een lage GHG en rechtvaardige transitie, en kan ongelijkheden bij de toegang tot financiering en de kosten van en de kwetsbaarheid voor de gevolgen van klimaatverandering aanpakken (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5, WGII SPM C.5.4, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2, WGII SPM D.5, WGII SPM D.5.2; WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM B.5, WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.7.3, WGIII SPM C.8.5, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM E.2.3, WGIII SPM E.3.1, WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.1, WGIII SPM E.5.2, WGIII SPM E.5.3, WGIII SPM E.5.4, WGIII SPM E.6.2}

Zowel de aanpassings- als de mitigatiefinanciering moeten vele malen worden verhoogd om de toenemende klimaatrisico's aan te pakken en de investeringen in emissiereductie te versnellen (hoog vertrouwen). Meer financiering zou zachte grenzen aan aanpassing en toenemende klimaatrisico's aanpakken en tegelijkertijd een aantal daarmee samenhangende verliezen en schade voorkomen, met name in kwetsbare ontwikkelingslanden (hoog vertrouwen). Een betere mobilisatie van en toegang tot financiering, in combinatie met capaciteitsopbouw, zijn van essentieel belang voor de uitvoering van aanpassingsmaatregelen en om de aanpassingskloof te verkleinen gezien de toenemende risico's en kosten, met name voor de meest kwetsbare groepen, regio's en sectoren (hoog vertrouwen). Overheidsfinanciën zijn een belangrijke factor voor aanpassing en mitigatie en kunnen ook particuliere financiering aantrekken (hoog vertrouwen). Aanpassingsfinanciering komt voornamelijk uit publieke bronnen, en publieke mechanismen en financiering kunnen een hefboomeffect hebben op de financiering van de particuliere sector door reële en waargenomen belemmeringen op het gebied van regelgeving, kosten en markt aan te pakken, bijvoorbeeld via publiek-private partnerschappen (hoog vertrouwen). Financiële en technologische middelen maken een doeltreffende en voortdurende uitvoering van de aanpassing mogelijk, met name wanneer zij worden ondersteund door instellingen met een sterk inzicht in de aanpassingsbehoeften en -capaciteit (hoog vertrouwen). De gemiddelde jaarlijkse gemodelleerde mitigatie-investeringsvereisten voor 2020 tot 2030 in scenario's die de opwarming beperken tot 2 °C of 1,5 °C zijn een factor drie tot zes groter dan de huidige niveaus, en de totale mitigatie-investeringen (publiek, privaat, binnenlands en internationaal) zouden in alle sectoren en regio's moeten toenemen (gemiddeld vertrouwen). Zelfs als uitgebreide wereldwijde mitigatie-inspanningen worden uitgevoerd, zal er een grote behoefte zijn aan financiële, technische en personele middelen voor aanpassing (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.2.11, WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.3.5, WGII SPM C.5, WGII SPM C.5.4, WGII SPM D.1, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.1.2, WGII SPM C.5.4; WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.1, WGIII 15.2} (afdeling 2.3.2, 2.3.3, 4.4, figuur 4.6)

Gezien de omvang van het mondiale financiële stelsel is er voldoende mondiaal kapitaal en liquiditeit om de mondiale investeringskloven te dichten, maar er zijn belemmeringen om kapitaal om te buigen naar klimaatactie, zowel binnen als buiten de mondiale financiële sector en in de context van economische kwetsbaarheden en schuldenlast waarmee veel ontwikkelingslanden worden geconfronteerd (hoog vertrouwen). Voor verschuivingen in particuliere financiering omvatten de opties een betere beoordeling van klimaatgerelateerde risico's en investeringsmogelijkheden binnen het financiële stelsel, het verminderen van sectorale en regionale discrepanties tussen beschikbare kapitaal- en investeringsbehoeften, het verbeteren van de risico-rendementsprofielen van klimaatinvesteringen en het ontwikkelen van institutionele capaciteiten en lokale kapitaalmarkten. Macro-economische belemmeringen zijn onder meer de schuldenlast en de

¹⁵⁷ Financiering kan afkomstig zijn uit verschillende bronnen, afzonderlijk of in combinatie: openbare of particuliere, lokale, nationale of internationale, bilaterale of multilaterale en alternatieve bronnen (bv. filantropische, koolstofcompensaties). Het kan gaan om subsidies, technische bijstand, (concessionele en niet-concessionele) leningen, obligaties, aandelen, risicoverzekeringen en financiële garanties (van verschillende aard).

economische kwetsbaarheid van ontwikkelingslanden. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.5.4; WGIII SPM E.4.2, WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.2, WGIII SPM E.5.3}

Het opschalen van de geldstromen vereist duidelijke signalen van overheden en de internationale gemeenschap (hoog vertrouwen). Gevolgde financiële stromen blijven achter bij de niveaus die nodig zijn voor aanpassing en het bereiken van mitigatiedoelstellingen in alle sectoren en regio's (hoog vertrouwen). Deze lacunes creëren veel kansen en de uitdaging om lacunes te dichten is het grootst in ontwikkelingslanden (hoog vertrouwen). Dit omvat een sterkere afstemming van de overheidsfinanciën, het verminderen van reële en waargenomen regelgevings-, kosten- en marktbelemmeringen, en hogere niveaus van overheidsfinanciën om de risico's in verband met emissiearme investeringen te verminderen. Risico's vooraf ontmoedigen economisch gezonde koolstofarme projecten en de ontwikkeling van lokale kapitaalmarkten is een optie. Beleggers, financiële intermediairs, centrale banken en financiële regelgevers kunnen de systemische onderwaardering van klimaatgerelateerde risico's verschuiven. Een robuuste etikettering van obligaties en transparantie zijn nodig om spaarders aan te trekken. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.5.4; WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM E.4, WGIII SPM E.5.4, WGIII 15.2, WGIII 15.6.1, WGIII 15.6.2, WGIII 15.6.7}

De grootste tekorten en kansen op het gebied van klimaatfinanciering liggen in ontwikkelingslanden (hoog vertrouwen). Versnelde steun van ontwikkelde landen en multilaterale instellingen is van cruciaal belang om mitigatie- en aanpassingsmaatregelen te verbeteren en kan ongelijkheden in de financiering aanpakken, met inbegrip van de kosten, voorwaarden en economische kwetsbaarheid voor klimaatverandering. Opgeschaalde overheidssubsidies voor mitigatie- en adaptatiefinanciering voor kwetsbare regio's, bijvoorbeeld in Afrika bezuiden de Sahara, zouden kosteneffectief zijn en een hoog sociaal rendement opleveren in termen van toegang tot basisenergie. Opties voor het opschalen van mitigatie en adaptatie in ontwikkelingsregio's zijn onder meer: meer overheidsfinanciering en door de overheid gemobiliseerde particuliere financieringsstromen van ontwikkelde naar ontwikkelingslanden in het kader van de doelstelling van de Overeenkomst van Parijs van 100 miljard USD per jaar; meer gebruik te maken van overheidsgaranties om risico's te beperken en particuliere stromen tegen lagere kosten aan te trekken; ontwikkeling van de lokale kapitaalmarkten; en het opbouwen van meer vertrouwen in internationale samenwerkingsprocessen. Een gecoördineerde inspanning om het herstel na de pandemie op lange termijn houdbaar te maken door middel van meer financieringsstromen in dit decennium kan de klimaatactie versnellen, onder meer in ontwikkelingslanden met hoge schuldkosten, schuldenproblemen en macro-economische onzekerheid. (hoge betrouwbaarheid) {WGII SPM C.5.2, WGII SPM C.5.4, WGII SPM C.6.5, WGII SPM D.2, WGII TS.D.10.2; WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.3, WGIII TS.6.4, WGIII Box TS.1, WGIII 15.2, WGIII 15.6}

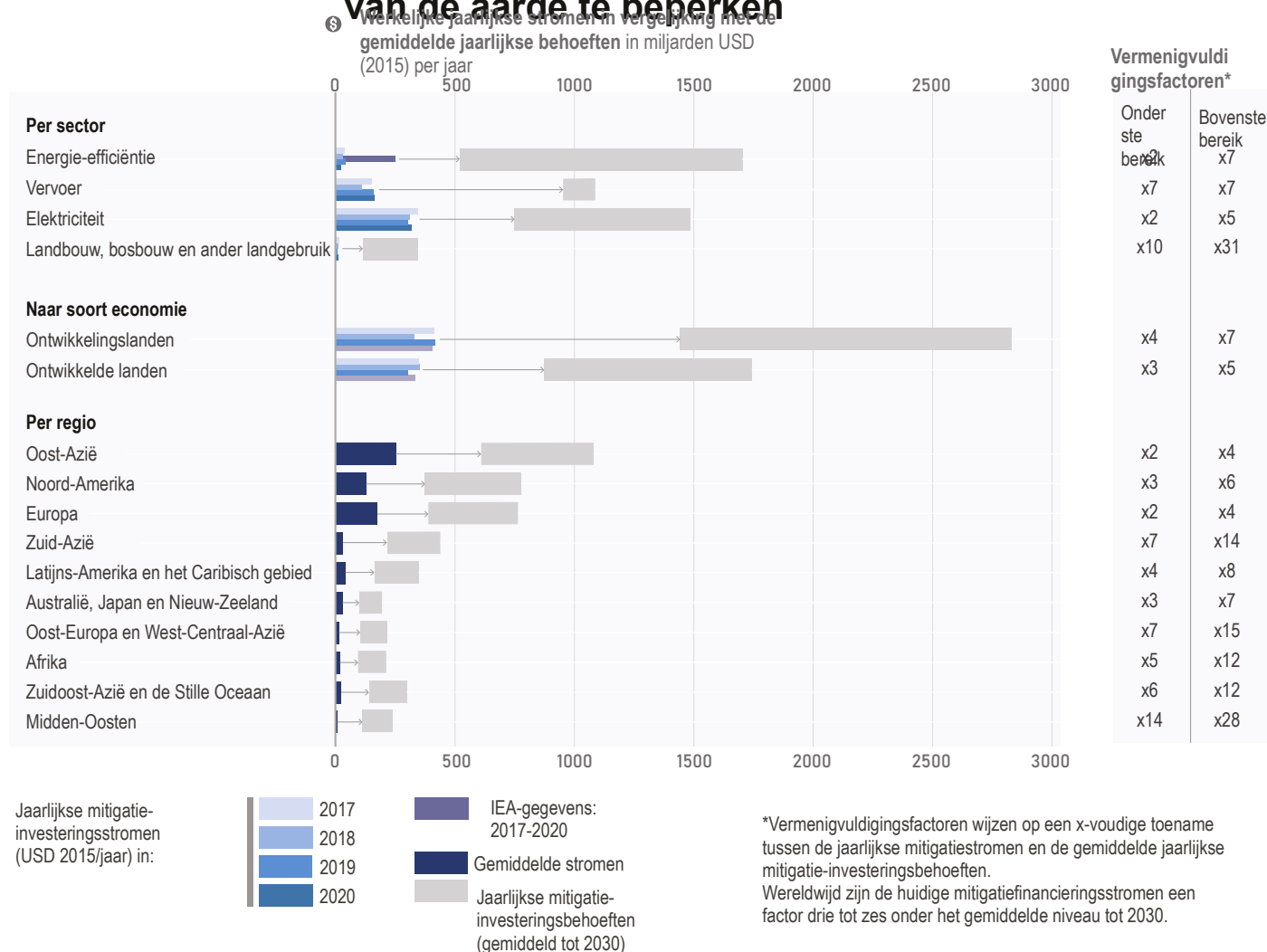
4.8.2. Internationale samenwerking en coördinatie

Internationale samenwerking is van cruciaal belang om ambitieuze doelstellingen inzake mitigatie van de klimaatverandering en klimaatbestendige ontwikkeling te verwezenlijken (hoog vertrouwen). Klimaatbestendige ontwikkeling wordt mogelijk gemaakt door meer internationale samenwerking, waaronder het mobiliseren en verbeteren van de toegang tot financiering, met name voor ontwikkelingslanden, kwetsbare regio's, sectoren en groepen, en het afstemmen van de financieringsstromen voor klimaatactie op het ambitieniveau en de financieringsbehoeften (hoog vertrouwen). Hoewel overeengekomen processen en doelstellingen, zoals die in het UNFCCC, het Protocol van Kyoto en de Overeenkomst van Parijs, helpen (punt 2.2.1), zal internationale steun voor financiële, technologische en capaciteitsopbouw aan ontwikkelingslanden een grotere uitvoering en ambitieuzere acties mogelijk maken (gemiddeld vertrouwen). Door billijkheid en klimaatrechtvaardigheid te integreren, kan nationaal en internationaal beleid bijdragen tot het vergemakkelijken van het verschuiven van ontwikkelingstrajecten naar duurzaamheid, met name door kwetsbare regio's, sectoren en gemeenschappen te mobiliseren en de toegang tot financiering te verbeteren (hoog vertrouwen). Internationale samenwerking en coördinatie, met inbegrip van gecombineerde beleidspakketten, kunnen bijzonder belangrijk zijn voor duurzaamheidstransities in emissie-intensieve en sterk verhandelde grondstoffenindustrieën die blootstaan aan internationale concurrentie (hoog vertrouwen). De overgrote meerderheid van de emissiemodelleringsstudies gaat uit van aanzienlijke internationale samenwerking om geldstromen veilig te stellen en ongelijkheids- en armoedekwesties aan te pakken in trajecten die de opwarming van de aarde beperken. De gemodelleerde effecten van mitigatie op het bbp verschillen sterk van regio tot regio, met name afhankelijk van de economische structuur, de regionale emissiereducties, de beleidsvorming en het niveau van internationale samenwerking (hoog vertrouwen). Vertraagde mondiale samenwerking leidt tot hogere beleidskosten voor alle regio's (hoog vertrouwen). {WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.1, WGII SPM D.5.2; WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM C5.4, WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM E.6, WGIII SPM E.6.1, WGIII E.5.4, WGIII TS.4.2, WGIII TS.6.2; SR1.5 SPM D.6.3, SR1.5 SPM D.7, SR1.5 SPM D.7.3}

Het grensoverschrijdende karakter van veel risico's op het gebied van klimaatverandering (bv. voor toeleveringsketens, markten en natuurlijke hulpbronnenstromen in voedsel, visserij, energie en water, en potentieel voor conflicten) vergroot de behoefte aan klimaatgeïnformeerd grensoverschrijdend beheer, samenwerking, reacties en oplossingen door middel van multinationale of regionale bestuursprocessen (hoog vertrouwen). Multilaterale governance-inspanningen kunnen helpen om betwiste belangen, wereldvisies en waarden over de aanpak van klimaatverandering met elkaar te verzoenen. Internationale milieu- en sectorale overeenkomsten en initiatieven kunnen in sommige gevallen bijdragen tot het stimuleren van lage investeringen in broeikasgassen en het verminderen van emissies (zoals ozonafbraak,

grensoverschrijdende luchtverontreiniging en atmosferische emissies van kwik). Verbeteringen van de nationale en internationale bestuursstructuren zouden het verder mogelijk maken de scheepvaart en de luchtvaart koolstofvrij te maken door de uitrol van emissiearme brandstoffen, bijvoorbeeld door strengere normen voor efficiëntie en koolstofintensiteit. Transnationale partnerschappen kunnen ook de ontwikkeling van beleid, de verspreiding van emissiearme technologie, emissiereducties en aanpassing stimuleren door subnationale en andere actoren, waaronder steden, regio's, niet-gouvernementele organisaties en entiteiten uit de particuliere sector, met elkaar te verbinden en door de interactie tussen overheids- en niet-overheidsactoren te verbeteren, hoewel er onzekerheid blijft bestaan over de kosten, haalbaarheid en doeltreffendheid ervan. Internationale milieu- en sectorale overeenkomsten, instellingen en initiatieven helpen, en kunnen in sommige gevallen helpen, investeringen in lage broeikasgasemissies te stimuleren en emissies te verminderen. (gemiddelde betrouwbaarheid) {WGII SPM B.5.3, WGII SPM C.5.6, WGII TS.E.5.4, WGII TS.E.5.5; WGIII SPM C.8.4, WGIII SPM E.6.3, WGIII SPM E.6.4, WGIII SPM E.6.4, WGIII TS.5.3}

Hogere mitigatie-investeringsstromen nodig voor alle sectoren en regio's om de opwarming van de aarde te beperken



Figuur 4.6: Uitsplitsing van de gemiddelde mitigatie-investeringsstromen en investeringsbehoeften tot 2030 (miljard USD).

Mitigatie van investeringsstromen en investeringsbehoeften per sector (energie-efficiëntie, vervoer, elektriciteit en landbouw, bosbouw en ander landgebruik), per soort economie en per regio (zie WGIII bijlage II, deel I, afdeling 1, voor de indelingsregelingen voor landen en gebieden). De blauwe balken tonen gegevens over mitigatie-investeringsstromen gedurende vier jaar: 2017, 2018, 2019 en 2020 per sector en per type economie. Voor de regionale uitsplitsing worden de jaarlijkse gemiddelde mitigatie-investeringsstromen voor 2017-2019 weergegeven. De grijze staven tonen het minimum- en maximumniveau van de wereldwijde jaarlijkse mitigatie-investeringsbehoeften in de beoordeelde scenario's. Dit is gemiddeld tot 2030. De vermenigvuldigingsfactoren geven de verhouding weer tussen de wereldwijde gemiddelde investeringsbehoeften voor vroegtijdige mitigatie (gemiddeld tot 2030) en de huidige jaarlijkse mitigatiestromen (gemiddeld voor 2017/18-2020). De lagere vermenigvuldigingsfactor verwijst naar de onderkant van de reeks investeringsbehoeften. De bovenste vermenigvuldigingsfactor verwijst naar de bovenste reeks investeringsbehoeften. Gezien de vele bronnen en het gebrek aan geharmoniseerde methoden kunnen de gegevens alleen in aanmerking worden genomen als zij indicatief zijn voor de omvang en het patroon van de investeringsbehoeften. {WGIII Figuur TS.25, WGIII 15.3, WGIII 15.4, WGIII 15.5, WGIII Tabel 15.2, WGIII Tabel 15.3, WGIII Tabel 15.4}

4.8.3. Technologie-innovatie, adoptie, verspreiding en overdracht

Verbetering van technologische innovatiesystemen kan kansen bieden om de emissiegroei te verminderen en sociale en ecologische nevenvoordelen te creëren. Beleidspakketten die zijn toegesneden op de nationale context en technologische kenmerken zijn doeltreffend gebleken bij het ondersteunen van emissiearme innovatie en de verspreiding van technologie. Steun voor succesvolle koolstofarme technologische innovatie omvat overheidsbeleid zoals opleiding en O&O, aangevuld met regelgevende en marktgebaseerde instrumenten die stimulansen en marktkansen creëren, zoals prestatienormen voor toestellen en bouwvoorschriften. (hoog vertrouwen) {WGIII SPM B.4, WGIII SPM B.4.4, WGIII SPM

E.4.3, WGIII SPM E4.4} Internationale samenwerking op het gebied van innovatiesystemen en de ontwikkeling en overdracht van technologie, in combinatie met capaciteitsopbouw, kennisdeling en technische en financiële steun, kan de wereldwijde verspreiding van mitigatietechnologieën, -praktijken en -beleid versnellen en deze afstemmen op andere ontwikkelingsdoelstellingen (hoog vertrouwen). Keuzearchitectuur kan eindgebruikers helpen technologie en opties met een lage GHG-intensiteit te gebruiken (hoog vertrouwen). De invoering van emissiearme technologieën loopt in de meeste ontwikkelingslanden achter, met name in de minst ontwikkelde landen, deels als gevolg van zwakkere randvoorwaarden, waaronder beperkte financiering, technologische ontwikkeling en overdracht, en capaciteitsopbouw (gemiddeld vertrouwen). {WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM E.6.2, WGIII SPM C.10.4, WGIII 16.5}

Internationale samenwerking op het gebied van innovatie werkt het beste wanneer deze is toegesneden op en gunstig is voor lokale waardeketens, wanneer partners op voet van gelijkheid samenwerken en wanneer capaciteitsopbouw integraal deel uitmaakt van de inspanning (gemiddeld vertrouwen). {WGIII SPM E.4.4, WGIII SPM E.6.2}

Technologische innovatie kan afwegingen maken die externe effecten omvatten, zoals nieuwe en grotere milieueffecten en sociale ongelijkheden; rebound-effecten die leiden tot lagere netto-emissiereducties of zelfs emissiestijgingen; en overmatige afhankelijkheid van buitenlandse kennis en aanbieders (hoog vertrouwen). Passend opgezet beleid en goed bestuur hebben geholpen om de verdelingseffecten en de reboundeffecten aan te pakken (hoog vertrouwen). Digitale technologieën kunnen bijvoorbeeld een grote toename van de energie-efficiëntie bevorderen door middel van coördinatie en een economische verschuiving naar diensten (hoog vertrouwen). Maatschappelijke digitalisering kan echter leiden tot een groter verbruik van goederen en energie en meer elektronisch afval, alsook negatieve gevolgen hebben voor de arbeidsmarkten en de ongelijkheden tussen en binnen landen verergeren (gemiddeld vertrouwen). Digitalisering vereist passende governance en beleidsmaatregelen om het mitigatiepotentieel te vergroten (hoog vertrouwen). Doeltreffende beleidspakketten kunnen helpen synergieën tot stand te brengen, trade-offs te voorkomen en/of rebound-effecten te verminderen: het kan daarbij gaan om een mix van efficiëntiedoelstellingen, prestatienormen, informatieverstrekking, koolstofbeprijzing, financiering en technische bijstand (hoog vertrouwen). {WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM B.4.3, WGIII SPM E.4.4, WGIII TS 6.5, WGIII vak 11 over digitalisering in hoofdstuk 16}

Technologieoverdracht om het gebruik van digitale technologieën voor monitoring van landgebruik, duurzaam landbeheer en verbeterde landbouwproductiviteit uit te breiden, ondersteunt verminderde emissies door ontbossing en veranderingen in landgebruik, terwijl ook de boekhouding en standaardisering van broeikasgassen worden verbeterd (gemiddeld vertrouwen). {SRCCL SPM C.2.1, SRCCL SPM D.1.2, SRCCL SPM D.1.4, SRCCL 7.4.4, SRCCL 7.4.6}

4.9 Integratie van acties op korte termijn in alle sectoren en systemen

De haalbaarheid, de doeltreffendheid en de voordelen van mitigatie- en adaptatiemaatregelen worden vergroot wanneer multisectorale oplossingen worden toegepast die verschillende systemen bestrijken. Wanneer dergelijke opties worden gecombineerd met bredere doelstellingen voor duurzame ontwikkeling, kunnen ze grotere voordelen opleveren voor het menselijk welzijn, sociale rechtvaardigheid en rechtvaardigheid, en de gezondheid van ecosystemen en planeten. (hoog vertrouwen)

Klimaatbestendige ontwikkelingsstrategieën die klimaat, ecosystemen en biodiversiteit, en de menselijke samenleving als onderdeel van een geïntegreerd systeem behandelen, zijn het meest doeltreffend (hoog vertrouwen). De kwetsbaarheid van mens en ecosysteem is onderling afhankelijk (hoog vertrouwen). Klimaatbestendige ontwikkeling wordt mogelijk gemaakt wanneer besluitvormingsprocessen en -acties in verschillende sectoren worden geïntegreerd (zeer groot vertrouwen). Synergieën met en vooruitgang in de richting van de duurzameontwikkelingsdoelstellingen verbeteren de vooruitzichten voor klimaatbestendige ontwikkeling. Keuzes en acties die mensen en ecosystemen als een geïntegreerd systeem behandelen, bouwen voort op diverse kennis over klimaatrisico's, rechtvaardige, rechtvaardige en inclusieve benaderingen en ecosysteembeheer. {WGII SPM B.2, WGII Figuur SPM.5, WGII SPM D.2, WGII SPM D2.1, WGII SPM 2.2, WGII SPM D4, WGII SPM D4.1, WGII SPM D4.2, WGII SPM D5.2, WGII Figuur SPM.5}

Benaderingen die doelstellingen en acties in verschillende sectoren op elkaar afstemmen, bieden kansen voor meerdere en grootschalige voordelen en voorkomen schade op korte termijn. Dergelijke maatregelen kunnen ook grotere voordelen opleveren door middel van trapsgewijze effecten tussen sectoren (gemiddeld vertrouwen). De haalbaarheid van het gebruik van grond voor zowel landbouw als gecentraliseerde zonneproductie kan bijvoorbeeld toenemen wanneer dergelijke opties worden gecombineerd (hoog vertrouwen). Evenzo kunnen geïntegreerde planning en exploitatie van vervoers- en energie-infrastructuur samen de ecologische, sociale en economische gevolgen van het koolstofvrij maken van de vervoers- en energiesectoren verminderen (hoog vertrouwen). De uitvoering van pakketten van meerdere mitigatiestrategieën op stadsschaal kan cascade-effecten tussen sectoren hebben en de broeikasgasemissies zowel binnen als buiten de administratieve grenzen van een stad verminderen (zeer groot vertrouwen). Geïntegreerde ontwerpbenaderingen voor de bouw en renovatie van gebouwen bieden steeds meer voorbeelden van energie- of koolstofvrije gebouwen in verschillende regio's. Om maladaptatie tot een minimum te beperken, moedigt multisectorale, multi-actor en inclusieve planning met flexibele trajecten maatregelen met weinig spijt en tijdige maatregelen aan die opties open houden, voordelen in meerdere sectoren en systemen waarborgen en de beschikbare oplossingsruimte voor aanpassing aan de klimaatverandering op lange termijn voorstellen (zeer groot vertrouwen). Uitrui in termen van werkgelegenheid, watergebruik, concurrentie op het gebied van landgebruik en biodiversiteit, evenals toegang tot en betaalbaarheid van energie, voedsel en water, kan worden vermeden door goed uitgevoerde op land gebaseerde mitigatieopties, met name die welke geen bedreiging vormen voor bestaand duurzaam landgebruik en landrechten, met kaders voor geïntegreerde beleidsuitvoering (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.2, WGII SPM C.4.4; WGIII SPM C.6.3, WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.7.2, WGIII SPM C.8.5, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.1.5, WGIII SPM E.1.2}

Mitigatie en aanpassing zouden, wanneer zij samen worden uitgevoerd, en in combinatie met bredere doelstellingen voor duurzame ontwikkeling, meerdere voordelen opleveren voor het welzijn van de mens, het ecosysteem en de gezondheid van de planeet (hoog vertrouwen). Het scala aan dergelijke positieve interacties is aanzienlijk in het landschap van klimaatbeleid op korte termijn in verschillende regio's, sectoren en systemen. Zo kunnen AFOLU-mitigatiemaatregelen op het gebied van verandering in landgebruik en bosbouw, wanneer zij op duurzame wijze worden uitgevoerd, grootschalige

broeikasgasemissiereducties en -verwijderingen opleveren die tegelijkertijd de biodiversiteit, de voedselzekerheid, de houtvoorziening en andere ecosysteemdiensten ten goede komen, maar geen volledige compensatie bieden voor vertraagde mitigatiemaatregelen in andere sectoren. Aanpassingsmaatregelen in land, oceaan en ecosystemen kunnen ook wijdverspreide voordelen hebben voor de voedselzekerheid, voeding, gezondheid en welzijn, ecosystemen en biodiversiteit. Ook stedelijke systemen zijn kritieke, onderling verbonden locaties voor klimaatbestendige ontwikkeling; stedelijk beleid waarbij meerdere interventies worden uitgevoerd, kan met billijkheid en menselijk welzijn voordelen opleveren op het gebied van aanpassing of mitigatie. Geïntegreerde beleidspakketten kunnen het vermogen verbeteren om overwegingen van billijkheid, gendergelijkheid en rechtvaardigheid te integreren. Gecoördineerde sectoroverschrijdende beleidsmaatregelen en planning kunnen synergieën maximaliseren en afwegingen tussen mitigatie en aanpassing voorkomen of verminderen. Doeltreffende actie op alle bovengenoemde gebieden vereist politieke inzet en follow-up op korte termijn, sociale samenwerking, financiering en meer geïntegreerde sectoroverschrijdende beleidsmaatregelen en ondersteuning en acties. (hoog vertrouwen). {WGII SPM C.1, WG II SPM C.2, WGII SPM C.2, WGII SPM C.5, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2, WGII SPM D.3.3, WGII Figuur SPM.4; WGIII SPM C.6.3, WGIII SPM C.8.2, WGIII SPM C.9, WGIII SPM C.9.1, WGIII SPM C.9.2, WGIII SPM D.2, WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM D.3.2, WGIII SPM E.1, WGIII SPM E.2.4, WGIII Figuur SPM.8, WGIII TS.7, WGIII TS Figuur TS.29: SRCCL ES 7.4.8, SRCCL SPM B.6} (3.4, 4.4)

bijlagen

Bijlage 1 – Woordenlijst

Redactieteam

Andy Reisinger (Nieuw-Zeeland), Diego Cammarano (Italië), Andreas Fischlin (Zwitserland), Jan S. Fuglestad (Noorwegen), Gerrit Hansen (Duitsland), Yonghun Jung (Republiek Korea), Chloé Ludden (Duitsland/Frankrijk), Valérie Masson-Delmotte (Frankrijk), J.B. Robin Matthews (Frankrijk/Verenigd Koninkrijk), Katja Mintenbeck (Duitsland), Dan Jezreel Orendain (Filipijnen/België), Anna Pirani (Italië), Elvira Poloczanska (VK/Australië), José Romero (Zwitserland)

Deze bijlage dient als volgt te worden aangehaald: IPCC, 2023: Bijlage I: Glossary [Reisinger, A., D. Cammarano, A. Fischlin, J.S. Fuglestad, G. Hansen, Y. Jung, C. Ludden, V. Masson-Delmotte, R. Matthews, J.B.K. Mintenbeck, D.J. Orendain, A. Pirani, E. Poloczanska, and J. Romero (eds.)]. In: Klimaatverandering 2023: Syntheseverslag. Bijdrage van werkgroepen I, II en III aan het zesde evaluatieverslag van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering [Core Writing Team, H. Lee en J. Romero (eds.)]. IPCC, Genève, Zwitserland, blz. 119-130, doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.002.

In deze beknopte woordenlijst van het syntheseverslag (SYR) worden geselecteerde sleutelbegrippen gedefinieerd die in dit verslag worden gebruikt en die zijn ontleend aan de woordenlijsten van de drie bijdragen van de werkgroep aan het AR6. Een uitgebreidere, geharmoniseerde reeks definities voor termen die in deze SYR en de drie verslagen van de AR6-werkgroep worden gebruikt, is beschikbaar in de Online Glossary van het IPCC: <https://apps.ipcc.ch/glossary/>

Lezers wordt verzocht naar deze uitgebreide online woordenlijst te verwijzen voor definities van termen van meer technische aard en voor wetenschappelijke verwijzingen die relevant zijn voor afzonderlijke termen. Cursief gedrukte woorden geven aan dat de term wordt gedefinieerd in deze of / en de online woordenlijst. Subtermen worden cursief weergegeven onder de hoofdtermen. (*niet beschikbaar in dit document)

Agenda 2030 voor duurzame ontwikkeling

Een VN-resolutie van september 2015 waarin een actieplan voor mensen, planeet en welvaart wordt aangenomen in een nieuw mondiaal ontwikkelingskader dat is verankerd in 17 duurzameontwikkelingsdoelstellingen.

Abrupte klimaatverandering

Een grootschalige abrupte verandering in het klimaatsysteem die plaatsvindt over een paar decennia of minder, aanhoudt (of naar verwachting zal aanhouden) gedurende ten minste een paar decennia en aanzienlijke gevolgen heeft voor menselijke en / of natuurlijke systemen. Zie ook: Abrupte verandering, omslagpunt.

Aanpassing

In menselijke systemen, het proces van aanpassing aan het huidige of verwachte klimaat en de effecten ervan, om schade te matigen of gunstige kansen te benutten. In natuurlijke systemen, het proces van aanpassing aan het werkelijke klimaat en de effecten ervan; menselijk ingrijpen kan de aanpassing aan het verwachte klimaat en de gevolgen ervan vergemakkelijken. Zie ook: Aanpassingsopties, Aanpassingsvermogen, Maladaptieve acties (Maladaptatie).

Aanpassingskloof

Het verschil tussen daadwerkelijk geïmplementeerde aanpassing en een maatschappelijk bepaald doel, grotendeels bepaald door voorkeuren in verband met getolereerde effecten van klimaatverandering en als gevolg van beperkingen van hulpbronnen en concurrerende prioriteiten.

Aanpassingsgrenzen

Het punt waarop de doelstellingen (of systeembehoeften) van een actor niet kunnen worden beschermd tegen onduidelbare risico's door middel van adaptieve acties.

- Harde aanpassingslimiet - Er zijn geen adaptieve acties mogelijk om ondraaglijke risico's te voorkomen.
- Zachte aanpassingslimiet - Er kunnen opties bestaan, maar deze zijn momenteel niet beschikbaar om ondraaglijke risico's door adaptieve maatregelen te voorkomen.

Transformationele aanpassing

Aanpassing die de fundamentele kenmerken van een sociaal-ecologisch systeem verandert in afwachting van de klimaatverandering en de gevolgen ervan.

Aerosol

Een suspensie van vaste of vloeibare deeltjes in de lucht, met typische deeltjesgrootte in het bereik van enkele nanometers tot enkele tientallen micrometers en atmosferische levensduur van maximaal enkele dagen in de troposfeer en tot jaren in de stratosfeer. De term aerosol, die zowel de deeltjes als het opschortende gas omvat, wordt in dit verslag vaak in meervoud gebruikt om "aerosoldeeltjes" te betekenen. Aerosolen kunnen van natuurlijke of antropogene oorsprong zijn in de troposfeer; stratosferische aerosolen komen meestal voort uit vulkaanuitbarstingen. Aerosolen kunnen een effectieve stralingsforcering veroorzaken, direct door verstrooiende en absorberende straling (aerosol-stralingsinteractie), en indirect door op te treden als wolkencondensatiekernen of ijskernen die de eigenschappen van wolken beïnvloeden (aerosol-wolkinteractie), en bij afzetting op met sneeuw of ijs bedekte oppervlakken. Atmosferische aerosolen kunnen als primaire deeltjes worden uitgestoten of in de atmosfeer worden gevormd door gasvormige precursoren (secundaire productie). Aerosolen kunnen bestaan uit zeezout, organische koolstof, zwarte koolstof (BC), minerale soorten (voornamelijk woestijnstof), sulfaat, nitraat en ammonium of mengsels daarvan. Zie ook: fijn stof (PM), aerosol-stralingsinteractie, kortlevende klimaatforcers (SLCF's).

Bebossing

Omzetting in bos van land dat van oudsher geen bossen bevat. Zie ook: Antropogene verwijderingen, koolstofdioxideverwijdering (CDR), ontbossing, vermindering van emissies door ontbossing en bosdegradatie (REDD+), herbebossing.

[Opmerking: Voor een bespreking van de term bos en verwante termen zoals bebossing, herbebossing en ontbossing, zie de IPCC-richtsnoeren van 2006 voor nationale broeikasgasinventarissen en de verfijning daarvan in 2019, en informatie die is verstrekt door het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering.]

Droogte in de landbouw

Zie: Droogte.

Landbouw, bosbouw en ander landgebruik (AFOLU)

In de context van nationale broeikasgasinventarissen in het kader van het Verdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering (UNFCCC) is AFOLU de som van de broeikasgasinventarisatiesectoren landbouw en landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw (LULUCF); zie de IPCC-richtsnoeren van 2006 voor nationale broeikasgasinventarissen voor meer informatie. Gezien het verschil in raming van de “antropogene” koolstofdioxideverwijderingen (CO₂) tussen landen en de mondiale modelleringsgemeenschap, zijn de landgerelateerde nettobroeikasgasemissies van de in dit verslag opgenomen mondiale modellen niet noodzakelijkerwijs rechtstreeks vergelijkbaar met de LULUCF-ramingen in de nationale broeikasgasinventarissen. Zie ook: Landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw (LULUCF), verandering in landgebruik (LUC).

Agrobosbouw

Collectieve naam voor systemen en technologieën voor landgebruik waarbij houtachtige vaste planten (bomen, struiken, palmen, bamboe, enz.) opzettelijk worden gebruikt op dezelfde eenheden voor landbeheer als landbouwgewassen en/of dieren, in een of andere vorm van ruimtelijke ordening of temporele volgorde. In boslandbouwsystemen zijn er zowel ecologische als economische interacties tussen de verschillende componenten. Agroforestry kan ook worden gedefinieerd als een dynamisch, ecologisch gebaseerd systeem voor het beheer van natuurlijke hulpbronnen dat, door de integratie van bomen op landbouwbedrijven en in het landbouwlandschap, de productie diversifieert en in stand houdt met het oog op grotere sociale, economische en milieuvoordelen voor landgebruikers op alle niveaus.

Antropogeen

Als gevolg van of geproduceerd door menselijke activiteiten.

Gedragsverandering

In dit rapport verwijst gedragsverandering naar het veranderen van menselijke beslissingen en acties op manieren die de klimaatverandering beperken en / of de negatieve gevolgen van de gevolgen van klimaatverandering verminderen.

Biodiversiteit

biodiversiteit of biologische diversiteit: de variabiliteit tussen levende organismen uit alle bronnen, met inbegrip van onder meer terrestrische, mariene en andere aquatische ecosystemen, en de ecologische complexen waarvan zij deel uitmaken; dit omvat diversiteit binnen soorten, tussen soorten en van ecosystemen. Zie ook: Ecosysteem, ecosysteemdiensten.

Bio-energie

Energie afkomstig van elke vorm van biomassa of de metabole bijproducten daarvan. Zie ook: biobrandstof.

Bio-energie met afvang en opslag van kooldioxide (BECCS)

CO₂-afvang- en -opslagtechnologie (CCS) toegepast op een bio-energiefaciliteit. Merk op dat, afhankelijk van de totale emissies van de BECCS-toeleveringsketen, kooldioxide (CO₂) uit de atmosfeer kan worden verwijderd. Zie ook: Antropogene verwijderingen, koolstofdioxideafvang en -opslag (CCS), koolstofdioxideverwijdering (CDR).

Blauwe koolstof

Biologisch aangedreven koolstofstromen en opslag in mariene systemen die vatbaar zijn voor beheer. Kustblauwe koolstof richt zich op gewortelde vegetatie in de kustzone, zoals getijdenmoerassen, mangroven en zeegras. Deze ecosystemen hebben hoge koolstofbegravingspercentages per oppervlakte-eenheid en accumuleren koolstof in hun bodems en sedimenten. Ze bieden veel niet-klimatologische voordelen en kunnen bijdragen tot op ecosystemen gebaseerde aanpassing. Als ze worden afgebroken of verloren gaan, zullen kustecosystemen met blauwe koolstof waarschijnlijk het grootste deel van hun koolstof teruggeven aan de atmosfeer. Er is een discussie gaande over de toepassing van de

blauwkoolstofconcept voor andere kust- en niet-kustprocessen en ecosystemen, met inbegrip van de open oceaan. Zie ook: Ecosysteemdiensten, sekwestratie.

Blauwe infrastructuur

Zie: Infrastructuur.

Koolstofbudget

Verwijst naar twee concepten in de literatuur:

(1) een beoordeling van bronnen en putten van de koolstofcyclus op mondiaal niveau, door de synthese van bewijs voor emissies van fossiele brandstoffen en cement, emissies en verwijderingen in verband met landgebruik en verandering in landgebruik, bronnen en putten van koolstofdioxide (CO₂) in oceanen en natuurlijke landen, en de daaruit voortvloeiende verandering in de CO₂-concentratie in de atmosfeer. Dit wordt het Global Carbon Budget genoemd; (2) de maximale hoeveelheid cumulatieve netto mondiale antropogene CO₂-emissies die ertoe zou leiden dat de opwarming van de aarde met een bepaalde waarschijnlijkheid tot een bepaald niveau wordt beperkt, rekening houdend met het effect van andere antropogene klimaatkrachten. Dit wordt aangeduid als de totale koolstofbegroting wanneer deze wordt uitgedrukt vanaf de pre-industriële periode, en als de resterende koolstofbegroting wanneer deze wordt uitgedrukt vanaf een recente gespecificeerde datum.

[Opmerking 1: De netto antropogene CO₂-emissies zijn antropogene CO₂-emissies minus antropogene CO₂-verwijderingen. Zie ook: Kooldioxideverwijdering (CDR).

Aantekening 2: De maximale hoeveelheid cumulatieve netto antropogene CO₂-emissies wereldwijd wordt bereikt op het moment dat de jaarlijkse netto antropogene CO₂-emissies nul bereiken.

Aantekening 3: De mate waarin andere antropogene klimaatforcers dan CO₂ van invloed zijn op het totale koolstofbudget en het resterende koolstofbudget hangt af van menselijke keuzes over de mate waarin deze forciers

worden beperkt en de daaruit voortvloeiende klimaateffecten.

Aantekening 4: De begrippen totale koolstofbegroting en resterende koolstofbegroting worden ook toegepast in delen van de wetenschappelijke literatuur en door sommige entiteiten op regionaal, nationaal of subnationaal niveau. De verdeling van de mondiale begrotingen over afzonderlijke verschillende entiteiten en emittenten hangt sterk af van overwegingen van eigen vermogen en andere waardeoordelen.]

Afvang en opslag van kooldioxide (CCS)

Een proces waarbij een relatief zuivere stroom kooldioxide (CO₂) uit industriële en energiegerelateerde bronnen wordt gescheiden (afgevangen), geconditioneerd, gecomprimeerd en getransporteerd naar een opslaglocatie voor langdurige isolatie van de atmosfeer. Soms aangeduid als Carbon Capture and Storage. Zie ook: Antropogene verwijderingen, bio-energie met afvang en opslag van kooldioxide (BECCS), afvang en gebruik van kooldioxide (CCU), verwijdering van kooldioxide (CDR), opslag.

Kooldioxideverwijdering (CDR)

Antropogene activiteiten die kooldioxide (CO₂) uit de atmosfeer verwijderen en duurzaam opslaan in geologische, terrestrische of oceananreservoirs of in producten. Het omvat bestaande en potentiële antropogene verbetering van biologische of geochemische CO₂-putten en directe afvang en opslag van kooldioxide in de lucht (DACCS), maar sluit natuurlijke CO₂-opname uit die niet rechtstreeks door menselijke activiteiten wordt veroorzaakt. Zie ook: Bebossing, antropogene verwijderingen, biochar, bio-energie met afvang en opslag van kooldioxide (BECCS), afvang en opslag van kooldioxide (CCS), verbeterde verwerking, verbetering van de alkaliteit van de oceanen/verbetering van de alkaliteit van de oceanen, herbebossing, koolstofvastlegging in de bodem (SCS).

Gevolgen van cascadering

Cascade-effecten van extreme weers-/klimaatgebeurtenissen doen zich voor wanneer een extreem gevaar een opeenvolging van secundaire gebeurtenissen in natuurlijke en menselijke systemen genereert die leiden tot fysieke, natuurlijke, sociale of economische verstoringen, waarbij de resulterende impact aanzienlijk groter is dan de initiële impact. Cascaderingseffecten zijn complex en multidimensionaal en houden meer verband met de omvang van de kwetsbaarheid dan met die van het gevaar.

Klimaat

In enge zin wordt klimaat meestal gedefinieerd als het gemiddelde weer - of rigouzeuzer, als de statistische beschrijving in termen van het gemiddelde en de variabiliteit van relevante hoeveelheden - over een periode van maanden tot duizenden of miljoenen jaren. De klassieke periode voor het gemiddelde van deze variabelen is 30 jaar, zoals gedefinieerd door de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO). De relevante hoeveelheden zijn meestal oppervlaktevariabelen zoals temperatuur, neerslag en wind. Klimaat in bredere zin is de

staat, inclusief een statistische beschrijving, van het klimaatsysteem.

Klimaatverandering

Een verandering in de toestand van het klimaat die kan worden geïdentificeerd (bijvoorbeeld door middel van statistische tests) door veranderingen in het gemiddelde en / of de variabiliteit van de eigenschappen ervan en die gedurende een langere periode aanhoudt, meestal decennia of langer. Klimaatverandering kan het gevolg zijn van natuurlijke interne processen of externe krachten zoals modulaties van de zonnecycli, vulkaanuitbarstingen en aanhoudende antropogene veranderingen in de samenstelling van de atmosfeer of in landgebruik. Zie ook: Klimaatvariabiliteit, detectie en attributie, opwarming van de aarde, natuurlijke (klimaat)variabiliteit, oceaanzuriging (OA).

[Merk op dat in artikel 1 van het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering (UNFCCC) klimaatverandering wordt gedefinieerd als: "een verandering van het klimaat die direct of indirect wordt toegeschreven aan menselijke activiteit die de samenstelling van de mondiale atmosfeer verandert en die een aanvulling vormt op de natuurlijke klimaatvariabiliteit die in vergelijkbare perioden wordt waargenomen". Het UNFCCC maakt dus een onderscheid tussen klimaatverandering die toe te schrijven is aan menselijke activiteiten die de atmosferische samenstelling veranderen en klimaatvariabiliteit die toe te schrijven is aan natuurlijke oorzaken.]

Klimaatextreem (extreem weer of klimaatgebeurtenis)

Het optreden van een waarde van een weer- of klimaatvariabele boven (of onder) een drempelwaarde in de buurt van de bovenste (of onderste) uiteinden van het bereik van waargenomen waarden van de variabele. Per definitie kunnen de kenmerken van wat extreem weer wordt genoemd, in absolute zin van plaats tot plaats verschillen. Wanneer een patroon van extreem weer enige tijd aanhoudt, zoals een seizoen, kan het worden geclassificeerd als een extreme klimaatgebeurtenis, vooral als het een gemiddelde of totaal oplevert dat zelf extreem is (bijvoorbeeld hoge temperatuur, droogte of zware regenval gedurende een seizoen). Eenvoudigheidshalve worden zowel extreme weersomstandigheden als extreme klimaatgebeurtenissen gezamenlijk "klimaatextremen" genoemd.

Klimaatfinanciering

Er is geen eensluidende definitie van klimaatfinanciering. De term "klimaatfinanciering" wordt gebruikt voor de financiële middelen die door alle publieke en particuliere actoren, van mondiale tot lokale schaal, worden besteed aan de aanpak van de klimaatverandering, met inbegrip van internationale geldstromen naar ontwikkelingslanden om hen te helpen de klimaatverandering aan te pakken. Klimaatfinanciering heeft tot doel de netto-uitstoot van broeikasgassen te verminderen en/of de aanpassing aan en de weerbaarheid tegen de gevolgen van de huidige en verwachte klimaatverandering te vergroten. Financiering kan afkomstig zijn uit particuliere en publieke bronnen, gekanaliseerd door verschillende intermediairs, en wordt geleverd door een reeks instrumenten, waaronder

subsidies, concessionele en niet-concessionele schulden en interne begrotingsheroschikkingen.

Klimaatgovernance

De structuren, processen en acties waarmee particuliere en publieke actoren proberen de klimaatverandering te beperken en zich eraan aan te passen.

Klimaatrechtvaardigheid

Zie: Gerechtigheid.

Klimaatgeletterdheid

Klimaatgeletterdheid omvat het zich bewust zijn van klimaatverandering, de antropogene oorzaken en implicaties ervan.

Klimaatbestendige ontwikkeling (CRD)

Klimaatveerkrachtige ontwikkeling verwijst naar het proces van de uitvoering van maatregelen ter beperking van en aanpassing aan broeikasgassen ter ondersteuning van duurzame ontwikkeling voor iedereen.

Klimaatgevoeligheid

De verandering in de oppervlaktetemperatuur als reactie op een verandering in de atmosferische kooldioxideconcentratie (CO₂) of andere stralingsforcering. Zie ook: Klimaatfeedbackparameter.

Evenwichtsklimaatgevoeligheid (ECS)

De evenwichtsverandering (stabiele toestand) in de oppervlaktetemperatuur na een verdubbeling van de atmosferische kooldioxideconcentratie (CO₂) ten opzichte van pre-industriële omstandigheden.

Klimaatdiensten

Klimaatdiensten omvatten het verstrekken van klimaatinformatie om de besluitvorming te ondersteunen. De dienst omvat passende betrokkenheid van gebruikers en aanbieders, is gebaseerd op wetenschappelijk geloofwaardige informatie en expertise, beschikt over een doeltreffend toegangsmechanisme en beantwoordt aan de behoeften van gebruikers.

Klimaatstelsel

Het wereldwijde stelsel bestaat uit vijf belangrijke componenten: de atmosfeer, de hydrosfeer, de cryosfeer, de lithosfeer en de biosfeer, en de interacties daartussen. Het klimaatstelsel verandert in de tijd onder invloed van zijn eigen interne dynamiek en als gevolg van externe forceringen zoals vulkaanuitbarstingen, zonnevariatiën, orbitale forcering en antropogene forceringen zoals de veranderende samenstelling van de atmosfeer en veranderingen in landgebruik.

Klimaat-impact-driver (CID)

Fysieke klimaatstelselomstandigheden (bv. middelen, gebeurtenissen, extremen) die een element van de samenleving of ecosystemen beïnvloeden. Afhankelijk van de stelseltolerantie kunnen CID's en hun veranderingen schadelijk, heilzaam, neutraal of een mengsel van beide zijn tussen elkaar beïnvloedende stelsелеlementen en -regio's. Zie ook: Gevaar, impact, risico.

CO₂-equivalente emissie (CO₂-eq)

De hoeveelheid kooldioxide (CO₂)-emissies die een gelijkwaardig effect zou hebben op een specifieke kernmaatstaf van klimaatverandering, over een bepaalde tijdshorizon, als een uitgestoten hoeveelheid ander broeikasgas (BKG) of een mengsel van andere broeikasgassen. Voor een mix van broeikasgassen wordt deze verkregen door de CO₂-equivalente emissies van elk gas op te tellen. Er zijn verschillende manieren en tijdshorizonten om dergelijke equivalente emissies te berekenen (zie de broeikasgasemissiemaatstaf). CO₂-equivalente emissies worden vaak gebruikt om emissies van verschillende broeikasgassen te vergelijken, maar er mag niet van worden uitgegaan dat deze emissies een gelijkwaardig effect hebben op alle belangrijke maatregelen op het gebied van klimaatverandering.

[Opmerking: In het kader van het Reglement van Parijs [Besluit 18/CMA.1, bijlage, punt 37] zijn de partijen overeengekomen GWP100-waarden uit de AR5- of GWP100-waarden van de IPCC uit een volgend IPCC-beoordelingsverslag te gebruiken om geaggregeerde emissies en verwijderingen van broeikasgassen te rapporteren. Daarnaast kunnen partijen andere maatstaven gebruiken om aanvullende informatie over geaggregeerde emissies en verwijderingen van broeikasgassen te rapporteren.]

Samengestelde weer-/klimaatgebeurtenissen

De termen "samengestelde gebeurtenissen", "samengestelde extremen" en "samengestelde extreme gebeurtenissen" worden in de literatuur en dit verslag door elkaar gebruikt en verwijzen naar de combinatie van meerdere factoren en/of gevaren die bijdragen tot maatschappelijke en/of milieurisico's.

Ontbossing

Omzetting van bos in niet-bos. Zie ook: Bebossing, herbebossing, vermindering van emissies door ontbossing en bosdegradatie (REDD+).

[Opmerking: Voor een bespreking van de term bos en verwante termen zoals bebossing, herbebossing en ontbossing, zie de IPCC-richtsnoeren van 2006 voor nationale broeikasgasinventarissen en de verfijning daarvan in 2019, en informatie die is verstrekt door het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering.]

Maatregelen aan de vraagzijde

Beleid en programma's om de vraag naar goederen en/of diensten te beïnvloeden. In de energiesector zijn mitigatiemaatregelen aan de vraagzijde gericht op het verminderen van de hoeveelheid uitgestoten broeikasgassen per eenheid gebruikte energiedienst.

Ontwikkelde	/	ontwikkelingslanden
(geïndustrialiseerde	/	ontwikkelde
ontwikkelingslanden)		

Er is een verscheidenheid aan benaderingen voor het indelen van landen op basis van hun ontwikkelingsniveau en voor het definiëren van termen zoals geïndustrialiseerd, ontwikkeld of ontwikkelen. In dit verslag worden verschillende categorieën gebruikt. (1) In het stelsel van de Verenigde Naties (VN) bestaat er geen verdrag voor de aanwijzing van ontwikkelde en ontwikkelingslanden of -

gebieden. (2) De afdeling Statistiek van de VN specificeert ontwikkelde en ontwikkelende regio's op basis van gemeenschappelijke praktijken. Daarnaast worden specifieke landen aangewezen als minst ontwikkelde landen, niet aan zee grenzende ontwikkelingslanden, kleine eilandstaten in ontwikkeling (SIDS) en overgangseconomieën. Veel landen vallen in meer dan één van deze categorieën. (3) De Wereldbank gebruikt inkomen als het belangrijkste criterium voor het classificeren van landen als laag, lager midden, hoger midden en hoog inkomen. (4) Het Ontwikkelingsprogramma van de Verenigde Naties (UNDP) verzamelt indicatoren voor levensverwachting, opleidingsniveau en inkomen in één samengestelde Human Development Index (HDI) om landen te classificeren als lage, gemiddelde, hoge of zeer hoge menselijke ontwikkeling.

Ontwikkelingstrajecten

Zie: Wegen.

Rampenrisicobeheer (DRM)

Processen voor het ontwerpen, uitvoeren en evalueren van strategieën, beleidslijnen en maatregelen om het inzicht in het huidige en toekomstige rampenrisico te verbeteren, rampenrisicovermindering en -overdracht te bevorderen en voortdurende verbetering van de praktijken op het gebied van rampenparaatheid, -preventie en -bescherming, -respons en -herstel te bevorderen, met als expliciet doel de menselijke veiligheid, het welzijn, de levenskwaliteit en duurzame ontwikkeling te vergroten.

Verplaatsing (van mensen)

De onvrijwillige beweging, individueel of collectief, van personen uit hun land of gemeenschap, met name om redenen van gewapend conflict, burgerlijke onrust of natuurrampen of door de mens veroorzaakte rampen.

Droogte

Een uitzonderlijke periode van watertekort voor bestaande ecosystemen en de menselijke bevolking (als gevolg van lage regenval, hoge temperatuur en/of wind). Zie ook: Plant verdampingsstress.

Landbouw- en ecologische droogte

Afhankelijk van het aangetaste bioom: een periode met een abnormaal vochttekort in de bodem, dat het gevolg is van een gecombineerd tekort aan neerslag en overmatige evapotranspiratie, en tijdens het groeiseizoen van invloed is op de gewasproductie of de ecosysteemfunctie in het algemeen.

Systemen voor vroegtijdige waarschuwing (EWS)

De reeks technische en institutionele capaciteiten om tijdige en zinvolle waarschuwingeninformatie te voorspellen, te voorspellen en te communiceren om personen, gemeenschappen, beheerde ecosystemen en organisaties die door een gevaar worden bedreigd, in staat te stellen zich voor te bereiden om snel en adequaat op te treden om de mogelijkheid van schade of verlies te verminderen. Afhankelijk van de context kan EWS gebruikmaken van wetenschappelijke en/of inheemse kennis en andere

soorten kennis. EWS worden ook in aanmerking genomen voor ecologische toepassingen, bv. instandhouding, waarbij de organisatie zelf niet door gevaar wordt bedreigd, maar het ecosysteem dat in instandhouding is (bv. waarschuwingen voor het bleken van koraal), in de landbouw (bv. waarschuwingen voor zware regenval, droogte, vorst op de grond en hagelstormen) en in de visserij (bv. waarschuwingen voor storm, stormvloed en tsunami's).

Ecologische droogte

Zie: Droogte.

Ecosysteem

Een ecosysteem is een functionele eenheid die bestaat uit levende organismen, hun niet-levende omgeving en de interacties binnen en tussen hen. De componenten die deel uitmaken van een bepaald ecosysteem en de ruimtelijke grenzen ervan zijn afhankelijk van het doel waarvoor het ecosysteem is gedefinieerd: in sommige gevallen zijn ze relatief scherp, terwijl ze in andere gevallen diffuus zijn. Ecosysteemgrenzen kunnen in de loop van de tijd veranderen. Ecosystemen zijn genest in andere ecosystemen en hun schaal kan variëren van zeer klein tot de hele biosfeer. In het huidige tijdperk bevatten de meeste ecosystemen mensen als belangrijke organismen of worden ze beïnvloed door de effecten van menselijke activiteiten in hun omgeving. Zie ook: Ecosysteemgezondheid, ecosysteemdiensten.

Ecosysteemgebaseerde aanpassing (EbA)

Het gebruik van ecosysteembeheeractiviteiten om de veerkracht te vergroten en de kwetsbaarheid van mensen en ecosystemen voor klimaatverandering te verminderen. Zie ook: Aanpassing, op de natuur gebaseerde oplossing (NbS).

Diensten in verband met ecosystemen

Ecologische processen of functies met monetaire of niet-monetaire waarde voor individuen of de samenleving in het algemeen. Deze worden vaak ingedeeld als (1) ondersteunende diensten zoals productiviteit of behoud van biodiversiteit, (2) leveringsdiensten zoals voedsel of vezels, (3) regulerende diensten zoals klimaatregulering of koolstofvastlegging, en (4) culturele diensten zoals toerisme of spirituele en esthetische waardering. Zie ook: Ecosysteem, gezondheid van ecosystemen, bijdragen van de natuur aan mensen (NCP).

Emissiescenario

Zie: Een scenario.

Emissietrajecten

Zie: Wegen.

Mogelijkheidsvoorwaarden (voor aanpassings- en mitigatieopties)

Voorwaarden die de haalbaarheid van aanpassings- en mitigatieopties vergroten. Mogelijke voorwaarden zijn onder meer financiering, technologische innovatie, versterking van beleidsinstrumenten, institutionele capaciteit, multilevel governance en veranderingen in menselijk gedrag en levensstijl.

Gelijkheid

Een beginsel dat gelijke waarde toekent aan alle mensen, met inbegrip van gelijke kansen, rechten en plichten, ongeacht hun oorsprong. Zie ook: Eerlijkheid, billijkheid.

Ongelijkheid

Ongelijke kansen en sociale posities, en processen van discriminatie binnen een groep of samenleving, op basis van geslacht, klasse, etniciteit, leeftijd en (on)vermogen, vaak veroorzaakt door ongelijke ontwikkeling. Inkomensongelijkheid verwijst naar verschillen tussen de hoogste en laagste inkomens binnen een land en tussen landen.

Evenwichtsklimaatgevoeligheid (ECS)

Zie: Klimaatgevoeligheid.

Eigen vermogen

Het beginsel van eerlijkheid en onpartijdigheid, en een basis om te begrijpen hoe de effecten en reacties op klimaatverandering, met inbegrip van kosten en baten, in en door de samenleving op min of meer gelijke manieren worden verdeeld. Vaak afgestemd op ideeën van gelijkheid, billijkheid en rechtvaardigheid en toegepast met betrekking tot rechtvaardigheid in de verantwoordelijkheid voor en verdeling van klimateffecten en -beleid over de samenleving, generaties en gender, en in de zin van wie deelneemt aan en zeggenschap heeft over de besluitvormingsprocessen.

Blootstelling

de aanwezigheid van mensen; bestaansmiddelen; soorten of ecosystemen; milieufuncties, -diensten en -hulpbronnen; infrastructuur; of economische, sociale of culturele activa in plaatsen en omgevingen die nadelig kunnen worden beïnvloed. Zie ook: Gevaar, blootstelling, kwetsbaarheid, effecten, risico.

Haalbaarheid

In dit verslag verwijst de haalbaarheid naar de mogelijkheid om een mitigatie- of aanpassingsoptie uit te voeren. Factoren die van invloed zijn op de haalbaarheid zijn contextafhankelijk, temporeel dynamisch en kunnen variëren tussen verschillende groepen en actoren. De haalbaarheid hangt af van geofysische, milieu-ecologische, technologische, economische, sociaal-culturele en institutionele factoren die de uitvoering van een optie mogelijk maken of beperken. De haalbaarheid van opties kan veranderen wanneer verschillende opties worden gecombineerd en toenemen wanneer de randvoorwaarden worden versterkt. Zie ook: Mogelijkheidsvoorwaarden (voor aanpassings- en mitigatieopties).

Brandweer

Weersomstandigheden die bevorderlijk zijn voor het veroorzaken en in stand houden van bosbranden, meestal gebaseerd op een reeks indicatoren en combinaties van indicatoren, waaronder temperatuur, bodemvochtigheid, vochtigheid en wind. Brandweer omvat niet de aan- of afwezigheid van brandstofbelasting.

Voedselverlies en -verspilling

De afname in kwantiteit of kwaliteit van voedsel. Voedselverspilling maakt deel uit van voedselverlies en verwijst naar het weggooien of alternatief (non-food) gebruik van voedsel dat veilig en voedzaam is voor menselijke consumptie in de hele voedselvoorzieningsketen, van primaire productie tot het niveau van de eindverbruiker. Voedselverspilling wordt erkend als een duidelijk onderdeel van voedselverlies omdat de factoren die het veroorzaken en de oplossingen daarvoor verschillen van die van voedselverlies.

Voedselzekerheid

Een situatie die bestaat wanneer alle mensen te allen tijde fysieke, sociale en economische toegang hebben tot voldoende, veilig en voedzaam voedsel dat voldoet aan hun voedingsbehoeften en voedselvoorkeuren voor een actief en gezond leven. De vier pijlers van voedselzekerheid zijn beschikbaarheid, toegang, gebruik en stabiliteit. De voedingsdimensie is een integraal onderdeel van het concept van voedselzekerheid.

Opwarming van de aarde

De opwarming van de aarde verwijst naar de stijging van de mondiale oppervlaktetemperatuur ten opzichte van een referentieperiode, gemiddeld over een periode die voldoende is om jaarlijkse schommelingen (bv. 20 of 30 jaar) weg te nemen. Een gemeenschappelijke keuze voor de basislijn is 1850-1900 (de vroegste periode van betrouwbare waarnemingen met voldoende geografische dekking), waarbij afhankelijk van de toepassing modernere basislijnen worden gebruikt. Zie ook: Klimaatverandering, Klimaatvariabiliteit, Natuurlijke (klimaat)variabiliteit.

Aardopwarmingsvermogen (GWP)

Een index die de stralingsforcering meet na een emissie van een massa-eenheid van een bepaalde stof, geaccumuleerd over een gekozen tijdshorizon, ten opzichte van die van de referentiestof, kooldioxide (CO₂). Het GWP vertegenwoordigt dus het gecombineerde effect van de verschillende keren dat deze stoffen in de atmosfeer achterblijven en hun effectiviteit bij het veroorzaken van stralingsforcering. Zie ook: Levensduur, Broeikasgasemissie metriek.

Groene infrastructuur

Zie: Infrastructuur.

Broeikasgassen

Gasvormige bestanddelen van de atmosfeer, zowel natuurlijke als antropogene, die straling absorberen en uitzenden op specifieke golflengten binnen het spectrum van straling die wordt uitgezonden door het aardoppervlak, door de atmosfeer zelf en door wolken. Deze eigenschap veroorzaakt het broeikaseffect. Waterdamp (H₂O), kooldioxide (CO₂), distikstofoxide (N₂O), methaan (CH₄) en ozon (O₃) zijn de primaire broeikasgassen in de atmosfeer van de aarde. Door de mens veroorzaakte broeikasgassen omvatten zwavelhexafluoride (SF₆), fluorkoolwaterstoffen (HFK's), chloorfluorkoolstoffen (CFK's) en perfluorkoolstoffen (PFK's); een aantal daarvan zijn ook O₃-uitputtend (en vallen onder het Protocol van Montreal). Zie ook: Goed gemengd broeikasgas.

Grijze infrastructuur

Zie: Infrastructuur.

Gevaar

Het potentiële optreden van een natuurlijke of door de mens veroorzaakte fysieke gebeurtenis of trend die kan leiden tot verlies van mensenlevens, letsel of andere gevolgen voor de gezondheid, alsmede schade aan en verlies van eigendommen, infrastructuur, bestaansmiddelen, dienstverlening, ecosystemen en milieuhulpbronnen. Zie ook: Blootstelling, kwetsbaarheid, effecten, risico.

Gevolgen

De gevolgen van gerealiseerde risico's voor natuurlijke en menselijke systemen, waarbij risico's voortvloeien uit de interactie van klimaatgerelateerde gevaren (waaronder extreme weersomstandigheden/klimaatgebeurtenissen), blootstelling en kwetsbaarheid. Effecten hebben over het algemeen betrekking op effecten op levens, bestaansmiddelen, gezondheid en welzijn, ecosystemen en soorten, economische, sociale en culturele activa, diensten (met inbegrip van ecosysteemdiensten) en infrastructuur. Effecten kunnen worden aangeduid als gevolgen of uitkomsten en kunnen nadelig of gunstig zijn. Zie ook: Aanpassing, Gevaar, Blootstelling, Kwetsbaarheid, Risico.

Ongelijkheid

Zie: Gelijkheid.

Inheemse kennis (IK)

De inzichten, vaardigheden en filosofieën ontwikkeld door samenlevingen met een lange geschiedenis van interactie met hun natuurlijke omgeving. Voor veel inheemse volkeren informeert IK de besluitvorming over fundamentele aspecten van het leven, van dagelijkse activiteiten tot acties op langere termijn. Deze kennis is een integraal onderdeel van culturele complexen, die ook taal, classificatiesystemen, hulpbronnengebruikpraktijken, sociale interacties, waarden, rituelen en spiritualiteit omvatten. Deze onderscheidende manieren van weten zijn belangrijke facetten van de culturele diversiteit in de wereld. Zie ook: Lokale kennis (LK).

Inheemse volken

Inheemse volken en naties zijn degenen die, met een historische continuïteit met pre-invasie en pre-koloniale samenlevingen die zich op hun grondgebied ontwikkelden, zichzelf onderscheiden van andere sectoren van de samenlevingen die nu op die gebieden, of delen daarvan, heersen. Ze vormen momenteel voornamelijk niet-dominante sectoren van de samenleving en zijn vaak vastbesloten om hun voorouderlijke gebieden en hun etnische identiteit te behouden, te ontwikkelen en door te geven aan toekomstige generaties, als basis voor hun voortbestaan als volkeren, in overeenstemming met hun eigen culturele patronen, sociale instellingen en common law-systeem.

Informele regeling

Een term die wordt gegeven aan nederzettingen of woonwijken die door ten minste één criterium buiten de officiële regels en voorschriften vallen. De meeste

informele nederzettingen hebben slechte huisvesting (met wijdverbreid gebruik van tijdelijke materialen) en worden ontwikkeld op land dat illegaal wordt bezet met een hoge mate van overbevolking. In de meeste van deze nederzettingen is de voorziening voor veilig water, sanitaire voorzieningen, drainage, verharde wegen en basisvoorzieningen ontoereikend of ontbreekt. De term "slum" wordt vaak gebruikt voor informele nederzettingen, hoewel het misleidend is omdat veel informele nederzettingen zich ontwikkelen tot woonwijken van goede kwaliteit, met name waar overheden dergelijke ontwikkeling ondersteunen.

Infrastructuur

De ontworpen en gebouwde set fysieke systemen en bijbehorende institutionele regelingen die bemiddelen tussen mensen, hun gemeenschappen en de bredere omgeving om diensten te verlenen die economische groei, gezondheid, levenskwaliteit en veiligheid ondersteunen.

Blauwe infrastructuur

Blauwe infrastructuur omvat waterlichamen, waterlopen, vijvers, meren en stormdrainage, die ecologische en hydrologische functies bieden, waaronder verdamping, transpiratie, drainage, infiltratie en tijdelijke opslag van afvloeiing en lozing.

Groene infrastructuur

De strategisch geplande onderling verbonden reeks natuurlijke en geconstrueerde ecologische systemen, groene ruimten en andere landschapselementen die functies en diensten kunnen bieden, waaronder lucht- en waterzuivering, temperatuurbeheer, overstromingswaterbeheer en kustverdediging, vaak met nevenvoordelen voor mensen en biodiversiteit. Groene infrastructuur omvat beplante en resterende inheemse vegetatie, bodems, wetlands, parken en groene open ruimtes, evenals bouw- en straatontwerpinterventies waarin vegetatie is opgenomen.

Grijze infrastructuur

Ontwikkelde fysieke componenten en netwerken van leidingen, draden, sporen en wegen die de basis vormen voor energie, transport, communicatie (inclusief digitaal), gebouwde vorm, water en sanitaire voorzieningen en beheersystemen voor vast afval.

Onomkeerbaarheid

Een verstoorde toestand van een dynamisch systeem wordt gedefinieerd als onomkeerbaar op een bepaalde tijdschaal als het herstel van deze toestand als gevolg van natuurlijke processen aanzienlijk langer duurt dan de tijdschaal van belang. Zie ook: Omslagpunt.

Een rechtvaardige transitie

Zie: Overgang.

Justitie

Rechtvaardigheid houdt zich bezig met het waarborgen dat mensen krijgen wat hun toekomst, waarbij de morele of juridische beginselen van eerlijkheid en billijkheid worden

uiteengezet in de manier waarop mensen worden behandeld, vaak gebaseerd op de ethiek en waarden van de samenleving.

Klimaatrechtvaardigheid

Rechtvaardigheid die ontwikkeling en mensenrechten met elkaar verbindt om te komen tot een mensgerichte aanpak van de klimaatverandering, waarbij de rechten van de meest kwetsbare mensen worden beschermd en de lasten en voordelen van de klimaatverandering en de gevolgen ervan eerlijk en billijk worden verdeeld.

Sociale rechtvaardigheid

Rechtvaardige of eerlijke relaties binnen de samenleving die gericht zijn op de verdeling van rijkdom, toegang tot middelen, kansen en ondersteuning volgens de beginselen van rechtvaardigheid en billijkheid.

Belangrijkste risico

Zie: Het risico.

Landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw (LULUCF)

In de context van nationale broeikasgasinventarissen in het kader van het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering is LULUCF een broeikasgasinventarisatiesector die betrekking heeft op antropogene emissies en verwijderingen van broeikasgassen in beheerde gronden, met uitzondering van niet-CO₂-emissies door de landbouw. Volgens de IPCC-richtsnoeren van 2006 voor nationale broeikasgasinventarissen en de verfijning daarvan in 2019 worden “antropogene” landgerelateerde broeikasgasstromen gedefinieerd als alle stromen die zich voordoen op “beheerde grond”, d.w.z. “waar menselijke interventies en praktijken zijn toegepast om productie-, ecologische of sociale functies uit te voeren”. Aangezien beheerde grond verwijderingen van kooldioxide (CO₂) kan omvatten die in sommige van de in dit verslag beoordeelde wetenschappelijke literatuur niet als “antropogeen” worden beschouwd (bv. verwijderingen in verband met CO₂-bemesting en N-depositie), zijn de ramingen van landgerelateerde nettobroeikasgasemissies van de in dit verslag opgenomen mondiale modellen niet noodzakelijkerwijs rechtstreeks vergelijkbaar met LULUCF-ramingen in de nationale broeikasgasinventarissen (IPCC 2006, 2019).

Minst ontwikkelde landen (MOL's)

Een lijst van landen die door de Economische en Sociale Raad van de Verenigde Naties (ECOSOC) zijn aangewezen als landen die aan drie criteria voldoen: (1) een criterium met een laag inkomen onder een bepaalde drempel van het bruto nationaal inkomen per hoofd van de bevolking tussen 750 en 900 USD, (2) een tekort aan personele middelen op basis van indicatoren van gezondheid, onderwijs, geletterdheid van volwassenen, en (3) een tekort aan economische kwetsbaarheid op basis van indicatoren van instabiliteit van de landbouwproductie, instabiliteit van de uitvoer van goederen en diensten, economisch belang van niet-traditionele activiteiten, concentratie van de uitvoer van goederen en de handicap van economische kleinheid. Landen in deze categorie

komen in aanmerking voor een aantal programma's die gericht zijn op bijstand aan de meest behoeftige landen. Deze privileges omvatten bepaalde voordelen uit hoofde van de artikelen van het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering (UNFCCC).

Levensmiddelen

De middelen die worden gebruikt en de activiteiten die worden ondernomen om mensen in staat te stellen te leven. Levensmiddelen worden meestal bepaald door de rechten en activa waartoe mensen toegang hebben. Dergelijke activa kunnen worden gecategoriseerd als menselijk, sociaal, natuurlijk, fysiek of financieel.

Lokale kennis (LK)

De inzichten en vaardigheden ontwikkeld door individuen en bevolkingsgroepen, specifiek voor de plaatsen waar ze wonen. Lokale kennis informeert besluitvorming over fundamentele aspecten van het leven, van dagelijkse activiteiten tot acties op langere termijn. Deze kennis is een essentieel onderdeel van de sociale en culturele systemen die van invloed zijn op waarnemingen van en reacties op klimaatverandering; zij vormt ook de basis voor bestuursbesluiten. Zie ook: Inheemse kennis (IK).

Lock-in

Een situatie waarin de toekomstige ontwikkeling van een systeem, met inbegrip van infrastructuur, technologieën, investeringen, instellingen en gedragsnormen, wordt bepaald of beperkt (“opgesloten”) door historische ontwikkelingen. Zie ook: Wegafhankelijkheid.

Verlies en schade, en verliezen en schade

Uit onderzoek is gebleken dat verlies en schade (gekapitaliseerde brieven) verwijzen naar het politieke debat in het kader van het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering (UNFCCC) na de instelling van het Warschaumechanisme voor verlies en schade in 2013, dat erop gericht is “verlies en schade in verband met de gevolgen van klimaatverandering, met inbegrip van extreme gebeurtenissen en gebeurtenissen die zich langzaam voordoen, aan te pakken in ontwikkelingslanden die bijzonder kwetsbaar zijn voor de negatieve gevolgen van klimaatverandering”. Kleine letters (verliezen en schade) zijn in grote lijnen opgevat als betrekking hebbend op schade als gevolg van (waargenomen) effecten en (geprojecteerde) risico's en kunnen economisch of niet-economisch zijn.

Resultaten met een lage waarschijnlijkheid en een grote impact

Resultaten/gebeurtenissen waarvan de waarschijnlijkheid dat ze zich voordoen laag of niet bekend is (zoals in de context van diepe onzekerheid), maar waarvan de potentiële gevolgen voor de samenleving en ecosystemen groot kunnen zijn. Om de risicobeoordeling en besluitvorming beter te onderbouwen, worden dergelijke waarschijnlijkheidsuitkomsten in aanmerking genomen als zij gepaard gaan met zeer grote gevolgen en derhalve materiële risico's kunnen vormen, ook al vormen die gevolgen niet noodzakelijkerwijs de meest waarschijnlijke uitkomst. Zie ook: Gevolgen.

Kwaadadadapatieve handelingen (Maladaptatie)

Acties die kunnen leiden tot een verhoogd risico op ongunstige klimaatgerelateerde resultaten, onder meer via verhoogde broeikasgasemissies, toegenomen of verschoven kwetsbaarheid voor klimaatverandering, onbillijkere resultaten of verminderde welvaart, nu of in de toekomst. Meestal is slechte aanpassing een onbedoeld gevolg.

Migratie (van mensen)

Beweging van een persoon of een groep personen, hetzij over een internationale grens, hetzij binnen een staat. Het is een bevolkingsbeweging, die elke vorm van beweging van mensen omvat, ongeacht de lengte, samenstelling en oorzaken ervan; het omvat de migratie van vluchtelingen, ontheemden, economische migranten en personen die zich voor andere doeleinden verplaatsen, met inbegrip van gezinshereniging.

Mitigatie (van klimaatverandering)

Een menselijke interventie om emissies te verminderen of de putten van broeikasgassen te verbeteren.

Mitigatiepotentieel

De hoeveelheid nettobroeikasgasemissiereducties die kan worden bereikt door een bepaalde mitigatieoptie ten opzichte van gespecificeerde emissiereferentiewaarden. Zie ook: Sequestratiepotentieel.

[Opmerking: De nettobroeikasgasemissiereductie is de som van de verminderde emissies en/of verbeterde putten.]

Natuurlijke (klimaat)variabiliteit

Natuurlijke variabiliteit verwijst naar klimatologische schommelingen die optreden zonder enige menselijke invloed, dat wil zeggen interne variabiliteit in combinatie met de reactie op externe natuurlijke factoren zoals vulkaanuitbarstingen, veranderingen in zonneactiviteit en, op langere tijdschalen, orbitale effecten en plaattektoniek. Zie ook: Orbitale forcering.

Netto nul CO₂-uitstoot

Conditie waarin antropogene kooldioxide-emissies (CO₂) worden gecompenseerd door antropogene CO₂-verwijderingen gedurende een bepaalde periode. Zie ook: Koolstofneutraliteit, landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw (LULUCF), broeikasgasneutraliteit.

[Opmerking: Koolstofneutraliteit en CO₂-neutraliteit zijn overlappende concepten. De concepten kunnen worden toegepast op mondiale of subglobale schaal (bv. regionaal, nationaal en subnationaal). Op wereldschaal zijn de termen CO₂-neutraliteit en CO₂-neutraliteit gelijkwaardig. Op subglobale schaal wordt netto nul CO₂-emissies over het algemeen toegepast op emissies en verwijderingen onder directe controle of territoriale verantwoordelijkheid van de rapporterende entiteit, terwijl koolstofneutraliteit over het algemeen emissies en verwijderingen omvat die binnen en buiten de directe controle of territoriale verantwoordelijkheid van de rapporterende entiteit vallen. In BKG-programma's of -regelingen gespecificeerde boekhoudregels kunnen een aanzienlijke invloed hebben

op de kwantificering van relevante CO₂-emissies en -verwijderingen.]

Netto nul BKG-emissies

Conditie waarin metrisch gewogen antropogene broeikasgasemissies worden gecompenseerd door metrisch gewogen antropogene broeikasgasverwijderingen gedurende een bepaalde periode. De kwantificering van broeikasgasneutraliteit hangt af van de metriek voor broeikasgasemissies die is gekozen om emissies en verwijderingen van verschillende gassen te vergelijken, alsook van de tijdshorizon die voor die metriek is gekozen. Zie ook: Broeikasgasneutraliteit, landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw (LULUCF), CO₂-neutraliteit.

[Opmerking 1: Broeikasgasneutraliteit en broeikasgasneutraliteit zijn overlappende concepten. Het concept van broeikasgasneutraliteit kan worden toegepast op mondiale of subglobale schaal (bv. regionaal, nationaal en subnationaal). Op wereldschaal zijn de termen broeikasgasneutraliteit en broeikasgasneutraliteit gelijkwaardig. Op subglobale schaal worden broeikasgasneutraliteitsemissies over het algemeen toegepast op emissies en verwijderingen onder directe controle of territoriale verantwoordelijkheid van de rapporterende entiteit, terwijl broeikasgasneutraliteit over het algemeen antropogene emissies en antropogene verwijderingen omvat die binnen en buiten de directe controle of territoriale verantwoordelijkheid van de rapporterende entiteit vallen. Boekhoudregels die in BKG-programma's of -regelingen zijn gespecificeerd, kunnen een aanzienlijke invloed hebben op de kwantificering van relevante emissies en verwijderingen.]

Aantekening 2: In het kader van het Reglement van Parijs (Besluit 18/CMA.1, bijlage, punt 37) zijn de partijen overeengekomen GWP100-waarden uit de AR5- of GWP100-waarden van de IPCC uit een volgend IPCC-beoordelingsverslag te gebruiken om geaggregeerde emissies en verwijderingen van broeikasgassen te rapporteren. Daarnaast kunnen partijen andere maatstaven gebruiken om aanvullende informatie over geaggregeerde emissies en verwijderingen van broeikasgassen te rapporteren.]

Nieuwe stedelijke agenda

De nieuwe stedelijke agenda werd aangenomen tijdens de Conferentie van de Verenigde Naties over huisvesting en duurzame stedelijke ontwikkeling (Habitat III) in Quito, Ecuador, op 20 oktober 2016. Het werd bekrachtigd door de Algemene Vergadering van de Verenigde Naties tijdens haar achtenzestigste plenaire vergadering van de eenenzeventigste zitting op 23 december 2016.

Overschrijd paden

Zie: Wegen.

Paden

De temporele evolutie van natuurlijke en/of menselijke systemen naar een toekomstige staat. Pathway-concepten variëren van reeksen kwantitatieve en kwalitatieve scenario's of verhalen over potentiële toekomstige oplossingsgerichte besluitvormingsprocessen om gewenste maatschappelijke doelen te bereiken. Pathway-

benaderingen richten zich meestal op biofysische, techno-economische en / of sociaal-gedragstrajecten en betrekken verschillende dynamieken, doelen en actoren op verschillende schalen. Zie ook: Scenario, verhaallijn.

Ontwikkelingstrajecten

Ontwikkelingstrajecten evolueren als gevolg van de talloze beslissingen die worden genomen en acties die worden genomen op alle niveaus van de maatschappelijke structuur, evenals als gevolg van de opkomende dynamiek binnen en tussen instellingen, culturele normen, technologische systemen en andere aanjagers van gedragsverandering. Zie ook: Verschuivende ontwikkelingstrajecten (SDP's), verschuivende ontwikkelingstrajecten naar duurzaamheid (SDPS).

Emissietrajecten

Gemodelleerde trajecten van wereldwijde antropogene emissies in de 21e eeuw worden emissietrajecten genoemd.

Overschrijd paden

Paden die eerst een bepaalde concentratie, forcering of aardopwarmingsniveau overschrijden en vervolgens vóór het einde van een bepaalde periode (bv. vóór 2100) weer terugkeren naar of onder dat niveau. Soms worden ook de omvang en waarschijnlijkheid van de overschrijding gekarakteriseerd. De duur van de overschrijding kan variëren van de ene route naar de volgende, maar in de meeste overschrijdingsroutes in de literatuur en aangeduid als overschrijdingsroutes in de AR6, treedt de overschrijding op over een periode van ten minste één decennium en tot enkele decennia. Zie ook: Temperatuuroverschrijding.

Gedeelde sociaal-economische trajecten (SSP's)

Gedeelde sociaal-economische trajecten (SSP's) zijn ontwikkeld als aanvulling op de representatieve concentratietrajecten (RCP's). Door het ontwerp werden de RCP-emissie- en concentratieroutes ontdaan van hun associatie met een bepaalde sociaal-economische ontwikkeling. Verschillende emissieniveaus en klimaatverandering langs de dimensie van de RCP's kunnen dus worden onderzocht tegen de achtergrond van verschillende sociaal-economische ontwikkelingstrajecten (SSP's) op de andere dimensie in een matrix. Dit geïntegreerde SSP-RCP-kader wordt nu veel gebruikt in de literatuur over klimaatimpact en beleidsanalyse (zie bv. <http://iconics-ssp.org>), waar klimaatprognoses die in het kader van de RCP-scenario's zijn verkregen, worden geanalyseerd tegen de achtergrond van verschillende SSP's. Aangezien verschillende emissie-updates moesten worden uitgevoerd, werd in samenwerking met de SSP's een nieuwe reeks emissiescenario's ontwikkeld. Vandaar dat de afkorting SSP nu voor twee dingen wordt gebruikt: Aan de ene kant wordt SSP1, SSP2, ..., SSP5 gebruikt om de vijf sociaal-economische scenariofamilies aan te duiden. Aan de andere kant worden de afkortingen SSP1-1.9, SSP1-2.6, ..., SSP5-8.5 gebruikt om de nieuw

ontwikkelde emissiescenario's aan te duiden die het resultaat zijn van een SSP-implementatie binnen een geïntegreerd beoordelingsmodel. Die SSP-scenario's zijn kaal van klimaatbeleidsaanneke, maar in combinatie met zogenaamde gedeelde beleidsaanname (SPA's) worden tegen het einde van de eeuw verschillende benaderende stralingsforceringsniveaus van respectievelijk 1,9, 2,6, ... of 8,5 W m⁻² bereikt.

Planetaire gezondheid

Een concept gebaseerd op het inzicht dat de menselijke gezondheid en de menselijke beschaving afhankelijk zijn van de gezondheid van ecosystemen en het verstandige beheer van ecosystemen.

Redenen tot bezorgdheid (RFC's)

Elementen van een classificatiekader, voor het eerst ontwikkeld in het derde evaluatieverslag van het IPCC, dat tot doel heeft de beoordeling te vergemakkelijken van de mate waarin klimaatverandering gevaarlijk kan zijn (in de taal van artikel 2 van het UNFCCC; UNFCCC, 1992) door risico's uit verschillende sectoren te aggregeren, rekening houdend met gevaren, blootstellingen, kwetsbaarheden, aanpassingsvermogen en de daaruit voortvloeiende effecten.

Herbebossing

Omzetting in bos van land dat voorheen bossen bevatte, maar dat is omgezet in een ander gebruik. Zie ook: Bebossing, antropogene verwijderingen, koolstofdioxideverwijdering (CDR), ontbossing, vermindering van emissies door ontbossing en bosdegradatie (REDD+).

[Opmerking: Voor een bespreking van de term bos en verwante termen zoals bebossing, herbebossing en ontbossing, zie de IPCC-richtsnoeren van 2006 voor nationale broeikasgasinventarissen en de verfijning daarvan in 2019, en informatie die is verstrekt door het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering.]

Resterend risico

Het risico in verband met de gevolgen van klimaatverandering dat blijft bestaan na aanpassings- en mitigatie-inspanningen. Aanpassingsacties kunnen risico's en effecten herverdelen, met verhoogde risico's en effecten in sommige gebieden of bevolkingsgroepen, en verminderde risico's en effecten in andere. Zie ook: Verlies en schade, verlies en schade.

Veerkracht

Het vermogen van onderling verbonden sociale, economische en ecologische systemen om te gaan met een gevaarlijke gebeurtenis, trend of verstoring, reageren of reorganiseren op manieren die hun essentiële functie, identiteit en structuur behouden. Veerkracht is een positief kenmerk wanneer het vermogen tot aanpassing, leren en/of transformatie in stand wordt gehouden. Zie ook: Gevaar, risico, kwetsbaarheid.

Restauratie

In de milieucontext omvat herstel menselijke interventies om bij te dragen aan het herstel van een ecosysteem dat eerder is aangetast, beschadigd of vernietigd.

Risico

Het potentieel voor nadelige gevolgen voor menselijke of ecologische systemen, waarbij de diversiteit van waarden en doelstellingen in verband met dergelijke systemen wordt erkend. In de context van klimaatverandering kunnen risico's voortvloeien uit potentiële gevolgen van klimaatverandering en uit menselijke reacties op klimaatverandering. Relevante negatieve gevolgen zijn onder meer die voor levens, bestaansmiddelen, gezondheid en welzijn, economische, sociale en culturele activa en investeringen, infrastructuur, diensten (met inbegrip van ecosysteemdiensten), ecosystemen en soorten.

In de context van de gevolgen van klimaatverandering vloeien risico's voort uit dynamische interacties tussen klimaatgerelateerde gevaren en de blootstelling en kwetsbaarheid van het getroffen menselijke of ecologische systeem voor de gevaren. Gevaren, blootstelling en kwetsbaarheid kunnen elk onderhevig zijn aan onzekerheid in termen van omvang en waarschijnlijkheid van optreden, en elk kan in de loop van de tijd en in de ruimte veranderen als gevolg van sociaal-economische veranderingen en menselijke besluitvorming.

In de context van reacties op klimaatverandering vloeien risico's voort uit het potentieel dat dergelijke reacties de beoogde doelstelling(en) niet bereiken, of uit mogelijke wisselwerkingen met of negatieve neveneffecten op andere maatschappelijke doelstellingen, zoals de duurzameontwikkelingsdoelstellingen (SDG's). Risico's kunnen bijvoorbeeld voortvloeien uit onzekerheid over de uitvoering, doeltreffendheid of resultaten van klimaatbeleid, klimaatgerelateerde investeringen, technologieontwikkeling of -adoptie en systeemtransities. Zie ook: Gevaar, blootstelling, kwetsbaarheid, effecten, risicobeheer, aanpassing, mitigatie.

Belangrijkste risico

Belangrijke risico's kunnen ernstige nadelige gevolgen hebben voor mensen en sociaal-ecologische systemen als gevolg van de interactie tussen klimaatgerelateerde gevaren en kwetsbaarheden van blootgestelde samenlevingen en systemen.

Scenario

Een plausibele beschrijving van hoe de toekomst zich kan ontwikkelen op basis van een coherente en intern consistente reeks aannames over belangrijke drijvende krachten (bv. snelheid van technologische veranderingen, prijzen) en relaties. Merk op dat scenario's geen voorspellingen of prognoses zijn, maar worden gebruikt om een beeld te geven van de implicaties van ontwikkelingen en acties. Zie ook: Scenario, Scenario verhaallijn.

Emissiescenario

Een plausibele weergave van de toekomstige ontwikkeling van emissies van stoffen die radiatief actief zijn (bv. broeikasgassen of aerosolen) op basis van een coherente en intern consistente reeks aannames

over drijvende krachten (zoals demografische en sociaal-economische ontwikkeling, technologische veranderingen, energie en landgebruik) en hun belangrijkste relaties. Concentratiescenario's, afgeleid van emissiescenario's, worden vaak gebruikt als input voor een klimaatmodel om klimaatprognoses te berekenen.

Sendai-kader voor rampenrisicovermindering

Het kader van Sendai voor rampenrisicovermindering 2015-2030 bevat zeven duidelijke doelstellingen en vier prioriteiten voor actie om nieuwe rampen te voorkomen en bestaande rampenrisico's te verminderen. In de vrijwillige, niet-bindende overeenkomst wordt erkend dat de staat de primaire rol heeft om het risico op rampen te verminderen, maar dat de verantwoordelijkheid moet worden gedeeld met andere belanghebbenden, waaronder de lokale overheid, de particuliere sector en andere belanghebbenden, met als doel het risico op rampen en het verlies aan levens, bestaansmiddelen en gezondheid en aan economische, fysieke, sociale, culturele en milieuactiva van personen, bedrijven, gemeenschappen en landen aanzienlijk te verminderen.

Afwikkelingen

Plaatsen van geconcentreerde menselijke bewoning. Nederzettingen kunnen variëren van geïsoleerde plattelandsdorpen tot stedelijke regio's met een aanzienlijke wereldwijde invloed. Zij kunnen formeel geplande en informele of illegale bewoning en bijbehorende infrastructuur omvatten. Zie ook: Steden, stedenbouw, verstedelijking.

Gedeelde sociaal-economische trajecten (SSP's)

Zie: Paden

Verschuivende ontwikkelingstrajecten (SDP's)

In dit rapport beschrijft het verschuiven van ontwikkelingstrajecten transitie gericht op het ombuigen van bestaande ontwikkelingstrends. Samenlevingen kunnen de voorwaarden scheppen om hun toekomstige ontwikkelingstrajecten te beïnvloeden wanneer zij bepaalde resultaten trachten te bereiken. Sommige uitkomsten kunnen gebruikelijk zijn, terwijl andere contextspecifiek kunnen zijn, gezien verschillende uitgangspunten. Zie ook: Ontwikkelingstrajecten, verschuiving van ontwikkelingstrajecten naar duurzaamheid.

Spoelbak

Elk proces, elke activiteit of elk mechanisme waarbij een broeikasgas, een aerosol of een precursor van een broeikasgas uit de atmosfeer wordt verwijderd. Zie ook: Pool - Koolstof en stikstof, reservoir, opslag, opslagpotentieel, bron, opname.

Kleine eilandstaten in ontwikkeling (SIDS)

Kleine insulaire ontwikkelingslanden (SIDS), zoals erkend door het OHRLLS van de Verenigde Naties (VN-Bureau van de hoge vertegenwoordiger voor de minst ontwikkelde landen, niet aan zee grenzende ontwikkelingslanden en kleine insulaire ontwikkelingslanden), vormen een aparte groep ontwikkelingslanden die met specifieke sociale,

economische en ecologische kwetsbaarheden worden geconfronteerd. Ze werden erkend als een speciaal geval voor zowel hun milieu als hun ontwikkeling op de Rio Earth Summit in Brazilië in 1992. 58 landen en gebieden worden momenteel door de OHRLLS van de VN als SIDS geclassificeerd, waarvan 38 VN-lidstaten en 20 niet-VN-leden of geassocieerde leden van de regionale commissies.

Sociale rechtvaardigheid

Zie: Gerechtigheid.

Sociale bescherming

In de context van ontwikkelingshulp en klimaatbeleid beschrijft sociale bescherming meestal publieke en private initiatieven die inkomens- of consumptieoverdrachten aan de armen bieden, de kwetsbaren beschermen tegen risico's van levensonderhoud en de sociale status en rechten van de gemarginaliseerde groepen verbeteren, met als algemeen doel de economische en sociale kwetsbaarheid van arme, kwetsbare en gemarginaliseerde groepen te verminderen. In andere contexten kan sociale bescherming synoniem worden gebruikt met sociaal beleid en kan worden omschreven als alle openbare en particuliere initiatieven die toegang bieden tot diensten, zoals gezondheidszorg, onderwijs of huisvesting, of inkomens- en consumptieoverdrachten aan mensen. Het beleid inzake sociale bescherming beschermt de armen en kwetsbaren tegen de risico's van levensonderhoud en verbetert de sociale status en rechten van de gemarginaliseerde groepen, en voorkomt dat kwetsbare mensen in armoede terechtkomen.

Modificatie van zonnestraling (SRM)

Verwijst naar een reeks maatregelen voor stralingsmodificatie die geen verband houden met de beperking van broeikasgassen (BKG) en die gericht zijn op het beperken van de opwarming van de aarde. De meeste methoden omvatten het verminderen van de hoeveelheid inkomende zonnestraling die het oppervlak bereikt, maar anderen werken ook op het longwave stralingsbudget door de optische dikte en de levensduur van de wolk te verminderen.

Bron

Elk proces of elke activiteit waarbij een broeikasgas, een aerosol of een voorloper van een broeikasgas in de atmosfeer vrijkomt. Zie ook: Pool - koolstof en stikstof, reservoir, opslag, opslagpotentieel, spoelbak, opname.

Gestrande activa

Activa die zijn blootgesteld aan devaluaties of omzetting in "passiva" als gevolg van onverwachte veranderingen in hun oorspronkelijk verwachte inkomsten als gevolg van innovaties en/of ontwikkelingen in de bedrijfscontext, met inbegrip van veranderingen in de overheidsregelgeving op nationaal en internationaal niveau.

Duurzame ontwikkeling (SD)

Ontwikkeling die tegemoetkomt aan de behoeften van het heden zonder afbreuk te doen aan het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te

voorzien en een evenwicht te vinden tussen sociale, economische en milieuoverwegingen. Zie ook: Ontwikkelingstrajecten, duurzameontwikkelingsdoelstellingen (SDG's).

Duurzameontwikkelingsdoelstellingen (SDG's)

de 17 mondiale ontwikkelingsdoelstellingen voor alle landen die door de Verenigde Naties via een participatief proces zijn vastgesteld en in de Agenda 2030 voor duurzame ontwikkeling zijn uitgewerkt, met inbegrip van het uitbannen van armoede en honger; het waarborgen van gezondheid en welzijn, onderwijs, gendergelijkheid, schoon water en schone energie, en fatsoenlijk werk; bouwen en waarborgen van veerkrachtige en duurzame infrastructuur, steden en consumptie; het verminderen van ongelijkheden; bescherming van land- en waterecosystemen; bevordering van vrede, rechtvaardigheid en partnerschappen; en het nemen van dringende maatregelen tegen klimaatverandering. Zie ook: Ontwikkelingstrajecten, Duurzame ontwikkeling (SD).

Duurzaam grondbeheer

Het beheer en het gebruik van landbronnen, met inbegrip van bodems, water, dieren en planten, om te voldoen aan veranderende menselijke behoeften, terwijl tegelijkertijd het productiepotentieel van deze hulpbronnen op lange termijn en het behoud van hun milieufuncties worden gewaarborgd.

Temperatuuroverschrijding

Overschrijding van een bepaald aardopwarmingsniveau, gevolgd door een daling tot of onder dat niveau gedurende een bepaalde periode (bv. vóór 2100). Soms wordt ook de omvang en waarschijnlijkheid van de overschrijding gekarakteriseerd. De duur van de overschrijding kan variëren van de ene route naar de volgende, maar in de meeste overschrijdingsroutes in de literatuur en aangeduid als overschrijdingsroutes in de AR6, treedt de overschrijding op over een periode van ten minste één en tot enkele decennia. Zie ook: Overschrijd de paden.

Omslagpunt

Een kritische drempel waarboven een systeem reorganiseert, vaak abrupt en/of onomkeerbaar. Zie ook: Abrupte klimaatverandering, onomkeerbaarheid, fooielement.

Transformatie

Een verandering in de fundamentele eigenschappen van natuurlijke en menselijke systemen.

Transformationele aanpassing

Zie: Aanpassing.

Overgang

Het proces van het veranderen van de ene staat of toestand naar de andere in een bepaalde periode van tijd. Transitie kan plaatsvinden in individuen, bedrijven, steden, regio's en landen en kan gebaseerd zijn op incrementele of transformatieve verandering.

Rechtvaardige overgangen

Een reeks beginselen, processen en praktijken die tot doel hebben ervoor te zorgen dat geen mensen, werknemers, plaatsen, sectoren, landen of regio's aan hun lot worden overgelaten bij de overgang van een koolstofvrije naar een koolstofarme economie. Het benadrukt de noodzaak van gerichte en proactieve maatregelen van regeringen, agentschappen en autoriteiten om ervoor te zorgen dat eventuele negatieve sociale, ecologische of economische gevolgen van transitie in de hele economie tot een minimum worden beperkt, terwijl de voordelen voor degenen die onevenredig zwaar worden getroffen, worden gemaximaliseerd. Belangrijke beginselen van rechtvaardige transitie zijn onder meer: respect en waardigheid voor kwetsbare groepen; billijkheid bij de toegang tot en het gebruik van energie, sociale dialoog en democratisch overleg met relevante belanghebbenden; het scheppen van fatsoenlijke banen; sociale bescherming; en rechten op het werk. Rechtvaardige transitie kunnen onder meer betrekking hebben op rechtvaardigheid op het gebied van energie, landgebruik en klimaatplanning en besluitvormingsprocessen; economische diversificatie op basis van koolstofarme investeringen; realistische opleidings- en omscholingsprogramma's die tot fatsoenlijk werk leiden; genderspecifiek beleid dat billijke resultaten bevordert; de bevordering van internationale samenwerking en gecoördineerde multilaterale acties; en de uitbanning van armoede. Ten slotte kunnen rechtvaardige transitie het herstel van schade uit het verleden en waargenomen onrecht belichamen.

Stedelijk

De indeling van gebieden als "stedelijk" door de statistische diensten van de overheid is over het algemeen gebaseerd op de omvang van de bevolking, de bevolkingsdichtheid, de economische basis, de verlening van diensten of een combinatie van het bovenstaande. Stedelijke systemen zijn netwerken en knooppunten van intensieve interactie en uitwisseling, waaronder kapitaal, cultuur en materiële objecten. Stedelijke gebieden bestaan op een continuüm met plattelandsgebieden en vertonen doorgaans hogere niveaus van complexiteit, hogere populaties en bevolkingsdichtheid, intensiteit van kapitaalinvesteringen en een overwicht van secundaire (verwerkings-) en tertiaire (diensten)sectoren. De omvang en intensiteit van deze kenmerken varieert aanzienlijk binnen en tussen stedelijke gebieden. Stedelijke plaatsen en systemen zijn open, met veel beweging en uitwisseling tussen meer plattelandsgebieden en andere stedelijke regio's. Stedelijke gebieden kunnen wereldwijd met elkaar verbonden zijn, waardoor snelle stromen tussen hen, van

kapitaalinvesteringen, van ideeën en cultuur, menselijke migratie en ziekte worden vergemakkelijkt. Zie ook: Steden, stadsregio, peri-stedelijke gebieden, stedelijke systemen, verstedelijking.

Verstedelijking

Verstedelijking is een multidimensionaal proces dat ten minste drie gelijktijdige veranderingen omvat: 1) verandering in landgebruik: omzetting van voormalige plattelandsnederzettingen of natuurlijke grond in stedelijke nederzettingen; 2) demografische veranderingen: een verschuiving in de ruimtelijke spreiding van een bevolking van landelijke naar stedelijke gebieden; en 3) wijziging van de infrastructuur: een toename van het aanbod van infrastructuurdiensten, waaronder elektriciteit, sanitaire voorzieningen enz. Verstedelijking omvat vaak veranderingen in levensstijl, cultuur en gedrag, en verandert zo de demografische, economische en sociale structuur van zowel stedelijke als plattelandsgebieden. Zie ook: Schikking, stedelijke, stedelijke systemen.

Vector-overgedragen ziekte

Ziekten veroorzaakt door parasieten, virussen en bacteriën die worden overgedragen door verschillende vectoren (bijv. muggen, zandvliegen, triatomine insecten, zwarte vliegen, teken, tseetseevliegen, mijten, slakken en luizen).

Kwetsbaarheid

De neiging of aanleg om negatief te worden beïnvloed. Kwetsbaarheid omvat een verscheidenheid aan concepten en elementen, waaronder gevoeligheid of gevoeligheid voor schade en gebrek aan vermogen om ermee om te gaan en zich aan te passen. Zie ook: Gevaar, blootstelling, effecten, risico.

Waterzekerheid

Het vermogen van een bevolking om duurzame toegang tot toereikende hoeveelheden water van aanvaardbare kwaliteit te waarborgen voor het behoud van bestaansmiddelen, menselijk welzijn en sociaal-economische ontwikkeling, voor het waarborgen van bescherming tegen door water veroorzaakte verontreiniging en watergerelateerde rampen en voor het behoud van ecosystemen in een klimaat van vrede en politieke stabiliteit.

Welzijn

Een staat van bestaan die voldoet aan verschillende menselijke behoeften, waaronder materiële levensomstandigheden en levenskwaliteit, alsook het vermogen om je doelen na te streven, te gedijen en je tevreden te voelen met je leven. Ecosysteemwelzijn verwijst naar het vermogen van ecosystemen om hun diversiteit en kwaliteit te behouden.

Bijlage II - Acroniemen, chemische symbolen en wetenschappelijke eenheden

Redactieteam

Andreas Fischlin (Zwitserland), Yonhung Jung (Republiek Korea), Noémie Leprince-Ringuet (Frankrijk), Chloé Ludden (Duitsland/Frankrijk), Clotilde Péan (Frankrijk), José Romero (Zwitserland)

Deze bijlage dient als volgt te worden aangehaald: IPCC, 2023: Bijlage II: Acroniemen, chemische symbolen en wetenschappelijke eenheden [Fischlin, A., Y. Jung, N. Leprince-Ringuet, C. Ludden, C. Péan, J. Romero (red.)]. In: Klimaatverandering 2023: Syntheseverslag. Bijdrage van werkgroepen I, II en III aan het zesde evaluatieverslag van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering [Core Writing Team, H. Lee en J. Romero (eds.)]. IPCC, Genève, Zwitserland, blz. 131-133, doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.003.

bijlagen

AFOLU	Landbouw, bosbouw en ander landgebruik *	GWP100	Aardopwarmingsvermogen over een tijdshorizon van 100 jaar *
AR5	Vijfde beoordelingsverslag	HFK's	Fluorkoolwaterstoffen
AR6	Zesde beoordelingsverslag	IEA	Internationaal Energieagentschap
BECCS	Bio-energie met afvang en opslag van kooldioxide *	IEA-STEPS	Internationaal Energieagentschap (IEA) - Scenario
CCS	Koolstofafvang en -opslag *	GMP	Illustratief mitigatiepad
CCU	Koolstofafvang en -gebruik	IMP-LD	Illustratieve mitigatieroute - lage vraag
CdR	Verwijdering van kooldioxide *	IMP-NEG	Illustrative Mitigation Pathway - NEGative emissions deployment
CH4	Methaan	IMP-SP	Illustrative Mitigation Pathway - Verschuivende ontwikkelingstrajecten
CID	Klimatische slagrijder *	IMP-REN	Illustrative Mitigation Pathway - Grote afhankelijkheid van RENewables
CMIP5	Gekoppeld model Intercomparison Project Fase 5	IP-ModAct	Illustratieve weg Gematigde actie
CMIP6	Gekoppeld model Intercomparison Project fase 6	IPCC	Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering
CO2	Kooldioxide	kWh	Kilowatt uur
CO2-eq	Kooldioxide-equivalent *	LCOE	Gelevelde energiekosten
RKV	Klimaatbestendige ontwikkeling *	MOL	Minst ontwikkelde landen *
CO2-FFI	CO2 uit verbranding van fossiele brandstoffen en industriële processen	Li-on	Lithium-ion
CO2-LULUCF	CO2 uit landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw	LK	Lokale kennis *
CSB	Kruissectievak	LULUCF	Landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw *
DACCS	Directe afvang en opslag van luchtkoolstof	MAGICC	Model voor de beoordeling van door broeikasgassen veroorzaakte klimaatverandering
DRM	Rampenrisicobeheer *	MWh	Megawattuur
EbA	Ecosysteemgebaseerde aanpassing *	N2O	Stikstofoxide
ECS	Evenwichtige klimaatgevoeligheid *	NDC	Nationaal bepaalde bijdrage
ES	Samenvatting	NF3	Stikstoftrifluoride
EV	Elektrisch voertuig	O3	Ozon
EWS	Systeem voor vroegtijdige waarschuwing *	PFK's	Perfluorkoolstoffen
FaIR	Eindige Amplitude Impuls Response eenvoudig klimaatmodel	ppb	delen per miljard
FAO	Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties	PPP	Koopkrachtpariteit
FFI	Verbranding van fossiele brandstoffen en industriële processen	ppm	delen per miljoen
F-gassen	Gefluoreerde gassen	PV	Fotovoltaïsche
BNP	Bruto binnenlands product	R& D	Onderzoek en ontwikkeling
BKG	Broeikasgas *	RCB	Resterend koolstofbudget
Gt	Gigatonen		Representatieve concentratiepaden (bv. RCP2.6, pad waarvoor stralingsforcing tegen 2100 beperkt is tot 2,6 Wm-2)
GW	Gigawatt	RFC's	Redenen tot bezorgdheid *
GWL	Global Warming Level	SDG	Duurzame-ontwikkelingsdoelstelling *

bijlagen

SDP's	Verschuivende ontwikkelingstrajecten *	TS	industriële processen
SF6	Zwavelhexafluoride	UNFCCC	Technische samenvatting
wiegendood	Kleine eilandstaten in ontwikkeling *	USD	United Framework Convention on Climate Change
SLCF	Short-Lived Climate Forcer	WG	Amerikaanse dollar
SPM	Samenvatting voor beleidsmakers	WGI	Werkgroep
SR1.5	Speciaal verslag over de opwarming van de aarde met 1,5 °C	WGII	IPCC-werkgroep I
SRCCCL	Speciaal verslag over klimaatverandering en land	WGIII	IPCC-werkgroep II
SRM	Zonnestreringsmodificatie *	WHO	IPCC-werkgroep III
SROCC	Speciaal verslag over de oceaan en de cryosfeer in een veranderend klimaat	WIM	Wereldgezondheidsorganisatie
SSP	Gedeelde sociaal-economische weg *	Wm-2	Internationaal mechanisme van Warschau inzake verlies en schade in het kader van het UNFCCC
SYR	Syntheseverslag		
tCO2-eq	Ton kooldioxide-equivalent		
tCO2-FFI	Ton kooldioxide uit verbranding van fossiele brandstoffen en		

* Zie voor een volledige definitie ook bijlage I: woordenlijst

Definities van aanvullende termen zijn beschikbaar in de online woordenlijst van het IPCC: <https://apps.ipcc.ch/glossary/>

Bijlage III - Bijdragers

Leden van het Core Writing Team

LEE, Hoesung

IPCC-voorzitter
Universiteit van Korea
Republiek Korea

CALVIN, Katherine

De Nationale Luchtvaart- en Ruimtevaartadministratie
VSA

DASGUPTA, Dipak

Het Energy and Resources Institute, India (TERI)
India / Verenigde Staten

KRINNER, Gerhard

Het Franse Nationale Centrum voor Wetenschappelijk
Onderzoek
Frankrijk / Duitsland

MUKHERJI, Aditi

Internationaal Instituut voor Waterbeheer
India

Thorne, Peter

Universiteit van Maynooth
Ierland / Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en
Noord-Ierland)

TRISOS, Christoffel

Universiteit van Kaapstad
Zuid-Afrika

ROMERO, Frankrijk

IPCC SYR TSU
Zwitserland

ALDUNCE, Paulina

Universiteit van Chili
Chili

BARRETT, Ko

IPCC-ondervoorzitter
Nationaal Oceanografisch en Atmosferisch Bestuur
VSA

BLANCO, Gabriel

Nationale Universiteit van het Centrum van de Provincie
Buenos Aires
Argentinië

CHEUNG, William W. L.

De Universiteit van British Columbia
Canada

Gemaakt door Sarah L.

Technische ondersteuningseenheid van WGI

Frankrijk / Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en
Noord-Ierland)

DENTON, Fatima

Economische Commissie voor Afrika van de Verenigde
Naties
Gambia

DIONGUE-NIANG, Aïda

Nationaal Agentschap voor Burgerluchtvaart en
Meteorologie
Senegal

Dodman, David (schrijver)

Het Instituut voor Woningbouw en Stedelijke
Ontwikkeling Studies
Jamaica / Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en
Noord-Ierland) / Nederland

GARSCHAGEN, Matthias

Ludwig Maximilian Universiteit van München
Duitsland

Geden, Oliver (schrijver)

Duits Instituut voor Internationale en
Veiligheidsaangelegenheden
Duitsland

HAYWARD, Bronwyn

Universiteit van Canterbury
Nieuw-Zeeland

JONES, Christoffel

Met Office
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-
Ierland)

JOTZO, Frank

De Australische Nationale Universiteit
Australië

KRUG, Thelma

IPCC-ondervoorzitter
INPE, gepensioneerd
Brazilië

LASCO, Rodel

Adviesgroep Internationaal Landbouwonderzoek
Filipijnen

WEI, Yi-Ming

Beijing Instituut voor Technologie
China

WINKLER, Groot-Bijgaarden

Universiteit van Kaapstad
Zuid-Afrika

ZHAI, Panmao

Covoorzitter IPCC WGI
Chinese Academie van Meteorologische
Wetenschappen
China

ZOMMERS, Zinta

Bureau van de Verenigde Naties voor
rampenrisicovermindering
Letland

Uitgebreid schrijven teamleden

HOURCADE, Jean-Charles

Internationaal Centrum voor Ontwikkeling en Milieu
Frankrijk

Johnson, Francis X.

Milieu-instituut van Stockholm
Thailand / Zweden

PACHAURI, Shonali

Internationaal Instituut voor Toegepaste
Systeemanalyse
Oostenrijk / India

Simson van Nicholas P.

Universiteit van Kaapstad
Zuid-Afrika / Zimbabwe

Songteksten van Chandni

Indian Institute for Human Settlements
India

THOMAS, Adelle

Universiteit van de Bahama's
Bahama's

Totin, Edmond (plaats)

Université Nationale d'Agriculture
Benin

Beoordeel Editors

ARIAS (stad)

Escuela Ambiental, Universidad de Antioquia
Colombia

BUSTAMANTE, Mercedes

Universiteit van Brasilia
Brazilië

ELGIZOULI, Ismail A.

Sudan

FLATO van Gregory

IPCC WGI ondervoorzitter

Milieu en klimaatverandering Canada
Canada

Hoeden, Mark

IPCC WGII ondervoorzitter
De Australische Nationale Universiteit
Australië

MÉNDEZ, Carlos

IPCC WGII ondervoorzitter
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
Venezuela

PEREIRA, Joy Jacqueline

IPCC WGII ondervoorzitter
Universiti Kebangsaan Maleisië
Maleisië

PICHS-MADRUGA, Ramón

IPCC WGIII ondervoorzitter
Centrum voor World Economy Studies
Cuba

Gemaakt door Steven K.

Elektriciteitsonderzoeksinstituut
VSA

Saheb (plaats)

OpenExp
Algerije / Frankrijk

SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, Roberto A.

IPCC WGII ondervoorzitter
Het College van de noordelijke grens
Mexico

ÜRGE-VORSATZ, Diana

IPCC WGIII ondervoorzitter
Centraal-Europese Universiteit
Hongarije

XIAO, Cunde

Normale Universiteit van Peking
China

YASSAA, Noureddine

IPCC WGI ondervoorzitter
Centre de Développement des Energies Renouvelables
Algerije

Bijdragende auteurs

ALEGRÍA, Andrés

IPCC WGII TSU
Alfred Wegener Instituut
Duitsland / Honduras

ARMOUR (plaats)

Universiteit van Washington
VSA

BEDNAR-FRIEDL, Birgit

Universität Graz
Oostenrijk

BLOK, Kornelis

Technische Universiteit Delft
Nederland

CISS , Gu ladio

Zwitsers Instituut voor Tropische en Volksgezondheid
en Universiteit van Bazel
Mauritanië / Zwitserland / Frankrijk

DENTENER, Frank

Europese Commissie
EU

ERIKSEN, Siri

Noorse Universiteit voor Life Sciences
Noorwegen

FISCHER, Erich

ETH Zürich
Zwitserland

GARNER, Gregory

Rutgers-universiteit
VSA

GUIVARCH, Céline

Centre International de Recherche sur l'Environnement
et le développement
Frankrijk

HAASNOOT, Marjolijn

Deltares
Nederland

HANSEN, Gerrit

Duits Instituut voor Internationale en
Veiligheidsaangelegenheden
Duitsland

HAUSER, Matthias

ETH Zürich
Zwitserland

Hawkins (schrijver)

Universiteit van Reading
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-
Ierland)

HERMANS, Tim

Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee
Nederland

KOPP, Robert

Rutgers-universiteit
VSA

LEPRINCE-RINGUET, Noémie

Frankrijk

LEWIS, Jared

Universiteit van Melbourne en Climate Resource
Australië / Nieuw-Zeeland

LEY, Debora

Latinoam rica Renovable, VN-ECLAC
Mexico / Guatemala

LUDDEN, Frankrijk

Technische ondersteuningseenheid WG III
Duitsland / Frankrijk

NIAMIR, Leila

Internationaal Instituut voor Toegepaste
Systeemanalyse
Iran / Nederland / Oostenrijk

NICHOLLS, Zebedee

Universiteit van Melbourne
Australië

Een beetje, Shreya

Technische ondersteuningseenheid IPCC WGIII
Aziatisch Instituut voor Technologie
India/Thailand

SZOPA, Sophie

Laboratoire des Sciences du Climat et de
l'Environnement
Frankrijk

TREWIN, Blair

Australisch Meteorologisch Bureau
Australië

VAN DER WIJST, Kaj-Ivar

Planbureau voor de Leefomgeving
Nederland

WINTER van Gundula

Deltares
Nederland / Duitsland

Schrijven, Maximiliaan

Ludwig Maximilian Universiteit van München
Duitsland

Wetenschappelijke stuurgroep

ABDULLA, Amjad

IPCC WGIII ondervoorzitter
IRENA
Maldiven

Aldrikaans, Edvin

Covoorzitter IPCC WGI

bijlagen

Agentschap voor de beoordeling en toepassing van technologie
Indonesië

CALVO, Eduardo
IPCC-medevoorzitter TFI
Nationale Universiteit van San Marcos
Peru

CARRARO (stad)
IPCC WGIII ondervoorzitter
Ca' Foscari Universiteit van Venetië
Italië

DRIOUECH, Fatima
IPCC WGI ondervoorzitter
Universiteit Mohammed VI Polytechnic
Marokko

FISCHLIN, Andreas
IPCC WGII ondervoorzitter
ETH Zürich
Zwitserland

FUGLESTVEDT, Jan
IPCC WGI ondervoorzitter
Centrum voor Internationaal Klimaatonderzoek (CICERO)
Noorwegen

DADI, Diriba Korecha
IPCC WGIII ondervoorzitter
Ethiopisch Meteorologisch Instituut
Ethiopië

MAHMOUD, Nagmeldin G.E.
IPCC WGIII ondervoorzitter
Hoge Raad voor Milieu en Natuurlijke Hulpbronnen
Sudan

REISINGER, Andy

Covoorzitter IPCC WGIII
He Pou Ean Rangī Kōwhiri Climate Change Commission
Nieuw-Zeeland

SEMENOV, Sergey
Covoorzitter IPCC WGII
Yu.A. Izrael Instituut voor Wereldwijd Klimaat en Ecologie
Russische Federatie

TANABE, Kiyoto
IPCC-medevoorzitter TFI
Instituut voor wereldwijde milieustrategieën
Japan

TARIQ van Muhammad Irfan
Covoorzitter IPCC WGI
Ministerie van Klimaatverandering
Pakistan

Vera (gemeente)
Covoorzitter IPCC WGI
Universidad de Buenos Aires (CONICET)
Argentinië

YANDA, Pius
Covoorzitter IPCC WGII
Universiteit van Dar es Salaam
Verenigde Republiek Tanzania

YASSAA, Noureddine
Covoorzitter IPCC WGI
Centre de Développement des Energies Renouvelables
Algerije

ZATARI, Taha M.
Covoorzitter IPCC WGII
Ministerie van Energie, Industrie en Minerale Hulpbronnen
Saudi-Arabië

Bijlage IV - Deskundigen- beoordelaars AR6 SYR

ABDELFATTAH, Eman

Universiteit van Caïro
Egypte

ABULEIF, Khalid Mohamed

Ministerie van Aardolie en Minerale Hulpbronnen
Saudi-Arabië

ACHAMPONG, Leia

Europees netwerk voor schuld en ontwikkeling (Eurodad)
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

Agrawal, Mahak (plaats)

Centrum voor mondiaal energiebeleid
Verenigde Staten van Amerika

AKAMANI, Kofi

Universiteit van Zuid-Illinois Carbondale
Verenigde Staten van Amerika

ÅKESSON, Ulrika

Sida
Zweden

ALBIHN, Ann

Zweedse Universiteit voor Landbouwwetenschappen Uppsala
Zweden

ALCAMO, Jozef

Universiteit van Sussex
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

ALSARMI, zei hij

Oman Civil Aviation Authority
Oman

AMBRÓSIO, Luis Alberto

Instituto de Zootecnia
Brazilië

AMONI, Alves Melina

WayCarbon Soluções Ambientais e Projetos de Carbono Ltda
Brazilië

ANDRIANASOLO, Rivoniony

Ministère de l'Environnement et du Développement
Duurzaam
Madagaskar

ANORUO, Chukwuma

Universiteit van Nigeria
Nigeria

Geschreven door Samy Ashraf

Egyptische meteorologische autoriteit
Egypte

APPADOO, Chandani

Universiteit van Mauritius
Mauritius

ARAMENDIA, Emmanuel

Universiteit van Leeds
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

ASADNABIZADEH, Majid

UMCS

Polen

ÁVILA ROMERO, Agustín

SEMARNAT
Mexico

BADRUZZAMAN, Ahmed

Universiteit van Californië, Berkeley, Californië
Verenigde Staten van Amerika

BALA, Govindasamy

Indisch Instituut voor Wetenschappen
India

BANDYOPADHYAY, Jayanta

Observer Research Foundation
India

BANERJEE (gemeente)

Het Energy and Resources Institute
India

BARAL, Prashant

ICIMOD
Nepal

BAXTER, Tim

Klimaatraad van Australië
Australië

Belaid, het lot

King Abdullah Petroleum Studies and Research Center
Saudi-Arabië

BELEM, Andre

Universidade Federal Fluminense
Brazilië

BENDZ, David

Zweeds Geotechnisch Instituut
Zweden

BENKO, Bernadett

Ministerie van Innovatie en Technologie
Hongarije

BENNETT, Helena

Vakgroep Industrie, Wetenschap, Energie en Hulpbronnen
Australië

BENTATA, Salah Eddine

Algerijnse ruimtevaartorganisatie
Algerije

Berk, Marcel

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Nederland

BERNDT, Alexandre

EMBRAPA
Brazilië

Beste, Frank

HTWG Konstanz
Duitsland

BHATT, Jayavardhan Ramanlal

bijlagen

Ministerie van Milieu, Bossen en Klimaatverandering
India

BHATTI, Manpreet
Guru Nanak Dev Universiteit
India

BIGANO, Andrea
Europees-mediterraan centrum voor klimaatverandering
(CMCC)
Italië

BOLLINGER, Frankrijk
HEIG-VD / HES-SO
Zwitserland

BONDUELLE, Antoine
E & amp; E Consultant sarl
Frankrijk

BRAGA (stad)
Universidade Federal do ABC en WayCarbon
Environmental Solutions
Brazilië

BRAUCH, Hans Guenter
Hans Günter Brauch Stichting voor Vrede en Ecologie in het
Antropoceen
Duitsland

BRAVO, Giangiacomo
Universiteit van Linnaeus
Zweden

BROCKWAY, Paul
Universiteit van Leeds
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

BRUN, Eric
Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire
Frankrijk

BRUNNER, Cyrillus
Instituut voor Atmosferische en Klimaatwetenschap, ETH
Zürich
Zwitserland

BUDINIS, Sara
Internationaal Energieagentschap, Imperial College London
Frankrijk

BUTO, Olga
Hout Plc
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

CARDOSO, Manoel
Braziliaans Instituut voor Ruimteonderzoek (INPE)
Brazilië

CASERINI, Stefano
Politecnico di Milano
Italië

CASTELLANOS, Sebastián
World Resources Institute
Verenigde Staten van Amerika

CATALANO, Frankrijk
ENEA
Italië

Kaubel, David (schrijver)
Ministerie van Ecologische Transitie
Frankrijk

CHAKRABARTY, Subrata
World Resources Institute
India

CHAN SIEW HWA, Nanyang
Technologische universiteit
Singapore

CHANDRASEKHARAN, Nair Kesavachandran
CSIR - Nationaal Instituut voor Interdisciplinaire Wetenschap
en Technologie
India

WIJZIGING, Hoon
Koreaanse milieu-instituut
Republiek Korea

CHANG'A Ladislaus
Meteorologische Autoriteit van Tanzania (TMA)
Verenigde Republiek Tanzania

Cheryl, Jeffers
Ministerie van Landbouw, Mariene Hulpbronnen, Coöperaties,
Milieu en Menselijke Nederzettingen
Saint Kitts en Nevis

CHESTNOY, Sergey
UC RUSAL
Russische Federatie

CHOI, Jong-jin
Phineo gAG
Duitsland

CHOMTORANIN, Jainta
Ministerie van Landbouw en Coöperaties
Thailand

CHORLEY, Hanna
Ministerie van Milieubeheer
Nieuw-Zeeland

Christensen (stad)
Deens Meteorologisch Instituut
Denemarken

CHRISTOPHERSEN, Øyvind
Noors Milieuagentschap
Noorwegen

CIARLO, James
Internationaal Centrum voor Theoretische Fysica
Italië

CINIRO, Costa Jr
CGIAR
Brazilië

Boek, Jolene

bijlagen

Vakgroep Bedrijfsleven, Energie & AMP; Industriële Strategie
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

COOK, Lindsey
FWCC
Duitsland

Medewerker, Jasmin
Imperial College Londen
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

COPPOLA, Erika
ICTP
Italië

CORNEJO RODRÍGUEZ, Maria del Pilar
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Ecuador

CORNELIUS, Stephen
WWF
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

CORTES, Pedro Luiz
Universiteit van Sao Paulo
Brazilië

COSTA, Inês
Ministerie van Milieu en Klimaatactie
Portugal

COVACIU, Andra
Centre of Natural Hazards and Disaster Science
Zweden

COX, Janice
Wereldfederatie voor Dieren
Zuid-Afrika

CURRIE-ALDER, Bruce
Internationaal Centrum voor Ontwikkelingsonderzoek
Canada

CZERNICHOWSKI-LAURIOL, Isabelle
BRGM
Frankrijk

D'IORIO, Marc
Milieu en klimaatverandering Canada
Canada

DAS, Anannya
Centrum voor Wetenschap en Milieu
India

DAS, Pallavi
Raad Energie, Milieu en Water (CEEW)
India

DE ARO GALERA, Leonardo
Universität Hamburg
Duitsland

DE MACEDO PONTUAL COELHO, Camila
Stadhuis van Rio de Janeiro
Brazilië

DE OLIVEIRA E AGUIAR, Alexandre
Invento Consultoria
Brazilië

DEDEOGLU, Cagdas
Universiteit van Yorkville
Canada

Dekkers, Sabrina
Dekker Dublin (stad)
Ierland

DENTON, Peter
Koninklijk Militair College van Canada, Universiteit van
Winnipeg, Universiteit van Manitoba
Canada

DEVKOTA, Thakur Prasad
ITC
Nepal

Schrijver: Dickson, Neil
ICAO
Canada

DIXON, Tim
IEAGHG
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

Dodoo, Ambrosius (plaats)
Universiteit van Linnaeus
Zweden

DOMÍNGUEZ Sánchez, Ruth
Creara
Spanje

DRAGICEVIC, Arnaud
INRAE
Frankrijk

Dreyfus van Gabrielle
Instituut voor Governance & Duurzame Ontwikkeling
Verenigde Staten van Amerika

DUMBLE, Paul
Gepensioneerd land-, hulpbron- en afvalspecialist
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

DUNHAM, Maciel André
Ministerie van Buitenlandse Zaken
Brazilië

DZIELIŃSKI, Michał
Universiteit van Stockholm
Zweden

Ellis, Anna
De Open Universiteit
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

EL-NAZER, Mostafa
Nationaal Onderzoekscentrum
Egypte

FARROW, Aidan
Greenpeace-onderzoekslaboratoria

bijlagen

Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

FERNANDES, Alexandre
Federaal Wetenschapsbeleid
België

FINLAYSON, Marjahn
Kaap Eleuthera Instituut
Bahama's

FINNVEDEN, Göran
KTH
Zweden

FISCHER, David
Internationaal Energieagentschap
Frankrijk

Vlaming, zee
Universiteit van British Columbia, Oregon State University en
het Amerikaanse ministerie van Landbouw
Verenigde Staten van Amerika

FORAMITTI, Joël
Universitat Autònoma de Barcelona
Spanje

FRA PALEO, Urbano
Universiteit van Extremadura
Spanje

FRACASSI, Umberto
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Italië

FRANKRIJK, Thomas
Universiteit van Bern
Zwitserland

FUGLESTVEDT, Jan
IPCC WGI ondervoorzitter
CICERO
Noorwegen

GARCÍA MORA, Magdalena
ACCIONA ENERGIA
Spanje

GARCÍA PORTILLA, Verenigd Koninkrijk
Universiteit van St. Gallen
Zwitserland

GARCÍA SOTO, Carlos
Spaans Instituut voor Oceanografie
Spanje

Geden, Oliver (schrijver)
Duits Instituut voor Internationale en
Veiligheidsaangelegenheden
Duitsland

Gehl, Georges
Ministère du Développement Durable et des Infrastructures
Luxemburg

GIL, Ramón Vladimir
Katholieke Universiteit van Peru

Peru

GONZÁLEZ, Fernando Antonio Ignacio
IIESS
Argentinië

GRANSHAW, Frank D.
Universiteit van Portland
Verenigde Staten van Amerika

Groen, Fergus
University College Londen
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

GROENWALT, Julie
Ga groen voor het klimaat
Nederland

GRIFFIN, Emer
Vakgroep Communicatie, Klimaatactie en Milieu
Ierland

GRIFFITHS, Andy
Diageo
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

Gastheer, Genevieve
De nieuwe school
Verenigde Staten van Amerika

GUIMARA, Kristel
North Country Community College
Verenigde Staten van Amerika

GUIOT, Joël
CEREGE / CNRS
Frankrijk

HAIRABEDIAN, Jordanië
EcoAct
Frankrijk

Hamaguchi, Nieuw-Zeeland
UNFCCC
Duitsland

HAMILTON, Stephen
Michigan State University en Cary Institute of Ecosystem
Studies
Verenigde Staten van Amerika

HAN, In-Seong
Nationaal Instituut voor Visserijwetenschappen
Republiek Korea

Hannula (stad)
IEA
Frankrijk

HARJO, Rebekka
NOAA/Nationale Weerdienst
Verenigde Staten van Amerika

HARNISCH (stad)
KFW Ontwikkelingsbank
Duitsland

HASANEIN, Amin

Islamic Relief Deutschland
Duitsland

HATZAKI, Maria

Nationale en Kapodistriche Universiteit van Athene
Griekenland

HAUSKER, Karl

World Resources Institute
Verenigde Staten van Amerika

HEGDE, Gajanana

UNFCCC
Duitsland

HENRIKKA, Säkö

Vooruitstrevend advies
Zwitserland

HIGGINS, Verenigd Koninkrijk

Lichtblauwe stip
Zweden

HOFFERBERTH, Elena

Universiteit van Leeds
Zwitserland

IGNASZEWSKI, Emma

Good Food Institute
Verenigde Staten van Amerika

IMHOF, Lelia

IRNASUS (CONICET-Universidad Católica de Córdoba)
Argentinië

JÁCOME POLIT, David

Universidad de las Américas
Ecuador

JADRIJEVIC GIRARDI, Maritza

Ministerie van Milieu
Chili

JAMDADE, Akshay Anil

Centraal-Europese Universiteit
Oostenrijk

Jaudé, Daniel

Studies Center for Public Policy in Human Rights aan de
Federale Universiteit van Rio de Janeiro
Brazilië

JATIB, María Inés

Instituut voor Wetenschap en Technologie van de Nationale
Universiteit van Tres de Febrero (ICyTec-UNTREF)
Argentinië

JIE, Jiang

Instituut voor Atmosferische Fysica
China

JÖCKEL, Dennis Michael

Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und
Ressourcenstrategie IWKS
Duitsland

JOHANNESSEN, Verenigd Koninkrijk

Global Center on Adaptation en de Universiteit van Lund
Zweden

Johnson van Francis Xavier

Milieu-instituut van Stockholm
Thailand

JONES, Richard

Hotels in de buurt van Office Hadley Centre
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

JRAD, Amel

Adviseur
Tunesië

JUNGMAN, Laura

Adviseur
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

KÄÄB, Andreas

Universiteit van Oslo
Noorwegen

KADITI, Eleni

Organisatie van olie-exporterende landen
Oostenrijk

KAINUMA, Mikiko

Instituut voor wereldwijde milieustrategieën
Japan

KANAYA (stad)

Japan Agentschap voor Marine-Aarde Wetenschap en
Technologie
Japan

KASKE-KUCK, Clea

WBCSD
Zwitserland

KAUROLA, Jussi

Fins meteorologisch instituut
Finland

KEKANA, Maesela

Ministerie van Milieuzaken
Zuid-Afrika

KELLNER, Julie

ICES en WHOI
Denemarken

KEMPER, Jasmin

IEAGHG United
Koninkrijk (Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

KHANNA (stad)

McMaster-universiteit
Canada

KIENDLER-SCHARR, Astrid

Forschungszentrum Jülich en Universiteit Keulen
Oostenrijk

KILKIS, Siir

bijlagen

De Wetenschappelijke en Technologische Onderzoeksraad
van Turkije
Turkije

KIM (plaats)
Zuid-Korea Geavanceerd Instituut voor Wetenschap en
Technologie
Republiek Korea

KIM van Rae Hyun
Centrale overheid
Republiek Korea

KIMANI, Margaret
Kenia Meteorologische diensten
Kenia

KING-CLANCY, Frankrijk
Openbaar ministerie van King County
Verenigde Staten van Amerika

KOFANOV, Oleksii
Nationale Technische Universiteit van Oekraïne "Igor Sikorsky
Kyiv Polytechnic Institute"
Oekraïne

KOFANOVA, Olena
Nationale Technische Universiteit van Oekraïne "Igor Sikorsky
Kyiv Polytechnic Institute"
Oekraïne

KONDO, Hiroaki
Nationaal Instituut voor geavanceerde industriële
wetenschappen en technologie
Japan

KOPP, Robert
Rutgers-universiteit
Verenigde Staten van Amerika

KOREN, Gerbrand
Universiteit Utrecht
Nederland

KOSONEN, Kaisa
Greenpeace
Finland

KRUGLIKOVA, Nina
Universiteit van Oxford
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

KUMAR, Anupam
Nationaal Milieuagentschap
Singapore

KUNNAS, Jan
Universiteit van Jyväskylä
Finland

KUSCH-BRANDT, Sigrid
Universiteit van Southampton en ScEnSers Onafhankelijke
Expertise
Duitsland

KVERNDOKK, Snorre
Frisc

Noorwegen

LA BRANCHE, Stéphane
Internationaal panel over gedragschante
Frankrijk

LABINTAN, Adeniyi
Afrikaanse Ontwikkelingsbank (AfDB)
Zuid-Afrika

LABRIET, Maryse
Eneris Consultants
Spanje

LAMBERT, Laurent
Doha Instituut voor Graduate Studies (Qatar) en
Wetenschappen Po Parijs (Frankrijk)
Frankrijk / Qatar

LE COZANNET, Gonéri
BRGM
Frankrijk

LEAVY, Sebastián
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria / Universidad
Nacional de Rosario
Argentinië

LECLERC, Christine
Simon Fraser Universiteit
Canada

LEE, Arthur
Chevron Services Bedrijf
Verenigde Staten van Amerika

LEE, Joyce
Global Wind Energy Council
Duitsland

LEHOCZKY, Annamaria
Fauna en Flora Internationaal
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

LEITER, Timo
London School of Economics and Political Science
Duitsland

LENNON, Breffní
Universiteit van Cork
Ierland

LIM, Jinsun
Internationaal Energieagentschap
Frankrijk

LLASAT, Maria Carmen
Universidad de Barcelona
Spanje

Lobb, David (schrijver)
Universiteit van Manitoba
Canada

LÓPEZ DíEZ, Abel
Universiteit van La Laguna
Spanje

LUENING, Sebastiaan

Instituut voor Hydrografie, Geoecologie en
Klimaatwetenschappen
Duitsland

LYNN, Jonathan

IPCC
Zwitserland

MABORA (stad)

Universiteit van Zuid-Afrika en Rhodos University
Zuid-Afrika

MARTINERIE, Patricia

Institut des Géosciences de l'Environnement, CNRS
Frankrijk

MARTIN-NAGLE, Renée

Een rimpelingseffect
Verenigde Staten van Amerika

MASSON-DELMOTTE, Frankrijk

Covoorzitter IPCC WGI
IPSL/LSCE, Université Paris Saclay
Frankrijk

MATHESON, Shirley

WWF EPO
België

MATHISON, Camilla

UK Met Office
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

MATKAR, Ketna

Cipher Environmental Solutions LLP
India

Mbatu, Richard

Universiteit van Zuid-Florida
Verenigde Staten van Amerika

MCCABE, David

Taskforce Schone lucht
Verenigde Staten van Amerika

MCKINLEY, Ian

McKinley Consulting
Zwitserland

MERABET, Hamza

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Algerije

LUBANGO, Lodewijk Mitondo

Verenigde Naties
Ethiopië

MKUHLANI, Siyabusa

Internationaal Instituut voor Tropische Landbouw
Kenia

MOKIEVSKY, Vadim

IO RAS
Russische Federatie

MOLINA (stad)

Molina Centrum voor Strategische Studies in Energie en
Milieu
Verenigde Staten van Amerika

MORENO, Ana Rosa

Nationale Autonome Universiteit van Mexico
Mexico

MUDELSEE, Manfred

Klimaatrisicoanalyse - Manfred Mudelsee e.K.
Duitsland

MUDHOO, Ackmez

Universiteit van Mauritius
Mauritius

MUKHERJI, Aditi

IWMI
India

MULCHAN, Neil

Gepensioneerd van University System of Florida
Verenigde Staten van Amerika

MÜLLER, Gerrit

Universiteit Utrecht
Nederland

NAIR (stad)

Centrum voor Groene Technologie & Management
India

NASER, Humood

Universiteit van Bahrein
Bahrein

NDAO, Séga

Nieuw-Zeeland Agricultural Greenhouse Gas Research
Centre
Senegal

NDIONE van Jacques André

ANSTS
Senegal

NEGREIROS, Priscilla

Initiatief inzake klimaatbeleid
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

NELSON, Gillian

Wij bedoelen bedrijfscoalitie
Frankrijk

NEMITZ, Dirk

UNFCCC
Duitsland

NG, Chris

Greenpeace
Canada

NICOLINI, Cecilia

Ministerie van Milieu en Duurzame Ontwikkeling
Argentinië

bijlagen

NISHIOKA, Shuzo

Instituut voor wereldwijde milieustrategieën
Japan

NKUBA, Michael

Universiteit van Botswana
Botswana

NOHARA, Daisuke

Kajima Technisch Onderzoeksinstituut
Japan

Niemand, Clare

Universiteit van Maynooth
Ierland

NORDMARK, Sara

Het Zweedse agentschap voor civiele noodsituaties
Zweden

NTAHOMPAGAZE, Pascal

Deskundige
België

NYINGURO, Patricia

Meteorologische dienst van Kenia
Kenia

NZOTUNGICIMPAYE, Claude-Michel

Universiteit van Concordia
Canada

OBBARD, Jeff

Cranfield University (VK) en Centrum voor Klimaatonderzoek
(Singapore)
Singapore

O'BRIEN, Jim

Iers klimaatwetenschapsforum
Ierland

O'CALLAGHAN, Donal

Gepensioneerd bij Teagasc Agriculture Development Authority
Ierland

OCKO, Ilissa

Milieudefensiefonds
Verenigde Staten van Amerika

OH, Yae Gewonnen

Korea Meteorologische Administratie
Republiek Korea

O'HARA, Ryan

Harvey Mudd College
Verenigde Staten van Amerika

OHNEISER, Christen

Universiteit van Otago
Nieuw-Zeeland

OKPALA, Denise

ECOWAS-commissie
Nigeria

OMAR (gemeente)

Koeweit Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek

Koeweit

ORLOV, Alexander

Oekraïne

ORTIZ, Mark

De Universiteit van North Carolina in Chapel Hill
Verenigde Staten van Amerika

OSCHLIES, Andreas

GEOMAR
Duitsland

OTAKA (gemeente)

Ministerie van Buitenlandse Zaken
Japan

PACAÑOT van Vince Davidson

Universiteit van de Filipijnen Diliman
Filipijnen

PALMER (stad)

Met Office
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

PARRIQUE (stad)

Université Clermont Auvergne
Frankrijk

PATTNAYAK, Kanhu Charan

Ministerie van Duurzaamheid en Milieu
Singapore

PEIMANI, Hooman

Internationaal Instituut voor Aziatische Studies en Universiteit
Leiden (Nederland)
Canada

PELEJERO, Carles

ICREA en Institut de Ciències del Mar, CSIC
Spanje

PERUGINI (stad)

Europees-mediterraan centrum voor klimaatverandering
Italië

Peters van Aribert

Bund der Energieverbraucher e.V.
Duitsland

Peterson van Bela

coneva GmbH
Duitsland

PETTERSSON, Eva

Koninklijke Zweedse Academie voor Land- en Bosbouw
Zweden

PINO MAESO, Alfonso

Ministerio de la Transición Ecológica
Spanje

Locatie van Guillaume in Guillaume

Universiteit van Bordeaux
Frankrijk

PLANTON, Serge

bijlagen

Vereniging Météo et Climat
Frankrijk

PLENCOVICH, María Cristina
Universidad de Buenos Aires
Argentinië

PLESNIK, Jan
Agentschap voor Natuurbehoud van de Tsjechische Republiek
Tsjechië

POLONSKY, Alexander
Instituut voor Natuurlijke Technische Systemen
Russische Federatie

POPE, James
Met Office
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

PÖRTNER, Hans-Otto
Covoorzitter IPCC WGII
Alfred-Wegener-Instituut voor Pool- en Zeeonderzoek
Duitsland

PRENKERT, Frans
Universiteit van Örebro
Zweden

Prijs, Joseph
UNEP
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

QUENTA, Estefania
Universidad Mayor de San Andrés
Bolivia

RADUNSKY, Klaus
Oostenrijkse Standaard Internationaal
Oostenrijk

RAHAL, Farid
Universiteit voor Wetenschappen en Technologie van Oran -
Mohamed Boudiaf
Algerije

RAHMAN, Syed Masiur
King Fahd Universiteit van Petroleum & Mineralen
Saudi-Arabië

RAHMAN, Mohammad Mahbubur
Universiteit van Lancaster
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

RAYNAUD, Frankrijk
CNRS
Frankrijk

Verkopen, Marco
Nationaal Instituut voor Oceanografie en Toegepaste
Geofysica
Italië

RECALDE, Marina
FUNDACIE BARILOCHE / CONICET
Argentinië

REISINGER, Andy

IPCC WGIII ondervoorzitter
Commissie klimaatverandering
Nieuw-Zeeland

RÉMY, Eric
Université Toulouse III Paul Sabatier
Frankrijk

REYNOLDS, Jesse
Adviseur
Nederland

RIZZO (stad)
Mattos Filho
Brazilië

RÓBERT, Blaško
Slowaaks Milieuagentschap
Slowakije

ROBOCK, Alan
Rutgers-universiteit
Verenigde Staten van Amerika

RODRIGUES, Mónica A.
Universiteit van Coimbra
Portugal

ROELKE, Luisa
Federaal Ministerie van Milieubeheer, Natuurbehoud en
Nucleaire Veiligheid
Duitsland

ROGERS, Cassandra
Australisch Meteorologisch Bureau
Australië

ROMERI, Mario Valentino
Adviseur
Italië

ROMERO, Javier
Universiteit van Salamanca
Spanje

ROMERO, Mauricio
Nationale eenheid voor rampenrisicobeheer
Colombia

RUIZ-LUNA, Arturo
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. -
Unidad Mazatlán
Mexico

RUMMUKAINEN, Markku
Zweeds Meteorologisch en Hydrologisch Instituut
Zweden

SAAD-HUSSEIN, Amal
Environment & Climate Change Research Institute, Nationaal
Onderzoekscentrum
Egypte

SALA, Hernan E.
Argentijns Antarctisch Instituut - Nationaal Antarctisch
Directoraat
Argentinië

SALADIN, Claire
IUCN / WIDECAST
Frankrijk

SALAS Y MELIA, David
Météo-France
Frankrijk

SANGHA, Kamaljit K.
Charles Darwin-universiteit
Australië

SANTILLO, David
Greenpeace Research Laboratories (Universiteit van Exeter)
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

SCHACK, Michael
ENGIE, Adviseur
Frankrijk

SCHNEIDER, Linda
Stichting Heinrich Boell
Duitsland

SEMENOV, Sergey
IPCC WGII ondervoorzitter
Instituut voor Global Climate and Ecology
Russische Federatie

SENSOY, Serhat
Turkse staatsmeteorologische dienst
Turkije

SHAH, Parita
Universiteit van Nairobi
Kenia

SILVA, Vintura
UNFCCC
Grenada

SINGH (stad)
Universiteit van Montreal
Canada

SMITH, Sharon
Geologisch onderzoek van Canada, natuurlijke hulpbronnen
Canada
Canada

Songteksten van Inga Jane
Universiteit van Otago
Nieuw-Zeeland

Solman van Silvina Alicia
CIMA (CONICET/UBA)-DCAO (FCEN/UBA)
Argentinië

SOOD, Rashmi
Concentrix
India

SPRINZ, Detlef
PIK
Duitsland

STARK, Wendelin
ETH Zürich,
Zwitserland

STRIDBÆK, Ulrik
Ørsted A/S
Denemarken

SUGIYAMA, Masahiro
Universiteit van Tokio
Japan

Zon, Tianyi
Milieudefensiefonds
Verenigde Staten van Amerika

SUTTON (stad)
NOAA
Verenigde Staten van Amerika

SYDNOR, Marc
Apex schone energie
Verenigde Staten van Amerika

SZOPA, Sophie
Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies
Alternatieven
Frankrijk

TADDEI, Renzo
Federale Universiteit van Sao Paulo
Brazilië

TAIMAR (stad)
Ests Meteorologisch & Hydrologisch Instituut
Estland

TAJBAKSH, Mosalman Sahar
Meteorologische Organisatie van de Islamitische Republiek
Iran
Iran

TALLEY, Trigg
Amerikaanse ministerie van Buitenlandse Zaken
Verenigde Staten van Amerika

TANCREDI, Elda
Nationale Universiteit van Lujan
Argentinië

TARTARI, Gianni
Water Research Institute - Nationale Onderzoeksraad van
Italië
Italië

Taylor, Luke
Otago Innovation Ltd (Universiteit van Otago)
Nieuw-Zeeland

Timson van Simon
Chartered Banker Institute
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

TIRADO, Reyes
Greenpeace International en Universiteit van Exeter
Spanje

TREGUIER, Anne Marie

CNRS
Frankrijk

TULKENS, Philippe

Europese Unie
België

TURTON, Verenigd Koninkrijk

Internationale Organisatie voor Atoomenergie (IAEA)
Oostenrijk

TUY, Héctor

Organismo Indígena Naleb"
Guatemala

TYRRELL, Tristan

Ierland

URGE-VORSATZ, Diana

IPCC WGIII ondervoorzitter
Centraal-Europese Universiteit
Hongarije

VACCARO, James

Climate Safe Lending Network
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

VAN YPERSELE, Jean-Pascal

Université Catholique de Louvain
België

VASS, Tiffany

IEA
Frankrijk

Verchot, Lodewijk

Alliance Bioversity Ciat
Colombia

VICENTE-VICENTE, José Luis

Leibniz Centrum voor Landbouwlandschapsonderzoek
Duitsland

VILLAMIZAR, Italië

Universidad Simón Bolívar
Venezuela

VOGEL, Jefim

Universiteit van Leeds
Verenigd Koninkrijk (van Groot-Brittannië en Noord-Ierland)

VON SCHUCKMANN, Karina

Mercator Ocean International
Frankrijk

VORA (stad)

Wereldwijde duurzaamheid van Amazon en IIASA
Verenigde Staten van Amerika

WALZ (stad)

Federaal Agentschap voor Natuurbehoud
Duitsland

WEI (stad)

CICERO
Noorwegen

WEIJIE, Zhang

Ministerie van Milieu en Natuurlijke Hulpbronnen
Singapore

WESSELS, Josepha

Universiteit van Malmö
Zweden

WITTENBRINK, Heinrich

FH Joanneum
Oostenrijk

WITTMANN, Veronika

Johannes Kepler Universiteit Linz
Oostenrijk

Songteksten van Li Wah

CEARCH
Duitsland

Songteksten van Poh Poh

Universiteit van Adelaide
Australië / Singapore

WYROWSKI, Loekasz

VN/ECE
Zwitserland

YAHYA, Mohammed

IUCN
Kenia

YANG, Liang Emlyn

LMU München
Duitsland

YOMMEE, Suriyakit

Universiteit van Thammasat
Thailand

YU, Jianjun

Nationaal Milieuagentschap
Singapore

YULIZAR, Yulizar

Universitas Pertamina
Indonesië

ZAELKE (stad)

Instituut voor Governance & Duurzame Ontwikkeling
Verenigde Staten van Amerika

ZAJAC, Joseph

Technisch beoordelaar
Verenigde Staten van Amerika

ZANGARI DEL BALZO, Gianluigi

Sapienza Universiteit van Rome
Italië

ZDRULI, Pandi

CIHEAM
Italië

ZHUANG (stad)

Meteorologische administratie van China

bijlagen

China

ZOMMERS, Zinta
Letland

ZOPATTI, Alvaro
Universiteit van Buenos Aires
Argentinië

Bijlage V - Lijst van publicaties van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering

Beoordelingsverslagen

Zesde beoordelingsverslag

Klimaatverandering 2021: De basis van de fysica

Bijdrage van werkgroep I aan het zesde beoordelingsverslag

Klimaatverandering 2022: Effecten, aanpassing en kwetsbaarheid

Bijdrage van werkgroep II aan het zesde beoordelingsverslag

Klimaatverandering 2022: Beperking van klimaatverandering

Bijdrage van werkgroep III aan het zesde beoordelingsverslag

Klimaatverandering 2023: Syntheseverslag

Verslag van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering

Vijfde beoordelingsverslag

Klimaatverandering 2013: De basis van de fysica

Bijdrage van werkgroep I aan het vijfde beoordelingsverslag

Klimaatverandering 2014: Effecten, aanpassing en kwetsbaarheid

Bijdrage van werkgroep II aan het vijfde evaluatieverslag

Klimaatverandering 2014: Beperking van klimaatverandering

Bijdrage van werkgroep III aan het vijfde evaluatieverslag

Klimaatverandering 2014: Syntheseverslag

Verslag van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering

Vierde beoordelingsverslag

Klimaatverandering 2007: De basis van de fysica

Bijdrage van werkgroep I aan het vierde beoordelingsverslag

Klimaatverandering 2007: Effecten, aanpassing en kwetsbaarheid

Bijdrage van werkgroep II aan het vierde beoordelingsverslag

Klimaatverandering 2007: Beperking van klimaatverandering

Bijdrage van werkgroep III aan het vierde beoordelingsverslag

Klimaatverandering 2007: Syntheseverslag

Verslag van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering

Derde beoordelingsverslag

Klimaatverandering 2001: De wetenschappelijke basis

Bijdrage van werkgroep I aan het derde beoordelingsverslag

Klimaatverandering 2001: Effecten, aanpassing en kwetsbaarheid

bijlagen

Bijdrage van werkgroep II aan het derde beoordelingsverslag

Klimaatverandering 2001: Beperking

Bijdrage van werkgroep III aan het derde beoordelingsverslag

Klimaatverandering 2001: Syntheseverslag

Bijdrage van de werkgroepen I, II en III aan het derde beoordelingsverslag

Tweede beoordelingsverslag

Klimaatverandering 1995: Wetenschap van klimaatverandering

Bijdrage van werkgroep I aan het tweede beoordelingsverslag

Klimaatverandering 1995: Wetenschappelijk-Technische Analyses van Effecten,
Aanpassingen en mitigatie van klimaatverandering

Bijdrage van werkgroep II aan het tweede beoordelingsverslag

Klimaatverandering 1995: Economische en sociale dimensies van klimaatverandering

Bijdrage van werkgroep III aan het tweede beoordelingsverslag

Klimaatverandering 1995: Synthese van wetenschappelijk-technisch

Informatie die relevant is voor de interpretatie van artikel 2 van de VN

Raamverdrag inzake klimaatverandering

Verslag van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering

Aanvullende verslagen bij het eerste beoordelingsverslag

Klimaatverandering 1992: Aanvullend verslag bij de wetenschappelijke beoordeling van het IPCC

Aanvullend verslag van werkgroep I voor wetenschappelijke beoordeling van het IPCC

Klimaatverandering 1992: Aanvullend verslag bij de effectbeoordeling van het IPCC

Aanvullend verslag van de IPCC-effectbeoordelingswerkgroep II

Klimaatverandering: De IPCC-evaluaties van 1990 en 1992

IPCC Eerste Beoordelingsrapport Overzicht en Beleidsmakerssamenvattingen en 1992 IPCC Supplement

Eerste beoordelingsrapport

Klimaatverandering: De wetenschappelijke beoordeling

Verslag van de werkgroep wetenschappelijke beoordeling van het IPCC I, 1990

Klimaatverandering: De effectbeoordeling van het IPCC

Rapport van de IPCC Impacts Assessment Working Group II, 1990

Klimaatverandering: De reactiestrategieën van het IPCC

Verslag van werkgroep III van de IPCC-responsstrategieën, 1990

Speciale verslagen

De oceaan en de cryosfeer in een veranderend klimaat 2019

Klimaatverandering en land

bijlagen

Speciaal verslag van de IPCC over klimaatverandering, woestijnvorming, bodemdegradatie, duurzaam landbeheer, voedselzekerheid en broeikasgasstromen in terrestrische ecosystemen 2019

Opwarming van de aarde met 1,5 oC

Een speciaal verslag van de IPCC over de gevolgen van de opwarming van de aarde met 1,5 °C boven het pre-industriële niveau en de daarmee verband houdende mondiale broeikasgasemissietrajecten, in het kader van de versterking van de mondiale respons op de dreiging van klimaatverandering, duurzame ontwikkeling en inspanningen om armoede uit te bannen. 2018

Beheer van de risico's van extreme gebeurtenissen en rampen om de aanpassing aan de klimaatverandering te bevorderen 2012

Hernieuwbare energiebronnen en mitigatie van klimaatverandering 2011

Afvang en opslag van kooldioxide 2005

Bescherming van de ozonlaag en het wereldwijde klimaatsysteem: Problemen met betrekking tot fluorkoolwaterstoffen en perfluorkoolwaterstoffen

(gezamenlijk verslag IPCC/TEAP) 2005

Landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw 2000

Emissiescenario's 2000

Methodologische en technologische problemen bij de overdracht van technologie 2000

Luchtvaart en de mondiale atmosfeer 1999

De regionale gevolgen van klimaatverandering: Kwetsbaarheidsbeoordeling 1997

Klimaatverandering 1994: Radiative Forcing of Climate Change en een evaluatie van de IPCC IS92-emissiescenario's 1994

Methodologierapporten en technische richtsnoeren

Verfijning van de IPCC-richtsnoeren van 2006 voor nationale broeikasgasinventarissen 2019

2013 Herziene richtsnoeren voor aanvullende methoden en goede praktijken op basis van het Protocol van Kyoto (KP-supplement) 2014

Supplement van 2013 op de IPCC-richtsnoeren van 2006 voor nationale broeikasgasinventarissen: Wetlands (Wetlands Supplement) 2014

2006 IPCC-richtsnoeren voor nationale broeikasgasinventarissen
(5 delen) 2006

Definities en methodologische opties voor inventarisemissies als gevolg van directe door de mens veroorzaakte afbraak van bossen en vegetatie van andere vegetatietypen 2003

Richtsnoeren voor goede praktijken inzake landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw 2003

Begeleiding van goede praktijken en onzekerheidsbeheer in
Nationale broeikasgasinventarissen 2000

Herziene IPCC-richtsnoeren van 1996 voor nationale broeikasgasinventarissen (3 volumes) 1996

IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations 1994

IPCC-richtsnoeren voor nationale broeikasgasinventarissen
(3 delen) 1994

Voorlopige richtsnoeren voor de beoordeling van de gevolgen van klimaatverandering
1992

Technische documenten

Klimaatverandering en water
Technisch document VI van het IPCC, 2008

Klimaatverandering en biodiversiteit
Technisch document V van het IPCC, 2002

Gevolgen van voorgestelde CO₂-emissiebeperkingen
Technisch document IV van het IPCC, 1997

Stabilisatie van atmosferische broeikasgassen: Fysieke, biologische en sociaal-economische implicaties
Technisch document III van het IPCC, 1997

Een inleiding tot eenvoudige klimaatmodellen die worden gebruikt in het tweede beoordelingsrapport van het IPCC
Technisch document II van het IPCC, 1997

Technologieën, beleid en maatregelen om de klimaatverandering te beperken
Technisch document I van het IPCC, 1996

Voor een lijst van ondersteunend materiaal gepubliceerd door het IPCC (workshop- en vergaderverslagen), zie www.ipcc.ch of neem contact op met het IPCC-secretariaat, c/o World Meteorological Organization, 7 bis Avenue de la Paix, Case Postale 2300, CH-1211 Genève 2, Zwitserland

Indexcijfer

(te moeilijk : 1) door vertaalproblemen, en 2) omdat het originele document veel fouten bevat)

De Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering (IPCC) is het toonaangevende internationale orgaan voor de beoordeling van klimaatverandering. Het is opgericht door het Milieuprogramma van de Verenigde Naties (UNEP) en de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) om een gezaghebbende internationale beoordeling van de wetenschappelijke aspecten van klimaatverandering te bieden, op basis van de meest recente wetenschappelijke, technische en sociaal-economische informatie die wereldwijd is gepubliceerd. De periodieke beoordelingen door het IPCC van de oorzaken, gevolgen en mogelijke responsstrategieën voor klimaatverandering zijn de meest uitgebreide en actuele verslagen die over dit onderwerp beschikbaar zijn en vormen de standaardreferentie voor alle belanghebbenden op het gebied van klimaatverandering in de academische wereld, de overheid en de industrie wereldwijd. Dit syntheseverslag is het vierde element van het zesde evaluatieverslag van de IPCC, Klimaatverandering 2021/2023. Meer dan 800 internationale deskundigen beoordeelden klimaatverandering in dit zesde beoordelingsrapport. De drie bijdragen van de werkgroep zijn beschikbaar bij de Cambridge University Press:

Klimaatverandering 2021: De basis van de fysica

Werkgroep I Bijdrage aan het zesde evaluatieverslag van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering

ISBN – 2-volumeset: 978-1-009-15788-9 Paperback

ISBN — Deel 1: 978-1-009-41954-3 Paperback

ISBN – Deel 2: 978-1-009-41958-1 Paperback

doi:10.1017/9781009157896

Klimaatverandering 2022: Effecten, aanpassing en kwetsbaarheid

Werkgroep II Bijdrage aan het zesde evaluatieverslag van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering

ISBN – 3-volumeset: 978-1-009-32583-7 Paperback

ISBN — Deel 1: 978-1-009-15790-2 Paperback

ISBN – Deel 2: 978-1-009-15799-5 Paperback

ISBN — Deel 3: 978-1-009-34963-5 Paperback

doi:10.1017/9781009374347

Klimaatverandering 2022: Beperking van klimaatverandering

Werkgroep III Bijdrage aan het zesde evaluatieverslag van de Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering

ISBN - Twee volumesets: ISBN 978-1-009-15793-3 Paperback

ISBN - Deel 1: ISBN 978-1-009-42390-8 Paperback

ISBN - Deel 2: ISBN 978-1-009-42391-5 Paperback

doi: 10.1017/9781009157926

Klimaatverandering 2023: Het synthesesrapport is gebaseerd op de beoordelingen die zijn uitgevoerd door de drie werkgroepen van het IPCC en zijn geschreven door een toegewijd Core Writing Team van auteurs. Het biedt een geïntegreerde beoordeling van klimaatverandering en behandelt de volgende onderwerpen:

- Huidige status en trends
- Langetermijntoekomst op het gebied van klimaat en ontwikkeling

Antwoorden op korte termijn in een veranderend klimaat

ISBN: 978-92-9169-164-7

doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647