

SYNTHESEVERSLAG VAN HET ZESDE BEOORDELINGSRAPPORT VAN HET IPCC (AR6)

Samenvatting voor beleidsmakers

Kern Schrijven Team: 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 (The 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 (VK/Australië), Hans-Otto Pörtner (Duitsland), Aromar Revi (India), Debra C. Roberts (Zuid-Afrika), Joyashree Roy (India/Thailand), Alex C. Ruane (USA), 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)

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)

Bijdragende auteurs: Andrés Alegría (Duitsland/Honduras), Kyle Armour (VS), Birgit Bednar-Friedl (Oostenrijk), Kornelis Blok (Nederland), Guéladio Cissé (Zwitserland/Mauritanië/Frankrijk), Frank Dentener (EU/Nederland), Siri Eriksen (Noorwegen), Erich Fischer (Zwitserland), Gregory Garner (VS), Céline Guivarch (Frankrijk), Marjolijn Haasnoot (Nederland), Gerrit Hansen (Duitsland), Matthias Hauser (Zwitserland), Ed Hawkins (VK), Tim Hermans (Nederland), Robert Kopp (USA), Noémie Leprince-Ringuet (Frankrijk), Debora Ley (Mexico/Guatemala), Jared Lewis (Australië/Nieuw-Zeeland), Chloé Ludden (Duitsland/Frankrijk), Zebedee Nicholls (Australië), Leila Niamir (Iran/Nederland/Oostenrijk), Shreya Some (India/Thailand), Sophie Szopa (Frankrijk), Blair Trewin (Australië), Kaj-Ivar van der Wijst (Nederland), Gundula Winter (Nederland/Duitsland), Maximilian Witting (Duitsland)

Review Editors: Paola Arias (Colombia), Mercedes Bustamante (Brazilië), Ismail Elgizouli (Sudan), Gregory Flato (Canada), Mark Howden (Australië), Carlos Méndez (Venezuela), Joy Pereira (Maleisië), Ramón Pichs-Madruga (Cuba), Steven K Rose (VS), Yamina Saheb (Algerië/Frankrijk), Roberto Sánchez (Mexico), Diana Ürge-Vorsatz (Hongarije), Cunde Xiao (China), Noureddine Yassaa (Algerië)

Wetenschappelijke stuurgroep: Hoesung Lee (voorzitter, IPCC), Amjad Abdulla (Maldiven), Edvin Aldrian (Indonesië), Ko Barrett (Verenigde Staten van Amerika), Eduardo Calvo (Peru), Carlo Carraro (Italië), Fatima Driouech (Marokko), Andreas Fischlin (Zwitserland), Jan Fuglestad (Noorwegen), Diriba Korecha Dadi (Ethiopië), Thelma Krug (Brazilië), Nagmeldin G.E. Mahmoud (Sudan), Valérie Masson-Delmotte (Frankrijk), Carlos Méndez (Venezuela), Joy Jacqueline Pereira (Malaysia), Ramón Pichs-Madruga (Cuba), Hans-Otto Pörtner (Duitsland), Andy Reisinger (Nieuw-Zeeland), Debra Roberts (Zuid-Afrika), Sergey Semenov (Russische Federatie), Priyadarshi Shukla (India), Jim Skea (Verenigd Koninkrijk), Youba Sokona (Mali), Kiyoto Tanabe (Japan), Muhammad Tariq (Pakistan), Diana Ürge-Vorsatz (Hongarije), Carolina Vera (Argentinië), Pius Yanda (Verenigde Republiek Tanzania), Noureddine Yassaa (Algerië), Taha M. Zatari (Saudi-Arabië), Panmao Zhai (China)

Visuele conceptie en informatieontwerp: Arlene Birt (VS), Meeyoung Ha (Republiek Korea)

Notities: Tsu gecompileerde versie

Inhoudsopgave

Introductie.....	3
A. Huidige status en trends.....	4
Kader SPM.1 Het gebruik van scenario's en gemodelleerde trajecten in het AR6-syntheseverslag.....	9
B. Toekomstige klimaatverandering, risico's en langetermijnreacties.....	14
C. Reacties op de Nabije Termijn.....	29

Bronnen aangehaald in deze Samenvatting voor beleidsmakers (SPM)

Referenties voor materiaal in dit verslag worden vermeld 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 het onderliggende langere verslag van het syntheseverslag, of naar andere delen van het SPM zelf (tussen ronde haakjes).

Andere IPCC-rapporten aangehaald in dit syntheseverslag:

AR5 vijfde beoordelingsrapport



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

Het doel van dit „voorlopige” document is om meer mensen in de Europese Unie kennis te laten nemen van belangrijke documenten. Without vertalingen, mensen zijn uitgesloten van het debat.

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

Het is wenselijk dat het EU-bestuur 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 de eenvoud, regelmaat en nauwkeurigheid.

Neem contact met ons op:

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

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

Introductie

Dit syntheseverslag (SYR) van het zesde beoordelingsrapport van het IPCC (AR6) geeft een overzicht van de stand van de kennis van de klimaatverandering, de wijdverspreide effecten en risico's ervan, en de mitigatie van en aanpassing aan klimaatverandering. Het bevat de belangrijkste bevindingen van het zesde beoordelingsverslag (AR6) op basis van de bijdragen van de drie¹ werkgroepen en de drie speciale verslagen². 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 Responses in the Near Term³.

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

Op basis van wetenschappelijk inzicht kunnen belangrijke bevindingen worden geformuleerd als feitelijke verklaringen of geassocieerd met een beoordeeld vertrouwensniveau met behulp van de IPCC gekalibreerde taal⁴.

-
- 1 De drie bijdragen van de werkgroep aan AR6 zijn: AR6 Klimaatverandering 2021: De Fysieke Wetenschap Basis; 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 van 1,5 °C (2018): een speciaal verslag van het IPCC over de effecten van de opwarming van de aarde van 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 het IPCC over klimaatverandering, woestijnvorming, bodemdegradatie, duurzaam landbeheer, voedselzekerheid en broeikasgasstromen in terrestrische ecosystemen (SRCCL); de oceaan en de cryosfeer in een veranderend klimaat (2019) (SROCC). De speciale verslagen hebben betrekking op wetenschappelijke literatuur die op respectievelijk 15 mei 2018, 7 april 2019 en 15 mei 2019 voor publicatie is aanvaard.
 - 3 In dit 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 onderliggende bewijzen en overeenstemming. De IPCC gekalibreerde taal gebruikt vijf kwalificaties om een niveau van vertrouwen uit te drukken: zeer laag, laag, gemiddeld, hoog en zeer hoog, en typt in cursief, bijvoorbeeld *gemiddeld vertrouwen*. De volgende termen worden gebruikt om de beoordeelde waarschijnlijkheid van een uitkomst of resultaat aan te geven: *vrijwel zeker* 99-100 % waarschijnlijkheid, *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 %, uitzonderlijk onwaarschijnlijk 0-1 %. Aanvullende voorwaarden (zeer waarschijnlijk 95-100 %; *waarschijnlijker dan niet* > 50-100 %; en zeer onwaarschijnlijk 0-5 %) worden ook gebruikt indien nodig. Beoordeelde waarschijnlijkheid is typerend in cursief, bv. *zeer waarschijnlijk*. Dit is in overeenstemming met AR5 en de andere AR6-rapporten.

A. Huidige status en trends

Waargenomen opwarming en zijn oorzaken

A.1 Menselijke activiteiten, voornamelijk door de uitstoot van broeikasgassen, hebben ondubbelzinnig de opwarming van de aarde veroorzaakt, met een wereldwijde oppervlaktetemperatuur van 1,1 °C boven 1850-1900 in 2011-2020. De wereldwijde broeikasgasemissies zijn blijven stijgen, met ongelijke historische en voortdurende bijdragen als gevolg van onhoudbaar energieverbruik, landgebruik en verandering in landgebruik, levensstijlen en consumptiepatronen en productiepatronen in regio's, tussen en binnen landen, en onder individuen (*hoog vertrouwen*). {2.1, Figuur 2.1, Figuur 2.2}

A.1.1 De globale oppervlaktetemperatuur was 1,09 °C [0,95 °C-1,20 °C]⁵ hoger in 2011–2020 dan 1850-1900⁶, met grotere stijgingen over land (1,59 °C [1,34 °C-1,83 °C]) dan over de oceaan (0,88 °C [0,68 °C-1,01 °C]). De wereldwijde oppervlaktetemperatuur in de eerste twee decennia van de 21e eeuw (2001-2020) was 0,99 [0,84-1,10] °C hoger dan 1850-1900. De wereldwijde oppervlaktetemperatuur is sinds 1970 sneller gestegen dan in een andere periode van 50 jaar in ten minste de laatste 2000 jaar (*hoog vertrouwen*). {2.1.1, figuur 2.1}

A.1.2 Het *waarschijnlijke* bereik van de totale door de mens veroorzaakte wereldwijde oppervlaktetemperatuurstijging van 1850-1900 tot 2010–2019⁷ is 0,8 °C-1,3 °C, met een beste schatting van 1,07 °C. In deze periode is het *waarschijnlijk* dat goedgemengde broeikasgassen (BKG's) een opwarming van 1,0 °C tot 2,0 °C hebben bijgedragen,⁸ en andere menselijke bestuurders (voornamelijk aerosolen) hebben bijgedragen tot een koeling van 0,0 °C-0,8 °C, natuurlijke (zonne- en vulkanische) bestuurders veranderden de totale oppervlaktetemperatuur met –0,1 °C naar +0,1 °C, en de interne variabiliteit veranderde deze met –0,2 °C naar +0,2 °C. {2.1.1, figuur 2.1}

A.1.3 Waargenomen stijgingen van goed gemengde broeikasgasconcentraties sinds ongeveer 1750 worden ondubbelzinnig veroorzaakt door broeikasgasemissies van menselijke activiteiten in deze periode. Historische cumulatieve netto CO₂-emissies van 1850 tot 2019 waren 2400 ± 240 GtCO₂, waarvan meer dan de helft (58 %) plaatsvond tussen 1850 en 1989, en ongeveer 42 % vond plaats tussen 1990 en 2019 (*hoog vertrouwen*). In 2019 waren de CO₂-concentraties in de atmosfeer (410 delen per miljoen) hoger dan ooit in ten minste 2 miljoen jaar (*hoge betrouwbaarheid*) en waren de concentraties van methaan (1866 delen per miljard) en stikstofoxide (332 delen per miljard) hoger dan op enig moment in ten minste 800 000 jaar (*zeer hoge betrouwbaarheid*). {2.1.1, figuur 2.1}

A.1.4 De wereldwijde netto antropogene broeikasgasemissies zijn geschat 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

-
- 5 De waarden in de gehele SPM vertegenwoordigen *zeer waarschijnlijke* marges (5-95 % bereik), tenzij anders vermeld.
 - 6 De geschatte stijging van de mondiale oppervlaktetemperatuur sinds AR5 is voornamelijk te wijten aan verdere opwarming sinds 2003-2012 (+ 0,19 °C [0,16 °C-0,22 °C]). Bovendien hebben methodologische ontwikkelingen en nieuwe datasets een meer volledige ruimtelijke weergave van veranderingen in de oppervlaktetemperatuur, ook in het Noordpoolgebied, opgeleverd. Deze en andere verbeteringen hebben ook de schatting van de wereldwijde oppervlaktetemperatuurverandering met ongeveer 0,1 °C verhoogd, maar deze toename vertegenwoordigt geen extra fysieke opwarming sinds AR5.
 - 7 Het periodeverschil met A.1.1 ontstaat doordat de attributiestudies deze iets eerdere periode beschouwen. De waargenomen opwarming tot 2010-2019 is 1,06 °C [0,88 °C-1,21 °C].
 - 8 Bijdragen van emissies aan de opwarming 2010-2019 ten opzichte van 1850-1900 beoordeeld op basis van stralingsforceringsstudies zijn: CO₂ 0,8 [0,5 tot 1,2]°C; methaan 0,5 [0,3 tot 0,8]°C; stikstofoxide 0,1 [0,0 tot 0,2]°C en gefluoreerde gassen 0,1 [0,0 tot 0,2]°C. {2.1.1}
 - 9 BKG-emissiemetingen worden gebruikt om emissies van verschillende broeikasgassen in een gemeenschappelijke eenheid uit te drukken. De geaggregeerde broeikasgasemissies in dit verslag zijn vermeld in CO₂-equivalenten (CO₂-eq) met behulp van het Global Warming Potential 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-rapporten bevatten geactualiseerde emissiemetrische waarden, evaluaties van verschillende metrics met betrekking tot mitigatiedoelstellingen en beoordeelde nieuwe benaderingen voor het samenvoegen van gassen. De keuze van de metriek hangt af van het doel van de analyse en alle broeikasgasemissiemetingen hebben beperkingen en onzekerheden, aangezien zij de complexiteit van het fysieke klimaatsysteem en de reactie daarop op de uitstoot van broeikasgassen in het verleden en de toekomst vereenvoudigen. {2.1.1}

groei van de bruto broeikasgasemissies zich voordeed in CO₂ door verbranding van fossiele brandstoffen en industriële processen (CO₂-FFI), gevolgd door methaan, terwijl de grootste relatieve groei zich voordeed in gefluoreerde gassen (F-gassen), te beginnen met lage niveaus in 1990. De gemiddelde jaarlijkse broeikasgasemissies waren in 2010-2019 hoger dan in alle voorgaande tien jaar, terwijl het groeitempo tussen 2010 en 2019 (1,3 % jaar⁻¹) lager was dan tussen 2000 en 2009 (2,1 % jaar⁻¹). In 2019 kwam ongeveer 79 % van de wereldwijde broeikasgasemissies uit de sectoren energie, industrie, vervoer en gebouwen samen en 22 %¹⁰ uit land-, bosbouw- en ander landgebruik (AFOLU). De emissiereducties in CO₂-FFI als gevolg van de verbetering van de energie-intensiteit van het bbp en de koolstofintensiteit van energie, zijn minder dan de toename van de emissies ten gevolge van stijgende mondiale activiteitsniveaus in de industrie, energievoorziening, vervoer, landbouw en gebouwen. (*hoge betrouwbaarheid*) {2.1.1}

A.1.5 Historische bijdragen van CO₂-emissies variëren aanzienlijk per regio in termen van totale omvang, maar ook in termen van bijdragen aan CO₂-FFI en netto CO₂-emissies als gevolg van landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw (CO₂-LULUCF). In 2019 leeft ongeveer 35 % van de wereldbevolking in landen met een uitstoot van meer dan 9 tCO₂-eq per hoofd van de bevolking¹¹ (exclusief CO₂-LULUCF), terwijl 41 % leeft in landen met een uitstoot van minder dan 3 tCO₂-eq per hoofd van de bevolking; van deze laatsten ontbreekt een aanzienlijk deel van de toegang tot moderne energiediensten. De minst ontwikkelde landen (MOL's) en de kleine insulaire ontwikkelingslanden (SIDS) hebben een veel lagere uitstoot per hoofd van de bevolking (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 uitstoot per hoofd van de bevolking draagt 34-45 % bij aan de wereldwijde broeikasgasemissies van huishoudens op basis van consumptie, terwijl de laagste 50 % 13-15 % bijdraagt. (*hoge betrouwbaarheid*) {2.1.1, figuur 2.2}

Waargenomen veranderingen en effecten

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

A.2.1 Het is ondubbelzinnig dat de menselijke invloed de atmosfeer, de oceaan en het land heeft opgewarmd. De wereldwijde gemiddelde zeespiegel steeg tussen 1901 en 2018 met 0,20 [0,15–0,25] m. De gemiddelde snelheid van de zeespiegelstijging was 1,3 [0,6 tot 2,1] mm jr⁻¹ tussen 1901 en 1971, stijgend tot 1,9 [0,8 tot 2,9] mm yr⁻¹ tussen 1971 en 2006, en verder toenemen tot 3,7 [3,2 tot 4,2] mm yr⁻¹ tussen 2006 en 2018 (*hoog vertrouwen*). Menselijke invloed was *zeer waarschijnlijk* de belangrijkste drijfveer van deze toename sinds ten minste 1971. Het bewijs van waargenomen veranderingen in extremen zoals hittegolven, zware neerslag, droogte en tropische cyclonen, en in het bijzonder hun toeschrijving aan menselijke invloed, is sinds AR5 verder versterkt. Menselijke invloed heeft *waarschijnlijk* de kans op samengestelde extreme gebeurtenissen sinds de jaren 1950 vergroot, 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 onderling afhankelijk. Regio's en mensen met aanzienlijke ontwikkelingsbeperkingen zijn zeer kwetsbaar voor klimatologische gevaren. Toenemende extreme weers- en klimaatgebeurtenissen hebben miljoenen mensen blootgesteld aan acute voedselonzeekerheid¹² en verminderde waterzekerheid, met de grootste negatieve gevolgen die worden waargenomen in 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

10 De broeikasgasemissionen worden afgerond op twee significante cijfers; als gevolg hiervan kunnen kleine verschillen in bedragen als gevolg van afronding optreden. {2.1.1}

11 Territoriale emissies.

12 Acute voedselonzeekerheid kan zich op elk moment voordoen 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 riskeren, en wordt gebruikt om de noodzaak van humanitaire actie te beoordelen.

was de menselijke sterfte ten gevolge van overstromingen, droogte en stormen in zeer kwetsbare regio's 15 keer hoger dan in regio's met een zeer lage kwetsbaarheid. (*hoge betrouwbaarheid*) {2.1.2, 4.4} (Figuur SPM.1)

A.2.3 De klimaatverandering heeft aanzienlijke schade en steeds onomkeerbare verliezen veroorzaakt in terrestrische, zoetwater-, cryosferische en kust- en open oceanecosystemen (*hoog vertrouwen*). Honderden lokale verliezen van soorten zijn veroorzaakt door een toename van de omvang van hitte-extremen (*hoog vertrouwen*) met massale sterftegebeurtenissen op het land en in de oceaan (*zeer hoog vertrouwen*). De effecten op sommige ecosystemen naderen onomkeerbaar, zoals de gevolgen van hydrologische veranderingen als gevolg van het terugtrekken van gletsjers, of de veranderingen in sommige berggebieden (*gemiddeld vertrouwen*) en Arctische ecosystemen als gevolg van permafrost ontdooi (*hoog vertrouwen*). {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 halen (*hoog vertrouwen*) belemmert. Hoewel de totale landbouwproductie is gestegen, heeft de klimaatverandering deze groei in de afgelopen 50 jaar wereldwijd vertraagd (*gemiddeld vertrouwen*), met daarmee samenhangende negatieve effecten, voornamelijk in regio's met een lage en gemiddelde breedtegraad, maar positieve effecten in sommige regio's met een hoge breedtegraad (*hoog vertrouwen*). De opwarming van de oceaan en de verzuring van de oceaan hebben negatieve gevolgen gehad voor de voedselproductie van visserijen en schelpdierenaquacultuur in sommige oceanische regio's (*hoog vertrouwen*). Ongeveer de helft van de wereldbevolking heeft momenteel te maken met ernstige waterschaarste gedurende ten minste een deel van het jaar als gevolg van een combinatie van klimatologische en niet-klimaatfactoren (*gemiddeld vertrouwen*). {2.1.2, Figuur 2.3} (Figuur SPM.1)

A.2.5 In alle regio's heeft een toename van extreme hittegebeurtenissen geleid tot menselijke sterfte en morbiditeit (*zeer hoog vertrouwen*). Het optreden van klimaatgerelateerde door voedsel overgedragen en door water overgedragen ziekten (*zeer hoog vertrouwen*) en de incidentie van door vectoren overgedragen ziekten (*hoog vertrouwen*) zijn toegenomen. In beoordeelde regio's worden enkele 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 drijven steeds meer verplaatsingen in Afrika, Azië, Noord-Amerika (*hoog vertrouwen*) en Midden- en Zuid-Amerika (*gemiddeld vertrouwen*), waarbij kleine eilandstaten in het Caribisch gebied en de Stille Oceaan onevenredig worden getroffen ten opzichte van hun kleine bevolkingsgrootte (*hoog vertrouwen*). {2.1.2, Figuur 2.3} (Figuur SPM.1)

A.2.6 De klimaatverandering heeft wijdverspreide negatieve effecten 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 geconstateerd in sectoren die aan het klimaat blootstaan, 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 gelijkheid. (*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, bestaansmiddelen en belangrijke infrastructuur. Hete extremen zijn geïntensiveerd in steden. Stedelijke infrastructuur, met inbegrip van vervoer, water, sanitaire voorzieningen en energiesystemen zijn in gevaar gebracht door extreme en langzaam beginnende¹⁴ gebeurtenissen, met als gevolg economische verliezen, verstoringen van diensten en negatieve gevolgen voor het welzijn. Waargenomen negatieve effecten zijn geconcentreerd onder economisch en sociaal gemarginaliseerde stedelijke bewoners. (*hoge betrouwbaarheid*) {2.1.2}

[START FIGUUR SPM.1 HIER]

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

14 Langzaam beginnende gebeurtenissen worden beschreven onder de klimaatgevolgen van de WGI AR6 en verwijzen naar de risico's en gevolgen van bijvoorbeeld stijgende temperatuurmiddelen, woestijnvorming, afnemende neerslag, verlies van biodiversiteit, bodem- en bosdegradatie, terugtrekken van gletsjers en aanverwante effecten, verzuring van de oceaan, stijging van de zeespiegel en verzilting. {2.1.2}

Negatieve gevolgen van door de mens veroorzaakte klimaatverandering zullen blijven toenemen

A) Waargenomen wijdverspreide en aanzienlijke effecten en daarmee samenhangende verliezen en schade als gevolg van klimaatverandering

Beschikbaarheid van water en voedselproductie

Fysieke beschikbaarheid van water	Landbouw/gewasproductie	Gezondheid en productiviteit van dieren en vee	Visserijopbrengsten en aquacultuurproductie

Gezondheid en welzijn

Infectieziekten	Hitte, ondervoeding en schade door bosbranden	Geestelijke gezondheid	Verplaatsing

Sleutel

Waargenomen toename van de klimaatgevolgen voor menselijke systemen en ecosystemen die op mondiaal niveau worden beoordeeld

- Negatieve effecten
- Negatieve en positieve effecten
- Waargenomen door het klimaat veroorzaakte veranderingen, geen globale beoordeling van de impactrichting

Steden, nederzettingen en infrastructuur

Overstroming in het binnenland en bijbehoren de schade	Overstroming/storm veroorzaakte schade in kustgebieden	Schade aan infrastructuur	Schade aan belangrijke economische sectoren

Biodiversiteit en ecosystemen

Terrestrische ecosystemen	Zoetwaterecosystemen	Ecosystemen in de industrie

Inclusief veranderingen in de structuur van het ecosysteem, soortenbereik en seizoensgebonden timing

Vertrouwen in attributie naar klimaatverandering

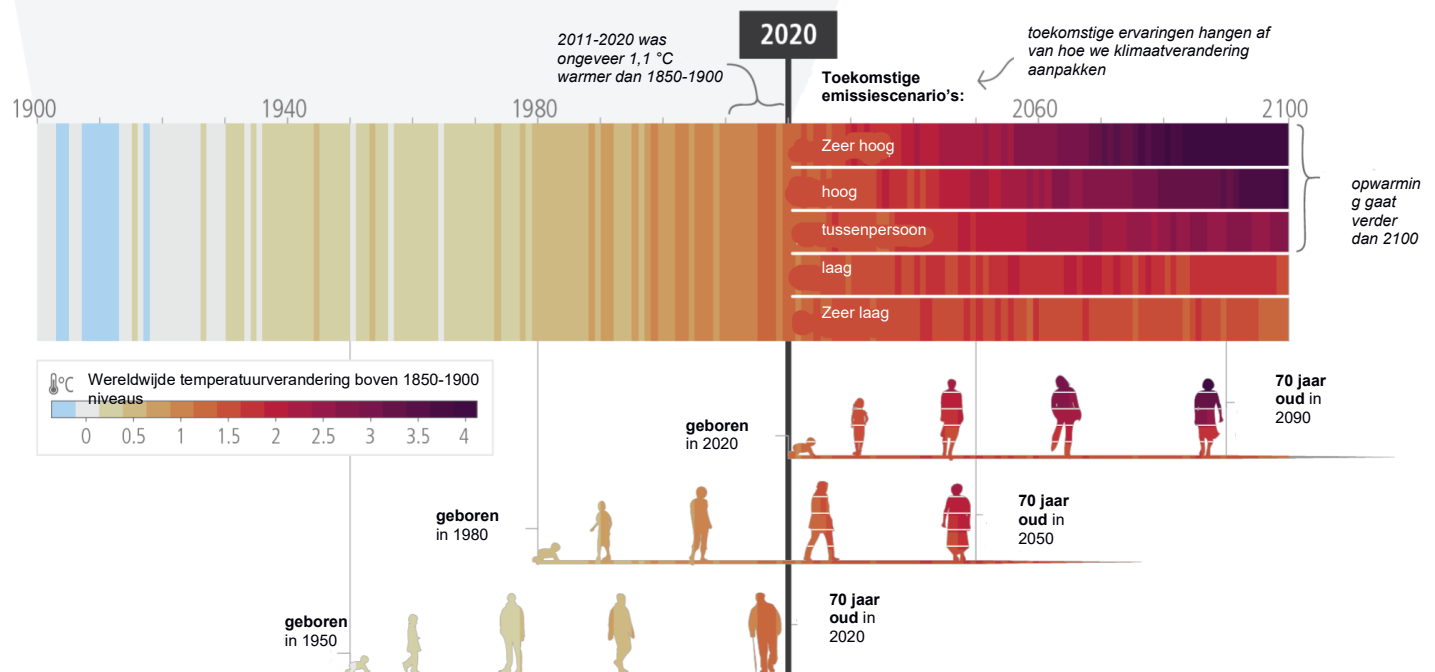
- *** Hoog of zeer hoog vertrouwen
- ** Gemiddeld vertrouwen
- Weinig vertrouwen

B) Gevolgen worden veroorzaakt door veranderingen in het meervoudige fysieke klimaat

Attributie van waargenomen fysieke klimaatveranderingen aan invloed:

Toename van landbouw-ecologische droogte	Toename van brandweer	Toename van samengestelde overstromingen	Toename van zware neerslag	Gletsjer retraite	Wereldwijde zeespiegelstijging	Bovenste oceaanverzuring	Toename van hete extremen

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



Figuur SPM.1: klimaatverandering heeft al wijdverspreide effecten en daarmee samenhangende verliezen en schade op menselijke systemen en veranderde ecosystemen op het land, zoetwater en oceaan wereldwijd veroorzaakt. Fysieke waterbeschikbaarheid omvat de balans van water uit verschillende bronnen, waaronder grondwater, waterkwaliteit en vraag naar water. Wereldwijde evaluaties van geestelijke gezondheid en ontheemding weerspiegelen alleen beoordeelde regio's. De betrouwbaarheidsniveaus weerspiegelen de beoordeling van de toerekening van de waargenomen effecten aan klimaatverandering. (B) Geobserveerde effecten zijn verbonden met fysieke klimaatveranderingen, waaronder vele die zijn toegeschreven aan menselijke invloeden, zoals de geselecteerde klimaat-effectregelaars die worden getoond. Betrouwbaarheids- en waarschijnlijkheidsniveaus weerspiegelen de beoordeling van de toekenning van de waargenomen klimatologische impact-driver aan menselijke invloed. (C) Waargenomen (1900-2020) en verwachte (2021-2100) veranderingen in de wereldwijde oppervlaktetemperatuur (relatief tot 1850-1900), die verband houden met veranderingen in de 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). Toekomstige prognoses (2021-2100) van veranderingen in de mondiale oppervlaktetemperatuur worden weergegeven voor zeer lage (SSP1-1.9), lage (SSP1-2.6), intermediaire (SSP2-4.5), hoge (SSP3-7.0) en zeer hoge (SSP5-8.5) broeikasgasemissiesscenario's. Veranderingen in de jaarlijkse wereldwijde oppervlaktetemperaturen worden gepresenteerd als „klimaatstrepen”, waarbij toekomstige projecties de door de mens veroorzaakte langetermijntrends en voortdurende modulatie door natuurlijke variabiliteit laten zien (hier weergegeven met behulp van waargenomen niveaus van natuurlijke variabiliteit in 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, dwarsdoorsnede vak.2, 3.1, figuur 3.3, 4.1, 4.3} (vak SPM.1)

[BEËINDIG FIGUUR SPM.1 HIER]

Huidige vooruitgang in aanpassing en problemen en uitdagingen

A.3 De planning en uitvoering van de aanpassing zijn in alle sectoren en regio's gevorderd, met gedocumenteerde voordelen en uiteenlopende effectiviteit. Ondanks de vooruitgang bestaan er lacunes in de aanpassing, die in de huidige uitvoeringspercentages zullen blijven groeien. In sommige ecosystemen en regio's zijn harde en zachte grenzen voor aanpassing bereikt. In sommige sectoren en regio's is sprake van wanaanpassing. De huidige wereldwijde financiële stromen voor aanpassing zijn ontoereikend voor en beperken de uitvoering van aanpassingsopties, met name in ontwikkelingslanden (hoog vertrouwen). {2.2, 2.3}

A.3.1 Er is vooruitgang geboekt op het gebied van aanpassingsplanning en -uitvoering in alle sectoren en regio's, wat meerdere voordelen oplevert (*zeer hoog vertrouwen*). Een groeiend publiek en politiek bewustzijn van klimaat-effecten en -risico's heeft geleid tot ten minste 170 landen en veel steden, waaronder aanpassing in hun klimaatbeleid en planningsprocessen (*hoog vertrouwen*). {2.2.3}

A.3.2 Voor specifieke contexten, sectoren en regio's (*hoog vertrouwen*)¹⁵ is de doeltreffendheid van¹⁶ aanpassing bij het verminderen van klimaatrisico's gedocumenteerd. Voorbeelden van effectieve aanpassingsopties zijn: cultivar verbeteringen, waterbeheer en -opslag op het landbouwbedrijf, behoud van vocht in de bodem, irrigatie, boslandbouw, aanpassing aan de gemeenschap, diversificatie op landbouw- en landschapsniveau in de landbouw, duurzame benaderingen van landbeheer, gebruik van agro-ecologische principes en praktijken en andere benaderingen die werken met natuurlijke processen (*hoog vertrouwen*). Op ecosystemen gebaseerde¹⁷ aanpassingsbenaderingen zoals stadsvergroening, herstel van wetlands en upstream bosecosystemen zijn doeltreffend gebleken bij het verminderen van overstromingsrisico's en stedelijke warmte (*hoog vertrouwen*). Combinaties van niet-structurele maatregelen zoals systemen voor vroegtijdige waarschuwing en structurele maatregelen zoals levees hebben het verlies van levens in geval van overstroming in het binnenland (*gemiddeld vertrouwen*) verminderd. 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,¹⁸ incrementeel, sectorspecifiek en ongelijk verdeeld over regio's. Ondanks de vooruitgang bestaan er tussen sectoren en regio's aanpassingslacunes en zullen deze

15 Zie bijlage I: Woordenlijst {2.2.3}

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

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

blijven groeien onder de huidige uitvoeringsniveaus, met de grootste aanpassingskloof tussen lagere inkomensgroepen. (*hoge betrouwbaarheid*) {2.3.2}

A.3.4 Er is meer bewijs van wanaanpassing in verschillende sectoren en regio's (*hoog vertrouwen*). Wanaanpassing treft vooral gemarginaliseerde en kwetsbare groepen (*hoog vertrouwen*). {2.3.2}

A.3.5 Door kleinschalige landbouwers en huishoudens in een aantal laaggelegen kustgebieden (*middelmatig vertrouwen*) worden momenteel zachte beperkingen aan aanpassing ervaren die voortvloeien uit financiële, bestuurlijke, institutionele en beleidsbeperkingen (*hoog vertrouwen*). Sommige tropische, kust-, pool- en bergecosystemen hebben harde aanpassingslimieten bereikt (*hoog vertrouwen*). Aanpassing verhindert niet alle verliezen en schade, zelfs niet met effectieve aanpassing en voordat zachte en harde limieten worden bereikt (*hoge betrouwbaarheid*). {2.3.2}

A.3.6 Belangrijkste belemmeringen voor aanpassing zijn beperkte middelen, gebrek aan betrokkenheid van de particuliere sector en burgers, onvoldoende mobilisatie van financiering (ook voor onderzoek), lage klimaatgeletterdheid, gebrek aan politieke betrokkenheid, beperkt onderzoek en/of trage en lage acceptatie van adaptatiewetenschap, en een laag gevoel van urgentie. Er zijn steeds grotere verschillen tussen de geraamde aanpassingskosten en de financiering voor aanpassing (*hoog vertrouwen*). Adaptatiefinanciering is voornamelijk afkomstig van publieke bronnen en een klein deel van de wereldwijde bijgehouden klimaatfinanciering was gericht op aanpassing en een overgrote meerderheid aan mitigatie (*zeer hoog vertrouwen*). Hoewel de wereldwijde klimaatfinanciering sinds AR5 een opwaartse trend heeft laten zien, zijn de huidige wereldwijde financiële stromen voor aanpassing, onder meer uit openbare en particuliere financieringsbronnen, ontoereikend en beperkt de uitvoering van aanpassingsopties, met name in ontwikkelingslanden (*hoog vertrouwen*). Ongunstige gevolgen voor het klimaat 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 minst ontwikkelde landen (*gemiddeld vertrouwen*). {2.3.2; 2.3.3}

[STARTBOX SPM.1 HIER]

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

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 veronderstellingen, waaronder sociaal-economische variabelen en mitigatieopties. Dit zijn kwantitatieve prognoses en zijn noch voorspellingen, noch voorspellingen. Wereldwijd gemodelleerde emissietrajecten, met inbegrip van die op basis van kosteneffectieve benaderingen, bevatten regionaal gedifferentieerde aannames en resultaten, en moeten worden beoordeeld met de zorgvuldige erkenning van deze veronderstellingen. De meesten maken geen expliciete veronderstellingen over mondiale billijkheid, milieurechtvaardigheid of intra-regionale 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 {Cross-Section Box.2}

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 weersomstandigheden/klimaatgebeurtenissen vergroten. {2.3.2}

19 In de literatuur worden de termen paden en scenario's door elkaar gebruikt, met de eerstgenoemde vaker gebruikt in relatie tot klimaatdoelen. WGI gebruikte voornamelijk de term scenario's en WGIII gebruikte meestal de term gemodelleerde emissie- en mitigatietrajecten. De SYR gebruikt voornamelijk scenario's bij het verwijzen naar WGI en gemodelleerde emissie- en mitigatietrajecten bij het verwijzen naar WGIII.

20 Ongeveer de helft van alle gemodelleerde wereldwijde emissietrajecten gaat uit van kosteneffectieve benaderingen die wereldwijd afhankelijk zijn van opties voor mitigatie en uitsluiting van de laagste kosten. In de andere helft wordt gekeken naar bestaand beleid en regionaal en sectoraal gedifferentieerde acties.

WGI beoordeelde de klimaatrespons op vijf illustratieve scenario's op basis van Shared Socio-economic Pathways (SSP's)²¹ die betrekking hebben op het scala van mogelijke toekomstige ontwikkeling van antropogene factoren van klimaatverandering die in de literatuur worden gevonden. Hoge en zeer hoge broeikasgasemissiescenario's (SSP3-7.0 en SSP5-8,5²²) hebben een CO₂-uitstoot_{die} ruwweg verdubbelt ten opzichte van het huidige niveau in respectievelijk 2100 en 2050. Het tussentijdse BKG-emissiescenario (SSP2-4.5) heeft CO₂-emissies die tot het midden van de eeuw rond het huidige niveau blijven. De zeer lage en lage broeikasgasemissiescenario's (SSP1-1.9 en SSP1-2.6) hebben CO₂-emissies die rond 2050 respectievelijk 2070 tot netto nul dalen, gevolgd door variërende niveaus van netto negatieve CO₂-emissies. Daarnaast hebben WGI en WGII gebruik gemaakt van²³ representatieve concentratietrajecten (RCP's) om regionale klimaatveranderingen, effecten en risico's te beoordelen. In WGIII werd een groot aantal wereldwijd gemodelleerde emissietrajecten beoordeeld, waarvan 1202 trajecten werden gecategoriseerd op basis van hun beoordeelde opwarming van de aarde in de 21e eeuw; categorieën variëren van paden die de opwarming beperken tot 1,5 °C met meer dan 50 % waarschijnlijkheid (aangemerkt > 50 % in dit rapport) met geen of beperkte overschrijding (C1) tot paden die hoger zijn dan 4 °C (C8). (Vak SPM.1, tabel 1). {Cross-Section Box.2}

De opwarming van de aarde (GWL's) ten opzichte van 1850-1900 wordt gebruikt om de beoordeling van de klimaatverandering en de daarmee samenhangende effecten en risico's te integreren, aangezien patronen van veranderingen voor veel variabelen op een gegeven GWL gemeenschappelijk zijn voor alle scenario's die worden overwogen en onafhankelijk van de timing wanneer dat niveau wordt bereikt. {Cross-Section Box.2}

[STARTVAK SPM.1, TABEL 1 HIER]

Vak SPM.1, tabel 1: Beschrijving en relatie van scenario's en gemodelleerde trajecten in de verslagen van de AR6-werkgroep. {Doorsnedevak.2, figuur 1}

Categorie in WGIII	Categorie beschrijving	BKG-emissiescenario's (SSPX-y*) in WGI & WGII	RCPy** in WGI & WGII
C1	beperk de opwarming tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of beperkte overschrijding*	Zeër laag (SSP1-1.9)	
C2	keer de opwarming terug naar 1,5 °C (> 50 %) na een hoge overschrijding***		
C3	beperk de opwarming	Laag (SSP)	P2.6

21 SSP-gebaseerde scenario's worden SSPX-y genoemd, waarbij „SSPX” verwijst naar het gedeelde sociaaleconomische pad dat de sociaaleconomische trends beschrijft die ten grondslag liggen aan de scenario's, 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. {Cross-Section Box.2}

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

23 Op RCP gebaseerde scenario's worden RCPy genoemd, waarbij „y” verwijst naar het niveau van stralingsforcering (in watt per vierkante meter, of Wm⁻²) als gevolg van het scenario in het jaar 2100. De SSP-scenario's bestrijken een breder scala aan toekomstige van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen dan de RCP's. Ze zijn vergelijkbaar, maar niet identiek, met verschillen in concentratietrajecten. De algehele effectieve stralingsforcering heeft de neiging hoger te zijn voor de SSP's in vergelijking met de RCP's met hetzelfde label (*gemiddeld vertrouwen*). {Cross-Section Box.2}

	tot 2 °C (> 67 %)		
C4	beperk de opwarming tot 2 °C (> 50 %)		
C5	beperk de opwarming tot 25 °C (> 50 %)		
C6	beperk de opwarming tot 3 °C (> 50 %)	Tussenproduct (SSP2-4.5)	RCP 4.5
C7	beperk de opwarming tot 4 °C (> 50 %)	Hoog (SSP3-7.0)	
C8	overschrijd de opwarming van 4 °C (> 50 %)	Zeer hoog (SSP5-8.5)	RCP 8,5

* Zie voetnoot 27 voor de SSPX-y terminologie.

** Zie voetnoot 28 voor de RCPy-terminologie.

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

[EINDVAK SPM.1 HIER]

Huidige Mitigatievooruitgang, Gaps en Uitdagingen

A.4 Het beleid en de wetgeving op het gebied van mitigatie zijn sinds AR5 consequent uitgebreid. De wereldwijde broeikasgasemissies in 2030 die door nationaal vastgestelde bijdragen (NDC's) zijn aangekondigd, maken het *waarschijnlijk* dat de opwarming in de 21e eeuw hoger zal zijn dan 1,5 °C en het moeilijker maken om de opwarming onder de 2 °C te beperken. Er zijn lacunes tussen de verwachte emissies van geïmplementeerd beleid en die van NDC's en financieringsstromen komen tekort 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 de toenemende nationale ambities. De Overeenkomst van Parijs, die in het kader van het UNFCCC is aangenomen, met bijna universele deelname, heeft geleid tot beleidsontwikkeling en streefcijfers op nationaal en subnationaal niveau, met name op het gebied van mitigatie, en 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 verlaagd en de uitrol van technologie versneld, wat heeft geleid tot vermeden en in sommige gevallen verminderde of verwijderde emissies (*hoog vertrouwen*). Meerdere aanwijzingen suggereren dat mitigatiebeleid heeft geleid tot verschillende²⁴ Gt CO₂-eq_{yr}⁻¹ van vermeden wereldwijde

24 Ten minste 1,8 GtCO₂-eq yr⁻¹ kan worden verantwoord door afzonderlijke ramingen voor de effecten van economische en

emissies (*gemiddeld vertrouwen*). Ten minste 18 landen hebben al²⁵ langer dan 10 jaar een absolute op de productie gebaseerde BKG-en op consumptie gebaseerde CO₂-reducties voortgezet. 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, verbeterd bos- en gewas-/graslandbeheer, en minder voedselverspilling en -verlies, zijn technisch haalbaar, worden steeds kostenefficiënter en worden over het algemeen door het publiek ondersteund. Tussen 2010 en 2019 zijn er aanhoudende dalingen van de kosten per eenheid van zonne-energie (85 %), windenergie (55 %) en lithium-ionbatterijen (85 %) en een grote toename van de inzet ervan, bv. > 10x voor zonne-energie en > 100x voor elektrische voertuigen (EV's), die sterk uiteenlopen tussen regio's. De mix van beleidsinstrumenten die de kosten verlagen en de adoptie stimuleren, omvat openbare O & O, financiering voor demonstratie- en proefprojecten, en vraag pull-instrumenten zoals uitrolsubsidies om schaal te bereiken. Het handhaven 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}

A.4.3 Er bestaat een aanzienlijke „emissiekloof” tussen de mondiale broeikasgasemissies in 2030 in verband met de tenuitvoerlegging van NDC's die vóór COP26 zijn aangekondigd²⁶ en die verband houden met gemodelleerde mitigatietrajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of 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 hoger zal zijn dan 1,5 °C (*hoog vertrouwen*). Wereldwijd gemodelleerde mitigatietrajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) met geen of beperkte overschrijding of beperking van de opwarming tot 2 °C (> 67 %) ervan uitgaande dat onmiddellijke actie een diepe wereldwijde vermindering van de broeikasgasemissies in dit decennium inhoudt (zie SPM Box 1, tabel 1, B.6)²⁷. Gemodelleerde trajecten die consistent zijn met de NDC's die vóór COP26 zijn aangekondigd tot 2030 en die daarna geen toename van de ambitie aannemen, hebben hogere emissies, wat leidt tot een mediane opwarming van de aarde van 2,8 [2.1-3,4] °C tegen 2100 (*gemiddeld vertrouwen*). Veel landen hebben gewezen op de intentie om rond het midden van de eeuw netto-nul BKG of netto-nul CO₂ te bereiken, maar toezeggingen verschillen per land wat betreft reikwijdte en specificiteit, en tot op heden zijn er beperkt beleid om ze te verwezenlijken. {2.3.1, tabel 2.2, figuur 2.5; Tabel 3.1; 4.1}

A.4.4 De dekking van het beleid is ongelijk in sectoren (*hoog vertrouwen*). Voor eind 2020 ten uitvoer gelegde beleidsmaatregelen zullen naar verwachting leiden tot een hogere mondiale broeikasgasemissies in 2030 dan de emissies die door NDC's worden geïmpliceerd, wat wijst op een „uitvoeringskloof” (*hoog vertrouwen*). Zonder versterking van het beleid wordt de opwarming van de aarde van 3,2 [2.2–3.5] °C voorspeld tegen 2100 (*gemiddeld vertrouwen*). {2.2.2, 2.3.1, 3.1.1, Figuur 2.5} (Box SPM.1, figuur SPM.5)

A.4.5 De invoering van emissiearme technologieën loopt in de meeste ontwikkelingslanden, met name de minst ontwikkelde landen, achter, 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*). 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,

regelgevingsinstrumenten samen te voegen. Een groeiend aantal wetten en uitvoeringsbevelen heeft gevolgen gehad voor de wereldwijde emissies en werd geschat op 5,9 GtCO₂-eq yr⁻¹ minder emissies in 2016 dan ze anders zouden zijn geweest. (*gemiddeld vertrouwen*) {2.2.2}

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

26 Vanwege de datum van de literatuuronderbreking van WGIII worden de aanvullende NDC's die na 11 oktober 2021 zijn ingediend, hier niet beoordeeld. {Voetnoot 32 in Langer Rapport}

27 De verwachte broeikasgasemissies voor 2030 bedragen 50 (47–55) GtCO₂-eq indien rekening wordt gehouden met alle voorwaardelijke NDC-elementen. 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}

maar blijft echter 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 hoog vertrouwen*). In 2018 lagen publieke en publiek gemobiliseerde particuliere klimaatfinancieringsstromen van ontwikkelde naar ontwikkelingslanden onder de collectieve doelstelling van het UNFCCC en de Overeenkomst van Parijs om tegen 2020 100 miljard USD per jaar te mobiliseren in het kader van zinvolle mitigatiemaatregelen en transparantie bij de uitvoering (*gemiddeld vertrouwen*). {2.2.2, 2.3.1, 2.3.3}

B. Toekomstige klimaatverandering, risico's en langetermijnreacties

Toekomstige klimaatverandering

B.1 Gecontinueerde broeikasgasemissies zullen leiden tot een toename van de opwarming van de aarde, met de beste schatting van het bereiken van 1,5 °C op de korte termijn in overwogen scenario's en gemodelleerde trajecten. Elke toename van de opwarming van de aarde zal meerdere en gelijktijdige gevaren intensiveren (*hoog vertrouwen*). Diepe, snelle en aanhoudende vermindering van de uitstoot van broeikasgassen zou leiden tot een waarneembare vertraging van de opwarming van de aarde binnen ongeveer twee decennia, en ook tot zichtbare veranderingen in de atmosferische samenstelling binnen een paar jaar (*hoog vertrouwen*). {Doorsnedevakken 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 weloverwogen scenario's en gemodelleerde trajecten. Op korte termijn is het *waarschijnlijker dat de opwarming van de aarde 1,5 °C zal bereiken*, zelfs onder het zeer lage BKG-emissiescenario (SSP1-1.9) en bij hogere emissiescenario's *waarschijnlijk of zeer waarschijnlijk* meer dan 1,5 °C zal bedragen. In de overwogen scenario's en gemodelleerde trajecten liggen de beste schattingen van het tijdstip waarop de opwarming van de aarde van 1,5 °C wordt bereikt op de korte termijn²⁹. De opwarming van de aarde daalt terug tot onder 1,5 °C tegen het einde van de 21e eeuw in sommige scenario's en gemodelleerde paden (zie B.7). De beoordeelde klimaatrespons op broeikasgasemissiescenario's resulteert in een beste schatting van de opwarming voor de periode 2081-2100 die varieert van 1,4 °C voor een zeer laag BKG-emissiescenario (SSP1-1.9) tot 2,7 °C voor een gemiddeld BKG-emissiescenario (SSP2-4.5) en 4,4 °C voor een zeer hoog BKG-emissiescenario (SSP5-8.5)³⁰, met kleinere onzekerheidsmarges³¹ dan voor overeenkomstige scenario's in AR5. {Doorsnedevakken 1 en 2, 3.1.1, 3.3.4, tabel 3.1, 4.3} (vak SPM.1)

B.1.2 Kennelijke verschillen in trends van de mondiale oppervlaktetemperatuur tussen contrasterende broeikasgasemissiescenario's (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 enkele jaren merkbare effecten optreden voor broeikasgasconcentraties, en eerder voor verbeteringen van de luchtkwaliteit, als gevolg van de gecombineerde gerichte luchtverontreinigingsbeheersing en sterke en aanhoudende vermindering van de methaanemissies. Gerichte vermindering van de emissies van luchtverontreinigende stoffen leidt tot een snellere

-
- 28 Opwarming van de aarde (zie bijlage I: Glossary) wordt hier gerapporteerd als lopend gemiddelden van 20 jaar, tenzij anders vermeld, ten opzichte van 1850-1900. 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. De interne variabiliteit van de wereldwijde oppervlaktetemperatuur in één jaar wordt geschat op ongeveer $\pm 0,25$ °C (5–95 % bereik, *hoog vertrouwen*). Het voorkomen van individuele jaren met een wereldwijde temperatuurverandering boven een bepaald niveau betekent niet dat dit niveau van opwarming van de aarde is bereikt. {4.3, Cross-Section Box.2}
- 29 Een mediaan interval van vijf jaar waarbij een opwarmingsniveau van 1,5 °C wordt bereikt (50 % waarschijnlijkheid) in categorieën van gemodelleerde trajecten die in WGIII worden beschouwd, is 2030-2035. Tegen 2030 zou de wereldwijde oppervlaktetemperatuur in elk individueel jaar 1,5 °C kunnen overschrijden ten opzichte van 1850-1900, met een waarschijnlijkheid tussen 40 % en 60 %, in de vijf scenario's die in WGI (*gemiddeld vertrouwen*) worden beoordeeld. In alle scenario's die in WGI worden beschouwd, behalve het scenario met zeer hoge emissies (SSP5-8.5), ligt het middelpunt van de eerste 20-jarige gemiddelde periode waarin de beoordeelde gemiddelde temperatuurverandering op aarde 1,5 °C bedraagt in de eerste helft van de jaren 2030. In het zeer hoge BKG-emissiescenario ligt het middenpunt eind 2020. {3.1.1, 3.3.1, 4.3} (Box SPM.1)
- 30 De beste schattingen [en *zeer waarschijnlijke marges*] voor de verschillende scenario's zijn: 1,4 °C [1,0 °C-1,8 °C] (SSP1-1.9); 1,8 °C [1,3 °C-2,4 °C] (SSP1-2.6); 2,7 °C [2,1 °C-3,5 °C] (SSP2-4.5); 3,6 °C [2,8 °C-4,6 °C] (SSP3-7.0); en 4,4 °C [3,3 °C-5,7 °C] (SSP5-8.5). {3.1.1} (Box SPM.1)
- 31 Beoordeelde toekomstige veranderingen in de wereldwijde oppervlaktetemperatuur zijn voor het eerst geconstrueerd door multimodelprojecties te combineren met observatiebeperkingen en de beoordeelde evenwichtsklimaatgevoeligheid en tijdelijke 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 variabiliteitsfenomenen zijn El Niño-Southern Oscillation, Pacific Decadal Variability en Atlantic Multi-decadal Variability. {4.3}

verbetering van de luchtkwaliteit binnen jaren in vergelijking met de vermindering van de broeikasgasemissies, maar op de lange termijn worden verdere verbeteringen verwacht in scenario's die inspanningen combineren om luchtverontreinigende stoffen en broeikasgasemissies te verminderen³³. (*hoge betrouwbaarheid*) {3.1.1} (Box SPM.1)

B.1.3 Voortdurende emissies zullen alle belangrijke onderdelen van het klimaatsysteem verder beïnvloeden. Met elke extra toename van de opwarming van de aarde blijven veranderingen in extremen groter worden. De voortdurende opwarming van de aarde zal naar verwachting de wereldwijde watercyclus verder intensiveren, inclusief de variabiliteit ervan, wereldwijde moesson neerslag en zeer nat en zeer droog weer en klimaatgebeurtenissen en seizoenen (*hoog vertrouwen*). In scenario's met toenemende CO₂ uitstoot wordt verwacht dat de koolstofputten op natuurlijk land en in de oceaan een dalend deel van deze emissies zullen opnemen (*hoog vertrouwen*). Andere verwachte veranderingen omvatten verdere verminderingen en/of volumes van bijna alle cryosferische elementen³⁴ (*hoge betrouwbaarheid*), verdere wereldwijde gemiddelde zeespiegelstijging (*bijna zeker*) en verhoogde verzuring van de oceaan (*bijna zeker*) en deoxygenatie (*hoge betrouwbaarheid*). {3.1.1, 3.3.1, Figuur 3.4} (Figuur SPM.2)

B.1.4 Met verdere opwarming wordt verwacht dat elke regio steeds meer gelijktijdige en meervoudige veranderingen in klimaateffectfactoren zal ervaren. Samengestelde hittegolven en droogtes zullen naar verwachting vaker voorkomen, inclusief gelijktijdige gebeurtenissen op meerdere locaties (*hoog vertrouwen*). Vanwege de relatieve stijging van de zeespiegel zullen de huidige extreme zeespiegelgebeurtenissen van 1 op 100 jaar naar verwachting ten minste jaarlijks plaatsvinden in meer dan de helft van alle getijdenmeterlocaties tegen 2100 onder alle overwogen scenario's (*hoog vertrouwen*). Andere geprojecteerde regionale veranderingen omvatten intensivering van tropische cyclonen en/of extratropische stormen (*gemiddeld vertrouwen*) en toename van droogte en brandweer (*gemiddeld tot hoog vertrouwen*) {3.1.1, 3.1.3}

B.1.5 Natuurlijke variabiliteit zal door de mens veroorzaakte klimaatveranderingen blijven moduleren, ofwel de verwachte veranderingen verzachten of versterken, met weinig effect op de opwarming van de aarde op honderdjarige schaal (*hoog vertrouwen*). Deze modulaties zijn belangrijk in de aanpassingsplanning, vooral op regionale schaal en op korte termijn. Als er een grote explosieve vulkaanuitbarsting zou optreden, zou³⁵ het tijdelijk en gedeeltelijk door de mens veroorzaakte klimaatverandering worden veroorzaakt door de wereldwijde oppervlaktetemperatuur en neerslag gedurende één tot drie jaar te verminderen (*gemiddeld vertrouwen*). {4.3}

[START FIGUUR SPM.2 HIER]

33 Gebaseerd op aanvullende scenario's.

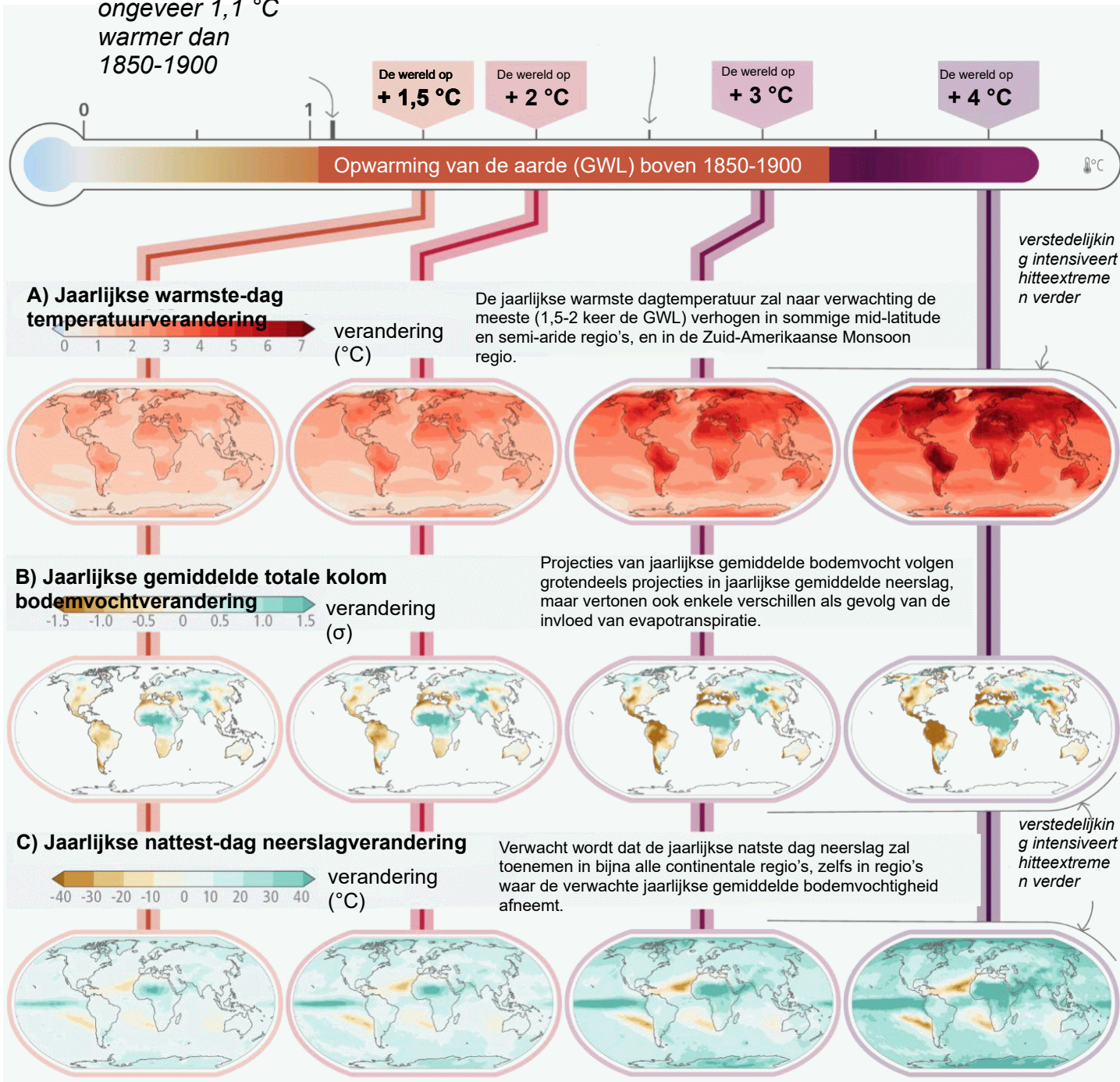
34 Permafrost, seizoensgebonden sneeuwbedekking, gletsjers, de Groenlandse en Antarctische ijskappen en het ijs van de Arctische Zee.

35 Op basis van 2500 jaar reconstructies, uitbarstingen met een radiatieve forcering meer negatief dan -1 Wm⁻², gerelateerd aan het stralingseffect van vulkanische stratosferische aerosolen in de literatuur beoordeeld in dit rapport, komen gemiddeld twee keer per eeuw voor. {4.3}

Met elke toename van de opwarming van de aarde worden regionale veranderingen in gemiddeld klimaat en extremen wijdverspreider en uitgesproken.

de laatste keer dat de wereldwijde oppervlaktetemperatuur bij of boven 2,5 °C werd gehandhaafd, was meer dan 3 miljoen jaar geleden

2011-2020 was ongeveer 1,1 °C warmer dan 1850-1900



Figuur SPM.2: Verwachte veranderingen van de jaarlijkse maximale dagelijkse maximumtemperatuur, het jaarlijkse gemiddelde totale bodemvocht in de kolom en de jaarlijkse maximale neerslag van 1 dag bij een opwarmingsniveau van 1,5 °C, 2 °C, 3 °C en 4 °C ten opzichte van 1850-1900. Verwachte (a) jaarlijkse maximale dagelijkse temperatuurverandering (°C), (b) jaarlijkse gemiddelde totale kolom bodemvocht (standaardafwijking), (c) jaarlijkse maximale neerslagverandering van 1 dag (%). De panelen tonen CMIP6 multi-model mediaan 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 interjaarlijkse variabiliteit in bodemvocht gedurende 1850-1900. Standaarddeviatie is een veelgebruikte metriek bij het karakteriseren van de ernst van droogte. Een verwachte vermindering van het gemiddelde bodemvocht met één standaardafwijking komt overeen met de bodemvochtigheid die typisch is voor droogtes die in de periode van 1850 tot 1900 ongeveer om de zes jaar plaatsvonden. De WGI Interactive Atlas (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>) kan worden gebruikt om aanvullende veranderingen in het klimaatstelsel te onderzoeken over het bereik van de opwarming van de aarde in dit cijfer. {Figuur 3.1, Cross-Section Box.2}

[BEËINDIG FIGUUR SPM.2 HIER]

Gevolgen van klimaatverandering en aan klimaatverandering gerelateerde risico's

B.2 Voor elk gegeven toekomstige opwarmingsniveau zijn veel klimaatgerelateerde risico's hoger dan beoordeeld in AR5, en de verwachte langetermijneffecten zijn tot meerdere malen hoger dan momenteel waargenomen (*hoog vertrouwen*). Risico's en verwachte negatieve effecten en daarmee samenhangende verliezen en schade als gevolg van klimaatverandering escaleren met elke toename van de opwarming van de aarde (*zeer hoog vertrouwen*). Klimatologische en niet-klimaatrisico's zullen in toenemende mate met elkaar in wisselwerking treden, waardoor samengestelde en trapsgewijze risico's worden gecreëerd die complexer en moeilijker te beheren zijn (*hoog vertrouwen*). {Doorsnedevak.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 geconfronteerd worden 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 (*zeer hoog vertrouwen*) toenemen. De risico's en bijbehorende risico's die op korte termijn worden verwacht, zijn onder meer een toename van hittegerelateerde menselijke sterfte en morbiditeit (*hoog vertrouwen*), voedselgedrag, watergedrag en door vectoren overgedragen ziekten (*hoog vertrouwen*) en geestelijke gezondheidsproblemen³⁶ (*zeer hoog vertrouwen*), overstromingen in kust- en andere laaggelegen steden en regio's (*hoog vertrouwen*), biodiversiteitsverlies in ecosystemen van land, zoetwater en oceaan (*gemiddeld tot zeer hoog vertrouwen*, afhankelijk van het ecosysteem), en een afname van de voedselproductie in sommige regio's (*hoog vertrouwen*). Cryosfeergerelateerde veranderingen in overstromingen, aardverschuivingen en de beschikbaarheid van water kunnen leiden tot ernstige gevolgen voor mensen, infrastructuur en de economie in de meeste berggebieden (*hoog vertrouwen*). De verwachte toename van frequentie en intensiteit van zware neerslag (*hoge betrouwbaarheid*) zal de door regen gegenereerde lokale overstromingen (*gemiddeld vertrouwen*) verhogen. {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 escaleren met elke toename van de opwarming van de aarde (*zeer hoog vertrouwen*). Ze zijn hoger voor de opwarming van de aarde van 1,5 °C dan op dit moment, en zelfs hoger bij 2 °C (*hoge betrouwbaarheid*). In vergelijking met AR5 worden mondiale geaggregeerde risiconiveaus³⁷ (Reasons for Concern³⁸)

36 In alle beoordeelde regio's.

37 Ondetecteerbaar risiconiveau geeft aan dat er geen bijbehorende effecten detecteerbaar zijn en te wijten zijn aan klimaatverandering; matige risico's wijzen erop dat de bijbehorende effecten zowel detecteerbaar zijn als te wijten zijn aan klimaatverandering met ten minste een *middelgroot vertrouwen*, waarbij ook rekening wordt gehouden met de andere specifieke criteria voor de belangrijkste risico's; een hoog risico wijst op ernstige en wijdverbreide effecten die hoog worden geacht op een of meer criteria voor de beoordeling van de belangrijkste risico's; en een zeer hoog risiconiveau duidt op een zeer hoog risico op ernstige effecten en de aanwezigheid van significante 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) framework communiceert wetenschappelijk begrip over de opbouw van risico's voor vijf brede

beoordeeld als hoog tot zeer hoog op lagere niveaus van de opwarming van de aarde als gevolg van recente aanwijzingen van waargenomen effecten, beter begrip van het proces en nieuwe kennis over blootstelling en kwetsbaarheid van menselijke en natuurlijke systemen, met inbegrip van beperkingen voor aanpassing (*hoog vertrouwen*). Als gevolg van een onvermijdelijke stijging van de zeespiegel (zie ook B.3) zullen de risico's voor kustecosystemen, mensen en infrastructuur verder toenemen dan 2100 (*hoog vertrouwen*). {3.1.2, 3.1.3, Figuur 3.4, Figuur 4.3} (Figures SPM.3, Figuur SPM.4)

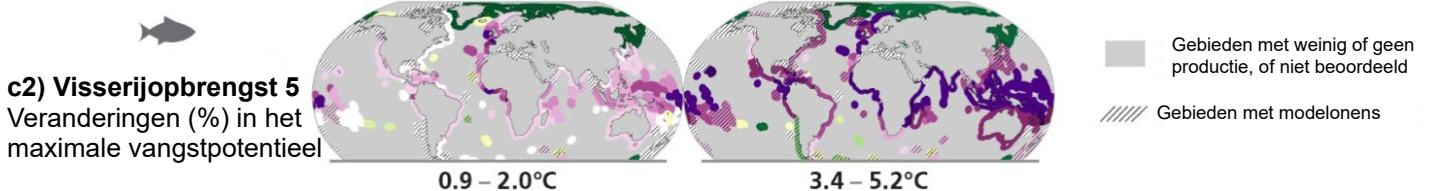
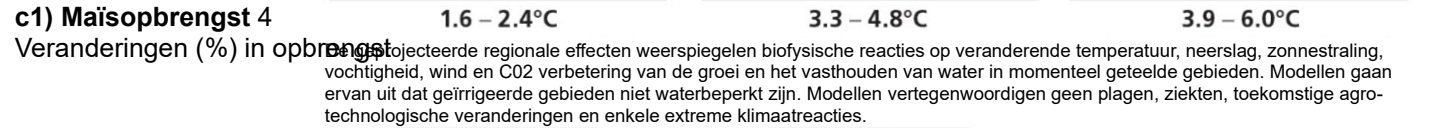
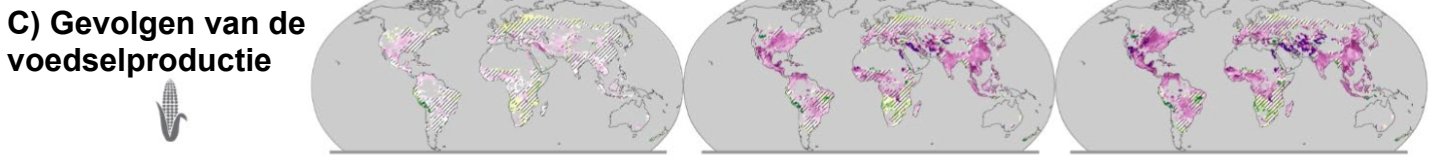
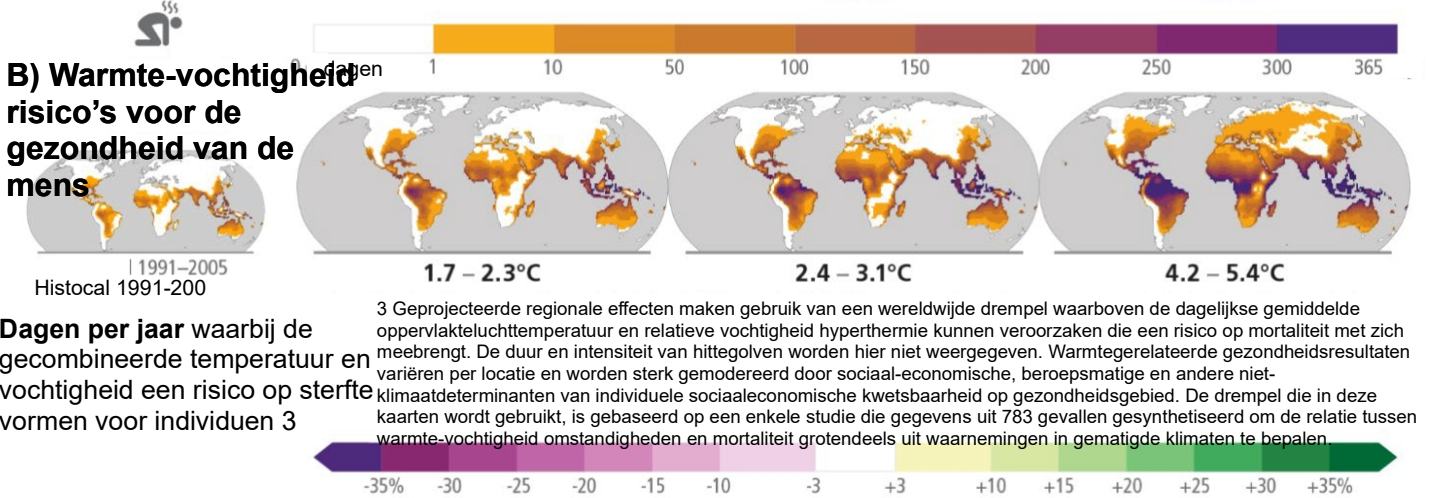
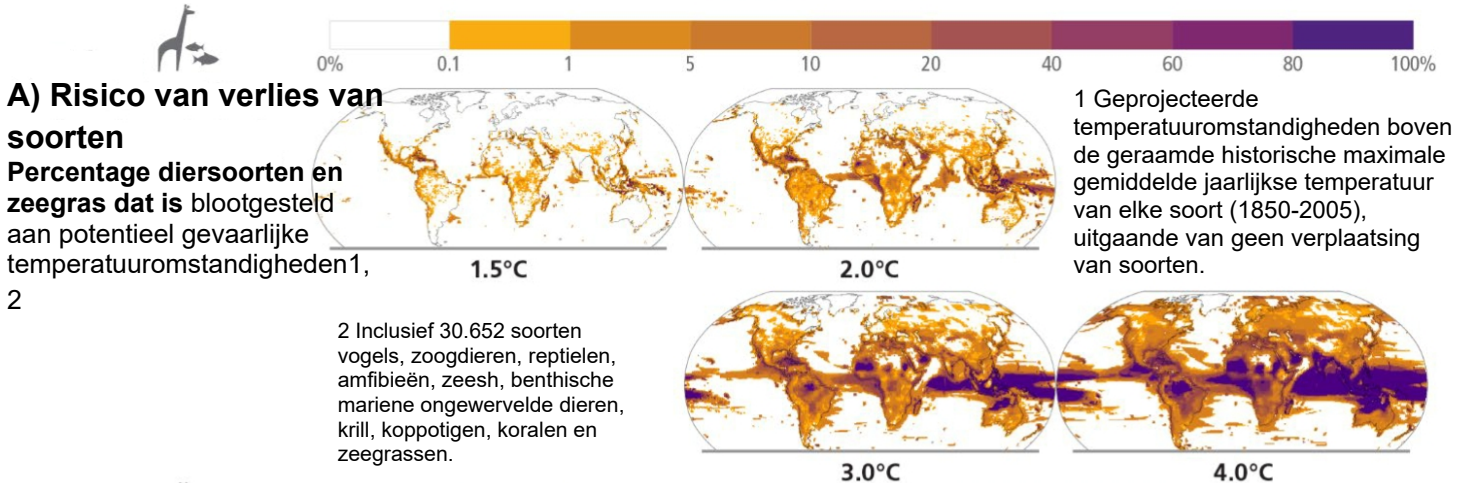
B.2.3 Met verdere opwarming worden de risico's van klimaatverandering steeds complexer en moeilijker te beheren. Verschillende factoren voor klimaat- en niet-klimaatrisico's zullen met elkaar in wisselwerking treden, waardoor het totale risico en de risico's in verschillende sectoren en regio's worden samengevoegd. Klimaatgestuurde voedselonzeekerheid en instabiliteit van de voorziening zullen naar verwachting toenemen met toenemende opwarming van de aarde, in wisselwerking met niet-klimaatrisicofactoren zoals 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. De toekomstige blootstelling aan klimaatrisico's neemt wereldwijd toe als gevolg van sociaal-economische ontwikkelingstrends, waaronder migratie, groeiende ongelijkheid en verstedelijking. Menselijke kwetsbaarheid zal zich concentreren op informele nederzettingen en snel groeiende kleinere nederzettingen. In plattelandsgebieden zal de kwetsbaarheid worden vergroot door een hoge afhankelijkheid van klimatusgevoelige bestaansmiddelen. 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 trapsgewijze en langetermijneffecten op mensen wereldwijd, met name voor inheemse volkeren en lokale gemeenschappen die rechtstreeks afhankelijk zijn van ecosystemen, om te voldoen aan de basisbehoeften. (*hoge betrouwbaarheid*) {Cross-Section Box.2, Figuur 1c, 3.1.2, 4.3}

[START FIGUUR SPM.3 HIER]

Verwacht wordt dat de toekomstige klimaatverandering de ernst van de effecten tussen natuurlijke en menselijke systemen zal vergroten en de regionale verschillen zal vergroten.

Voorbeelden van effecten zonder aanvullende aanpassing



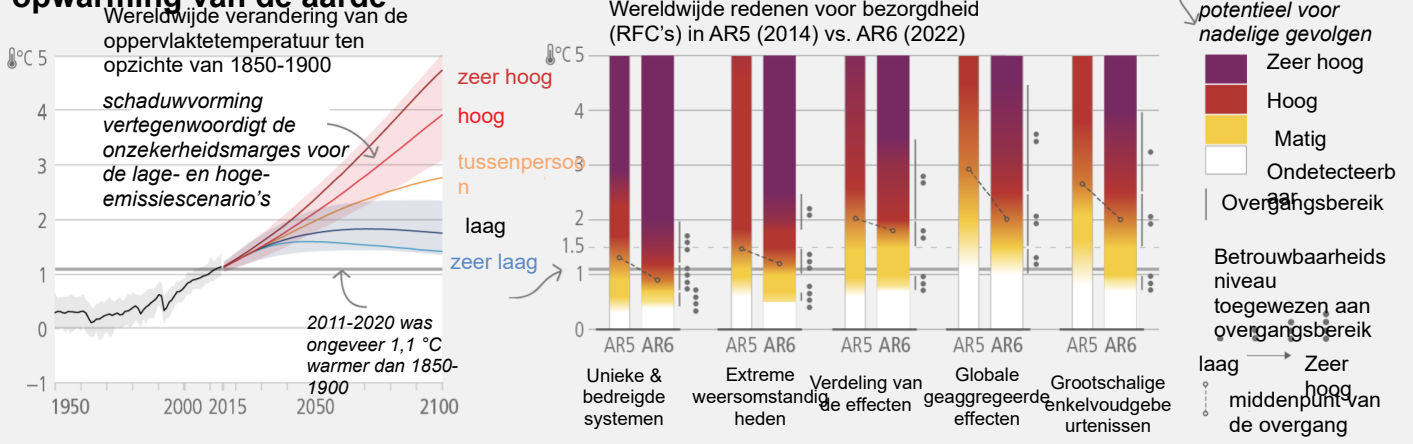
Figuur SPM.3: Verwachte risico's en effecten van klimaatverandering op natuurlijke en menselijke systemen op verschillende niveaus van de opwarming van de aarde (GWL's) ten opzichte van 1850-1900 niveaus. De verwachte risico's en effecten die op de kaarten worden getoond, zijn gebaseerd op outputs van verschillende subsets van het aardsysteem en impactmodellen die werden gebruikt om elke impactindicator zonder aanvullende aanpassing te projecteren. WGII biedt een nadere beoordeling van de effecten op menselijke en natuurlijke systemen met behulp van deze projecties en aanvullende bewijslijnen. **(A)** Risico's van soortenverliezen zoals aangegeven door het percentage beoordeelde soorten dat is blootgesteld aan potentieel gevaarlijke temperaturomstandigheden, zoals gedefinieerd door omstandigheden die verder gaan dan de geschatte gemiddelde gemiddelde jaarlijkse temperatuur van elke soort (1850-2005), bij GWL's van 1,5 °C, 2 °C, 3 °C en 4 °C. Onderliggende voorspellingen van temperatuur zijn afkomstig van 21 aardsysteemmodellen en houden geen rekening met extreme gebeurtenissen die gevolgen hebben voor ecosystemen zoals het noordpoolgebied. **(B)** Risico's voor de menselijke gezondheid, zoals aangegeven door de dagen per jaar van de blootstelling van de bevolking aan hyperthermische omstandigheden die een risico op sterfte door oppervlakteluchttemperatuur en vochtigheidsomstandigheden in 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-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 in veel indexen zijn opgenomen in WGI- en WGII-beoordelingen **(c)** Effecten op de voedselproductie: (c1) Veranderingen in de maïsopbrengst tussen 2080 en 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 vooringenomen outputs van 5 aardsysteemmodellen, van het Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project (AgMIP) en het Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project (ISIMIP). Kaarten geven 2080-2099 weer ten opzichte van 1986-2005 voor de huidige groeiregio's (> 10 ha), met het overeenkomstige bereik van de toekomstige opwarmingsniveaus van respectievelijk SSP1-2.6, SSP3-7.0 en SSP5-8.5. Uitbroeden geeft gebieden aan waar <70 % van de klimaat-gewasmodelcombinaties het eens zijn over het teken van impact. (c2) Verandering van het maximale vangstpotentieel voor de visserij 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 onder RCP2.6 en RCP8.5. Uitbroeden geeft aan waar de twee klimaatvisserijmodellen het oneens zijn in de richting van verandering. Grote relatieve veranderingen in regio's met een laag rendement kunnen overeenkomen met kleine absolute veranderingen. Biodiversiteit en visserij op Antarctica werden niet geanalyseerd vanwege databeperkingen. Voedselzekerheid wordt ook beïnvloed door gewas- en visserijfouten die hier niet worden gepresenteerd. {3.1.2, Figuur 3.2, Cross-Section Box.2} (Box SPM.1)

[BEËINDIG FIGUUR SPM.3 HIER]

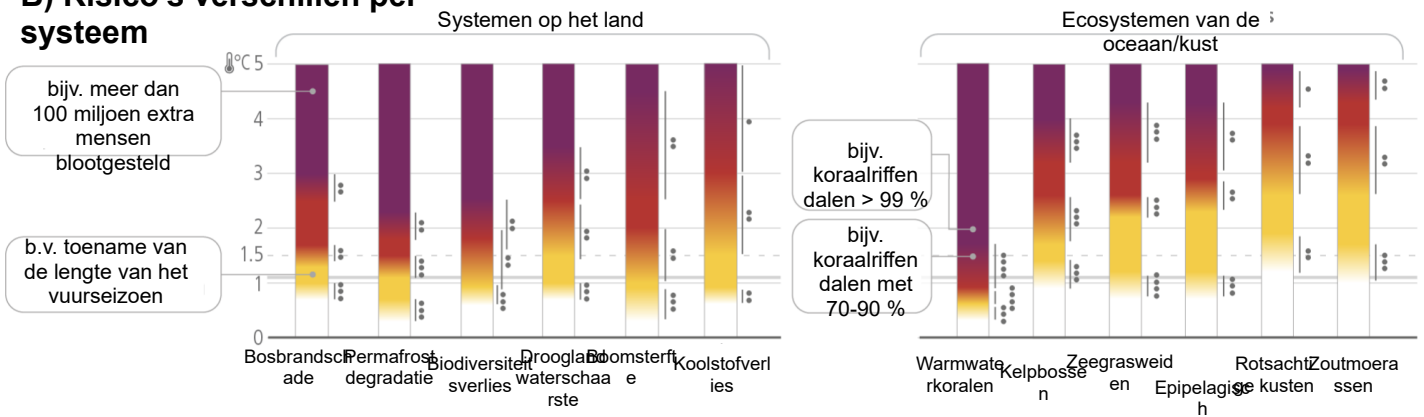
[START FIGUUR SPM.4 HIER]

Risico's stijgen met elke toename van de opwarming

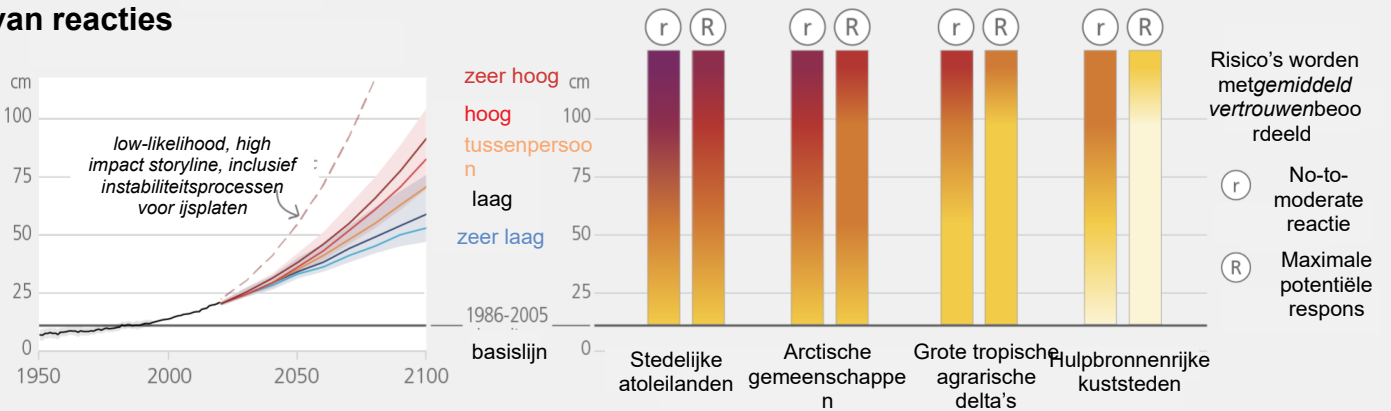
A) Hoge risico's worden nu beoordeeld om te voorkomen bij lagere opwarming van de aarde



B) Risico's verschillen per systeem

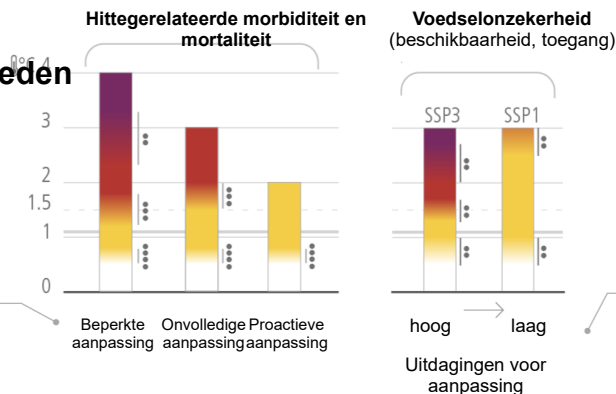


C) Risico's voor kustregio's nemen toe met stijging van de zeespiegel en zijn afhankelijk van reacties



D) Aanpassing en sociaal-economische trajecten beïnvloeden de klimaatniveaus gerelateerde risico's

Beperkte aanpassing (niet proactief aanpassen; lage investeringen in gezondheidszorgstelsels); onvoldedige aanpassing (onvoldedige aanpassingsplanning; matige investeringen in gezondheidsstelsels); proactieve aanpassing (proactief aanpassingsbeheer; hoge investeringen in gezondheidszorgstelsels)



Het SSP1-traject illustreert een wereld met een lage bevolkingsgroei, een hoog inkomen en verminderde ongelijkheden, voedsel dat wordt geproduceerd in systemen met een lage uitstoot van broeikasgassen, effectieve regelgeving inzake landgebruik en een hoog aanpassingsvermogen (d.w.z. lage uitdagingen voor aanpassing). De SSP3-route heeft de tegenovergestelde trends.

Figuur SPM.4: Subset van beoordeelde klimaatresultaten en daarmee samenhangende mondiale en regionale klimaatrisico's. De brandende embers zijn het resultaat van een op literatuur gebaseerde experte-uitlokking. **Paneel (a): Links** — Globale oppervlaktetemperatuurveranderingen in °C ten opzichte van 1850-1900. Deze veranderingen werden verkregen door CMIP6-modelsimulaties te combineren met observationele beperkingen op basis van eerdere gesimuleerde opwarming, evenals een bijgewerkte beoordeling van de evenwichtsklimaatgevoeligheid. *Zeer waarschijnlijke* marges voor de scenario's voor lage en hoge broeikasgasemissies (SSP1-2.6 en SSP3-7.0) (Cross-Section Box 2); **Rechts** – Global Reasons for Concern (RFC), waarbij AR6 (dikke embers) en AR5 (thin embers) worden vergeleken. Risicoovergangen zijn over het algemeen verschoven naar lagere temperaturen met een bijgewerkt wetenschappelijk inzicht. Diagrammen worden weergegeven voor elke RFC, uitgaande van laag tot geen aanpassing. Lijnen verbinden de middelpunten van de overgangen van matig naar hoog risico over AR5 en AR6. **Paneel b):** Geselecteerde mondiale risico's voor ecosystemen aan land en oceaan, ter illustratie van de algemene toename van het risico met de opwarming van de aarde met lage tot geen aanpassing. **Paneel c): Links** - Globale gemiddelde zeespiegelverandering in centimeters, ten opzichte van 1900.

De historische veranderingen (zwart) worden waargenomen door getijmeters vóór 1992 en hoogtemeters daarna. De toekomstige veranderingen in 2100 (gekleurde lijnen en schaduw) worden beoordeeld in overeenstemming met observationele beperkingen op basis van emulatie van CMIP-, ijskap- en gletsjermodellen, en waarschijnlijk worden de rangen getoond voor SSP1-2.6 en SSP3-7.0. **Rechts** — Beoordeling van het gecombineerde risico van overstromingen aan de kust, erosie en verzilting voor vier illustratieve kustgeografieën in 2100, als gevolg van veranderende gemiddelde en extreme zeespiegel, in twee responsscenario's, met betrekking tot de SROCC-basisperiode (1986-2005). Bij de beoordeling wordt geen rekening gehouden met veranderingen in de extreme zeespiegel die verder gaan dan die welke rechtstreeks worden veroorzaakt door de gemiddelde stijging van de zeespiegel; de risiconiveaus zouden kunnen stijgen als andere veranderingen in de extreme zeespiegel in aanmerking zouden worden genomen (bv. als gevolg van veranderingen in de intensiteit van de cycloon). „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 volledig uitgevoerde antwoorden en dus aanzienlijke extra inspanningen ten opzichte van vandaag, uitgaande van minimale financiële, sociale en politieke belemmeringen. (In dit verband verwijst „vandaag” naar 2019) De beoordelingscriteria omvatten blootstelling en kwetsbaarheid, kustrisico's, reacties in situ en geplande herplaatsing. Geplande herplaatsing verwijst naar beheerde retraits of hervestigingen. De term respons wordt hier gebruikt in plaats van aanpassing omdat sommige reacties, zoals retraits, al dan niet als aanpassing worden beschouwd. **Paneel (d):** Geselecteerde risico's in het kader van verschillende sociaal-economische trajecten, waaruit blijkt hoe ontwikkelingsstrategieën en -uitdagingen op aanpassingsrisico's van invloed zijn. **Links** - Hittegevoelige menselijke gezondheidsresultaten onder drie scenario's van aanpassingseffectiviteit. De diagrammen worden afgeknot bij de dichtstbijzijnde gehele °C binnen het bereik van temperatuurverandering 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 voedselzekerheid omvatten beschikbaarheid en toegang tot voedsel, met inbegrip van de bevolking die het risico loopt om honger te krijgen, de voedselprijsstijgingen en de toename van de arbeidsongeschiktheid gecorrigeerde levensjaren als gevolg van ondergewicht bij kinderen. Risico's worden beoordeeld op twee tegengestelde sociaal-economische trajecten (SSP1 en SSP3), met uitzondering van de effecten van gericht mitigatie- en aanpassingsbeleid. {Figuur 3.3} (Box SPM.1)

[BEËINDIG FIGUUR SPM.4 HIER]

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 een diepe, snelle en duurzamerwereldwijde vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. De kans op abrupte en/of onomkeerbare veranderingen neemt toe met hogere opwarmingsniveaus. Evenzo neemt de kans op lage waarschijnlijkheidsresultaten in verband met potentieel zeer grote negatieve effecten toe met hogere opwarmingsniveaus. (*hoge betrouwbaarheid*) {3.1}

B.3.1 De beperking van de wereldwijde oppervlaktetemperatuur belet niet voortdurende veranderingen in componenten van het klimaatstelsel die multi-decadale of langere responstijdschalen hebben (*hoge betrouwbaarheid*). Zeespiegelstijging is eeuwen tot millennia onvermijdelijk als gevolg van voortdurende opwarming van de oceaan en ijskap smelt, en de zeespiegel zal gedurende duizenden jaren verhoogd blijven (*hoog vertrouwen*). Een grondige, snelle en aanhoudende vermindering van de broeikasgasemissies zou echter een verdere versnelling van de zeespiegelstijging en de verwachte langetermijnverbinding van de zeespiegelstijging beperken. Ten opzichte van 1995-2014 is de waarschijnlijke wereldwijde gemiddelde zeespiegelstijging in het scenario van SSP1-1,9 BKG-emissies 0,15–0,23 m tegen 2050 en 0,28–0,55 m tegen 2100; voor het SSP5-8,5 BKG-emissiescenario is het in 2050 0,20–0,29 m en in 2100 0,63-1,01 m (*gemiddeld vertrouwen*). In de komende 2000 jaar zal de wereldwijde gemiddelde zeespiegel met ongeveer 2-3 m stijgen als de opwarming beperkt is tot 1,5 °C en 2-6 m indien beperkt tot 2 °C (lage betrouwbaarheid). {3.1.3, Figuur 3.4} (Box SPM.1)

B.3.2 De waarschijnlijkheid en gevolgen van abrupte en/of onomkeerbare veranderingen in het klimaatstelsel, met inbegrip van veranderingen die ontstaan wanneer omslagpunten 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 in ecosystemen, waaronder bossen (*middelmatig vertrouwen*), koraalriffen (*zeer hoog vertrouwen*) en in Arctische regio's (*hoog vertrouwen*) toe. Bij aanhoudende opwarming tussen 2 °C en 3 °C zullen de ijskappen van Groenland en West-Antarctische bijna volledig en onomkeerbaar over meerdere millennia verloren gaan, wat enkele meters zeespiegelstijging veroorzaakt (beperkt bewijs). De waarschijnlijkheid en snelheid van het verlies van ijsmassa nemen toe met hogere wereldwijde oppervlaktetemperaturen (*hoge betrouwbaarheid*). {3.1.2, 3.1.3}

B.3.3 De kans op resultaten met een laag risico in verband met potentieel zeer grote effecten neemt toe met hogere opwarmingsniveaus (*hoog vertrouwen*). Vanwege de grote onzekerheid in verband met de ijskapprocessen kan de wereldwijde gemiddelde zeespiegel boven het waarschijnlijke bereik — naderen van 2 m tegen 2100 en meer dan 15 m tegen 2300 meter in het zeer hoge BKG-emissiescenario (SSP5-8.5) (*lage betrouwbaarheid*) — niet worden uitgesloten. Er is *gemiddeld vertrouwen* dat de Atlantische Meridionale Overturning Circulation niet abrupt zal instorten vóór 2100, maar als het zou gebeuren, zou dit *zeer waarschijnlijk* abrupte verschuivingen in regionale weerpatronen en grote gevolgen voor ecosystemen en menselijke activiteiten veroorzaken. {3.1.3} (Box 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 wanneer de opwarming van de aarde toeneemt. Met toenemende opwarming van de aarde zullen verliezen en schade toenemen en extra menselijke en natuurlijke systemen zullen aanpassingslimieten bereiken. Wanaanpassing kan worden voorkomen door flexibele, multisectorale, inclusieve, langetermijnplanning en uitvoering van aanpassingsmaatregelen, met voordelen voor veel sectoren en systemen. (*hoge betrouwbaarheid*) {3.2, 4.1, 4.2, 4.3}**

B.4.1 De effectiviteit van aanpassing, met inbegrip van ecosysteemgebaseerde en de meeste watergerelateerde opties, zal afnemen met toenemende opwarming. De haalbaarheid en effectiviteit van opties neemt toe met geïntegreerde, multisectorale oplossingen die verschillende reacties op basis van klimaatrisico's onderscheiden, systemen afsnijden en sociale ongelijkheid 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 Met extra opwarming van de aarde zullen beperkingen aan aanpassing en verliezen en schade, die sterk geconcentreerd zijn onder kwetsbare bevolkingsgroepen, steeds moeilijker te voorkomen worden (*hoog vertrouwen*). Boven 1,5 °C van de opwarming van de aarde vormen beperkte zoetwaterbronnen potentiële harde aanpassingslimieten voor kleine eilanden en voor regio's die afhankelijk zijn van gletsjer en sneeuwsmelting (*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 adaptatiemaatregelen ook hun effectiviteit verliezen (*hoog vertrouwen*). {2.3.2, 3.2, 4.3}

B.4.3 Acties die zich richten op sectoren en risico's afzonderlijk en op korte termijn winsten leiden vaak tot wanaanpassing op de lange termijn, waardoor lock-ins van kwetsbaarheid, blootstelling en risico's worden gecreëerd die moeilijk te veranderen zijn. Zo verminderen zeeweringen de effecten op mensen en activa op de korte termijn effectief, maar kunnen ze ook leiden tot lock-ins en de blootstelling aan klimaatrisico's op de lange termijn verhogen, tenzij ze worden geïntegreerd in een adaptief langetermijnplan. Niet-adaptieve reacties kunnen bestaande ongelijkheden verergeren, met name voor inheemse volkeren en gemarginaliseerde groepen, en kunnen de veerkracht van ecosystemen en biodiversiteit verminderen. Wanaanpassing kan worden voorkomen door flexibele, sectoriële, inclusieve, langetermijnplanning en uitvoering van aanpassingsmaatregelen, met voordelen voor veel sectoren en systemen. (*hoge betrouwbaarheid*) {2.3.2, 3.2}

CO₂-budgetten en netto nulmissies

B.5 **Het beperken van de door de mens veroorzaakte opwarming van de aarde vereist een netto nul_{CO₂}- uitstoot. Cumulatieve koolstofemissies tothetmoment waarop de CO₂-emissies netto nul zijn bereiken het niveau van**

broeikasgasemissies r-reductie 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 %) (hoog vertrouwen) overschrijden. {2.3, 3.1, 3.3, Tabel 3.1}

B.5.1 Uit natuurwetenschappelijk oogpunt vereist het beperken van de opwarming van de aarde door de mens tot een specifiek niveau het beperken van cumulatieve CO₂-emissies, het bereiken van ten minste netto CO₂-uitstoot, samen met een sterke vermindering van de uitstoot van andere broeikasgassen. Het bereiken van een netto nuluitstoot van broeikasgassen vereist in de eerste plaats een grondige vermindering van CO₂, methaan en andere broeikasgasemissies, en impliceert netto-negatieve CO₂-emissies³⁹. Kooldioxideverwijdering (CDR) zal nodig zijn om de netto-negatieve CO₂-uitstoot te bereiken (zie B.6). Verwacht wordt dat de netto broeikasgasemissies, indien zij blijvend zijn, zullen leiden tot een geleidelijke daling van de wereldwijde oppervlaktetemperaturen na een eerdere piek. (*hoge betrouwbaarheid*) {3.1.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, Tabel 3.1, Kruisvak 1}

B.5.2 Voor elke 1000 GtCO₂ die door menselijke activiteit wordt uitgestoten, stijgt de wereldwijde oppervlaktetemperatuur met 0,45 °C (beste schatting, met een waarschijnlijk bereik van 0,27 tot 0,63 °C). De beste schattingen van de resterende koolstofbudgetten vanaf begin 2020 zijn 500 GtCO₂ voor een kans van 50 % om de opwarming van de aarde te beperken tot 1,5 °C en 1150 GtCO₂ voor een kans van 67 % om de opwarming te beperken tot 2 °C⁴⁰. Hoe sterker de reducties van de niet-CO₂-emissies, hoe lager de resulterende temperaturen zijn voor een gegeven resterende koolstofbudget of het grotere resterende koolstofbudget voor hetzelfde niveau van temperatuurverandering⁴¹. {3.3.1}

B.5.3 Als de jaarlijkse CO₂-emissies tussen 2020-2030 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 %). Ramingen van de toekomstige CO₂-emissies van bestaande infrastructuur voor fossiele brandstoffen zonder extra⁴² reductie overschrijden het resterende koolstofbudget voor het beperken van de opwarming tot 1,5 °C (50 %) (*hoge betrouwbaarheid*). De verwachte cumulatieve toekomstige CO₂-emissies gedurende de levensduur van bestaande en geplande infrastructuur voor fossiele brandstoffen, indien historische exploitatiepatronen worden gehandhaafd en zonder extra reductie⁴³, zijn ongeveer gelijk aan het resterende koolstofbudget voor het beperken van de opwarming tot 2 °C met een waarschijnlijkheid van 83 %⁴⁴ (*hoog vertrouwen*). {2.3.1, 3.3.1, Figuur 3.5}

B.5.4 Alleen op basis van centrale schattingen bedragen historische cumulatieve netto CO₂-emissies tussen 1850 en 2019 ongeveer vier vijfde⁴⁵ van het totale koolstofbudget voor een kans van 50 % om de opwarming van de aarde te beperken tot 1,5 °C (centrale schatting ongeveer 2900 GtCO₂), en ongeveer twee derde⁴⁶ van het totale koolstofbudget voor een kans van 67 % om de opwarming van de aarde te beperken tot 2 °C (centrale schatting ongeveer 3550 GtCO₂). {3.3.1, Figuur 3.5}

39 Netto nul broeikasgasemissies gedefinieerd door het 100-jarige aardopwarmingspotentieel. Zie voetnoot 9.

40 Wereldwijde databases maken verschillende keuzes over welke emissies en verwijderingen op het land als antropogene worden beschouwd. De meeste landen rapporteren hun antropogene CO₂-stromen van land, waaronder fluxen als gevolg van door de mens veroorzaakte milieuverandering (bv. CO₂-bemesting) op „beheerd” land in hun nationale broeikasgasinventarissen. Aan de hand van emissieramingen op basis van deze inventarissen moeten de resterende koolstofbudgetten dienovereenkomstig worden verlaagd. {3.3.1}

41 De resterende koolstofbudgetten kunnen bijvoorbeeld 300 of 600 GtCO₂ bedragen 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 Reductie verwijst hier naar menselijke interventies die de hoeveelheid broeikasgassen die vrijkomen uit de infrastructuur van fossiele brandstoffen in de atmosfeer verminderen.

43 Ibid.

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

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

46 Ibid.

Mitigatietrajecten

B.6 Alle globale gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of beperkte overschrijding, en die welke warming beperkentot 2 °C (> 67 %), omvatten snelle en diepe en, in de meeste gevallen, onmiddellijke vermindering van de uitstoot vanbroeikasgassenin alle sectoren dit decennium. De wereldwijde netto CO₂-uitstoot van nul CO₂isterug te vinden voor deze trajectcategorieën, in het begin van de jaren 2050 en rond de vroege jaren 2070. (hoge betrouwbaarheid) {3.3, 3.4, 4.1, 4.5, Tabel 3.1} (Figuur SPM.5, Doos SPM.1)

B.6.1 Global gemodelleerde trajecten geven informatie over het beperken van opwarming tot verschillende niveaus; deze trajecten, met name de sectorale en regionale aspecten ervan, hangen af van de in Kader SPM.1 beschreven veronderstellingen. Globale gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) met geen of beperkte overschrijding of beperking van de opwarming tot 2 °C (> 67 %) worden gekenmerkt door diepe, snelle en, in de meeste gevallen, onmiddellijke vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. Trajecten die de opwarming beperken tot 1,5°C (> 50 %) met geen of beperkte overschrijding bereiken netto nul CO₂ in het begin van 2050, gevolgd door netto negatieve CO₂-uitstoot. Die trajecten die netto geen broeikasgasemissies bereiken, doen dat rond de jaren 2070. Trajecten die de opwarming beperken tot 2°C (> 67 %) bereiken netto CO₂-uitstoot_{in} het begin van de jaren 2070. De wereldwijde broeikasgasemissies zullen naar verwachting een piek bereiken tussen 2020 en uiterlijk vóór 2025 op mondiaal gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of beperkte overschrijding en in die welke de opwarming beperken tot 2 °C (> 67 %) en onmiddellijk actie ondernemen. (hoge betrouwbaarheid) {3.3.2, 3.3.4, 4.1, tabel 3.1, figuur 3.6} (tabel XX)

[STARTTABEL XX]

Tinstaat XX: Broeikasgas- en CO₂- emissiereducties vanaf 2019, mediaan en 5-95 percentielen {3.3.1; 4.1; Tabel 3.1; Figuur 2.5; Doos SPM1}

		Reducties ten opzichte van de emissieniveaus van 2019 (%)			
		2030	2035	2040	2050
Beperk de opwarming tot 1,5 °C (> 50 %) met geen of beperkte overschrijding	GHG	43 [34-60]	60 [49-77]	69 [58-90]	84 [73-98]
	CO ₂	48 [36-69]	65 [50-96]	80 [61-109]	99 [79-119]
Beperk de opwarming tot 2 °C (> 67 %)	GHG	UITZICHT VANAF KAMER [1-42]	35 [22-55]	46 [34-63]	64 [53-77]
	CO ₂	KAMER(S) 1 (VAN 1-44)	37 [21-59]	51 [36-70]	73 [55-90]

[EINDE TABEL XX]

B.6.2 Het bereiken van de netto CO₂-uitstoot van CO₂ of broeikasgasemissies vereist in de eerste plaats een grondige en snelle vermindering van de bruto-emissies van CO₂, evenals aanzienlijke reducties van niet-CO₂-bKG-emissies

(*hoge betrouwbaarheid*). In gemodelleerde trajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of beperkte overschrijding, worden de wereldwijde methaanemissies tegen 2030 met 34 [21–57]% verminderd ten opzichte van 2019. Er blijven echter een aantal moeilijk te absorberen resterende broeikasgasemissies (bv. sommige emissies van landbouw, luchtvaart, scheepvaart en industriële processen) en moeten worden gecompenseerd door de toepassing van methoden voor de verwijdering van koolstofdioxide (CDR) om netto CO₂ of broeikasgasemissies (*hoog vertrouwen*) te bereiken. Als gevolg hiervan wordt netto nul CO₂ eerder bereikt dan netto nul BKG's (*hoge betrouwbaarheid*). {3.3.2, 3.3.3, Tabel 3.1, Figuur 3.5} (Figuur SPM.5)

B.6.3 De wereldwijd gemodelleerde mitigatietrajecten die netto CO₂ bereiken en broeikasgasemissies omvatten de overgang van fossiele brandstoffen zonder koolstofafvang en -opslag (CCS) naar zeer koolstofarme energiebronnen, zoals hernieuwbare energiebronnen of fossiele brandstoffen met CCS, maatregelen aan de vraagzijde en verbetering van de efficiëntie, vermindering van de broeikasgasemissies van niet-CO₂ en CDR⁴⁷. In de meeste wereldwijd gemodelleerde trajecten, verandering in landgebruik en bosbouw (via herbebossing en verminderde ontbossing) en de energievoorzieningssector bereiken netto CO₂-uitstoot eerder dan de sectoren gebouwen, industrie en vervoer. (*hoge betrouwbaarheid*) {3.3.3, 4.1, 4.5, Figuur 4.1} (Figuur SPM.5, Doos SPM.1)

B.6.4 Mitigatieopties hebben vaak synergieën met andere aspecten van duurzame ontwikkeling, maar sommige opties kunnen ook afwegingen hebben. Er bestaan potentiële synergieën tussen duurzame ontwikkeling en bijvoorbeeld energie-efficiëntie en hernieuwbare energie. Evenzo kunnen, afhankelijk van de context⁴⁸, biologische CDR-methoden zoals herbebossing, verbeterd bosbeheer, koolstofvastlegging in de bodem, herstel van veenland en beheer van blauwe koolstof aan de kust, de biodiversiteit en ecosysteemfuncties, de werkgelegenheid en de plaatselijke bestaansmiddelen verbeteren. Bebossing of productie van biomassagewassen kan echter negatieve sociaal-economische en milieueffecten hebben, onder meer op biodiversiteit, voedsel- en waterzekerheid, lokale bestaansmiddelen en de rechten van inheemse volkeren, met name als ze op grote schaal worden toegepast en waar grondbezit onzeker is. Gemodelleerde trajecten die veronderstellen dat hulpbronnen efficiënter worden gebruikt of die wereldwijde ontwikkeling naar duurzaamheid verschuiven, omvatten minder uitdagingen, zoals minder afhankelijkheid van CDR en druk op land en biodiversiteit. (*hoge betrouwbaarheid*) {3.4.1}

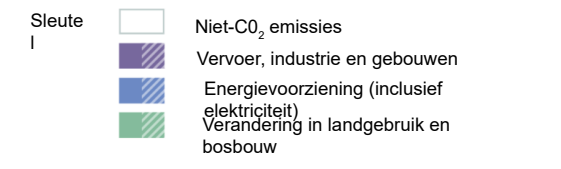
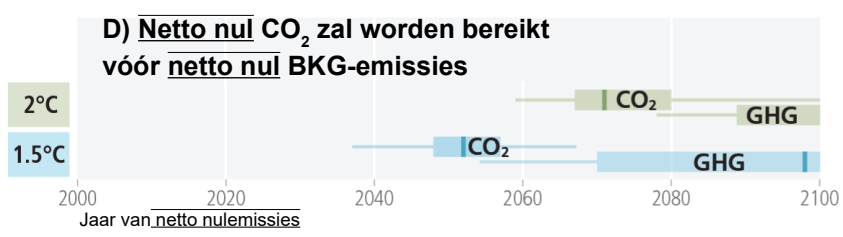
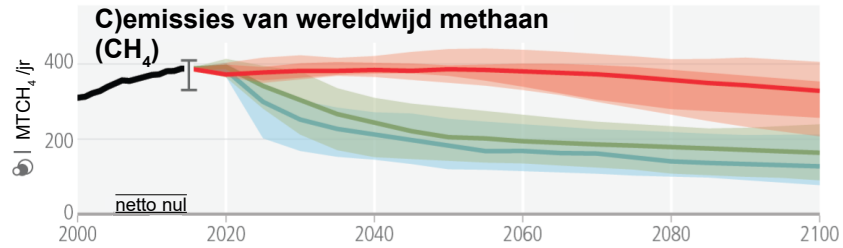
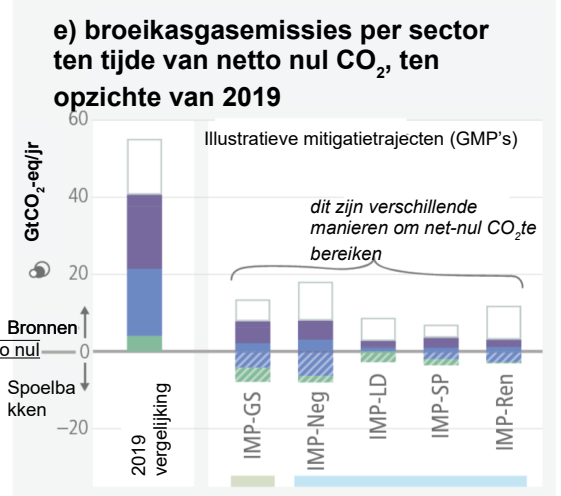
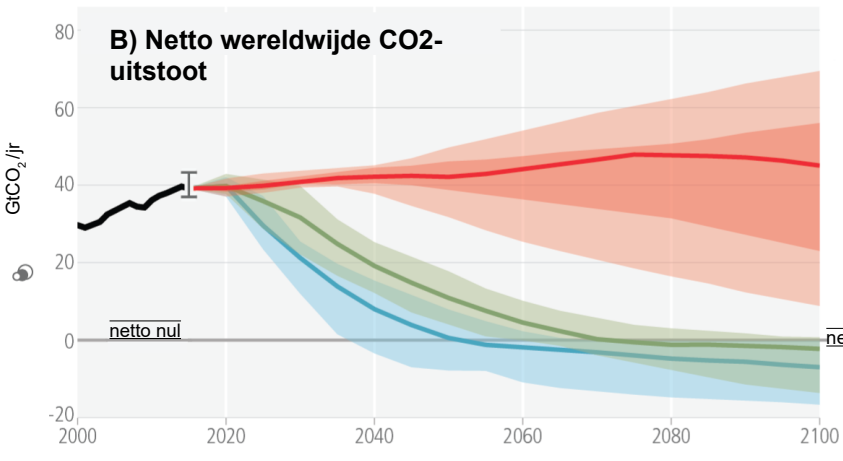
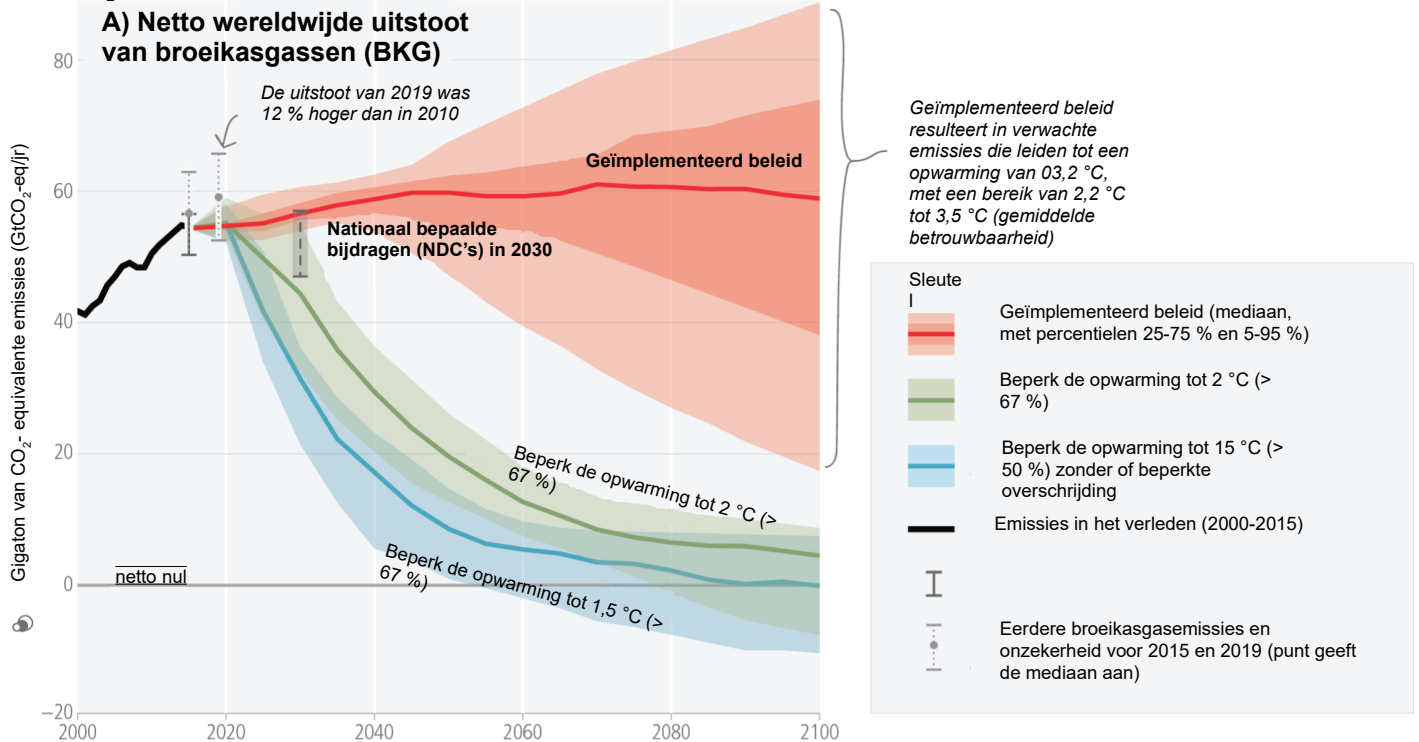
[START FIGUUR SPM.5 HIER]

47 CCS is een optie om emissies van grootschalige fossiele energie en industriële bronnen te verminderen, mits 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 rijp in de energiesector, maar ook in de productie van cement en chemicaliën, waar het een kritische mitigatieoptie is. De technische geologische opslagcapaciteit wordt geschat op 1000 GtCO₂, wat meer is dan de CO₂-opslagvereisten tot 2100 om de opwarming van de aarde te beperken tot 1,5 °C, hoewel de regionale beschikbaarheid van geologische opslag een beperkende factor zou kunnen zijn. Als de geologische opslaglocatie op passende wijze wordt geselecteerd en beheerd, wordt geschat dat de CO₂ permanent van de atmosfeer kan worden geïsoleerd. De implementatie van CCS wordt momenteel geconfronteerd met technologische, economische, institutionele, ecologische en sociaal-culturele belemmeringen. Momenteel ligt de wereldwijde uitrol van CCS ver onder de gemodelleerde trajecten die de opwarming van de aarde beperken tot 1,5 °C tot 2 °C. Mogelijke voorwaarden zoals beleidsinstrumenten, meer overheidssteun en technologische innovatie kunnen deze belemmeringen verminderen. (*hoge betrouwbaarheid*) {3.3.3}

48 De effecten, risico's en voordelen van CDR-implementatie voor ecosystemen, biodiversiteit en mensen zullen zeer variabel zijn, afhankelijk van de methode, locatiespecifieke context, uitvoering en schaal (*hoog vertrouwen*).

Het beperken van de opwarming tot 1,5 °C en 2 °C impliceert 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. De panelen a), b) en c) tonen de ontwikkeling van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen, CO₂ en methaan op gemodelleerde trajecten, terwijl in paneel d) de bijbehorende timing wordt weergegeven wanneer de broeikasgasemissies en de CO₂-emissies netto nul bereiken. Gekleurde rangen geven het 5e tot 95e percentiel aan over de globale gemodelleerde trajecten die binnen een bepaalde categorie vallen, zoals beschreven in vak SPM.1. De rode bandbreedtes geven emissietrajecten weer, uitgaande van beleid dat eind 2020 ten uitvoer is gelegd. Rangen van gemodelleerde paden die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of beperkte overschrijding worden weergegeven in lichtblauw (categorie C1) en paden die de opwarming beperken tot 2 °C (> 67 %) worden weergegeven in groen (categorie C3). Wereldwijde emissietrajecten die de opwarming beperken tot 1,5 °C (> 50 %) zonder of beperkte overschrijding en ook netto nul broeikasgas bereiken in de tweede helft van de eeuw doen dit tussen 2070-2075. **Panel e)** toont de sectorale bijdragen van CO₂ en niet-CO₂ -emissiebronnen en s nks op het moment dat de netto nul CO₂-emissies worden bereikt in illustratieve mitigatietrajecten (GMP's) die consistent zijn met het beperken van de opwarming tot 1,5 °C met een hoge afhankelijkheid van netto negatieve emissies (IMP-Neg) („high overshoot”), hoge hulpbronnefficiëntie (IMP-LD), een focus op duurzame ontwikkeling (IMP-SP), hernieuwbare energie (IMP-Ren) en beperking van de opwarming tot 2 °C met minder snelle mitigatie in eerste instantie gevolgd door een geleidelijke versterking (IMP-GS). Positieve en negatieve emissies voor verschillende GMP's worden vergeleken met de broeikasgasemissies vanaf het jaar 2019. Energievoorziening (inclusief elektriciteit) omvat bio-energie met koolstofdioxideafvang en -opslag en rechtstreekse afvang en opslag van kooldioxide in de lucht. CO₂ emissies als gevolg van veranderingen in landgebruik en bosbouw kunnen alleen als nettoaantal worden weergegeven, aangezien veel modellen geen emissies en putten van deze categorie afzonderlijk rapporteren. {Figuur 3.6, 4.1} (Box SPM.1)

[BEËINDIG FIGUUR SPM.5 HIER]

Overshoot: Een opwarmniveau overschrijden en terugkeren

B.7 Als de opwarming een bepaald niveau overschrijdt, zoals 1,5 °C, kan deze geleidelijk opnieuw worden opgevoerd door eenduurzame netto negatieve wereldwijde CO₂-uitstoot te bereiken. Dit zou extra uitrol van kooldioxideverwijdering vereisen, in vergelijking met trajecten zonder overschrijding, wat leidt tot grotere haalbaarheids- en duurzaamheidsoverwegingen. Overschrijding brengt nadelige gevolgen met zich mee, sommige onomkeerbare en extra risico's voor menselijke en natuurlijke systemen, die allemaal groeien met de omvang en duur van 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 in stand houden van netto negatieve wereldwijde CO₂-emissies, met een jaarlijkse CDR-uitstoot die groter is dan de resterende CO₂-emissies, zou het opwarmingsniveau geleidelijk opnieuw verlagen (*hoog vertrouwen*). Negatieve effecten die optreden tijdens deze periode van overschrijding en extra opwarming veroorzaken via feedbackmechanismen, zoals verhoogde bosbranden, massasterfte van bomen, drogen van veengebieden en permafrostontdooien, verzwakken van natuurlijke koolstofputten in het land en toenemende uitstoot van broeikasgassen zouden de terugkeer moeilijker maken (*gemiddeld vertrouwen*). {3.3.2, 3.3.4, Tabel 3.1, Figuur 3.6} (Box SPM.1)

B.7.2 Hoe groter de omvang en de langere duur van de overschrijding, hoe meer ecosystemen en samenlevingen worden blootgesteld aan grotere en meer wijdverspreide veranderingen in klimaat-effectfactoren, waardoor de risico's voor veel natuurlijke en menselijke systemen toenemen. In vergelijking met trajecten zonder overschrijding, zouden samenlevingen geconfronteerd worden met hogere risico's voor infrastructuur, laaggelegen kustgebieden en bijbehorende middelen van bestaan. Een overschrijding van 1,5 °C zal leiden tot onomkeerbare negatieve effecten op bepaalde ecosystemen met een lage veerkracht, zoals polaire, berg- en kustecosystemen, beïnvloed door ijskap, gletsjersmelting of door versnelling en hogere geëngageerde 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 zijn om tegen 2100 terug te keren naar 1,5 °C. De overgang naar een snellere netto CO₂-uitstoot zonder CO₂-uitstoot en een snellere vermindering van niet-CO₂-emissies, zoals methaan, zou de piekopwarming beperken en de eis voor netto negatieve CO₂-emissies verminderen, waardoor de haalbaarheids- en duurzaamheidsproblemen worden verminderd, en sociale en milieurisico's in verband met de invoering van CDR op grote schaal worden beperkt. (*hoge betrouwbaarheid*) {3.3.3, 3.3.4, 3.4.1, Tabel 3.1}

C. Reacties op de Nabije Termijn

Urgentie van geïntegreerde klimaatactie op korte termijn

C.1 De klimaatverandering vormt een bedreiging voor het welzijn van de mens en de gezondheid van de planeet (*zeer hoog vertrouwen*). Er is een snelle closing window of opportunity om een leefbare en duurzame toekomst voor iedereen te verzekeren (*zeer hoog vertrouwen*). Klimaatbestendige ontwikkeling integreert aanpassing en mitigatie om duurzame ontwikkeling voor iedereen te bevorderen, en wordt mogelijk gemaakt door intensievere internationale samenwerking, met inbegrip van 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 voor 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 Het bewijs van waargenomen negatieve effecten en daarmee samenhangende verliezen en schade, verwachte risico's, niveaus en trends in kwetsbaarheids- en aanpassingsgrenzen, toont aan dat wereldwijde klimaatbestendige ontwikkelingsmaatregelen dringender zijn dan eerder in AR5 is beoordeeld. Klimaatbestendige ontwikkeling integreert aanpassing en vermindering van broeikasgassen om duurzame ontwikkeling voor iedereen te bevorderen. Klimaatbestendige ontwikkelingstrajecten zijn beperkt door ontwikkeling, emissies en klimaatverandering in het verleden en worden geleidelijk beperkt door elke toename van de opwarming, met name boven 1,5 °C. (*zeer betrouwbaar*) {3.4; 3.4.2; 4.1}

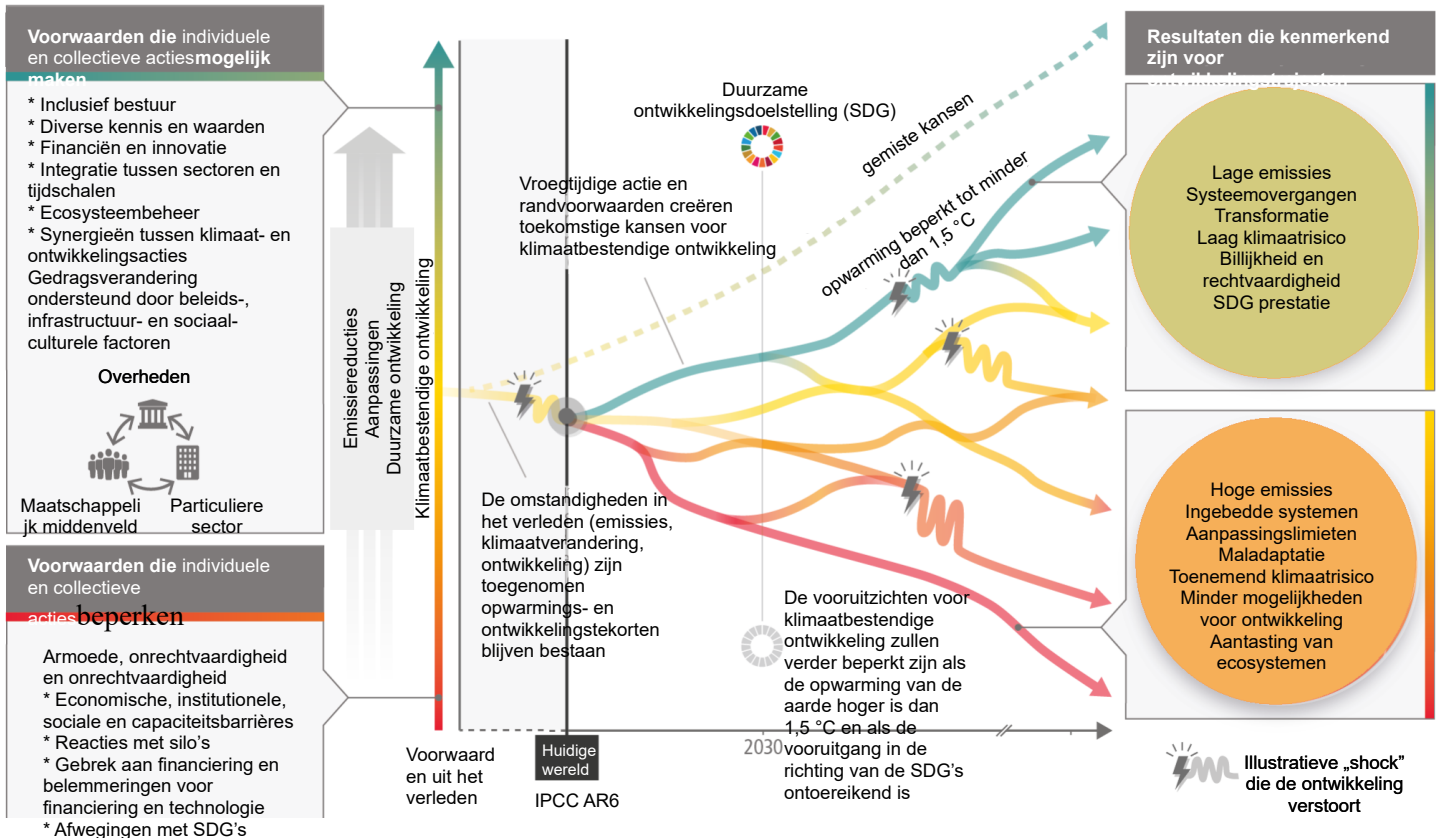
C.1.2 Overheidsacties op subnationaal, nationaal en internationaal niveau, met het maatschappelijk middenveld en de particuliere sector, spelen een cruciale rol bij het mogelijk maken en versnellen van verschuivingen in ontwikkelingstrajecten naar duurzaamheid en klimaatbestendige ontwikkeling (*zeer hoog vertrouwen*). Klimaatbestendige ontwikkeling is mogelijk wanneer overheden, het maatschappelijk middenveld en de particuliere sector inclusieve ontwikkelingskeuzes maken die prioriteit geven aan risicobeperking, billijkheid en rechtvaardigheid, en wanneer besluitvormingsprocessen, financiering en acties worden geïntegreerd op bestuursniveaus, sectoren en tijdschema's (*zeer hoog vertrouwen*). De randvoorwaarden worden gedifferentieerd door nationale, regionale en lokale omstandigheden en regio's, afhankelijk van de mogelijkheden, en omvatten: politiek engagement en follow-through, 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 onderdelen van het klimaatsysteem, en veel veranderingen zullen onomkeerbaar zijn op centennial tot millennial tijdschalen en groter worden met toenemende opwarming van de aarde. Zonder dringende, doeltreffende en billijke mitigatie- en aanpassingsmaatregelen bedreigt klimaatverandering steeds meer ecosystemen, biodiversiteit en het levensonderhoud, de 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).

[START FIGUUR SPM.6 HIER]

Er is een snel afnemende kans om klimaatbestendige ontwikkeling mogelijk te maken

Meerdere interactieve keuzes en acties kunnen ontwikkelingstrajecten naar duurzaamheid verschuiven



Figuur SPM.6: De illustratieve ontwikkelingstrajecten (rood naar groen) en bijbehorende uitkomsten (rechts panel) laten zien dat er een snel verkleinend venster van kansen is om een leefbare en duurzame toekomst voor iedereen veilig te stellen. Klimaatbestendige ontwikkeling is het proces van de tenuitvoerlegging van maatregelen ter beperking van en aanpassing aan broeikasgassen ter ondersteuning van duurzame ontwikkeling. Uiteenlopende trajecten illustreren dat interactieve keuzes en acties van diverse actoren van 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. Klimatologische en niet-klimaatgebeurtenissen, zoals droogte, overstromingen of pandemieën, vormen ernstigere schokken voor trajecten met minder klimaatbestendige ontwikkeling (rood tot geel) dan naar trajecten met een hogere klimaatbestendige ontwikkeling (groen). Er zijn grenzen aan aanpassing en adaptieve capaciteit voor sommige menselijke en natuurlijke systemen bij de opwarming van de aarde van 1,5 °C, en met elke toename van opwarming, verliezen en schade zal toenemen. De ontwikkelingstrajecten die landen in alle stadia van economische ontwikkeling volgen, hebben gevolgen voor de uitstoot van broeikasgassen en de mitigatie-uitdagingen en -kansen, die per land en regio verschillen. Trajecten en mogelijkheden voor actie worden gevormd door eerdere acties (of inactiviteit en gemiste kansen; in de context van klimaatrisico's, aanpassingslimieten en ontwikkelingslacunes vindt plaats in de context van klimaatrisico's, aanpassingsbeperkingen en ontwikkelingslacunes. De langere emissiereducties worden vertraagd, hoe minder effectieve aanpassingsopties. {Figuur 4.2; 3.1; 3.2; 3.4; 4.2; 4.4; 4.5; 4.6; 4.9}

[BEËINDIG FIGUUR SPM.6 HIER]

De voordelen van actie op korte termijn

C.2 Een diepe, snelle en aanhoudende mitigatie en een versnelde uitvoering van aanpassingsmaatregelen in dit decennium zouden de verwachte verliezen en schade voor mensen en ecosystemen (zeer hoog vertrouwen) verminderen, een groot aantal nevenvoordelen, met name voor luchtkwaliteit en gezondheid (hoog vertrouwen). Vertraagde mitigatie- en aanpassingsmaatregelen zouden hoge emissie-infrastructuur vergrendelen, risico's op geïsoleerde activa en kostenescalatie verhogen, de haalbaarheid verminderen en verliezen en schade doen toenemen (hoog vertrouwen). Acties op de korte termijn omvatten hoge investeringen vooraf en mogelijk ontwrichtende

veranderingen die kunnen worden verminderd door een reeks faciliterende beleidsmaatregelen (*hoog 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 Een diepe, snelle en aanhoudende mitigatie en versnelde uitvoering van aanpassingsmaatregelen in dit decennium zouden toekomstige verliezen en schade in verband met klimaatverandering voor mens en ecosysteem (*zeer hoog vertrouwen*) verminderen. Aangezien aanpassingsopties vaak lange uitvoeringstijden hebben, is de versnelde uitvoering van de aanpassing in dit decennium belangrijk om de aanpassingslacunes te dichten (*hoog vertrouwen*). Alomvattende, doeltreffende en innovatieve reacties op de integratie van adaptatie en mitigatie 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 en de verliezen en schade zullen toenemen en extra menselijke en natuurlijke systemen zullen aanpassingslimieten bereiken (*hoog vertrouwen*). 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 effectiviteit van aanpassings- en mitigatieopties (*hoog vertrouwen*). Zonder snelle, diepe en aanhoudende mitigatie- en versnelde aanpassingsmaatregelen zullen verliezen en schade blijven toenemen, met inbegrip van de verwachte negatieve effecten in Afrika, de minst ontwikkelde landen, SIDS, Midden- en Zuid-Amerika,⁴⁹ Azië en het Noordpoolgebied, en zullen zij de meest kwetsbare bevolkingsgroepen onevenredig treffen (*hoog vertrouwen*). {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). Veel mitigatiemaatregelen zouden voordelen hebben voor de gezondheid door minder luchtvervuiling, actieve mobiliteit (bijvoorbeeld wandelen, fietsen) en verschuivingen naar duurzame gezonde voeding. Sterke, snelle en aanhoudende reducties van methaanemissies kunnen de opwarming op korte termijn beperken en de luchtkwaliteit verbeteren door de wereldwijde ozonlaag op het oppervlak te verminderen. *aanpassing* kan meerdere extra voordelen opleveren, zoals het verbeteren van de productiviteit in de landbouw, innovatie, gezondheid en welzijn, voedselzekerheid, levensonderhoud en behoud van biodiversiteit (*zeer vertrouwen*). {4.2, 4.5.4, 4.5.5, 4.6}

C.2.4 Kosten-batenanalyse blijft beperkt in zijn 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 van dezelfde orde van grootte zijn als de mitigatiekosten, en mogelijk zelfs nog 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 beoordeelde literatuur (*gemiddeld vertrouwen*).⁵⁰ Snellere mitigatie van de klimaatverandering, waarbij de emissies eerder pieken, de nevenvoordelen verhoogt en de haalbaarheidsrisico's en -kosten op de lange termijn vermindert, maar hogere investeringen vooraf vereist (*hoog vertrouwen*). {3.4.1, 4.2}

C.2.5 Ambitieuze mitigatietrajecten impliceren grote en soms ontwrichtende veranderingen in bestaande economische structuren, met aanzienlijke verdelingsgevolgen binnen en tussen landen. Om de klimaatactie te versnellen, kunnen de negatieve gevolgen van deze veranderingen worden getemperd door budgettaire, financiële, institutionele en regelgevende hervormingen en door klimaatacties te integreren in macro-economisch beleid door middel van i) pakketten voor de hele economie, in overeenstemming met de nationale omstandigheden, ter ondersteuning van duurzame emissiearme groeitrajecten; II) klimaatbestendige vangnetten en sociale bescherming; en iii) betere toegang tot financiering voor infrastructuur en technologieën met een lage uitstoot, met name in ontwikkelingslanden. (*hoge betrouwbaarheid*) {4.2, 4.4, 4.7, 4.8.1}

49 Het zuidelijke deel van Mexico is opgenomen in de climactische 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 WGII-beoordeling naar Latijns-Amerika. Mexico wordt beschouwd als onderdeel van Latijns-Amerika en het Caribisch gebied voor WGIII.

50 Het bewijs is te beperkt om een vergelijkbare robuuste conclusie te trekken voor het beperken van de opwarming tot 1,5 °C. Het beperken van de opwarming van de aarde tot 1,5 °C in plaats van 2 °C zou de kosten van mitigatie doen stijgen, maar ook de voordelen verhogen in termen van verminderde effecten en gerelateerde risico's, en minder aanpassingsbehoeften (*hoog vertrouwen*).

[START FIGUUR SPM.7 HIER]

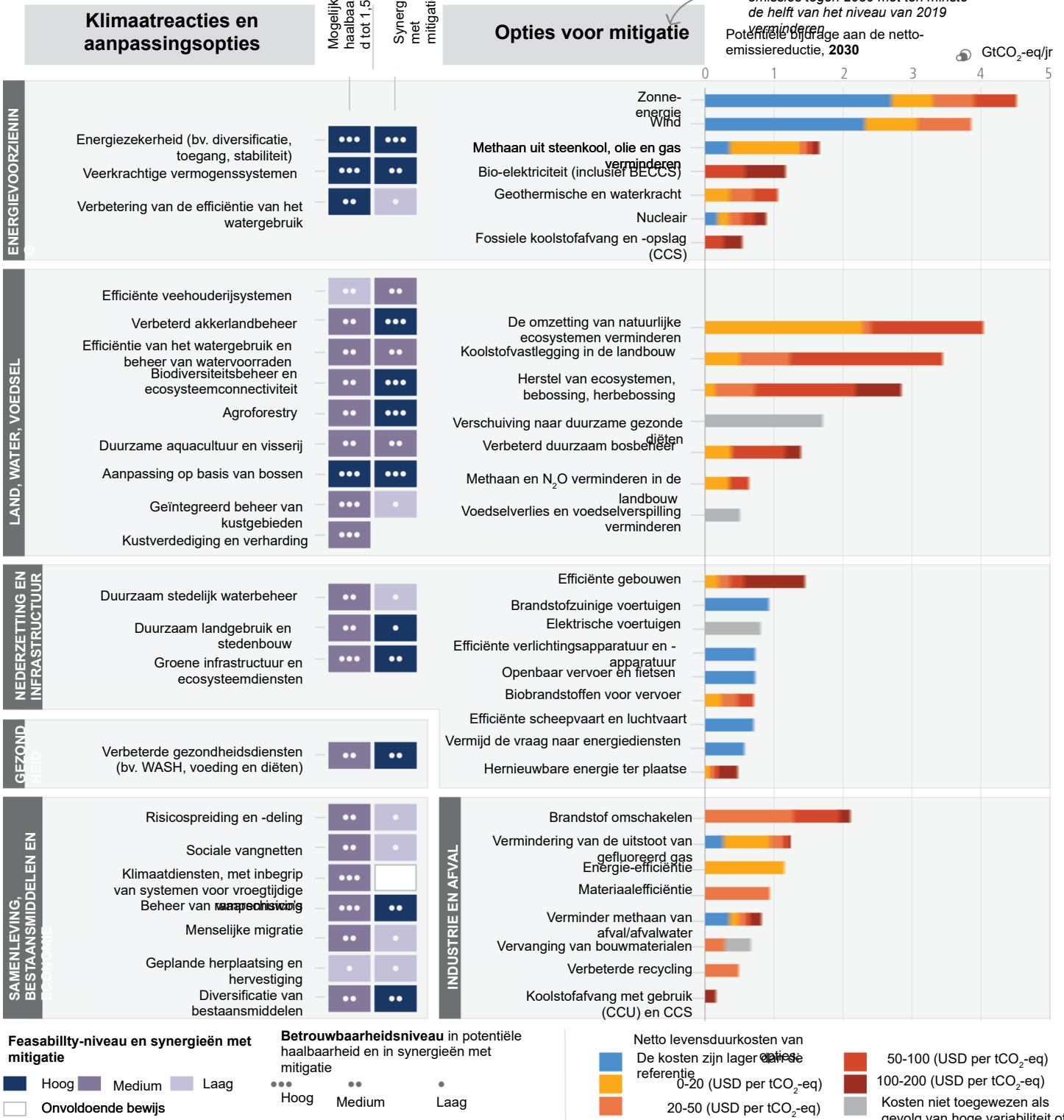
Er zijn meerdere mogelijkheden om klimaatactie op te schalen

A) haalbaarheid van klimaatresponsen en -adaptatie, en potentieel van mitigatieopties op de korte termijn

Opties die 100 USD tCO₂-eq of minder kosten, kunnen de wereldwijde emissies tegen 2030 met ten minste de helft van het niveau van 2019 verminderen

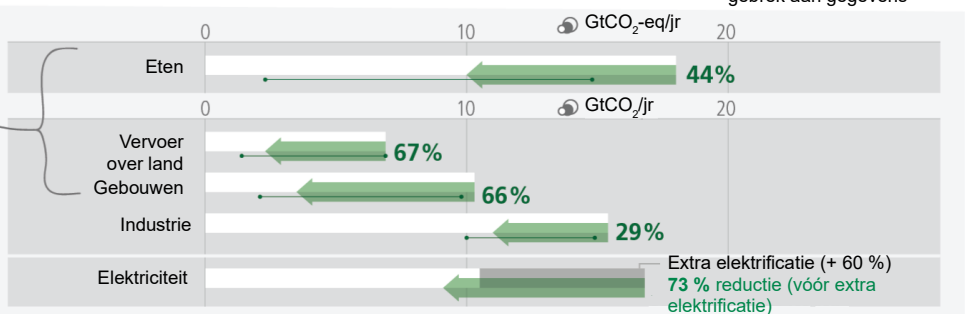
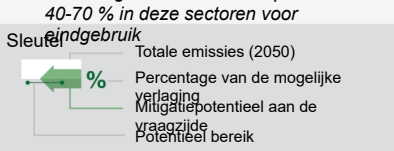
Potentieel bijdrage aan de netto-emissiereductie, 2030

GtCO₂-eq/jr



B) Mogelijkheid van vraagrijke opties voor mitigatie tegen 2050

bereik van broeikasgasemissiereductiepotentieel is 40-70 % in deze sectoren voor eindgebruik



Figuur SPM.7: Meerdere mogelijkheden voor het opschalen van klimaatactie. Panel a) presenteert geselecteerde mitigatie- en aanpassingsopties voor verschillende systemen. De linkerzijde van panel a toont klimaatreacties en aanpassingsopties die zijn beoordeeld op hun multidimensionale haalbaarheid op mondiale schaal, op korte termijn en tot 1,5 °C opwarming van de aarde. Aangezien literatuur boven 1,5 °C beperkt is, kan de haalbaarheid bij hogere opwarmingsniveaus veranderen, wat momenteel niet mogelijk is om robuust te beoordelen. De term „respons” wordt hier naast de aanpassing gebruikt omdat sommige reacties, zoals migratie, herplaatsing en hervestiging, al dan niet als aanpassing kunnen worden beschouwd. Op bossen gebaseerde aanpassing omvat duurzaam bosbeheer, bosbehoud en -herstel, herbebossing en bebossing. Wassen verwijst naar water, sanitaire voorzieningen en hygiëne. Er werden zes haalbaarheidsdimensies (economische, technologische, institutionele, sociale, milieu- en geofysische) gebruikt om de mogelijke haalbaarheid van klimaatresponsen en aanpassingsopties te berekenen, samen met hun synergieën met mitigatie. Voor mogelijke haalbaarheids- en haalbaarheidsdimensies toont het cijfer hoge, gemiddelde of lage haalbaarheid. Synergieën met mitigatie worden geïdentificeerd als hoog, gemiddeld en laag.

De rechterzijde van Panel a biedt 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 kosten zullen verschillen per plaats, context en tijd en op langere termijn ten opzichte van 2030. Het potentieel (horizontale as) is de netto broeikasgasemissiereductie (som van verminderde emissies en/of verbeterde putten) uitgesplitst in kostencategorieën (gekleurde barsegmenten) ten opzichte van een emissiereferentiescenario dat bestaat uit de huidige beleidsscenario's (rond 2019) uit de AR6-scenario'sdatabase. De mogelijkheden worden voor elke optie onafhankelijk beoordeeld en zijn geen additief. Opties voor mitigatie van gezondheidsstelsels zijn meestal opgenomen in nederzettingen en infrastructuur (bv. efficiënte gebouwen in de gezondheidszorg) en kunnen niet afzonderlijk worden geïdentificeerd. Brandstofoverschakeling in de industrie verwijst naar overschakeling op elektriciteit, waterstof, bio-energie en aardgas. Geleidelijke kleurovergangen wijzen op een onzekere uitsplitsing in kostencategorieën als gevolg van onzekerheid of zware contextafhankelijkheid. De onzekerheid in 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 basislijn (witte balk) wordt geleverd door de sectorale gemiddelde broeikasgasemissies in 2050 van de twee scenario's (IEA-STEPS en IP_ModAct) die stroken met het beleid dat de nationale regeringen tot 2020 hebben aangekondigd. De groene pijl vertegenwoordigt het potentieel voor emissiereductie aan de vraagzijde. Het bereik in potentie wordt weergegeven door een lijnverbindingpunten die de hoogste en de laagste potentiële weergeven die in de literatuur zijn gerapporteerd. Voedsel toont het potentieel aan de vraagzijde van sociaal-culturele factoren en het gebruik van infrastructuur, en veranderingen in landgebruikpatronen mogelijk gemaakt door verandering in de vraag naar voedsel. Maatregelen aan de vraagzijde en nieuwe manieren van dienstverlening bij eindgebruik kunnen de uitstoot van broeikasgassen in de sectoren eindgebruik (gebouwen, vervoer over land, voedsel) tegen 2050 met 40 tot 70 % verminderen in vergelijking met basisscenario's, terwijl sommige regio's en sociaal-economische groepen extra energie en hulpbronnen nodig hebben. De laatste rij laat zien hoe mitigatiemogelijkheden 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 de baseline 2050 als gevolg van toenemende elektrificatie in de andere sectoren. Op basis van een bottom-up beoordeling kan deze verwachte toename van de vraag naar elektriciteit worden vermeden door opties voor mitigatie aan de vraagzijde op het gebied van infrastructuurgebruik en sociaal-culturele factoren die van invloed zijn op het elektriciteitsgebruik in de industrie, het vervoer over land en gebouwen (groene pijl). {Figuur 4.4}

[BEËINDIG FIGUUR SPM.7 HIER]

Opties voor mitigatie en aanpassing tussen systemen

C.3 Snelle en verreikende transitie in alle sectoren en systemen zijn noodzakelijk om diepe en su-bevlekte emissiereducties te bereiken en een leefbare en duurzame toekomst voor iedereen te waarborgen. Deze systeemovergangen 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 in termen van snelheid (*gemiddeld vertrouwen*). Systeemovergangen omvatten: invoering van emissiearme of emissievrije technologieën; de vraag te verminderen en te veranderen door middel van infrastructuurontwerp en -toegang, sociaal-culturele en gedragsveranderingen, en meer technologische efficiëntie en adoptie; sociale bescherming, klimaatdiensten of andere diensten; en het beschermen en herstellen van ecosystemen (*hoog vertrouwen*). Er zijn reeds 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 tussen systemen en regio's (*zeer betrouwbaar*). {4.1, 4.5.1– 4.5.6} (Figuur SPM.7)

Energiesystemen

C.3.2 Netto CO₂-energiesystemen omvatten: een aanzienlijke vermindering van het totale gebruik van fossiele brandstoffen, een minimaal gebruik van onverminderde fossiele⁵¹brandstoffen en het gebruik van koolstofafvang en -opslag in de resterende systemen voor fossiele brandstoffen; elektriciteitssystemen die geen netto CO₂ uitstoten; wijdverspreide elektrificatie; alternatieve energiedragers in toepassingen die minder geschikt zijn voor elektrificatie; energiebesparing en -efficiëntie; en een grotere integratie in het energiesysteem (*hoog vertrouwen*). Grote bijdragen aan emissiereducties met kosten van minder dan USD 20 tCO₂-eq-1 zijn afkomstig van zonne- en windenergie, verbeteringen van de energie-efficiëntie en vermindering van methaanemissies (koolmijnen, olie en gas, afval) (*gemiddeld vertrouwen*). Er zijn haalbare aanpassingsopties ter ondersteuning van de veerkracht van de infrastructuur, betrouwbare energiesystemen en efficiënt watergebruik voor bestaande en nieuwe energieopwekkingssystemen (*zeer betrouwbaar*). Diversificatie van energieopwekking (bv. via wind, zonne-energie, kleinschalige waterkracht) en beheer van de vraagzijde (bv. verbetering van de opslag en energie-efficiëntie) kunnen de energiezekerheid verhogen en kwetsbaarheden voor klimaatverandering verminderen (*hoog vertrouwen*). Klimaatresponsieve energiemarkten, geactualiseerde ontwerpnormen voor energieactiva volgens de huidige en verwachte klimaatverandering, slimme nettechnologieën, robuuste transmissiesystemen en verbeterde capaciteit om te reageren op tekorten aan het aanbod, hebben op middellange tot lange termijn een hoge haalbaarheid, met mitigatievoordelen (*zeer hoog vertrouwen*). {4.5.1} (Figuur SPM.7)

Industrie en vervoer

C.3.3 De vermindering van broeikasgasemissies in de industrie vereist gecoördineerde actie in waardeketens om alle mitigatieopties te bevorderen, met inbegrip van vraagbeheer, energie- en materiaalefficiëntie, circulaire materiaalstromen, alsmede reductietechnologieën en transformatieve veranderingen in productieprocessen (*hoog vertrouwen*). In het vervoer kunnen duurzame biobrandstoffen, waterstof met lage emissies en derivaten (waaronder ammoniak en synthetische brandstoffen) de beperking van CO₂-emissies van de scheepvaart, de luchtvaart en het zware landvervoer ondersteunen, maar vereisen verbeteringen van het productieproces en kostenreducties (*gemiddeld vertrouwen*). Duurzame biobrandstoffen kunnen op korte en middellange termijn extra mitigatievoordelen opleveren voor vervoer over land (*middelmattig vertrouwen*). Elektrische voertuigen die worden aangedreven door elektriciteit met een lage broeikasgasemissies hebben een groot potentieel om de broeikasgasemissies van vervoer over land te verminderen, op levenscyclusbasis (*hoog vertrouwen*). Vooruitgang op het gebied van batterijtechnologieën zou de elektrificatie van zware vrachtwagens kunnen vergemakkelijken en de conventionele elektrische railsystemen (*gemiddeld vertrouwen*) kunnen complimenteren. De ecologische voetafdruk van de productie van batterijen en de toenemende bezorgdheid over kritieke mineralen kunnen worden aangepakt door strategieën voor diversificatie van materiaal en aanbod, 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 diepgaande emissiereducties en het bevorderen van klimaatbestendige ontwikkeling (*hoog vertrouwen*). Belangrijke elementen voor aanpassing en mitigatie in steden omvatten het overwegen van de gevolgen en risico's van klimaatverandering (bijvoorbeeld 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 het openbaar vervoer en actieve mobiliteit (bv. wandelen en fietsen); het efficiënte ontwerp, de bouw, de retrofit en het gebruik van gebouwen; vermindering en verandering van energie- en materiaalverbruik; toereikendheid⁵²; materiële substitutie; en

51 In dit verband wordt onder „onbelaste fossiele brandstoffen” verstaan fossiele brandstoffen die zonder interventies worden geproduceerd en gebruikt die de hoeveelheid uitstoot van broeikasgassen gedurende de hele levenscyclus aanzienlijk verminderen; bijvoorbeeld het opvangen van 90 % of meer CO₂ uit elektriciteitscentrales, of 50 tot 80 % van de voortvluchtige methaanemissies uit de energievoorziening.

52 Een reeks maatregelen en dagelijkse praktijken die de vraag naar energie, materialen, land en water vermijden en tegelijkertijd menselijk welzijn leveren voor iedereen binnen de planetaire grenzen {4.5.3}

elektrificatie in combinatie met lage emissiebronnen (*hoge betrouwbaarheid*). Stedelijke transitie die voordelen bieden voor mitigatie, aanpassing, menselijke gezondheid en welzijn, ecosysteemdiensten en kwetsbaarheidsvermindering voor gemeenschappen met een laag inkomen worden bevorderd door inclusieve langetermijnplanning die een geïntegreerde benadering van fysieke, natuurlijke en sociale infrastructuur hanteert (*hoog vertrouwen*). Groene/natuurlijke en blauwe infrastructuur ondersteunt koolstofopname en -opslag 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 voordelen opleveren voor gezondheid, welzijn en bestaansmiddelen (*gemiddeld vertrouwen*). {4.5.3}

Land, Oceaan, Voedsel en Water

C.3.5 Veel opties voor land-, bosbouw- en ander landgebruik (AFOLU) bieden aanpassings- en mitigatievoordelen die op korte termijn in de meeste regio's zouden kunnen worden opgevoerd. Instandhouding, verbeterd beheer en herstel van bossen en andere ecosystemen bieden het grootste deel van het economische mitigatiepotentieel, waarbij minder ontbossing in tropische regio's het hoogste totale mitigatiepotentieel heeft. Herstel van ecosystemen, 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/afval) en duurzame intensivering van de landbouw kunnen de omschakeling van ecosystemen en de uitstoot van methaan en stikstofdioxide verminderen en land vrijmaken voor herbebossing en ecosysteemherstel. Duurzame landbouw- en bosbouwproducten, met inbegrip van langlevende houtproducten, kunnen in andere sectoren worden gebruikt in plaats van meer broeikasgasintensieve producten. Effectieve aanpassingsopties omvatten cultivar verbeteringen, agroforestry, community-based adaptatie, landbouw en landschap diversificatie, en stedelijke landbouw. Deze AFOLU-responsopties vereisen integratie van biofysische, sociaal-economische en andere faciliterende factoren. Sommige opties, zoals het behoud van koolstofrijke ecosystemen (bijvoorbeeld veengebieden, wetlands, rangelands, mangroves en bossen), bieden onmiddellijke voordelen, terwijl andere, zoals het herstel van koolstofrijke ecosystemen, tientallen jaren nodig hebben om meetbare resultaten te behalen. {4.5.4} (Figuur SPM.7)

C.3.6 Het behoud van de veerkracht van biodiversiteit en ecosysteemdiensten op wereldschaal is afhankelijk van een doeltreffende en billijke instandhouding van ongeveer 30 % tot 50 % van het land, het zoetwater en de oceaangebieden op aarde, met inbegrip van momenteel bijna natuurlijke ecosystemen (*hoog vertrouwen*). Instandhouding, bescherming en herstel van terrestrische, zoetwater-, kust- en oceaanecosystemen, samen met gericht beheer om zich aan te passen aan onvermijdelijke gevolgen van de klimaatverandering, vermindert de kwetsbaarheid van biodiversiteit en ecosysteemdiensten voor klimaatverandering (*hoog vertrouwen*), vermindert kusterosie en overstromingen (*hoog vertrouwen*) en zou koolstofopname en -opslag kunnen vergroten als de opwarming van de aarde beperkt is (*gemiddeld vertrouwen*). De wederopbouw van overbeviste of uitgeputte visserij vermindert de negatieve gevolgen van de klimaatverandering voor de visserij (*middelmatig 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 co-baten voor armoedebestrijding en een verbeterd levensonderhoud (*hoog vertrouwen*). Samenwerking en inclusieve besluitvorming, met inheemse volkeren en lokale gemeenschappen, en erkenning van inherente rechten van inheemse volkeren, is een integraal onderdeel van een 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 profiteren van geïntegreerde mitigatie- en aanpassingsopties die gezondheid integreren in voedsel, infrastructuur, sociale bescherming en waterbeleid (*zeer hoog vertrouwen*). Er bestaan doeltreffende aanpassingsopties om de gezondheid en het welzijn van de mens te helpen beschermen, waaronder: versterking van volksgezondheidsprogramma's in verband met klimaatgevoelige ziekten, verhoging van de veerkracht van gezondheidsstelsels, verbetering van de gezondheid van het ecosysteem, verbetering van de toegang tot

53 „Duurzame gezonde diëten” bevorderen alle dimensies van de gezondheid en het welzijn van individuen; lage milieudruk en -impact hebben; toegankelijk, betaalbaar, veilig en billijk zijn; en zijn cultureel aanvaardbaar, zoals beschreven in FAO en WHO. Het verwante concept van „evenwichtige diëten” verwijst naar diëten met plantaardige voedingsmiddelen, zoals die op basis van grove granen, peulvruchten, fruit en groenten, noten en zaden, en dierlijke voedsel dat wordt geproduceerd in veerkrachtige, duurzame en broeikasgasarme emissiesystemen, zoals beschreven in SRCCL.

drinkwater, vermindering van de blootstelling van water en sanitaire systemen aan overstromingen, verbetering van bewakings- en vroegtijdige waarschuwingssystemen, ontwikkeling van vaccins (*zeer vertrouwen*), verbetering 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)

Samenleving, bestaansmiddelen en economie

C.3.8 Beleidsmixen, zoals weer- en ziektekostenverzekering, sociale bescherming en adaptieve sociale vangnetten, voorwaardelijke financiering en reservefondsen, en universele toegang tot systemen voor vroegtijdige waarschuwing in combinatie met doeltreffende noodplannen, kunnen de kwetsbaarheid en blootstelling van menselijke systemen verminderen. Rampenrisicobeheer, systemen voor vroegtijdige waarschuwing, klimaatdiensten en risicospreiding en het delen van benaderingen zijn breed toepasbaar voor alle sectoren. Het verhogen van het onderwijs, met inbegrip van capaciteitsopbouw, klimaatgeletterdheid en informatie via klimaatdiensten en communautaire benaderingen, kan een verhoogde risicoperceptie vergemakkelijken en gedragsveranderingen en planning versnellen. (*hoge betrouwbaarheid*) {4.5.6}

Synergieën en handelsbelemmeringen met duurzame ontwikkeling

C.4 Versnelde en billijke maatregelen om de gevolgen van klimaatverandering te beperken en zich aan te passen, zijn kritiek op duurzame ontwikkeling. Mitigatie- en aanpassingsmaatregelen hebben meer synergie 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 (*gemiddeld vertrouwen*) vergroten. Landen in alle stadia van de economische ontwikkeling proberen 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, politieke omstandigheden, middelenvoorziening, capaciteiten, internationale omgeving en eerdere ontwikkeling (*hoog vertrouwen*). In regio's met een hoge afhankelijkheid van fossiele brandstoffen voor onder meer het genereren van inkomsten en werkgelegenheid, vereist het beperken van risico's voor duurzame ontwikkeling beleid dat diversificatie van de economische en energiesector bevordert en overwegingen van beginselen, processen en praktijken voor 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, kan op korte termijn worden bereikt zonder een aanzienlijke wereldwijde emissiegroei (*hoog vertrouwen*). {4.4, 4.6, bijlage I: Woordenlijst}

C.4.2 Veel mitigatie- en aanpassingsacties hebben meerdere synergieën met de duurzameontwikkelingsdoelstellingen (SDG's) en duurzame ontwikkeling in het algemeen, maar sommige acties kunnen ook afwegingen hebben. Potentiële synergieën met SDG's overtreffen potentiële afwegingen; 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. Trade-offs kunnen worden geëvalueerd en geminimaliseerd door de nadruk te leggen op capaciteitsopbouw, financiering, governance, technologieoverdracht, investeringen, ontwikkeling, contextspecifieke gendergebaseerde en andere sociale rechtvaardigheidsoverwegingen met betekenisvolle participatie van inheemse volkeren, lokale gemeenschappen en kwetsbare bevolkingsgroepen. (*hoge betrouwbaarheid*) {3.4.1, 4.6, Figuur 4.5, 4.9}

C.4.3 Het gezamenlijk uitvoeren van mitigatie- en aanpassingsmaatregelen en het in aanmerking nemen van afwegingen ondersteunt co-baten en synergieën voor de gezondheid en het welzijn van de mens. Een betere toegang tot schone energiebronnen en technologieën levert bijvoorbeeld gezondheidsvoordelen op, met name voor vrouwen en kinderen; elektrificatie in combinatie met energiearme broeikasgassen en verschuivingen naar actieve mobiliteit en openbaar vervoer kunnen de luchtkwaliteit, de gezondheid en de werkgelegenheid verbeteren en energiezekerheid opwekken 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 voor gelijkheid, klimaatrechtvaardigheid, sociale rechtvaardigheid, inclusie en rechtvaardige transitie kan aanpassings- en ambitieuze mitigatiemaatregelen en klimaatbestendige ontwikkeling mogelijk maken. Aanpassing uitkomsten worden versterkt door meer steun aan regio's en mensen met de grootste kwetsbaarheid voor climatic gevaren. De integratie van klimaatadaptatie in programma's voor sociale bescherming verbetert de veerkracht. Er zijn veel opties beschikbaar om emissie-intensieve consumptie te verminderen, onder meer door gedrags- en levensstijlveranderingen, met nevenvoordelen voor het maatschappelijk welzijn. (hoge betrouwbaarheid) {4.4, 4.5}

C.5.1 Equity blijft een centraal element in het VN-klimaatregime, ondanks verschuivingen in differentiatie tussen staten in de loop van de tijd en uitdagingen bij de beoordeling van billijke aandelen. Ambitieuze mitigatietrajecten impliceren grote en soms ontwrichtende veranderingen in de economische structuur, met aanzienlijke verdelingsgevolgen, binnen en tussen landen. De verdelingsgevolgen binnen en tussen landen zijn onder meer het verschuiven van inkomen en werkgelegenheid tijdens de overgang van activiteiten met een hoge naar lage uitstoot. (hoge betrouwbaarheid) {4.4}

C.5.2 Aanpassings- en mitigatiemaatregelen die prioriteit geven aan gelijkheid, sociale rechtvaardigheid, klimaatrechtvaardigheid, op rechten gebaseerde benaderingen en inclusiviteit, leiden tot duurzamere resultaten, minder afwegingen, ondersteunen transformatieve verandering en bevorderen klimaatbestendige ontwikkeling. Hervredelende beleidsmaatregelen over sectoren en regio's die de armen en kwetsbaren, sociale vangnetten, gelijkheid, inclusie en rechtvaardige transitie beschermen, op elke schaal, kunnen diepere maatschappelijke ambities mogelijk maken en compromissen met duurzame ontwikkelingsdoelstellingen oplossen. Aandacht voor rechtvaardigheid en brede en zinvolle deelname van alle relevante actoren aan besluitvorming op alle schalen kan sociaal vertrouwen opbouwen dat voortbouwt op een billijke verdeling van 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 hebben een grote kwetsbaarheid voor klimatologische gevaren (zie A.2.2). De aanpassingsresultaten voor de meest kwetsbaren binnen en tussen landen en regio's worden versterkt door benaderingen die gericht zijn op billijkheid, inclusiviteit en op rechten gebaseerde benaderingen. Kwetsbaarheid wordt verergerd door ongelijkheid en marginalisering in verband met bijvoorbeeld geslacht, 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, vooral wanneer ze worden ondersteund door basisdiensten en infrastructuur. De grootste winst op het gebied van welzijn in stedelijke gebieden kan worden bereikt door prioriteit te geven aan toegang tot financiering om het klimaatrisico voor lage inkomens en gemarginaliseerde gemeenschappen, waaronder mensen die in informele nederzettingen leven, te verminderen. (hoog vertrouwen). {4.4, 4.5.3, 4.5.5, 4.5.6}

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

Bestuur en beleid

C.6 Effectieve klimaatactie wordt mogelijk gemaakt door politiek engagement, goed afgestemde multilevel governance, institutionele kaders, wetten, beleid en strategieën en betere toegang tot financiering en technologie. Duidelijke doelstellingen, coördinatie over meerdere beleidsdomeinen en inclusiefbestuursprocesfalicite effectieve klimaatactie.

Regelgevings- en economische instrumenten kunnen diepe emissiereducties en klimaatbestendigheid ondersteunen als ze op grote schaal worden opgeschaald en toegepast. Klimaatresilient ontwikkeling profiteert van het gebruik van diverse kennis. (*hoge betrouwbaarheid*) {2.2, 4.4, 4.5, 4.7}

C.6.1 Effectief klimaatbeheer maakt mitigatie en aanpassing mogelijk. Doeltreffend bestuur biedt algemene richting op 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 het toezicht, de 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 Effectieve lokale, gemeentelijke, nationale en subnationale instellingen zorgen voor consensus over klimaatactie onder diverse belangen, maken coördinatie mogelijk en informeren over strategievorming, maar vereisen voldoende institutionele capaciteit. Beleidsondersteuning wordt beïnvloed door actoren in het maatschappelijk middenveld, waaronder bedrijven, jongeren, vrouwen, arbeid, media, inheemse volkeren en lokale gemeenschappen. De doeltreffendheid wordt versterkt door politieke betrokkenheid en partnerschappen tussen verschillende groepen in de samenleving. (*hoge betrouwbaarheid*) {2.2; 4.7}

C.6.3 Effectieve multilevel governance voor mitigatie, aanpassing, risicobeheer en klimaatbestendige ontwikkeling wordt mogelijk gemaakt door inclusieve besluitvormingsprocessen die prioriteit geven aan rechtvaardigheid en rechtvaardigheid bij planning en uitvoering, toewijzing van passende middelen, institutionele evaluatie 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 Regelgevende en economische instrumenten zouden een sterke emissiereductie kunnen ondersteunen indien zij opschalen en op grotere schaal 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*). Waar toegepast, hebben koolstofbeprijzingsinstrumenten lagekostenreductiemaatregelen gestimuleerd, maar zijn deze tijdens de beoordelingsperiode op zichzelf en tegen de heersende prijzen minder doeltreffend geweest om maatregelen met hogere kosten te bevorderen die nodig zijn voor verdere reducties (*middelmatig vertrouwen*). Aandelen- en distributie-effecten van dergelijke koolstofbeprijzingsinstrumenten, zoals koolstofbelastingen en emissiehandel, kunnen worden aangepakt door onder meer inkomsten te gebruiken om huishoudens met een laag inkomen te ondersteunen. De afschaffing van subsidies voor fossiele brandstoffen zou de uitstoot verminderen⁵⁴ en voordelen opleveren, zoals betere overheidsinkomsten, macro-economische en duurzaamheidsprestaties; de afschaffing van subsidies kan negatieve gevolgen hebben voor de verdeling, met name voor de economisch meest kwetsbare groepen, die in sommige gevallen kunnen worden beperkt door maatregelen zoals het herverdelen van de bespaarde inkomsten, die allemaal afhankelijk zijn van nationale omstandigheden (*hoog vertrouwen*). Beleidspakketten voor de gehele economie, zoals overheidsuitgavenverbintenissen, prijshervormingen, kunnen economische kortetermijndoelstellingen halen en tegelijkertijd de emissies verminderen en ontwikkelingstrajecten verschuiven naar duurzaamheid (*middelmatig vertrouwen*). Doeltreffende beleidspakketten zouden alomvattend, consistent en evenwichtig zijn tussen doelstellingen en afgestemd zijn op de nationale omstandigheden (*hoog vertrouwen*). {2.2.2, 4.7}

C.6.5 Door gebruik te maken 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 Financiën, technologie en internationale samenwerking zijn cruciale factoren voor versnelde klimaatactie. Alsde

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

klimaatdoelstellingen moeten worden bereikt, moeten zowel de aanpassings- als de mitigatiefinanciering vele malen toenemen. Er is voldoende mondiaal kapitaal om de wereldwijde investiment lacunes te dichten, maar er zijn belemmeringen om kapitaal om te buigen naar klimaatactie. ENH-systemen voor technologische innovatie zijn van cruciaal belang om de wereldwijde toepassing van technologieën en praktijken te versnellen. Het versterken van de internationale samenwerking is mogelijk via meerdere kanalen. (*hoge betrouwbaarheid*) {2.3, 4.8}

C.7.1 Verbeterde beschikbaarheid van en toegang tot financiering⁵⁵ zou versnelde klimaatactie (*zeer hoog vertrouwen*) mogelijk maken. Het aanpakken van behoeften en lacunes en het verbreden van een billijke toegang tot binnenlandse en internationale financiering, in combinatie met andere ondersteunende acties, kunnen fungeren als katalysator voor het versnellen van aanpassing en mitigatie en het mogelijk maken van klimaatbestendige ontwikkeling (*hoog vertrouwen*). Om de klimaatdoelstellingen te verwezenlijken en de toenemende risico's aan te pakken en de investeringen in emissiereducties te versnellen, zouden zowel de aanpassings- als de mitigatiefinanciering vele malen moeten toenemen (*hoog vertrouwen*). {4.8.1}

C.7.2 Een grotere toegang tot financiering kan capaciteit opbouwen en zachte beperkingen aanpakken voor aanpassing en het voorkomen van toenemende risico's, met name voor ontwikkelingslanden, kwetsbare groepen, regio's en sectoren (*hoog vertrouwen*). De overheidsfinanciën zijn een belangrijke factor voor aanpassing en mitigatie, en kunnen ook particuliere financiering stimuleren (*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 van drie tot zes hoger dan de huidige niveaus⁵⁶, en de totale mitigatie-investeringen (publieke, particuliere, binnenlandse en internationale) zouden moeten toenemen in alle sectoren en regio's (*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 Er is voldoende mondiaal kapitaal en liquiditeit om wereldwijde investeringstekorten te dichten, gezien de omvang van het wereldwijde financiële stelsel, 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 ontwikkelingslanden worden geconfronteerd. Het verminderen van financieringsbarrières voor het opschalen van de financiële stromen zou duidelijke signalering en steun van overheden vereisen, onder meer door een sterkere afstemming van de overheidsfinanciën om de reële en waargenomen regelgevings-, kosten- en marktbelemmeringen en -risico's te verminderen en het risicorendement van investeringen te verbeteren. Tegelijkertijd kunnen financiële actoren, met inbegrip van investeerders, financiële intermediairs, centrale banken en financiële regelgevers, afhankelijk van de nationale context, de systemische onderwaardering van klimaatgerelateerde risico's verschuiven en sectorale en regionale mismatches tussen beschikbare kapitaal- en investeringsbehoeften verminderen. (*hoge betrouwbaarheid*) {4.8.1}

C.7.4 De getraceerde financiële stromen blijven achter bij de niveaus die nodig zijn voor aanpassing en om mitigatiedoelstellingen in alle sectoren en regio's te bereiken. 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 de aanpassings- en mitigatiemaatregelen te verbeteren en ongelijkheden op het gebied van de toegang tot financiering aan te pakken, met inbegrip van de kosten, voorwaarden en voorwaarden, en de economische kwetsbaarheid voor de klimaatverandering voor ontwikkelingslanden. Meer overheidssubsidies voor mitigatie- en aanpassingsfinanciering voor kwetsbare regio's, met name in Afrika bezuiden de Sahara, zouden kosteneffectief zijn en een hoog sociaal rendement hebben wat betreft toegang tot basisenergie. Opties voor opschaling van mitigatie in ontwikkelingslanden zijn onder meer: hogere niveaus van overheidsfinanciën en publieke mobilisering van particuliere financieringsstromen van ontwikkelde naar ontwikkelingslanden in het kader van de doelstelling van 100 miljard USD per jaar; meer gebruik van overheidsgaranties om risico's te verminderen en particuliere stromen tegen lagere kosten te stimuleren; ontwikkeling van lokale kapitaalmarkten; en het opbouwen van meer vertrouwen in internationale samenwerkingsprocessen. Een gecoördineerde inspanning om het herstel na de pandemie duurzaam te maken op de langere termijn kan de klimaatactie versnellen, ook in ontwikkelingslanden en landen met hoge schuldkosten, schulden nood en macro-

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, leningen (concessioneel en niet-concessioneel), obligaties, aandelen, risicoverzekeringen en financiële garanties (van verschillende soorten).

56 Deze schattingen zijn gebaseerd op scenario-aanname.

economische onzekerheid. (*hoge betrouwbaarheid*) {4.8.1}

C.7.5 Het verbeteren van technologische innovatiesystemen kan kansen bieden om de uitstootgroei te verminderen, sociale en milieuvordelen te creëren en andere SDG's te bereiken. Beleidspakketten die zijn toegesneden op nationale contexten en technologische kenmerken zijn doeltreffend gebleken bij het ondersteunen van emissiearme innovatie en technologieverspreiding. Overheidsbeleid kan opleiding en O & O ondersteunen, aangevuld met zowel regelgevende als marktgebaseerde instrumenten die prikkels en marktkansen creëren. Technologische innovatie kan handelsbelemmeringen hebben, zoals nieuwe en grotere milieueffecten, sociale ongelijkheden, overafhankelijkheid van buitenlandse kennis en aanbieders, distributie-effecten en rebound-effecten, waarbij⁵⁷ passend bestuur en beleid nodig zijn om het potentieel te vergroten en afwegingen te verminderen. Innovatie en invoering van emissiearme technologieën liggen in de meeste ontwikkelingslanden, met name de minst ontwikkelde landen, achter, deels als gevolg van zwakkere randvoorwaarden, waaronder beperkte financiering, technologische ontwikkeling en overdracht, en capaciteitsopbouw. (*hoge betrouwbaarheid*) {4.8.3}

C.7.6 Internationale samenwerking is een cruciale factor voor de verwezenlijking van ambitieuze mitigatie van, aanpassing aan de klimaatverandering en klimaatbestendige ontwikkeling (*hoog vertrouwen*). Klimaatbestendige ontwikkeling wordt mogelijk gemaakt door meer internationale samenwerking, met inbegrip van het mobiliseren en verbeteren van de toegang tot financiering, met name voor ontwikkelingslanden, kwetsbare regio's, sectoren en groepen, en door de financieringsstromen voor klimaatactie af te stemmen op ambitieniveaus en financieringsbehoeften (*hoog vertrouwen*). Het versterken van de internationale samenwerking op het gebied van financiering, technologie en capaciteitsopbouw kan een grotere ambitie mogelijk maken en kan fungeren als katalysator voor het versnellen van mitigatie en aanpassing, en het verschuiven van ontwikkelingstrajecten naar duurzaamheid (*hoog vertrouwen*). Dit omvat steun aan NDC's en het versnellen van de ontwikkeling en uitrol van technologie (*hoog vertrouwen*). Transnationale partnerschappen kunnen beleidsontwikkeling, technologieverspreiding, aanpassing en mitigatie stimuleren, hoewel onzekerheden over hun kosten, haalbaarheid en doeltreffendheid (*gemiddeld vertrouwen*) *blijven bestaan*. Internationale milieu- en sectorale overeenkomsten, instellingen en initiatieven helpen, en kunnen in sommige gevallen helpen, investeringen in lage broeikasgasemissies te stimuleren en emissies (*gemiddeld vertrouwen*) te verminderen. {2.2.2, 4.8.2}

57 Dit leidt tot lagere netto-emissiereducties of zelfs een toename van de uitstoot.