

TU Delft en Klimaatactie

De klimaatmissie
van de TU Delft

De door de mens veroorzaakte uitstoot van broeikasgassen verandert onze leefomgeving, omdat deze gassen invloed hebben op het wereldwijde klimaat; daar is geen twijfel over mogelijk. TU Delft zet al haar innovatieve vermogens in voor het bevorderen van de wereldwijde transitie naar niet-fossiele energie en de aanpassing van de leefomgeving aan de gevolgen van de opwarming van de aarde.



Voorwoord

Over de hele wereld is het klimaat aan het veranderen, al gebeurt dat niet overal op dezelfde manier. Historisch gezien hebben de geïndustrialiseerde landen – vooral op het noordelijk halfrond – het meest bijgedragen aan de uitstoot van broeikasgassen, maar ook Aziatische economieën leveren tegenwoordig een belangrijke bijdrage. Zoals de Klimaatovereenkomst van Parijs laat zien, komt de aanpak van de klimaatverandering voort uit een gedeelde internationale verantwoordelijkheid. 'Climate Action' is ook niet voor niets een van de doelstellingen voor duurzame ontwikkeling (SDG's) van de Verenigde Naties. Nederland kan een belangrijke rol spelen in de ontwikkeling van regionale klimaatkennis en aanpassings- en mitigatietechnieken, en het delen van deze kennis door middel van open science en innovatie, internationale samenwerking en onderwijs. TU Delft beschouwt dit als een belangrijke pijler van haar toekomststrategie.

Er is een politieke en publieke discussie over de Nederlandse klimaatplannen op gang gekomen. Dat is een goede zaak, want iedereen in de samenleving gaat de gevolgen van het klimaatbeleid ondervinden. Klimaatverandering is een fysiek fenomeen, maar de oorzaken ervan zijn diep vervlochten met wereldwijde sociaaleconomische veranderingen en natuurlijke omstandigheden in heden en verleden. Dit leidt als vanzelf tot vragen over wie verantwoordelijk is en hoe de lusten en de lasten verdeeld moeten worden. De discussie over deze vragen is weliswaar een politieke discussie, maar zal het meeste opleveren wanneer die is gebaseerd op feiten en kennis, en als daarbij rekening wordt gehouden met de belangrijke maatschappelijke en ethische kwesties met betrekking tot verantwoordelijkheid en rechtvaardigheid. TU Delft wil een wetenschappelijke onderbouwing bieden voor de discussie over klimaatplannen. In dit document schetsen we het standpunt van TU Delft over klimaatwetenschap en de mogelijkheden voor mitigatie en adaptatie. Op de begeleidende website geven we de komende tijd meer details en achtergrondinformatie.



Wat zegt de klimaatwetenschap?

Op basis van de huidige stand van zaken in de klimaatwetenschap kan het volgende worden vastgesteld:

- De aarde warmt op. Er zijn talrijke metingen die dit aantonen, van weerstations over de hele wereld, van weerballonnen, van boeien in de oceaan en meer recentelijk van satellieten.
- In de afgelopen decennia is de uitstoot van broeikasgassen flink toegenomen, merendeels door het gebruik van fossiele brandstoffen.
- De waargenomen stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde sinds het pre-industriële tijdperk is overtuigend toe te schrijven aan de toename van broeikasgassen. Andere verschijnselen, zoals veranderingen in zonnestraling of concentratie van stofdeeltjes in de atmosfeer, hebben een veel geringer effect. Geologische veranderingen of veranderingen van de baan van de aarde gaan te traag om als verklaring te dienen voor de huidige snelle temperatuurstijging.
- De opwarming blijkt ook uit andere signalen dan de toename van de temperatuur in de atmosfeer en de oceaan. De zeespiegel stijgt in toenemende mate, gletsjers krimpen en de hoeveelheid poolijs neemt snel af. Regionale neerslagpatronen veranderen en ook extreme weersomstandigheden, zoals hittegolven, komen steeds vaker voor.
- Teneinde de opwarming van de aarde terug te dringen moet de uitstoot van broeikasgassen worden verminderd. Naast CO₂ (koolstofdioxide) gaat het daarbij om CH₄ (methaan), N₂O (distikstofmonoxide of lachgas) en fluorkoolwaterstoffen (hfk's).
- Als we de opwarming tot maximaal 2°C willen beperken, moeten de wereldwijde CO₂-emissies in de tweede helft van deze eeuw tot nul worden gereduceerd. Als we de emissies willen beperken tot een opwarming van 1,5 °C, moet dit halverwege de eeuw al zijn gebeurd.
- Om zinvolle uitspraken over de toekomst te kunnen doen, zijn klimaatmodellen nodig in combinatie met scenario's voor ontwikkelingen in onder andere de wereldeconomie, bevolkingsgroei, technologie, politiek, levensstijl en levensstandaard.
- De huidige klimaatmodellen, zoals gepresenteerd door de IPCC, het VN-platform voor klimaatwetenschappers uit de hele wereld, kunnen de wereldwijd waargenomen temperatuurtrends reproduceren, en worden gebruikt als basis voor het klimaatbeleid.
- Naleving van de Klimaatovereenkomst van Parijs is een noodzakelijke maatregel om de samenleving te behoeden voor de schadelijke gevolgen van de opwarming van de aarde. De plannen zouden echter wel eens ontoereikend kunnen zijn om de opwarming te beperken tot 2 graden. Hoewel het mogelijk is de opwarming van de aarde tot veiliger niveaus terug te dringen via de Klimaatovereenkomst van Parijs en mogelijk aanvullend beleid, zullen we ons ook moeten voorbereiden op wereldwijde aanpassing aan de effecten van de klimaatverandering.
- De Klimaatovereenkomst van Parijs wijst ook op de noodzaak van negatieve emissies: de



verwijdering van broeikasgassen uit de atmosfeer. Intensieve inspanningen op dit gebied zijn nodig, omdat bestaande technieken nog onvoldoende ontwikkeld zijn voor grootschalige toepassing en er ook nieuwe technieken moeten worden ontwikkeld.

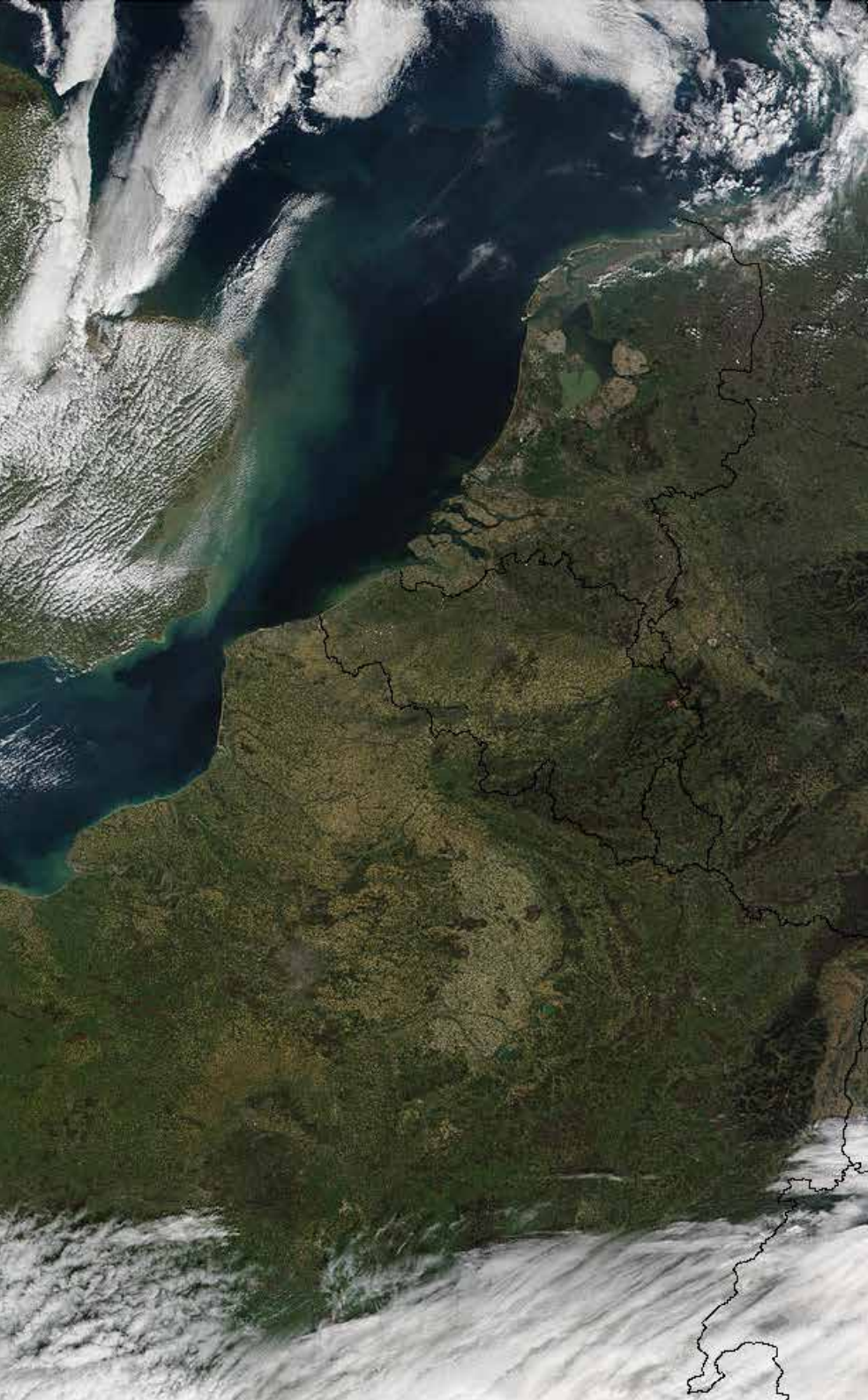
- Als op enig moment in de toekomst de effecten van de klimaatverandering extreem uitpakken, moeten

er nieuwe technieken beschikbaar komen die als 'veiligheidsklep' de aarde tijdelijk kunnen afkoelen. De hiervoor vereiste technieken moeten nog worden ontwikkeld. Ook zal een grondige afweging van risico's, kosten en baten moeten worden gemaakt.

Wij concluderen dat zowel **klimaatmitigatie** (preventie van klimaatverandering door reductie van broeikasgasemissies) als **klimaatadaptatie** (aanpassing aan huidige en toekomstige veranderingen in het klimaat) absoluut noodzakelijk zijn om onze planeet op de lange duur leefbaar te houden. Dat geldt zeker ook voor Nederland. De transitie naar een duurzame en veerkrachtige samenleving is echter complex en brengt technische, maatschappelijke en ethische uitdagingen met zich mee.

Deze transitie vergt dat een breed scala van verschillende actoren en beleidsmakers hun huidige werkwijzen veranderen. Deze veranderingen werpen vragen op, bijvoorbeeld wat in een specifieke context, op een specifiek moment of op een specifieke plaats de beste technologische oplossing is. Over welke kosteneffectieve, praktische mogelijkheden beschikken we, en wat zijn de bijbehorende maatschappelijke en ethische opgaven? Wie heeft er voordeel van en wie niet, en hoe moeten we daarmee omgaan?

Hoe zorgen we ervoor dat de energietransitie eerlijk en inclusief is? Wat voor beleid is er nodig om de oplossingen duurzaam te maken? Het vereist een toekomstgerichte vorm van besturen en plannen, met het vermogen om structurele onzekerheden het hoofd te bieden, waarmee overheid en publiek weloverwogen keuzes kunnen maken tussen uiteenlopende technische, ecologische, economische, ethische en sociale consequenties. Het is de taak van de **klimaatwetenschap** om dit proces te ondersteunen en begeleiden door de samenleving te informeren met nieuwe kennis over de klimaatverandering.



Tegen deze achtergrond moet de klimaatwetenschap een aantal oude en nieuwe uitdagingen en onderzoeksvragen oppakken:

Hoe sterk is de klimaatgevoeligheid?

Hoewel klimaatmodellen de waargenomen opwarming goed weten toe te schrijven aan de toename van broeikasgassen, bestaat er nog altijd grote variatie tussen verschillende modellen in verband met onzekere terugkoppelingsmechanismen in het klimaatsysteem, waarbij wolken een grote rol spelen. Schattingen van hoe het klimaat verandert bij een verdubbeling van de hoeveelheid CO₂ lopen uiteen van 1,5 tot 4,5 graden opwarming wereldwijd. Vermindering van deze onzekerheid is een belangrijke uitdaging, omdat de impact van veel regionale klimaatveranderingen evenredig is met de klimaatgevoeligheid.

Hoe zal het klimaat de bewoonbaarheid gaan beïnvloeden?

Toekomstig klimaatonderzoek zal zich steeds meer richten op de regionale aspecten van klimaatverandering en gebaseerd zijn op steeds nauwkeuriger metingen en verfijning van de ruimtelijke schaal van de modellen. De impact van de opwarming van de aarde op smeltende ijskappen, regionale zeespiegelstijgingen, neerslagpatronen, droogteperioden, hittegolven en de gevolgen voor flora en fauna, volksgezondheid, landbouw, stedelijke omgeving en leefbaarheid zal centraal staan in de klimaatwetenschap.

Waar blijft de koolstof?

Wetenschappelijke verificatie van gerapporteerde CO₂-emissies is, althans op regionale schaal, essentieel voor het controleren van de toezeggingen die afzonderlijke landen hebben gedaan. Ten tweede is het op de langere termijn van belang om te weten of en hoe er veranderingen optreden in de koolstofputten in de zee en op het land in de koolstofkringloop. Zorgvuldig monitoren, simuleren en begrijpen van de koolstofkringloop is cruciaal om deze vraag te kunnen beantwoorden.

In hoeverre kunnen extreme gebeurtenissen worden toegeschreven aan klimaatverandering en hoe zullen ze zich in de toekomst ontwikkelen?

Herkenning en verklaring van langetermijntrends in de metingen (temperatuur, zeespiegelstijging, smelten van ijskappen) blijven een belangrijke opgave voor de wetenschappelijke gemeenschap. Het verklaren van extreme gebeurtenissen als gevolg van het weer (bijvoorbeeld extreme neerslag, hittegolven, droogteperioden en overstromingen) wordt een enorme uitdaging, waaruit een nieuwe tak van wetenschap aan het ontstaan is die onderzoekt in hoeverre de opwarming van de aarde extreme gebeurtenissen waarschijnlijker maakt. Robuuste verklaringen en voorspellingen zijn nodig om het klimaatbeleid en de aanpassingsmaatregelen van de toekomst verder te kunnen optimaliseren.



Wat zijn de mogelijkheden voor mitigatie?

In Nederland bedraagt de emissie van CO₂ momenteel ongeveer 164 megaton per jaar, met uiteenlopende bijdragen van de sectoren energie (30%), industrie (22%), wegtransport (18%), gebouwde omgeving (15%) en landbouw (5%). De oorsprong van de overige 10% is divers. De energiesector produceert elektriciteit voor gebruik in andere sectoren, zoals de gebouwde omgeving. Met inbegrip van andere broeikasgassen dan CO₂ komt de totale emissie uit op 193 megaton CO₂-equivalent per jaar. Hierbij moet worden aangetekend dat het emissieoverzicht is gebaseerd op internationale overeenkomsten en dat de bijdragen van lucht- en zeetransport evenals de productie van biomassa-energie buiten beschouwing worden gelaten.

De bovenstaande cijfers houden in dat elke sector doeltreffende maatregelen zal moeten nemen om de emissies van broeikasgassen terug te dringen, van kortetermijnacties voor snelle reductie, zoals efficiëncymaatregelen, tot de ontwikkeling van niet-fossiele energiesystemen voor de lange termijn. Dergelijke systemen zullen uit meerdere technologieën voor energieproductie, -conversie, -distributie en -opslag moeten bestaan, die worden ingezet op onderling verbonden infrastructuren en markten. Daarom is een nieuw beleid ten aanzien van de energiemarkten vereist: hoe moeten deze markten worden ingericht en welke regelgeving is nodig om een koolstofvrij energiesysteem betrouwbaar en doeltreffend te laten werken? Uiteindelijk zullen we moeten overgaan op een circulaire economie waarin we de kringlopen van water, energie en voedingsstoffen sluiten dankzij terugwinning en hergebruik van CO₂.

Wat voor nieuwe technologieën moeten er worden ontwikkeld en hoe veranderen we onze huidige samenleving in een circulaire samenleving? Bij TU Delft zijn we er ten eerste van overtuigd dat we een pakket van innovatieve energietechnologieën, productiesystemen en materialen moeten ontwikkelen vanaf de korte tot aan de zeer lange termijn. Gezien de langdurige onzekerheid waarmee technologische ontwikkeling gepaard gaat, is een no-regret-strategie geboden om een pakket van oplossingen te ontwikkelen met zowel radicaal nieuwe technologieën als verbeteringen van methoden die ons nu al ter beschikking staan. In het oog springende onderwerpen en onderzoeksgebieden in ons pakket zijn daarom:

Energietechnologie

- Windenergie: offshore windparken kunnen voorzien in een substantieel deel van de toekomstige vraag naar elektriciteit in Nederland. De ontwikkelingen gaan snel, niet alleen technologisch maar ook commercieel: het eerste offshore park zonder subsidie is al gerealiseerd. Er is nog meer innovatie nodig op

- het gebied van materialen, turbineontwerp, opzet en bedrijfsvoering van windparken en systeemintegratie met het elektriciteitsnet, maar ook wat betreft de effecten van windparken op het lokale microklimaat.
- Zonne-energie: de ontwikkelingen in de fotovoltaïsche technologie leiden tot steeds efficiën-



tere en financieel aantrekkelijkere zonnepanelen, waarmee in grote delen van Europa inmiddels netpariteit is bereikt. In aanvulling op de bekende zonnepanelen die op daken worden toegepast, ontwikkelen wij nieuwe materialen voor panelen en systemen die in daken, gevels, stedelijke oppervlakken, offshore en onshore wateroppervlakken kunnen worden geïntegreerd.

- Biomassa: organisch afval, landbouwrestanten of andere biomassa die niet bruikbaar is voor voedsel of hoogwaardige producten kan worden benut in het energiesysteem. Wij ontwikkelen biobrandstoffen en biochemicalïën van hoge kwaliteit voor de industrie en de mobiliteitssector.
- Kernenergie: traditionele kerncentrales op basis van uranium stuiten op maatschappelijke en economische weerstand. Op korte termijn is kernenergie waarschijnlijk geen oplossing voor Nederland,

maar wij ontwikkelen nucleaire technologie, zoals thoriumreactoren, waarmee mogelijk over enkele decennia op grote schaal fossielvrije energie kan worden opgewekt als onderdeel van een Europees of mondiaal aanbod.

- Geo-energie: de ondiepe ondergrond kan – net als oppervlaktewater – worden gebruikt als koudebron de middeldiepe ondergrond als laag voor warmte- en koudeopslag, en de diepe ondergrond als warmtebron (geothermische energie) die uiteindelijk de restwarmte van fossiele processen in verwarmingsnetwerken kan vervangen.
- Netwerkoptimalisatie: de veelheid van nieuwe energiebronnen vereist een flexibel distributienetwerk met bijbehorende markten om vraag en aanbod te allen tijde en overal op elkaar af te stemmen. Wij ontwikkelen de benodigde innovaties op het gebied van IT, digitalisering, marktdesign en regulering.

Reductie van de primaire vraag, hergebruik en efficiency

- Reductie van de vraag naar energie: energieneutrale nieuwbouw, energierenovaties en -transformaties in de gebouwde omgeving, elektrische mobiliteit, efficiëntere apparaten, slimme exploitatie en onderhoud en efficiëntere vervoermiddelen zijn oplossingen waarmee de primaire energievraag wordt verminderd. In de bestaande gebouwde omgeving kan de huidige vraag naar energie substantieel worden verminderd.
- Restwarmte: industriële processen, elektriciteitscentrales, datacentra en kassen genereren restwarmte die in de bebouwde omgeving kan worden gebruikt in aanvulling op teruggewonnen huishoudelijke restwarmte. Hoewel de hoeveelheid restwarmte van installaties die draaien op fossiele brandstoffen op lange termijn

zal afnemen, zal deze tegen klimaatverandering gerichte mitigatietechnologie tot 2050 uiterst belangrijk blijven.

- Efficiënt gebruik van grondstoffen: de winning en verwerking van grondstoffen is verantwoordelijk voor de helft van het klimaateffect op de wereld. Met een groei van meer dan 2% per jaar van de wereldeconomie legt de gerelateerde toenemende vraag naar materialen druk op het klimaatstelsel en de natuurlijke levenssystemen. De overgang naar een circulaire economie waarin producten en grondstoffen worden teruggeleid in de economie via hergebruik, reparatie, herproductie en recycling draagt bij aan de reductie van de primaire energievraag.

Afvang, conversie en opslag van koolstof

Natuurlijke hernieuwbare energiebronnen zijn per definitie fluctuerend: vraag en aanbod zullen niet altijd goed op elkaar aansluiten. Om dit probleem op te lossen is grootschalige opslagcapaciteit voor energie nodig. Momenteel wordt daarvoor het elektriciteitsnet – of op kleinere schaal accu's – gebruikt, maar voor een wereldwijd mitigatiebeleid is dit geen optimale oplossing. Er zijn nieuwe opslagtechnologieën en -methodieken nodig. De Klimaatovereenkomst van Parijs impliceert negatieve emissies: afvang, langdurig opslaan en (her)gebruik van broeikasgassen uit de atmosfeer op circulaire wijze. Transport van energie op wereldwijde schaal vindt nu plaats in de vorm van energiedichte koolwaterstoffen (kolen, olie, gas). Wanneer we stoppen met fossiele bronnen, zullen we ook over nieuwe moleculaire energiedragers moeten beschikken om onze energie te transporteren van de productielocaties (zonneparken, windparken) naar de vraaglocaties.

Belangrijke bouwstenen van het toekomstige energie- en industriesysteem zijn waterstof en synthetische brandstoffen zoals methanol, methaan, ethyleen, ethanol of ammoniak. Ze kunnen rechtstreeks als brandstof dienen in brandstofcellen of verbrandingsmotoren, of als intermediair voor grotere synthetische koolwaterstoffen, zwaardere brandstoffen en andere chemische producten. Veel van de hiervoor vereiste technologieën voor CO₂-afvang, -opslag en/of -gebruik bevinden zich nog in een vroege ontwikkelingsfase, terwijl andere al dichterbij implementatie zijn. Voorbeelden zijn:

- de grootschalige productie van waterstof door middel van elektrolyse, nu nog een grote uitdaging, die substantiële opschaling en optimalisatie van bestaande technologieën vereist
- wereldwijd bulktransport van waterstof, bijvoorbeeld door middel van (elektrochemische of thermochemische) omzetting in ammoniak of koolwaterstoffen
- productie van synthetische brandstoffen en chemische bouwstenen uit CO₂ en water, waarvoor grootschalige afvang en (elektrochemische) reductie van CO₂ nodig is, aanvankelijk uit geconcentreerde bronnen maar uiteindelijk rechtstreeks uit de lucht, om de door de mens veroorzaakte koolstofkringloop te sluiten
- industriële membranen die CO₂ rechtstreeks uit de atmosfeer opnemen
- grootschalige ondergrondse waterstofbuffers ten behoeve van de energievoorziening
- natuurlijke technieken, zoals bebossing voor CO₂-opslag en duurzame houttoepassingen in bijvoorbeeld bouwprojecten
- langdurige opslag van CO₂ in de diepe ondergrond
- biohoutschool (biochar): de onttrekking van koolstof aan biomassa om te voorkomen dat CO₂ wordt gevormd, zodat de koolstof kan worden gebruikt voor nieuwe toepassingen





Mobiliteit

Koolstofemissies van de mobiliteitssector kunnen worden beperkt door enerzijds elektrificatie van vervoermiddelen (mits de elektriciteit fossielvrij is opgewekt) en anderzijds de beschikbaarheid van alternatieve fossielvrije brandstoffen: waterstof (en waterstofdragers) en synthetische brandstoffen. Dit vereist nieuwe kennis en experimenteel bewijs met betrekking tot alternatieve brandstoffen in transportsystemen en het effect dat het gebruik van die brandstoffen heeft op de energieopslag en de energieconversie in dergelijke transportsystemen. Voor zware transportsystemen, zoals vliegtuigen, zijn de volgende onderzoeksthema's actueel:

- verbetering van de efficiency van nieuwe en bestaande schepen, vrachtauto's en vliegtuigen
- vlootvernieuwing: elke generatie van vliegtuigen is gemiddeld 15-20% beter dan de vorige generatie, maar er zijn marktprikkels nodig om de vernieuwing te laten plaatsvinden
- ontwikkeling van hernieuwbare diesel- en kerosinevervangende brandstoffen die ook in bestaande motoren kunnen worden gebruikt
- aanpak van het klimaatteffect door vaststelling van transportcorridors, bedrijfs- en routeprocedures
- vermindering van de vraag naar mobiliteit

Wat zijn de uitdagingen voor klimaatadaptatie?

In grote delen van de wereld, niet het minst in Nederland, is klimaatadaptatie voornamelijk gericht op de stijging van de zeespiegel, extreme neerslag tegenover extreme droogte, stormen, hydrologische veranderingen en natuurlijk de temperatuurstijging. Zonder voldoende mitigerende maatregelen zullen de mens en de natuur in toenemende mate worden getroffen door klimaatverandering. Daarom is aanpassing aan de veranderingen noodzakelijk totdat we weer een aanvaardbare klimatologische stabiliteit hebben bereikt. Veel regio's op de wereld lopen al een groot risico op overstromingen: vanuit zee, vanuit de rivieren en door hevige regenval. Deze risico's nemen in de toekomst alleen maar toe en zullen ongelijkmatig verdeeld zijn, niet alleen als gevolg van de klimaatverandering maar in sterke mate ook door economische en demografische groei. Het is daarom cruciaal om maatregelen te implementeren die de risico's op een eerlijke manier beheersen. Er is een toekomstgericht plan nodig waarin op samenhangende wijze rekening wordt gehouden met kustbescherming, uitstroom van rivieren, waterbeheer, verzilting, urbanisatie en bestuurbaarheid. Dit betekent dat een pakket van maatregelen moet worden ontwikkeld en uitgevoerd: nieuwe veerkrachtige infrastructuren, natuurlijke aanpassingstechnieken en maatschappelijke ingrepen om meer bewustwording en eigen verantwoordelijkheid te kweken. Enkele voorbeelden:

- In een wereld die opwarmt, moet de gebouwde omgeving beter worden afgestemd op een toenemende vraag naar koelmogelijkheden, bij voorbeeld door het stedelijk waterstelsel in te zetten voor koeling, energieopwekking en koudeopslag. Actieve en passieve onttrekking van stadswarmte kan bijdragen aan een duurzaam energiesysteem.
- Met steeds grotere extremen van zowel neerslag als



droogte is een radicaal nieuwe opzet nodig om de veerkracht van stedelijke, landelijke en ecologische waterstelsels te verbeteren ten behoeve van de gemeenschap, de landbouw, het milieu en de stedelijke omgeving.

- Bij de kustverdediging staat Nederland een nieuwe uitdaging te wachten om het hoofd te kunnen bieden aan een mogelijke zeespiegelstijging van

één meter voor het einde van deze eeuw. Dit tegen de achtergrond van een veel grotere stijging van een aantal meters die zich zou kunnen voordoen in de tweeëntwintigste eeuw: maatschappelijk zeer ingrijpende perspectieven gericht op terugtrekkings-, vooruitgangs- of insluitingsstrategieën zullen wellicht noodzakelijk zijn.

Wat kan geo-engineering bijdragen?

Voor de aanpassing aan een te warme wereld kunnen technieken vereist zijn waarmee de inkomende zonnestraling wordt beheerst ten behoeve van afkoeling van de aarde, bijvoorbeeld door de reflectieve eigenschappen van de aarde te versterken door injectie van stofdeeltjes in de stratosfeer of ingrijpen in wolkenvelden boven zee. Dergelijke technieken zijn niet de oplossing voor opwarming van de aarde maar kunnen bijdragen aan de beperking van mogelijke ernstige gevolgen: geo-engineering als ultieme veiligheidsklep in het klimaatstelsel, als een laatste redmiddel in het klimaatbeleid. De ontwikkeling van deze technieken zal vele (tientallen) jaren in beslag nemen, en moet parallel lopen aan de politieke en ethische discussie over hun wenselijkheid en de voorwaarden die aan toepassing moeten worden gesteld.

Tot slot: de ambitie van de TU Delft

Climate Action - klimaatactie - is een van de doelstellingen voor duurzame ontwikkeling van de Verenigde Naties. Dit weerspiegelt een sterke behoefte aan nieuwe maatregelen om het hoofd te bieden aan de klimaatverandering. Het doel – een klimaatbestendige wereld – kan niet worden gerealiseerd zonder innovatieve technologieën voor zowel mitigatie als adaptatie. Het kan niet worden gerealiseerd zonder betere kennis van wereldwijde en regionale klimaatveranderingen. En evenmin zonder een dieper inzicht in de ethische, maatschappelijke en culturele context van het beleid en de daaruit voortvloeiende maatregelen.

TU Delft is vastbesloten om haar intellectuele en innovatieve krachten in te zetten voor de bescherming van de wereldbevolking tegen de risico's van klimaatverandering, door de hiervoor beschreven technologieën en methoden te ontwikkelen – in nauwe samenwerking met de bedrijven en organisaties die deze maatregelen in praktijk moeten brengen. Het probleem is complex en urgent, maar we moeten ook optimistisch blijven en al onze capaciteiten benutten om deze uitdaging aan te gaan in onze onderwijsprogramma's en ons onderzoek. TU Delft neemt haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.