Kennisagenda Klimaat en Gezondheid

ZonMw

Kennisagenda Klimaat en Gezondheid

Maud Huynen[1], Arnold van Vliet[2], Brigit Staatsen[3], Lisbeth Hall[3], Joyce Zwartkruis[3], Hanneke Kruize[3], Channah Betgen[3], Jana Verboom[2], Pim Martens[1]
(1: Universiteit Maastricht; 2: Wageningen Universiteit & Research; 3: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu)

Colofon

ZonMw stimuleert gezondheidsonderzoek en zorginnovatie. Vooruitgang vraagt om onderzoek en ontwikkeling. ZonMw financiert gezondheidsonderzoek én stimuleert het gebruik van de ontwikkelde kennis – om daarmee de zorg en gezondheid te verbeteren.

ZonMw heeft als hoofdopdrachtgevers het ministerie van VWS en NWO.

Voor meer informatie over het onderwerp klimaat en gezondheid kunt u contact opnemen met het secretariaat via e-mail infectiousdisease@zonmw.nl of telefoon 070- 349 53 94.

Auteurs: Maud Huynen[1], Arnold van Vliet[2], Brigit Staatsen[3], Lisbeth Hall[3], Joyce Zwartkruis[3], Hanneke Kruize[3], Channah Betgen[3], Jana Verboom[2], Pim Martens[1]
(1: Universiteit Maastricht; 2: Wageningen Universiteit & Research; 3: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu)

Datum: 23 mei 2019

ZonMw
Laan van Nieuw Oost-Indië 334
Postbus 93245
2509 AE Den Haag
Tel. 070 349 51 11
Fax 070 349 53 58
www.zonmw.nl
info@zonmw.nl

Inhoud

SAMENVATTING KENNISAGENDA KLIMAAT EN GEZONDHEID 1
1 Inleiding 5
1.1 Recente ontwikkelingen 5
1.2 Aanpak 11
1.3 Leeswijzer 11
2 Kennissynthese 13
2.1 Temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten 16
2.2 Allergieën 20
2.3 Vector-overdraagbare infectieziekten en zoönosen 23
2.4 Water-gerelateerde gezondheidseffecten 26
2.5 Voedsel-gerelateerde gezondheidseffecten 29
2.6 Gezondheidseffecten gerelateerd aan luchtkwaliteit in relatie tot klimaat 33
2.7 UV-gerelateerde gezondheidseffecten 34
2.8 Neveneffecten van klimaatadaptatie op gezondheid 36
2.8.1 Neveneffecten van ‘meer groen’ op gezondheid 36
2.8.2 Neveneffecten van ‘meer blauw’ op gezondheid 37
2.8.3 Neveneffecten van ‘andere adaptatiemaatregelen’ op gezondheid 37
2.9 Neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid 38
2.9.1 Positieve neveneffecten (health co-benefits) 38
2.9.2 Negatieve neveneffecten (unintended health risks) 38
2.10 Klimaatvriendelijke (mitigatie) en klimaatbestendige (adaptatie) zorg 39
2.10.1 Klimaatvriendelijke zorg (mitigatie) 39
2.10.2 Klimaatbestendige zorg (adaptatie) 40
2.11 Gedrag 41
2.12 Kwetsbare groepen 41
3 Samenvatting inventarisatie kennisvragen klimaat en gezondheid 42
3.1 Inleiding 42
3.2 Resultaten kennisvragen eerste ronde en interviewvragen experts 42
3.3 Uitkomsten tweede vragenlijst: peilen prioriteiten en draagvlak 46
3.4 Reflectie op de methode 48
4 Aanbevelingen kennisagenda klimaat en gezondheid 50
4.1 Urgentie en prioritering van kennisvragen 50
4.1.1 Integrale analyse van huidige en toekomstige gezondheidsrisico’s van klimaatverandering 51
4.1.2 Ontwikkeling, implementatie en evaluatie van maatregelen om huidige en toekomstige gezondheidseffecten van klimaatverandering aan te pakken (adaptatie/preventie) 52
4.1.3 Ontwikkeling en implementatie van een integraal monitoring & assessment systeem 54
4.1.4 Health impact assessment klimaatadaptatiemaatregelen 54
4.1.5 Health impact assessment klimaatmitigatie 55
4.2 Ondersteun transdisciplinair onderzoek 55
4.3 Aanbevelingen voor vervolg 56
Literatuurlijst 57
Bijlagen 65
Bijlage 1 Inventarisering kennisvragen: Resultaten vragenlijst eerste ronde, interviews en literatuur 66
Bijlage 2 Prioritering: Resultaten vragenlijst tweede ronde 87
Bijlage 3 Deelnemers vragenlijstonderzoeken 95
Bijlage 4 Lijst geïnterviewden 98
Bijlage 5 Interview protocol Kennisagenda klimaat en gezondheid 99
Bijlage 6 Reviewers 102

SAMENVATTING KENNISAGENDA KLIMAAT EN GEZONDHEID

Aanleiding en doel

Het klimaat verandert wereldwijd en ook in Nederland. De gevolgen van klimaatverandering, zoals overstromingen, temperatuurveranderingen, droogte en waterbeschikbaarheid, hebben grote impact op de volksgezondheid, maatschappij en economie, zoals beschreven in de '*Lancet Countdown on health and climate change*' (Watts *et al.* 2018). Integrale en actuele kennis is nodig over klimaatrisico's om nu en in de toekomst de juiste beslissingen te kunnen nemen over in te zetten mitigatie- en aanpassingsmaatregelen. Urgentie is geboden omdat een aantal verwachte ontwikkelingen nu al optreden (bijvoorbeeld toename allergieën, hittestress) maar nog weinig (bewezen effectieve) maatregelen genomen worden om dit aan te pakken. Daarnaast is er weinig inzicht in mogelijk cumulatieve en cascade-effecten en spelen andere trends, zoals verstedelijking en vergrijzing, ook een rol. Daardoor is het nu niet goed mogelijk om een totaalbeeld van de huidige en toekomstige ziektelast door klimaatverandering te krijgen of om gezondheidsgevolgen goed te kunnen vergelijken en prioriteren.

Actie is nodig om de uitstoot van broeikasgassen te beperken en de gevolgen voor de gezondheid en gezondheidssector te beperken (Blankestijn *et al.* 2018). Echter de klimaatmitigatiemaatregelen die uitgewerkt worden in het Klimaatakkoord richten zich vooral op reductie van CO_2 uitstoot en niet op de mogelijke nevengevolgen voor de volksgezondheid. Wel richt de Nationale Adaptatie Strategie (NAS) zich onder andere op de sector gezondheid en is de Green Deal getekend waarin 132 partijen zich committeren aan duurzame zorg voor een gezonde toekomst.
Klimaatadaptatiemaatregelen (zoals meer groen of water in de stad, klimaatbestendige bouw) bieden grote kansen voor het bevorderen van de gezondheid (meer bewegen, ontspannen en ontmoeten), maar brengen mogelijk ook nieuwe risico's met zich mee. Meer kennis is nodig over de gezondheidseffecten van deze maatregelen.

Ondanks de aandacht die er de laatste decennia is voor klimaatverandering en gezondheid heeft dit vooralsnog niet geleid tot onderzoeksprogrammering. Een samenhangende kennisagenda met brede focus is van belang om de gezondheidsgevolgen van klimaatverandering te kunnen vergelijken en maatregelen onderling te kunnen prioriteren. Een integrale benadering van de klimaatopgaven biedt ook meekoppelkansen zoals: het verbeteren van de leefomgeving, het bevorderen van de gezondheid en het verbinden van beleidssectoren.

In opdracht van ZonMw hebben het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Universiteit Maastricht (UM), en Wageningen University & Research (WUR) een kennisagenda op het gebied van klimaat en gezondheid ontwikkeld.

Doelen van deze kennisagenda op het gebied van gezondheidseffecten van klimaatverandering, -adaptatie en -mitigatie zijn:

- het actualiseren van de kennis;
- het identificeren van kennishiaten;
- het prioriteren van onderzoeksthema's op basis van kennisbehoefte in de maatschappij en gevolgen voor de gezondheid in Nederland;
- het peilen en vergroten van het draagvlak voor het onderwerp klimaat en gezondheid.

Deze kennisagenda zal een belangrijke bouwsteen worden van een mogelijk ZonMw/NWO meerjarig klimaatonderzoeksprogramma.

Aanpak

Om te komen tot een gedragen kennisagenda hebben we de volgende methoden gebruikt:

- Quickscan recente literatuur
- Vragenlijstonderzoek
- Interviews
- Reviewronde

Voor het identificeren van kennishiaten over de effecten van klimaat op gezondheid is het rapport 'Effecten klimaat op gezondheid; Actualisatie voor de Nationale Adaptatiestrategie (2016) door Wuijts *et al*. (2014) als vertrekpunt genomen. Deze is aangevuld met recente internationale literatuur (vooral reviewartikelen) en Nederlands onderzoek. Door middel van twee online vragenlijstonderzoeken is de wetenschappelijke en maatschappelijke kennisbehoefte gepeild en geprioriteerd. De eerste vragenlijst is eind 2018 uitgezet onder onderzoekers en ingevuld door 58 respondenten. De tweede vragenlijst is begin 2019 uitgezet bij een bredere groep (beleid, maatschappelijke organisaties en kennisinstellingen) om de eerder opgehaalde onderwerpen te prioriteren. Deze vragenlijst is ingevuld door 114 respondenten. Ook zijn er interviews gehouden met twaalf experts uit de praktijk (gemeente, provincie, kennisinstellingen, ministerie VWS, maatschappelijke organisaties). Tot slot is de concept-kennisagenda voorgelegd aan een brede groep stakeholders en inhoudelijke experts met de vraag of ze nog aanvullingen hadden en of ze de conclusies deelden.

Kennissynthese, -vragen en -lacunes

De belangrijkste *kennislacunes* op gebied van klimaat en gezondheid uit de literatuur, het eerste vragenlijstonderzoek en de interviews zijn:

- Wat zijn de blootstellingsresponsrelaties voor huidige en toekomstige gevolgen van klimaatverandering voor de gezondheid?
- Wat is de (cumulatieve) huidige ziektelast door klimaatverandering in Nederland; wat zijn de belangrijkste gezondheidsgevolgen en -risico's (voor verschillende bevolkingsgroepen)?
- Wat zijn de (cumulatieve) gezondheidsrisico's door klimaatverandering voor verschillende toekomstscenario's, waarbij ontwikkelingen in klimaat worden gecombineerd met andere relevante toekomstige ontwikkelingen (bijvoorbeeld vergrijzing of andere inrichting steden)?
- Wat zijn de gezondheidsgevolgen (positief en negatief) van klimaatadaptatiemaatregelen zoals het inzetten van meer groen, water, hittebestendige bouw? Wat is de meest effectieve mix van klimaatadaptatiemaatregelen om gezondheid te bevorderen en risico's te minimaliseren?
- Wat zijn de gezondheidsgevolgen (positief en negatief) van klimaatmitigatiemaatregelen in relatie tot bijvoorbeeld veranderingen in energiebronnen, landbouw, luchtkwaliteit, zorg? Waar liggen meekoppelkansen tussen maatregelen en het bevorderen van de gezondheid?
- Kan er een integrale monitorings- en signaleringssystematiek en informatievoorziening ontwikkeld worden (voor waarschuwing/signalering, analytische studies, informatieverstrekking)?
- Hoe kan bestaande wetenschappelijk kennis het beste vertaald worden naar de beleidspraktijk en burgers met daarbij aandacht voor risicoperceptie, beleving en gedrag?

De kennisvragen die via de eerste vragenlijst en interviews zijn opgehaald beslaan vaak de gehele causale keten, inclusief vragen over mogelijke maatregelen en interacties met andere (toekomstige) ontwikkelingen (zie hoofdstuk 3). Uit de interviews kwamen vooral vraagstukken naar voren die wat meer spelen op het grensvlak tussen beleid, wetenschap en praktijk, zoals dat er extra aandacht nodig is voor gedrag, kwetsbare groepen, politiek-bestuurlijke issues en vertalen van kennis naar de praktijk (vooral op het gebied van adaptatiemaatregelen en de positieve dan wel negatieve gevolgen daarvan op gezondheid).

Prioritering

Uit het tweede vragenlijstonderzoek (zie hoofdstuk 3) blijkt dat bijna alle bekende gezondheidseffecten van klimaat als prioritair werden benoemd. Deelnemers aan de tweede vragenlijst hebben per onderzoeksthema ook aangegeven in hoeverre ze kennis hadden over een specifiek onderzoeksthema (expert, goed geïnformeerd, geïnformeerd, enige kennis, geen kennis). De onderzoeksthema's met een relatief hoge prioritering worden ook gekenmerkt door een hoger aantal experts onder de vragenlijstdeelnemers.
Van de 13 onderzoeksthema's hebben er 10 een gewogen prioriterings-index van 4 of hoger (op een 1-5 schaal), de andere drie thema's scoren tussen de 3 en 4. Onderzoek naar temperatuurgerelateerde gezondheidseffecten in relatie tot klimaatverandering kreeg de hoogste prioriteit. Respondenten gaven onderzoek naar klimaatmitigatie en klimaatbestendigheid in de zorgsector een lagere prioriteit. Dit heeft mogelijk te maken met het relatief lage aantal

zorgprofessionals onder de respondenten. Gezien de kwetsbaarheid van deze sector bij eventuele klimaatrampen en hitte-extremen, en de kennisvragen uit de interviewronde vinden we dit toch een relevant onderwerp voor de kennisagenda.

Volgens de respondenten in de tweede vragenlijstronde is er met name onderzoek nodig naar preventie- en adaptatiemaatregelen. Scenario/risico-analyse staat op de tweede plaats. Het beter vaststellen van de gezondheidsgevolgen van klimaatverandering (impact assessment) staat op plaats drie en monitoring krijgt de laagste prioriteit. Desondanks krijgt monitoring toch nog gemiddeld 15-20% van de toe te kennen punten.

Onderwerpen voor de kennisagenda

Op basis van de literatuur, vragenlijsten en interviews zijn de volgende *prioritaire onderwerpen* voor de kennisagenda geïdentificeerd:

1. Integrale analyse van huidige en toekomstige gezondheidsrisico's van klimaatverandering; hiervoor is vaak nog aanvullend onderzoek nodig naar bijvoorbeeld blootstellingspatronen en de ruimtelijke verdeling daarvan, blootstellings-respons relaties en kwetsbare groepen.
2. Ontwikkeling, implementatie en evaluatie van maatregelen om huidige en toekomstige gezondheidseffecten van klimaatverandering aan te pakken (adaptatie/preventie). Hiervoor is het belangrijk de volgende structuren te ontwikkelen:
    - Ontwikkeling en kostenbatenanalyses van een maatregelenpakket met daarin ook aandacht voor gezondheidskosten;
    - Organisatie van beleid(sadvisering) rondom klimaat en gezondheid inclusief aandacht voor beleving, gedrag en kwetsbare groepen;
    - Ontwikkeling informatie-uitwisseling tussen kennis en praktijk en informatievoorziening voor diverse doelgroepen.
3. Ontwikkeling en implementatie van een integraal monitoring & assessmentsysteem voor zowel analytische studies als informatievoorziening (zie punten 1 en 2).
4. Health impact assessment klimaatadaptatie maatregelen: door gezondheid standaard mee te nemen bij de evaluatie van klimaatadaptatiemaatregelen (bijvoorbeeld in het kader van de Nationale Adaptatie Strategie) kunnen ongewenste neveneffecten op gezondheid worden voorkomen en positieve neveneffecten versterkt. De Omgevingswet biedt een kans voor het verbinden en optimaliseren van omgevings-, gezondheids- en klimaatbeleid met als doel het beschermen en bevorderen van de gezondheid.
5. Health impact assessment klimaatmitigatie: door gezondheid standaard mee te nemen in de beoordeling van klimaatmitigatiemaatregelen (bijvoorbeeld in het kader van de Klimaatwet) kunnen ongewenste neveneffecten op gezondheid worden voorkomen en positieve neveneffecten versterkt.

In tabel S1 is een samenvatting van kennisvragen per thema opgenomen. Voor een volledig overzicht, zie hoofdstuk 4.

Transdisciplinair onderzoek en onderwijs

Voor een goede aanpak van de klimaatproblematiek en het kiezen van de meest effectieve, duurzame en gezonde oplossingen is trans- en interdisciplinair onderzoek en een systeembenadering cruciaal. Hierover heeft de Gezondheidsraad in 2009 reeds aanbevelingen gedaan in het rapport 'Mondiale Milieu-invloed op onze gezondheid' (GR, 2009). Klimaatverandering raakt alle aspecten van onze samenleving en is sectoroverstijgend. Daarom is een integrale aanpak en kennis over geschikte governance-processen nodig. Met een systeembenadering wordt de wisselwerking met andere beleidsterreinen zichtbaar, zoals ruimtelijke ordening, natuurbeleid, landbouwbeleid, zorgbeleid en economische ontwikkeling. Dit kan ondersteuning bieden bij het maken van keuzes over te nemen maatregelen en de te verwachten effectiviteit. En daarvoor is goede interactie nodig tussen alfa-, beta- en gammawetenschappen. Aanbevolen wordt om hiervoor een "Community of Practice" of "Praktijkgemeenschap Klimaat en Gezondheid" op te richten, in aanvulling op onderzoeksprogrammering, en deze goed aan te laten sluiten op bestaande kennisstructuren op gebied van klimaat. Kennis over klimaat en gezondheid en maatregelen dient opgenomen te worden in de curricula van onder andere professionals in de zorg, gezondheidswetenschappers, stadsontwikkelaars en beleidsadviseurs.

Tabel S1 Samenvatting kennisvragen klimaat en gezondheid

Integrale analyse van huidige en toekomstige gezondheidsrisico's van klimaatverandering

- Wat en hoe groot zijn de meest belangrijke huidige en toekomstige gezondheidsrisico's van klimaatverandering voor Nederland?
- Wat betekent klimaatverandering voor de gezondheid van de mens: in relatie tot temperatuur (hitte en koude), allergieën, UV, verspreiding van infectieziekten, waterkwaliteit, luchtkwaliteit buitens- en binnenshuis, voeding/voedselveiligheid en nutriënten-voorziening en de kwaliteit van de openbare ruimte?
- Wat zijn huidige en toekomstige dosis-responserelaties (morbiditeit en mortaliteit)?
- Zijn er ook kansen of positieve effecten voor de gezondheid?
- Wat is het effect bij kwetsbare groepen? Welke factoren bepalen de kwetsbaarheid voor klimaatverandering? Kunnen mensen zich aanpassen?
- Wat zijn de maatschappelijke gevolgen van deze risico's (bijvoorbeeld arbeidsproductiviteit, economische schade, schoolprestaties)?
- Wat zijn de effecten bij de verschillende klimaatscenario's rekening houdend met andere relevante ontwikkelingen in maatschappij en leefomgeving (bijvoorbeeld vergrijzing, globalisering, transitie landbouw)? Waar kunnen effecten elkaar versterken of misschien opheffen?

Ontwikkeling, implementatie en evaluatie van maatregelen

Ontwikkeling en kostenbatenanalyses van maatregelenpakket

- Welke maatregelen zijn nodig op het gebied van groene en blauwe infrastructuren, gebouwen, wijkinrichting, technologie, natuurbeheer, landbouw en handel om klimaat gerelateerde gezondheidsrisico's te voorkomen of te verkleinen en de gezondheid te bevorderen?
- Wat is de impact van deze maatregelen en wat zijn de kostenbaten?
- Welke maatregelen zouden op de korte termijn reeds genomen kunnen worden?
- Welke (mix van) maatregelen zijn het meest wenselijk / kosteneffectief?
- Hoe maken we de zorgsector klimaatbestendig en welke stakeholders moeten daarbij betrokken worden?

Organisatie beleid(sadvisering)

- Hoe kan beleid en praktijk het meeste impact hebben op klimaat en gezondheid, welke kennis is daarvoor nodig en hoe kan deze kennis beleid en praktijk het beste bereiken?
- Wat is de nu meest effectieve en efficiënte mix van adaptatie-maatregelen in een bepaalde praktijkcontext?
- Hoe kunnen we maatregelen om gezondheidsgevolgen van klimaatverandering te voorkomen (bijvoorbeeld hittestress) integreren in bestaande structuren (zorgketens, protocollen etc.)?
- Hoe kan de samenwerking tussen stakeholders het beste georganiseerd worden?
- Hoe kan beleid op klimaat en gezondheid het beste georganiseerd worden op lokaal/regionaal niveau? Wat zijn effectieve governance-processen in dit kader? Waar ligt welke verantwoordelijkheid voor bijvoorbeeld kwetsbare groepen?

Informatievoorziening

- Welke kennis heeft de praktijk (zorg, gezondheidsdiensten, bouw, diverse overheden) nodig?
- Hoe kan dit geïntegreerd worden in bestaande onderwijsprogramma's?
- Hoe kan interactie tussen verschillende disciplines bevorderd worden om tot integrale oplossingen te komen?
- Hoe kunnen we goede voorbeelden van maatregelen het beste delen met diverse doelgroepen?
- Wat zijn effectieve methoden om burgers te informeren over risico's en aan te zetten tot maatregelen en preventie (zongedrag, ander consumptiepatroon). Hoe kan dit beter gekoppeld aan bestaande processen? Welke ICT-technologieën kunnen ingezet worden om de doelgroepen te bereiken?

Integrale monitoring en assessment systeem

- Hoe kunnen bestaande modellen en monitorings/surveillance systemen beter aan elkaar worden verbonden?
- Hoe zijn huidige en toekomstige effecten op vergelijkbare wijze in kaart te brengen? Waar zijn de meest gevoelige gebieden en bevolkingsgroepen?
- Hoe kan inschatting van toekomstige risico's in relatie tot (veranderend) gedrag in een veranderend klimaat verbeterd worden?

Health impact assessment klimaatadaptatie

- Wat zijn de positieve en/of negatieve effecten op de gezondheid van maatregelen voor klimaatadaptatie (bijvoorbeeld hittebestendig bouwen, blauw/groene ruimtes, kunstmatige wetlands, veranderingen in landbouw)? Wat zijn de lange termijn gevolgen voor gezondheid?
- Wat is de onderlinge verhouding tussen kosten en baten, inclusief de sociaal-economische impact, zoals effecten op arbeidsproductiviteit of gevolgen voor verschillende inkomensgroepen.
- Wat zijn succes- en faalfactoren (vooral in relatie tot gedrag) en hoe is dit verdeeld over de verschillende bevolkingsgroepen?
- Welke (innovatieve) maatregelen zorgen voor een win-win situatie?
- In hoeverre gaan mensen zich anders gedragen als gevolg van klimaatadaptatiemaatregelen?

Health impact assessment klimaatmitigatie

- Wat zijn de neveneffecten (positief en negatief) van klimaatmitigatiemaatregelen op gebied van energie, landbouw, zorg (Green Deal 2.0), duurzaamheid (circulaire economie)? Waar liggen meekoppelkansen?

1 Inleiding

In opdracht van ZonMw hebben het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Universiteit Maastricht (UM), en Wageningen University & Research (WUR) een kennisagenda op het gebied van klimaat en gezondheid ontwikkeld. Deze kennisagenda kan een belangrijke bouwsteen worden van een mogelijk ZonMw/NWO meerjarig klimaatonderzoeksprogramma.

Het hoofddoel van de opdracht is het ontwikkelen van een gedragen kennisagenda op het gebied van klimaat en gezondheid in Nederland met als subdoelen:

1. het actualiseren van de kennis over de effecten van klimaat op de gezondheid;
2. het identificeren van kennishiaten;
3. het prioriteren van onderzoeksthema's op basis van kennisbehoefte in de maatschappij en gevolgen voor de gezondheid in Nederland;
4. het peilen en vergroten van het draagvlak voor het onderwerp klimaat en gezondheid.

1.1 Recente ontwikkelingen

Klimaatakkoord
In 2015 zijn in het VN-akkoord van Parijs afspraken gemaakt om de klimaatverandering en de effecten daarvan te beperken. Uitvoering van de klimaatafspraken van Parijs zal vergaande maatschappelijke en economische gevolgen hebben voor Nederland en de rest van de wereld (IPCC, 2018). De uitwerking moet plaatsvinden in de landen zelf. In Nederland is dit vastgelegd in een klimaatwet en wordt de uitwerking ervan vormgegeven door de partijen van het nationale Klimaatakkoord. In dit Klimaatakkoord is de focus vooral op reductie van de CO_2-uitstoot in 2030, met ten minste 49%. In het Klimaatakkoord komt gezondheid vooral terug in relatie tot mobiliteit (minder uitstoot door fossielvrije energiebronnen en andere vormen van transport), voeding (minder dierlijke eiwitten consumeren) en arbeid (veiligheids- en gezondheidsrisico's). Daarnaast wordt benoemd dat maatregelen, zoals in de landbouw, geen negatieve afwenteling moeten hebben op gezondheid (en andere thema's zoals bodem, biodiversiteit en dierenwelzijn). Er wordt dus vooral gesproken over milieuschade. Bij de uitwerking van het Klimaatakkoord wordt nu alleen gekeken naar hoe en in welke sectoren de benodigde reductie van de broeikasgasuitstoot kan plaatsvinden. Het Rijk, decentrale overheden, bedrijfsleven en burgers zullen hierbij een belangrijke rol vervullen. Echter uit recent onderzoek van I&O Research blijkt, ondanks dat burgers zich zorgen maken over het klimaat (zo'n 65% van de Nederlanders), toch vooral naar de overheid en het bedrijfsleven gekeken wordt voor maatregelen om iets aan klimaatverandering te doen. Uit dit onderzoek blijkt ook dat naarmate het inkomen van mensen hoger is, ze ook meer klimaatonvriendelijk gedrag vertonen (meer autokilometers, zwaardere auto's, meer vliegreizen en meer vlees eten) (I&O Research, 2019).

Het PBL heeft het ontwerp-Klimaatakkoord doorgerekend en concludeert dat de verwachte afname van de uitstoot van broeikasgassen in 2030 tussen de 31 en 52 megaton CO_2-equivalenten zal zijn. De opgave is 48,7 megaton (een reductie van 49% ten opzicht van 1990). Deze opgave valt net binnen de bandbreedte, dus de kans is groot dat deze niet wordt gehaald. PBL heeft ook berekend dat de kosten van de voorgestelde maatregelen tussen de 1,6 en 1,9 miljard euro zullen zijn (PBL, 2019). Het Analistennetwerk Nationale Veiligheid (ANV) vergelijkt de nieuwe energiesystemen met bestaande nationale veiligheidsrisico's (voor waterstof, biomassa, zon/wind, elektrificatie, opslag CO_2 en geothermie). Het RIVM verkent de mogelijke effecten op gezondheid, veiligheid en natuur door het verdwijnen van de fossiele bronnen van CO_2.

Nationale Adaptatie Strategie
Na de start van het Deltaprogramma in 2010 concludeerde de Algemene Rekenkamer in 2012 'dat het Deltaprogramma ons land beschermt tegen het risico van overstromingen, maar dat het Rijk voor andere klimaatrisico's - bijvoorbeeld voor de volksgezondheid, de natuur en de energievoorziening - geen of maar beperkt beleid heeft en dat de coördinatie ontbreekt.' Mede naar aanleiding hiervan is de Nationale klimaatadaptatiestrategie (NAS) in 2016 uitgebracht[1]. De coördinatie van het thema klimaatadaptatie is belegd bij het ministerie van IenW. In de NAS2016 wordt de volle breedte van de klimaatrisico's geadresseerd. Op basis van onderzoek (onder andere het programma Kennis voor

[1] https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/nas/

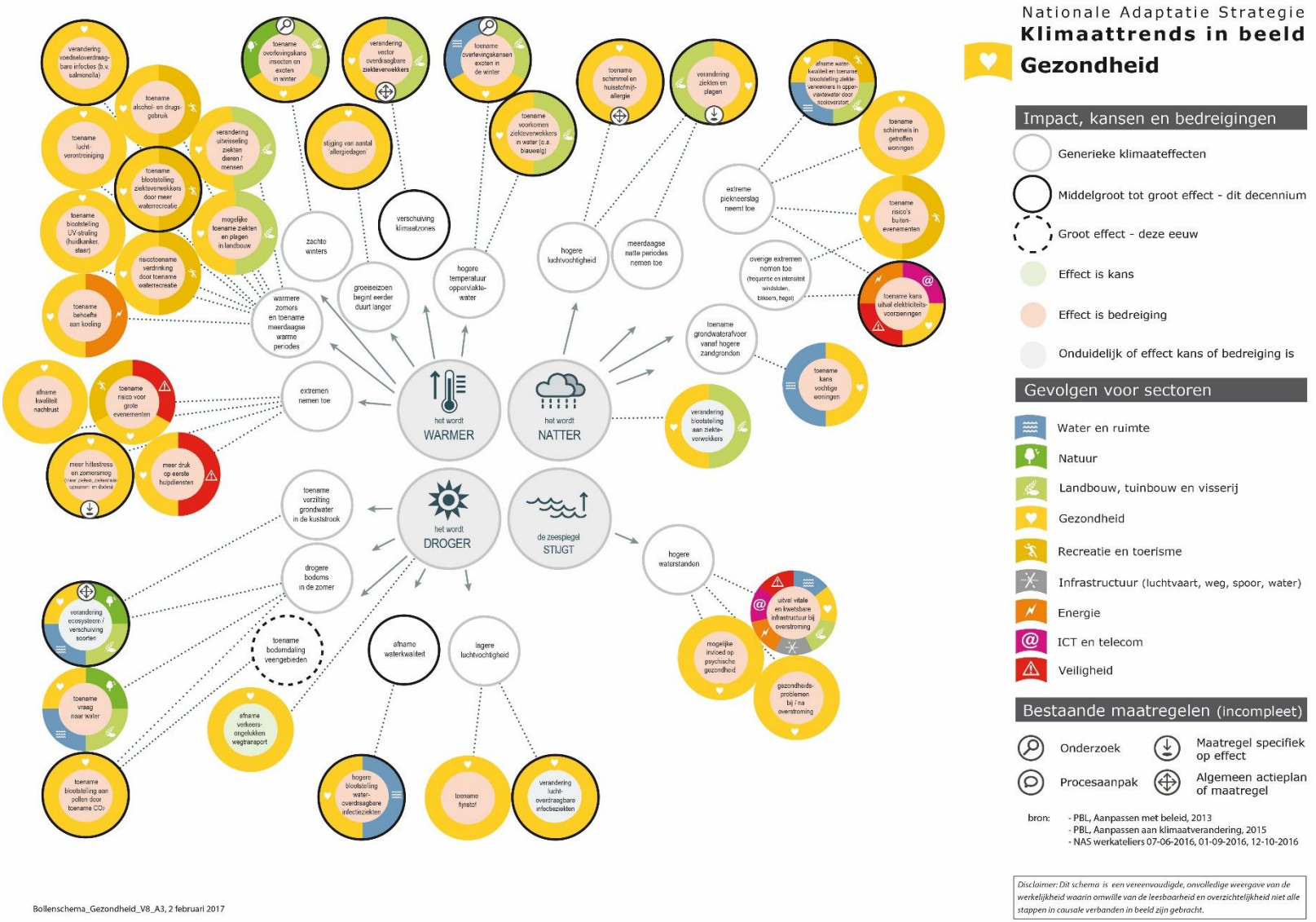
Klimaat [2007 – 2014]) zijn zes urgente effecten geïdentificeerd, die om actie vragen (zie tabel 1). Twee daarvan, de toenemende hittestress en de mogelijke toename van allergieën en infecties, houden direct verband met gezondheid. Twee andere thema's (biodiversiteitsverlies door verschuiving klimaatzones en schades in land- en tuinbouwsector) kunnen indirect gezondheidsrisico's opleveren. Daarnaast kan de zorgsector getroffen worden door uitval door extreem weer. Ook moet rekening gehouden worden met cumulatie-effecten (door een combinatie van gevolgen door klimaatverandering, mitigatie- en adaptatiemaatregelen). In de NAS worden de impact, kansen en bedreigingen van klimaatverandering voor de verschillende sectoren in beeld gebracht via een zogenaamd bollenschema. Het schema voor gezondheid wordt weergegeven in Figuur 1.

Tabel 1 De in de NAS2016 geïdentificeerde urgente effecten die om actie vragen

1. Meer hittestress bij mensen door extreem weer: meer zieken, ziekenhuisopnamen, sterfgevallen en verminderde arbeidsprestatie/toename van arbeidsverzuim.
2. Vaker uitval van delen van vitale en kwetsbare functies door extreem weer: energie, telecom, IT-voorzieningen en hoofdinfrastructuur.
3. Frequentere oogstschade en andere schade in de land- en tuinbouw door extreem weer: verminderde gewasopbrengsten, beschadiging van productiemiddelen.
4. Verschuiving van klimaatzones waardoor een deel van de flora en fauna – onder meer door gebrek aan internationale ruimtelijke samenhang in de natuur – onvoldoende kan meebewegen met het verschuivende klimaat.
5. Gezondheidsverlies, arbeidsverlies en kosten door een mogelijke toename van infecties en allergieën zoals hooikoorts of andere luchtwegklachten.
6. Cumulatieve effecten waarbij uitval in één sector of op één locatie gevolgen heeft voor andere sectoren en/of andere locaties.

De kennisaanpak van de NAS bestaat uit twee onderdelen:
1) *Kennisbasis klimaatrisico's*: Ontwikkelen van kennis van de gevolgen van klimaatverandering, van de risico's die ermee samenhangen en van de beleidsurgenties;
2) *Kennis voor uitvoering*: Ontwikkelen van kennis voor de uitvoeringspraktijk.

Kennis voor klimaat
Kennis van klimaatrisico's is ontwikkeld tijdens het Kennis voor Klimaat programma (2007-2014). In 2015 hebben PBL en Kennis voor Klimaat (KvK) de basis gelegd voor de NAS met het onderzoek 'Aanpassen aan klimaatverandering; kwetsbaarheden zien, kansen grijpen'. Uit de voor dit voorstel uitgevoerde verkenning van de huidige kennis van klimaatrisico's en de kennis die momenteel ontwikkeld wordt, blijkt dat er op basis van KvK en PBL een goed overzicht is verkregen van de klimaateffecten en -risico's voor Nederland voor de verschillende sectoren in 2015. Na KvK is er geen soortgelijk onderzoeksprogramma geweest en worden nieuwe onderzoeken veelal op ad-hoc basis uitgevoerd door diverse instituten. Diverse instellingen voeren op dit moment onderzoek uit, dat vooral gericht is op de risico's van klimaatverandering voor afzonderlijke sectoren. Kennisontwikkeling vindt voornamelijk plaats binnen Europese onderzoeksprogramma's en, sinds het wegvallen van KvK, minder op nationaal en regionaal niveau. De huidige kennis van en de kennisontwikkeling over klimaatrisico's in de sectoren Water (NL) en Infrastructuur (EU) is groter dan in de overige sectoren, zoals gezondheid (TNO, 2018).



Figuur 1 Klimaat en gezondheid (NAS, 2016)

Uitvoeringsprogramma NAS en Nationale Wetenschapsagenda
Het Uitvoeringsprogramma van het NAS 2018-2019 (NAS, 2018) beschrijft hoe de betrokken partijen de NAS omzetten in activiteiten. De bedoeling is dat in 2020 voor de urgente klimaatrisico's duidelijk is wie welke verantwoordelijkheid heeft, dan wel op zich neemt, om de gevolgen van klimaatverandering beheersbaar te houden. UP NAS benoemt voor de periode 2018-2019 zes speerpunten (waarvan één - hittestress - direct gerelateerd is aan gezondheid):

1. Hittestress;
2. Infrastructuur;
3. Landbouw;
4. Natuur;
5. Gebouwde omgeving;
6. Samenwerken aan provinciale en regionale strategieën en visies.

Actuele kennis van klimaatrisico's is nodig om adaptatiebeleid goed vorm te kunnen geven. Structurele programmatische aandacht voor het actueel houden van de kennis over klimaatrisico's is daarom één van de geprioriteerde acties in het UP NAS 2018-2019.

Ook in de Nationale Wetenschapsagenda (NWA) van NWO is aandacht voor klimaat. Daar zijn mogelijkheden voor onderzoek via thematische programma's in verschillende routes zoals:

- ***Smart, liveable cities:*** over de leefbaarheid van steden, ook als klimaatverandering optreedt.
- ***Op weg naar veerkrachtige samenlevingen:*** Deze route stelt veerkrachtige samenlevingen centraal, die in staat zijn schokken op te vangen als gevolg van onder meer klimaatverandering en die op ieder schaalniveau kunnen anticiperen op toekomstige uitdagingen en veranderingen op lange termijn.
- ***Blauwe route: water als weg naar innovatieve en duurzame groei:*** hierin gaat het onder meer om de bescherming van de wateren en de ecosystemen in de wateren tegen de gevolgen van klimaatverandering.

De uitvoering van klimaatmitigatie en -adaptatiemaatregelen ligt zowel bij het Rijk als decentrale overheden. Gemeenten en provincies hebben een grote rol in de implementatie van de Omgevingswet (verbetering van de fysieke leefomgeving via het ontwikkelen van omgevingsvisies, -plannen), de energietransitie en het uitvoeren van klimaatstresstesten.

Eerder ontwikkelde kennisagenda's op gebied klimaat en gezondheid in Nederland
In 2009 is een programmavoorstel opgesteld op initiatief van KvK en de Nederlandse organisatie voor gezondheidsonderzoek en zorginnovatie (ZonMw) (Huynen & van Vliet, 2009). Het doel van dit voorstel was om te komen tot een onderzoeksprogramma over klimaatverandering en gezondheid. In 2010 is een rapport verschenen van het RIVM waarin nut en noodzaak van een dergelijk programma voor de politiek is beschreven (Schram-Bijkerk, 2010). Er is destijds bij vier ministeries (IenM, VWS, ELI en OCW) geïnventariseerd wat zij doen om de gezondheidseffecten van klimaatverandering aan te pakken.

De volgende kennisvragen/interesses zijn toen genoemd door de ministeries:

- IenM (Milieu): Hoe moeten we binnen ruimtelijke inrichting, op de verschillende bestuursniveaus, rekening houden met effecten van klimaatverandering op de gezondheid? Wat zijn (neven)effecten van adaptatie- en mitigatiemaatregelen op de gezondheid?
- IenM (Infrastructuur): Hoe groot is de ziektelast die wordt voorkómen door het tegengaan van klimaatverandering, in het bijzonder door maatregelen die de CO_2–uitstoot door wegverkeer en de transportsector verminderen?
- VWS: Wat is de invloed van klimaatverandering op de leefomgeving, en daarmee op gezondheid in het algemeen, en infectieziekten in het bijzonder?
- ELI: Wat is de rol van klimaatverandering bij infectieziekten als Q-koorts of de ziekte van Lyme?

Wuijts *et al.* (2014) hebben een overzicht gemaakt van bestaande kennis over risico's en kansen voor de volksgezondheid in Nederland als gevolg van klimaatverandering en van kennislacunes op dit gebied. Tijdens een workshop met experts in 2014 is geconstateerd dat de onderzoeksvragen uit het ZonMw/Kennis voor Klimaat-programmavoorstel Klimaat en Gezondheid (Huynen & van Vliet, 2009) nog steeds actueel zijn. Het ontbreken van financiering, als gevolg van andere prioriteiten, wordt als belangrijkste reden genoemd voor het niet uitvoeren van dit programmavoorstel (Wuijts *et al,* 2014).

Nadat KvK is afgerond, is er niet meer een soortgelijk onderzoeksprogramma opgezet of uitgevoerd, maar zijn klimaatonderzoeken meer ad hoc uitgevoerd. In opdracht van het Nationale klimaatadaptatiestrategie (NAS) team heeft TNO in 2018 een voorzet ontwikkeld voor de programmering en het actueel houden van de kennisbasis (op korte termijn) (TNO, 2018). De kennislacunes die TNO gedefinieerd heeft op het gebied van gezondheid zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2 Kennislacunes (TNO, 2018)

Kennislacunes betreft de gevolgen en risico's die daadwerkelijk optreden
- Effecten van klimaatverandering op de volksgezondheid - Mortaliteit en gezondheidseffecten van hittegolven in stedelijke gebieden - Impact en effectiviteit van groenbeheer - Gezondheidseffecten van gedrag gerelateerd aan klimaatrisico's - Impacts op gezondheid van de interacties tussen de verschillende transities (bijvoorbeeld energie, bouwopgave, mobiliteit) - Aantal extra sterftegevallen door hitte en koude - Monitoring van het UV-klimaat - Kwantificatie van hitte effecten op gezondheidssector - Koppeling van effecten ten gevolge van hittestress aan luchtverontreiniging - Effecten van klimaatverandering op het binnenmilieu, in relatie tot gezondheid
Kennislacunes om te kunnen bepalen wat er in de toekomst aan gevolgen en risico's kan worden verwacht
- Ontwikkeling van ozon over de tijd voor verschillende klimaatscenario's - Infectieziekten scenario's gekoppeld aan verschillende klimaatscenario's - Goede risicoanalyse van dreigingen voor volksgezondheid - Toekomstperspectief creëren; focus verleggen van bedreigingen naar kansen - Onderzoek naar toename van allergieën t.g.v. klimaatverandering - Meer inzicht in onzekerheden en hoe daarmee om te gaan - Huisartsen registraties in relatie tot hitte
Kennislacunes om de gewenste klimaatbestendigheid te kunnen bepalen
- Kennisoverdracht (sectorgebonden ziektes) vanuit zuidelijke landen, dan wel Noord-Afrika (oprichting kenniscentrum) - Effectiviteit publieke gezondheidsinterventies
Overige kennislacunes:
- Focus op domein overlappende aspecten/sectoroverstijgende vraagstukken - Monitoren van de volksgezondheid t.a.v. klimaatverandering - Onderzoek naar cascade effecten bij kwetsbare groepen, maar ook bij werknemers in verschillende beroepen met arbeid buiten.

Uitdagingen

ZonMw en NWO hebben op 10 oktober 2018 een workshop georganiseerd met wetenschappers en beleidsmakers uit verschillende vakgebieden om ideeën uit te wisselen over de aanpak van de oorzaken en gevolgen van klimaatverandering. Samenhangend transdisciplinair wetenschappelijk onderzoek en samenwerking tussen wetenschap, praktijk en samenleving is volgens de deelnemers nodig om verstandig beleid te kunnen voeren. Voor het ontwikkelen van een gezonde leefomgeving en steden is meer inzage nodig in de interacties tussen verschillende activiteiten. Bijvoorbeeld meer groen en water in de stad verlaagt de temperatuur maar kan nieuwe risico's tot gevolg hebben (allergieën, infectieziekten). Het is nodig om (1) de directe en indirecte effecten van klimaatveranderingen op de gezondheid in kaart te brengen en te monitoren; (2) maatregelen te ontwikkelen en evalueren om negatieve gezondheidsgevolgen te beperken; (3) gezondheidsgevolgen van klimaatmitigatie te monitoren en negatieve effecten te beperken. Er is behoefte aan kwantificering van blootstellingsrespons-relaties, onderzoek naar combinatie-effecten, kwetsbare groepen en gedrag (ZonMw, 2018).

In deze kennisagenda kijken we op basis van de bestaande informatie naar welke kennis nog ontbreekt en waar behoefte aan is.

1.2 Aanpak

Voor deze kennisagenda is op drie manieren kennis verzameld: via een quickscan van de literatuur, vragenlijstonderzoek (twee ronden) en interviews met stakeholders.

Aan de hand van de literatuur is een overzicht gemaakt van de bestaande kennis en kennislacunes op gebied van klimaat en gezondheid. Het rapport van Wuijts *et al.* (2014) vormde hierbij het uitgangspunt. Dit is aangevuld met bevindingen uit (internationale) reviewartikelen en Nederlands onderzoek uit de periode 2014-2018. De resulterende kennissynthese is samengevat in hoofdstuk 2.

Daarnaast is een online vragenlijst uitgezet. Deze vragenlijst is in twee ronden afgenomen: In de eerste ronde (december 2018) zijn voornamelijk onderzoekers benaderd. Deze eerste vragenlijst (zie bijlage 1) was gericht op de inventarisatie (open vragen) van bestaande kennisvragen binnen het thema Klimaat en Gezondheid binnen Nederland. Voor elk onderzoeksthema kon de respondent aangeven in hoeverre hij/zij bekend is met het onderwerp, welke kennisvragen volgens hem/haar relevant zijn en welke literatuur mogelijk opgenomen zou moeten worden in de kennissynthese (deze literatuursuggesties zijn meegenomen in de literatuurreview).
De tweede vragenlijst (februari 2019) is uitgezet bij een bredere groep. Naast de mensen die in de eerste ronde zijn aangeschreven, zijn ook experts uit de praktijk (GGD'en, gemeenten, provincies) uitgenodigd om deze tweede vragenlijst in te vullen. Circa 200 mensen hebben een persoonlijke uitnodiging ontvangen voor deze vragenlijst. Daarnaast is de link naar de vragenlijst ook meegestuurd met de NAS nieuwsflits van februari 2019. In deze vragenlijst stond de prioritering van de onderwerpen centraal (zie bijlage 2). Deelnemers zijn onder andere gevraagd om 100 punten te verdelen over de onderstaande criteria, afhankelijk van de mate waarin elk criterium volgens hen mee zou moeten wegen in de prioritering van onderzoeksthema's binnen de kennisagenda Klimaat en Gezondheid. Deze criteria (zie
Tabel 3) zijn gebaseerd op Okello & Chongtrakul (2000), Viergever *et al.* (2010) en Andrews (2013). Vervolgens hebben de deelnemers alle onderzoeksthema's een score gegeven met betrekking tot deze vijf criteria.

Tabel 3 Prioriteringscriteria

Criteria	Beschrijving
Gezondheidseffecten/ ziektelast	Is er sprake van een significante ziektelast of van significant publiek belang (grote of kwetsbare bevolkingsgroepen)?
Relevantie/ wenselijkheid van onderzoek	Komt het onderzoek tegemoet aan de kennisbehoefte binnen Nederland? Zijn er significante kennishiaten (evaluatie geschiktheid/bruikbaarheid van huidige kennisbasis)?
Gebruik onderzoeksresultaten	Is het waarschijnlijk dat de verwachte onderzoeksresultaten/ aanbevelingen het besluitvormingsproces kunnen ondersteunen en/of in de praktijk geïmplementeerd worden?
Bijdrage aan reductie ziektelast	Is het waarschijnlijk dat het onderzoek een bijdrage kan leveren aan het reduceren van het gezondheidsrisico/ziektelast?
Risico uitblijven onderzoek	Zijn er significante onbedoelde risico's verbonden aan het uitblijven van verder onderzoek?

In twaalf diepte-interviews met experts uit de praktijk is gevraagd naar de kennisbehoeften die deze stakeholders hebben, op welke vlakken nog meer onderzoek nodig is en welke aangrenzende expertisevelden van belang zijn (zie bijlage 4 en 5 voor vragen en overzicht geïnterviewden). De interview-uitkomsten zijn meegenomen in hoofdstuk 3 en bijlage 1.

De conceptversie van dit rapport is voorgelegd aan ministeries (VWS en I&W), provincie, gemeenten, Klimaatverbond, LUMC, het Voedingscentrum, Rode Kruis, GGD en inhoudelijke experts van het RIVM met de vraag of ze nog aanvullingen hadden en of ze de conclusies deelden (zie bijlage 6). Het commentaar is in deze eindversie verwerkt.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de kennissynthese. Hierin is per thema op basis van de literatuur de stand van kennis weergegeven. Hoofdstuk 3 gaat in op de kennisvragen die zijn opgehaald uit de eerste

vragenlijst en interviews en de prioritering daarvan door de respondenten van de tweede vragenlijstronde. De aanbevelingen voor de kennisagenda in hoofdstuk 4 zijn gebaseerd op de resultaten beschreven in de eerdere hoofdstukken.

2 Kennissynthese

Onderzocht is in hoeverre de kennislacunes geconstateerd in Wuijts *et al.* 2014 en die uit het ZonMw/KvK-programmavoorstel Klimaat en Gezondheid (Huynen & van Vliet, 2009) nog steeds actueel zijn. Om een afgewogen keuze van klimaatadaptatie en -mitigatie maatregelen te kunnen maken is inzicht nodig in de omvang van de gezondheidsrisico's die samenhangen met klimaatverandering, de mate waarin verschillende factoren hier aan bijdragen en wat de effectiviteit van mogelijke maatregelen is. Voor deze kennissynthese hebben we de stand van kennis beschreven zoals in Wuijts *et al.* 2014, aangevuld met bevindingen uit recente internationale reviews en literatuur aangeleverd door experts (o.a. via het vragenlijstonderzoek). Dit overzicht is geen systematische review maar geeft een beeld wat de recente ontwikkelingen in kennis zijn, wat er bekend is over gezondheidsgevolgen van klimaatveranderingen in Nederland en waar nog openstaande vragen zijn.

De literatuursynthese is opgebouwd rond de volgende vragen:
Wat zijn de effecten van:

- Klimaatverandering op gezondheid, met de thema's: hittestress, blootstelling en ziektelast van vector-, water-, lucht-, en voedsel-overdraagbare infectieziekten, allergieën, luchtkwaliteit, en blootstelling aan UV-straling;
- Klimaatadaptatie op gezondheid, met de thema's: toepassing van (nieuw) groen en water voor de vermindering van hittestress en wateroverlast in relatie tot nieuwe gezondheidsrisico's en gezondheidsbaten. Ook valt gedragsverandering hieronder, inrichting van een gezonde leefomgeving en de Green Deal 2.0 gericht op een gezonde leefomgeving in en rondom ziekenhuizen en verpleeghuizen;
- Klimaatmitigatie op gezondheid, met de thema's: luchtkwaliteit (door vermindering luchtemissies) en binnenmilieu (door verbeterde isolatie). Hierbij geven we specifieke aandacht aan de bijdrage van de Nederlandse zorgsector en voedselproductie (inclusief voedselbeschikbaarheid) aan klimaatverandering.

Internationale rapporten
De afgelopen jaren zijn er internationaal een aantal belangrijke rapporten verschenen. De Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) publiceerde in 2014 de bijdrage van werkgroep II 'Impacts, adaptation and vulnerability' aan het Fifth Assessment report, met daarin een heel hoofdstuk over de gezondheidseffecten van klimaatverandering (Smith *et al.* 2014). Hierin concludeert de IPCC dat klimaatverandering zowel direct als indirect de gezondheid beïnvloedt (very high confidence) en dat klimaatverandering bestaande gezondheidsrisico's in de toekomst zal verergeren. Er wordt gewezen op de bestaande kennislacunes met betrekking tot de gezondheidseffecten van klimaatverandering, de evaluatie van de gezondheidsimplicaties van adaptatiemaatregelen (op nationaal en lokaal niveau), en de positieve neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid (health-co-benefits) (Smith *et al.* 2014).

In het IPCC Fifth Assessment Report (AR5) zijn de bevindingen gebaseerd op een nieuwe reeks scenario's, de zogenaamde Representative Concentration Pathways (RCP's) (van Vuuren *et al.* 2011). Deze scenario's zijn ontwikkeld om representatief te zijn voor mogelijke toekomstige emissies en concentratiescenario's gepubliceerd in de huidige literatuur. Elke dataset is gebaseerd op historische informatie en een reeks plausibele aannames over toekomstige economische ontwikkelingen, energiebronnen, bevolkingsgroei en andere socio-economische factoren. De vier RCP's bestrijken een reeks emissiescenario's met en zonder klimaatmitigatiebeleid (van Vuuren *et al.* 2011). Het KNMI heeft de onderzoeksresultaten voor het wereldwijde klimaat uit het IPCC Fifth Assessment Report (AR5) vertaald naar Nederland. Dit resulteerde in de KNMI'14-klimaatscenario's[2]. Deze zijn gebaseerd op de waargenomen klimaatverandering en op recente berekeningen met wereldwijde klimaatmodellen voor het IPCC, aangevuld met berekeningen met het klimaatmodel voor Europa van het KNMI (KNMI, 2015).

In 2015 publiceerde de UCL-Lancet Commission on Health and Climate Change een invloedrijk rapport met de titel 'Health and climate change: policy responses to protect public health' (Watts *et al*. 2015). Dit rapport herbevestigde de toenemende zorg met betrekking tot de gezondheidsgevolgen van

[2] http://www.klimaatscenarios.nl/scenarios_samengevat/index.html

klimaatverandering door te stellen dat de verwachte toekomstige klimaatverandering een onacceptabel hoog gezondheidsrisico vormt. Volgens de meest recente publicatie 'Lancet Countdown on health and climate change' vormt klimaatverandering de grootste uitdaging voor de volksgezondheid in de 21e eeuw (Watts *et al*. 2018).

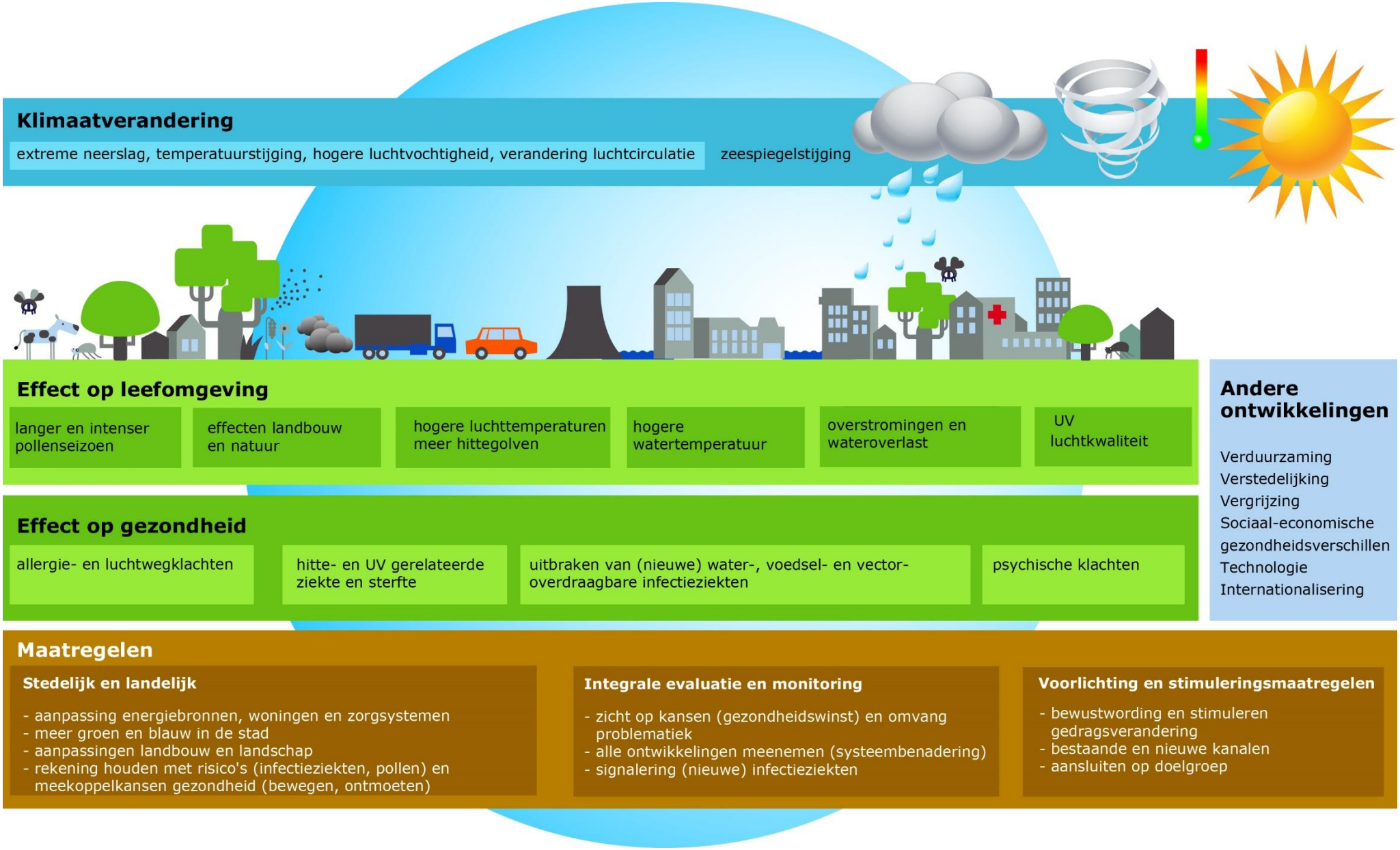
De Wereld Gezondheidsorganisatie (World Health Organization, WHO) onderkent dat klimaatverandering een van de grootste gezondheidsrisico's van de 21e eeuw is. In een verklaring over dit onderwerp uit 2015, stelt de WHO het volgende: *'Climate change is the defining issue for the 21st century'*.[3] In dezelfde verklaring schrijft de WHO dat de diepgaande consequenties voor de gezondheid nog steeds niet voldoende aandacht krijgen in huidige klimaatdebatten. Ook roept de organisatie landen op om de gezondheid te beschermen tegen de effecten van klimaatverandering. In 2014 schatte de WHO dat klimaatverandering verantwoordelijk zal zijn voor circa 250.000 extra doden per jaar door malaria, diarree, hittestress en ondervoeding tussen 2030 en 2050 (WHO, 2014). Dit cijfer is mogelijk een onderschatting omdat andere belangrijke gezondheidsgevolgen niet in deze berekening zijn meegenomen, zoals gevolgen van economische schade, extreme hittegolven, rivieroverstromingen, watergebrek, of conflicten. In een recent rapport voor de UNFCC COP24 meeting roept de WHO op om de gezondheidsrisico's van klimaatverandering middels klimaatadaptatie en klimaatmitigatie te reduceren (WHO, 2018).

Op basis van deze internationale rapporten zal naar verwachting klimaatverandering wereldwijd leiden tot veranderingen in de geografische spreiding en ziektelast van klimaat-gevoelige gezondheidseindpunten. Als geen extra maatregelen genomen worden zal binnen 10-20 jaar (afhankelijk van de regio) de morbiditeit en mortaliteit toenemen van onder andere hitte-gerelateerde aandoeningen, aandoeningen gerelateerd aan slechte luchtkwaliteit, ondervoeding en vectorgebonden ziekten. Ook wordt een afname van arbeidsproductiviteit verwacht, vooral in gebieden met een lage breedtegraad (Haines & Ebi, 2019). Kwetsbare groepen en gebieden worden verschillend beïnvloed met naar verwachting een toename in armoede en ongelijkheden en klimaatvluchtelingen (Haines & Ebi, 2019). De vraag is in welke mate deze veranderingen op (zullen gaan) treden in Nederland en waar lacunes in kennis zijn.

Ontwikkelingen van invloed op de volksgezondheid
Onze gezondheid wordt beïnvloed door leefstijl, zoals roken en bewegen, maar ook door hoe de omgeving waarin we wonen, werken en leren er uit ziet. Toekomstige ontwikkelingen die van invloed kunnen zijn op onze volksgezondheid zijn, naast klimaatverandering, onder andere vergrijzing, sociaal-economische status, andere inrichting van steden, technologische ontwikkelingen en verdergaande globalisering (Staatsen *et al.* 2017b; RIVM, 2018a). Klimaatverandering is één van de vele factoren die invloed heeft op de mate waarin bijvoorbeeld infectieziekten voorkomen, maar onduidelijk is hoe die factoren zich tot elkaar verhouden (Wuijts *et al.* 2014). Figuur 2 geeft een vereenvoudigd beeld van de gevolgen van klimaatverandering en de invloed van andere ontwikkelingen op de leefomgeving en gezondheid. Het is een vereenvoudigde weergave omdat niet alle dwarsverbanden en terugkoppelingen tussen de verschillende onderdelen zijn weergegeven. Zo kunnen maatregelen om de oorzaken en gevolgen van klimaatverandering aan te pakken voordelen (meer bewegen, ontmoeten) maar ook nadelen voor de gezondheid (risico infectieziekten, allergie) opleveren. Als maatregelen niet bij iedereen in gelijke mate terecht komen kan dit leiden tot gezondheidsverschillen.

Belangrijke transities zoals de verduurzaming van de landbouw en de zorgsector, de energietransitie en circulaire economie (sluiten van kringlopen om uitputting van grondstoffen te voorkomen) zijn nodig om de oorzaken van klimaatverandering aan te pakken. Autonome ontwikkelingen zoals vergrijzing en verstedelijking bepalen mede of en in welke mate gezondheidseffecten optreden. Gedrag en keuze van burgers is van invloed op de mate van klimaatverandering (keuze vervoerswijze, voeding, energiegebruik), maar ook op blootstelling (recreatie, zongedrag) en dus effecten. Een succesvolle aanpak van klimaatproblemen vraagt om gedragsverandering bij actoren zoals bedrijfsleven, boeren, zorgprofessionals, en overheden. In de volgende paragrafen beschrijven we de gevolgen van klimaatveranderingen voor Nederland en de effecten van maatregelen in meer detail.

[3] https://www.who.int/mediacentre/news/statements/2015/climate-change/en/



Figuur 2 Klimaatverandering, effecten op leefomgeving en gezondheid (aangepast naar Wuijts *et al. 2014).*

2.1 Temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten

Er is wereldwijd een toename van het aantal hitteperioden tussen 1973 en 2012 geobserveerd (Mishra *et al.* 2015). Klimaatverandering zal leiden tot een toename van de frequentie, duur en intensiteit van hittegolven (IPCC, 2014; Fischer & Knutti, 2015). Hittegolven zullen vaker voorkomen en langer aanhouden volgens voorspellingen van het KNMI. Daar staat tegenover dat het aantal en de duur van extreme koude periodes zal afnemen. Door vergrijzing zal het aantal mensen dat gevoelig is voor hitte en kou juist weer toenemen.

Klimaatverandering kan invloed hebben op temperatuur-gerelateerde ziekte en sterfte. Bijvoorbeeld tijdens extreem hoge temperaturen en (langdurige) hittegolven. Ouderen en chronisch zieken (met luchtweg- en longaandoeningen, aandoeningen van hart en bloedvaten) vormen belangrijke risicogroepen (Wuijts *et al.* 2014). Het stedelijk hitte-eilandeffect versterkt hittestress. Er vindt in de stad meer absorptie van zonlicht plaats door aanwezige donkere materialen zoals woningen en asfalt. Tegelijkertijd is er minder warmteverlies door de lagere verdamping en windsnelheden. Bovendien komt in stedelijk gebied ook meer warmte vrij door menselijke activiteiten zoals verwarming, gemotoriseerd vervoer en airconditioning. Hierdoor is de temperatuur in een stedelijk gebied (vooral 's nachts) gemiddeld hoger dan in het omliggende landelijk gebied. De gevoelstemperatuur in steden ligt ook hoger omdat vooral de windsnelheid lager ligt en je minder afkoelt hierdoor. Onderzoek in Rotterdam concludeerde bijvoorbeeld dat op bepaalde locaties in de stad (Centrum en Zuid) het temperatuurverschil met het buitengebied soms oploopt tot 8°C in de nacht na windstille, heldere dagen met een maximumtemperatuur boven 30°C. Deze maximale verschillen zijn vergelijkbaar met die van andere grote Europese steden (Hove *et al.* 2011; Hove *et al.* 2015). Daarnaast moet ook rekening gehouden worden met de interactie tussen hitte en luchtkwaliteit. De weersomstandigheden rondom een hittegolf zijn vaak bijzonder gunstig voor de vorming van zomersmog en deze verhoogde concentraties luchtverontreiniging spelen waarschijnlijk ook een rol bij het waargenomen gezondheidseffect van hitte (Filleul *et al*. 2006). De Nationale Adaptatiestrategie[1] heeft de toename in hittestress bij mensen door extreem weer geïdentificeerd als een van de zes 'urgent aan te pakken klimaateffecten'; hieronder vallen onder andere meer zieken, ziekenhuisopnamen, sterfgevallen en verminderde arbeidsprestatie/toename arbeidsverzuim.

Effecten van hitte op sterfte
Perioden van aanhoudende hitte gaan vaak gepaard met een geobserveerde toename in sterfte. Een studie van Baccini *et al*. (2013) concludeerde dat hoge temperatuur verantwoordelijk was voor extra sterfte in 14 Europese steden. Een Nederlandse hittegolf wordt gedefinieerd als een periode waarin in De Bilt minimaal vijf zomerse dagen (maximumtemperatuur 25 graden of hoger) worden gemeten, waarvan er minimaal drie tropisch (maximumtemperatuur 30 graden of hoger) zijn. In Nederland resulteerden de extreem hoge temperaturen tijdens de hittegolven in de periode 1979-1997 in gemiddeld 40 extra sterfgevallen per hittegolfdag (Huynen *et al*. 2001). Dit is een oversterfte van ongeveer 13%. Een vergelijkbare oversterfte werd in Nederland geobserveerd tijdens de extreme hitte in augustus 2003; ongeveer 400 tot 500 extra sterfgevallen in een periode van twee weken (Garssen *et al*. 2005). Tijdens de twee hittegolven in 2006 overleden er ongeveer 400 meer mensen per week dan in een gemiddelde week in de zomerperiode (zie
Tabel 4). In totaal overleden naar schatting 1.000 meer mensen in juli 2006 dan in een gemiddelde julimaand (CBS 2006; CBS 2018). In 2010, tijdens een periode van aanhoudende warmte (waaronder twaalfdaagse hittegolf) overleden naar schatting 660 mensen meer dan normaal (CBS, 2011). Tijdens de landelijke hittegolven in 2018 (zie
Tabel 4) overleden ongeveer 100 personen per week meer dan in een gemiddelde week in de zomerperiode. Hoewel er meer mensen zijn overleden, was deze hittegolf 'minder dodelijk' dan in 2006. Het is niet duidelijk waarom de extra hittesterfte tijdens de hittegolven in 2018 lager was dan tijdens die in 2006 (CBS, 2018). Er is tegenwoordig meer voorlichting en bewustwording van wat te doen bij een hittegolf (o.a. via Nationaal Hitteplan). Maar waarschijnlijk speelt de hogere sterfte in het voorjaar van 2018 tijdens een lange koude periode met griep (waarin veel personen voortijdig zijn overleden) een rol. Begin 2006 was er geen sprake van een dergelijke piek in sterfte in de maanden voorafgaand aan de hittegolf. Een voorafgaande sterftepiek door koude/griep heeft dus mogelijk invloed op de extra sterfte tijdens hittegolven. Daarnaast wordt bij de rapportage van landelijke cijfers geen rekening gehouden met landelijke verschillen in temperatuur (CBS, 2018).

Tabel 4 Vergelijking extra sterfte tijdens hittegolven in 2006 en 2018 (CBS, 2018)

Jaar	**Hittegolven**	**Extra sterfte***	**Sterfte piek in maanden voorafgaand aan hittegolf**	**Hitteplan actief**
2006	Twee hittegolven: van 30 juni tot en met 6 juli (7 dagen) en van 15 tot en met 30 juli (16 dagen)	400 extra overledenen per week (vooral onder personen van 65 jaar en ouder)	Nee	Nee, Nationaal Hitteplan pas in 2007 opgesteld.
2018	Twee hittegolven: van 15 juli tot en met 27 juli en van 29 juli tot en met dinsdag 7 augustus.	100 extra overleden per week, vooral onder personen van 80 jaar en ouder	Ja, sterftepiek in voorjaar 2018 tijdens een lange koude periode met griep	Ja

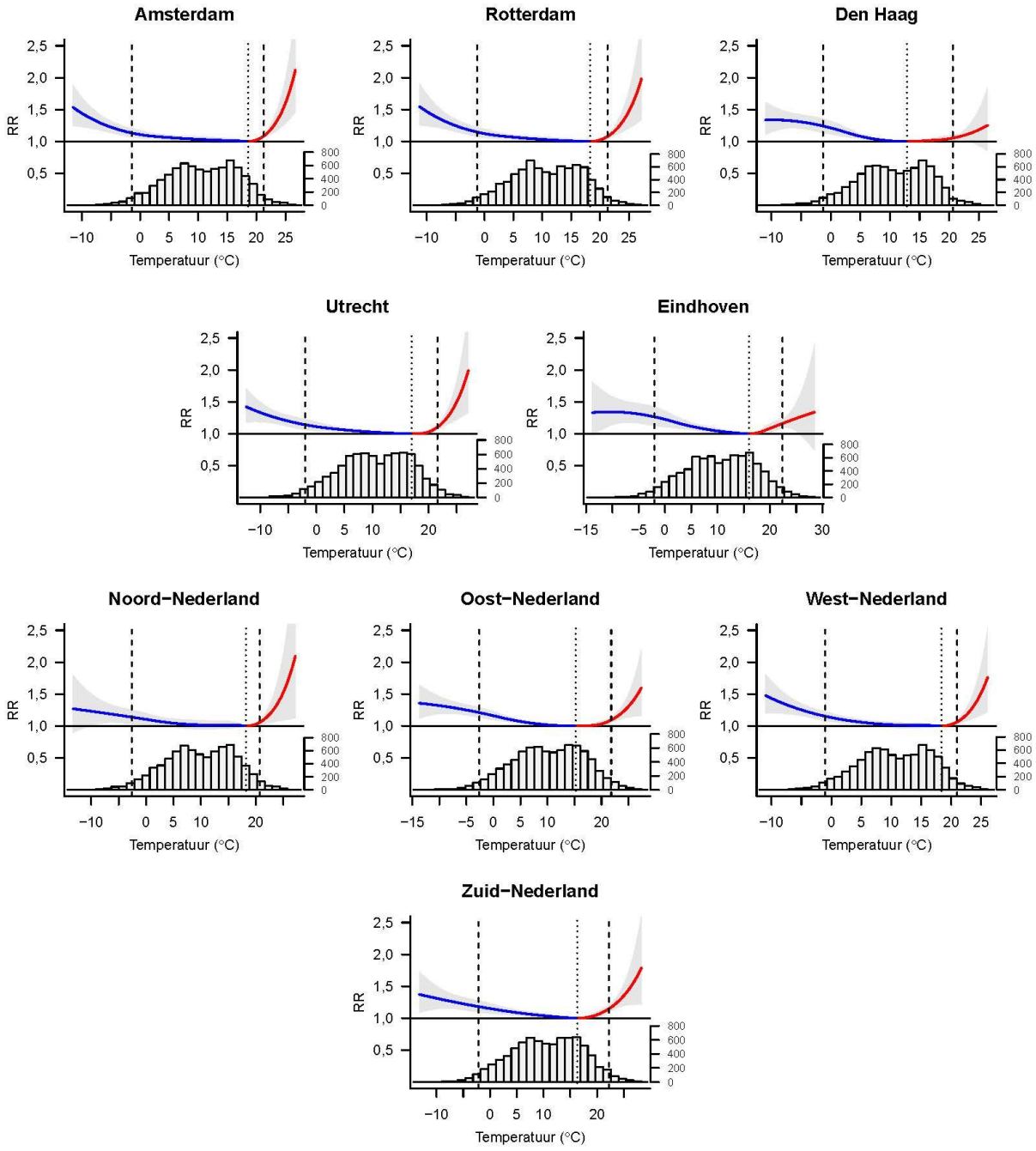
* Ten opzichte van gemiddelde ‘15/’16’17.

Er zijn een aantal Nederlandse studies gedaan naar de dosis-response relaties tussen sterfte en temperatuur (Kunst *et al.* 1993; Huynen *et al.* 2001). Recent is de relatie tussen temperatuur en sterfte onderzocht voor de periode 1995-2016, met behulp van de methode van Gasparrini *et al.* (2015) (*Figuur 3*). Het sterfterisico onder invloed van temperatuur v erloopt via een U-vorm: vanaf een optimum rond 16 à 17 °C neemt het sterfterisico toe bij afnemende respectievelijk oplopende temperaturen. Bij extreem hoge temperaturen neemt het attributieve sterfterisico in Nederland (meestal) sterk toe. Ook is er sprake van aanzienlijke regionale en stedelijke verschillen (Figuur 3). De bulk van de sterfte vindt plaats bij gematigde temperaturen. Hoewel extreme koudere temperaturen geen sterke stijging in sterfterisico laten zien, is toch het grootste deel van de sterfte in dit model te wijten aan sub-optimale temperatuur (relatief veel dagen per jaar onder optimum temperatuur). Verdere analyse is nodig van de bijdrage van bijvoorbeeld luchtverontreiniging of griepepisodes.

Slechts een klein deel van de totale sterfte tijdens hittegolven is het gevolg van een hitteberoerte, het merendeel is toe te schrijven aan cardiovasculaire en respiratoire ziekten (Forsberg *et al*. 2012). De extra sterfte tijdens hittegolven bestaat deels uit personen bij wie het tijdstip van overlijden door de hitte ‘slechts’ een aantal dagen, weken of maanden is vervroegd (het zogenaamde ‘oogsteffect’). De schattingen met betrekking tot de omvang van dit effect lopen echter zeer uiteen. In Frankrijk is geen duidelijk oogsteffect waargenomen na de hittegolf van 2003 (Le Tertre *et al*. 2006). Met betrekking tot de interactie met luchtkwaliteit is uit Nederlands onderzoek gebleken dat dat verhoogde concentraties luchtverontreiniging mogelijk verantwoordelijk was voor circa 25 tot 40% van de waargenomen oversterfte in de zeer warme zomer van 2003 (Fischer *et al*. 2004).

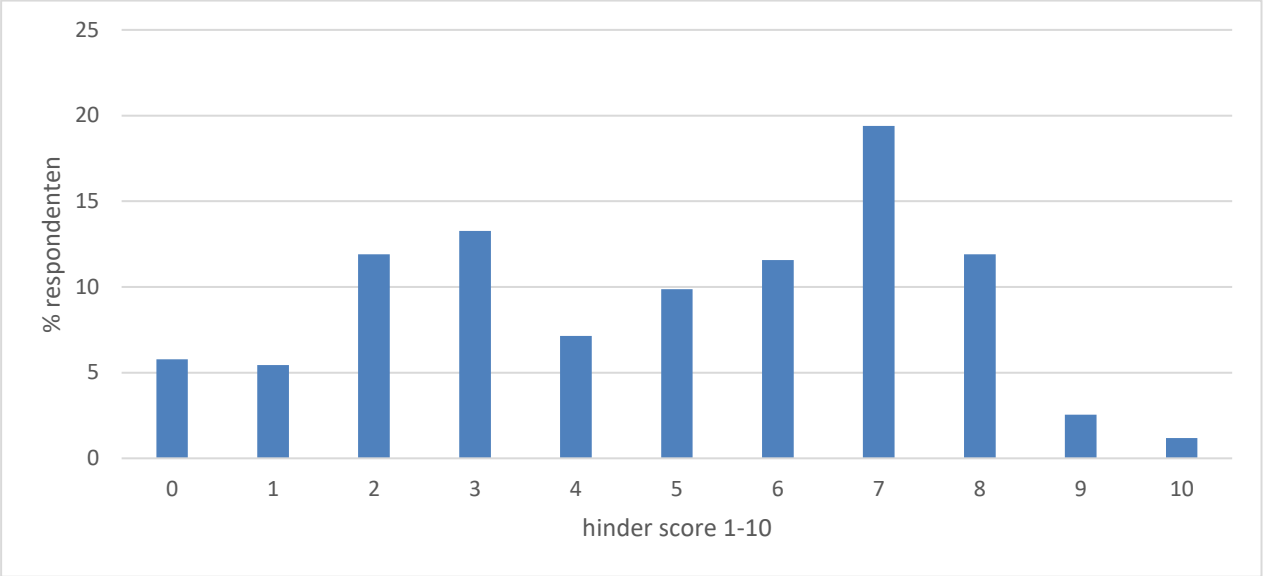
Effecten van hitte op ziekten en aandoeningen

Er is minder bekend over de effecten van temperatuur en hitte op ziekte (Wuijts *et al.* 2014; van Loenhout, 2018), maar een toename in (spoedeisende) ziekenhuisopnamen tijdens hitte is bijvoorbeeld waargenomen in de Verenigde Staten (Guirguis *et al*. 2014; Ogbomo *et al.* 2017; Davis & Novicoff, 2018), Australië (Wilson *et al.* 2013; Williams *et al.* 2012) en Europa (Michelozzi *et al*. 2009). Ouderen vormen hierbij een risicogroep: er is een toename van ziekenhuisopnames tijdens hitte van ouderen gezien voor respiratoire aandoeningen (COPD), nierfalen en dehydratie (Semenza *et al*. 1999; Kovats *et al*. 2004). In Nederland is er nog weinig onderzoek beschikbaar naar de effecten van hitte op ziektelast. Van Loenhout *et al.* (2018) vonden in de periode 2002-2007 een toename in het aantal spoedeisende ziekenhuisopnames voor luchtwegaandoeningen en ‘mogelijke hitte-gerelateerde aandoeningen’ voor temperaturen boven 21˚C. In meerdere studies (bijvoorbeeld Arbuthnott & Hajat, 2017; Wilson *et al.* 2013; Michelozzi *et al*. 2009) wordt er geen (significante) toename gezien in (spoedeisende) ziekenhuisopname voor hart- en vaataandoeningen. Mogelijk wordt de gelijktijdige afname in (spoedeisende) ziekenhuisopnames en toename in sterfte aan hart- en vaataandoeningen verklaard doordat deze patiënten tijdens hitte sneller achteruit gaan en sneller sterven (Wilson, 2013; Arbuthnott & Hajat, 2017). In de Nederlandse studie door van Loenhout *et al.* (2018) werd ook geen toename in spoedeisende ziekenhuis opnames voor deze oorzaak waargenomen.



Figuur 3 Attributieve sterftefracties voor een aantal regio's en steden in Nederland (RIVM: Ameling en Houthuijs, 2019 niet gepubliceerd). De berekeningen zijn uitgevoerd cf de methode van Gasparrini et al (2015). Voor de analyse zijn de ruim 3 miljoen sterfgevallen in Nederland in de periode 1995-2016 meegenomen. Daarbij zijn de steden (ca. 450.000 sterfgevallen) zowel apart als binnen de betreffende NUTS1-gebieden meegenomen. De stippellijn in de grafieken geeft aan bij welke temperatuur de sterfte het laagst was. De twee streepjeslijnen geven het 2,5 en 97,5 percentiel weer van de temperatuurverdeling.

Uit een vragenlijst onder de Limburgse bevolking (uitgevoerd in september 2013) blijkt dat bijna de helft van de 588 deelnemers hinder heeft ervaren van de extreme hitte tijdens de twee hittegolven in de zomer van 2013 (21-27 juli en 1-5 augustus, *Figuur 4:* scores 6-10). Ongeveer 15% van de deelnemers had zelfs last van ernstige hinder van de hoge temperaturen *(Figuur 4;* scores 8-10). Deelnemers aan dit onderzoek rapporteerden ook klachten zoals 'slapen/slaapverstoring', 'vermoeidheid' en 'uitputting'.



Figuur 1 Ervaren hinder tijdens de hittegolven 2013 in Limburg (N=588; algemene bevolking via Flycatcher panel).(Huynen, niet gepubliceerde data). Schaal 1-10 waarbij 1 betekent 'helemaal niet hinderlijk' en 10 betekent 'heel erg hinderlijk).

Klimaatverandering heeft naar verwachting invloed op temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten (Wuijts *et al.* 2014, IPCC, 2014); de meeste studies verkennen echter vooral de effecten van klimaatveranderingen op toekomstige sterfte. In een recente internationale studie (Gasparrini *et al.* 2017) werden lokale dosis-response relaties (gebaseerd op dagelijkse tijdseries van gemiddelde temperatuur en sterfte) gecombineerd met toekomstige klimaatscenario's voor 2100 (RCP's) voor 451 locaties in 23 landen in negen wereldregio's. Wereldwijd werd een toename in hitte-gerelateerde (boven drempelwaarde temperatuur) sterfte waargenomen, vooral in RCP8.5 (hoogste klimaatemissie-scenario). Volgens de resultaten voor Noord-Europa wordt deze toekomstige toename in hitte-gerelateerde sterfte weer grotendeels gecompenseerd door een afname in koude-gerelateerde sterfte. Deze studie is echter gebaseerd op de aanname dat er geen veranderingen in populatie of adaptatie plaatsvinden. De literatuur is niet eenduidig voor zover het koude-gerelateerde sterfte betreft. Tot nu toe werd verondersteld dat door zachtere winters de koude sterfte afneemt en dat deze afname de toename van de zomersterfte overtreft. Recente studies (Staddon *et al*. 2014; Huang & Barnett, 2014) stellen echter dat bewoners van gebieden met zachtere winters juist gevoeliger kunnen zijn voor kou (als gevolg van een mindere sociaaleconomische, culturele en fysiologische aanpassing). In combinatie met toekomstige vergrijzing zal de koude-gerelateerde sterfte mogelijk toenemen (Wuijts *et al.* 2014).

Een Nederlandse studie van Huynen *et al.* (2015) verkende toekomstige veranderingen in hitte-gerelateerde sterfte (gemiddelde temperatuur boven optimum) en koude-gerelateerde (gemiddelde temperatuur onder optimum) sterfte in 2050 (ten opzichte van 1981–2010). Naast toekomstige veranderingen in temperatuur (KNMI'14 scenario) worden ook drie verschillende adaptatie-scenario's in de modelberekeningen meegenomen. De resultaten laten zien dat zonder adaptatie, de afname in de *population attributable fractions* (PAF) voor koude-sterfte hoger is dan de toename in de PAF voor hitte-sterfte. Onder bepaalde adaptatie-scenario's hoeft dit echter niet het geval hoeft te zijn; als door adaptatie zowel de optimum temperatuur opschuift als de gevoeligheid voor temperatuur verandert (toename gevoeligheid voor koude, afname gevoeligheid voor hitte) zou de netto temperatuur-gerelateerde sterfte kunnen toenemen. Door de toenemende sterftetrend zal het totale aantal temperatuur-gerelateerde sterfgevallen stijgen onder alle mogelijke combinaties klimaat- en adaptatie-scenario's.

Hitte kan mogelijk ook van invloed zijn op veranderingen in arbeidsproductie en mogelijk ziekteverzuim. Bij binnentemperaturen hoger dan 25°C, neemt de arbeidsproductiviteit af (Hübler *et al.* 2007). Hoogvliet *et al.* (2012) berekenden dat de kosten van afname van de arbeidsproductiviteit konden variëren tussen 0 en 391 mln. euro/jaar omstreeks 2050, afhankelijk van de mate van

klimaatverandering. Niet beschreven is hoe de buitentemperatuur vertaald is naar de binnentemperatuur en hoe het effect van koeling hierin is meegenomen. De Arbo Unie meldde dat het ziekteverzuim tijdens de hittegolven in 2006 7,5 procent hoger lag dan normaal.[4] Een recente studie door Kjellstrom *et al.* (2017) concludeert dat de afname in arbeidsproductiviteit onder verschillende klimaatscenario's lager zal zijn in Noord Europa dan in Zuid Europa. Ook kunnen er tijdens hittegolven extra gezondheidsrisico's optreden tijdens grote evenementen in de buitenruimte[1].

Maatregelen tegen hittestress
Mogelijke maatregelen tegen hittestress zijn onder andere hitteplannen (inclusief voorlichting), het koeler maken van gebouwen (bijvoorbeeld zonwering, dakisolatie, warmte-koudeopslag en de aanschaf van ventilatoren of airconditioner) en het tegengaan van het hitte-eiland effect (via aanleg van groen en waterpartijen, en een stratenplan waarbij de wind zich vrij door de stad kan verspreiden). Gemeentes kunnen ook plekken aanwijzen waar mensen koelte kunnen vinden tijdens een hittegolf. In het nationale programma Maak Ruimte voor Klimaat is er aandacht besteed aan klimaatbestendige steden en het reduceren van het hitte-eiland effect. Ook in het Delta-programma Ruimtelijke Adaptatie en de Nationale Adaptatie Strategie wordt hier aandacht aan besteed. Er is nog onvoldoende kennis over de mate waarin bepaalde ruimtelijke aanpassingen het hitte-eiland effect reduceert en welke gezondheidswinst hiermee gepaard gaat.

Gemeentes kunnen hittekaarten van de stedelijke omgeving maken en daarbij factoren meenemen die van invloed zijn op de effecten van hitte. Bijvoorbeeld in Rotterdam is naast hitte ook informatie over de kwaliteit (bouwjaar) van de woning, nabijheid van groen en de kwetsbaarheid van de bewoners (zoals eenzaamheid) in kaart gebracht. Wanneer de kaarten over elkaar heen worden gelegd, heeft men een beeld van waar het eerste moet worden ingegrepen. Maar er is nog niet gekeken naar de ruimtelijke verdeling van de sterftecijfers bij hitte op de locatie zelf.

Ook gedrag van de bevolking speelt een rol bij het reduceren van hittestress. Tijdens warme dagen is het van belang voldoende te drinken. Daarnaast is het van belang voor voldoende verkoeling te zorgen door goed te ventileren en beschikbare verkoelende voorzieningen adequaat te gebruiken. Thuiszorg en mantelzorg zijn vaak betrokken bij ouderen en mensen met een chronische aandoening. Zij kunnen tijdens een warme periode erop toezien dat deze maatregelen worden getroffen. Echter nu mensen langer thuis blijven wonen, kan de zorginfrastructuur mogelijk tekortschieten. Daarom zijn er initiatieven om verbinding te zoeken met andere thema's rondom kwetsbare ouderen. Bijvoorbeeld in samenwerking met programma's van het ministerie VWS, zoals 'Een tegen eenzaamheid' en 'Langer Thuis'. Bij evenementen tijdens warm weer kan de gemeente in de vergunning voorwaarden stellen aan de beschikbaarheid van voldoende drinkwater en verkoeling.

Het Nationaal Hitteplan (Hagens & van Bruggen, 2015) is opgesteld om organisaties tijdig te attenderen dat er aanhoudend warm weer voorspeld is, zodat er maatregelen genomen kunnen worden om ziekte en sterfte tijdens hitte (waar mogelijk) te voorkomen. Het Nationaal Hitteplan geeft aan welke verantwoordelijkheden verschillende organisaties hebben tijdens een periode van aanhoudende hitte. Naast het Nationaal Hitteplan is er sinds 2019 een Handreiking Lokaal Hitteplan[5]. Doel van deze handreiking is om lokale partijen, zoals overheids- en maatschappelijke organisaties te ondersteunen bij het opstellen van een hitteplan met daarin lokale afspraken over verantwoordelijkheden en maatregelen bij perioden van hitte. De effectiviteit van maatregelen genomen in het kader van hitteplannen zijn nog niet onderzocht.

2.2 Allergieën

Klimaatverandering heeft op allerlei manieren een negatieve invloed op allergische aandoeningen die veroorzaakt worden door veranderingen in blootstelling aan allergenen geproduceerd door planten en insecten zowel buitenshuis en binnenshuis en door verandering in de gevoeligheid van patiënten voor deze allergenen (Lake, *et al.* 2017; Barnes 2018). Naast de directe gezondheidseffecten van allergie kunnen allergische klachten leiden tot een slechtere nachtrust, concentratieproblemen en slechter functioneren. Hierdoor is er sprake van meer ziekteverzuim, arbeidsverlies en meer medicatie/huisartsenbezoeken.

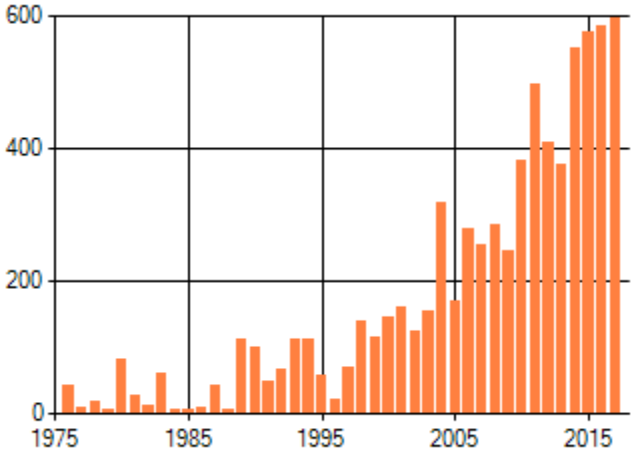
[4] https://www.nu.nl/economie/788152/werknemers-vaker-ziek-door-warmte.html
[5] https://ruimtelijkeadaptatie.nl/actueel/actueel/nieuws/2019/lokaal-hitteplan/

Langer pollenseizoen

Ongeveer 15-20% van de Nederlandse bevolking heeft allergische rhinitis (hooikoorts) die in veel gevallen veroorzaakt wordt door pollen (de Weger, 2008). Stijging van temperatuur vervroegt de start van het pollenseizoen. Sinds de temperatuurstijging vanaf 1988 in Nederland is van veel planten vastgesteld dat ze in warme jaren eerder in bloei komen. Uit de pollentellingen van onder andere het LUMC blijkt dat pollen van hazelaar, els, berk, gras en bijvoet in warme jaren eerder geteld worden. Bij een warm begin van het jaar komen planten meer gespreid in bloei (Mehdipoor *et al*. 2018). Dit betekent dat pollen over een langere periode worden afgegeven. Hogere temperaturen in het najaar en in de winter zorgen er voor dat planten langer door kunnen bloeien of opnieuw in bloei kunnen komen. De afgelopen jaren werden tijdens de door FLORON georganiseerde Plantenjacht in de laatste week van het jaar honderden plantensoorten in bloei gezien. Vooral de jaren met lange periodes waarin de vorst uitbleef zorgde voor veel soorten die midden in de winter tot bloei kwamen.

Nieuwe pollen die allergie veroorzaken

Door de steeds hogere gemiddelde temperaturen breiden warmte minnende zuidelijke plantensoorten zich in Nederland uit, vaak met hulp van de mens. Zo voelen verschillende planten die bekend staan om hun allergene pollen, zoals klein glaskruid, alsemambrosia, cipres en olijfbomen, zich steeds beter thuis in Nederland. Het aantal waarnemingen van klein glaskruid neemt duidelijk toe met inmiddels ook waarnemingen in het noorden van het land[6] (zie Figuur 5). Klein glaskruid bloeit van mei tot en met oktober. De grootste gevolgen voor hooikoortspatiënten is te verwachten van de opkomst van alsemambrosia. Alsemambrosia wordt sinds het begin van de eeuw steeds vaker en in grotere aantallen in ons land aangetroffen en duikt in nieuwe gebieden op. De plant wordt vooral in stedelijke gebieden herhaaldelijk aangetroffen (Beringen *et al.* 2018). De NVWA heeft in de afgelopen jaren maatregelen genomen om de onopzettelijke introductie van ambrosia in Nederland via zaadmengsels verontreinigd met ambrosia tegen te gaan. Daarnaast hebben ze samen met diverse organisaties een publiekscampagne georganiseerd om ambrosia te verwijderen. Mogelijk dat deze inspanningen ervoor gezorgd hebben dat het aantal waarnemingen zich de afgelopen jaren stabiliseert. Lake *et al.* (2017) laten zien dat het klimaat in Europa en in Nederland de komende jaren steeds geschikter gaat worden voor alsemambrosia en dat rond de 20% van de mensen in Nederland gesensibiliseerd is voor alsemambrosiapollen. Ze berekenen daarnaast dat de pollenconcentraties in augustus, september en oktober flink kunnen gaan oplopen. Het zijn niet alleen de pollen die in Nederland geproduceerd worden maar ook in de ons omringende landen. Pollen kunnen over een afstand van honderden kilometers getransporteerd worden. Zelfs pollen uit de Oekraïne bereiken Nederland. De verwachte toename in het aantal Ambrosiaplanten in ons omringende landen zal daarmee ook in Nederland de pollen productie doen toenemen.



Figuur 2 Trend in de waarnemingen van de hooikoortsplant klein glaskruid in Nederland (NEM (CBS & FLORON) 2017)

[6] Zie verspreiding klein glaskruid: https://www.verspreidingsatlas.nl/0919#

Toename allergeniciteit pollen en pollenproductie
Naast een verandering in start en duur van het pollenseizoen zal ook de allergeniciteit van pollen waarschijnlijk gaan toenemen. Bij alsemambrosia en berk is vastgesteld dat ze meer allergenen produceren als ze blootgesteld zijn aan een hogere CO_2 concentratie of stresssituaties zoals droogte of luchtverontreiniging zoals ozon (Bryce *et al*. 2009; El Kelish *et al*. 2014; Barnes, 2018). De omstandigheden voor ozonproductie in de atmosfeer zullen bij stijgende temperaturen steeds gunstiger worden (zie paragraaf 2.6). Bij een slechtere luchtkwaliteit zijn hooikoortspatiënten ook gevoeliger voor blootstelling aan allergenen.

Niet alleen de allergeniciteit van pollen maar ook de productie van biomassa en daarmee de productie van pollen stijgt bij hogere temperaturen (Ziska, 2000).

Allergie van spinachtige en insecten
Naast planten kunnen ook spinachtigen en insecten allergische klachten veroorzaken. De huisstofmijt is in dit kader berucht. Klimaatverandering gaat naar verwachting in Nederland gepaard met zachtere en nattere winters; dit kan de vochtigheid in woningen doen toenemen, zodat de huisstofmijt meer kansen krijgt (Huynen *et al*. 2008, zie ook paragraaf 2.9.2). Hoe een betere isolatie van woningen invloed gaat hebben op de populatie huisstofmijt in huizen is onbekend. Stijgende temperaturen en veranderende neerslagpatronen beïnvloeden de populatiegrootte van insectensoorten die bijten of steken (Barnes, 2018) zoals muggen, knutten, oogstmijten en wespen. De afgelopen jaren lijkt er een toename te zijn van de Europese hoornaar. Daarnaast rukt de Aziatische hoornaar vanuit Frankrijk en België op naar Nederland. In 2018 is de Aziatische hoornaar voor het eerst opgedoken. We verwachten niet dat deze toename tot een groter aantal sterfgevallen zal leiden dan nu al door wespen (waaronder hoornaars) het geval is.

Een relatief nieuw probleem is de komst van de eikenprocessierups. De eikenprocessierups produceert grote hoeveelheden brandharen die na blootstelling allergische klachten kunnen geven met in het uiterste geval een anafylactische shock tot gevolg. De eikenprocessierups heeft zich door de gestegen temperaturen vanaf 1991 over ons land verspreidt en komt inmiddels door heel Nederland voor met uitzondering van de Waddeneilanden. Het Kenniscentrum Eikenprocessierups constateerde over de afgelopen jaren een sterke toename in het aantal eikenprocessievlinders met een absolute piek in 2018[7]. Er is geen overzicht van de gezondheidseffecten die de eikenprocessierups heeft. Jans & Franssen (2008) constateerden dat jaarlijks zo'n 80.000 mensen in Nederland gezondheidsklachten ondervinden. Met de sterkte toename van de verspreiding en de aantallen zal dit aantal tegenwoordig beduidend hoger liggen. Bijkomend probleem is dat de brandharen tot acht jaar lang problemen kunnen veroorzaken in de omgeving. Met een toenemende populatie wordt het steeds lastiger om de processierups te verwijderen waardoor de blootstelling zal toenemen. Naast de eikenprocessierups zullen we de komende jaren ook te maken krijgen met de dennenprocessierups. Afgelopen jaren heeft deze rups zich naar het noorden uitgebreid in Frankrijk en de eerste rupsen zijn inmiddels in België gezien[8].

Gevolgen van adaptatie op blootstelling aan allergenen
De blootstelling aan allergenen zal waarschijnlijk toenemen indien de temperaturen in Nederland gaan stijgen. Door hogere temperaturen verblijven mensen meer buiten waarmee frequentie en duur van de blootstelling aan pollen, insecten, spinachtigen en luchtverontreiniging zal toenemen. Daarnaast zal op veel plaatsen in het stedelijk gebied de hoeveelheid groen en blauw toenemen om hittestress te voorkomen en biodiversiteit te vergroten. In potentie kan daarmee de blootstelling aan allergenen vergroot worden. Om de allergieproblematiek te beheersen zou er bij de vergroening van steden rekening gehouden moeten worden met allergie bij de soortkeuze en in het (maai) beheer.

[7] Kenniscentrum Eikenprocessierups: Ruim drie keer meer eikenprocessievlinders dan vorig jaar: https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=24647
[8] Dennenprocessierups komt steeds dichter bij Nederland: hoe herken je de levensstadia? https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=24766

2.3 Vector-overdraagbare infectieziekten en zoönosen

Vector-overdraagbare ziektes worden veroorzaakt door ziektekiemen (pathogenen) die door geleedpotigen, voornamelijk teken en insecten, tussen mensen en gewervelde dieren worden overgedragen. Zoönosen zijn infecties die tussen gewervelde dieren en mensen overgedragen kunnen worden. Sommige vector-overdraagbare ziektes zijn ook zoönosen, zoals de ziekte van Lyme en Westnijlkoorts. Een groot aantal factoren is van invloed op de eventuele gezondheidsgevolgen van deze bronnen van infectieziekten. Voorbeelden hiervan zijn vergrijzing, veehouderij, gezondheidszorg, antibioticaresistentie, (internationale) handel en het reisgedrag van mensen. Door de veelvuldige relaties tussen het humane en veterinaire domein en hun omgeving is de One-Health benadering tegenwoordig een belangrijk uitgangspunt in het hele traject van de signalering tot en met de bestrijding van zoönosen[9].

Het klimaat speelt bij diverse zoönosen en vector-overdraagbare infectieziekten een rol. Het klimaat beïnvloedt de aanwezigheid, populatieomvang en seizoensritmiek van de dieren die de bron zijn van de ziekteverwekkers, de vectoren (in het geval van vector-overdraagbare ziekten) en van de ziekteverwekkers zelf. Daarnaast beïnvloedt het klimaat ook het gedrag van mensen waardoor bij klimaatverandering de kans op contact met de ziekteverwekkers ook kan veranderen. Tenslotte kunnen allerlei klimaatadaptatiemaatregelen zoals meer groen en blauw in de stedelijke omgeving om hitte-eilanden te voorkomen en droogte of overstromingen te voorkomen de hoeveelheid beschikbaar leefgebied voor de betreffende dieren en ziekteverwekkers beïnvloeden. Hieronder schetsen we de recente ontwikkelingen in een aantal vectoren, de ziekten die zij over kunnen brengen en de rol van klimaatverandering. Tenslotte gaan we in op knaagdieren als bron van zoönosen. De genoemde voorbeelden geven nadrukkelijk niet een compleet overzicht van alle zoönosen en vector-overdraagbare infectieziekten.

Muggen en muggenoverdraagbare infecties

Tot nu toe zijn er in Nederland sinds de uitroeiing van malaria halverwege de vorige eeuw geen gevallen bekend van lokale muggen-overdraagbare infecties. Wel zijn er ontwikkelingen met betrekking tot muggen in en rondom Nederland en neemt het aantal muggen-overdraagbare infecties in (Zuid-) Europa toe.

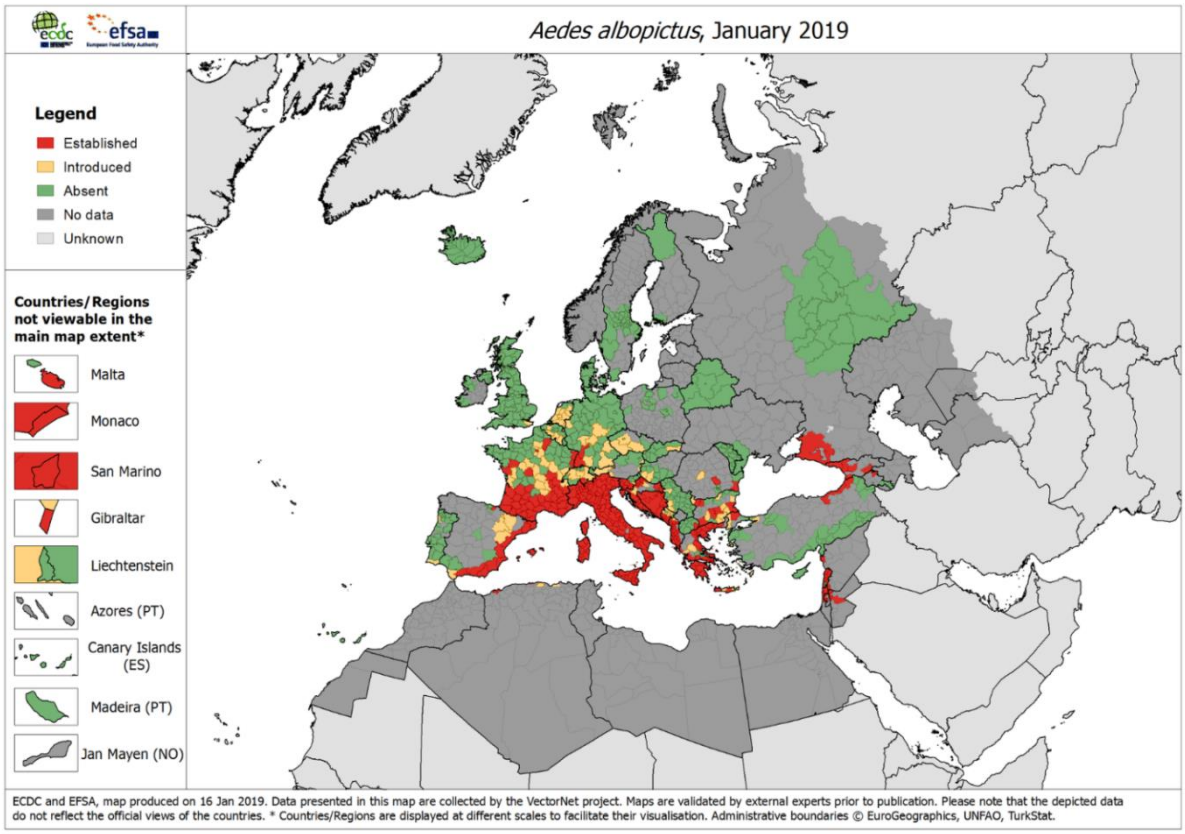
(Aziatische) tijgermug

Al jarenlang breidt de Aziatische tijgermug (*Aedes Albopictus*) zich in Europa uit in alle richtingen, ook noordwaarts. De uitbreidingssnelheid is 150 km per jaar (Kraemer, *et al.* 2019). Het European Center for Disease Prevention and Control (ECDC) en de European Food and Safety Organisation (EFSA) publiceren elke zes maanden een overzicht van de administratieve regio's waar de tijgermug zich gevestigd heeft of waar hij geïntroduceerd is geweest (zie *Figuur 6*Figuur 3). De gebieden waar de tijgermug zich gevestigd heeft komen jaarlijks dichter bij Nederland te liggen. Vrijwel heel Nederland is klimatologisch inmiddels geschikt voor vestiging van de tijgermug (Suk & Semenza, 2017).
De Aziatische tijgermug is de afgelopen jaren zeer regelmatig aangetroffen bij controles in vrijwel geheel Nederland. In 2018 is de tijgermug rond de 40 keer aangetroffen bij controles van de NVWA[10]. De Nederlandse overheid is door een sterk uitroeiingsbeleid er tot nu in geslaagd om permanente vestiging van deze mug te voorkomen. De verwachting is dat de tijgermug zich zelfs zonder klimaatverandering de komende jaren verder gaat uitbreiden en ook in Nederland gaat vestigen als de introductiedruk hoger wordt, waardoor de kans bestaat dat het uitroeiingsbeleid niet toereikend blijkt. Vooral na 2050 zal klimaatverandering een belangrijke bijdrage leveren aan de uitbreiding in Europa doordat meer gebieden klimatologisch steeds geschikter worden (Kraemer, *et al.* 2019).

De tijgermug kan ziektes overbrengen zoals chikungunya, dengue en Zika. Zolang de overheid een algemene vestiging van deze soort door maatregelen kan voorkomen is de kans op ziektes door de tijgermug verwaarloosbaar klein. In Zuid-Europa worden al enkele jaren uitbraken van zowel chikungunya als dengue geconstateerd. Het is onduidelijk wat de kans is dat de tijgermug deze ziektes in Nederland in de toekomst over gaat brengen. De Gier *et al.* (2018) vermelden in de 'Staat van infectieziekten in Nederland 2017' uitbraken van chikungunya met bijna 500 patiënten in Italië en zo'n 17 patiënten in Frankrijk. In 2018 zijn zowel in Spanje als in Frankrijk enkel gevallen van lokale overdracht van dengue geconstateerd (ECDC, 2018a).

[9] https://www.wur.nl/nl/Over-Wageningen/Strategisch-Plan/Strategisch-plan-2015-2018-1/Global-One-Health.htm
[10] https://www.nvwa.nl/onderwerpen/muggen-knutten-en-teken/vondsten

Naast het risico op de overdracht van ziektes is de tijgermug berucht om de overlast die ze kan veroorzaken. Cancrini *et al.* (2003) constateerde in een studie in Padova, Italië een bijtfrequentie van 30 tot 48 muggenbeten per uur. In stedelijk gebied heeft de tijgermug vooral een voorkeur voor menselijke gastheren.



Figuur 3: Geografische verspreiding van de tijgermug in Europa in januari 2019 (ECDC & EFSA, 2019)

Gelekoortsmug

De gelekoortsmug (*Aedes aegypti*) wordt al jaren bij controles van de NVWA aangetroffen en direct bestreden. In 2018 werd de gelekoortsmug 15 keer aangetroffen. Kraemer *et al.* (2019) berekenen dat zelfs onder het meest extreme klimaatscenario de gelekoortsmug zich enkel op een paar plaatsen in Italië en Turkije zou kunnen vestigen deze eeuw.

Huissteekmug

De huissteekmug (*Culex pipiens*) is een van de meest voorkomende muggensoorten in Nederland. De huissteekmug is in staat om het Westnijlvirus over te brengen van vogels op mensen en paardachtigen. In 2018 is in Europa bij een recordaantal van 1.503 mensen Westnijlkoorts vastgesteld. Daarvan zijn er 181 overleden (ECDC, 2018b). Deze aantallen liggen ver boven die van de voorgaande jaren. Het uitbraakseizoen duurde ook langer dan voorheen. Voor het eerst is ook lokale overdracht van het Westnijlvirus aangetoond naar twee laplanduilen in gevangenschap in de buurt van Berlijn. In het jaaroverzicht doet ECDC geen uitspraak over de mogelijke oorzaak van de zeer grote uitbraak dit jaar (PM ref). Een breed scala aan factoren bepaalt het transmissierisico van het Westnijlvirus waaronder de aanwezige vogelsoorten, landgebruik en de mate van blootstelling. Het is echter waarschijnlijk dat de oorzaak voor de uitbraak in 2018 gezocht moet worden in de combinatie van bijzondere weersomstandigheden. De zomer en herfst waren zeer warm. In het begin viel voldoende regen waarna het droger werd. De combinatie van voldoende broedplaatsen (mede als gevolg van neerslag) en hoge temperaturen is ideaal voor de voortplanting van de huissteekmug. Ontwikkeling van het virus in de mug gaat ook veel sneller bij hogere temperaturen. In een normaal Nederlands klimaat lijkt de kans op overdracht van het Westnijlvirus niet zo groot.

Uit onderzoek van het Laboratorium voor Entomologie en het Laboratorium voor Virologie van Wageningen University (Vogels *et al.* 2017) blijkt dat de overdracht van het Westnijlvirus in het laboratorium bij 18 °C veel slechter gaat dan bij 28 °C.
Volgens het klimaatscenario van het KNMI met de grootste temperatuurstijging zal de zeer warme zomer van 2018 een normale zomer zijn rond 2050 (KNMI, 2015).

De huissteekmug kan ook een vector zijn van het Rift Valley Fever virus (RVFV). Het verspreidingsgebied van het RVFV is tot nu toe beperkt gebleven tot Afrika en het Arabische schiereiland. Vloet *et al*. (2017) hebben echter vastgesteld dat Nederlandse huissteekmuggen zeer goed in staat zijn om het RVFV op te nemen van Nederlandse schapen die geïnfecteerd zijn met het virus en vervolgens over te brengen. Net zoals bij Westnijlkoorts neemt de kans op overdracht van RVFV onder andere bij hogere temperaturen toe. Vandaar ook de toenemende zorg dat dit virus zich in de toekomst in Nederland zou kunnen vestigen. Het RVFV kan grote uitbraken onder landbouwhuisdieren en de mens kan veroorzaken[11]. Er is inmiddels een effectief vaccin voor landbouwhuisdieren beschikbaar.[12]

Teken
In 2017 kregen 27.000 mensen de ziekte van Lyme veroorzaakt door een *Borrelia burgdorferi s.l.* bacterie na een beet van de schapenteek *Ixodes ricinus* (RIVM, 2018b). Uit de peiling onder huisartsen blijkt dat bij ongeveer 25.500 patiënten een voor de lymeziekte kenmerkende vlek of ring op de huid had waardoor de diagnose gesteld kon worden. Bij 1.500 patiënten stelde de huisarts de diagnose op basis van andere klachten. Bij de vorige peiling in 2014 waren dit er nog 25.000 (Hofhuis *et al.* 2016). Met deze toename is het aantal patiënten dat jaarlijks de ziekte oploopt in de afgelopen 20 jaar ruim verviervoudigd. Het aantal mensen dat de huisarts consulteerde voor een tekenbeet steeg afgelopen jaar ook. Ongeveer 91.000 mensen gingen in 2017 naar de huisarts met een tekenbeet. Drie jaar daarvoor waren dit nog 82.000 mensen.

Naast *Borrelia burgdorferi s.l.* blijken ook diverse andere ziekteverwekkers (o.a. tekenencefalitisvirus, *Borrelia miyamotoi*, Babesia spp., Rickettsiae spp. en Anaplasma spp) in Nederlandse teken te worden gevonden. Ongeveer de helft van alle teken draagt één of meerdere ziekteverwekkers met zich mee (Jahfari, 2017).

Uit tien jaar maandelijkse tekenvangsten met vrijwilligers in Nederland blijkt een lichte stijging in het aantal teken dat gevangen is maar met grote variaties tussen de locaties (Hartemink *et al.* 2019). Klimaatvariabelen waren niet in staat om de variatie in het aantal gevangen teken per jaar te verklaren. Een hogere temperatuur in de winter en in het voorjaar leidt wel tot een vroegere start van het tekenseizoen. Uit een gedetailleerdere ruimtelijke analyse van de tekenvangsten blijkt echter dat de tekendynamiek in belangrijke mate bepaald wordt door temperatuur en vochtigheid (Garcia-Martí *et al.* 2017). Hoe klimaatverandering precies doorwerkt op de gastheren, hun voedsel (hoeveelheid mast of boomvruchten), de ziekteverwekkers en op het gedrag van mensen (bijvoorbeeld bezoek aan en bewegen door het groen) is grotendeels onbekend.

Klimaatverandering zou er voor kunnen zorgen dat andere tekensoorten met voor mens en (huis)dier relevante ziekteverwekkers zich kunnen uitbreiden (Dermacentorteek) of zich kunnen gaan vestigen (Hyalommateek). Sprong *et al*. (2019) concludeerde dat diverse pathogenen in Dermacentorteken werden aangetroffen. Chitimia‑Dobler *et al.* (2019) stelden vast dat Hyalomma teken in Duitsland in staat waren om zich tot een volwassen individu te ontwikkelen. 50% van de gevangen teken bleek geïnfecteerd met *Rickettsia aeschlimannii*. Andere humane pathogenen werden niet aangetroffen.

Knaagdieren
In Nederland pathogene Leptospiren behoren tot het soort *Leptospira interrogans* sensu lato en kunnen leptospirose veroorzaken bij mensen en dieren. Vooral knaagdieren en honden zijn reservoir voor deze pathogene leptospiren in Nederland. Met rattenurine besmet oppervlaktewater is de grootste risicobron voor honden en de mens. Een ernstige vorm van leptospirose is ook bekend als de Ziekte van Weil.

[11] https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/Bioveterinary-Research/Dierziekten/Virusziekten/Rift-Valley-fever-virus-RVFV-1.htm
[12] https://www.wur.nl/en/newsarticle/New-vaccine-against-Rift-Valley-fever.htm

Het aantal humane leptospirosegevallen was hoog in 2014, mogelijk door een toename van knaagdieren door de hogere temperatuur, wat leidde tot een betere overleving van knaagdieren en van Leptospiren in de omgeving. Momenteel is echter de werkhypothese dat de toename vooral aan andere factoren lag.

Knaagdieren kunnen ook drager zijn van orthohantavirussen. In Nederland is volgens (Uiterwijk *et al.* 2018) de circulatie van drie typen orthohantavirussen aangetoond: in rosse woelmuizen (*Myodes glareolus*) is Puumalavirus gevonden, in veldmuizen (*Microtus arvalis*) Tulavirus en in bruine ratten (*Rattus norvegicus*) is Seoulvirus, voor het eerst in 2015, beschreven. In de periode 2009 tot en met 2016 zijn in totaal 138 patiënten gemeld in Osiris met een orthohantavirusinfectie. Tersago *et al.* (2009) vonden een relatie tussen de mast (vooral beukennootjes) en het aantal ziektegevallen door het Puumalavirus. In Nederland zijn de afgelopen zes jaren vrijwel elk jaar beukennootjes gevormd (Spek & van Vliet, 2018). Tersago *et al.* (2009) constateerde ook dat een hogere temperatuur in de zomer en herfst van voorgaande jaren het aantal ziektegevallen deed toenemen. Vanwambeke *et al.* (2019) toont ook aan dat onder andere een hogere maximumtemperatuur in de zomer de kans op orthohantavirusinfectie in Duitsland vergroot.

2.4 Water-gerelateerde gezondheidseffecten

Stijgende temperatuur en verandering in neerslagpatronen kunnen op verschillende manieren water-gerelateerde gezondheidseffecten hebben. Het kan allereerst leiden tot veranderingen in blootstelling aan water-overdraagbare ziekteverwekkers en infecties. Daarnaast kunnen wateroverlast en hogere luchtvochtigheid het risico op blootstelling aan schimmels beïnvloeden (vochtige woningen) (zie paragraaf 2.9.2). Veranderingen in de kans op overstromingen en droogte kunnen leiden tot mentale gezondheidseffecten (bijvoorbeeld huiseigenaren, agrariërs met falende oogst). Er kunnen veranderingen optreden in de vraag naar water en de beschikbaarheid van kwalitatief goed oppervlaktewater voor drinkwater.

Naast klimaatverandering zijn vele andere factoren van invloed op het risico op water-overdraagbare gezondheidseffecten, zoals de fysiologie en het gedrag van individuen, de ruimtelijke en sociaaleconomische status van populaties en de reikwijdte en effectiviteit van gezondheidsprogramma's, inclusief voorlichting (WHO, 2012).

Ziekteverwekkers
Verandering in temperatuur en neerslag beïnvloedt de geografische spreiding van en/of seizoensvariatie in water-overdraagbare ziekteverwekkers en infecties. Het gaat om ziekteverwekkers afkomstig van de huid, oren, ogen en uitwerpselen en urine van mensen of dieren die via inslikken of contact met water of de inademing van aerosolen en stofdeeltjes tot infecties kunnen leiden. Het gaat hierbij om bacteriën (bijvoorbeeld *Campylobacter*-soorten, *Salmonella*-soorten, *Shigella*-soorten, *Leptospira*-soorten en pathogene *Escherichia coli*), virussen (bijvoorbeeld norovirus, enterovirus, rotavirus, hepatitis A-virus en adenovirusblauwalgen) en parasieten (bijvoorbeeld *Cryptosporidium parvum*, *Cryptosporidium hominis, Giardia lamblia* en *Trichobilharzia*). Daarnaast zijn er ziekteverwekkers die van nature in het water voorkomen waaronder bacteriën (bijvoorbeeld *Pseudomonas aeruginosa*, *Vibrio*-soorten, *Legionella*-soorten), vrij-levende amoeben (bijvoorbeeld *Naegleria fowleri* en *Hartmanella*-soorten) en blauwalgen. In de meeste gevallen is een Nederlandstalige richtlijn beschikbaar via de Richtlijnenwebsite van RIVM-LCI[13].

Voor verschillende water-overdraagbare ziekteverwekkers is onderzocht of er een effect van klimaatveranderingen te verwachten is. Water-gerelateerde uitbraken van infectieziekten worden vaak veroorzaakt door zware regenval, in het bijzonder na perioden van grote droogte. Hierbij treden afspoeling van mest en riooloverstorten op, waardoor de besmetting van oppervlaktewater en grondwater toeneemt (Cann *et al.* 2013). In Nederland zijn 13 tot 15 duizend locaties waar overstort kan plaats vinden bekend. In 2% van de gevallen blijkt er risico voor de volksgezondheid te zijn. Het is niet uitgesloten dat zich op sommige plaatsen riooloverstorten bevinden in de omgeving van plaatsen die zijn aangewezen als of gebruikt worden als zwemlocatie (vooral aan de kust). Binnen het stedelijk

[13] https://lci.rivm.nl/draaiboeken/waterrecreatie-en-infectieziekten#bijlage-4-informatie-over-ziekteverwekkers

gebied weet de gemeente of het waterschap vaak precies waar de riooloverstorten zich bevinden. Dit kan van pas komen ter voorbereiding op zwem- of modderevenementen in steden[14].
Naast een verandering in de dynamiek van water-overdraagbare pathogenen in Nederland zullen veranderingen in het klimaat wereldwijd ook invloed hebben op een verandering in het voorkomen van infectieziekten in het buitenland met als gevolg veranderingen in de infectiedruk in Nederland.

Campylobacter
Modelberekeningen onder verschillende klimaatscenario's laten zien dat de concentratie *Campylobacter* in oppervlaktewater het gevolg is van een samenspel tussen verschillende factoren, namelijk temperatuur (bij hogere temperatuur meer inactivatie), verdunning (geeft lagere concentraties) en reistijd (kortere reistijd bij intensieve neerslag geeft minder inactivatie en dus piekconcentraties) (Schijven *et al*. 2013). In een review van wereldwijde studies naar water-overdraagbare infectieziekten gerelateerd aan extreme weersomstandigheden (waarbij sporadische infecties niet zijn meegenomen), waaronder zware regenval en overstromingen, komt *Campylobacter* als veroorzaker van dergelijke uitbraken slechts sporadisch voor (Cann *et al*. 2013). Ook uit scenario-analyses blijkt dat toekomstige klimaatverandering maar een beperkt infectierisico via recreatie veroorzaakt (Sterk *et al*. 2016a).

Vibrio
Voor *Vibrio* wordt een sterke seizoensvariatie waargenomen in de concentratie in oppervlaktewater en het aantal ziektegevallen dat gekoppeld is aan saliniteit en watertemperatuur. Een stijging van de temperatuur heeft een stijging van het aantal humane infecties met *Vibrio* tot gevolg, doordat de watertemperatuur stijgt en de zomers langer worden (ECDC, 2012; Semenza *et al*. 2012b).
Onderzoek naar *Vibrio* in Nederlands oppervlaktewater gedurende de periode 2009-2012 toonde aan dat *Vibrio* spp. op alle onderzochte locaties aanwezig waren, zij het per locatie in variabele concentraties en soortensamenstelling (Schets *et al*. 2011; Schets, niet-gepubliceerde data). De meest voorkomende soorten waren *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus* en *V. cholerae* non-O1/O139. *Vibrio*-soorten werden vaker gevonden bij hogere watertemperatuur (Sterk *et al*. 2015). Doorlopend onderzoek naar het aantal patiënten dat in Nederland een *Vibrio*-infectie oploopt door zwemmen in oppervlaktewater heeft per jaar slechts een gering aantal patiënten geïdentificeerd (Schets *et al*. 2011; Schets, niet–gepubliceerde data). Sterk *et al*. (2015) berekenen dat bij een gemiddelde temperatuurstijging van 3,7 graden Celsius het risico op ziekte in 2050 twee keer zo hoog komt te liggen als nu het geval is en in 2085 drie keer zo hoog. Doordat het aantal ziektegevallen nu laag is zal dat ook bij een verdubbeling nog steeds laag zijn.

Legionella
Sinds 2012 stijgt het aantal in Nederland opgelopen Legionella-infecties. Het aantal meldingen van patiënten met in Nederland opgelopen legionellapneumonie steeg van 324 meldingen in 2016 naar 406 meldingen in 2017, een stijging van 25%. Het aantal gemelde sterfgevallen steeg van 20 patiënten in 2016 naar 31 patiënten in 2017. Vooral in de zomermaanden juni, juli en augustus van 2017 waren er meer meldingen dan verwacht. Deze piek hangt samen met het zeer warme weer in mei en juni, en een natte maand juli. Ook in de relatief warme decembermaand waren er meer meldingen dan verwacht op basis van gemiddelden van de afgelopen vijf jaar (De Gier *et al.* 2018).

Norovirus
De link tussen klimaatvariabelen en norovirus-infecties is zwak en de directe effecten van weersomstandigheden op het virus zijn onduidelijk, gedeeltelijk door het gebrek aan gegevens (ECDC 2012; Semenza *et al*. 2012b). In relatie tot water-gerelateerde ziekte-uitbraken volgend op extreme weersomstandigheden, komt norovirus als veroorzaker nauwelijks voor (Cann *et al*. 2013). Dit kan echter ook het gevolg zijn van een beperkte diagnostiek. Een scenariostudie van Sterk *et al*. (2016b) concludeert dat bij toekomstige klimaatverandering de frequentie en het volume van riooloverstorten gaat toenemen maar vooral buiten het badseizoen waardoor het risico op norovirus-infecties nauwelijks toeneemt. Echter als door droogte er minder water beschikbaar is voor verdunning van de concentraties zal het risico significant kunnen toenemen.

Cryptosporidium

[14] https://lci.rivm.nl/draaiboeken/waterrecreatie-en-infectieziekten#2-infectieziekten-en-oppervlaktewater

Voor *Cryptosporidium* geldt dat de klimaatvariabelen temperatuur en neerslag in belangrijke mate bepalend zijn voor de overdracht. Bij een hogere frequentie en intensiteit van extreme neerslag neemt het risico op *Cryptosporidium* infecties toe. Dit beeld wordt bevestigd door modelberekeningen van infectierisico's voor verschillende klimaatscenario's (Schijven *et al*. 2013). De concentratie *Cryptosporidium* oöcysten in oppervlaktewater zal stijgen door afspoeling van oppervlakken, resuspensie uit sediment en mobilisatie vanuit verzadigde bodem. Daarnaast zullen toegenomen overstromingen leiden tot hogere concentraties en meer blootstelling (ECDC 2012; Semenza *et al*. 2012b). *Cryptosporidium* wordt ook nu al (wereldwijd) geïdentificeerd als de veroorzaker van een groot aantal gevallen van water-overdraagbare ziekte als gevolg van extreme weersomstandigheden (Cann *et al*. 2013). Klimaatscenariostudies voor Nederland laten echter zien dat klimaatverandering weinig invloed zal hebben op de hoeveelheid *Cryptosporidium* dat van land in het oppervlaktewater zal komen en dus nauwelijks invloed gaan hebben op het risico om ziek te worden bij waterrecreatie (Sterk *et al*. 2016a). De risico's zijn hoger benedenstrooms van waterzuiveringsinstallaties in vergelijking met overstromingen van riolen (Sterk *et al*. 2016b).

Blauwalgen
Een stijging van de temperatuur kan zorgen voor een snellere groei van blauwalgen. Als daarnaast door het warmere water verschillende waterlagen minder goed mengen kan de concentratie gifstoffen vooral aan het oppervlak oplopen. Veranderingen in hoeveelheid en intensiteit van neerslag zal invloed gaan hebben op de blauwalgproblematiek. Blauwalgen profiteren namelijk van meer nutriënten. Minder neerslag heeft een lagere afvoer in oppervlaktewater tot gevolg wat kan resulteren in hogere concentraties nutriënten, die de groei van blauwalgen bevorderen (WHO, 2010; Howard *et al*. 2010). Droogte kan er ook voor zorgen dat juist minder nutriënten van het land in het water komen waardoor de concentratie daalt. Het is nog de vraag wat de gevolgen zijn voor de ziektelast. In de zeer warme en droge zomer van 2018 werden zo'n 300 zwemwaterlocaties getroffen door blauwalg. In de jaren ervoor waren dat er gemiddeld 220[15]. Ook in zeewater leidt een stijging van de temperatuur in combinatie met verzuring tot een sterke toename van blauwalg (Hofer, 2018).

Klimaatverandering en incidentie
Gegevens met betrekking tot de mogelijke effecten van klimaatverandering op de incidentie van water-overdraagbare infectiezieken zijn vooralsnog onvolledig (Wuijts *et al*. 2014). De momenteel beschikbare informatie geeft vooral het potentiële effect van individuele meteorologische variabelen of bijzondere weersomstandigheden op individuele ziekteverwekkers aan. Neerslag lijkt vooral een belangrijke determinant voor water-overdraagbare ziekteverwekkers (Semenza *et al*. 2012b). Andere belangrijke determinanten zijn luchtvochtigheid, watertemperatuur en UV-straling, bijvoorbeeld voor het voorkomen van blauwalgen, *Vibrio* en *Legionella* (De Roda Husman & Schets, 2010).

Of blootstelling aan deze ziekteverwekkers plaats vindt is niet alleen afhankelijk van de concentratie aan ziekteverwekkers. Ook het gedrag bepaalt de blootstelling en dat gedrag zelf kan ook door klimaatverandering beïnvloed worden. Zo kan meer waterrecreatie (door warmere zomers) leiden tot een hoger risico op blootstelling aan ziekteverwekkers (mogelijk in combinatie met afname kwaliteit oppervlaktewater).

Drinkwaterkwaliteit
Verhoogde temperaturen leiden tot versnelde replicatiecycli dan wel afsterving van ziekteverwekkende micro-organismen. Extreme regenval kan tot gevolg hebben dat ziekteverwekkers in water(behandelings)systemen en distributienetwerken terechtkomen. Wuijts *et al*. (2014) hebben berekend dat de beschikbaarheid van kwalitatief goed oppervlaktewater voor drinkwater door klimaatverandering onder druk komt te staan. Ongeveer 40 % van het drinkwater in Nederland wordt bereid uit oppervlaktewater.

Schimmels en mycobacteriën blijken algemeen voor te komen in het Nederlandse drinkwater en zij zijn in staat zich in distributiesystemen en binnen-installaties te vermeerderen. Drinkwatertemperaturen tussen 5 en 22 °C hebben geen invloed op de aantallen schimmels en mycobacteriën in gedistribueerd drinkwater (Wielen & Kooij, 2011). Door stijgende temperaturen kunnen de temperaturen in drinkwaterdistributiesystemen en leidinginstallaties stijgen en kunnen opportunistische pathogene micro-organismen een groter deel gaan uitmaken van de micro-

[15] https://nioo.knaw.nl/nl/news/zorgen-warme-zomers-voor-meer-blauwalgen

organismen in drinkwatersystemen. Van deze organismen is niet vastgesteld of ze schadelijk zijn voor de gezondheid.

Adaptatie maatregelen
Mogelijke maatregelen om water-overdraagbare infectieziekten te verminderen zijn onder andere surveillance/monitoring, bestrijding van water-overdraagbare ziekteverwekkers, waterbeheer, en voorlichting (o.a. risicomijdend gedrag).

Tegenwoordig worden in steden veel projecten opgezet om duurzaam met water om te gaan en de gevolgen van klimaatverandering op te vangen. Voorbeelden van adaptatiemaatregelen zijn projecten om overtollig regenwater op te vangen dat niet door het riool kan worden afgevoerd, zoals heropende grachten in oude binnensteden, waterpleinen en weides (wadi's). Hierdoor kunnen mensen meer en op een andere manier in aanraking komen met water in de openbare ruimte. Behalve de voordelen hiervan, kan contact met dit water ook gezondheidsklachten veroorzaken, zoals maagdarm-, huid- en luchtwegklachten (Schets *et al*. 2017). Het is daarom belangrijk om bij het ontwerpen, plannen en realiseren van stedelijk waterinitiatieven stil te staan bij de kwaliteit van water. Daarvoor kan de waterkwaliteitscheck voor nieuwe en bestaande stedelijk waterconcepten gebruikt worden (Schets *et al*. 2017). Als deze checklist meer kwantitatief kan worden gemaakt, kunnen hiermee potentiële gezondheidsrisico's van initiatieven om duurzaam met water om te gaan zorgvuldig in kaart gebracht en zo nodig aanpassingen gedaan worden om de geconstateerde gezondheidsrisico's te verminderen.

2.5 Voedsel-gerelateerde gezondheidseffecten

Klimaat, voedsel en gezondheid zijn op allerlei complexe manieren met elkaar verbonden. Wereldwijd gezien worden alle aspecten van voedselzekerheid beïnvloed door klimaat: de beschikbaarheid van voedsel, de toegang tot voedsel (fysiek en economisch), de benutting van voedsel (voedingswaarde) en de stabiliteit van de andere drie dimensies (beschikbaarheid, toegang en benutting) (FAO, 2006; UNEP, 2018). Zo is klimaatverandering niet alleen de oorzaak van voedsel-gerelateerde gezondheidseffecten, maar is andersom voedselconsumptie en de daarmee gepaarde gaande productie ook één van de factoren die bijdragen aan klimaatverandering (Springmann *et al*. 2016; Willett *et al*. 2019). Daarnaast is de huidige voedselconsumptie ook niet altijd even goed voor de gezondheid. De helft van de Nederlanders heeft overgewicht en 9 op de 10 mensen eten te weinig groente en fruit. Daarnaast is bijna 30% van ons eten van dierlijke oorsprong. Daarmee is er dus niet alleen gezondheidsverlies, maar ook een grote belasting voor het milieu (Ocké *et al.* 2016). Andersom kan klimaatverandering ook een impact hebben op voedselproductie: zo zullen klimaatzones opschuiven, waardoor nieuwe gewassen verbouwd kunnen worden of huidige gewassen juist niet meer. Maar ook het voorkomen van ziekten en plagen in de voedselproductie zal veranderen als gevolg van temperatuurverandering.

Zowel direct als indirect (via landgebruiksverandering) veroorzaakt de landbouw veel uitstoot van broeikasgassen: niet alleen CO_2 maar ook methaan en NO_2. Vooral herkauwers zoals runderen en schapen produceren veel methaan. CO_2 komt niet alleen vrij bij energie-intensieve landbouw (machines, kassen, verwerking en vervoer van voedsel) maar ook als gevolg van ontbossing en productie van kunstmest. In Nederland en daarbuiten zorgt ook grondwaterstandverlaging in het veenweidegebied (en andere wetlands) voor veel uitstoot van broeikasgassen. Naast de uitstoot van broeikasgassen is de landbouw ook van invloed op nutriëntenstromen (vooral stikstof en fosfaat), de uitputting van de bodem, watergebruik en biodiversiteit. We focussen hier echter vooral op de link tussen voedsel en klimaat en de kennislacunes daarbij.

De keuzes die consumenten maken hebben gevolgen voor de voedselproductie (en vice versa). Om voor iedereen een gezond dieet uit een duurzaam voedselsysteem te realiseren, is er substantiële verandering nodig naar een gezond voedingspatroon, waarin de reductie van voedselverliezen en voedselverspilling centraal staan en verandering in de voedselproductie nodig zijn (Willet *et al*. 2019). Daarom is een voedseltransitie naar een gezond en duurzaam voedselsysteem noodzakelijk, waarin de hele keten, van productie tot consumptie, wordt meegenomen (De Krom & Muilwijk, 2018). Daarbij is ook het terugdringen van voedselverspilling (in de hele keten) een belangrijk speerpunt. Er is veel aandacht voor de systeembenadering van het voedselsysteem, onder andere in Europese onderzoeksprojecten als SUSFANS en SUSFOOD. SUSFANS kijkt naar gezonde en duurzame voedselsystemen en het EU beleid op het gebied van voedsel, waarin rekening wordt gehouden met

milieu, de competitie in de EU Agri-food sector en wereldwijde voedselzekerheid. SUSFOOD gaat over het opzetten van een onderzoeksagenda op het gebied van duurzame voedselproductie en consumptie, waarbij de duurzaamheid van de keten centraal staat. In Food2030 is het Europese onderzoek- en innovatiebeleid vormgegeven. Daarin is ook aandacht voor klimaat. Er wordt onder andere gekeken naar 'climate smart food systems' die zich kunnen aanpassen aan klimaatverandering en bij kunnen dragen aan het behoud van natuurlijke hulpbronnen en klimaatmitigatie[16]. Ook TiFn (Topinstitute Food and Nutrition) en ZonMw hebben in het Deltaplan voedingsonderzoek een overzicht gemaakt van onderzoek wat gedaan zou moeten worden (ZonMw en TiFn).

De kennisvragen van het Deltaplan voedingsonderzoek gaan onder andere over:

1. hoe kunnen we bodems, water en grondstoffen optimaal inzetten om de wereldbevolking gezond te voeden, nu en in de toekomst – ook met het oog op de klimaatverandering?
2. Hoe bewerkstelligen we wereldwijd, regionaal en door de keten heen een transitie van een dierlijke naar meer plantaardige productie en consumptie?
3. Hoe reduceren we verspilling in de keten?
4. Hoe ziet het optimale voedingspatroon eruit in een land als Nederland, nu en over 20 jaar? (Welke voedingsmiddelen en -patronen zijn zowel duurzaam als gezond? Hoe ziet een gezond voedingspatroon met meer plantaardige en regionale producten eruit?)
5. Welke beleidsmaatregelen - zoals belastingen, *true pricing* of verplichte transparantie over herkomst en productie - kan de overheid het beste inzetten om fabrikanten en retailers te stimuleren hun aanbod te verbeteren?
6. Hoe stimuleren we de vraag naar duurzame en gezonde producten bij de consument?
7. Hoe komen we tot een kader waarmee je een afgewogen oordeel kunt geven over voedsel- en voedingsvraagstukken, als het gaat om zowel duurzaamheid als gezondheid? Welke *trade-offs* worden hierin meegenomen? Hoe creëren we bij boeren, fabrikanten, overheid en vooral consumenten draagvlak voor zo'n wegingskader?

In relatie tot klimaatverandering komt vooral de eiwittransitie van dierlijk eiwit naar meer plantaardig eiwit (Springmann *et al*. 2018; Willett *et al*. 2019) aan bod. Met name in Westerse landen zou een reductie van de dierlijke eiwitconsumptie nodig zijn, om te voldoen aan de klimaatdoelstellingen. Vooral de productie van dierlijke eiwitten zorgt voor een groot deel van de uitstoot van broeikasgassen (PBL, 2013; Ocké *et al.* 2016), maar ook voor een mestoverschot. In gebieden met hoge inkomens kan zo'n 20 tot 30% van de broeikasgasemissies worden voorkomen door een verandering naar een milieuvriendelijker en gezonder voedingspatroon, en daarbij zal ook een reductie optreden van water- en landgebruik (Haines & Ebi, 2019) en nutriënten. Klimaatverandering en voedsel-gerelateerde gezondheidseffecten kunnen niet los gezien worden van deze noodzakelijk geachte voedseltransitie naar een gezond en duurzaam voedselsysteem en de mondiale bevolkingsgroei en toenemende welvaart. Terwijl mondiaal dus de vraag naar voedsel de komende decennia alleen maar toeneemt, is het noodzakelijk om maatregelen te nemen om al die miljarden mensen te voeden, op een gezonde manier, binnen de planetaire grenzen. Daarbij moeten de impacts van en de complexe interacties tussen milieufactoren en agrarische productie, voeding en gezondheid meegenomen worden (Tuomisto *et al*. 2017). De *Sustainable Development Goals* (SDG's) kunnen een mooie kapstok zijn om samen aan een duurzaam en gezond voedselsysteem te werken (Lindgren *et al.* 2018).

Samengevat staat onze voedselproductie voor drie grote uitdagingen die met elkaar verbonden zijn:

- Klimaatverandering: warmer, veranderende neerslagpatronen, extreem weer (droogte, hitte, overstromingen);
- Groei van wereldbevolking en groei van welvaart dus groei van vraag naar gezond voedsel;
- Adaptatie- en mitigatiemaatregelen zoals beleid om een voedseltransitie (eiwittransitie) teweeg te brengen.

We onderscheiden twee hoofdroutes tussen klimaatverandering en voedsel-gerelateerde gezondheid: via voedselvoorziening/voedselzekerheid en via voedselveiligheid: voedsel-gerelateerde pathogenen/ziekteverwekkers.

[16] Zie https://fit4food2030.eu/

Voedselvoorziening
Klimaatverandering kan zowel direct als indirect effect hebben op de gewasopbrengst en de kwaliteit van voedsel, waarbij zowel positieve als negatieve effecten worden gerapporteerd (Rosenzweig *et al*. 2014; Springmann *et al*. 2016).

Directe effecten:

- Meer CO_2 in de lucht kan zorgen voor meer gewasgroei, maar meer CO_2 wordt ook in verband gebracht met een afname van voedselkwaliteit. Zo zijn bijvoorbeeld lagere concentraties ijzer en zink (belangrijke mineralen voor onze gezondheid) aangetroffen in gewassen die gekweekt zijn onder omstandigheden met een verhoogde CO_2 concentratie, evenals verlaagde concentraties eiwitten en aminozuren.
- Alhoewel hogere temperaturen en een langer groeiseizoen, zeker in combinatie met een hogere CO_2 concentratie, kán leiden tot meer productie, voorspellen de meeste modellen op de meeste plaatsen in de wereld toch een afname van voedselproductie/gewasopbrengst als gevolg van klimaatverandering (gemiddeld zo'n 8% afname, zie Willett *et al*. 2019 en de referenties die daarin worden aangehaald). Maar de onzekerheid in de uitkomsten is groot.
- Over het algemeen zal in koude streken de productie toenemen, in tropische streken afnemen, en in gematigde streken waarschijnlijk afnemen. Maar veel hangt af van het gewas en het gebied. De vraag is ook of dit effect heeft op de voedingswaarde van gewassen.
- Dit geldt ook voor visserij en aquacultuur. Soorten verleggen hun verspreidingsgebied richting de polen, in aanpassing aan de veranderende omstandigheden.
- Vooral groente- en fruitteelt komt in gevaar, met negatieve effecten voor de volksgezondheid wereldwijd. Dat zou mogelijk leiden tot een half miljoen extra doden per jaar, vooral in Zuidoost Azië (Springmann *et al*. 2016).

Indirecte effecten:

- Oogstschade landbouw: extreme droogte, verzilting, neerslag, overstromingen, overige weersextremen (wind, hagel, bliksem) kunnen de oogst beïnvloeden, en bijvoorbeeld ook ertoe leiden dat water van slechte kwaliteit voor irrigatie wordt gebruikt (droogte), of dat rioolwater in contact komt met gewassen (overstroming) (voor de risico's op ziekten zie volgende paragraaf). Daarnaast kunnen droge zomers leiden tot een toename van de vraag naar water, en een afname van zoetwaterbeschikbaarheid, waardoor beregening beperkt moet worden, wat gevolgen kan hebben voor de oogsten.
- Verandering in het voorkomen van ziekten en plagen in zowel landbouwgewassen als landbouwhuisdieren door klimaatverandering, onder andere door zachte winters. Ook de overlevingskans van ziekten en plagen is groter, bij hogere temperaturen (zie ook 2.3).

Samengevat is de relatie tussen klimaatverandering en voedselzekerheid complex en kunnen er zowel positieve effecten (door hogere temperaturen, meer CO_2, langer groeiseizoen) als negatieve effecten optreden, door opwarming en weersextremen. Gemiddeld wordt verwacht dat de voedselproductie door klimaatverandering wereldwijd zal verminderen. Voedselschaarste als gevolg van extreme hitte en droogte kan ook leiden tot regionale conflicten en migratiestromen, waardoor er nog meer voedselschaarste ontstaat doordat de bevolking wegtrekt uit agrarisch gebied en landbouwgrond niet gebruikt wordt.

Adaptatie- en mitigatiemaatregelen zullen bestaan uit het stimuleren van een voedseltransitie en het inzetten op gewasdiversiteit. Gewasdiversiteit kan leiden tot risicospreiding en het ontwikkelen van gewassen die beter zijn opgewassen tegen weersextremen als overstroming, hitte en droogte. In Nederland is discussie over het drastisch inkrimpen van de veestapel om de klimaatdoelen te halen. Het ontwerp klimaatakkoord noemt bijvoorbeeld de sanering van de varkenshouderij als één van de maatregelen. Daarnaast wordt er gesproken over het vernatten van het veenweidegebied, en de overstap op gewassen die groeien onder natte en of zilte omstandigheden. Dit kan echter weer tot toename van vectorgebonden ziekten leiden.

Om wereldwijd miljarden mensen te voeden (10 miljard in 2050) en tegelijkertijd onze klimaatdoelstellingen te halen zal een scala aan maatregelen nodig zijn over de hele keten of het hele voedselsysteem heen. Zoals het sluiten van de kringlopen (fosfaat, stikstof), het tegengaan van voedselverspilling, technologische vooruitgang, en een ander voedingspatroon, met minder dierlijke producten en minder verspilling, rekening houdend met gezondheid en duurzaamheid (Springmann *et*

al. 2018; Willett *et al*. 2019). Daarnaast kan ook een fossielvrije productie van voedsel bijdragen aan de klimaatdoelstellingen.

Een indirect effect van klimaatverandering kan ook zijn dat door klimaatverandering (bijvoorbeeld zeespiegelstijging) of door het nemen van maatregelen om klimaatverandering te voorkomen (bijvoorbeeld minder vliegverkeer) de in- en export van voedsel verandert.

Voedselveiligheid (voedsel-gerelateerd ziekteverwekkers en infecties)
Klimaatverandering kan leiden tot veranderingen in geografische spreiding en/of seizoenvariatie van voedsel-overdraagbare ziekteverwekkers en infecties. Bijvoorbeeld door de invloed van hogere temperaturen en veranderingen in neerslag. Er kan een verandering optreden in bijvoorbeeld het blootstellingsrisico aan Salmonella, Campylobacter en Listeria. Klimaatverandering beïnvloedt naar verwachting de introductie, verspreiding en groei van pathogene micro-organismen in voedsel, en daardoor mogelijk ook de aantallen infecties, ziekte-en sterftegevallen door voedsel-overdraagbare infectieziekten. Schimmels, bacteriën en andere ziekteverwekkers gedijen over het algemeen beter onder iets warmere omstandigheden, terwijl extreme hitte ze juist kan doden; klimaatverandering kan ook leiden tot een afname van ziekteverwekkers als zij gevoelig zijn voor UV-straling en temperatuur, maar of dit de negatieve effecten kan opheffen, zal gekwantificeerd moeten worden. Zeker is dat de kwetsbare groepen, zoals mensen met lage inkomens en ouderen, aandacht verdienen aangezien zij gevoeliger zijn voor voedselgebonden infectieziekten in het algemeen (Gerba *et al*. 1996).

Een temperatuurstijging kan leiden tot een hoger risico op voedselinfecties wanneer niet voldoende gekoeld kan worden. Temperatuur heeft bijvoorbeeld een duidelijk effect op het voorkomen van salmonellose (Wuijts *et al*. 2014). Salmonella kan zich sneller vermeerderen in voedsel bij hogere temperaturen (WHO, 2015). Het aantal gevallen van salmonellose in Europa neemt echter af als gevolg van maatregelen met betrekking tot voedselveiligheid. Mogelijk zijn deze preventieve maatregelen voldoende om de risico's van klimaatverandering te beperken. Het voorkomen van Salmonella in water is gerelateerd aan neerslag. Bij irrigatie met besmet water ontstaat een groter risico op overdracht (Wuijts *et al*. 2014; ECDC, 2012; Semenza *et al.* 2012b).

Mycotoxins en phycotoxins, e.g. aflatoxin zijn nu geen probleem in Europa, maar voorspellingen zijn dat aflatoxinbesmetting en bijbehorende gezondheidsrisico's prevalent worden in Europa bij een temperatuurstijging van +2°C (WHO, 2019). Blauwalg produceert giftige phycotoxins die in mosselen e.d. terecht kunnen komen (Hong, 2005; WHO 2019). Gebaseerd op een beperkt aantal studies, kan worden geconcludeerd dat er geen seizoens- of temperatuursafhankelijkheid wordt gezien voor Listeria spp. Hierdoor is het onwaarschijnlijk dat klimaatverandering een direct effect heeft op de incidentie van listeriose in Europa (Wuijts *et al*. 2014; ECDC, 2012; Semenza *et al.* 2012b).

Wat betreft Campylobacter is er nog altijd weinig bekend over hoe deze bacterie zich verspreid. De voorspellingen zijn echter wel dat het aantal Campylobacter-besmettingen toe zal zijn nemen als de temperatuur stijgt, omdat dan het aantal vliegen ook toe neemt (Cousins *et al*. 2019, zie paragraaf 2.4).

In een Europese studie naar de relatie tussen voedselveiligheid en klimaatverandering (Veg-i-Trade) is gevonden dat er vaak een relatie is tussen langetermijnveranderingen in temperatuur en neerslag en besmetting van groente en fruit met virussen zoals het norovirus, bacteriën zoals Salmonella en E. coli, schimmeltoxines en residuen van bestrijdingsmiddelen. Overstromingen kunnen bijvoorbeeld zorgen voor verhoogde concentraties schadelijke bacteriën. Deze kunnen weer snel afgebroken worden door UV licht. Zo kunnen in de ene regio schimmels die giftige stoffen produceren toenemen door klimaatopwarming terwijl ze elders juist afnemen. De mogelijkheden om aanpassingen te doen aan klimaatverandering verschillen zeer per regio, dus het is vooral belangrijk om de aanpassingscapaciteit te vergroten. De onderzoekers benoemen dat er meer scenarioanalyses nodig zijn naar het voedselveiligheidsvraagstuk van klimaatverandering (Uyttendaele *et al*. 2015).

2.6 Gezondheidseffecten gerelateerd aan luchtkwaliteit in relatie tot klimaat

Luchtkwaliteit wordt bepaald door het voorkomen van verschillende stoffen, zoals fijnstof, stikstofdioxide en ozon. Deze schadelijke stoffen komen vrij bij verkeer, industrie, landbouw en huishoudens (o.a. houtstook). Een groot deel van de luchtverontreiniging in Nederland is afkomstig uit het buitenland. Luchtverontreiniging levert een belangrijke bijdrage aan ziekte en sterfte (luchtweg- en longaandoeningen, aandoeningen van hart en bloedvaten). Het is verantwoordelijk voor ongeveer 3% van de ziektelast en 11.000 doden per jaar (RIVM, 2018a). Daarbij kan luchtverontreiniging een deel van de hittegerelateerde gezondheidseffecten en hooikoortsklachten verklaren (de vorming van zomersmog speelt waarschijnlijk een rol bij het waargenomen gezondheidseffect van hitte) (Wuijts *et al.* 2014). Er bestaat een nauwe relatie tussen het weer en de vorming, verspreiding en verwijdering van schadelijke stoffen.

Zo wordt de vorming van fijnstof uit stikstofoxides ($NO_{x)}$ in uitlaatgassen beïnvloed door de luchtvochtigheid en zorgt regen voor verwijdering van fijnstof. Wind verspreidt en verdunt de vervuiling. Tijdens hittegolven ontstaat ozon uit een reactie tussen koolwaterstoffen en NO_x onder invloed van zonlicht (KNMI, 2017). Door de nauwe relatie met het weer en de onzekerheid van toekomstige emissies zijn de verwachtingen voor luchtkwaliteit in een warmer klimaat erg onvoorspelbaar.

Door klimaatverandering zullen zomerse dagen vaker voorkomen. De laatste jaren is het aantal dagen waarop er sprake is van matige of ernstige smog door ozon afgenomen (Wuijts *et al*. 2014). Verhoogde luchtverontreiniging in Nederland was op dagen met zomersmog mogelijk verantwoordelijk voor circa 25 tot 40% van de waargenomen oversterfte in de zeer warme zomer van 2003 (Fischer *et al*. 2004). Tijdens de zomermaanden is het risico om te overlijden aan de gevolgen van luchtverontreiniging ook hoger dan in de wintermaanden (Fischer *et al.* 2005). De huidige trend is dat het aantal smogdagen afneemt (vanwege landelijke en Europese maatregelen), maar dat ten gevolge van de verdergaande economische groei in onder andere Azië de achtergrondniveaus toenemen.

Volgens Orru *et al.* (2013) is in Nederland in de periode 1990-2009 de ozon-gerelateerde mortaliteit en morbiditeit door klimaatverandering met 4,7% toegenomen ten opzichte van de periode 1961-1990. Langdurige blootstelling aan ozon geeft een verhoogde kans op sterfte door luchtwegaandoeningen (Jerrett *et al.* 2009). Orru *et al*. (2013), verwachten een stijging van de ozon-gerelateerde mortaliteit en morbiditeit van ruim 13,6% ten opzichte van de periode 1961-1990. Ook de Gezondheidsraad concludeert in een recent advies dat ozonconcentraties gedurende zomerse episoden zijn afgenomen, en verwacht dat richting 2030 op zijn best geen stijging plaatsvindt van het aantal ozonpieken en van de jaargemiddelde blootstelling (Gezondheidsraad, 2018).

Klimaatmitigerende maatregelen zoals reductie in het gebruik van fossiele brandstoffen en het vervangen van autoritten door fietsen en openbaar vervoer zullen bijdragen aan een betere luchtkwaliteit (zie paragraaf 2.9).

Verandering in luchtkwaliteit door klimaatverandering
Door meer warme dagen en langere periodes van warmte is de verwachting dat luchtverontreiniging toeneemt (zowel fijnstof als ozon). Ook een lagere luchtvochtigheid (lange periodes van droogte) resulteert in een toename van fijnstof in de lucht. Meer CO_2 in de lucht leidt tot een toename in pollen en een verhoogde hoeveelheid van het allergene eiwit per pollen korrel (zie paragraaf 2.2).

Thunderstorm astma
Thunderstorm astma is een fenomeen waar vooral in het Verenigd Koninkrijk en Australia meer onderzoek naar is gedaan (zie o.a. Thien *et al.* 2018). Bij warm weer worden veel allergene graspollen gevormd en dan kan er heftig onweer op volgen. Onweersbuien bleken in die landen vaak gepaard te gaan met meer astma aanvallen die daarop volgen. De theorie is dat door de onrustige atmosfeer (windwervels) meer pollen open worden gebroken waardoor de inhoud van de pollen loskomt (zetmeelkorrels). De zetmeelkorrels zijn de kleinere deeltjes waardoor ze ook dieper in de longen kunnen doordringen. Onduidelijk of dit ook in Nederland voorkomt of misschien wordt het niet herkend. Misschien dat de pollen juist door het vocht openbreken, of door ozon of elektriciteit in de lucht, daar ontbreekt nog veel kennis. Ook schimmels worden geactiveerd met dit soort buien.

Meer bosbranden
Door klimaatverandering kunnen er meer bosbranden voorkomen, wat tot een toename in fijnstofemissies kan leiden (EPA, 2016).

Verandering in luchtkwaliteit door klimaatadaptatie
Meer groen in steden wordt vaak als adaptatiemaatregel toegepast. Groen kan als bufferzone fungeren (vooral in nieuwsbouwwijken) en de afstand tussen een vervuilende bron en woningen vergroten. Zodoende kan de blootstelling aan luchtverontreiniging beperkt worden (Staatsen *et al.* 2017a). Anderzijds kan door de aanwezigheid van vegetatie in of langs straten met verkeer de windsnelheid in een straat ook afnemen waardoor de concentraties van alle stoffen die door het verkeer worden uitgestoten omhoog gaan. De aanwezigheid van vegetatie in een groot gebied kan wel de achtergrondconcentraties van stikstofdioxide en fijnstof positief beïnvloeden (Wesseling *et al.* 2011). De vraag is echter of een klein bos of plantsoen in een stad een dergelijk effect heeft.

2.7 UV-gerelateerde gezondheidseffecten

Verandering in UV-straling
De intensiteit van UV-straling hangt sterk af van de dikte van de ozonlaag en de mate van bewolking (dikte en bedekkingsgraad). Beide kunnen beïnvloed worden door klimaatverandering. De extreem zonnige zomer van 2018 zorgde in Nederland voor een hele hoge UV-belasting[17]. De jaarlijkse UV-belasting in Nederland is nu ongeveer 10% hoger dan begin jaren tachtig van de vorige eeuw[18]. Wereldwijd afgesproken maatregelen ter bescherming van de ozonlaag zullen naar verwachting de mondiale ozonlaag langzaam herstellen en daarmee de UV-stralingsniveaus verlagen (Bais *et al.* 2018). Door voortgaande klimaatverandering kan de mate van het herstel van de ozonlaag regionaal verschillen en er zijn ook voor Nederland indicaties dat veranderingen in bewolkingseffecten de UV-stralingsniveaus juist doen toenemen. Ook regionale en lokale luchtverontreiniging, zoals stofdeeltjes en ozon, kunnen een effect hebben op de intensiteit van UV-straling. Toename van de temperatuur kan bovendien leiden tot aanpassingen in blootstellingsgedrag (meer buitenverblijf en minder bedekkende kleding).

UV-gerelateerde gezondheidseffecten
De belangrijkste negatieve gezondheidseffecten van blootstelling aan UV-straling zijn huidkanker, oogaandoeningen zoals staar, en onderdrukking van het immuunsysteem (Bais *et al.* 2018). De International Agency for Research on Cancer (IARC) heeft voor Nederland geschat dat 91,5% van de incidentie van de gevaarlijkste vorm van huidkanker, het melanoom, wordt veroorzaakt door UV-blootstelling op basis van de melanoom incidentiecijfers van 2012[19]. Deze schatting is gebaseerd op de methodologie van Arnold *et al.* (2018) om het percentage melanomen veroorzaakt door UV-blootstelling in te schatten voor diverse gebieden in de wereld. Naar schatting hangt ongeveer een derde van de incidentie van staar samen met UV-blootstelling in Nederland (Slaper *et al.* 2017). Daarnaast kan UV-blootstelling van huid en ogen op korte termijn (enkele uren) leiden tot respectievelijk, verbranding van de huid en sneeuwblindheid (fotokeratitis) (Slaper *et al.* 2017). UV-blootstelling heeft ook positieve gezondheidseffecten, waarvan de belangrijkste is de aanmaak van vitamine D in de huid. Dit is nodig voor een goede bot- en spierstofwisseling.

De incidentie van huidkanker in Nederland neemt veel sneller toe dan wordt verwacht op basis van demografische ontwikkelingen en de veranderingen in de intensiteit van UV-straling. Uit recente analyses van Slaper *et al.* (2017) blijkt dat sinds 1990 het aantal gevallen van huidkanker is verviervoudigd *(Figuur 4*). De huidkanker-incidentie is met 51.000 nieuwe gevallen per jaar nu fors hoger dan vermeld door Wuijts *et al*. (2014). De incidentie van de gevaarlijkste vorm van huidkanker, het melanoom, behoort tot de hoogste van Europa. De huidkanker-incidentie is de afgelopen decennia in Nederland veel sterker gestegen dan de incidentie van andere kankertypen. Ook de incidentie van staar is sterk toegenomen in de afgelopen decennia (Slaper *et al.* 2017).

[17] Zie https://www.rivm.nl/nieuws/uv-straling-van-zon-in-juli-2018-breekt-record
en https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/zonkracht-in-zonovergoten-zomer
[18] Zie https://www.rivm.nl/uv-ozonlaag-en-klimaat/historische-trends
[19] https://gco.iarc.fr/causes/uv/tools-map

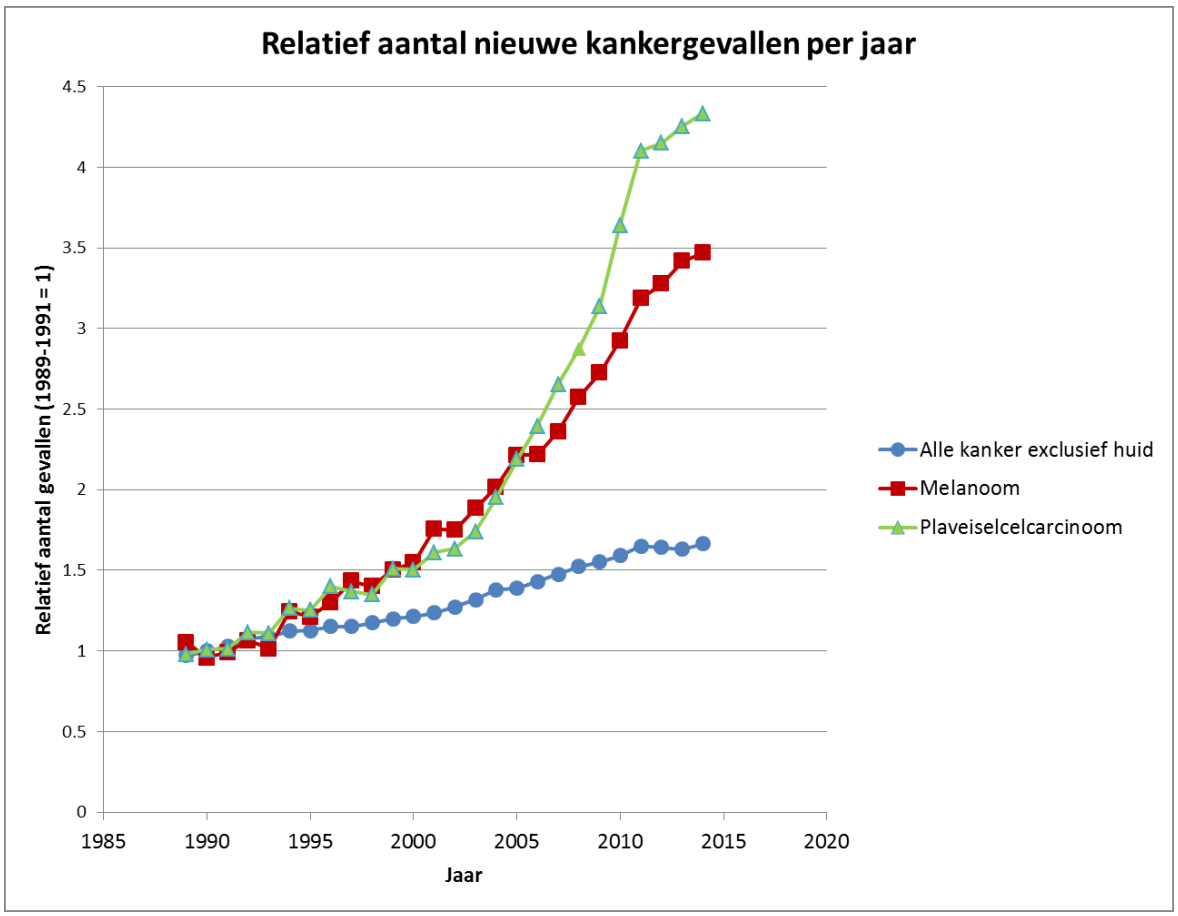
Vermoedelijk speelt een verandering in gedrag ten opzichte van blootstelling aan de zon de afgelopen decennia een belangrijke rol in de stijging van huidkanker-incidentie. Dit zal deels te maken hebben met een toename van zomerse dagen in Nederland door klimaatverandering. Hierdoor zijn mensen meer buiten en hun UV-blootstelling neemt daarmee toe. Mogelijk is klimaatverandering ook direct van invloed doordat de huid bij hogere temperaturen wellicht gevoeliger wordt voor de carcinogene effecten van UV-straling. Hier is echter nog onvoldoende duidelijkheid over (Bais *et al.* 2018).

Verandering in UV-blootstelling door adaptatiemaatregelen
De volgende adaptatiemaatregelen kunnen zorgen voor een verminderde UV-blootstelling:

- Inrichten van schaduwplekken[20];
- Maatregelen uit de KWF publiekscampagne 'Smeren, kleren, weren'[21] (doelgroep: basisschool kinderen);
- Ontwerpen van een omgeving (door middel van expertise van '*social design*') om UV-blootstelling te ontmoedigen;
- Maatregelen uit het in ontwikkeling zijnde Zonkrachtactieplan.

De volgende adaptatiemaatregel kan zorgen voor een vergroting van UV-blootstelling (een neveneffect van adaptatiemaatregelen):

- Meer water kan leiden tot meer waterrecreatie en dit kan leiden tot meer UV-blootstelling onder andere van kwetsbare groepen (bijvoorbeeld spelende kinderen in waterplassen).



Figuur 4 Relatieve toename van het aantal nieuwe gevallen per jaar voor de twee landelijk geregistreerde typen huidkanker (melanoom en plaveiselcelcarcinoom) en voor alle andere geregistreerde kankertypen. Toename is ten opzichte van 1989-1991.Gegevens afkomstig van de Nederlandse Kankerregistratie, beheerd door IKNL (januari 2016). Bron: Slaper et al. 2017.

[20] https://www.regionofwaterloo.ca/en/health-and-wellness/resources/Documents/ShadeAudit_GuideTool.pdf
[21] https://www.kwf.nl/voorkomen/zon-uv-huidkanker/smeren-kleren-weren/pages/default.aspx

2.8 Neveneffecten van klimaatadaptatie op gezondheid

Mogelijke maatregelen om de effecten van klimaatverandering te verminderen (bijvoorbeeld hitte, wateroverlast) richten zich op meer groen of water (blauw) in stedelijk gebied, aanpassingen in de inrichting van de stad en gebouwen en aanpassingen in het landschap/natuurbeheer.

2.8.1 Neveneffecten van 'meer groen' op gezondheid

Een van de maatregelen om het hitte-eilandeffect in stedelijke gebieden tegen te gaan is het vergroenen van de leefomgeving (Norton *et al*. 2015). Ook het veerkrachtiger maken van het watersysteem is gebaat bij meer natuur. Voorbeelden zijn: functiecombinatie waterberging en natuur in de uiterwaarden (Ruimte voor de Rivier[22]) en het streven naar minder verhard oppervlak in steden (Operatie Steenbreek[23]), het afkoppelen en infiltratie van hemelwater middels wadi's en dergelijke.[24]).

Er zijn aanwijzingen dat meer groen (uitbreiding natuurgebieden en groen in steden (bijvoorbeeld bomen, struiken, bloemen, gras in tuinen, parken, groenstreken, aan gevels en op daken)) positieve effecten kan hebben op de mentale en fysieke gezondheid (reviews Tzoulas *et al*. 2007; Hartig *et al*. 2014; WHO, 2016), doordat het mensen stimuleert om te bewegen, te ontmoeten (minder eenzaamheid, participatie), te ontspannen (herstel van stress en concentratie/aandacht), en door een bijdrage aan een verbeterd functioneren van het immuunsysteem (via microbiomen) (zie *Figuur 8*). Ook kan het fungeren als buffer tegen luchtverontreiniging, geluid en UV blootstelling. De bewijslast rond mentale gezondheid en herstel van stress, concentratie en aandacht is het sterkst. Op de andere punten is de bewijslast minder sterk en soms ook tegenstrijdig. Enkele recente overzichtsartikelen richten zich vooral op de baten van groen (e.g. Schram-Bijkerk *et al*. 2018; Hartig *et al*. 2014; Staatsen *et al*. 2017a). Groen kan echter ook negatieve effecten hebben, bijvoorbeeld door blootstelling aan zoönotische en vector-overdraagbare pathogenen (onder meer Lyme bacterie) en allergieën (WHO, 2016; Staatsen *et al*. 2017b).

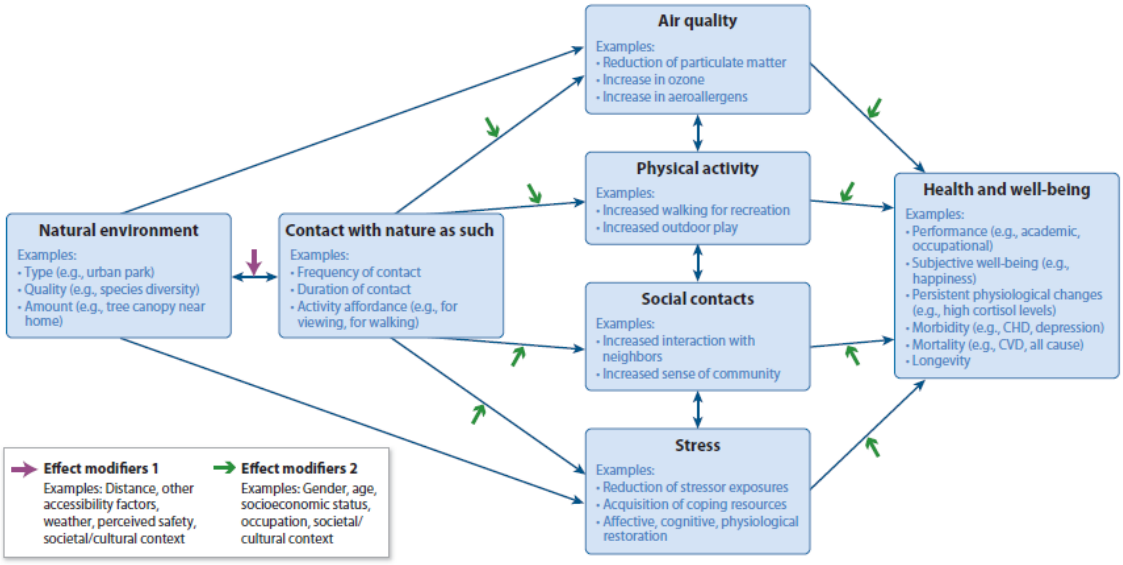
Mensen die meer tijd dichtbij huis doorbrengen (kinderen, ouderen, en mensen die huishouden runnen) en mensen met een lagere sociaal-economische status lijken meer baat van groen te hebben (Staatsen *et al*. 2017b). Om de kansen op een positief effect van groen op gezondheid te vergroten is het belangrijk om bij groeninitiatieven en groen in de leefomgeving belanghebbenden te betrekken en aan te sluiten bij hun wensen en hun beleving. Als middel om deze in beeld te brengen kan bijvoorbeeld de Leefplekmeter gebruikt worden. In Schotland wordt momenteel ook gewerkt aan een versie speciaal gericht op milieu en duurzaamheid[25] .

Een (niet onderbouwde) observatie uit de interviews is dat momenteel veel gemeenten inzetten op groen, soms vanwege het tegengaan van effecten van klimaatverandering, maar veelal ook vanwege andere redenen, zoals het creëren van een aantrekkelijke plek om te vestigen, te verblijven of te recreëren. Ook 'Nature based solutions' en ecosysteemdiensten, die in brede zin aandacht schenken aan de baten van groen, staan steeds meer in de belangstelling. Tegelijk staat groen onder druk door verstedelijking en de verdichting van steden (Staatsen *et al*. 2017a,b).

Verandering in de relatie tussen groen en gezondheid door klimaatverandering
Klimaatverandering in de vorm van hitte, droogte, overstromingen, en andere extreme weersomstandigheden zoals stormen heeft ook een effect op het groen zelf. Daarnaast kunnen (grond)waterstanden en bodemsamenstelling ook veranderen door meer extreme weersomstandigheden. In 2018 is bijvoorbeeld veel vegetatie dood gegaan door de langdurige droogte. Verzwakte bomen en struiken zijn ook weer gevoeliger door aantasting door insecten en ziekten en kunnen een gevaar vormen voor mensen als bijvoorbeeld takken afbreken of bomen omwaaien (Staatsen *et al*. 2017b). Ziekten en plagen verschijnen, mede als gevolg van klimaatverandering (kastanjemineermot, buxusmot, eikenprocessierups). Het toekomstige klimaat in Nederland lijkt, afhankelijk van het scenario, op het huidige klimaat in het zuiden of zuidwesten van Frankrijk (Bordeaux of Lyon) (KNMI, 2015). Dat heeft ook consequenties voor het gedrag van mensen. De inventarisatie van de NAS voorspelt dat bij hogere temperaturen meer gebruik van

[22] https://www.ruimtevoorderivier.nl/
[23] https://www.operatiesteenbreek.nl/
[24] Zie bijvoorbeeld: https://www.rainproof.nl/
[25] https://www.gezondeleefomgeving.nl/instrumenten/leefplekmeter

natuur, openbaar groen en stedelijke recreatieruimte zal optreden. Deze gedragsverandering kan leiden tot meer contact met allergenen (zie paragraaf 2.2) en zoönotische en vector-overdraagbare pathogenen (zie paragraaf 2.3), doordat men meer in contact is met het groen. Omdat men bij hitte ook vaak de verkoeling van water op zal zoeken kan dit ook tot extra risico's leiden (zie paragraaf 2.4).



Figuur 5 Denkkader voor de relatie groen en gezondheid (Hartig et al, 2014))

2.8.2 Neveneffecten van 'meer blauw' op gezondheid

Om de neerslagextremen die groter worden en de veranderende afvoer van rivieren te kunnen managen, zal het watersysteem aangepast gaan worden. Het (tijdelijk) bergen van water kan positieve gevolgen hebben op het gebied van bijvoorbeeld recreatie, stressreductie en verkoeling. Daarentegen kan opslag van water of juist een tekort aan water ook invloed hebben op bijvoorbeeld muggenpopulaties en waterkwaliteit. Ook is er gevaar voor verdrinkingsrisico's van plekken voor waterberging, en infectiegevaar bij kinderen (o.a. bij waterspeelplaatsen).

Uit een literatuur review van Gascon *et al.* (2017) naar positieve effecten van water op gezondheid, bleek dat er maar weinig onderzoeken zijn naar dit thema. Uit een analyse van de 35 geselecteerde (heterogene) onderzoeken kwam naar voren dat aanwezigheid van water positieve effecten kan hebben op mentale gezondheid en welbevinden, en op lichamelijke activiteit. Voor ervaren gezondheid, overgewicht en cardiovasculaire uitkomsten zijn de effecten minder consistent.

2.8.3 Neveneffecten van 'andere adaptatiemaatregelen' op gezondheid

In het kader van de Nationale Adaptatiestrategie klimaat (NAS) worden mogelijk nog andere adaptatiemaatregelen (bijvoorbeeld op het gebied van de gebouwde omgeving, ruimtelijke ordening, water- of natuurbeheer) genomen die een negatief of positief neveneffect kunnen hebben op gezondheid. Door de leefomgeving goed in te richten kan de gezondheid bevorderd worden (Staatsen *et al*. 2017a, b). Een aantrekkelijke en goed ingerichte leefomgeving stimuleert sociale contacten en maakt bewegen gemakkelijk en veilig. De juiste ruimtelijke inrichting kan bijdragen aan de gezondheid van mensen bij een veranderend klimaat. Innovatief stedelijk ontwerp kan bijdragen aan beperking van hitte-stress en wateroverlast, maar ook aan meer fysieke activiteit en sociale cohesie (RLI, 2018; McMichael, 2013; Staatsen *et al*. 2017b). Ruimtelijke inrichting kan ook bijdragen aan het reduceren van gezondheidsverschillen. Hier biedt de Omgevingswet kansen om de verbinding te maken tussen klimaatadaptatie, gezondheid en sociale problematiek.

2.9 Neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid

2.9.1 Positieve neveneffecten (health co-benefits)

Reductie van broeikasgasuitstoot beschermt vanzelfsprekend de menselijke gezondheid door het verminderen van de directe en indirecte gevolgen van klimaatverandering. Echter, er is in het afgelopen decennium een toenemende interesse in de positieve neveneffecten van klimaatmitigatie op onze gezondheid: het aanpakken van de huidige oorzaken van klimaatverandering (vooral verbonden aan het verbranden van fossiele brandstoffen) vermindert ook het risico op (niet-broeikasgas gerelateerde) gezondheidsproblemen (WHO, 2018; Watts *et al*. 2015; Haines & Ebi, 2019). Klimaatmitigatie kan dus positieve neveneffecten op onze gezondheid (health co-benefits) hebben via mechanismen die onafhankelijk zijn van het reduceren van het klimaatrisico zelf. Sommige maatregelen in de voorstellen voor het Klimaatakkoord om de uitstoot van broeikassen te verminderen, zoals het uitfaseren van de brandstofmotor, minder autokilometers, meer fietskilometers en omkeren van de ontbossing in Nederland, zullen positief bijdragen aan de gezondheid en deze bevorderen. Hoe groot die bijdrage is, is afhankelijk van de gekozen maatregelen om die doelen te bereiken (RIVM, in voorbereiding). Een steeds groter deel van de fossiele brandstoffen wordt gebruikt als grondstof in bijvoorbeeld de chemische industrie. Beleid gericht op circulariteit en gedrag, zoals het beperken van single-use plastics (European Commission, 2019) kan bijdragen aan een lagere broeikasgas uitstoot, en minder vervuiling van de leefomgeving (bijv. micro- en nanoplastics).

Reductie in het gebruik van fossiele brandstoffen vermindert de CO_2-uitstoot, maar tegelijkertijd ook de uitstoot van andere schadelijke luchtvervuilende stoffen zoals fijnstof (PM), SO_2, en NO_X. Dit heeft als gevolg een verlaging van het risico op luchtwegaandoeningen of hart- en vaatziekten. Een verschuiving van gemotoriseerde mobiliteit naar actieve vormen van mobiliteit (bijvoorbeeld fiets in plaats van auto) zal leiden tot minder uitstoot van CO_2 en andere luchtverontreinigende stoffen en tegelijkertijd een gezondere levensstijl stimuleren en bijdragen aan verlaging in de mate van obesitas, diabetes, coronaire hartziekte, beroerte, longziekte, en depressie. Veiliger actief transport kan ook leiden tot minder verkeersongevallen. Het matigen van de hoeveelheid dierlijke producten in het gemiddelde (Westerse) eetpatroon is zowel klimaatvriendelijker als gezonder (verlaging risico obesitas, hart- en vaatziekten en eetpatroon-gerelateerde kankers). Van het gas af gaan (mitigatie) heeft als positief gevolg dat geen koolmonoxide vrij komt in het binnenmilieu door verbranding van gas. Energiebesparende maatregelen in klimaatvriendelijke zorginstellingen kunnen leiden tot een lagere energierekening; het bespaarde geld kan worden uitgegeven aan het verbeteren van de voeding of het verzorgingstehuis (Staatsen *et al.* 2017a).

2.9.2 Negatieve neveneffecten (unintended health risks)

Ondanks dat er de afgelopen jaren vooral aandacht is geweest voor de health co-benefits van klimaatmitigatie, is er ook een toenemende zorg over mogelijke negatieve effecten van mitigatiemaatregelen. Woningisolatie en warmteterugwinning kunnen bijvoorbeeld van invloed zijn op de kwaliteit van het binnenklimaat en gezondheidsrisico's in het binnenmilieu veroorzaken of verergeren (Vardoulakis *et al*. 2015).

Mensen brengen veel tijd binnenhuis door en daarom speelt het binnenmilieu een belangrijke rol bij de gezondheid van mensen. In het binnenmilieu vindt blootstelling plaats aan onder meer vocht, schimmels, allergenen, fijnstof, koolmonoxide en radon (Staatsen *et al.* 2017a). Daarnaast heeft het binnenmilieu een bepaalde temperatuur en ventilatiemogelijkheden. Vocht is niet alleen aanwezig in de lucht, maar ook in bouwmaterialen en pleisterwerk. Een vochtig binnenmilieu leidt tot de groei van schimmels waardoor luchtwegklachten en allergieën kunnen ontstaan. Allergenen in het binnenmilieu bestaan onder andere uit huisstofmijt en pollen die ook mee naar binnen komen. Fijnstof komt in het binnenmilieu vrij bij koken, stofzuigen en gebruik van de open haard. Koolmonoxide komt in het binnenmilieu vrij bij het gebruik van het gasfornuis, de kachel, de open haard, de geiser of cv. Daarnaast kan radon vrijkomen uit bepaalde bouwmaterialen en uit de bodem.

Maatregelen om woningen te isoleren om zo het energieverbruik te laten dalen kunnen verontreinigende stoffen in het binnenmilieu toe laten nemen. Bijvoorbeeld fijnstof, koolmonoxide en radon (Vardoulakis *et al.* 2015). Een belangrijke maatregel om een gezond binnenmilieu te creëren is goede ventilatie. Ondeugdelijke installatie van zonnepanelen kan mogelijk leiden tot een verhoogd

brandgevaar (Bende & Dekker, 2019). Windturbines kunnen van invloed zijn op de beleving en gezondheid (geluidshinder) van omwonenden (van Kamp *et al.* 2013).

2.10 Klimaatvriendelijke (mitigatie) en klimaatbestendige (adaptatie) zorg

2.10.1 Klimaatvriendelijke zorg (mitigatie)

De zorgsector stoot indirect relatief veel broeikasgassen uit als gevolg van verwarming, verbruik elektriciteit, inkoop van energie-intensieve goederen en diensten, vervoer en afval (Eckelman & Sherman, 2016; WHO & HCWH, 2009). De zorgsector beschikt over veel gebouwen, en de gebouwenverwarming levert een grote bijdrage aan de emissies van de 'gebouwde omgeving'[26]. Via inkoop van warmte, elektriciteit en producten veroorzaakt de zorgsector ook indirect emissie van CO_2 bij de sectoren Industrie, Elektriciteitscentrales, Mobiliteit en Landbouw[27]. Daarmee draagt de zorgsector in relatief grote mate bij aan klimaatverandering, hoewel de omvang van de wereldwijde bijdrage aan broeikasgassen moeilijk te berekenen is. Binnen de EU is de zorgsector naar schatting verantwoordelijk is voor minstens 5% van de totale CO_2 uitstoot (KPMG, 2012). Volgens de Lancet Countdown ligt dit rond de 10% (Blankestijn *et al.* 2018). De Nationale Gezondheidsdienst in Engeland (NHS) schat dat hun jaarlijkse koolstofvoetafdruk in 2010 verantwoordelijk was voor 25% van de totale uitstoot aan broeikasgassen in de publieke sector (SDU, 2016). De NHS heeft een Sustainable Development Unit (SDU) opgezet om organisaties binnen de zorgsector te helpen om duurzame ontwikkeling te integreren en te stimuleren, inclusief de vermindering van koolstofdioxide-uitstoot. Ze hebben in de laatste jaren significante reducties in de uitstoot van koolstofdioxide bereikt (-11% tussen 2007-2015). Het grootste deel van de NHS koolstofvoetafdruk in 2015 (58%) komt van inkoop. Ongeveer 4,6 ton CO_2 (circa 20%) van hun uitstoot komt door energiegebruik van het gebouw. En 2,8 ton CO_2 (circa 12%) van de uitstoot komt door transport naar en vanuit NHS locaties (SDU, 2016).

De zorgsector in Nederland is ook een grootverbruiker van energie, waardoor klimaatmitigatie door de zorgsector op dit moment een belangrijk onderwerp is. In 2018 ondertekenden daarom 132 partijen de 2e Green Deal Duurzame Zorg voor een Gezonde Toekomst. In deze Green Deal werken de brancheorganisaties, zorgverenigingen en VWS nauw samen en wordt met aansluiting aan het rijksbeleid gewerkt aan de volgende ambities[28]:

1. Het verminderen van de CO_2 uitstoot in 2030 met 49% (voor zowel cure als care instellingen);
2. Circulaire bedrijfsvoering (o.a. inkoop, afval);
3. Verminderen van medicijnresten in afvalwater;
4. Bevorderen gezonde leefomgeving voor cliënten en medewerkers.

Vanuit de wet zijn de belangrijkste maatregelen voor terugdringen van de broeikasgas uitstoot: energiebeheer, isolatie, efficiënte LED verlichting en efficiënte motoren voor ventilatie. Voor ziekenhuizen zijn maatwerkoplossingen het belangrijkst voor de stap naar fossielvrij en klimaatneutraal. Aandachtspunten zijn energiebesparing, eventuele aansluiting op toekomstig duurzaam warmtenet, elektrisch personen- en patiëntenvervoer, minder vervoer en inkoop van duurzame (zon- of wind) energie en 'groene zorgpaden'. De komende vijf jaar worden nieuwe innovaties én overheidsmaatregelen verwacht die energiebesparing en duurzame energie goedkoper maken (green deal routekaart cure en routekaart care[22]).

Landelijk is behoefte aan een kennisdossier voor de zorg voor praktische acties en voor het bevorderen van een gezonde leefomgeving voor cliënten en medewerkers. Het RIVM werkt momenteel in opdracht van VWS aan het bijeenbrengen van kennis en toepassingen in zogenaamde "wat werkt dossiers", waarin theorie en praktijk worden samengebracht. Verder zal het RIVM lerende netwerken starten om het "samen leren" te stimuleren. In een eerste verkenning heeft het RIVM voor acht gezondheidsbevorderende factoren, waar onder natuur, geluid, inrichting, in kaart gebracht wat hierover in de literatuur bekend is (Kemper *et al.* 2019). Hieruit blijkt dat er veel informatie te vinden is, maar dat dit nog versnipperd is over de verschillende deelgebieden. De praktijk leert dat factoren vaak gecombineerd kunnen worden. Kennis over de kosteneffectiviteit van maatregelen op dit gebied is nihil.

[26] http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/erpub/international/broeikasgassen.aspx
[27] http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/erpub/international/broeikasgassen.aspx
[28] https://milieuplatformzorg.nl/green-deal

Klimaatmitigatie binnen de zorgsector zal ook leiden tot algemene (zie ook 2.9.1) en zorg-specifieke health co-benefits (WHO & HCWH, 2009). Ziekenhuizen die alternatieve, schone, op locatie technologieën gebruiken zijn minder kwetsbaar voor verstoring in het geval van natuurlijke rampen (niet afhankelijk van traditionele energiebronnen), wat een synergie creëert tussen klimaatmitigatie en klimaatadaptatie. Meer actief transport door zorgpersoneel kan zowel CO_2-uitstoot als ziekteverzuim reduceren. Duurzamere menu's binnen zorginstellingen zijn ook vaak gezonder.

De gezondheidszorg besteedt grote delen van het beschikbare budget aan energie en de inkoop van andere bronnen. Dus, energiebesparing en het beperken van andere input-kosten gaan samen met aanzienlijke positieve economische neveneffecten. Als zodanig ontstaan synergiën tussen de ecologische duurzaamheid en de financiële duurzaamheid van de gezondheidszorgsector. Het bespaarde geld kan worden uitgegeven aan werkelijke zorgverstrekking aan de patiënt en aan investering in gezondheidsvoorzieningen om patiëntenzorg te verbeteren. Daarnaast is de gezondheidssector is een belangrijke economische sector en dankzij zijn grote economische gewicht kan het helpen om invloed uit te oefenen over de hele economie door 'groen te shoppen' (bijvoorbeeld. milieuvriendelijke producten inkopen met een minimale koolstofimpact, invoeren van alternatieve energietechnologieën). Het kan een rol spelen in het 'verschuiven van schaalvoordelen' ('shifting the economies of scale') en schone technologieën economisch betaalbaar maken voor iedereen.

2.10.2 Klimaatbestendige zorg (adaptatie)

De zorgsector zal geconfronteerd worden met de (gezondheid)effecten van klimaatverandering, zoals overstromingsrisico's, mogelijke drukte bij eerste hulpdiensten tijdens extreme hitte of gebrekkige relevante kennis onder zorgpersoneel over het risico op nieuwe infectieziekten. De zorgsector moet zich voorbereiden op klimaatverandering door het versterken van de klimaatbestendigheid van de gezondheidszorg zelf en van gerelateerde essentiële diensten. Klimaatverandering vormt een bedreiging voor de kwaliteit en de continuïteit van de zorg. Extreme weersomstandigheden kunnen leiden tot noodtoestanden met uitdagingen zoals toename van aantal patiënten, beschadiging van infrastructuur, voorzieningen zoals elektriciteit of water of afvalverwerking die niet meer werken, en verstoring van bevoorradingen. Klimaatbestendigheid van de zorg is dus een belangrijk aandachtspunt: *"A climate resilient health system is one that is capable to anticipate, respond to, cope with, recover from and adapt to climate-related shocks and stress, so as to bring sustained improvements in population health, despite an unstable climate (WHO, 2015b)".* De WHO heeft een raamwerk beschikbaar voor het ontwikkelen van klimaatbestendige gezondheidssystemen (WHO, 2015b). Veel van de maatregelen die de WHO aanbeveelt zijn ook meegenomen in de Green Deal Duurzame Zorg.

De WHO heeft zeven elementen van een klimaatvriendelijk ziekenhuis geïdentificeerd:

1. Energie efficiëntie: Verminder de energieconsumptie van ziekenhuizen en energiekosten door efficiëntie en reductiemaatregelen.
2. Groen gebouwontwerp: Bouw ziekenhuizen die responsief zijn voor lokale klimaatomstandigheden en optimaal zijn ontwikkeld met het oog op verminderd energiegebruik en lagere vraag naar natuurlijke hulpbronnen.
3. Alternatieve energie generatie: Produceer en/of consumeer schone, duurzame energie op locatie om een betrouwbare en (klimaat)bestendige werking te garanderen.
4. Transport: stimuleer lopen en fietsen naar het complex en stimuleer gebruik van het openbaar vervoer (voor medewerkers, patiënten en de gemeenschap).
5. Voedsel: Biedt duurzaam geteeld lokaal voedsel voor medewerkers en patiënten.
6. Afval: Verminder, hergebruik, recycle, composteer en gebruik alternatieven voor afvalverbranding.
7. Water: Conserveer water.

Dergelijke strategieën kunnen worden ingevoerd zonder het comfort of welzijn van de patiënt aan te tasten. Sommige maatregelen kunnen zelfs bijdragen aan zowel een klimaatbestendige zorg als aan een betere zorg. Een groenere omgeving rondom ziekenhuizen kan stress bij zorgpersoneel en patiënten verminderen (effect klimaatadaptatie maatregelen). Al deze aanbevelingen zijn expliciet en aanbeveling 7 impliciet ook benoemd in de Green Deal Duurzame Zorg, dan wel door de ondertekenaars als pledge geformuleerd. De Green Deal heeft als extra pijler waterkwaliteit in relatie tot medicijnresten. Daarnaast wordt ook in het Deltaprogramma onderkend dat vitale en kwetsbare functies zoals gezondheidszorg (waaronder ziekenhuizen) bestand moeten zijn tegen overstromingen.

Binnen de Nationale Adaptatie Strategie (NAS) wordt op dit moment aandacht besteed aan de implementatie van hitteplannen binnen zorginstellingen.

2.11 Gedrag

Gedrag speelt op vele vlakken een rol. Het kan gaan om gedrag van consumenten die een keuze maken voor een vervoerswijze, voedsel of energievoorziening, maar het kan ook gaan om hoe men om gaat met bijvoorbeeld voedselveiligheid. Daarnaast kan klimaatadaptatie of mitigatie ook vragen om gedragsverandering bij andere actoren, zoals boeren, zorgprofessionals, bedrijfsleven of overheden. Er is veel kennis over gedrag en hoe mensen reageren op (beleids)ingrepen (RLI, 2014; WRR, 2009). Keuzes die gemaakt worden op basis van gewoontes (bijvoorbeeld voeding of vervoer) zijn niet makkelijk te veranderen (Staatsen *et al.* 2017b, Michie *et al.* 2011). Dergelijke keuzes worden beïnvloed door individuele factoren zoals fysiek in staat zijn om openbaar vervoer of fiets te pakken en informatie te kunnen begrijpen. Maar ook de sociale omgeving (wat familie en vrienden doen), de fysieke omgeving (hoe is de omgeving ingericht; is het aantrekkelijk om te gaan fietsen in plaats van de auto te pakken) en de macro-omgeving (economische, sociaal-culturele factoren en politieke factoren) (Story *et al.* 2008). Gedragsverandering van burgers, private en publieke sector is een belangrijk aangrijpingspunt voor beleid. De vraag is ook in hoeverre de omgeving mensen kan ‘nudgen’ om bepaald gedrag te vertonen.

2.12 Kwetsbare groepen

Kwetsbare groepen in relatie tot klimaatverandering zijn: ouderen, kinderen, chronisch zieken en migranten (Haines & Ebi, 2019; Wuijts *et al.* 2014). Daarnaast zijn gebruikers van bepaalde medicamenten, alcohol en drugs extra kwetsbaar voor hitte en kou. Tijdens deze perioden van hitte en kou kunnen al aanwezige gezondheidsklachten verergeren. In relatie met luchtverontreiniging kunnen mensen met chronische long- en/of hart- en vaatziekten, ouderen en kinderen kwetsbaarder zijn voor gezondheidsklachten. Ook mensen die veel inspanning leveren en daardoor meer (verontreinigde) lucht inademen of water inslikken, zoals sporters, mensen die zware lichamelijke arbeid buiten verrichten en kinderen die buiten spelen, lopen een groter risico op gezondheidsklachten. Ernstige smog heeft effecten op de gehele bevolking en heeft toenemende klachten bij mensen met verhoogde gevoeligheid en verhoogde blootstelling tot gevolg (Zuurbier *et al.* 2012).

In veel Westerse landen vindt vergrijzing van de bevolking plaats, waardoor de kwetsbare groep in omvang toeneemt. De verhoogde sterfte bij warm weer onder ouderen doet zich vooral voor bij bewoners van verpleeghuizen (Garssen *et al.* 2005) door een verslechterd binnenklimaat tijdens warme perioden, afhankelijk van de gezondheidstoestand van de bewoners en de mate waarin de verzorging is aangepast aan de temperatuur (De Meer *et al.* 2012).

Ook mensen woonachtig of werkzaam in zorg- en onderwijsinstellingen, gebouwen of woningen die onvoldoende gekoeld, verwarmd of geventileerd kunnen worden, zijn kwetsbaar. Dit geldt ook voor sociaal geïsoleerde personen, personen die te maken hebben met uithuiszetting, of afsluiting van nutsvoorzieningen, en dak- en thuislozen (Wuijts *et al*. 2014). Daarnaast is aandacht voor de lagere inkomensgroepen nodig. Deze groepen hebben geen of beperkte middelen voor klimaatmaatregelen, zoals maatregelen op het gebied van energiebesparing of -transitie. Informatie rond klimaat en gezondheid en klimaat-gerelateerde maatregelen bereikt hen vaak nog maar beperkt. Er is een vertaalslag nodig van de huidige informatie naar iets wat aansluit op de belevingswereld van deze groepen.

Verder zal het aantal klimaatvluchtelingen de komende jaren sterk toenemen, indien niet snel wereldwijd klimaatadaptatie en mitigatie maatregelen genomen worden (Watts *et al,* 2018). Aandacht voor de opvang, zorg, en gezondheid van deze vluchtelingen is van belang. Het is ook van invloed op de cohesie in de samenleving.

3 Samenvatting inventarisatie kennisvragen klimaat en gezondheid

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een samenvatting van de kennisvragen die zijn verzameld uit de antwoordden op de eerste vragenlijst, de interviews en de literatuur (zie hoofdstuk 2). Veel opmerkingen en kennisvragen gelden niet specifiek voor een onderwerp, maar meer in algemene zin. Desondanks zijn deze opmerkingen en kennisvragen wel bij de onderwerpen opgenomen omdat ze daar genoemd werden. Een meer uitgebreid overzicht van de resultaten van de eerste vragenlijstronde en interviews staat per thema in bijlage 1.

De resultaten van de tweede vragenlijst over het prioriteren van onderwerpen zijn ook hieronder samengevat. De uitgebreide resultaten van de tweede vragenlijst staan in bijlage 2. We sluiten dit hoofdstuk af met een korte reflectie op de gebruikte methoden.

3.2 Resultaten kennisvragen eerste ronde en interviewvragen experts

De eerste vragenlijst is uitgestuurd op 11 december 2018. Het aantal deelnemers was 58 (respons ratio van 51%) (zie Figuur 11). De respondenten van de eerste vragenlijstronde hebben alleen de vragen over die onderwerpen ingevuld waarop ze expertise hebben, hierdoor wisselen de aantallen per thema. In januari en februari zijn twaalf experts uit de praktijk (zie bijlage 4) geïnterviewd volgens het interviewprotocol in bijlage 5.

Op basis van de opgehaalde kennisvragen uit de eerste vragenlijst en interviews kan het volgende geconcludeerd worden:

- Er worden vooral veel vragen gesteld over het vaststellen van *blootstellingsresponsrelaties* voor *huidige* en *toekomstige* gevolgen van klimaatverandering voor de gezondheid. Zijn er hierbij ook kwetsbare groepen (onder andere lagere sociaaleconomische status (SES), chronisch zieken, ouderen) te onderscheiden?
- Ook blijkt uit de inventarisatie dat er behoefte is aan *integrale risico-analyse onder verschillende (klimaat)scenario's* ('integrated modelling'). Wat is nu precies de ziektelast als gevolg van klimaatverandering in Nederland? Wat is de gecombineerde invloed van klimaatveranderingen en andere toekomstige ontwikkelingen (vergrijzing, energietransitie, verdichting, luchtkwaliteit, landgebruik, meer groen in stedelijk gebied, gedrag, etc.)?
- Er zijn vragen over het verbeteren van *monitoring en signalering*, met een focus op een *systeembenadering* en het verbinden van monitoringssystemen en modellering. Er is behoefte aan monitorings- en informatiesystemen die geschikt zijn voor analytische studies, voor bewaking en informatiedoelen en voor risico-analyses (onderscheid mogelijk naar: tijd, weertype, geografisch, zwemwater, sectoren, kwetsbare groepen).
- Een groot deel van de vragen heeft betrekking op *welke maatregelen doeltreffend* zijn om gezondheidsrisico's van klimaatverandering te reduceren. Deze zijn vaak in te delen in twee categorieën: maatregelen om blootstelling te voorkomen en maatregel om de effecten van een veranderende blootstelling te verminderen. Hoe verhouden verschillende maatregelen zich onderling tot elkaar qua kosteneffectiviteit? Er is behoefte aan meer kennis over (positieve en negatieve) gezondheidseffecten van mitigatie- en adaptatie-maatregelen om negatieve neveneffecten op gezondheid te voorkomen en positieve neveneffecten op gezondheid te versterken.
- Daarnaast zijn er relatief veel vragen over het *vertalen van kennis naar beleid en praktijk*. Wat is de meest effectieve en efficiënte mix van adaptatie-maatregelen en wat zijn de kosten-baten van maatregelen? Hoe kunnen we in de praktijk een integrale evaluatie van maatregelen maken waarbij gezondheid wordt meegenomen? Hoe kunnen nieuwe stedelijk concepten (bv water, vergroening) effectief geëvalueerd worden op gezondheidseffecten? Hoe kan kennis sneller en beter worden verbonden met de praktijk (gemeenten, provincies, zorg)? Hoe kan de voorlichting over risico's en te nemen maatregelen zo effectief mogelijk plaatsvinden (zongedrag, allergenen, luchtkwaliteit, zoönosen, herkennen symptomen, etc.)? Welke verantwoordelijkheden hebben de verschillende betrokken stakeholders en hoe kan de onderlinge samenwerking het beste worden vormgegeven? Hoe zorg je ervoor dat de risico's helder zijn zonder mensen angstig te maken? Wat kunnen we leren uit gedragsonderzoek om gedragsverandering te stimuleren (zongedrag, mobiliteit, voedselkeuze, energiegebruik)?

- Een *overkoepelende vraag* die op basis van de resultaten geformuleerd kan worden is welke veranderingen in de hele keten (monitoring, analyse, voorspelling, informatievoorziening, diagnose, behandeling) mogelijk zijn om de (toekomstige) ziektelast omlaag te brengen.
- Uit de interviews kwam vooral naar voren dat extra aandacht nodig is voor gedrag, politiek-bestuurlijke issues, kwetsbare groepen, vertalen van kennis naar praktijkadviezen en toepassing van maatregelen. Dat zijn de issues die wat meer spelen op het grensvlak tussen beleid, wetenschap en praktijk.

Naast bovenstaande algemene bevindingen, geven de resultaten van de eerste vragenlijst en de interviews ook een goed inzicht in de specifieke kennisvragen die Nederlandse onderzoekers en stakeholders per onderzoeksthema belangrijk achten. Hieronder zijn per thema de kennisvragen samengevat die door de respondenten belangrijk worden geacht.

Temperatuur
Welke blootstellingsindicatoren zijn het meest geschikt? Wat zijn de huidige en toekomstige gezondheidseffecten (sterfte en ziekte) van temperatuur (extremen, hitte en koude) in Nederland onder verschillende (klimaat)scenario's? Wat zijn de effecten bij bepaalde bevolkingsgroepen (kwetsbare ouderen, chronisch zieken, bewoners stedelijk gebied, beroepsbevolking)? Wat is de huidige en toekomstige blootstellingresponsrelatie? En hoe groot is de rol van luchtverontreiniging daarbij? Hoe groot is het risico ten opzichte van andere risico's? Hoe heeft de relatie tussen dagelijkse temperatuur en dagelijkse sterfte en morbiditeit zich ontwikkeld in de afgelopen (zeg) 50 jaar, met andere woorden zijn er aanwijzingen voor adaptatie? Deelvragen betreffen mate van 'harvesting' (vervroegde sterfte aan al bestaande aandoeningen), interrelaties met influenza sterfte in voorafgaande/volgende winters); effect modificatie door luchtverontreiniging, hitte-), en de relatie met binnentemperatuur. Hoe functioneert een stad die warmer wordt? Wat is het effect van meer groen/blauw en waar moet dit geïmplementeerd worden? Wat is het effect van hitteplannen en welke verantwoordelijkheden hebben de verschillende stakeholders? Wat hoort er, gezien de kennis, met een goed hitteplan te worden geregeld? Hoe kunnen maatregelen geïntegreerd worden in bestaande structuren (zorgketens etc.)? Hoe kunnen maatregelen om gebouwen hittebestendig te maken gecombineerd worden met de energietransitie? Ook gaan een aantal vragen over gedrag: hoe gedragen mensen zich en hoe weerbaar zijn mensen en gemeenschappen (community resilience) bij extreem weer?

Allergieën
Wat is de invloed van huidige en toekomstige klimaatverandering (verschillende klimaatscenario's) op de blootstelling aan allergenen (bloeiseizoen, introductie nieuwe allergene soorten in Nederland, productie allergenen, allergeniciteit en transport van pollen) en de allergieklachten veroorzaakt door pollen, insecten, spinachtigen en schimmels? Welke planten/bomen zullen meer pollen verspreiden, welke minder? Verandert het verloop van pollenverspreiding gedurende het jaar? Welke nieuwe (bronnen van) allergenen komen naar Nederland? Welke invloed heeft een veranderende blootstelling en wat betekent dit voor gezondheid en totale ziektelast in Nederland? Wat is de gecombineerde invloed van klimaatverandering en andere toekomstige ontwikkelingen (zoals luchtkwaliteit, landgebruik, meer groen, buitenrecreatie)? Ook zijn er vragen op het gebied van monitoring en van modellering van de verspreiding allergenen onder verschillende klimaatscenario's. Wat betreft maatregelen liggen de vragen op gebied van het voorkomen van blootstelling (bijvoorbeeld via aanpassing groenbeleid) en op voorlichting (hoe krijg je de juiste informatie bij de verschillende stakeholders?).

Vector-overdraagbare infectieziekten en zoönosen
Er zijn kennisvragen over de effecten van (toekomstige) klimaatverandering op nieuwe besmettingsroutes, ecologie, vectorcompetentie, interacties met andere gezondheidseffecten van klimaatverandering en de belangrijkste onderliggende mechanismen in de verspreiding van vector-overdraagbare infectieziekten en zoönosen. Welke van deze ziekten zijn in een warmer klimaat het meest bedreigend voor Nederland en de ons omringende landen? Wat zijn de resulterende toekomstige risico's onder verschillende klimaatscenario's (modellering van risico's)? Krijgt Nederland meer habitat voor vectoren zoals muggen, teken, zandvliegen door het andere klimaat of juist door de adaptatie- en mitigatiemaatregelen die genomen worden om in te spelen op klimaatverandering? Wordt het klimaat in Nederland geschikter voor de overdracht van pathogenen door vectoren of vee/wild zoals: virussen die dengue, chikungunya, zika, tekenencephalitis, Westnijlkoorts veroorzaken; bacteriën zoals Borrelia en Leptospira; protozoa zoals Plasmodium, Leishmania of

wormen zoals Schistosma via slakken? Welke invloed heeft de verandering van verspreiding van deze ziekten elders in de wereld voor Nederland? Wat is het resulterende toekomstige risico onder verschillende klimaatscenario's in combinatie met andere toekomstige ontwikkelingen zoals landgebruik, landbouw, dierziekten in veehouderij, (recreatie)gedrag, en 'groene/blauwe' adaptatiemaatregelen (modellering van risico's/ziektelast; hoe groot is de rol van klimaatverandering)? En wat is de impact op het zorgsysteem? Verder zijn er vragen over monitoring, preventieve maatregelen (o.a. bestrijding vectoren) en vergroting bewustwording burgers en professionals (herkennen symptomen).

Water- gerelateerde gezondheidseffecten
Wat is de grootste bron van ziekteverwekkers in het water en hoe wordt die bron beïnvloed door klimaatverandering? Wat zijn de effecten van verandering in temperatuur en neerslag op geografische verspreiding, populatiegrootte, productiviteit en levenscyclus van organismen (planten, dieren, pathogenen) die gezondheidsklachten kunnen veroorzaken? Wat is de blootstellingsrespons-relatie? Welke invloed heeft klimaatverandering (via bijvoorbeeld temperatuur en neerslag) op leveringskwaliteit van drinkwater en op de kwaliteit van oppervlaktewater (incl. zwemwaterkwaliteit)? Is er een effect op blootstellingsgedrag (bijvoorbeeld meer buitenrecreatie)? Wat is het risico op nieuwe pathogenen door (klimaat)migratie? Wat is het resulterende toekomstige risico onder verschillende klimaatscenario's in combinatie met andere toekomstige ontwikkelingen (modellering van risico's/ziektelast)? Wat zijn de effecten van adaptatie-maatregelen (waterberging, blauwe ruimtes, kunstmatige wetlands) op water-gerelateerde ziekteverwekkers? Met welke aanpassingen in waterbeheer en ruimtelijke inrichting kan het gezondheidsrisico gereduceerd worden? Er is behoefte aan een waarschuwingssysteem / "wateroverlastplan" (in navolging van het hitteplan).

Voedsel-gerelateerde gezondheidseffecten
Wat is de invloed van klimaat op de groei/ontwikkeling van de voedsel-gerelateerde ziekteverwekkers (grenswaarden, relaties met bijvoorbeeld temperatuur en vochtigheid)? Wat is de invloed van klimaatverandering op de productiviteit van de landbouw en de uitstoot van emissies? Wat is de invloed van verschillende klimaatscenario's op de toekomstige ziektelast en voedselveiligheid als gevolg van voedsel-gerelateerde infecties en welke bevolkingsgroepen zijn daarbij het meest kwetsbaar (modellering van risico's/ziektelast)? Wat is de mogelijke invloed van klimaatverandering en van mitigatiemaatregelen op onze gezondheid door veranderingen in de voedingswaarde en de samenstelling/aanbod van voedingsproducten? Wat zijn de gevolgen voor gezondheid van veranderingen in de landbouw en wat is de relatie met waterbeheer? Is het nodig onze monitoring/surveillance aan te passen? Verder zijn er vragen over preventieve maatregelen (o.a. technologische oplossingen, andere vormen van landbouw) en vergroting bewustwording burgers en professionals (telers, boeren, verwerkers).

Gezondheidseffecten van luchtkwaliteit
Wat is de invloed van huidige en toekomstige klimaatverandering (temperatuur, transport, relatieve vochtigheid, neerslag, zonneschijnduur) op de luchtkwaliteit en wat zijn de gevolgen voor onze gezondheid (modellering van risico's/ziektelast)? Wat is het effect van temperatuur op de concentratie van fijnstof/ozon en hoe werkt deze gecombineerde blootstelling door naar gezondheidseffecten? En wat is relatie met (allergeniciteit en hoeveelheid) pollen? Wat is het gezondheidseffect van veranderingen in luchtkwaliteit door verdroging of natuurbranden? Wat is het effect van CO_2-beperkende maatregelen (zoals elektrisch vervoer, gebruik biomassa) op de luchtkwaliteit? Wat is het effect van vergrijzing, verstedelijking, energietransitie, veranderingen in landbouw en andere relevante toekomstige ontwikkelingen op de omvang van de effecten van klimaatverandering? Wat is het gecombineerde effect van klimaatverandering en maatregelen om uitstoot van luchtverontreinigende stoffen te beperken? Ook zijn er vragen over de gevolgen van klimaatverandering op het blootstellingsgedrag en op de binnenluchtkwaliteit. Verder zijn er vragen over effectieve communicatie en adviezen aan professionals en burgers.

UV-gerelateerde gezondheidseffecten
Wat is de daadwerkelijke blootstelling van Nederlanders aan UV-straling en hoe gaat klimaatverandering (temperatuur, zonneschijn) de blootstelling aan UV beïnvloeden (incl. effecten op blootstellingsgedrag)? Wat is de precieze bijdrage van deze veranderende blootstelling aan het ontstaan van huidkanker? Heeft temperatuur invloed op de blootstelling-response relatie? Wat is een optimaal zongedrag (afweging positieve en negatieve effecten van UV) en hoe beïnvloedt je zongedrag? In hoeverre zijn de huidige maatregelen ook in de toekomst toereikend? Wat is de

(kosten-) effectiviteit van invoering van huidkankerscreening of het creëren van meer schaduwplekken?

Neveneffecten van klimaatadaptatie op gezondheid
In het algemeen is er behoefte aan meer kennis over de balans tussen positieve en negatieve effecten van adaptatiemaatregelen. Wat zijn de (meetbare) positieve en negatieve (neven)effecten van meer groen en blauw, in relatie tot tegengaan effecten van klimaatverandering zoals hitte, wateroverlast (monitoring en modellering)? Wat zijn de specifieke eisen aan groen en blauw (welk groen/blauw in welke situatie) zodat de positieve effecten optimaal zijn en de negatieve effecten worden beperkt? Hoe kun je 'meer blauw/groen' op een gezonde manier ontwerpen/beheren en gebruiken? Wat zijn randvoorwaarden voor stimuleren gebruik van groen/blauw (gedrag) voor bepaalde groepen? Wat zijn de effecten van hittebestendig bouwen/inrichten op het binnenmilieu? Hoe kun je een wijk inrichten zodat het bijdraagt aan klimaatadaptatie, maar ook aan gezondheid? Hoe kunnen we leren van geslaagde maatregelen? Hoe kan gezondheid in de praktijk worden meegenomen in ruimtelijke planning (integrale evaluatie in kader van omgevingswet; best practices, context-specifieke aanbevelingen)? Welke kennis hebben professionals, stakeholders en burgers nodig?

Neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid
Wat zijn de positieve en negatieve effecten van klimaatmitigatie (bijvoorbeeld energietransitie, veranderingen landbouw/veeteelt) op de gezondheid? Denk aan luchtkwaliteit, kwaliteit binnenmilieu, geluidsoverlast, veiligheid? Er is behoefte aan meer inzicht in de positieve gezondheidseffecten van klimaatmitigatie als input voor de discussie over het Klimaatakkoord. Wat zijn belangrijke meekoppelkansen? Wat zijn mogelijke negatieve gezondheidseffecten van bijvoorbeeld alternatieve energie (warmtepompen, warmtewisselaars, zonnepanelen etc.) en woningisolatie? Hoe kan je positieve neveneffecten optimaliseren en negatieve nevenaffecten voorkomen in de praktijk (concrete richtlijnen voor beleidsmakers)? Wat is de invloed van klimaatmaatregelen op sociale ongelijkheid en hoe kunnen we dit voorkomen? Hoe kun je klimaatmaatregelen aan woningen door woningcorporaties benutten om tegelijk een aantal sociale zaken aan te kunnen pakken?

Klimaatmitigatie en –adaptatie door de zorgsector
Er wordt opgemerkt dat de zorgsector nog onvoldoende geïnformeerd is. Een groot deel van de vragen gaat dan ook over onderwijs (regulier onderwijs, nascholing) en kennis van zorgpersoneel. De vraag is welke kennis zorgpersoneel over klimaatmitigatie en –adaptatie nodig heeft en hoe dit efficiënt kan landen in curricula van de diverse zorgberoepsgroepen.

- Klimaatbestendige zorg (adaptatie): Wat is de verwachte ontwikkeling in zorgvraag bij klimaatverandering? Is de zorgsector voldoende voorbereid op bijvoorbeeld meer extreem weer en overstromingen (waarborgen zorg-continuïteit) of op de komst van nieuwe infectieziekten? Is er een overzicht van kritische zorginfrastructuren voor alle klimaatrisico's (link met Deltaprogramma)? Hoe kunnen de verschillende actoren binnen de zorg het beste samenwerken om de klimaatbestendigheid van de zorg te versterken?
- Klimaatvriendelijke zorg (mitigatie): Via de Green Deal 'duurzame zorg' wordt al samengewerkt op het gebied van het beperken van de uitstoot broeikasgassen door de zorgsector. Welke maatregelen kunnen er genomen worden (niet alleen technologische oplossingen)? Welke maatregelen zijn het meest (kosten-)effectief? Hoe kan de zorgsector een goede afweging maken tussen gezondheid en duurzaamheid?

Gedrag en beleving
Wat is het gedrag van mensen op huishouden-, buurt-, gemeenschap- of netwerkniveau in voorbereiding op en tijdens een hittegolf? Hoe gedragen mensen zich en hoe weerbaar zijn mensen en gemeenschappen in het geval van extreem weer onder andere tijdens evenementen? Hoe zorgen we dat draagvlak voor maatregelen blijft bestaan, ook als de opgave concreter wordt? Wat is de mogelijke invloed van de energietransitie op de gepercipieerde kwaliteit van leven/gezondheid van burgers? Hoe kan gedrag de effecten van klimaatrisico's op gezondheid beïnvloeden? Hoe realiseer je gedragsverandering in relatie tot klimaatadaptatie en klimaatmitigatie? Wat is de effectiviteit van maatregelen in het fysiek domein met betrekking tot klimaatgerelateerd gedrag? Welke fysieke maatregelen (bijvoorbeeld via het ontwerp van de leefomgeving) kunnen worden getroffen waardoor klimaatbewust gedrag de norm wordt? Hoe zorgt men in de communicatie dat de risico's van groen en blauw helder zijn zonder mensen angstig te maken? Op welke manier kan een voedsel/energie/mobiliteit transitie plaatsvinden? Wat is de perceptie en het gevoel van urgentie onder de Nederlandse bevolking en in het bijzonder onder de risicogroepen, beleidsmakers en

vertegenwoordigers uit de gezondheidssector? Wat is het belang/invloed van deze perceptie bij het formuleren/implementeren van adaptatiebeleid onder andere in de zorgsector?

Kwetsbare groepen
Hoe zijn de effecten van klimaatverandering voor gezondheid verdeeld over de verschillende groepen in de samenleving? Wat is het effect van vergrijzing in de samenleving in de relatie klimaat-gezondheid? Hoe zorg je dat de kennis en informatie over klimaat en gezondheid en klimaatmaatregelen ook landen bij minder geletterden/lage SES groepen? Hoe haak je aan bij hun belevingswereld om hen erbij te betrekken? Hoe kun je ook mensen die langdurig ziek of gehandicapt zijn bereiken en mee laten doen? Hoe kan je klimaatmaatregelen het beste verbinden met armoede- en eenzaamheidsbestrijding, zodat de groep kwetsbare mensen kleiner wordt? Met andere woorden; hoe kun je climate resilience verbinden met social resilience? Wat doet de energietransitie (klimaatmitigatie) voor kwetsbare groepen (zoals langdurig zieken of gehandicapten)? Hoe kunnen we ervoor zorgen dat iedereen mee komt in de energietransitie? Hoe gaan we om met mensen met een serieuze beperking in de gezondheid met het thema klimaatadaptatie en energietransitie? Wat hebben zij nodig om mee te kunnen doen, hoe bereik je hen? Hoe gaan mensen ermee om als vragen te groot worden zodat ze het zelf niet meer op kunnen lossen (zelfredzaamheid, eenzaamheid, sociale netwerken)? Wat zijn de lange termijn effecten van klimaatverandering op armoede en sociale cohesie in de samenleving (bijvoorbeeld mogelijke toename klimaatvluchtelingen?) Hoe kun je klimaatmaatregelen aan woningen door woningcorporaties benutten om tegelijk een aantal sociale zaken aan te kunnen pakken? Hoe kunnen herstructureringen/fysieke ingrepen in lage SES buurten benut worden om het gesprek te gaan over klimaatadaptieve en -mitigerende maatregelen?

3.3 Uitkomsten tweede vragenlijst: peilen prioriteiten en draagvlak

Begin 2019 is een tweede vragenlijst uitgezet bij een bredere groep stakeholders om de verschillende onderzoeksthema's te prioriteren. Naast de mensen die in de eerste vragenlijstronde zijn aangeschreven, zijn ook experts uit de praktijk benaderd en is er een link naar de vragenlijst meegestuurd met de nieuwsflits van de Nationale Adaptatie Strategie (NAS). Deze vragenlijst is ingevuld door 114 respondenten. Opvallend hierbij is dat veel mensen met een milieu/gezondheid achtergrond de vragenlijst hebben ingevuld, en weinig tot geen mensen uit de zorg (zie Figuur 11).

Deze prioritering is gebaseerd op de evaluatie van de verschillende onderzoeksthema's met behulp van een aantal prioriteringscriteria, zoals ziektelast (zie hoofdstuk 1). De uitkomsten van een vraag naar weging van prioriteringscriteria (afhankelijk van de mate waarin elk criterium volgens de respondenten mee zou moeten wegen in de prioritering van onderzoeksthema's binnen de kennisagenda Klimaat en Gezondheid) en een vraag naar score (1-5 schaal) op prioriteringscriteria per onderzoeksthema zijn gecombineerd tot een gewogen prioriterings-index per onderzoeksthema (zie *Figuur 9* en bijlage 2). Van de 13 onderzoeksthema's hebben er 10 een gewogen prioriterings-index van 4 of hoger (op een 1-5 schaal). Drie onderzoeksthema's hebben een gewogen prioriterings-index tussen de 3 en 4 (op een 1-5 schaal).

- De hoogste scores zijn gegeven aan temperatuur-gerelateerde effecten en de neveneffecten van adaptatiemaatregelen.
- Klimaatbestendige zorg en klimaatmitigatie door de zorg scoren het laagst. Dit heeft waarschijnlijk te maken met ondervertegenwoordiging van de zorgsector onder respondenten en beperkte kennis bij de respondenten over de klimaatbijdrage en bestendigheid van het zorgsysteem.

Daarnaast zijn de respondenten ook gevraagd om per onderwerp punten te verdelen over verschillende onderzoeksgebieden (zoals monitoring). De verdeling van deze punten is afhankelijk van de mate waarin op elk gebied volgens de respondenten de nadruk zou moeten liggen binnen de Kennisagenda Klimaat en Gezondheid. Bij deze prioritering van de verschillende onderzoeksgebieden valt op dat de meeste punten vaak worden gegeven aan preventie/adaptatie (Tabel 5 en Tabel , zie ook bijlage 2). Scenario/risico-analyse staat op de tweede plaats. Het beter vaststellen van de gezondheidsgevolgen van klimaatverandering (impact assessment) staat op plaats drie en monitoring krijgt de laagste prioriteit. Desondanks krijgt monitoring toch nog zo'n 15-20% van het totale aantal toegekende punten.

Uit de open opmerkingen van respondenten van de tweede vragenlijst blijkt vooral de behoefte aan:

- focus op positieve en negatieve effecten van klimaatverandering en –maatregelen;
- kennis over governance processen;
- gedrag/communicatie;
- aandacht voor kwetsbare groepen;
- richtlijnen/besluitvorming klimaatadaptatie stadpraktijk;
- gekoppelde monitoring;
- neveneffecten adaptatie/mitigatie beleid;
- opzetten van communities of practice.

Onderwerpen die door geïnterviewde respondenten worden gemist zijn natuurbranden, klimaatvluchtelingen en politiek bestuurlijke aspecten.

Figuur 9 Gewogen multi-criteria prioriteringsindex per onderzoeksthema Weging (vraag 1) vermenigvuldigd met score (vraag 2) per prioriteringscriteria; opgeteld voor de 5 prioriteringscriteria. Zie bijlage 2 voor berekeningen per onderzoeksthema.

Tabel 5 Prioritering binnen hoofdthema's: gezondheidseffecten van klimaatverandering (groen= meest # punten/ oranje = laagste # punten).

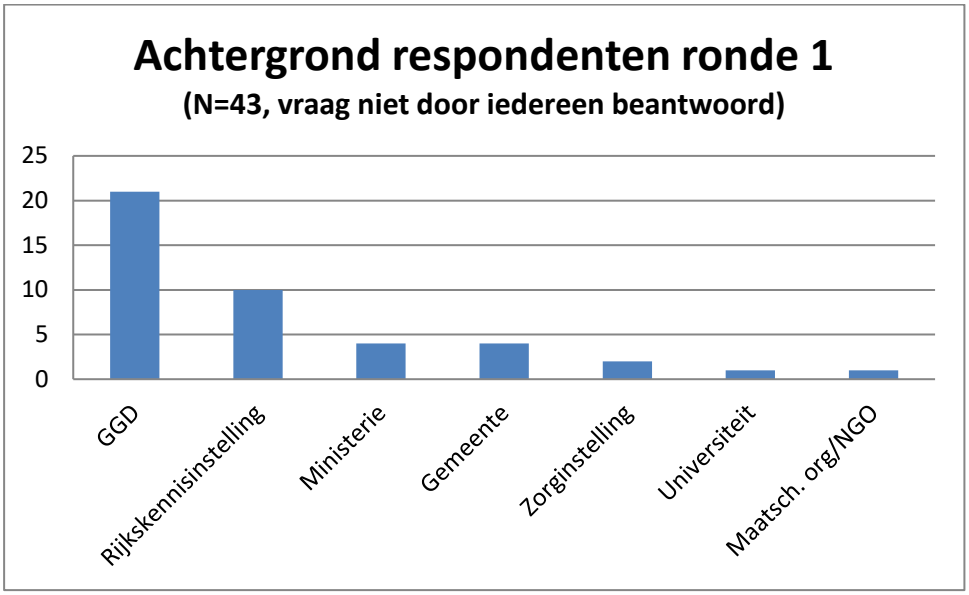
	Monitoring	**Impact assessment**	**Scenario/risico analyse**	**Preventie/ adaptatie**
Temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten	20%	24%	22%	34%
Allergieën	19%	24%	21%	36%
Zoönosen en vector-overdraagbare ziekten	23%	21%	29%	27%
Water-gerelateerde gezondheidseffecten	20%	24%	26%	30%
Voedsel-gerelateerde gezondheidseffecten	18%	24%	25%	34%
Gezondheidseffecten van luchtkwaliteit	21%	22%	24%	33%
UV-gerelateerde gezondheidseffecten	18%	17%	24%	40%
Klimaatbestendigheid van de zorgsector	16%	22%	26%	35%

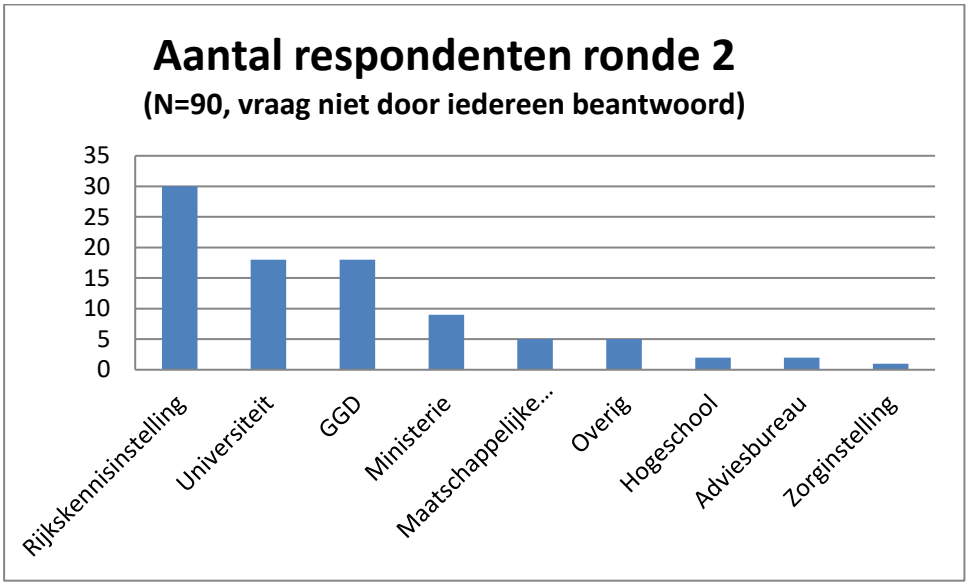
Tabel 6 Prioritering binnen hoofdthema's: neveneffecten van klimaat mitigatie en klimaatadaptatie.

Neveneffecten op gezondheid van	Monitoring	Impact assessment neveneffecten	Scenario/risico analyse neveneffecten	Voorkomen negatieve Versterken positieve neveneffecten
'meer groen'	17%	26%	23%	34%
'meer blauw'	17%	26%	23%	34%
andere adaptatiemaat-regelen binnen NAS	15%	27%	24%	34%
klimaatmitigatie	19%	26%	22%	34%

3.4 Reflectie op de methode

De eerste vragenlijst is door 58 respondenten ingevuld. Deze vragenlijst is uitgezet onder onderzoekers die met vraagstukken op het gebied van gezondheid en milieu bezig zijn. De tweede vragenlijst is breder uitgezet en door 114 mensen ingevuld. De achtergrond van de respondenten is weergegeven *in figuur 10*. Opvallend is dat veel respondenten afkomstig zijn van kennisinstellingen en weinig mensen uit de zorg.
Deelnemers aan de tweede vragenlijst hebben per onderzoeksthema ook aangegeven in hoeverre ze kennis hadden over een specifiek onderzoeksthema (expert, goed geïnformeerd, geïnformeerd, enige kennis, geen kennis). De onderzoeksthema's met een relatief hoge prioritering worden ook gekenmerkt door een hoger aantal experts onder de vragenlijstdeelnemers.





Figuur 10 Achtergrond van de respondenten van de vragenlijsten in elke ronde

4 Aanbevelingen kennisagenda klimaat en gezondheid

4.1 Urgentie en prioritering van kennisvragen

Het klimaat verandert wereldwijd en ook in Nederland. De gevolgen van klimaatverandering, zoals overstromingen, temperatuurveranderingen, droogte en waterbeschikbaarheid, en misoogsten hebben grote impact op de volksgezondheid, maatschappij en economie, zoals beschreven in de '*Lancet Countdown on health and climate change*' (Watts *et al.* 2018). Integrale en actuele kennis over klimaatrisico's is nodig om nu en in de toekomst de juiste beslissingen te kunnen nemen over in te zetten aanpassingsmaatregelen. Urgentie is geboden omdat een aantal verwachte ontwikkelingen nu al optreden (bijvoorbeeld toename allergieën, hittestress) maar nog weinig (bewezen effectieve) maatregelen genomen worden om dit aan te pakken. (zie hoofdstuk 2). Daarnaast is er weinig inzicht in mogelijk cumulatieve en cascade-effecten en spelen andere trends, zoals verstedelijking en vergrijzing, ook een rol. Daardoor is het nu niet goed mogelijk om een totaalbeeld van de huidige en toekomstige ziektelast door klimaatverandering te krijgen of om gezondheidsgevolgen goed te kunnen vergelijken en prioriteren.

Actie is nodig om de uitstoot van broeikasgassen te beperken en de gevolgen voor de gezondheid en gezondheidssector te beperken (Blankestijn *et al.* 2018). Echter de klimaatmitigatiemaatregelen die uitgewerkt worden in het Klimaatakkoord richten zich vooral op reductie van CO_2 uitstoot en niet op de mogelijke nevengevolgen voor de volksgezondheid. Klimaatadaptatiemaatregelen (zoals meer groen of water in de stad, klimaatbestendige bouw) bieden grote kansen voor het bevorderen van de gezondheid, maar brengen mogelijk ook nieuwe risico's met zich mee. Meer kennis is nodig over de gezondheidseffecten van deze maatregelen.
Ondanks de aandacht die er de laatste decennia is voor klimaatverandering en gezondheid heeft dit vooralsnog niet geleid tot onderzoeksprogrammering. Wel richt de Nationale Adaptatie Strategie (NAS) zich onder andere op de sector gezondheid. Een samenhangende kennisagenda met brede focus is van belang omdat een stapeling van effecten kan optreden en om effecten en maatregelen onderling te prioriteren. Een integrale aanpak van de klimaatopgaven biedt ook meekoppelkansen: verbinding van beleidssectoren, het verbeteren van de leefomgeving en het bevorderen van de gezondheid.

De belangrijkste *kennislacunes* op gebied van klimaat en gezondheid uit de literatuur, het eerste vragenlijstonderzoek en de interviews zijn als volgt kort samen te vatten (zie hoofdstuk 3 en bijlage 1):

- Wat zijn de blootstellingsresponsrelaties voor huidige en toekomstige gevolgen van klimaatverandering voor de gezondheid?
- Wat is de (cumulatieve) huidige ziektelast door klimaatverandering in Nederland; wat zijn de belangrijkste gezondheidsgevolgen en -risico's (voor verschillende bevolkingsgroepen)?
- Wat zijn de (cumulatieve) gezondheidsrisico's door klimaatverandering voor verschillende toekomstscenario's, waarbij ontwikkelingen in klimaat worden gecombineerd met andere relevante toekomstige ontwikkelingen (bijvoorbeeld vergrijzing of andere inrichting steden)?
- Wat zijn de gezondheidsgevolgen (positief en negatief) van klimaatadaptatiemaatregelen zoals het inzetten van meer groen, water, hittebestendige bouw? Wat is de meest effectieve mix van klimaatadaptatiemaatregelen om gezondheid te bevorderen en risico's te minimaliseren?
- Wat zijn de gezondheidsgevolgen (positief en negatief) van klimaatmitigatiemaatregelen in relatie tot bijvoorbeeld veranderingen in energiebronnen, landbouw, luchtkwaliteit, zorg? Waar liggen meekoppelkansen tussen maatregelen en het bevorderen van de gezondheid?
- Kan er een integrale monitorings- en signaleringssystematiek en informatievoorziening ontwikkeld worden (ten behoeve van analytische studies en informatieverstrekking / waarschuwingssystemen)?
- Hoe kan bestaande wetenschappelijk kennis het beste vertaald worden naar de beleidspraktijk en burgers met daarbij aandacht voor risicoperceptie, beleving en gedrag?

Uit het tweede vragenlijstonderzoek (zie paragraaf 3.3) blijkt dat bijna alle bekende gezondheidseffecten van klimaat als prioritair werden benoemd. Van de 13 onderzoeksthema's hebben er 10 een gewogen prioriterings-index van 4 of hoger (op een 1-5 schaal), de andere drie thema's scoren tussen de 3 en 4. Onderzoek naar temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten kreeg de hoogste prioriteit. Respondenten gaven onderzoek naar klimaatmitigatie en

klimaatbestendigheid in de zorgsector een lagere prioriteit. Dit heeft mogelijk te maken met het relatief lage aantal zorgprofessionals onder de respondenten. Gezien de kwetsbaarheid van deze sector bij eventuele klimaatrampen en hitte-extremen, en de kennisvragen uit de interviewronde vinden we dit toch een relevant onderwerp voor de kennisagenda. Deelnemers aan de tweede vragenlijst hebben per onderzoeksthema ook aangegeven in hoeverre ze kennis hadden over een specifiek onderzoeksthema (expert, goed geïnformeerd, geïnformeerd, enige kennis, geen kennis). De onderzoeksthema's met een relatief hoge prioritering worden ook gekenmerkt door een hoger aantal experts onder de vragenlijstdeelnemers.

Volgens de respondenten in de tweede vragenlijstronde is vooral onderzoek nodig naar preventie- en adaptatiemaatregelen. Scenario/risico-analyse staat op de tweede plaats. Het beter vaststellen van de gezondheidsgevolgen van klimaatverandering (impact assessment) staat op plaats drie en monitoring krijgt de laagste prioriteit. Desondanks krijgt monitoring toch nog 15-20% van de toe te kennen punten.

Op basis van de literatuur, vragenlijsten en interviews zijn de volgende *prioritaire onderwerpen* voor de kennisagenda geïdentificeerd:

1. Integrale analyse van huidige en toekomstige gezondheidsrisico's van klimaatverandering; hiervoor is vaak nog aanvullend onderzoek nodig naar bijvoorbeeld blootstellingspatronen en de ruimtelijke verdeling daarvan, blootstellings-respons relaties en kwetsbare groepen.
2. Ontwikkeling, implementatie en evaluatie van maatregelen om huidige en toekomstige gezondheidseffecten van klimaatverandering aan te pakken (adaptatie/preventie). Hiervoor is het belangrijk de volgende structuren te ontwikkelen:
    a. Ontwikkeling en kostenbatenanalyses van maatregelenpakket met daarin ook aandacht voor gezondheidskosten;
    b. Organisatie van beleid(sadvisering) rondom klimaat en gezondheid inclusief aandacht voor beleving, gedrag en kwetsbare groepen;
    c. Ontwikkeling informatie-uitwisseling tussen kennis en praktijk en informatievoorziening voor diverse doelgroepen.
3. Ontwikkeling en implementatie van een integraal monitoring & assessmentsysteem voor zowel analytische studies als informatievoorziening (zie punten 1 en 2).
4. Health impact assessment klimaatadaptatie maatregelen: door gezondheid standaard mee te nemen bij de evaluatie van klimaatadaptatiemaatregelen (bijvoorbeeld in het kader van de Nationale Adaptatie Strategie) kunnen ongewenste neveneffecten op gezondheid worden voorkomen en positieve neveneffecten versterkt. De Omgevingswet biedt een kans voor het verbinden en optimaliseren van klimaat-, gezondheids- en omgevingsbeleid met als doel het beschermen en bevorderen van de gezondheid.
5. Health impact assessment klimaatmitigatie: door gezondheid standaard mee te nemen in de beoordeling van klimaatmitigatiemaatregelen (bijvoorbeeld in het kader van de Klimaatwet) kunnen ongewenste neveneffecten op gezondheid worden voorkomen en positieve neveneffecten versterkt.

Hieronder beschrijven we de kennisvragen bij deze onderwerpen.

4.1.1 Integrale analyse van huidige en toekomstige gezondheidsrisico's van klimaatverandering

Een groot deel van de kennisvragen heeft betrekking op onderzoek naar de huidige en toekomstige gezondheidsrisico's van klimaatverandering. Dit omvat ook onderzoek naar dosis-responsrelaties. Daarbij moet er rekening gehouden worden met interacties met mogelijke andere toekomst ontwikkelingen (integrale scenario-analyses en integrale modellering). Het is belangrijk dit alles specifiek voor Nederland uit te zoeken om zo aanknopingspunten te vinden voor nationaal/regionaal/lokaal beleid en kritisch te analyseren hoe groot het mogelijke effect is voor verschillende beleidsscenario's. Laaghangend fruit is het analyseren van trends op basis van bestaande data en scenario analyse met behulp van (koppeling van) bestaande modellen. Deelvragen zijn bijvoorbeeld:

- Wat en hoe groot zijn de meest belangrijke huidige en toekomstige gezondheidsrisico's van klimaatverandering voor Nederland? Wat zijn huidige en toekomstige dosis-responserelaties (morbiditeit en mortaliteit)? Wat zijn de effecten bij de verschillende klimaatscenario's (+1,5 +2 en +4 graden)? Wat betekent klimaatverandering voor de gezondheid van de mens: in relatie tot

temperatuur (hitte en koude), allergieën, UV, verspreiding van infectieziekten, (zwem)waterkwaliteit, luchtkwaliteit buitens- en binnenshuis, voeding/voedselveiligheid en nutriënten-voorziening en de kwaliteit van de openbare ruimte? En wat zijn de effecten op prevalentie van 'non-communicable diseases' zoals kanker, hart- en vaatziekten, diabetes en COPD?
- Wat zijn de maatschappelijke effecten van deze gezondheidsrisico's (bijvoorbeeld arbeidsproductiviteit, economische schade, educatie-achterstand, verschillende kwetsbare groepen etc.)?
- Zijn er ook kansen of positieve effecten voor de gezondheid?
- Welke adaptatie treedt op bij mensen op de langere termijn? Wat is de weerbaarheid (resilience) van mensen en gemeenschappen in het geval van extreem weer?
- Hoe kunnen we op basis van de (beperkte) bestaande evidence-base, de huidige en toekomstige effecten op vergelijkbare wijze in kaart brengen?
- Waar zijn de meeste gevoelige gebieden en bevolkingsgroepen? Is een ordening aan te brengen?
- Hoe zijn de bestaande modellen beter te integreren?
- Wat is het effect van andere relevante toekomstige ontwikkelingen (bijvoorbeeld vergrijzing, globalisering, kringlooplandbouw) op de omvang van de effecten van klimaatverandering? Waar kunnen effecten elkaar versterken of misschien opheffen? Wat is de internationale context waarbinnen dit plaatsvindt?

4.1.2 Ontwikkeling, implementatie en evaluatie van maatregelen om huidige en toekomstige gezondheidseffecten van klimaatverandering aan te pakken (adaptatie/preventie)

Er is onderzoek nodig naar de ontwikkeling en evaluatie van maatregelen, maar ook onderzoek op het gebied van (vertaling van kennis hierover naar) beleid en informatie- en educatievoorzieningen voor de praktijk en burgers. De ontwikkeling van het klimaat in de afgelopen decennia en de projecties naar de toekomst laten zien dat deze veranderingen dusdanig kunnen zijn dat deze in potentie grote gevolgen kunnen hebben voor de volksgezondheid. Het is daarom van belang maatregelen te ontwikkelen en implementeren om de gevolgen voor de gezondheid te beperken.

Ontwikkeling en kostenbatenanalyses van maatregelenpakket
Een groot deel van de vragen heeft betrekking op de doeltreffendheid van maatregelen om gezondheidsrisico's van klimaatverandering te reduceren. Om tot een optimale inzet van maatregelen te komen dienen de effecten en maatschappelijke kosten en baten integraal en op een vergelijkbare wijze afgewogen te worden: over alle relevante maatschappelijke sectoren, voor alle belangrijke eindpunten: gezondheid, milieu, veiligheid en natuur/biodiversiteit en met dezelfde tijdshorizon. Een 'true pricing methode', waarbij ook externaliteiten meegenomen worden in de beprijzing zou uitgebreid kunnen worden met gezondheidskosten. Ook zouden adaptatie en mitigatiemaatregelen in samenhang bekeken moeten worden. Als bijvoorbeeld straten open gaan om van het aardgas af te gaan kan dit samengaan met een herinrichting van de openbare ruimte.
Deelvragen zijn bijvoorbeeld:
- Welke maatregelen zijn nodig op gebied van infrastructuur, gebouwen, landschap, handel (controle) om de gezondheidsgevolgen van klimaatveranderingen te voorkomen of verminderen?
- Wat zijn de impacts, kosten en baten van deze maatregelen?
- Wat is de effectiviteit van maatregelen genomen in het kader van hitteplannen op onder andere ziektelast? Wat hoort er, gezien de kennis, met een goed hitteplan te worden geregeld?
- Wat is de effectiviteit van gecombineerde maatregelen in een stedelijk gebied (bijvoorbeeld afname van verkeersemissies samen met waterpleinen en groen in een stad, airco's etc.)?
- Wat is het effect van wijkinrichting en kwaliteit woningen? Wat zijn ontwerpcriteria voor ontwikkeling van een klimaatbestendige wijk? Hoe kunnen nieuwe stedelijk concepten (bijvoorbeeld water, vergroening) effectief geëvalueerd worden op gezondheidseffecten?
- Hoe kunnen we ons voorbereiden op een mogelijk hoger risico op (nieuwe) infectieziekten?
- Hoe maken we *de zorgsector* klimaatbestendig en welke stakeholders moeten daarbij betrokken worden? Door de ondertekening van de tweede Green Deal Duurzame Zorg is hier al een goede start mee gemaakt. Het is nu zaak om te inventariseren hoe ziekenhuizen en zorginstellingen zich (verder) kunnen voorbereiden op klimaatrisico's, en goede voorbeelden te delen.
- Wat is de effectiviteit van maatregelen in de zorg en het sociale domein met betrekking tot gedrag en bewustzijn?

Organisatie van beleid(sadvisering) rondom klimaat en gezondheid
Er is behoefte aan adequate vertaling van de al beschikbare kennis naar beleid en praktijk om effectieve en efficiënte implementatie van maatregelen te waarborgen. Ook is er meer inzicht nodig in de rollen en verantwoordelijkheden van verschillende stakeholders en adequate wijze van samenwerking (o.a. tussen de verschillende ministeries). Daarnaast moet het beleid en de praktijk er op ingericht worden om op deze veranderingen in te kunnen spelen en de burger bewust te maken van de risico's en de mogelijkheden die hij of zij zelf heeft om hier mee om te gaan. Hierbij moet rekening gehouden worden met risicoperceptie en beleving van klimaatverandering en de gevolgen hiervan voor gedrag. Daarnaast moer er rekening worden gehouden met kwetsbare groepen (ouderen, chronisch zieken, lage inkomens).
Er is behoefte aan onderzoek naar gedrag om beter te begrijpen wat belemmerende en bevorderende factoren zijn om gedrag te veranderen (van instanties en van individuen, bijvoorbeeld meer vocht innemen bij hitte, tijdig medicatie innemen tegen allergieën, planten van niet-allergeen groen, en aanpassen zongedrag. Deelvragen zijn bijvoorbeeld:

- Hoe kan beleid en praktijk het meeste impact hebben op klimaat en gezondheid, welke kennis is daarvoor nodig en hoe kan deze kennis beleid en praktijk het beste bereiken?
- Wat is de nu meest effectieve en efficiënte mix van adaptatie-maatregelen in een bepaalde praktijkcontext?
- Hoe kunnen we in de praktijk een integrale evaluatie van maatregelen maken waarbij gezondheid wordt meegenomen?
- Hoe kunnen we maatregelen om gezondheidsgevolgen van klimaatverandering te voorkomen (bijvoorbeeld hittestress) integreren in bestaande structuren (zorgketens, protocollen etc.). Wat is bijvoorbeeld de meest efficiënte infrastructuur om lokale zorg te verrichten in geval van langdurige hitte?
- Hoe kan de samenwerking tussen stakeholders het beste georganiseerd worden? Hoe werken we bijvoorbeeld samen in de "risicodialogen" ruimtelijke adaptatie (lokaal) of hoe kunnen we deze dialogen adequaat benutten?
- Welke beleidsvarianten kunnen ontwikkeld worden voor lokaal/regionaal niveau? Denk bijvoorbeeld aan richtlijnen voor besluitvorming klimaatadaptatie in de stadspraktijk.
- Hoe kan beleid op klimaat en gezondheid het beste georganiseerd worden op lokaal/regionaal niveau? Wat zijn effectieve governance-processen in dit kader? Waar ligt welke verantwoordelijkheid voor bijvoorbeeld kwetsbare groepen?
- Is er wetgeving of normering nodig en zo ja welk (bestaand/nieuw) instrumentarium leent zich voor regelgeving? Zijn de huidige normen in de toekomst nog toereikend (infectieziekten, voedsel, water, luchtkwaliteit)?
- Waar is aanvullende gedragsverandering nodig, gewenst en mogelijk?

Ontwikkeling informatie-uitwisseling en informatievoorziening voor diverse doelgroepen
Er is grote behoefte aan een betere informatie-uitwisseling tussen onderzoek en praktijk en doelgroepspecifieke ontsluiting van kennis (beleidsmakers, professionals uit praktijk, en burgers). Er is al veel kennis beschikbaar maar deze kan beter worden ontsloten naar de praktijk om gericht oplossingen te vinden. Het voorstel is om daar een 'community of practice' voor op te richten (zie 4.6). Deelvragen zijn bijvoorbeeld:

- Welke kennis heeft de praktijk (bijvoorbeeld zorgpersoneel, stadsontwikkelaars, bouw, gezondheidsdiensten, diëtisten, onderwijs) nodig over de effecten van klimaatverandering en adaptatiemaatregelen op gezondheid en hoe kan dit in de betreffende curricula geïntegreerd worden?
- Welke kennis heeft bijvoorbeeld zorgpersoneel (dokters, verpleegkundigen etc.) nodig om de transitie naar een klimaatbestendige en klimaatvriendelijke zorg te ondersteunen?
- Hoe kan interactie tussen verschillende disciplines bevorderd worden om tot een meer integrale benadering te komen (zoals de One-Health benadering)?
- Hoe kan de voorlichting over risico's (o.a. zongedrag, allergenen, luchtkwaliteit, zoönosen – herkennen symptomen) en te nemen maatregelen naar burgers (inclusief lage SES- groepen) zo effectief mogelijk plaatsvinden? Waar is integratie mogelijk, bijvoorbeeld combinatie voorspellingen pollen en luchtverontreinigingsniveaus? Welke ICT-technologieën kunnen ingezet worden om de doelgroepen te bereiken (bijvoorbeeld hitte apps)?
- Hoe kunnen we goede voorbeelden van maatregelen het beste delen met diverse doelgroepen (zoals de verschillende professionals in de zorg)?

4.1.3 Ontwikkeling en implementatie van een integraal monitoring & assessment systeem

In Nederland vindt momenteel geen integrale monitoring van de gevolgen van klimaatveranderingen voor de gezondheid plaats. Er is behoefte aan monitorings- en informatiesystemen die geschikt zijn voor analytische studies, voor bewaking en informatiedoelen en voor risico-analyses (onderscheid mogelijk naar: tijd, weertype, temperatuur, locatie, sectoren, kwetsbare groepen). Informatie uit surveillance (bijvoorbeeld vector surveillance, zoönosen, monitoring dierziekten), relevante sectoren (bijvoorbeeld landbouw, energie) en gezondheidsmonitoring (waaronder huisartsengegevens, volksgezondheidsmonitor GGD) zou periodiek gebundeld moeten worden met informatie uit andere data-bronnen (meteo, luchtkwaliteit etc.). De One-Health benadering kan daarbij als uitgangspunt gebruikt worden[29]. Internationaal wordt er gepleit voor een European Observatory, verbonden aan een Planetary Health Watch System (Haines *et al.* 2018). Deelvragen zijn bijvoorbeeld:

- Welke indicatoren zijn nodig voor vaststellen blootstellingen, kwetsbaarheid en gezondheidsgevolgen? Denk bijvoorbeeld aan morfologische indices voor Urban Heat Island, indicatoren voor vroege gezondheidseffecten, lijst van ‘emerging’ zoönosen in relatie tot klimaatveranderingen.
- Hoe zijn de benodigde data te koppelen? Is er additionele dataverzameling nodig?
- Hoe zijn de bestaande modellen beter te integreren met monitoringsdata?
- Hoe (verder) versterken interactie tussen bijvoorbeeld huisarts en dierenartsen, zodat signalering als onderdeel van de monitoring verstevigd wordt?
- Hoe kan inschatting van toekomstige risico’s in relatie tot (veranderend) gedrag in een veranderend klimaat verbeterd worden (methode-ontwikkeling)? Bijvoorbeeld inschatting van historische UV-blootstelling en persoonsmonitoring van UV-blootstelling in de bevolking in Nederland met als doel ontwikkelen van methoden om (toekomstig) blootstellingsgedrag te beïnvloeden.

4.1.4 Health impact assessment klimaatadaptatiemaatregelen

Het voorstel is om standaard een **health impact assessment** van adaptatiemaatregelen uit te voeren en een evidence-base van effectieve maatregelen voor de praktijk te ontwikkelen. Mogelijke klimaatadaptatiemaatregelen (bijvoorbeeld in het kader van de NAS) moeten beoordeeld worden op basis van trade-offs en co-benefits. Deelvragen zijn bijvoorbeeld:

- Wat zijn de positieve en/of negatieve effecten op de gezondheid van maatregelen voor klimaatadaptatie (bijvoorbeeld hittebestendig bouwen, blauw/groene ruimtes, kunstmatige wetlands, veranderingen in landbouw)? Wat zijn de lange termijn gevolgen voor gezondheid?
- Wat is de onderlinge verhouding tussen kosten en baten, inclusief de sociaal-economische impact, zoals effecten op arbeidsproductiviteit of gevolgen voor verschillende inkomensgroepen. Wat zijn succes- en faalfactoren (vooral in relatie tot gedrag) en hoe is dit verdeeld over de verschillende bevolkingsgroepen?
- Welke (innovatieve) maatregelen zorgen voor een win-win situatie?
- In hoeverre gaan mensen zich anders gedragen als gevolg van klimaatadaptatiemaatregelen?

[29] https://www.wur.nl/nl/Over-Wageningen/Strategisch-Plan/Global-One-Health.htm

4.1.5 Health impact assessment klimaatmitigatie

Zorg ervoor dat gezondheid wordt meegenomen in de evaluatie en keuze van klimaatmitigatie maatregelen om ongewenste neveneffecten op gezondheid te voorkomen en positieve neveneffecten te versterken. Momenteel verkent het RIVM welke winst er voor gezondheid, veiligheid en natuur mogelijk is als de fossiele bronnen van CO_2 verdwijnen (in het kader van de energietransitie en het Klimaatakkoord). Kwantificering van de effecten is nog lastig, de omvang van de effecten is afhankelijk van de gekozen maatregelen en autonome ontwikkelingen. Deelvragen zijn bijvoorbeeld:

- Wat is het effect van CO_2-beperkende maatregelen (zoals elektrisch vervoer) op de luchtkwaliteit? Wat zijn de neveneffecten voor de luchtkwaliteit door bijvoorbeeld technologische ontwikkeling van mobiliteit, de energietransitie en landbouwontwikkelingen?
- Wat zijn neveneffecten van maatregelen om het energieverbruik in woningen te verminderen voor binnenmilieu en gezondheid (bijvoorbeeld allergenen, schimmels, geluidsoverlast van warmtepompen)? Wat betekent dit voor verschillende inkomensgroepen? Welke maatregelen zijn het meest verstandig om in de toekomst te (blijven) nemen?
- Wat zijn belangrijke adaptatie-mitigatie meekoppelkansen? Hoe kunnen bijvoorbeeld maatregelen om gebouwen hittebestendig te maken worden gecombineerd met de energietransitie?
- Wat is het effect van maatregelen die de *zorgsector* neemt in het kader van de Green Deal 2.0 om CO_2 uitstoot te beperken? Hoe kan de (wetenschappelijke, vaak theoretische) kennis vertaald worden naar de handelingspraktijk van professionals, vrijwilligers, mantelzorgers en zorgvragers zelf?
- Wat is het effect van maatregelen in de *landbouw* (voedselproductie) en op gebied van voedselconsumptie: Hoe kan een eiwittransitie plaatsvinden en hoe kan gedragsverandering zorgen dat het eetpatroon van mensen minder impact heeft op het klimaat? Hoe kunnen trade-offs in beeld gebracht worden van verschillende productie- en consumptiekeuzes?

4.2 Ondersteun transdisciplinair onderzoek

Voor een goede aanpak van de klimaatproblematiek en het kiezen van de meest effectieve, duurzame en gezonde oplossingen is trans- en interdisciplinair onderzoek en een systeembenadering cruciaal. Hierover heeft de Gezondheidsraad in 2009 reeks aanbevelingen gedaan in het rapport ‘Mondiale milieu-invloed op onze gezondheid’ (Gezondheidsraad, 2009).

Zoals ook geconstateerd in een verkenning van de Raad voor Leefomgeving en Infrastructuur naar samenvallende opgaven in de regio raakt klimaatverandering aan andere duurzaamheidsopgaven die op dit moment een grote impact hebben: de energietransitie, de voedseltransitie, de transitie naar een circulaire economie (RLI, 2019). Het raakt alle aspecten van onze samenleving en is sector- en discipline-overstijgend. De kennisvragen die zijn opgehaald in dit onderzoek beslaan de gehele causale keten, inclusief vragen naar cumulatieve effecten, een meest effectieve mix van maatregelen, trade-offs en interacties met andere (toekomstige) ontwikkelingen. Daarom is een integrale aanpak nodig. Met een systeembenadering wordt de wisselwerking met andere beleidsterreinen zichtbaar, zoals ruimtelijke ordening, natuurbeleid, zorgbeleid en economische ontwikkeling. Dit kan ondersteuning bieden bij het maken van keuzes over te nemen maatregelen en de te verwachten effectiviteit. Deze aanbeveling sluit aan bij het thema-voorstel voor NWA-Actielijn 2. De beleidsvraag in dit themavoorstel luidt: *Wat zijn de succesfactoren voor het realiseren van een gezonde leefomgeving, die in toenemende mate onder druk staat van klimaatverandering en hoe kunnen we ons gedrag en leefomgeving het beste aanpassen aan klimaatverandering zodat de impact ervan op mens, dier en plant substantieel verminderd wordt?* Ook binnen andere NWA actielijnen en thema’s kan gebruik gemaakt worden van deze kennisagenda Klimaat en Gezondheid.

Voor een systeem benadering is goede interactie nodig tussen alfa-, beta- en gammawetenschappen. Aanbevolen wordt om hiervoor een “Community of Practice” of “Praktijkgemeenschap Klimaat en gezondheid” op te richten, in aanvulling op onderzoeksprogrammering, en deze goed aan te laten sluiten op bestaande kennisstructuren op gebied van klimaat.

Kennis over klimaat en gezondheid en handelingsperspectieven dient opgenomen te worden in de curricula van onder andere professionals in de zorg (Blankestijn *et al.* 2018), gezondheidswetenschappers, stadsontwikkelaars en beleidsadviseurs.

4.3 Aanbevelingen voor vervolg

Deze kennisagenda bouwt voort op eerdere inventarisaties van de kennisbehoeften op het gebied van klimaat en gezondheid in Nederland (Huynen & van Vliet, 2009; Schram-Bijkerk *et al*. 2010; Wuijts *et al.* 2014). Uit de inventarisatie voor deze kennisagenda blijkt dat er urgente kennisvragen en behoeften zijn die in een onderzoeksprogramma vorm moeten krijgen. Om tot een onderzoeksprogramma te komen hebben we nog de volgende suggesties:

Relatief weinig experts uit de zorg en veterinaire sector hebben een reactie gegeven. Verder gaven meerdere reviewers aan een directe link tussen onderzoek en praktijk te wensen. Wij bevelen daarom aan een aanvullende workshop te organiseren, waarbij professionals uit de zorg, veterinaire hoek en praktijk complementaire aanbevelingen met betrekking tot de kennisvragen kunnen doen.

Een andere aanbeveling is om een gefaseerd onderzoeksprogramma op te stellen, waarbij in de eerste fase de focus is op de integrale risico-analyse en evaluatie van maatregelen, en in de tweede fase ruimte voor onderzoek naar de meest belangrijke risico's van klimaatverandering in Nederland.

Daarnaast is het belangrijk om snel aan te (blijven) sluiten bij de vragen uit de praktijk. De praktijk is namelijk nu al aan de slag met de voorbereiding of implementatie van maatregelen. Zo zijn gemeenten al bezig met de uitvoering van stresstesten. Het is daarom cruciaal dat de effectiviteit en risico's van klimaat adaptatie en -mitigatiemaatregelen snel onderzocht worden in samenwerking met de praktijk. Resultaat zou een richtlijn "omgaan met kansen en risico's voor de gezondheid" kunnen zijn.

Literatuurlijst

- Andrews, J. (2013). Prioritization Criteria Methodology for Future Research Needs Proposals Within the Effective Health Care Program. Agency for Healthcare Research and Quality, U.S. Department of Health and Human Services. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK116679/pdf/Bookshelf_NBK116679.pdf
- Arbuthnott , Katherine G. & Shakoor Hajat (2017) .The health effects of hotter summers and heat waves in the population of the United Kingdom: a review of the evidence. Environ Health. 2017; 16 (Suppl 1): 119.
- Arnold, M., de Vries, E., Whiteman, D.C., Jemal, A., Bray, F., Parkin, D.M. and Soerjomataram, I. (2018). Global burden of cutaneous melanoma attributable to ultraviolet radiation in 2012. Int J Cancer 2018 143(6): 1305-1314.
- Baccini, M., Kosatsky, T., Biggeri, A. (2013). Impact of summer heat on urban population mortality in Europe during the 1990s: an evaluation of years of life lost adjusted for harvesting. PLoS One. 2013; 8(7):e69638.
- Bais, A.F., Lucas, R.M., Bornman, J.F., Williamson, C.E., Sulzberger, B., Austin, A.T., Wilson, S.R., Andrady, A.L., Bernhard, G., McKenzie, R.L., Aucamp, P.J., Madronich, S., Neale, R.E., Yazar, S., Young, A.R., de Gruijl, F.R., Norval, M., Takizawa, Y., Barnes, P.W., Robson, T.M., Robinson, S.A., Ballaré, C.L., Flint, S.D., Neale, P.J., Hylander, S., Rose, K.C., Wängberg, S.Å., Häder, D.P., Worrest, R.C., Zepp, R.G., Paul, N.D., Cory, R.M., Solomon, K.R., Longstreth, J., Pandey, K.K., Redhwi, H.H., Torikai, A., Heikkilä, A.M. (2018). Environmental effects of ozone depletion, UV radiation and interactions with climate change: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, update 2017 Photochem. Photobiol. Sci. 2018, 17, 127.
- Barnes, C. S. (2018). Impact of Climate Change on Pollen and Respiratory Disease. Current Allergy and Asthma Reports 18(11): 59.
- Bende E. & Dekker N. (2019). Brandincidenten met fotovoltaïsche (PV) systemen in Nederland. TNO-rapport 2019 P10287.
- Beringen, R., B. Odé, M. Verhofstad and A. van Vliet (2018). Analyse trend en hotspots alsemambrosia, FLORON, De Natuurkalender Wageningen University: 5.
- Blankestijn, P.J., C. van Beek, C. Gaillard, D. Grobbee, L. Schoonhoven, E. Willems, T. Wouters (2018). Lancet Countdown, policy brief for the Netherlands.
- Bryce, M., O. Drews, M. F. Schenk, A. Menzel, N. Estrella, I. Weichenmeier, M. J. M. Smulders, J. Buters, J. Ring, A. Görg, H. Behrendt and C. Traidl-hoffmann (2009). Impact of Urbanization on the Proteome of Birch Pollen and Its Chemotactic Activity on Human Granulocytes. International Archives of Allergy and Immunology 151(1): 46-55.
- Cancrini, G., A. Frangipane di Regalbono, I. Ricci, C. Tessarin, S. Gabrielli and M. Pietrobelli (2003). Aedes albopictus is a natural vector of Dirofilaria immitis in Italy. Veterinary Parasitology 118(3): 195-202.
- Cann, K. F., D. R. Thomas, R. L. Salmon, A. P. Wyn-Jones and D. Kay (2013). SYSTEMATIC REVIEW: Extreme water-related weather events and waterborne disease. Epidemiology and Infection 141(4): 671-686.
- CBS (2006) Door hitte in juli duizend extra doden. Webmagazine, woensdag 30 augustus 2006. https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2006/35/door-hitte-in-juli-duizend-extra-doden
- CBS (2011) Demografiek Zomer- en wintersterfte. http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/3F2FC789-DDB0-4284-94DE-3EB1A7C725B8/0/2011k2b15p6art.pdf.
- CBS (2018) Hitte heeft niet geleid tot veel meer sterfte, 17 augustus 2018. https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/33/hitte-heeft-niet-geleid-tot-veel-meer-sterfte
- Chitimia‐Dobler L., Sabine Schaper, Ramona Rieß, Karin Bitterwolf, Dimitrios Frangoulidis, Malena Bestehorn, Andrea Springer, Rainer Oehme, Marco Drehmann, Alexander Lindau, Ute Mackenstedt, Christina Strube and Gerhard Dobler (2019). Imported *Hyalomma* ticks in Germany in 2018. Parasites Vectors 12: 134 https://doi.org/10.1186/s13071-019-3380-4
- Cousins, M., Sageant, J.M., Fisman, D., Greer, A.L. (2019). Modelling the transmission dynamics of Campylobacter in Ontario, Canada, assuming house flies, Musca domestica, are a mechanical vector of disease transmission6 Royal Society Open Science http://doi.org/10.1098/rsos.181394
- Davis, Robert E. & Wendy M. Novicoff (2018). The Impact of Heat Waves on Emergency Department Admissions in Charlottesville, Virginia, U.S.A Int J Environ Res Public Health. 2018 Jul; 15(7): 1436.

- De Gier, B., S. H. Mooij and S. J. M. Hahné (2018). Staat van infectieziekten in Nederland 2017, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu: 53.
- De Krom, M. & Muilwijk, H. (2018). Perspectieven op duurzaam voedsel. Pluriformiteit in debat en beleid, Den Haag: PBL.
- De Roda Husman, A.M., Schets, F.M. (2010). Climate change and recreational water-related infectious diseases. RIVM Report 330400002/2010.
- De Meer, G., F. Aarts, I. van den Broek, M. van Bruggen, H.A.M. Daanen, W.I. Hagens, D. Jochems, G.W. Krever, M.J.W. Meijerink, J. Noorda, N. van Riet, B. Rozema, R. Sluijter, F. de Zwart, N.E. van Brederode (2012). GGD-richtlijn medische milieukunde; Gezondheidsrisico's van zomerse omstandigheden. RIVM Rapport 609400007.
- De Weger, L. A. (2008). Pollenallergie in Nederland. Nederlands Tijdschrift Klinisch Chemische Labgeneeskunde 33: 21-25.
- ECDC (2012). Assessing the potential impacts of climate change on food- and waterborne diseases in Europe, European Center for Disease Prevention and Control: 24.
- ECDC (2018a). Local transmission of dengue fever in France and Spain – 2018. Rapid Risk Assessment. Stockholm, European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) 13.
- ECDC (2018b). Epidemiological update: West Nile virus transmission season in Europe, 2018. Stockholm, European Center for Disease Prevention and Control (ECDC).
- ECDC & EFSA (2019). Current known distribution of Aedes albopictus in Europe at 'regional' administrative level, as of January 2019. Retrieved 18-3-2019, 2019, from https://ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/surveillance-and-disease-data/mosquito-maps.
- Eckelman, M.J., Sherman, J., (2016). Environmental Impacts of the U.S. Health Care System and Effects on Public Health. PLoS One 11 (6), e0157014.
- El Kelish, A., F. Zhao, W. Heller, J. Durner, J. B. Winkler, H. Behrendt, C. Traidl-Hoffmann, R. Horres, M. Pfeifer, U. Frank and D. Ernst (2014). Ragweed (Ambrosia artemisiifolia) pollen allergenicity: SuperSAGE transcriptomic analysis upon elevated CO2 and drought stress. BMC Plant Biology 14: 176.
- EPA (2016). Wildland fires and air quality.
- European Commission (2019). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A European Strategy for Plastics in a Circular Economy, 2019. COM/2018/028 final.
- FAO (2006). An introduction to the basic concepts of food security. http://www.fao.org/3/al936e/al936e00.pdf
- Filleul, L., S. Cassadou, S. Medina, P. Fabres, A. Lefranc, D. Eilstein Le Tertre A, Pascal L, Chardon B, Blanchard M, Declercq C, Jusot JF, Prouvost H, Ledrans M. (2006). The relation between temperature, ozone, and mortality in nine French cities during the heat wave of 2003. Environ Health Perspect 114(9):1344-1347.
- Fischer, P.H., Brunekreef, B., Lebret, E. (2004). Air pollution related deaths during the 2003 heat wave in the Netherlands. Atmospheric Environment. Volume 38, issue 8, p 1083-1085.
- Fischer, P.H., Ameling, C.B., Marra, M. (2005) Luchtverontreiniging en dagelijkse sterfte in Nederland in de periode 1992-2002. RIVM Rapport 630400002.
- Fischer, EM. & R. Knutti (2015). Anthropogenic contribution to global occurrence of heavy-precipitation and high-temperature extremes. Nature Climate Change, 5, 560-564, 2015
- Forsberg, B., H. Orru, C. Åström, G. Berencsi, M. Zuurbier, P. van den Hazel (2012). Climate-TRAP Deliverable D8: Report on capacity and impact assessment.
- Garcia-Martí, I., R. Zurita-Milla, A. J. H. van Vliet and W. Takken (2017). Modelling and mapping tick dynamics using volunteered observations. International Journal of Health Geographics 16(1): 41.
- Garssen, J., C. Harmsen, J. de Beer (2005). The effect of summer 2003 heat wave on mortality in the Netherlands. Eur Surveill 2005/10:165-8.
- Gascon, M., Zijlema, W., Vert, C., White, M.P., Nieuwenhuijsen, M.J. (2017). Outdoor blue spaces, human health and well-being: A systematic review of quantitative studies. Int J Hyg Environ Health. 2017 Nov; 220(8):1207-1221. doi: 10.1016/j.ijheh.2017.08.004.
- Gasparrini, A., Guo, Y., Hashizume, M., Lavigne, E., Zanobetti, A., Schwartz, J., ... & Leone, M. (2015). Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. The Lancet, 386(9991), 369-375.
- Gasparrini, A., Yuming Guo, Francesco Sera, Ana Maria Vicedo-Cabrera, Veronika Huber, Shilu Tong, Micheline de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho, Paulo Hilario Nascimento Saldiva, Eric Lavigne, Patricia Matus Correa, Nicolas Valdes Ortega, Haidong Kan, Samuel Osorio, Jan

Kyselý, Aleš Urban, Jouni J K Jaakkola, Niilo R I Ryti, Mathilde Pascal, Patrick G Goodman, Ariana Zeka, Paola Michelozzi, Matteo Scortichini, Masahiro Hashizume, Yasushi Honda, Magali Hurtado-Diaz, Julio Cesar Cruz, Xerxes Seposo, Ho Kim, Aurelio Tobias, Carmen Iñiguez, Bertil Forsberg, Daniel Oudin Åström, Martina S Ragettli, Yue Leon Guo, Chang-fu Wu, Antonella Zanobetti, Joel Schwartz, Michelle L Bell, Tran Ngoc Dang, Dung Do Van, Clare Heaviside, Sotiris Vardoulakis, Shakoor Hajat, Andy Haines, Ben Armstrong (2017). Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios Lancet Planet Health 2017; 1: e360–67

- Gerba, C. P., Rose, J. B., & Haas, C. N. (1996). Sensitive populations: who is at the greatest risk? International journal of food microbiology, 30(1-2), 113-123.
- Gezondheidsraad (2009). Mondiale milieu-invloed op onze gezondheid. Signalement. Publicatie 2009/15. http://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/200915.pdf.
- Gezondheidsraad (2018) Gezondheidswinst door schonere lucht. Advies nr. 2018/01
- Guirguis, K., A. Gershunov, A. Tardy, R. Basu (2014). The Impact of Recent Heat Waves on Human Health in California. J. Appl. Meteor. Climatol., 53, 3-19.
- Hagens W & van Bruggen M. (2015). Nationaal Hitteplan, versie 2015. RIVM Briefrapport 2014-0051
- Haines, A., C. Hanson, J. Ranganathan (2018). Planetary Health Watch: integrated monitoring in the Anthropocene epoch. The Lancet Planetary Health. Volume 2, ISSUE 4, Pe141-e143, April 01, 2018
- Haines, A. & Ebi, K., (2019). The Imperative for Climate Action to Protect Health. N Engl J Med 2019; 380:263-273
- Hartemink, N., A. van Vliet, H. Sprong, F. Jacobs, I. Garcia-Martí, R. Zurita-Milla and W. Takken (2019). Temporal-Spatial Variation in Questing Tick Activity in the Netherlands: The Effect of Climatic and Habitat Factors. Vector borne and zoonotic diseases (Larchmont, N.Y.).
- Hartig, T., Mitchell, R., Vries, S. de & Frumkin, H. (2014). Nature and health. Annual Review of Public Health, 35:207-228
- Hofer, U. (2018). Climate change boosts cyanobacteria. Nature Reviews Microbiology 16: 122.
- Hofhuis, A., S. Bennema, M. Harms, A. J. H. van Vliet, W. Takken, C. C. van den Wijngaard and W. van Pelt (2016). Decrease in tick bite consultations and stabilization of early Lyme borreliosis in the Netherlands in 2014 after 15 years of continuous increase. BMC Public Health 16(1): 425.
- Hoogvliet, M., F. van de Ven, J. Buma, N. van Oostrom, R. Brolsma, T. Filatova, J. Verheijen, P. Bosch (2012). Schades door watertekorten en –overschotten in stedelijk gebied. Deltares, 2012. 1205463-000.
- Hong, D., Li Naijiang, Chen Guobin (2005). Paralytic shellfish poisoning and diarrhetic shellfish poisoning in red tide monitoring area of Sandu Bay, Fujian. Marine Environmental Science 01 Jan 2005, 24(1):44-47
- Hove, L.W.A. van, J.A. Elbers, C.M.J. Jacobs, B.G. Heusinkveld en W.W.P. Jans, (2011). Stadsklimaat in Rotterdam; Eerste analyse van de meetgegevens van het meteorologische meetnet. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2192.
- Hove, van L.W.A., C.M.J. Jacobs, B.G. Heusinkveld, J.A. Elbers, B.L. van Driel, A.A.M. Holtslag (2015). Temporal and spatial variability of urban heat island and thermal comfort within the Rotterdam agglomeration. Building and Environment. Volume 83, 91-103 https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.08.029
- Howard, G., K. Charles, K. Pond, A. Brookshaw, R. Hossain, J. Bartram (2010) Securing 2020 vision for 2030: climate change and ensuring resilience in water and sanitation services. J Water Climate Change 01: 2-16.
- Huang, C., Barnett, A. (2014). Winter weather and health. Nature Climate Change, March 2014/4: 173-174.
- Hübler, M., G. Klepper, S. Peterson (2007). Costs of climate change: the effects of rising temperatures on health and productivity. Kiel working paper no. 1321. Kiel Institute for the World Economy
- Huynen, M.M.T.E., P. Martens, D. Schram, M.P. Weijenberg, A.E. Kunst (2001). The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. Environ Health Perspect 2001:109:463-70.
- Huynen, M.M.T.E., A.E.M. de Hollander, P. Martens, J.P. Mackenbach (2008). Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid; Stand van de Kennis. Universiteit Maastricht in samenwerking met Erasmus MC Rotterdam, Planbureau voor de Leefomgeving en het RIVM voor ZonMw.

- Huynen, M & van Vliet, A. (2009). Programmavoorstel Klimaatverandering en Gezondheid.
- Huynen, M.M.T.E., Martens, P. (2015). Climate Change Effects on Heat-and Cold-Related Mortality in the Netherlands: A Scenario-Based Integrated Environmental Health Impact Assessment. International Journal of Environmental Research and Public Health, 12(10), 13295-13320 doi: 10.3390/ijerph121013295
- I&O Research, 2019. Duurzaam denken is nog niet duurzaam doen. De CO2 voetafdruk van Nederland. Amsterdam.
- IPCC (2014) Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the IPCC Fifth Assessment Report 2014.
- IPCC (2018) Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)].World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.
- Jans, H. & Franssen (2008). De brandharen van de eikenprocessierups, een reëel problem voor de huisarts. Huisarts en Wetenschap, augustus 2008, 51: 396. https://doi.org/10.1007/BF03086843
- Jahfari, S. (2017). Tick-borne diseases: opening pandora's box. PhD PhD, Erasmus University Rotterdam.
- Jerrett, M. Ph.D., Richard T. Burnett, Ph.D., C. Arden Pope, III, Ph.D., Kazuhiko Ito, Ph.D., George Thurston, Sc.D., Daniel Krewski, Ph.D., Yuanli Shi, M.D., Eugenia Calle, Ph.D., and Michael Thun, M.D. (2009). Long-term ozone exposure and mortality. N Engl J Med 2009; 360:1085-1095 DOI: 10.1056/NEJMoa0803894.
- Kjellstrom, Trod, Chris Freyberg, Bruno Lemke, Matthias Otto, David Briggs (2017). Estimating population heat exposure and impacts on working people in conjunction with climate change. Int J Biometeorol.
- Kemper, P., Boer, L., Postma, A, Leurs, M. (2019). Gezondheidsbevorderende zorgomgeving: een beknopte verkenning. Bilthoven: RIVM.
- Kovats, R.S., S. Hajat, P. Wilkinson (2004). Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during hot weather and heat waves in Greater London, UK. Occup Environ Med 2004/61:393-8.
- KNMI (2015). KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie, KNMI, De Bilt
- KNMI (2017). Luchtkwaliteit in een warmer klimaat. KNMI nieuws 9 augustus 2017. https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/luchtkwaliteit-in-een-warmer-klimaat
- KPMG (2012). Care in a changing world. Challenges and opportunities for sustainable health care. KPMG.
- Kraemer, M. U. G., R. C. Reiner, O. J. Brady, J. P. Messina, M. Gilbert, D. M. Pigott, D. Yi, K. Johnson, L. Earl, L. B. Marczak, S. Shirude, N. D. Weaver, D. Bisanzio, T. A. Perkins, S. Lai, X. Lu, P. Jones, G. E. Coelho, R. G. Carvalho, W. V. Bortel, C. Marsboom, G. Hendrickx, F. Schaffner, C. G. Moore, H. H. Nax, L. Bengtsson, E. Wetter, A. J. Tatem, J. S. Brownstein, D. L. Smith, L. Lambrechts, S. Cauchemez, C. Linard, N. R. Faria, O. G. Pybus, T. W. Scott, Q. Liu, H. Yu, G. R. W. Wint, S. I. Hay and N. Golding (2019)."Past and future spread of the arbovirus vectors Aedes aegypti and Aedes albopictus. Nature Microbiology: 1-10.
- Kunst, A.E., Looman, C.W., Mackenbach, J.P. (1993). Outdoor air temperature and mortality in The Netherlands: a time-series analysis. Am J Epidemiol. 1993 Feb 1;137(3):331-41.
- Lake, I. R., N. R. Jones, M. Agnew, C. M. Goodess, F. Giorgi, L. Hamaoui-Laguel, M. A. Semenov, F. Solomon, J. Storkey, R. Vautard and M. M. Epstein (2017). Climate Change and Future Pollen Allergy in Europe. Environmental Health Perspectives 125(3): 385-391.
- Le Tertre, A., A. Lefranc, D. Eilstein, C. Declercq, S. Medina, M. Blanchard (2006) Impact of the 2003 heatwave on all-cause mortality in 9 French cities. Epidemiology 17, 75-79.
- Lindgren, E., Harris, F., Dangour, A. D., Gasparatos, A., Hiramatsu, M., Javadi, F., ... & Haines, A. (2018). Sustainable food systems—a health perspective. Sustainability science, 13(6), 1505-1517.
- McMichael A. 2013. Globalization, Climate Change, and Human Health. N Engl J Med 2013; 368:1335-1343

- Mehdipoor, H., R. Zurita-Milla, E.-W. Augustijn and A. J. H. Van Vliet (2018). Checking the Consistency of Volunteered Phenological Observations While Analysing Their Synchrony. ISPRS International Journal of Geo-Information 7(12): 487.
- Michelozzi, P., Accetta, G., De Sario, M., D'Ippoliti, D., Marino, C., Baccini, M., Biggeri, A., Anderson, H.R., Katsouyanni, K., Ballester, F., Bisanti, L., Cadum, E., Forsberg, B., Forastiere, F., Goodman, P.G., Hojs, A., Kirchmayer, U., Medina, S., Paldy, A., Schindler, C., Sunyer, J., Perucci, C.A.; PHEWE Collaborative Group (2009). High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities. Am J Respir Crit Care Med. 2009; 179(5):383–9.
- Michie S, van Stralen MM, West R. (2011). The behaviour change wheel: a new method for characterising and designing behaviour change interventions. Implement Sci. 2011; 6:42.
- Mishra, V., Ganguly, A.R., Nijssen, B., Lettenmaier, D.P. (2015). Changes in observed climate extremes in global urban areas. Environmental Research Letters 10(2).
- Nationale klimaatadaptatiestrategie (2018). Uitvoeringsprogramma 2018-2019 Nationale klimaatadaptatiestrategie (NAS), 2018. Uitvoeren met ambitie, ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- Norton, B. A., Coutts, A. M., Livesley, S. J., Harris, R. J., Hunter, A. M., & Williams, N. S. (2015). Planning for cooler cities: A framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures in urban landscapes. Landscape and Urban Planning, 134, 127-138.
- Ocké, M.C., Toxopeus, I.B., Geurts, M., Mengelers, M.J.B., Temme, E.H.M., Hoeymans, N. (2016). Wat ligt er op ons bord? Veilig, gezond en duurzaam eten in Nederland. RIVM Rapport 2016-0200.
- Ogbomo, A.S., Gronlund, C.J., O'Neill, M.S., Konen, T., Cameron, L., Wahl R. (2017). Vulnerability to extreme-heat-associated hospitalization in three counties in Michigan, USA, 2000–2009. Int. J. Biometeorol. 2017; 61:833–843.
- Okello, D. & Chongtrakul, P. (2000). A Manual for Research Priority Setting using the ENHR Strategy. The Council on Health Research for Development (COHRED), Working Group on Priority. http://www.cohred.org/downloads/578.pdf
- Orru, H., C. Andersson, K.L. Ebi, J. Langner, C. Aström, B. Forsberg (2013). Impact of climate change on ozone-related mortality and morbidity in Europe, European Respiratory Journal 2013/41/2: p. 285-294.
- PBL (2013). De macht van het menu. Opgaven en kansen voor duurzaam en gezond voedsel, Den Haag: PBL.
- PBL (2019). Effecten ontwerp Klimaatakkoord, Den Haag: PBL.
- RIVM (2018a). Volksgezondheid Toekomst Verkenning (VTV) 2018. Een gezond vooruitzicht. Synthese
- RIVM (2018b), 16 april 2018). Aantal mensen met Lyme ruim verviervoudigd. Retrieved 18-3-2019, from https://www.tekenradar.nl/nieuws/actueel-op-tekenradar-nl/aantal-mensen-met-lyme-ruim-verviervoudigd?state=online.
- RLI (2014) Doen en laten. Effectiever milieubeleid door mensenkennis. Raad voor de leefomgeving en infrastructuur. Publicatie RLI 2014/02. Den Haag.
- RLI (2018). De stad als gezonde habitat. Gezondheidswinst door omgevingsbeleid. Raad voor de leefomgeving en infrastructuur. Rli 2018/03. Den Haag.
- RLI (2019). De som der delen: verkenning samenvallende opgaven in de regio. Den Haag. Digitale uitgave.
- Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A. C., Müller, C., Arneth, A., ... & Neumann, K. (2014). Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(9), 3268-3273.
- Schets F.M., H. H. J. L. van den Berg, A. Marchese, S. Garbom, A. M. de Roda Husman (2011). Potentially human pathogenic vibrios in marine and fresh bathing waters related to environmental conditions and disease outcome. International journal of hygiene and environmental health. 214:5, p 399-406.
- Schets, F. M., H. d. Man, J. P. G. v. Leuken and A. M. d. Roda Husman (2017). De 'waterkwaliteitscheck' voor nieuwe en bestaande stedelijk waterconcepten : het belang van aandacht voor de microbiologische kwaliteit van water in de stad. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Schijven, J., M. Bouwknegt, A. M. Roda Husman, S. Rutjes, B. Sudre, J. E. Suk and J. C. Semenza (2013). A Decision Support Tool to Compare Waterborne and Foodborne Infection and/or Illness Risks Associated with Climate Change. Risk Analysis 33(12): 2154-2167.

- Schram-Bijkerk, D. (2010). Programma Klimaat en Gezondheid van ZonMw - nut en noodzaak voor politiek Den Haag. RIVM Briefrapport 630028001/2010.
- Schram-Bijkerk, D., Otte, P., Dirven, L., & Breure, A. M. (2018). Indicators to support healthy urban gardening in urban management. Science of the Total Environment, 621, 863-871.
- Semenza, J.C., J.E. McCulliugh, W.D. Flanders, M.A. McGeehin, J.R. Lumpkin (1999). Excess hospital admissions during the July 1995 heat wave in Chicago. Am J Prev Med 1999/16:269-7.
- Semenza, J. C., C. HöSer, S. Herbst, A. Rechenburg, J. E. Suk, T. Frechen and T. Kistemann (2012a). Knowledge Mapping for Climate Change and Food- and Waterborne Diseases. Critical Reviews in Environmental Science and Technology 42(4): 378-411.
- Semenza, J. C., S. Herbst, A. Rechenburg, J. E. Suk, C. Höser, C. Schreiber and T. Kistemann (2012b). Climate Change Impact Assessment of Food- and Waterborne Diseases. Critical reviews in environmental science and technology 42(8): 857-890.
- Slaper, H., van Dijk, A., den Outer, P., van Kranen, H., Slobbe, L. (2017). UV-straling en gezondheid: Probleemveld en kennisbasis bij het RIVM. RIVM Briefrapport 2017-0074.
- Smith, K.R., A. Woodward, D. Campbell-Lendrum, D.D. Chadee, Y. Honda, Q. Liu, J.M. Olwoch, B. Revich, and R. Sauerborn, (2014) Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 709-754.
- Spek, G.-J. & A. van Vliet. (2018). Ondanks droogte weer veel eikels en beukennootjes aan de bomen. 2019, from https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=24632.
- Springmann, M., Mason-D'Croz, D., Robinson, S., Garnett, T., Godfray, H. C. J., Gollin, D., ... & Scarborough, P. (2016). Global and regional health effects of future food production under climate change: a modelling study. The Lancet, 387(10031), 1937-1946.
- Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., ... & Jonell, M. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. Nature, 562(7728), 519.
- Sprong, H., M. Fonville, A. Docters van Leeuwen, E. Devillers, A. Ibañez-Justicia, A. Stroo, K. Hansford, B. Cull, J. Medlock, P. Heyman, C. Cochez, L. Weis, C. Silaghi and S. Moutailler (2019). Detection of pathogens in Dermacentor reticulatus in northwestern Europe: evaluation of a high-throughput array. Heliyon 5(2): e01270.
- Staatsen, B.A.M., Th. van Alphen , D.A. Houweling J. van der Ree & H. Kruize, (2017a). Gezonde leefomgeving, gezonde mensen. RIVM Briefrapport 2016-0172
- Staatsen, B., van der Vliet, N., Kruize, H., Hall, L., Morris, G., Bell, R., Stegeman, I. (2017b). INHERIT: Exploring triple-win solutions for living, moving and consuming that encourage behavioural change, protect the environment, promote health and health equity. EuroHealthNet, Brussels.
- Staddon, P.L., H.E. Montgomery, M.H. Depledge, (2014) Climate warming will not decrease winter mortality. Nature Climate Change 2014/4: 190-194.
- Sterk, A., F. M. Schets, A. M. Roda Husman, T. Nijs and J. F. Schijven (2015). Effect of Climate Change on the Concentration and Associated Risks of *Vibrio* Spp. in Dutch Recreational Waters. Risk Analysis 35(9): 1717-1729.
- Sterk, A., J. Schijven, A. M. de Roda Husman and T. de Nijs (2016a). Effect of climate change on runoff of Campylobacter and Cryptosporidium from land to surface water. Water Research 95: 90-102.
- Sterk, A., H. de Man, J. F. Schijven, T. de Nijs and A. M. de Roda Husman (2016b). Climate change impact on infection risks during bathing downstream of sewage emissions from CSOs or WWTPs. Water Research 105: 11-21.
- Story, M., Kaphingst, K.M., Robinson-O'Brien, R. en Glanz, K. (2008). Creating healthy food and eating environments: policy and environmental approaches. Annu Rev Public Health (29) 253-72.
- Suk, J. E. and J. C. Semenza (2017). Vector-borne diseases and climate change: a European perspective. FEMS Microbiology Letters 365(2).
- Sustainable Development Unit (2016). Carbon Footprint update for NHS in England 2015.
- Tersago, K., R. Verhagen, A. Servais, P. Heyman, G. Ducoffre and H. Leirs (2009). Hantavirus disease (nephropathia epidemica) in Belgium: effects of tree seed production and climate. Epidemiology and Infection 137(2): 250-256.

- Thien,F., Beggs, P.J., Csutoros, D., Darvall, J., Hew, M. et al. (2018). The Melbourne epidemic thunderstorm asthma event 2016: an investigation of environmental triggers, effect on health services, and patient risk factors. Lancet Planet Health 2018; 2: e255–63.
- TNO (2018) 17 augustus 2018: Voorzet programmering onderzoek klimaatrisico's; opgesteld in opdracht van Programmateam NAS van het ministerie van IenW
- Tuomisto HL, Scheelbeek PF, Chalabi Z, Green R, Smith RD, Haines A, Dangour AD (2017). Effects of environmental change on population nutrition and health: a comprehensive framework with a focus on fruits and vegetables. Wellcome Open Res 2:21.https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.11190.1
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., & James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. Landscape and urban planning, 81(3), 167-178.
- Uiterwijk, M., I. Keur, I. Friesema, H. Rozendaal, M. Holtslag, H. van den Kerkhof, T. Kortbeek and K. Maassen (2018). Staat van Zoönosen 2017, RIVM: 100.
- UNEP (2018). The Adaptation Gap Report 2018. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya.
- Uyttendaele, M., Liu, C., Hofstra, N. (2015). Special issue on the impacts of climate change on food safety. Food Research International 68: pg. 1-6.
- Vanwambeke, S. O., C. B. Zeimes, S. Drewes, R. G. Ulrich, D. Reil and J. Jacob (2019). Spatial dynamics of a zoonotic orthohantavirus disease through heterogenous data on rodents, rodent infections, and human disease. Scientific reports 9(1): 2329-2329.
- Vardoulakis, S., Dimitroulopoulou, C., Thornes, J., Lai, K., Taylor, J., Myers, I., Heaviside, C., Mavrogianni, A., Shrubsole, C., Chalabi, Z., Davies, M. and Wilkinson, P. (2015). Impact of climate change on the domestic indoor environment and associated health risks in the UK. Enviroment International https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.09.010
- Van Kamp, I., Dusseldorp, A., van den Berg, G.P., Hagens, W.I., Slob, M.J. (2013) Windturbines: invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden: GGD informatieblad medische milieukunde. Update 2013. RIVM briefrapport 200000001/2013.
- Van Loenhout, Joris Adriaan Frank, Tefera Darge Delbiso, Anna Kiriliouk, Jose Manuel Rodriguez-Llane (2018). Heat and emergency room admissions in the Netherlands BMC Public Health (2018) 18:108
- Viergever, R.F., Olifson, S., Ghaffar, A. and Terry, R.F. (2010) A checklist for health research priority setting: nine common themes of good practice. Health Research Policy and Systems 2010 8:36 https://doi.org/10.1186/1478-4505-8-36
- Vloet, R. P. M., C. B. F. Vogels, C. J. M. Koenraadt, G. P. Pijlman, M. Eiden, J. L. Gonzales, L. J. M. van Keulen, P. J. Wichgers Schreur and J. Kortekaas (2017). Transmission of Rift Valley fever virus from European-breed lambs to Culex pipiens mosquitoes. PLOS Neglected Tropical Diseases 11(12): e0006145.
- Vogels, C. B. F., M. P. D. Dicke and C. J. M. D. Koenraadt (2017). The role of Culex pipiens mosquitoes in transmission of West Nile virus in Europe, Wageningen University.
- Vuuren, D.P. van, Edmonds, J., Kainuma, M. et al. (2011). The representative concentration pathways: an overview. Climatic Change, 109: 5.
- Watts, N., W. N. Adger, P. Agnolucci, J. Blackstock, P. Byass, W. Cai, et al. (2015). Health and climate change: policy responses to protect public health. Lancet. Volume 386, No. 10006, p1861–1914.
- Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., et al. (2018) The 2018 Report of The Lancet Countdown on Health and Climate Change: shaping the health of nations for centuries to come. The Lancet. Volume 392, No. 10163.
- Wesseling, J., S. van der Zee, en A. van Overveld (2011). Het effect van vegetatie op de luchtkwaliteit. Update 2011. RIVM Rapport 680705019/2011.
- WHO & HCWH (2009). Healthy hospitals, healthy planet, healthy people: addressing climate change in health care settings. World Health Organization and Health Care Without Harm, Geneva.
- WHO (2010). Vision 2013. The resilience of water supply and sanitation in the face of climate change. Technical Report. G.Howard & J. Bartram. WHO, Genève.
- WHO (2012). Atlas of Health and Climate, World Health Organization and World Meteorological Organization WMO-No. 1098. WHO, Genève.
- WHO (2014). Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. World Health Organization.

- WHO (2015a). “WHO Estimates of the global burden of foodborne diseases”. Geneva: World Health Organization.
- WHO (2015b). Operational framework for building climate resilient health systems. World Health Organization.
- WHO (2016). Urban green spaces and health. A review of evidence. Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe.
- WHO (2018). COP24 special report: health and climate change. World Health Organization.
- WHO (2019). Food Safety Climate Change and the role of WHO. World Health Organization.
- Wielen, P. W. J. J. v. d. & D. v. d. Kooij (2011). Opportunistisch ziekteverwekkende micro-organismen in drinkwater. Nieuwegein, KWR.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., ... & Jonell, M. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. The Lancet, 393(10170), 447-492.
- Williams, S., Nitschke, M., Weinstein, P., Pisaniello, D.L., Parton, K.A., Bi, P. (2012). The impact of summer temperatures and heatwaves on mortality and morbidity in Perth, Australia 1994-2008. Environ Int. 2012 Apr; 40:33-38.
- Wilson, L.A., Morgan, G.G., Hanigan, I.C., Johnston, F.H., Abu-Rayya, H., Broome, R., Gaskin, C., Jalaludin, B. (2013). The impact of heat on mortality and morbidity in the Greater Metropolitan Sydney Region: a case crossover analysis. Environ Health. 2013 Nov 15;12:98. doi: 10.1186/1476-069X-12-98.
- WRR (2009). De menselijke beslisser. Over de psychologie van keuze en gedrag. Wetenschappelijke raad voor het regeringsbeleid. Amsterdam University Press. Amsterdam.
- Wuijts, S., Vros, A. C., Schets, F. M., & Braks, M. A. H. (2014). Effecten klimaat op gezondheid: Actualisatie voor de Nationale Adaptatiestrategie (2016). RIVM Rapport 2014-0044.
- Ziska, L.H., Caulfield, F.A. (2000). Rising CO2 and pollen production of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*), a known allergy-inducing species: implications for public health. Australian Journal of Plant Physiology. 2000; 27:893-8.
- ZonMw (2018). Scientific collaboration in the face of a changing climate. Report of a workshop, 10 October 2018.
- Zuurbier, M, S. van Buggenum, F. Burghgraef, M. Dijkema, P. Fischer, K. van den Hout, M. Meijerink, N.E. van Brederode (2012). GGD-richtlijn medische milieukunde: Smog en gezondheid. RIVM Rapport 609400006.

Bijlagen

Bijlage 1 Inventarisatie kennisvragen: Resultaten vragenlijst eerste ronde, interviews en literatuur
Bijlage 2 Prioritering: Resultaten vragenlijst tweede ronde
Bijlage 3 Deelnemers vragenlijstonderzoeken
Bijlage 4 Lijst geïnterviewden
Bijlage 5 Interview protocol Kennisagenda klimaat en gezondheid
Bijlage 6 Overzicht reviewers

Bijlage 1 Inventarisering kennisvragen: Resultaten vragenlijst eerste ronde, interviews en literatuur

Temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten (incl. hittestress)

Kunt u aangeven in hoeverre u kennis heeft over (de invloed van klimaatverandering op) temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten (incl. hittestress)?	
Expert	9
Goed geïnformeerd	12
Geïnformeerd	10
Enige kennis	12
Geen kennis*	8

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de gevolgen van klimaatverandering op temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten (impact/risk assessment)?

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 31 deelnemers):

- Een groot deel van de vragen heeft betrekking op het vaststellen van de relatie tussen temperatuur en gezondheidseffecten (mortaliteit EN morbiditeit).
- Het gaat hierbij vaak over onderzoek naar de identificatie van en de effecten binnen bepaalde bevolkingsgroepen, o.a. kwetsbare ouderen, chronisch zieken (luchtwegaandoeningen, hart- en vaatziekten), bepaald medicatiegebruik incl. psychofarmaca, fysieke beperkingen, beroepsbevolking, en inwoners stedelijk gebied. Er wordt ook opgemerkt dat onderzocht kan worden hoe kwetsbare groepen mogelijk ook van elkaar kunnen verschillen: bijvoorbeeld, zijn chronisch zieken met luchtwegproblemen kwetsbaarder dan zieken met een hartaandoening? Gesuggereerd wordt dat analyse van data geregistreerd door huisartsen meer inzicht zou kunnen geven in temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten.
- Verder gaan de kennisvragen naar de relatie tussen temperatuur/hitte en gezondheid ook over onderzoek naar 'harvesting', interrelaties met influenza sterfte in voorafgaande/volgende winters, rol van zonnestraling en bewolking, interacties met luchtkwaliteit (in de stad), effect modificatie door hitte-eilanden of juist groen in de stad. Ook effecten op arbeidsproductiviteit voor buitenwerkers en voor kenniswerkers worden genoemd.
- Een aantal vragen gaan over de (veranderingen van de) exposure-impact relatie in de tijd: zijn er bijvoorbeeld aanwijzingen voor adaptatie in de afgelopen 50 jaar?
- De meeste kennis vragen zijn gericht op hitte, maar een aantal deelnemers noemen ook specifiek koude-effecten: balans in vervroegde sterfte door koude versus hitte; effecten door koude(nachten).
- Daarnaast zijn er vragen in het kader van monitoring, de identificatie van de geschikte blootstellings-indicatoren en de kwantificering van UHI (Urban Heat Island effect) op basis van morfologische indices stad. Meer inzicht in geschikte indicatoren zou het hitteplan beter ondersteunen. Ook bestaan er vragen over vroegtijdige detectie: Hoe kunnen de effecten in een vroeg stadium worden opgemerkt zodat tijdig maatregelen kunnen worden getroffen?
- Meerdere kennisvragen gaan specifiek over de risico's van (toekomstige) klimaatverandering: Hoe verandert toekomstige blootstelling (verschillende blootstellingsindicatoren mogelijk)? Wat zijn de gezondheidseffecten (voor kwetsbare groepen) van het gecombineerde effect van veranderende temperatuur-patronen (+1,5 +2 en +4 graden scenario's) en andere toekomstige ontwikkelingen (vergrijzing, luchtkwaliteit, klimaatadaptatie etc.)? Is er een verschil tussen effecten op korte termijn en effecten op lange termijn?
- Een deelnemer stelt dat het belangrijk is dit alles specifiek voor Nederland uit te zoeken om zo aanknopingspunten te vinden voor nationaal beleid.

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de mogelijke maatregelen om de gevolgen van klimaatverandering op temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten tegen te gaan (adaptatie)? (de maatregelen kunnen in het ruimtelijk-, sociaal- en/of zorgdomein genomen worden).

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 31 deelnemers):

- Een groot deel van de vragen heeft betrekking op welke maatregelen doeltreffend zijn en op welke wijze deze uitgevoerd zouden moeten worden. De effecten van maatregelen op de gevoelstemperatuur en/of gezondheid zijn vaak nog onvoldoende bekend. Wat is er voor nodig om in 2050 tijdens hitte episodes de gezondheidslast beperkt te houden? Welke adaptatie maatregelen zijn het meest (kosten)effectief?

- Evaluatie (lokale) hitteplan(nen), inclusief best practices**.
- Effectiviteit en implementatie van ruimtelijke maatregelen (o.a. meer groen, meer blauw); vooral in welke vorm meer groen/meer blauw vooral bijdragen aan een verlaging van gevoelstemperatuur in specifieke ruimtelijke situaties.
- Er zijn vragen over de effectiviteit van maatregelen in het sociale en zorgdomein, m.b.t beïnvloeding gedrag en bewustzijn (hoeveel weten mensen)?
- Interventies op binnentemperatuur (o.a. hittebestendige gebouwen, ruimtekoeling/airconditioning, ventilator met ijs/nevel, zonnewering).
- Persoonlijke koeling: externe koeling (koelvesten e.d.) en interne koeling (ijs).

- Hoe verhouden verschillende maatregelen zich onderling tot elkaar qua effectiviteit? Bijvoorbeeld verschillende vormen van blauwe versus groene infrastructuur. In welke mate zijn gedrag, fysiologie en gebouwde omgeving van belang in hitte-adaptatie? Effectieve integratie van verschillende maatregelen.
- De rol van verschillende stakeholders is nog onduidelijk. Welke stakeholders spelen bijvoorbeeld in het sociale en zorgdomein een rol in het toepassen en adviseren over maatregelen om temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten te voorkomen? Wat zijn hun taken en verantwoordelijkheden? Wat zijn belangrijke barrières voor succes? Hoe kunnen maatregelen geïntegreerd worden in bestaande structuren (zorgketens, protocollen etc.)?
- Verkennen van de mogelijkheden van (afstemmen maatregelen met) syndroom surveillance (wellicht gebruikmakend van huisartsregistraties).
- Een aantal kennisvragen heeft betrekking op onderzoek naar de noodzaak van de maatregelen. Waarom moeten deze maatregelen genomen worden en hoe verhoudt dit risico zich tot andere risico's? Welke kosten brengen de maatregelen met zich mee en hoe verhouden deze zich t.o.v. de (gezondheids)baten?
- Op welke wijze kan kennis met praktijk worden gedeeld (incl. zorgpersoneel, vrijwilligers, buurt)?
- Negatieve neveneffecten (airco, meer groen/meer blauw) worden meermaals genoemd.
- Verkennen van meekoppel-kansen adaptatie-mitigatie: Hoe kunnen maatregelen om gebouwen hittebestendig te maken worden gecombineerd met de energietransitie?
- Integrale systeembenadering, transdisciplinair, participatief.

Aanvullende kennisvragen uit de interviews

- Volgen zelfstandig wonende ouderen de adviezen van het hitteplan op?
- Wat zijn de mogelijke interacties tussen hitte en medicijngebruik? Welke informatie is hierover en wordt dit gedeeld met zorgverleners, apothekers en patiënten? Denken zelfstandig wonende ouderen na over hun medicijngebruik tijdens een hitteperiode?
- Wat is de meest efficiënte infrastructuur om lokale zorg te verlenen in het geval van langdurige hitte?
- Hoe speelt de eerstelijnszorg in op hitteperiodes?
- Wat zijn de mogelijkheden op het gebied van e-health? En hoe effectief zijn de huidige toepassingen bijvoorbeeld hitte-apps?
- Hoe kunnen de waarschuwingssystemen voor extreem weer worden verbeterd?
- Hoe functioneert een stad die warmer wordt? Wat gebeurt er met de arbeidsproductiviteit in de stad en wat gebeurt er met het aantal bezoekers? Hoe verandert mobiliteit in de stad als gevolg van temperatuurstijging? Wat zijn de effecten van hitte op ziekteplagen in de landbouw en de effecten daarvan op de veeteelt of gewassen?
- Kan de drinkwatervoorziening voldoende koel blijven bij opwarming van de bodem?
- Wat is het effect van airconditioning op sterfte?
- Algemene vraag: In hoeverre is het menselijk lichaam in staat zich aan te passen aan klimaatverandering?

Kennisvragen uit de literatuur

- Wat zijn de gezondheidseffecten (sterfte en ziekte) van temperatuur (extremen) (hitte en koude) in Nederland en hoe groot is de rol van luchtverontreiniging daarbij?
- Wat is het effect van een koudeperiode en griepepisode in de periode voorafgaand aan een hitteperiode op de oversterfte tijdens deze hitteperiode?
- Welke invloed hebben armoede, eenzaamheid en vergrijzing?
- Wat is de blootstellingresponsrelatie?
- Wat is de effectiviteit van adaptatiemaatregelen zoals hitteplannen?

* Deze respondenten hebben de vervolgvragen over dit onderzoeksthema overgeslagen.
** Deze vragen zijn ook genoemd in de interviews.

Allergieën

Kunt u aangeven in hoeverre u kennis heeft over (de invloed van klimaatverandering op) allergieën?	
Expert	1
Goed geïnformeerd	5
Geïnformeerd	10
Enige kennis	13
Geen kennis*	17

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de gevolgen van klimaatverandering op allergieën (impact/risk assessment)?

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 19 deelnemers):

- Een groot deel van de vragen heeft betrekking op de invloed van klimaatverandering (o.a. temperatuur, relatieve vochtigheid, neerslag, zonneschijnduur) op de blootstelling aan verschillende allergenen (o.a. bloeiseizoen, verspreiding allergene planten/bomen, introductie nieuwe allergene soorten in Nederland, productie allergenen, allergeniciteit en transport van pollen). Daarbij moet ook het effect van hogere CO_2 concentraties worden meegenomen.** Hieraan verbonden zijn kennisvragen op het gebied van monitoring en modelleren van allergenen/pollen.
- Meerdere kennisvragen gaan specifiek over de effecten van toekomstige klimaatverandering (verschillende klimaatscenario's) op allergieklachten. Van welke specifieke allergenen is bekend dat zij als gevolg van klimaatverandering tot een toename (of afname?) van blootstelling en klachten zullen gaan leiden? Wat is hiervan de verwachte verandering in ziektelast? Het is dus onduidelijk welke invloed een veranderende blootstelling aan allergenen (hoeveelheid, timing) op de gezondheid (incl. DALY's) heeft. Daarbij zal ook gekeken moeten worden of verschillende groepen mensen in de samenleving verschillend reageren op de gevolgen van klimaatverandering op allergieën?
- Daarnaast zijn er vragen over de gecombineerde invloed van klimaatverandering en toekomstige ontwikkelingen in andere factoren (luchtkwaliteit, landgebruik, meer groen in stedelijk gebied, meer buitenrecreatie).
- Een deelnemer formuleerde vragen over de monitoring van (veranderende blootstelling aan) huisstofmijt, de relatie met sensitisatie en lange termijn gevolgen van blootstelling aan biocontaminanten.

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de mogelijke maatregelen om de gevolgen van klimaatverandering op allergieën tegen te gaan (adaptatie)? (de maatregelen kunnen in het ruimtelijk-, sociaal- en/of zorgdomein genomen worden).

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 14 deelnemers):

- De kennisvragen m.b.t. maatregelen zijn in twee categorieën in te delen. De eerste betreft maatregelen om blootstelling te voorkomen. Op welke wijze kunnen we groen(beleid) in stad/platteland aanpassen, voorkomen we de vestiging van allergene exoten, of komen we af van planten die allergenen produceren?
- De tweede categorie betreft onderzoek naar communicatie en het delen van informatie. Hoe kunnen we stakeholders/burgers op effectieve wijze voorlichten over groen/allergenen in de tuin/stad? Hoe krijg je de juiste allergie-informatie bij de verschillende stakeholders (o.a. patiënten, eerstelijns zorg) op het juiste moment?
- De overkoepelende vraag hierbij is welke veranderingen in de hele keten (monitoring, analyse, voorspelling, informatievoorziening, diagnose, medicijngebruik, behandeling) zijn mogelijk om de (toekomstige) ziektelast omlaag te brengen?

Aanvullende kennisvragen uit de interviews

- Hoe krijgen we betere symptoomdata van allergieën?
- Hoe reageert het luchtwegsysteem op pollen?

Aanvullende vragen uit de literatuur

- Wat is de verwachte toename van pollen door bv oprukkende exoten zoals Alsemambrosia?
- Hoe sterk neemt de allergeniciteit van pollen toe door klimaatverandering?

* Deze respondenten hebben de vervolgvragen over dit onderzoeksthema overgeslagen.

** Deze vragen zijn ook genoemd in de interviews.

Zoönosen en vector-overdraagbare ziekten

Kunt u aangeven in hoeverre u kennis heeft over (de invloed van klimaatverandering op) zoönosen en vector-overdraagbare ziekten?	
Expert	5
Goed geïnformeerd	6
Geïnformeerd	10
Enige kennis	8
Geen kennis*	17

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de gevolgen van klimaatverandering op zoönosen en vector-overdraagbare ziekten (impact/risk assessment)?

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 21 deelnemers):

- Vragen over het belang en klimaatgevoeligheid (prioritering) van zoönosen en vector-overdraagbare ziekten; van welke daarvan verwachten wij dat zij in de toekomst onder invloed van klimaatverandering in het bijzonder zullen toe- (of af-)nemen?
- Vragen over nieuwe besmettingsroutes, ecologie, vectorcompetentie, interacties met andere gezondheidseffecten van klimaatverandering en de belangrijkste onderliggende mechanismen in de verspreiding van deze ziekten (temperatuur, (hevige) regen, droogte, vochtigheid, andere (niet klimaat-gerelateerde factoren)).
- Vragen over verandering in verspreiding van huidige en nieuwe ziekten, zoals: Krijgt Nederland meer habitat voor vectoren van ziekten? Wordt het klimaat in Nederland geschikter voor de overdracht van arbovirussen, protozoa, helminths en andere pathogenen (specifiek wordt Dengue virus, Chikungunya virus, Zika virus, Westnijlvirus, Plasmodium, Leishmania, Schistosoma,Leptospira, Coxiella genoemd)?
- Wat is de rol van maatregelen voor klimaatadaptatie (bijvoorbeeld waterberging, blauw/groene ruimtes, kunstmatige wetlands) in verspreiding van water-gerelateerde vectorziekten?
- Vragen over wenselijke monitorings- en informatiesystemen, geschikt voor analytische studies, voor bewakings- en informatie doeleinden, en voor risico-analyses (zowel geografisch (stedelijk/landelijk gebied, akkerbouw en veehouderij); recreatiegebieden (bijvoorbeeld waterspeelplaatsen, *city swims*, etc.) als m.b.t. kwetsbare groepen).
- Vragen over hoe toekomstige risico's in te schatten, middels bijvoorbeeld wiskundige (ruimtelijke) modellen en scenario-analyses.
- Vragen over hoe voorlichting bij burgers en professionals te organiseren en vorm te geven (o.a. aandacht voor herkennen van symptomen).

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de mogelijke maatregelen om de gevolgen van klimaatverandering op zoönosen en vector-overdraagbare ziekten tegen te gaan (adaptatie)? (de maatregelen kunnen in het ruimtelijk-, sociaal- en/of zorgdomein genomen worden).

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 17 deelnemers):

- Vragen over de bestrijding van deze ziekten:
  - Hoe kunnen vectoren effectief en duurzaam (milieuvriendelijk(effecten op biodiversiteit)) worden bestreden?
  - Hoe kunnen de ziekten worden bestreden ((snelle) vaccinatie, preventief ruimen)? Welke vaccins zijn beschikbaar en hoe (snel) kunnen nieuwe vaccins beschikbaar komen?
  - Zijn andere mechanismen mogelijk/haalbaar (genetische resistentie van vee; ecologische interventies om populaties vectoren te modificeren/verminderen).
- Vragen over preventieve maatregels:
  - Hoe optimaal te vaccineren en hoe de vectoren te bestrijden.
  - Rol netto effect van ingrepen in ruimtelijke ordening (groen, water, maatregelen in huisvesting/openbare ruimten.
  - Hoe de bewustwording te vergroten (o.a. voorlichting publiek en industrie).
- Vragen over interacties met andere maatregels en ontwikkelingen:
  - Welke wettelijke mogelijkheden bestaan er om de groei van zoönosen te beperken?
  - Europese regelgeving?
  - Wat is de verwachte impact op het zorgsysteem?
  - Wat kan de bijdrage zijn van veranderingen in landgebruik/landbouw en biodiversiteit aan het tegengaan van zoönosen in Nederland?

* Deze respondenten hebben de vervolgvragen over dit onderzoeksthema overgeslagen.

Water-gerelateerde gezondheidseffecten

Kunt u aangeven in hoeverre u kennis heeft over (de invloed van klimaatverandering op) water-gerelateerde gezondheidseffecten?	
Expert	4
Goed geïnformeerd	5
Geïnformeerd	9
Enige kennis	12
Geen kennis*	16

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de gevolgen van klimaatverandering op water-gerelateerde gezondheidseffecten (impact/risk assessment)?

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 24 deelnemers):

- Wat is de grootste bron van ziekteverwekkers in het water en hoe wordt die bron beïnvloed door klimaatverandering?
- Een groot deel van de vragen gaat over de invloed van klimaatverandering over (zwem)waterkwaliteit.
  - Welke water-gerelateerde pathogenen zullen langer overleven, juist groeien of juist afsterven bij een veranderend klimaat?
  - Wat is het effect van toenemende run-off door heftige buien op de kwaliteit van het oppervlaktewater en daarmee op de gezondheid? Wat is de invloed van verontreiniging met rioolwater op pathogeen concentraties? Wat zijn de risico's van 'water op straat'?
  - Is er een kans dat (nieuwe) ziekteverwekkers of toxines kunnen voorkomen in (niet officieel) zwemwater door klimaatverandering (bijvoorbeeld benthische blauwalg Phormidium)?
  - Is er een hoger risico op Legionella infecties bij neerslag?
  - Welke invloed heeft klimaatverandering op de leveringskwaliteit van drinkwater bij hoge temperaturen/hittegolven?
  - Wat zijn de risico's van inundatie van gras/bouwland, uit oppervlaktewater al dan niet beïnvloed door overstort. Gaat dan niet alleen om bacteriële verontreiniging, maar ook bijvoorbeeld aanwezigheid van zware metalen in slib dat achterblijft.
- Er zijn vragen over de wijze van monitoring: bijvoorbeeld in open zwemwater bij warme periodes, of tijdens riool overlopen bij zware regenval. Hoe zijn de verschillende effecten van klimaatverandering op het natuurlijk systeem (natuurlijk kapitaal, gezondheid, ecosysteem) te monitoren?
- Ook worden vragen genoemd over de effecten (bijvoorbeeld blauwalgen, meer muggen) van klimaatadaptatie zoals meer blauw (waterberging, blauw ruimtes, kunstmatige wetlands).
- Hoe zijn de gezondheidseffecten verdeeld over de bevolking?
- Op het gebied van risico-analyse is er behoefte aan kennis over grenswaarden groei/ontwikkeling pathogenen (relatie met temperatuur/neerslag), omgaan met onzekerheden en de interactie met ontwikkelingen in andere factoren. Hoe kunnen we het beste een systems approach toepassen voor het beter begrijpen van het totaalplaatje van de gevolgen van klimaatverandering (op bijvoorbeeld *waterborne* diarree)? Hoe kunnen we de ziektelast beter kwantitatief modelleren (loads, concentrations, risk) ten behoeve van scenario-analyse? Kunnen we de effecten van klimaatverandering op water-overdraagbare ziekten vatten in een ruimtelijk model voor heel Nederland, waarmee middels scenario analyse de toekomst verkend kan worden?
- Wat is het risico op de introductie van nieuwe pathogenen door (klimaat)migratie?
- Heeft klimaatverandering invloed op de verspreiding van antibiotica resistente bacteriën en genen?
- Er zijn vragen over de invloed van klimaatverandering op blootstellingsgedrag, bijvoorbeeld meer buitenrecreatie. Er is ook een vraag over de mogelijke positieve gezondheidseffecten van meer waterrecreatie door langere/warmere zomers.
- Wat is de invloed van toenemende verdroging op luchtkwaliteit (fijnstof)?

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de mogelijke maatregelen om de gevolgen van klimaatverandering op water-gerelateerde gezondheidseffecten tegen te gaan (adaptatie)? (de maatregelen kunnen in het ruimtelijk-, sociaal- en/of zorgdomein genomen worden).

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 19 deelnemers):

- Een groot deel van de vragen gaat over adviezen aan burgers en (het opzetten van) *early warning systems* over oppervlaktewaterkwaliteit en stormwater/riooloverstorten. Er zou naast een hitteplan een "wateroverlastplan" moeten komen met adviezen voor instellingen, burgers etc.
- Er zijn vragen over de link tussen watermanagement/ruimtelijke inrichting en het reduceren van gezondheidsrisico's. Hoe kunnen we bijvoorbeeld het waterbeheer aanpassen zodat onze wateren minder geschikt worden als broedplaats van vectoren? Hoe kunnen we de waterkwaliteit dusdanig verbeteren, dat het oppervlaktewater geen bedreiging levert voor de gezondheid? En geschikter wordt voor gebruik door mens en dier, waardoor de gezondheid bevorderd wordt? Hoe kan de leefomgeving aangepast worden dat negatieve gevolgen zoveel mogelijk worden gereduceerd en de positieve kanten bevorderd?
- Zijn de huidige normen toereikend bij een veranderd klimaat?
- Ook zijn er vragen over het effect van gezond gedrag op blootstelling. Hoe kunnen we het beste voorkomen dat ontlasting/mest van mensen en dieren (met relatief veel resistente bacteriën) in contact komt met oppervlaktewater?
- Welke technologische interventies kunnen ingezet worden en zijn effectief om de uitstoot van ziekteverwekkers naar het water tegen te gaan?
- Er wordt een aanbeveling gedaan om de Waterkwaliteitscheck (RIVM) te ontwikkelen tot een kwantitatief instrument ten behoeve van risicoschattingen voor nieuwe stedelijk water concepten.
- Er is een vraag over disaster risk management van droogte en overstromingen.
- In meer algemene zin wordt de vraag gesteld wat de meest effectieve en efficiënte mix van (korte en lange termijn) maatregelen? Hoe kiezen we een goede set maatregelen die op langere termijn flexibel blijft om in te spelen op nieuwe risico's maar ook nieuwe oplossingen?

Aanvullende kennisvragen uit de interviews

- Leidt meer vocht door bijv. extreme regenval in kruipruimten tot meer schimmels en daaraan gerelateerde gezondheidsklachten?

* Deze respondenten hebben de vervolgvragen over dit onderzoeksthema overgeslagen.

Voedsel-gerelateerde gezondheidseffecten

Kunt u aangeven in hoeverre u kennis heeft over (de invloed van klimaatverandering op) voedsel-gerelateerde gezondheidseffecten?	
Expert	1
Goed geïnformeerd	3
Geïnformeerd	9
Enige kennis	12
Geen kennis*	21

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de gevolgen van klimaatverandering op voedsel-gerelateerde gezondheidseffecten (impact/risk assessment)?

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 16 deelnemers):
Vragen die te maken hebben met een verandering van de ziektelast in Nederland, zoals:

- Wat is de invloed van klimaat op de groei/ontwikkeling van de voedsel-gerelateerde ziekteverwekkers (grenswaarden, relaties met bijv. temperatuur en vochtigheid)?
- Wat is de mogelijk toekomstige ziektelast als gevolg van voedsel-gerelateerde infecties en welke bevolkingsgroepen zijn daarbij het meest kwetsbaar?
- Hoe is blootstelling van welke pathogenen mogelijk via irrigatie, bevloeiing, mestverwerking enz.?
- Wat zal de interactie zijn met de veranderde rol van de intensieve veehouderij in Nederland?
- Vragen die te maken hebben met de invloed van klimaatverandering op de voedselproductie wereldwijd, zoals:
- Hoe groot is het effect op voedselzekerheid in kwetsbare gebieden, vooral ontwikkelingslanden en in het bijzonder fragiele staten?
- In hoeverre leidt klimaatverandering ertoe dat we voor onze gezonde voedingsbasis meer of minder op productie in de eigen regio terecht kunnen, afgaande op de te verwachten regionale veranderingen in aanbod?

- Vragen die te maken hebben met methoden voor het inschatten en monitoren van mogelijke toekomstige ontwikkelingen, zoals:
- Hoe kunnen we voedselveiligheid het beste bestuderen met een systeembenadering, scenario's en modellen, waarbij de relatieve rol van klimaatverandering ingeschat kan worden?
- Zorgt klimaatverandering voor hogere of andere risico's m.b.t. voedsel-gerelateerde infectieziekten, en moeten we onze monitoring en surveillance daarop aanpassen?

Meer algemene vragen zoals:

- Hoe zal het voedingspatroon veranderen door een veranderend aanbod van voedingsproducten?
- Wat is de rol van voedselhygiëne en duurzame bewaarmethoden (vergelijk landen met een warmer klimaat)?
- Welke ziekten en plagen kunnen voorkomen in de land- en tuinbouw die doorwerken in de humane gezondheid?
- Wat is het effect van klimaatverandering op het gedrag (andere eet- en drinkgewoonten, lifestyleverandering)?

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de mogelijke maatregelen om de gevolgen van klimaatverandering op voedsel-gerelateerde gezondheidseffecten tegen te gaan (adaptatie)? (de maatregelen kunnen in het ruimtelijk-, sociaal- en/of zorgdomein genomen worden).

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 11 deelnemers):

- Vragen ten aanzien van preventie en mogelijk toekomstige maatregels, zoals:
  - Welke (technische) oplossingen zijn nodig om effecten te minimaliseren en/of in te grijpen?
  - Wat is de effectiviteit van voorlichting aan telers, boeren en verwerkers?
  - Is verdere regelgeving noodzakelijk?
  - Is het huidige surveillancebeleid ook toereikend in de toekomst?
- Vragen over interactie met andere maatregels en sectoren, zoals:
  - Wat is de relatie tussen het beheren en beheersen van de effecten van water(gebruik) op het natuurlijk systeem zoals bodemdaling en verzilting in relatie tot de landbouw en voedselvoorziening?
  - In hoeverre dragen maatregelen ook bij aan andere maatschappelijke doelen voor duurzame landbouw (bijvoorbeeld gezondheid omwonenden, dierenwelzijn)?
  - Welke interventiemaatregelen kunnen genomen worden om de positieve gezondheidseffecten van een veranderende veehouderij te versterken en de negatieve effecten te verminderen?
  - Kunnen andere vormen van landbouw zoals permacultuur en aquaponic systemen een alternatief zijn voor voedselverbouwing in Nederland?

Aanvullende kennisvragen uit de interviews

- Er is meer kennis nodig over de mogelijke invloed van klimaatverandering op de verandering van de voedingswaarde en samenstelling van producten. Bijvoorbeeld het effect van warmer zeewater zou zorgen voor andere samenstelling van vetzuren bij vissen.
- Om klimaatverandering te beperken zijn aanpassingen aan ons voedingspatroon noodzakelijk. We hebben meer kennis nodig over de samenstelling van nieuwe eiwitproducten (zoals algen), de kwaliteit van deze eiwitten en de impact op het milieu en gezondheid.
- Er is meer data nodig, en methodieken om te meten en een afweging te kunnen maken tussen producten (waar druk je klimaatimpact in uit?). Het gaat hierbij ook telkens om de link tussen gezondheid en klimaat.
- Er is behoefte aan het in beeld brengen van de *trade-offs* van verschillende productie en consumptie keuzes (wat beter is in het kader van klimaatverandering, is niet altijd per definitie ook beter voor bijvoorbeeld gezondheid, waterkwaliteit, dierenwelzijn of bodemkwaliteit).

Aanvullende kennisvragen uit de literatuur

- Hoe veranderen biotische processen onder verschillende klimaatscenario's, rekening houdend met andere ontwikkelingen in maatschappij en milieu, de geografische verspreiding, productiviteit, populatiegrootte en levenscyclus van organismen (planten, dieren, pathogenen) die gezondheidsklachten kunnen veroorzaken in voedsel?
- Wat zijn de gezondheidseffecten van de mogelijke verandering in geografische verspreiding, populatiegrootte, productiviteit en levenscyclus van organismen (planten, dieren, pathogenen) die gezondheidsklachten kunnen veroorzaken?

- Wat is de blootstellingresponsrelatie?
- Er is behoefte aan scenariostudies naar de effecten van klimaatverandering op voedselveiligheid.
- Er is meer onderzoek nodig naar de effecten van klimaatverandering op voedingswaarden van producten.
- Wat is het effect van meer CO_2 in de lucht voor gewasgroei en voedselkwaliteit?
- Wat is het uiteindelijke effect van hogere temperaturen en een langer groeiseizoen op de voedselproductie/gewasopbrengst?
- Hoe kunnen we een grote verandering realiseren in de voedselconsumptie naar een gezond en duurzaam dieet?
- Welke milieuwinst is er te halen met klimaatmitigatiemaatregelen in de landbouw?
- Hoe kan een reductie van broeikasgassen uit de landbouw gerealiseerd worden (technologieën, andere rassen, andere bedrijfsvoering, wat zijn de effecten van ander voer/voeradditieven)?
- Daarnaast is er ook behoefte naar inzicht in gedragsverandering en economische prikkels die ervoor zorgen dat de partijen in de voedselketen klimaat adaptatie en mitigatiemaatregelen nemen?

* Deze respondenten hebben de vervolgvragen over dit onderzoeksthema overgeslagen.

Gezondheidseffecten van luchtkwaliteit

Kunt u aangeven in hoeverre u kennis heeft over (de invloed van klimaatverandering op) gezondheidseffecten van luchtkwaliteit?	
Expert	8
Goed geïnformeerd	5
Geïnformeerd	6
Enige kennis	11
Geen kennis*	16

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de gevolgen van klimaatverandering op de gezondheidseffecten van luchtkwaliteit (impact/risk assessment)?

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 22 deelnemers):

- Een groot deel van de vragen gaat over de invloed van klimaatverandering op de luchtkwaliteit, (inclusief het gecombineerde effect van hitte en luchtverontreiniging) en de resulterende gezondheidseffecten.
    - In hoeverre kunnen veranderingen in het weer (circulatiepatronen, blokkades, persistent weer) impact hebben op de volksgezondheid in Nederland via hitte en luchtkwaliteit?
    - Wat is de invloed van veranderingen in meteorologie (transport, temperatuur, relatieve vochtigheid, neerslag, zonneschijnduur), groeiseizoen, landgebruik en fijnstof op het optreden van smog/allergieën/zoönose en de mate van verspreiding van deeltjes in de lucht?
    - Wat zijn de veranderingen in biogene emissies t.g.v. klimaatverandering in Nederland en wat zijn hiervan de gevolgen voor de volksgezondheid door de vorming van fijnstof en ozon in de atmosfeer?
    - Wat is de impact van verdroging op fijnstof?
    - Maatregelen die verstuiving van grond voorkomen.
- Er zijn meerdere vragen over de interactie met andere factoren, bijvoorbeeld de combinatie met uitstoot fijnstof uit verkeer of industrie. Hoe verandert de blootstelling aan luchtverontreiniging, niet alleen door klimaatverandering maar ook door de verstedelijking? Wat zijn de gezondheidseffecten van veranderingen in luchtverontreiniging en daarnaast door de vergrijzing en verstedelijking? Wat is het aandeel van de diverse bronnen van luchtverontreiniging en hoe ontwikkelt zich dit in de toekomst? Wat is de relatie tussen luchtverontreiniging en allergieën/infectieziekten bij een veranderd klimaat?
- Vragen over de invloed van klimaatverandering en klimaatmitigatie op de binnenluchtkwaliteit. Wat zijn de gevolgen ervan voor binnenhuisklimaat (en dus voor kwetsbare burgers die minder mobiel/huisgebonden zijn, resp. zijn opgenomen)? Wat zijn de neveneffecten van de energietransitie op het binnenmilieu (airco's, warmtepompen)?
- Meerdere vragen gaan over het verkennen van toekomstige effecten. Er is behoefte aan KNMI klimaatprojecties met luchtkwaliteit, i.e. invloed van toekomstige meteo op luchtkwaliteit. Hoe verandert de buiten luchtkwaliteit in een +1,5 +2 en +4 graden wereld? Hoe verandert de

binnenluchtkwaliteit in een +1,5 +2 en +4 graden wereld? Welke stoffen gaat het dan om? Fijnstof, UFP, stikstofoxiden, ozon, EC, andere stoffen? Zijn er regionale verschillen in veranderingen in de luchtkwaliteit? Hoe verhouden de veranderingen door klimaatverandering zich tot autonome of beleidsgestuurde technische ontwikkelingen? Hoe verandert de gezondheidsimpact in een +1,5 +2 en +4 graden wereld?

- Is een integrale index te ontwikkelen van de effecten van hitte, luchtkwaliteit en andere stressoren?
- Wat is de invloed van klimaatverandering op blootstellingsgedrag?
- Wat is de relatie en het relatieve aandeel van de gevolgen van klimaatverandering op de gezondheidseffecten van luchtkwaliteit en die van temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten?
- Wat kan de bijdrage zijn van veranderingen in landgebruik/landbouw en biodiversiteit aan het tegengaan van allergieën/zoönosen/fijnstof in Nederland?
- Er is behoefte aan kennis over de effecten van klimaatmitigatie op de luchtkwaliteit, inclusief negatieve effecten van gebruik biomassa brandstof.
- Er is behoefte aan verbeteringen in het meten en modelleren van ultrafijnstof
- Wat zijn de kosten van de gezondheidseffecten van (de veranderingen in) luchtverontreiniging?

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de mogelijke maatregelen* om de gevolgen van klimaatverandering op de gezondheidseffecten van luchtkwaliteit tegen te gaan (adaptatie)? (de maatregelen kunnen in het ruimtelijk-, sociaal- en/of zorgdomein genomen worden).

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 15 deelnemers):

- Een groot deel van de vragen gaat over maatregelen om luchtkwaliteit te verbeteren:
  - Kan een betere inschatting gemaakt worden van mogelijke gezondheidswinst als gevolg van lokale interventies?
  - Effectiviteit van filters?
  - Hoe kunnen de emissies uit de veeteelt omlaag?
  - Wat heeft het meest effect en wat zouden we het eerst aan moeten pakken? Verkeer, industrie of vee-industrie? Waar is de meeste winst te behalen?
  - Hoe kunnen we voorkomen dat (meer) emissies ontstaan van houtrook doordat mensen overschakelen van gas naar houtkachel?
  - Welke precursors kunnen weggenomen worden om de vorming van ozon tegen te gaan?
  - Behoefte aan doorrekenen invloed van vegetatie op luchtkwaliteit
  - Is er voldoende bekend over de respons van diverse verkoelende maatregelen op de lokale luchtkwaliteit?
- Er is behoefte aan een goede studie naar synergisme in maatregelen ter reductie van emissies.
- Wat is de rol van mitigatiemaatregelen op de stikstofuitstoot (NH_3, NO_x), fijnstof, methaan en ozon in Nederland en omringende landen en wat betekent dit voor de gezondheid? Welke maatregelen leveren de meeste co-benefits op voor zowel klimaat als gezondheid?
- Kan er een betere inschatting gemaakt worden van mogelijke gezondheidswinst als gevolg van lokale interventies?
- Vragen over effectieve communicatie en (leef)adviezen voor mensen/instellingen: overdracht relevante kennis aan professionals, (vrijwilligers in) zorg- en dienstverlening, ontwikkelaars/professionals wooninfrastructuur. Adviezen m.b.t. sporten en bewegen in de buitenlucht bij hoge smog levels en maatregelen verbeteren binnenklimaat. Kunnen de gevolgen van lucht op gezondheid beter begrepen en uitgelegd worden aan een breder publiek? Hoe maken we mensen bewust van gezondheidsrisico's van houtrook?
  - Een app waarop mensen zien wanneer de weersverwachting zo is dat ze verergering van klachten kunnen verwachten dan wel hoe ze hun blootstelling in de leefomgeving kunnen verlagen.
- Wat zijn de baten van maatregelen (ook in euro's)?
- Er wordt een opmerking gemaakt dat bestrijding van luchtverontreiniging niet worden genomen vanwege klimaatverandering of klimaatadaptatie. Dat doen we ofwel voor gezondheid ofwel voor klimaatmitigatie.

Aanvullende kennisvragen uit de interviews

- Wat betekent de opslag van energie voor de luchtkwaliteit?
- Wat is de precieze relatie tussen pollen, luchtkwaliteit en optreden van symptomen?

• Wat zijn de lange termijneffecten van waterschade in kelders door extreme regen, en de schimmel die daardoor ontstaat?
Aanvullende kennisvragen uit de literatuur
• De luchtkwaliteit is erg afhankelijk van weersomstandigheden. Wat is de precieze relatie tussen de luchtkwaliteit en klimaatverandering? • Stijgt door klimaatverandering de ziektelast gerelateerd aan luchtverontreiniging (bijvoorbeeld ozongerelateerde morbiditeit)? • Speelt thunderstorm astma een rol in Nederland? • Effect adaptatiemaatregelen voor binnenmilieu, luchtkwaliteit en vochtigheid binnen

* Deze respondenten hebben de vervolgvragen over dit onderzoeksthema overgeslagen

UV-gerelateerde gezondheidseffecten

Kunt u aangeven in hoeverre u kennis heeft over (de invloed van klimaatverandering op) UV-gerelateerde gezondheidseffecten?	
Expert	2
Goed geïnformeerd	7
Geïnformeerd	6
Enige kennis	9
Geen kennis*	22

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de gevolgen van klimaatverandering op UV-gerelateerde gezondheidseffecten (impact/risk assessment)?

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 11 deelnemers):

- Vragen over het veranderde blootstellinggedrag door klimaatverandering, zoals:
  - Wat is het historische en huidige blootstellingsgedrag m.b.t. UV-straling in relatie met kleding, vrijetijdsgedrag (vakanties, bestemmingen etc.)?
  - Welke invloed heeft temperatuurverandering (in relatie tot het seizoen) op het blootstellingsgedrag ten aanzien van UV-straling (direct en indirect)?
- Vragen over UV-gerelateerde gezondheidseffecten, zoals:
  - Welke effect heeft UV op de gezondheid van mensen, dieren, planten en op de samenstelling van ons voedsel (veranderende voedselopbrengst, veranderde eiwitten, meer of andere stoffen in plant of dier)?**
  - Wat is gelet op negatieve en positieve (vitamine D-vorming) gezondheidseffecten een optimale zon-blootstelling (in relatie tot huidtype)?**
  - Wat is het incidentieverloop van UV-gerelateerde vormen van huidkanker? Wat zijn de risicogroepen? Zijn er geografische verschillen?
- Overige vragen, zoals:
  - Wat zijn de kosten van effecten van UV-straling nu en in toekomst?
  - Hoe verhoudt deze verandering in blootstelling door klimaatverandering zich tot het herstel van de ozonlaag door het Montreal Protocol?
  - Hoe kunnen we een betere inschatting maken van langdurige (cumulatieve) blootstelling op het krijgen van huidkanker?

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de mogelijke maatregelen om de gevolgen van klimaatverandering op UV-gerelateerde gezondheidseffecten tegen te gaan (adaptatie)? (de maatregelen kunnen in het ruimtelijk-, sociaal- en/of zorgdomein genomen worden).

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 11 deelnemers):

- Hoe kan voorlichting over de risico's en te nemen maatregelen zo effectief mogelijk plaatsvinden (toon en inhoud, medium etc.) en hoe moet of kan daarbij onderscheid gemaakt worden tussen verschillende doelgroepen?
- Hoe kan de inrichting van schaduwplekken (door bijvoorbeeld bomen) effectief bijdragen aan vermindering van de UV-blootstelling onder omstandigheden waar hoge blootstelling plaats kan vinden (bijvoorbeeld scholen, pleinen, stranden, sportvelden)?**
- Is de invoering van huidkankerscreening effectief en wat zijn de zorgkosten versus inrichten bevolkingsonderzoek (melanoom)?
- Wat kunnen we leren van andere landen (bijvoorbeeld Australië) om huidkanker te voorkomen als gevolg van UV-blootstelling?

Aanvullende kennisvragen uit de interviews

- Wat is de daadwerkelijke blootstelling van Nederlanders aan UV-straling (bijvoorbeeld gemeten aan de hand van dosimeters)?
- Hoe is zongedrag te beïnvloeden?
- Wat is de invloed van klimaatverandering (temperatuur) op blootstellingsgedrag?
- Wat is de precieze bijdrage van klimaatverandering (middels UV-straling) aan het ontstaan van huidkanker? In hoeverre is deze bijdrage toe te schrijven aan gedrag?
- In hoeverre zijn de adaptatiemaatregelen toereikend?
- Wat zijn de effecten van groen en water op UV-blootstelling en op blootstellingsgedrag?

Aanvullende kennisvragen uit de literatuur

- In hoeverre wordt de huid bij hogere temperaturen gevoeliger voor de carcinogene effecten van UV-straling?

* Deze respondenten hebben de vervolgvragen over dit onderzoeksthema overgeslagen.
** Deze vragen zijn ook in de interviews genoemd.

Klimaatmitigatie en -adaptatie van de zorgsector

Kunt u aangeven in hoeverre u kennis heeft over de invloed van klimaatverandering op de zorgsector (klimaatbestendige zorg)?	
Expert	1
Goed geïnformeerd	5
Geïnformeerd	8
Enige kennis	12
Geen kennis*	20

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de gevolgen van klimaatverandering op de zorgsector (impact/risk assessment)?

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 18 deelnemers):

- Er wordt opgemerkt dat de zorgsector nog veel te weinig geïnformeerd is over de gevolgen van klimaatverandering (‘Er is dus nog een hele wereld te winnen door het vertalen van kennis uit klimaatonderzoek naar dagelijkse praktijk’). Een groot deel van de vragen gaat dan ook over onderwijs, kennis en voorbereidheid van zorgpersoneel (zie ook onder maatregelen)**.
- Er wordt opgemerkt dat er kennisbehoefte is m.b.t zorgcontinuïteit en de diverse problemen: wateroverlast, hittestress, stroomuitval, personeelsuitval door bijvoorbeeld influenza etc.
- Een deel van de vragen gaat over toename in bepaalde zorgvraag door klimaatverandering. Wat zijn de verwachte ontwikkelingen op het gebied van de zorgvraag?
    - Zijn we voorbereid zijn op nieuwe bronnen van infectiezieken of op een grote uitbraak?
- Er is behoefte aan mapping van critical infrastructure en risico's (alle type klimaatrisico's, maar vooral voor weer-gerelateerde extremen). Zijn ziekenhuizen bijvoorbeeld voldoende voorbereid op waterschade bij overstromingen? Als het elektriciteitsnet overbelast raakt, heeft de zorgsector dan voldoende back-up mogelijkheden? Hoe kunnen zij de samenwerking met lokale uitvoeringspartijen efficiënt vormgeven volgens de verschillende pijlers van de integrale aanpak van gezondheid?
- Hulpdiensten die vaker uitrukken bij overstromingen, wateroverlast en dergelijke, maar ook bij beregenen met mogelijk besmet water tijdens droogte

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de mogelijke maatregelen om de klimaatbestendigheid van de zorgsector te versterken (adaptatie)? (de maatregelen kunnen in het ruimtelijk-, sociaal- en/of zorgdomein genomen worden).

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 11 deelnemers):

- Kennis zorgpersoneel:
    - Welke expertise is nodig en wordt deze al voldoende aangeboden in de basisopleidingen cq. in bijscholingen? Hoe moet het onderwerp opgenomen worden in het reguliere opleidings- en nascholings aanbod van medewerkers in de zorg?**
    - Het is belangrijk dat professionals in de gezondheidszorg een goed beeld krijgen van wat we wel en niet (of nog niet zo goed) weten over de invloed van klimaatverandering op de volksgezondheid.
    - Hoe herkennen we mogelijke nieuwe (uitbraken van) pathogenen? Zijn huisartsen voldoende voorbereid op de komst van nieuwe infectieziekten?
    - Het is goed om kort en krachtig te kunnen zeggen wat de gevolgen kunnen zijn van de verschillende scenario's zodat zorgpersoneel ook weet dat ze iets moeten doen.
- Wie kan welke rol spelen (GGD, huisarts, wijkverpleegkundige)? Wie kan kartrekker zijn op lokaal niveau? Wie is probleemeigenaar? Hoe kunnen de verschillende actoren het beste samenwerken om maatregelen om de klimaatbestendigheid van de zorg te versterken en klimaatverandering tegen te gaan?
- Wat te doen bij schaarste aan personeel?
- Bij de uitvoering van stresstesten moet de bereikbaarheid van ziekenhuizen een rol spelen bij wateroverlast.
- Wat betekent dit voor de gebouwen en klimaatinstallaties van zorginstellingen? Hoe moet de surveillance van zorgvragen worden ingericht om real-time schommelingen in (acute) zorgvraag op tijd te signaleren? Kan syndroomsurveillance daarin een rol spelen?

- Zijn aanvullende maatregelen nodig die nu nog niet worden gedaan?
- Wat kan de zorgsector van andere sectoren leren wat betreft een goede voorbereiding op klimaatverandering?**

Aanvullende kennisvragen uit de interviews (klimaatmitigatie)

- Hoe kan de zorgsector dit soort complexe vraagstukken aanpakken en afweging maken tussen gezondheid en duurzaamheid, over de hele keten en met meerdere stakeholders? Wat kan een bestuurder doen (afspraken en verbinden sectoren en stakeholders), wat moet een leidinggevende kunnen (integraal management). Samenwerking management wetenschappen is nodig.
- Hoe kan een transmuraal groen formularium (voorbeeld zweden) leiden tot minder CO_2 uitstoot?
- Wat is het effect van maatregelen om de leefomgeving rond ziekenhuizen/zorginstellingen te verbeteren op de gezondheid van personeel en patiënten?
- Hoe kan kennis over klimaatveranderingen en maatregelen geïmplementeerd worden in de curricula van verpleegkundigen en andere zorg professionals?

Aanvullende kennisvragen uit de literatuur

- Welke adaptatiestrategieën worden verwacht in Nederland? Welke maatregelen kunnen er worden genomen op het gebied van bouw, technologie, ruimtelijke ordening, natuurontwikkeling en –beheer en handel om gezondheidsrisico's te voorkomen of te verkleinen?
- Welke medische behandelingen en technieken kunnen ontwikkeld worden om gezondheidsklachten te verhelpen indien ze zich voordoen?
- Wat is de effectiviteit van de verschillende adaptatiestrategieën in relatie tot gezondheid?
- Welke adaptatieopties zijn het meest wenselijk/kosteneffectief, hoe kunnen de adaptatieopties het best geïmplementeerd worden en wie heeft daar welke verantwoordelijkheden?
- Welke methoden en technieken kunnen op welke manieren door wie gebruikt worden om het Nederlandse publiek, de risicogroepen, vertegenwoordigers uit de gezondheidszorg en de diverse overheden te informeren en aan te zetten tot aanpassing en preventie?
- Welke maatregelen zouden op de korte termijn reeds genomen kunnen worden?
- Welke acties en voorbereidingen zijn hiervoor noodzakelijk?

* Deze respondenten hebben de vervolgvragen over dit onderzoeksthema overgeslagen.
** Deze vragen zijn ook genoemd in de interviews.

Neveneffecten van 'meer groen' op gezondheid

Kunt u aangeven in hoeverre u kennis heeft over positieve en/of negatieve neveneffecten van 'meer groen' op gezondheid?	
Expert	2
Goed geïnformeerd	15
Geïnformeerd	10
Enige kennis	9
Geen kennis*	8

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de positieve en/of negatieve neveneffecten van 'meer groen' op gezondheid?

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 23 deelnemers):

- Kwantificeren van effecten (zodat deze kan worden meegenomen in ruimtelijke plannen); Wat zijn de (meetbare) effecten (geschikte indicatoren?). Welke vormen van groen leveren welke bijdrage?
- Hoe verhouden positieve en negatieve effecten zich tot elkaar?
- Met betrekking tot de positieve effecten zijn er vragen over:
    - Zijn mensen gelukkiger/gezonder door meer groen (of juist minder) in hun omgeving of nabijheid? Zijn er andere factoren die die ervaring beïnvloeden?
    - Wat zijn onderliggende mechanismen die waargenomen associaties drijven tussen nabijheid van groen en gezondheid (Minder lawaai? Minder stress? Minder luchtverontreiniging?). Wat zijn de randvoorwaarden (succes en faalfactoren)?
    - Is het gezondheidseffect te koppelen aan persoonskenmerken of leefstijlvoorkeuren?
    - Meer specifieke kennis: Op welke afstand moet groen maximaal liggen of hoe groot moet groen minimaal zijn om positief effect te hebben op ontmoeten, bewegen etc.

- Hoe willen mensen dat groen eruit ziet, wanneer gaan zij er gebruik van maken?
- Onderzoek naar welk type groen effectief is tegen hitte, in welk jaargetijde, en in welke regio.

- Met betrekking tot de negatieve effecten zijn er vragen over:
  - Mogelijk effect op de omvang en frequentie van uitbraken veroorzaakt door vector-overdraagbare pathogenen: bijvoorbeeld invloed van meer groen op voorkomen vectoren (bijv. muggen, knaagdieren en teken) en/of op overdracht van vector-overdraagbare aandoeningen naar mensen (o.a. blootstellingsgedrag).
  - Effecten op blootstelling aan allergenen.
  - Er is meer kennis nodig over de mogelijke negatieve neveneffecten.
- Wat is er bij burgers bekend over de neveneffecten van meer groen op gezondheid?

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de mogelijke maatregelen om positieve neveneffecten van 'meer groen' op gezondheid te versterken en/of negatieve neveneffecten te verminderen? (de maatregelen kunnen in het ruimtelijk-, sociaal- en/of zorgdomein genomen worden)

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 22 deelnemers):

- Welk groen in welke situatie? (hoe maatwerk realiseren)
- Hoe kunnen we 'meer groen' inrichten om al deze aspecten van levensgeluk/gezondheid van mensen te bevorderen?
- Er zijn meerdere vragen over het gebruik van groen door burgers: Betrek burgers en andere belanghebbenden bij groen. Bedenk waar je op een bepaalde plek wilt dat groen een rol speelt en welke rol, voor wie etc. Wat zijn randvoorwaarden voor het bevorderen van het gebruik van groen voor bepaalde groepen als kinderen, ouderen, lage SES, psychiatrische patiënten? Bijvoorbeeld forensen op de fiets door groen. Is er potentie om het aantal kilometers door groen te vergroten, en welk beleid is nodig om dit te verzilveren? Hoe kan je mensen betrekken bij onderhoud/aanleg van groen. Bijvoorbeeld, waar lukt het Operatie Steenbreek om daadwerkelijk het verstenen van tuinen en parken terug te dringen en wat kunnen we daarvan leren?
- Er is ook behoefte aan meer kennis over integrale evaluatie van klimaatadaptatiemaatregelen, waarbij gezondheid wordt meegenomen. Hoe kunnen we een weloverwogen beslissing/afweging nemen over de positieve en negatieve effecten van maatregelen? Integrale afweging van affecten, effectiviteit van maatregelen, holistische aanpak, systeembenadering. Leidt verschil in gebruik van (natuurlijke) openbare ruimte bijvoorbeeld tot een ander effect op de gezondheid? Welk gebruik is beter?
- Onderzoek naar dit onderwerp in kader van omgevingswet.
- Er wordt opgemerkt dat kennis over de maatregelen en (gezondheidseffecten) gedeeld moeten worden met de praktijk. Delen van best practices. Handboek voor binnen en buiten bebouwde kom?

Aanvullende kennisvragen uit de interviews

- Wat is de effectiviteit van maatregelen?
- Hoe kun je een wijk zo inrichten dat het bijdraagt aan klimaatadaptatie, maar ook economie en gezondheid?
- Hoe kunnen we met vergroening ook zorgen voor lifestyleverandering c.q. meer bewegen?
- Zijn er wijktypische maatregelen aan te geven (aan de hand van de wijktypes?
- Wat is het effect van meer planten en bomen op de reductie van temperatuur? Wat werkt het beste en wanneer is het goed genoeg?
- Hoe richt je de wijk van de toekomst in? Rekening houdend met klimaat, gezondheid, economie en sociale interactie.
- Wat zijn de mogelijke positieve effecten op de (volks)gezondheid van natuur-inclusief bouwen en wat zijn de mogelijke negatieve effecten (plaagdieren en vectoren) en hoe zorg je voor de juiste verhouding?
- Wat zijn de neveneffecten van meer ontwerpen met groen?
- Hoe verhouden zich de ontwikkeling binnen RO van verdichting en klimaatadaptatie? En hoe koppel je dit met sociale ontwikkelingen zoals armoede en eenzaamheid om te zorgen dat de groep kwetsbare mensen kleiner wordt?

* Deze respondenten hebben de vervolgvragen over dit onderzoeksthema overgeslagen.
** Deze vragen zijn ook in de interviews genoemd.

Neveneffecten van 'meer blauw' op gezondheid

Kunt u aangeven in hoeverre u kennis heeft over positieve en/of negatieve neveneffecten van 'meer blauw' op gezondheid?	
Expert	2
Goed geïnformeerd	9
Geïnformeerd	8
Enige kennis	6
Geen kennis*	18

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de positieve en/of negatieve neveneffecten van 'meer blauw' op gezondheid?

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 18 deelnemers):

- Hoe groot zijn de effecten voor de gezondheid behorende bij nieuwe (stedelijke) waterconcepten?
- Met betrekking tot de positieve effecten zijn er vragen over:
  - Wat zijn de positieve effecten van blauw op gezondheid voor verschillende bevolkingsgroepen? Wat zijn de randvoorwaarden (succes en faalfactoren)?
  - Meer onderzoek naar het verkoelende effect van water.
  - Hoe ervaren mensen verschillende soorten blauw (bijv. vijvers, zwemplassen, wateroverloopgebieden) onder verschillende weersomstandigheden? Zijn er andere factoren die die ervaring beïnvloeden?
- Met betrekking tot de negatieve effecten zijn er vragen over:
  - Mogelijk effect op de omvang en frequentie van uitbraken veroorzaakt door vector-overdraagbare pathogenen: Betekent meer blauw/vernatting ook automatisch effecten op vectorpopulaties, zoals teken, muggen, slakken en ratten? Onder welke omstandigheden? Hoe monitoren we dat? Kunnen we dat beïnvloeden? Deze informatie kan gebruikt worden voor het ontwikkelen en/of verbeteren van wiskundige modellen.
  - Gezondheidseffecten waterkwaliteit (in combinatie met warmer klimaat): Wat betekent meer blauw voor de verspreiding van o.a. giftige stoffen, algen, pathogenen, AMR in het water? En voor de blootstelling van mensen daaraan? Hoe beïnvloedt wateropslag (in open of gesloten systemen, grootschalige (bijv. ruimte voor rivier) of kleinschalige (bijv. waterpleinen) systemen) de microbiologische waterkwaliteit? Hoe beïnvloedt wateropslag de blootstelling aan water?
  - Er wordt opgemerkt dat meer data/metingen nodig zijn: werkt water in de stad 's nachts verkoelend of juist niet? Wat is de relatie tussen meer blauw, luchtvochtigheid en hittestress?
  - Er is meer kennis nodig over de mogelijke negatieve neveneffecten.

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de mogelijke maatregelen om positieve neveneffecten van 'meer blauw' op gezondheid te versterken en/of negatieve neveneffecten te verminderen? (de maatregelen kunnen in het ruimtelijk-, sociaal- en/of zorgdomein genomen worden).

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 22 deelnemers):

- Er is behoefte aan meer kennis over het ontwerpen/beheren/gebruiken van 'meer blauw' op een gezonde manier.
  - Bijvoorbeeld op een manier waardoor het minder geschikt worden als broedplaats van (nieuwe) vectoren (bijvoorbeeld muggen) en verspreider van pathogenen en giftige stoffen?
  - Hoe kunnen we de waterkwaliteit waarborgen in 'het nieuwe blauw', zodat het geen bedreiging levert voor de gezondheid?
  - Hoe kunnen we de microbiologische waterkwaliteit van opslagsystemen verbeteren? Hoe kunnen we opslagsystemen zo inrichten dat ze de waterkwaliteit verbeteren? Welke waarschuwingssystemen kunnen we toepassen om de bevolking te informeren over de risico's van opslagsystemen?
  - Hoe kunnen nieuwe stedelijke waterconcepten effectief geëvalueerd worden op gezondheidseffecten, en welke maatregelen kunnen de mogelijk risico's mitigeren?
- Hoe kunnen we ervoor zorgen dat meer blauw leidt tot meer bewegen en verhoogd welzijn?
- Onderzoek naar het gebruik van blauw door burgers; betrek burgers/belanghebbenden bij blauw (welke rol etc.).

• Link met ruimtelijke inrichting. Handboek voor binnen en buiten bebouwde kom? Ook meer kennis bij ontwikkelaars/beheerders wooninfrastructuur over ten behoeve van kwetsbare burgers (extra) te nemen maatregelen. • Er is behoefte aan meer kennis over integrale evaluatie van klimaatadaptatiemaatregelen, waarbij gezondheid wordt meegenomen. Hoe kunnen we een weloverwogen beslissing/afweging nemen over de positieve en negatieve effecten van maatregelen? Maak een integrale afweging als je wilt beoordelen wat de invloed ervan is op een bepaalde plek. Water kan leiden tot verkoeling in de stad bij hitte eilanden maar stilstaand water is een bron voor zoönosen. Water is prima om in te spelen maar je kan erin verdrinken. • Overdracht kennis op professionals en vrijwilligers (incl. mantelzorgers) plus inzicht in hun eigen mogelijkheden/gedragsrepertoire. • In hoeverre kunnen we hierbij leren van goede initiatieven elders (buitenland)?
Aanvullende kennisvragen uit de interviews
• Wat is het (gezondheids)effect van meer blauw op de omwonenden? • Hoe richt je de wijk van de toekomst in? Rekening houdend met klimaat, gezondheid, economie en sociale interactie. • Wat zijn de neveneffecten van meer ontwerpen met water?

* Deze respondenten hebben de vervolgvragen over dit onderzoeksthema overgeslagen.
** Deze vragen zijn ook in de interviews genoemd.

Neveneffecten van 'andere adaptatiemaatregelen' op gezondheid

Kunt u aangeven in hoeverre u kennis heeft over positieve en/of negatieve neveneffecten van 'andere adaptatiemaatregelen' op gezondheid?	
Expert	0
Goed geïnformeerd	6
Geïnformeerd	7
Enige kennis	11
Geen kennis*	19
Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de positieve en/of negatieve neveneffecten van 'andere adaptatiemaatregelen' op gezondheid?	
Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 12 deelnemers): • Dit blijkt een moeilijke vraag; niet alle antwoorden hebben betrekking op neveneffecten van klimaatadaptatie (maar gaan deels bijvoorbeeld over gezondheidseffecten van klimaatmitigatie; zie hieronder) of hebben betrekking op meer blauw/groen. • Er wordt echter opgemerkt dat er nog genoeg kennishiaten zijn. Er is hier nog te weinig specifieke aandacht voor: Wat is (neven)effect van een groen dak, afkoppelen, koelen, sproeien, enz.? • Creëren van schaduwplekken op zonrijke plekken kan zowel voor temperatuur als UV-gerelateerde gezondheidseffecten gunstig zijn. In welke mate zijn deze effectief? • Kan het zorgen voor verkoeling (bijvoorbeeld met douches) niet leiden tot meer UV-blootstelling, doordat de hitte-prikkel om uit de directe zon te gaan vermindert? • Effecten van adaptatiemaatregelen op het binnenmilieu.	
Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de mogelijke maatregelen om positieve neveneffecten van 'andere adaptatiemaatregelen' op gezondheid te versterken en/of negatieve neveneffecten te verminderen? (de maatregelen kunnen in het ruimtelijk-, sociaal- en/of zorgdomein genomen worden).	
Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 7 deelnemers): • Dit blijkt een moeilijke vraag; de meeste antwoorden hebben betrekking op neveneffecten van klimaatadaptatie. • Er wordt opgemerkt dat er nog veel kennishiaten zijn.	

* Deze respondenten hebben de vervolgvragen over dit onderzoeksthema overgeslagen.

Positieve neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid (health co-benefits)

Kunt u aangeven in hoeverre u kennis heeft over de positieve neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid?	
Expert	0
Goed geïnformeerd	4

Geïnformeerd	9
Enige kennis	12
Geen kennis*	18

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de positieve neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid?

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 11 deelnemers):

- In zijn geheel zeer relevant: analyse van de positieve neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid, eerst inventarisatie, vervolgens kwantificering, integrale analyse. Er is behoefte aan een goed overzicht van mogelijke positieve neveneffecten van klimaatmitigatie.
- Kosten-baten analyses en hardere evidentie om bestuurders te motiveren klimaat-maatregelen te nemen.
- Verzamelen win-win situatie van maatregelen en zichtbaar maken.
- Er zijn vragen over de volgende specifieke effecten:
- Gezondheidswinst energie transitie (bijvoorbeeld transport/industrie/gasloze woningen) (via bijvoorbeeld minder luchtverontreiniging).
- Gezondheidswinst van minder geluidsoverlast bij elektrisch rijden.
- Er wordt een opmerking gemaakt over de onduidelijkheid over toekomstige energiesystemen; Kunnen we wel een goede balans maken?
- Er zijn vragen over de effecten van veranderingen in landgebruik/landbouw/veeteelt (in kader van mitigatie?): stikstof depositie en waterkwaliteit, allergenen/zoönose. In hoeverre leidt vermindering van methaanemissie door inkrimping veestapel tot minder ziekte onder omwonenden van intensieve veehouderij bedrijven?
- Wat is de indirect tot gezondheidswinst door vermindering vleesconsumptie?
- Meerdere antwoorden gaan niet over positieve neveneffecten van mitigatie.

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de mogelijke maatregelen om positieve neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid? (de maatregelen kunnen in het ruimtelijk-, sociaal- en/of zorgdomein genomen worden).

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 6 deelnemers):

- Wat is er nodig om die positieve effecten te behalen/optimaliseren?
- Er is behoefte aan kosten-baten analyses en hardere evidentie om bestuurders te motiveren klimaat-maatregelen te nemen.
- Er wordt opgemerkt dat gekeken moet worden naar meekoppelkansen.
- Hoe maximaliseren en realiseren we de positieve effecten van een veranderend voedselpatroon (minder dierlijke eiwitten)?
- Handboek voor gemeenten: welke maatregelen hangen samen klimaatmitigatie en met bevorderen gezondheid?
- Welke gezondheidslast blijft over als je de fossiele bronnen reduceert tot nul?
- Welk aandeel in de positieve effecten is afhankelijk van gedragsverandering in plaats van technologie verandering?
- Sommigen antwoorden hebben geen betrekking op neveneffecten van klimaatmitigatie.

* Deze respondenten hebben de vervolgvragen over dit onderzoeksthema overgeslagen.

Negatieve neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid

Kunt u aangeven in hoeverre u kennis heeft over de negatieve neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid?	
Expert	1
Goed geïnformeerd	4
Geïnformeerd	9
Enige kennis	6
Geen kennis*	23

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de negatieve neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid?

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 11 deelnemers):

- Er is behoefte aan een goed overzicht van mogelijke *positieve* neveneffecten van klimaatmitigatie (bijvoorbeeld veranderingen transport/industrie/gasloze woningen). Zijn er kwetsbare groepen? Belangrijk risico is dat we zo snel moeten gaan veranderen, dat we de neveneffecten onvoldoende in beeld hebben.

- Er is behoefte aan meer kennis over de mogelijke *negatieve* effecten van klimaatmitigatie:
    - Invloed klimaatmaatregelen op de sociale ongelijkheid en de daarmee verbonden gezondheidsverschillen zullen vergroten.
    - Wat zijn de gezondheidseffecten van isolatie (binnenmilieu)? Wat is de invloed van mechanische ventilatie met warmte terugwinning op de gezondheid?
    - Zijn er risico's voor de externe veiligheid als gevolg van de energietransitie, elektrificatie van het vervoer en gasloze woningen?
    - In hoeverre vormen warmtepompen/warmte-koude-opslagsystemen een gezondheidsrisico met betrekking tot mogelijke vervuiling van bodem en grondwater?
    - Welke normen moeten worden gehanteerd ten aanzien van het warmtecomfort in woningen en gebouwen?
    - Effect van mogelijke geluidoverlast warmtewisselaars?
    - Wat is gezondheidseffect van meer houtkachels door gasloze woningen (luchtkwaliteit)?
- Hoeveel stress ervaren mensen door zorgen over klimaat (verdroging, overstromingen etc.) en klimaatmitigatie (hogere gasprijzen, opslag CO2 ondergronds bij woonbebouwing etc.)
- Het publiek maakt zich nu in het bijzonder ongerust over laag frequent geluid. Kunnen we dit beantwoorden/wegnemen?

Welke kennisvragen zijn volgens u relevant met betrekking tot: de mogelijke maatregelen om negatieve neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid? (de maatregelen kunnen in het ruimtelijk-, sociaal- en/of zorgdomein genomen worden).

Samenvatting resultaten (op basis van de antwoorden van 5 deelnemers):

- Opgemerkt wordt dat het onderwerp in zijn geheel relevant is.
- Gezondheid nadrukkelijker agenderen als cruciaal onderdeel van het beoordelen van plannen en projecten.
- Vertaling naar praktijk; hoe ga je positieve effecten bevorderen en negatieve effecten beperken in concrete aanpak?
- Hoe kan het warmtecomfort in de woning op zo voordelig mogelijke wijze worden gerealiseerd als men van het gas afgaat?
- Wat zijn de nieuwe risico's van de systemen die de fossiele bronnen moeten vervangen?
    - Wat moet in een nog te ontwikkelen afwegingskader voor geothermie in de leefomgeving opgenomen worden?
- Er is een integrale afwegingssystematiek nodig om de verschillende effecten te kunnen duiden en wegen en beslissingen te onderbouwen.

Aanvullende kennisvragen uit de interviews

- Hoe kun je de energietransitie koppelen aan klimaat en gezondheid?
- Welke invloed heeft woningisolatie en warmteterugwinning op de kwaliteit van het binnenklimaat?
    - Hoe verschillen de effecten per type woning?
    - Wanneer helpt isolatie om hitte buiten te houden en wanneer houdt het de warmte juist binnen? Wat is de goede balans?
    - Welke effecten heeft dit op de gezondheid van vooral kwetsbare groepen?

Aanvullende kennisvragen uit de literatuur

- Welke invloed heeft woningisolatie en warmteterugwinning op de kwaliteit van het binnenklimaat?
- Wat is het ziekteverzuim/arbeidsverlies door hogere temperaturen ’s nachts?
- Wat betekent de betere isolatie van woningen voor het voorkomen van huisstofmijt?

* Deze respondenten hebben de vervolgvragen over dit onderzoeksthema overgeslagen.
** Deze vragen zijn ook in de interviews genoemd.

Niet thema gebonden onderwerpen

Uit de interviews zijn vragen opgehaald die niet onder de thema’s vallen die in de eerste vragenlijst aan de orde kwamen. Deze vragen zijn hieronder weergegeven.

Gedrag en beleving

Kennisvragen uit de interviews gerelateerd aan gedrag

- Hoe gedragen (individuele) huishoudens in voorbereiding op en tijdens een hittegolf?

  - Wat is het gedrag van kwetsbare mensen en hun netwerk?
  - Worden gedragsadviezen opgevolgd? Hoe gaan mensen om met hitte?
  - Welke maatregelen treffen mensen aan hun woning? Investeren ze hierin?
  - Welke informatie en kennis hebben/wensen ze en gedragen ze zich ernaar?
- Wat is het gedrag op buurt-, gemeenschap- of netwerkniveau in voorbereiding op en tijdens een hittegolf (met bijvoorbeeld culturele of antropologisch onderzoek)?
- Hoe gedragen mensen zich en hoe weerbaar zijn mensen en gemeenschappen (*individual & community resilience*) in het geval van extreem weer?
  - Bereiden mensen zich voor op een klimaatextreem?
  - Hoe reageren mensen als het zich voordoet? Helpen ze elkaar?
  - Welke ervaringen, kennis, vaardigheden en praktijken liggen opgeslagen in de gemeenschap, die van pas zouden kunnen zijn?
- Hoe gaan we om met crowd control bij extreem weer op evenementen (of *mass gatherings*)?
- Hoe zorgen we dat draagvlak voor maatregelen blijft bestaan, ook als de opgave concreter wordt? (bijvoorbeeld als mensen minder vlees moeten gaan eten). Hiervoor zou ook een ex ante beleidsevaluatie nodig zijn.
- Het is te verwachten dat de energietransitie mogelijk van invloed is op de gepercipieerde kwaliteit van leven/gezondheid van burgers. In hoeverre is dat zo? (bijvoorbeeld krijg ik het wel comfortabel warm in huis met een warmtepomp, heb ik last van windmolens in mijn omgeving).
- Hoe maak je een systematiek in adaptatiemaatregelen of adaptief gedrag? Zoals zorg bij het tandenpoetsen dat je ook een tekencheck doet.
- Hoe kan gedrag de effecten van klimaatrisico's op gezondheid beïnvloeden?
- Hoe realiseer je gedragsverandering (in mobiliteit, voedselkeuzes, consumptie, zongedrag, energiegebruik, sociale problematiek)?
- Hoe kun je gedrag beïnvloeden via (het ontwerp van) de fysieke omgeving? (bijvoorbeeld bewegen in/door de stad, creëren van schaduwplekken om UV- en hitte-blootstelling ter verminderen).
- Hoe zorgt men in de communicatie dat de risico's van groen en blauw helder zijn zonder mensen angstig te maken en de natuur uit te jagen?
- Op welke manier kan een voedsel/energie/mobiliteit transitie plaatsvinden?
- Naast de objectieve gezondheidseffecten moet er ook aandacht zijn voor de subjectieve gezondheidsbeleving. Klimaatadaptatie kan mogelijk ook gevolgen hebben voor de kwaliteit van leven van mensen en voor het draagvlak. Wat zijn die gevolgen en hoe meten we die?
- Wat is de perceptie en het gevoel van urgentie onder de Nederlandse bevolking en in het bijzonder onder de risicogroepen, beleidsmakers en vertegenwoordigers uit de gezondheidssector?
- Wat is het belang/invloed van deze perceptie bij het formuleren/implementeren van adaptatiebeleid o.a. in de zorgsector?

Kwetsbare groepen

Kennisvragen uit de interviews gerelateerd aan kwetsbare groepen
• Hoe zorg je dat de kennis en informatie over klimaat en gezondheid en klimaatmaatregelen ook landen bij minder geletterden/lage SES groepen? Hoe betrek je hen er bij? • Hoe kan je klimaatmaatregelen het beste verbinden met armoede- en eenzaamheidsbestrijding, en kansen op de arbeidsmarkt? Bijv. door te zorgen dat subsidiemaatregelen terecht komen bij de mensen met het minst geld. • Wat doet de energietransitie (klimaatmitigatie) voor kwetsbare groepen (zoals langdurig zieken of gehandicapten)? Hoe kunnen we ervoor zorgen dat iedereen mee komt in de energietransitie? Hoe gaan we om met mensen met een serieuze beperking in de gezondheid met het thema klimaatadaptatie en energietransitie? Wat hebben zij nodig om mee te kunnen doen, hoe bereik je hen? • Hoe gaan mensen ermee om als vragen te groot worden zodat ze het zelf niet meer op kunnen lossen (zelfredzaamheid, eenzaamheid, sociale netwerken)? • Hoe zijn de effecten van klimaatverandering voor gezondheid verdeeld over de verschillende groepen in de samenleving? (bijvoorbeeld luchtkwaliteit, waterkwaliteit; is de luchtkwaliteit slechter in wijken met lagere SES?)

- Hoe verhoudt zich de ontwikkeling binnen RO van verdichting met klimaatadaptatie? En hoe koppel je dit met sociale ontwikkelingen zoals armoede en eenzaamheid om te zorgen dat de groep kwetsbare mensen kleiner wordt.
- Wat is het effect van vergrijzing in de samenleving in de relatie klimaat-gezondheid?
- Wat zijn de haakjes uit de belevingswereld van lage SES groepen waarop je aan kunt haken om hen mee te krijgen in klimaatmaatregelen?
- Hoe kun je climate resilience verbinden met social resilience?
- Wat zijn de lange termijn effecten van klimaatverandering op armoede en sociale cohesie in de samenleving? Denk daarbij aan de te verwachten toename in aantal klimaatvluchtelingen.
- Hoe kun je klimaatmaatregelen aan woningen door woningcorporaties benutten om tegelijk een aantal sociale zaken aan te kunnen pakken? Je zou de mensen die de maatregelen doorvoeren een vaardigheidstraining kunnen aanbieden om sociale problematiek te herkennen en dit bespreekbaar te maken.
- Hoe kunnen herstructureringen/fysieke ingrepen (zoals bijv. vervangen van de riolering) in lage SES buurten benut worden om het gesprek te gaan over klimaatadaptieve en -mitigerende maatregelen?
- Hoe kun je ook mensen die langdurig ziek of gehandicapt zijn bereiken en mee laten doen?

Bijlage 2 Prioritering: Resultaten vragenlijst tweede ronde

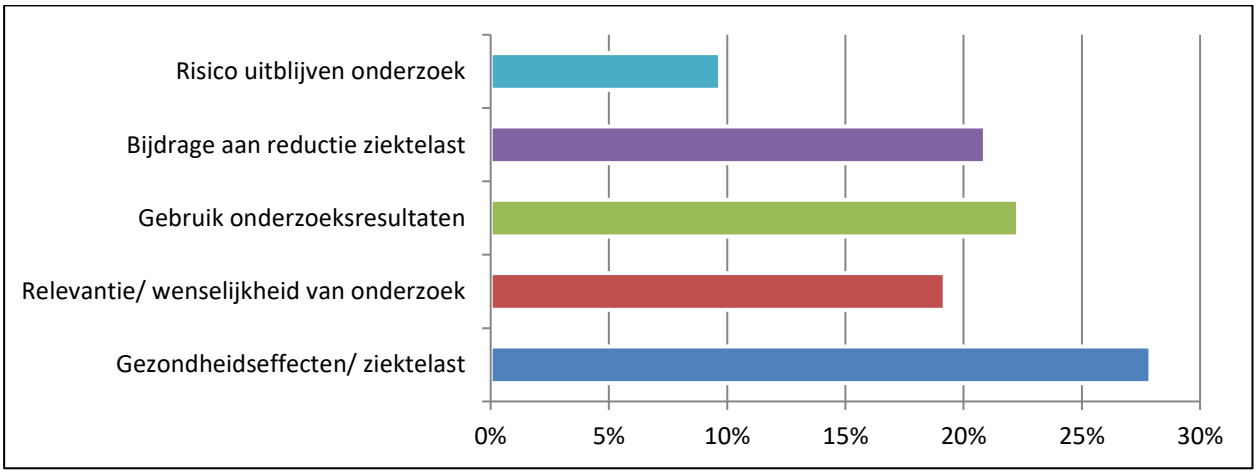
VRAAG 1. Weging prioriteringscriteria

Om tot een prioritering van onderzoeksthema's te komen kan men van verschillende criteria gebruikmaken. Verdeel 100 punten over de onderstaande criteria, afhankelijk van de mate waarin elk criterium volgens u mee zou moeten wegen in de prioritering van onderzoeksthema's binnen de kennisagenda Klimaat en Gezondheid? U kunt de punten over een paar criteria verdelen, maar u kunt de 100 punten ook allemaal toedelen aan één criterium.

Tabel 1: Weging prioriteringscriteria

Criteria*	Beschrijving	Resultaat (N=114)
Gezondheidseffecten/ ziektelast	Is er sprake van een significante ziektelast of van significant publiek belang (grote of kwetsbare bevolkingsgroepen)?	27.9%
Relevantie/ wenselijkheid van onderzoek	Komt het onderzoek tegemoet aan de kennisbehoefte binnen Nederland? Zijn er significante kennishiaten (evaluatie geschiktheid/bruikbaarheid van huidige kennisbasis)?	19.2%
Gebruik onderzoeksresultaten	Is het waarschijnlijk dat de verwachte onderzoeksresultaten/ aanbevelingen het besluitvormingsproces kunnen ondersteunen en/of in de praktijk geïmplementeerd worden?	22.3%
Bijdrage aan reductie ziektelast	Is het waarschijnlijk dat het onderzoek een bijdrage kan leveren aan het reduceren van het gezondheidsrisico/ziektelast?	20.9%
Risico uitblijven onderzoek	Zijn er significante onbedoelde risico's verbonden aan het uitblijven van verder onderzoek?	9.7%

* Criteria gebaseerd op Okello and Chongtrakul (2000), Viergever *et al.* (2010) en Andrews (2013).



Figuur 1: Weging prioriteringscriteria (% respondenten)

VRAAG 2. Score onderzoeksthema's per prioriteringscriterium

Kunt u de prioriteit van onderzoek naar onderstaande hoofdthema's beoordelen op basis van de verschillende criteria. *Voor deze vraag is er gebruik gemaakt van een 1-6 schaal waarbij:*

- *1 betekent 'zeer lage prioriteit op basis van dit criterium'*
- *6 betekent 'zeer hoge prioriteit op basis van dit criterium'*

Tabel 2: Score onderzoeksthema's op verschillende prioriteringscriteria

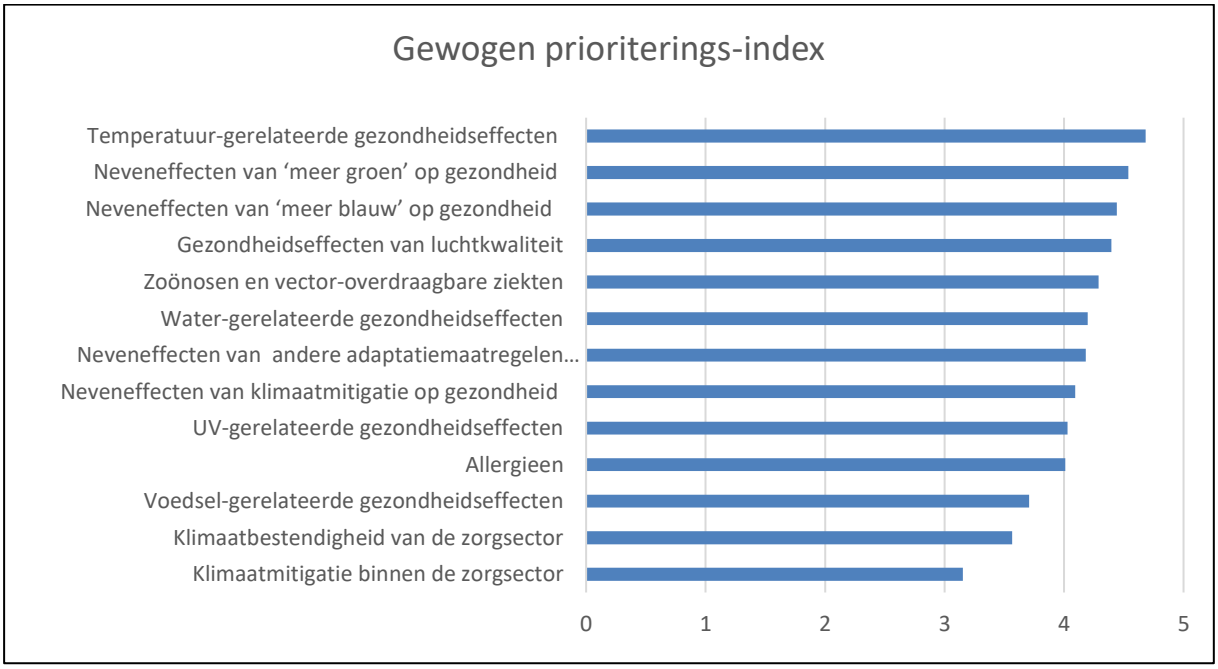
	Mean score				
	Gezondheids-effecten/ ziektelast	Relevantie/ wenselijkheid van onderzoek	Gebruik onderzoeksresultaten	Bijdrage aan reductie ziektelast	Risico uitblijven onderzoek
Temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten (incl. hittestress)	4.84 (n=98)	4.51 (n=87)	4.90 (n=88)	4.67 (n=86)	4.11 (n=82)
Allergieën	4.18 (n=90)	3.92 (n=83)	3.99 (n=80)	4.11 (n=80)	3.53 (n=79)
Zoönosen en vector-overdraagbare ziekten	4.24 (n=91)	4.28 (n=80)	4.55 (n=80)	4.05 (n=79)	4.35 (n=75)
Water-gerelateerde gezondheidseffecten	4.09 (n=97)	4.19 (n=84)	4.49 (n=87)	4.12 (n=82)	4.03 (n=80)
Voedsel-gerelateerde gezondheidseffecten	3.55 (n=93)	3.65 (n=83)	4.07 (n=86)	3.73 (n=81)	3.40 (n=78)
Gezondheidseffecten van luchtkwaliteit	4.55 (n=95)	4.16 (n=86)	4.56 (n=87)	4.41 (n=83)	4.01 (n=80)
UV-gerelateerde gezondheidseffecten	4.15 (n=92)	3.99 (n=84)	4.12 (n=81)	3.94 (n=81)	3.75 (n=80)
Klimaatbestendigheid van de zorgsector	3.50 (n=86)	3.59 (n=76)	3.81 (n=70)	3.47 (n=70)	3.35 (n=68)
Neveneffecten van 'meer groen' op gezondheid (positief en negatief)	4.46 (n=99)	4.61 (n=92)	4.89 (n=93)	4.38 (n=90)	4.15 (n=86)
Neveneffecten van 'meer blauw' op gezondheid (positief en negatief)	4.35 (n=99)	4.53 (n=91)	4.73 (n=90)	4.31 (n=90)	4.15 (n=85)
Neveneffecten van andere adaptatiemaatregelen binnen Nationale Adaptatiestrategie klimaat (NAS) op gezondheid (positief en negatief)	4.09 (n=88)	4.24 (n=74)	4.55 (n=75)	3.96 (n=73)	3.96 (n=72)
Neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid (positief en negatief)	4.03 (n=93)	4.26 (n=82)	4.44 (n=81)	3.76 (n=78)	3.88 (n=76)
Klimaatmitigatie binnen de zorgsector	3.05 (n=80)	3.37 (n=70)	3.56 (n=64)	2.84 (n=64)	2.75 (n=60)

VRAAG 1 & VRAAG 2 GECOMBINEERD:

Tabel 3: Gewogen multi-criteria prioriteringsindex per onderzoeksthema

Onderzoeksthema	**gewogen prioriteringsindex***
Temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten	4.78
Allergieën	4.01
Zoönosen en vector-overdraagbare ziekten	4.29
Water-gerelateerde gezondheidseffecten	4.20
Voedsel-gerelateerde gezondheidseffecten	3.71
Gezondheidseffecten van luchtkwaliteit	4.40
UV-gerelateerde gezondheidseffecten	4.03
Klimaatbestendigheid van de zorgsector	3.57
Neveneffecten van 'meer groen' op gezondheid	4.54
Neveneffecten van 'meer blauw' op gezondheid	4.44
Neveneffecten van andere adaptatiemaatregelen binnen NAS	4.18
Neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid	4.09
Klimaatmitigatie binnen de zorgsector	3.15

** Weging (vraag 1) vermenigvuldigd met score (vraag 2) per prioriteringscriteria; opgeteld voor de 5 prioriteringscriteria.*



Figuur 2: Gewogen multi-criteria prioriteringsindex per onderzoeksthema

VRAAG 3a. Prioritering binnen hoofdthema's: gezondheidseffecten van klimaatverandering

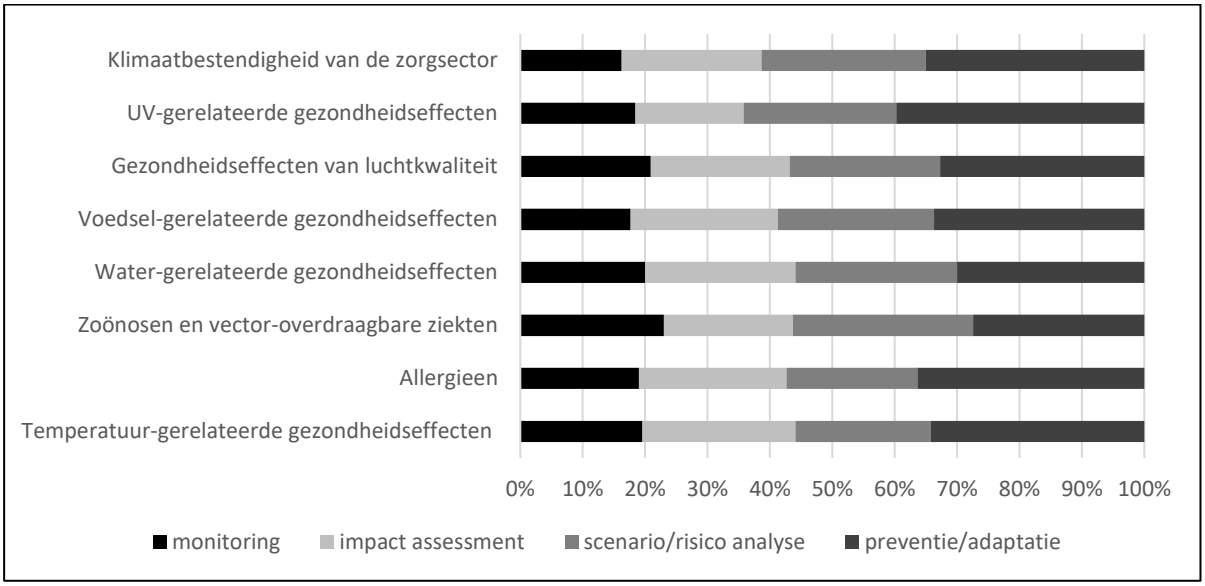
Voor het onderzoek naar de gezondheidseffecten van klimaatverandering onderscheiden we vier brede onderzoeksgebieden:

- Monitoring: Ontwikkeling, continuering en evaluatie van de monitoring van door klimaatverandering veroorzaakte veranderingen in de (a)biotische omgeving, ons gedrag, adaptatiebeleid en gezondheid.
- Impact assessment: Bepalen van het effect van klimaatverandering op de gezondheid (o.a. sterfte, ziektelast, arbeidsverzuim) van verschillende bevolkingsgroepen, waarbij de oorzaak-gevolg keten op een geïntegreerde wijze wordt meegenomen (o.a. verandering in (a)biotische omgeving, ons gedrag, adaptatiebeleid).
- Scenario/risico-analyse: Scenario-analyse om mogelijke toekomstige effecten/risico's van klimaatverandering op gezondheid te verkennen.
- Preventie/adaptatie: Ontwikkeling, implementatie en evaluatie van methoden, technieken, beleid, en communicatiemiddelen om gezondheidspreventie en gezondheids-gerelateerde klimaatadaptatie te realiseren. Hierbij wordt ook gekeken naar het mogelijk meekoppelen van gezondheid binnen beleid in andere sectoren.

Verdeel 100 punten over de onderzoeksgebieden per onderstaand hoofdthema, afhankelijk van de mate waarin op elk gebied volgens u de nadruk zou moeten liggen binnen de Kennisagenda en Gezondheid. U kunt de punten over een paar onderzoeksgebieden verdelen, maar u kunt de 100 punten ook allemaal toedelen aan één onderzoeksgebied.

Tabel 4: Prioritering binnen hoofdthema's: gezondheidseffecten van klimaatverandering (groen= meest # punten/ oranje = laagste # punten).

	monitoring	**impact assessment**	**scenario/risico analyse**	**preventie/ adaptatie**
Temperatuur-gerelateerde gezondheidseffecten	20%	24%	22%	34%
Allergieën	19%	24%	21%	36%
Zoönosen en vector-overdraagbare ziekten	23%	21%	29%	27%
Water-gerelateerde gezondheidseffecten	20%	24%	26%	30%
Voedsel-gerelateerde gezondheidseffecten	18%	24%	25%	34%
Gezondheidseffecten van luchtkwaliteit	21%	22%	24%	33%
UV-gerelateerde gezondheidseffecten	18%	17%	24%	40%
Klimaatbestendigheid van de zorgsector	16%	22%	26%	35%



Figuur 3: Prioritering binnen hoofdthema's: gezondheidseffecten van klimaatverandering

VRAAG 3b. Prioritering binnen hoofdthema's: neveneffecten van klimaat mitigatie en klimaatadaptatie

Voor het onderzoek naar de neveneffecten (op gezondheid) van klimaatmitigatie en klimaatadaptatie (in andere sectoren) onderscheiden we de volgende vier brede onderzoeksgebieden:

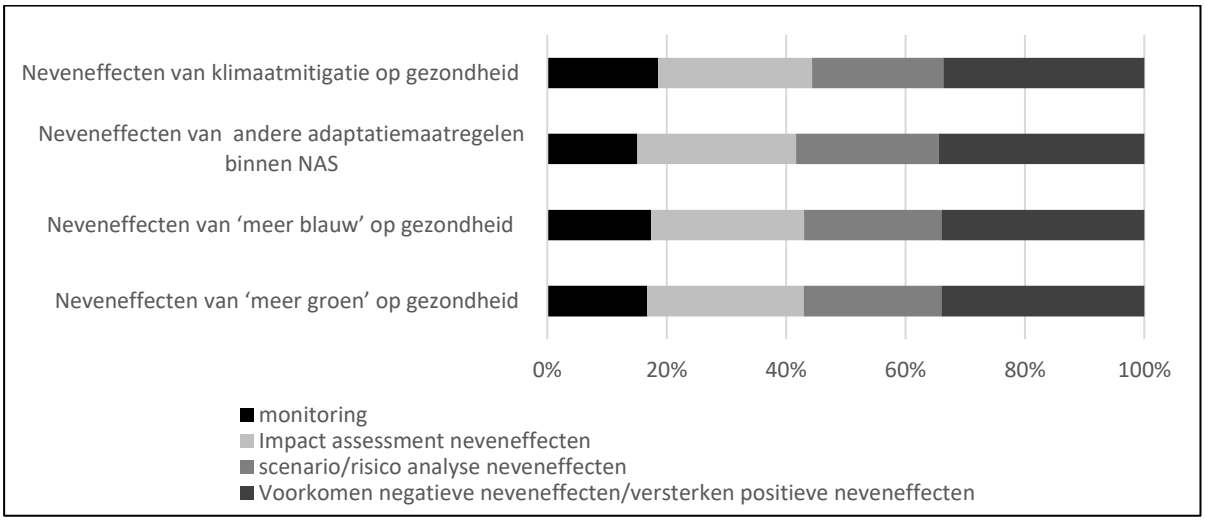
- Monitoring: Ontwikkeling, continuering en evaluatie van de monitoring van de gezondheids-relevante veranderingen –bijvoorbeeld in onze (a)biotische omgeving of ons gedrag- veroorzaakt door klimaatmitigatie-strategieën en adaptatie-strategieën (in ander sectoren).
- Impact assessment neveneffecten: Bepalen van de positieve en negatieve neveneffecten van klimaatmitigatie en klimaat(adaptatie) op de gezondheid (o.a. sterfte, ziektelast, arbeidsverzuim) van verschillende bevolkingsgroepen, waarbij de oorzaak-gevolg keten op een geïntegreerde wijze wordt meegenomen.
- Scenario/risico-analyse neveneffecten: Scenario-analyse om mogelijke toekomstige neveneffecten/risico's van klimaatmitigatie en klimaat(adaptatie) op de gezondheid te verkennen.
- Voorkomen negatieve neveneffecten/versterken positieve neveneffecten: Ontwikkeling, implementatie en evaluatie van methoden, technieken, beleid, en communicatiemiddelen om de negatieve en positieve neveneffecten van mitigatie en adaptatie (in andere sectoren) op gezondheid te voorkomen respectievelijk te versterken. Hierbij wordt ook gekeken naar het mogelijk meekoppelen van gezondheid met beleid in andere sectoren.

Verdeel 100 punten over de onderzoeksgebieden per onderstaand hoofdthema (bijlage 1), afhankelijk van de mate waarin op elk gebied volgens u de nadruk zou moeten liggen binnen de Kennisagenda en Gezondheid. U kunt de punten over een paar onderzoeksgebieden verdelen, maar u kunt de 100 punten ook allemaal toedelen aan één onderzoeksgebied.

Tabel 5: Prioritering binnen hoofdthema's: neveneffecten van klimaat mitigatie en adaptatie

	monitoring	Impact assessment neveneffecten	scenario/risico analyse neveneffecten	Voorkomen negatieve neveneffecten/ versterken positieve neveneffecten
Neveneffecten van 'meer groen' op gezondheid	17%	26%	23%	34%
Neveneffecten van 'meer blauw' op gezondheid	17%	26%	23%	34%
Neveneffecten van andere adaptatiemaatregelen binnen NAS	15%	27%	24%	34%
Neveneffecten van klimaatmitigatie op gezondheid	19%	26%	22%	34%

(groen= meest # punten/ oranje = laagste # punten)



Figuur 4: Prioritering binnen hoofdthema's: neveneffecten van klimaat mitigatie en klimaatadaptatie

VRAAG 3c. Prioritering binnen hoofdthema's: klimaatmitigatie binnen de zorgsector

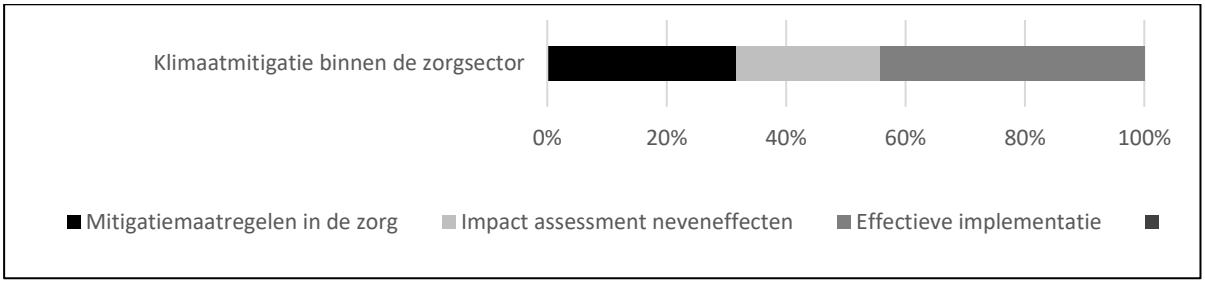
De zorgsector in Nederlands is zelf een grootverbruiker van energie. Voor het onderzoek naar klimaatmitigatie binnen de zorgsector onderscheiden we de volgende drie brede onderzoeksgebieden:

- Mitigatiemaatregelen in de zorg: identificatie van verschillende effectieve mitigatiemaatregelen in de zorgsector. Hierbij wordt niet alleen gedacht aan technologische oplossingen, maar ook aan beleid (bijvoorbeeld inkoop, zorgketens) en gedrag zorgpersoneel/patiënten.
- Impact assessment neveneffecten: Bepalen van de positieve en negatieve effecten van mitigatiemaatregelen op de zorgkwaliteit en op de leefomgeving binnen zorginstellingen. Daarnaast kunnen er ook neveneffecten buiten de zorgsector optreden.
- Effectieve implementatie: Onderzoek naar bevorderende en belemmerende factoren (beleid, financiële effecten, kennis zorgpersoneel, health co-benefits, samenwerking verschillende partijen) met betrekking tot de effectieve implementatie van klimaatmitigatie binnen de zorgsector.

Verdeel 100 punten over de onderzoeksgebieden voor onderstaand hoofdthema (bijlage 1), afhankelijk van de mate waarin op elk gebied volgens u de nadruk zou moeten liggen binnen de Kennisagenda en Gezondheid. U kunt de punten over een paar onderzoeksgebieden verdelen, maar u kunt de 100 punten ook allemaal toedelen aan één onderzoeksgebied.

Tabel 6: Prioritering binnen hoofdthema's: klimaatmitigatie binnen de zorgsector

	Mitigatiemaatregelen in de zorg	Impact assessment neveneffecten	Effectieve implementatie
Klimaatmitigatie binnen de zorgsector	32%	24%	44%



Figuur 5: Prioritering binnen hoofdthema's: klimaatmitigatie binnen de zorgsector

VRAAG 4: Heeft u nog opmerkingen of toevoegingen met betrekking tot de prioritering van onderzoeksthema's binnen de Kennisagenda Klimaat en Gezondheid?

Content analyse van open opmerkingen (22 deelnemers met inhoudelijke toevoegingen)

Algemeen

- Gezondheid zien vanuit de brede optiek (positieve gezondheid: inclusief de effecten op kwaliteit van leven; leefbaarheid; geestelijk en maatschappelijk welbevinden, etc.).
- Bijzondere aandacht nodig voor de effecten op kwetsbare groepen zoals ouderen, kinderen en lage SES vanwege de mogelijke sterkere impact op hun gezondheid, zeker in het licht van de vergrijzing en aanhoudende sociaal-economische gezondheidsverschillen.
- In de eerste fase zou er focus moeten zijn op de gezondheidseffecten van de klimaatsverandering
- Kennis over hoe klimaat verschillende ziekten beïnvloed is vaak vrij kwalitatief van aard. Daardoor is het moeilijk om met klimaatinformatie (voor huidige of toekomstige klimaat) goed impactanalyses uit te voeren. Vandaar dat ik vooral zou inzetten op monitoring en impactanalyse. Als er daardoor meer kwantitatieve kennis is, is er waarschijnlijk ook al voldoende info voor de scenario-analyses.
- In hoeverre houdt men er binnen deze kennis agenda rekening mee dat er naast klimaatverandering, adaptatie en mitigatie er ander transities plaatsvinden, richting energie, duurzame landbouw, circulaire economie, de maatregelen die in het kader van die transities worden genomen en in hoeverre die bijdragen aan de toekomstige ziektelast?
- Onderzoek nodig naar beleving, gedrags(sub)cultuur, helpgedrag, reëel/irreëel handelen e.d
- Geef veel aandacht aan communicatie. Probeer multimediaal aandacht te geven aan het onderzoek. Betrek burgers, (patiënt)verenigingen, ontwerpers, gedragswetenschappers, architecten bij het onderzoek.

Governance/besluitvorming

- Meer focus op effectief transdisciplinair governance onderzoek.
- Behoefte aan kennisvragen t.a.v. governance, inzicht in processen, effectieve implementatie bij alle genoemde thema's; hoe doe je dat; hoe verkrijg je een breed draagvlak en hoe maak je de kans op werkelijke realisatie groter - urgentie is aanwezig, maar hoe breng je mensen en organisaties in beweging; wat zijn hun drijfveren, etc.), realiseerbaarheid/ haalbaarheid.
- Opzetten communities of practice.
- Als ik deze en deze maatregel neem, wat kost dat? Qua geld maar ook qua gezondheidswinst. Als ik accepteer dat bij een stortbui de straten 8 uur blank staan; welke (gezondheid)risico's neem ik dan voor lief en wat kost dat in vergelijking met 2 uur blank staan, of 2 dagen. Ik plant bomen maar nu heb ik veel teken, welke keuze moet ik maken, wat moet ik doen? Mag mijn kind spelen in ondergelopen wadi's? Kortom, we weten al best veel welke gezondheidseffecten er kunnen

optreden (verdieping is daarbij natuurlijk altijd goed) maar welke keuze moet ik nu maken? Financieel maar ook met de meeste gezondheidswinst. Dat kom ik nergens tegen.
- Kosten van verzuim.
- Meer onderzoek naar effectiviteit van beleid of maatregelen/voorlichting, vooral bij thema's waar al redelijk wat kennis over impacts bestaat.

Adaptatie in de stad
- Agenda zou kennis moeten ontwikkelen over welke gezonde klimaatadaptatiemaatregelen genomen moeten worden. Primair in de ruimtelijke inrichting.
- De stadspraktijk heeft grote behoefte aan evidence-based normen en richtlijnen over de effectieve inzet van groen en water ten behoeve van gezondheid en klimaatadaptatie, en de koppeling tussen die twee.

Infectieziekten
- Het beleid in NL heeft ervoor gezorgd dat de focus in onderzoeksland ligt op het ontwikkelen van producten waar de industrie interesse in heeft. Dit is verstandig op korte termijn, maar is zeer schadelijk voor Nederland op lange termijn (in brede zin). De industrie in Nederland/Europa is bijvoorbeeld niet geïnteresseerd in infectieziekten die hier nog niet voorkomen. Toekomstige uitbraken van dit soort ziekten kunnen alleen effectief bestreden worden als er al kennis over deze ziekten aanwezig is vóór de uitbraak plaatsvindt. Onderzoek naar infectieziekten die al bekend zijn in andere delen van de wereld (vaak arme, ontwikkelende landen) is belangrijk (en mogelijk!) om meer kennis te vergaren over deze virussen zodat deze kennis kan bijdragen aan : i) het ontwikkelen van nieuwe diagnostische testen en vaccins die toegepast kunnen worden in de landen waar de virussen nu al problemen veroorzaken (en de kans dat de virussen zich verspreiden wordt daarmee verminderd) en ii) het snel beschikbaar maken van controle strategieën wanneer de virussen in Nederland/Europa een uitbraak veroorzaken.

Ecosystemen
- Een gezond leefklimaat is de basis voor de gezondheid van mens, plant en dier. Gezonde natuurlijke systemen leveren de mens de ecosysteemdienst 'leefbare omgeving'. Meer ruimte in de stad en in het landelijk gebied voor groen en water is noodzakelijk voor een robuuste en veerkrachtige natuur en daarmee een gezonde en klimaatbestendige leefomgeving.

Monitoring
- Koppelen van bestaande monitoringsgegevens (bijv. temperatuur, sterfte, luchtkwaliteit; en andere eindpunten).
- Gezondheidseffect op individuen is zeer moeilijk meetbaar zeker op korte termijn maar ook lange termijn.

Neveneffecten met adaptatie en mitigatie
- Meer kennis nodig ten behoeve van gezondheidseffecten klimaatmitigatie.
- De trend de verbranding van vaste brandstoffen (bijv. pelletkachels) in kader van energietransitie heeft direct negatief effect op luchtkwaliteit.
- Onderzoek naar geluidsoverlast van warmtepompen.
- Meer kennis nodig bi o./a. GGD over bijvoorbeeld gezondheidseffecten van klimaatmitigatie en impact van meer groen en blauw op de publieke gezondheid.
- Bij thema's zoals gezondheidseffecten van groen/water en klimaatmitigatie aansluiten sluiten bij andere bestaande programma's rond die thema's.

Onderwerpen die missen
- Klimaatvluchtelingen.
- Tweedeling in duurzaamheid.
- Natuurbranden (luchtverontreiniging, mentale effecten). Nederland is onvoldoende voorbereid.
- Politiek bestuurlijke aspecten.

Bijlage 3 Deelnemers vragenlijstonderzoeken

Eerste vragenlijst: inventarisering kennisvragen		
Wilt u in het uiteindelijke ZonMw rapport 'Kennisagenda Klimaat en Gezondheid' genoemd worden in de lijst met deelnemers (uw antwoorden zullen anoniem worden verwerkt in de resultaten)?		
Dr.	Henk Hilderink	RIVM
Dr Ir	M.H. Kwekkeboom	HvA/lectoraat Langdurige zorg en ondersteuning
MSC MPH	Theo van Alphen	RIVM
	A.B. van Engelen	Milieu Platform Zorgsector
Drs.	Rob Sluijter	KNMI
Dr.ir.	Lucie Vermeulen	RIVM
Prof. dr.	Velders	UU
Ir MPM	Jappe Beekman	RIVM
Dr	Joris van Loenhout	Université catholique de Louvain
Dr	Hein Sprong	RIVM
Dr.	J. Bessembinder	KNMI
Dr.	C.C. (Kees) van den Wijngaard	RIVM-Centrum infectieziektebestrijding
BSc	P.F. Otte	RIVM
Dr.	Sandra Boekhold	RIVM
Prof. Dr.	Jeroen Kortekaas	Wageningen Bioveterinary Research
Dr	Michiel van Weele	KNMI
dr. ir.	EJTM (Imke) Leenen	H2Oke Water & Gezondheid Advies
Prof dr ir	Bram Bregman	WUR en Radboud Universiteit
Drs.	Joost van der Ree	RIVM
Dr	Gert-Jan Steeneveld	Wageningen University
Mevr.	Yvonne Breedijk	Rode Kruis
Dr. ir.	Moniek Zuurbier	GGD Gelderland-Midden
Drs.	A.M.C. van Lier	GGD regio Utrecht
Dr	Nynke Hofstra	Environmental Systems Analysis Group, Wageningen University & Research
Dr.	Mariken Leurs	RIVM
Dr	Maarten van Aalst	Red Cross Red Crescent Climate Centre
Prof. dr. ir.	Bert Brunekreef	Universiteit Utrecht
Prof. dr. ir.	Erik Lebret	RIVM/IRAS
Dr.	T.G. Kimman	WBVR
drs	Laurens Severijn Hondema	RIVM
Prof. Dr.	Hein Daanen	VU
arts	Jantien Noorda	GGD Groningen
Dr Ir	Eline Boelee	Deltares
Dr.	Harry Slaper	RIVM
Het totaal aantal deelnemers bedroeg 58		

Tweede vragenlijst: prioritering		
Wilt u in het uiteindelijke ZonMw rapport 'Kennisagenda Klimaat en Gezondheid' genoemd worden in de lijst met deelnemers (uw antwoorden zullen anoniem worden verwerkt in de resultaten)?		
drs.	Bas Roels	WWF
Dr.	Liesbeth van Osch	Universiteit Maastricht
Prof dr ir	Bram Bregman	Wageningen Universiteit & Research
Dr. Dipl. Ing MA (AA)	Sanda Lenzholzer	Wageningen Universiteit & Research
Mr.	Y.A.J. de Nas	Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
Prof.dr.	M.G.G. Olde Rikkert	Radboudumc
Dr.	Hans Peter Jung	huisarts
Dr.	Henk Hilderink	RIVM
Dr	Gert-Jan Steeneveld	Wageningen Universiteit
BC.	Steven van der Lelie	GGD Noord- en Oost-Gelderland
Dr	LC Vermeulen	RIVM
drs.	Guusje Eggen	GGD Rotterdam Rijnmond
Dr.	Joris van Loenhout	Université catholique de Louvain
Mr.	Wilfred Reinhold	platform Stop invasieve exoten
Prof. Dr.	Bert Brunekreef	UU
Ir.	M.J.C. de Bode	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
dr.ir.	Jan van Ginkel	GGD IJsselland
Drs.	M.Vonk	GGD Groningen/RIVM
Dr.	Jeroen van Leuken	Ministerie van Volksgezondheid Welzijn en Sport
Drs.	Rob Sluijter	KNMI
mevr.	Y. Breedijk	Nederlandse Rode Kruis
Dr.	T.G. Kimman	WBVR (Wageningen Bioveterinary Research)
Dr.	J. Bessembinder	KNMI
Dr.	Maartje Brouwer	GGD Zeeland
Drs.	S. de Jong	GGD IJsselland
dr.	Ton de Nijs	RIVM
Dr. Ir.	Ingrid Bakker	Lectoraat De Gezonde Stad, hogeschool Windesheim
Dr.	A. van Dijk	RIVM
Dhr.	Laurens Severijn Hondema	RIVM
BSc.	P. F. Otte	RIVM
drs.	A.W. Groenewold	GGD Noord- en Oost-Gelderland
Msc MPH	Theo van Alphen	RIVM
mevr.	Madeleen Helmer	Klimaatverbond Nederland
Dr.	Esther Putman	Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
Prof. Dr	Hein Daanen	VU
Dr. ir.	E.J.T.M. (Imke) Leenen	H2Oké Water & Gezondheid Advies
Dr. ir.	Dieneke Schram-Bijkerk	RIVM
Dr. ir.	M.H. Kwekkeboom	Hogeschool van Amsterdam
Ir.	Tia Hermans	WENR
Drs.	Joost van der Ree	RIVM
Ir.	J. Beekman	RIVM

MSc.	Lieke Friederichs	RIVM
Dr.	Nynke Hofstra	Environmental Systems Analysis Group, Wageningen University & Research
Drs.	Annelies Acda	Pharos
Drs.	ellen driessen	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Dr.	jan verhagen	wageningen ur
Dr.	Magdalena van den Berg	GGD regio Utrecht
Dr.	Werner Hagens	RIVM
Prof. dr.	Pim Martens	Maastricht University
Ir	Josine van den Bogaard	Gemeente Rotterdam / GGD Rotterdam Rijnmond
Dr.	Hanneke Kruize	RIVM
drs. ing.	Ingrid Links	GGD Gelderland-Zuid
Prof. Dr.	Jeroen Kortekaas	Wageningen Universiteit
ja	Erik Lebret	RIVM / IRAS-UU
Dr	Frank den Hertog	RIVM
dr	P van den Hazel	GGD'en Oost Nederland
Dr	Marieta Braks	RIVM
MSc	Joris Lohman	Food Hub
dr	Arthur van Iersel	GGD GHOR Nederland
Dr	Letty de Weger	LUMC
Dr.	Gertjan Geerling	Deltares
Ing	Dirven-van Breemen	RIVM
Dr. ir.	Moniek Zuurbier	GGD Gelderland-Midden
drs.	Maaike Moolhuijsen	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
dr	JWB	van der Giessen
Ir	R.M. van der Graaf	RIVM
dr	Cathelijne Stoof	Wageningen University
dr.ir.	Robbert Snep	Wageningen University & Research
dr	Harry Slaper	RIVM
Het totaal aantal deelnemers bedroeg 114		

Bijlage 4 Lijst geïnterviewden

	Naam	Organisatie	Functie
1	Cathy van Beek	VWS	VWS Kwartiermaker Duurzame Zorg
2	Kim Kruijt	KWF	Beleidsmedewerker team minder kanker (UV)
3	Frank van Lamoen	Provincie Brabant	Brabant Health Deal; Ambitieus klimaatimplementatieprogramma
4	Christine Carabain	SCP	Programmaleider Duurzame Samenleving
5	Annelies Acda	Pharos	Kenniscentrum gezondheidsverschillen (oa leefomgeving)
6	Chandra Verstappen	Pharos	Expert e-health for all/inwoner in de hoofdrol
7	Josine van den Bogaard	GGD Rotterdam-Rijnmond	Senior beleidsmedewerker Leefomgeving en Gezondheid en Inhoudelijk Manager omgevingswet voor het sociaal domein
8	Madeleen Helmer	Klimaatverbond /NAS	Projectleider klimaatadaptatie, o.a. adviseur NAS en projectleider Congres Hittestress
9	Tamara Ekamper	Gemeente Groningen	Strategisch ontwerpteam gemeente Groningen, betrokken bij o.a. hitteplannen
10	Letty de Weger	LUMC	Onderzoeker naar pollen en hooikoortsklachten in relatie met omgevingsfactoren (waaronder weer/klimaat en luchtkwaliteit)
11	Bert Brunekreef	UU/IRAS	Hoogleraar milieu-epidemiologie; expert fijnstof en gezondheid
12	Corne van Dooren	Voedings-centrum	Expert duurzaam eten

Bijlage 5 Interview protocol Kennisagenda klimaat en gezondheid

Introductie

Kennisagenda als input voor een onderzoeksprogramma

ZonMw heeft recentelijk opdracht gegeven voor de ontwikkeling van een gedragen kennisagenda op het gebied van klimaat en gezondheid. Deze opdracht wordt uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Maastricht University (MU), en Wageningen University & Research (WUR). Deze kennisagenda zal een belangrijke bouwsteen worden van een mogelijk NWO/ZonMw meerjarig klimaatonderzoeksprogramma. Dit initiatief bouwt voort op eerdere rapporten/publicaties over klimaat en gezondheid en op de Nationale Adaptatie Strategie klimaat (NAS). De laatste diepgaande inventarisatie is gedaan in 2014[30] en we focussen op updates sinds die tijd. Mogelijk heeft u zelf actief een bijdrage geleverd aan een of meerdere van deze eerdere initiatieven. Hoewel de kennisagenda zal focussen op Nederland, zijn wij ook op zoek naar internationale ontwikkelingen die relevant zijn voor Nederland.

Drie sporen

Het thema 'Klimaat & Gezondheid' heeft drie sporen:

1) De effecten van klimaatverandering op de volksgezondheid (risico en maatregelen);

2) Neveneffecten van klimaatadaptatie: de positieve/negatieve gezondheidseffecten van klimaatadaptieve maatregelen in andere sectoren;

3) Neveneffecten van klimaatmitigatie: de positieve/negatieve gezondheidseffecten van klimaatmitigerende maatregelen.

Daarnaast zullen we nagaan hoe deze 3 sporen samenhangen met 2 gelieerde onderwerpen:

1. voeding (impact van klimaat op voedselproductie en de voedingswaarden van voedsel EN effect dat duurzame & gezonde voeding kan hebben naar een meer duurzaam voedselsysteem)
2. duurzaamheid (bijvoorbeeld de Green Deal Duurzame Zorg 2.0) en gezonde leefomgeving.

Dit zijn brede onderwerpen en we willen de interviews benutten om ze af te bakenen ten behoeve van de kennisagenda.

Interviews

Met behulp van interviews willen we meer inzicht vergaren in de vraag welke kennis er al is, welke kennis nog nodig is ten aanzien van de 3 sporen (zie hierboven), op welke manier aanpalende expertisevelden en kennisnetwerken de programmering van het onderwerp kunnen versterken (bijvoorbeeld de gedragswetenschappen), welke thema's de meeste prioriteit behoeven en voor welke onderzoeken draagvlak is. We willen het interview graag opnemen, zodat we het nog eens na kunnen luisteren. De opnames worden alleen voor dat doel gebruikt. Bent u daarmee akkoord?

Algemene gegevens:

Naam:

Organisatie:

Functie:

Thema:

[30] Wuijts S, Vros C, Schets FM, Braks MAH (2014), Effecten klimaat op gezondheid. Actualisatie voor de Nationale Adaptatiestrategie (2016). Bilthoven: RIVM rapport 2014-0044. www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2014-0044.pdf

1. **Hoe raakt uw werk aan klimaat en gezondheid?**

We zullen voor elk van de drie sporen na gaan welke kennis er is, welke nog nodig is en wat prioriteit verdient. We zijn vooral geïnteresseerd in uw ideeën hierover, vanuit uw expertise en kennisnetwerk (inclusief contacten met andere belanghebbenden/stakeholders). *PM wellicht zijn niet alle sporen relevant voor elke geïnterviewde)*

2. **Spoor 1: De effecten van klimaatverandering op de volksgezondheid (risico en maatregelen**) *(Nav uw antwoord op vraag 1 beperken we ons tot (ter plekke selectie maken uit): hittestress, blootstelling en ziektelast van vector-, water-, lucht-, en voedsel-overdraagbare infectieziekten, allergieën, luchtkwaliteit, of blootstelling aan UV-straling)***;**
   a) Welke link ziet u tussen effecten van klimaatverandering en volksgezondheid?
   b) Wat voor vragen krijgt u zoal op dit thema, en van wie (soort organisatie, burgers etc.)? Waar maken mensen zich zorgen om? Leeft het thema in uw ogen?
   c) Waar haalt u uw informatie vandaan? Welke belangrijke rapporten/literatuur/bronnen/organisaties/experts gebruikt u voor uw werk rondom dit thema?
   d) Welke klimaat-gerelateerde kennis is nog nodig volgens u? Wat ontbreekt, en is essentieel om iets te kunnen zeggen over de effecten van klimaatverandering op de volksgezondheid en over wat je er aan zou kunnen moeten doen?
   e) Welke aangrenzende expertisevelden kunnen de programmering van het onderwerp versterken? Op welke manier? (bijvoorbeeld gedragswetenschappen, …)
   f) Welke thema's behoeven de meeste prioriteit volgens u? Waarom?
   g) Voor welke thema's is er volgens u draagvlak in de maatschappij? Voor welke niet, terwijl meer kennis op dat gebied wel nuttig zou zijn?
   h) Met welke stakeholders werkt u zoal samen en hoe zou dat benut kunnen worden in toekomstig onderzoek?
   i) Welke stakeholders zouden (meer) betrokken moeten worden bij het vergroten van de kennis over de effecten, risico's en maatregelen?
   j) Welke (internationale) kennisontwikkeling is al gaande op onderzoeksgebied die relevant is voor Nederland?

3. **Spoor 2: Neveneffecten van klimaatadaptatie: de positieve/negatieve gezondheidseffecten van klimaatadaptieve maatregelen in andere sectoren** *(Nav uw antwoord op vraag 1 beperken we ons tot de thema's: toepassing van (nieuw) groen en water ten behoeve van de vermindering van hittestress en wateroverlast in relatie tot nieuwe gezondheidsrisico's, (bijvoorbeeld door verslechterde waterkwaliteit) en gezondheidsbaten (bijvoorbeeld meer beweging); gedragsverandering en het bijeenbrengen van kennis over de gezonde leefomgeving (bijvoorbeeld aansluitend op het programma Maak ruimte voor Gezondheid en de Green Deal Duurzame Zorg 2.0 gericht op de gezonde leefomgeving in en rondom ziekenhuizen en verpleeghuizen)).*
   a. Welke link ziet u tussen effecten van klimaatadaptatie en volksgezondheid?
   b. Wat voor vragen krijgt u zoal op dit thema, en van wie (soort organisatie, burgers etc.)? Waar maken mensen zich zorgen om? Leeft het thema in uw ogen?
   c. Waar haalt u uw informatie vandaan? Welke belangrijke rapporten/literatuur/bronnen/organisaties/experts gebruikt u voor uw werk rondom dit thema?
   d. Welke klimaat-gerelateerde kennis is nog nodig volgens u? Wat ontbreekt, en is essentieel om iets te kunnen zeggen over de effecten van klimaatverandering op de volksgezondheid en over wat je er aan zou kunnen moeten doen?
   e. Welke aangrenzende expertisevelden kunnen de programmering van het onderwerp versterken? Op welke manier? (bijvoorbeeld gedragswetenschappen, …)
   Welke thema's behoeven de meeste prioriteit volgens u? Waarom?

f. Voor welke thema's is er volgens u draagvlak in de maatschappij? Voor welke niet, terwijl meer kennis op dat gebied wel nuttig zou zijn?
g. Met welke stakeholders werkt u zoal samen en hoe zou dat benut kunnen worden in toekomstig onderzoek?
h. Welke stakeholders zouden (meer) betrokken moeten worden bij het vergroten van de kennis over de effecten, risico's en maatregelen?
i. Welke (internationale) kennisontwikkeling is al gaande op onderzoeksgebied die relevant is voor Nederland?

4. **Spoor 3: Neveneffecten van klimaatmitigatie: de positieve/negatieve gezondheidseffecten van klimaatmitigerende maatregelen** *(Thema's: luchtkwaliteit (door vermindering luchtemissies) en binnenmilieu (door verbeterde isolatie); kennis over de bijdrage van de Nederlandse zorgsector aan klimaatverandering en welke energiebesparende maatregelen en klimaatneutraliteit in de zorg genomen kunnen worden; de bijdrage van de Nederlandse voedselproductie (inclusief voedselbeschikbaarheid en het effect van duurzame voeding op de gezondheid) op klimaatverandering; bijdrage van transportsector)*
   a. Welke link ziet u tussen effecten van klimaatmitigatie en volksgezondheid?
   b. Wat voor vragen krijgt u zoal op dit thema, en van wie (soort organisatie, burgers etc.)? Waar maken mensen zich zorgen om? Leeft het thema in uw ogen?
   c. Waar haalt u uw informatie vandaan? Welke belangrijke rapporten/literatuur/bronnen/organisaties/experts gebruikt u voor uw werk rondom dit thema?
   d. Welke klimaat-gerelateerde kennis is nog nodig volgens u? Wat ontbreekt, en is essentieel om iets te kunnen zeggen over de effecten van klimaatverandering op de volksgezondheid en over wat je er aan zou kunnen moeten doen?
   e. Welke aangrenzende expertisevelden kunnen de programmering van het onderwerp versterken? Op welke manier? (bijvoorbeeld gedragswetenschappen, …)
   f. Welke thema's behoeven de meeste prioriteit volgens u? Waarom?
   g. Voor welke thema's is er volgens u draagvlak in de maatschappij? Voor welke niet, terwijl meer kennis op dat gebied wel nuttig zou zijn?
   h. Met welke stakeholders werkt u zoal samen en hoe zou dat benut kunnen worden in toekomstig onderzoek?
   i. Welke stakeholders zouden (meer) betrokken moeten worden bij het vergroten van de kennis over de effecten, risico's en maatregelen?
   j. Welke (internationale) kennisontwikkeling is al gaande op onderzoeksgebied die relevant is voor Nederland?

5. **Welke kennis zou u als eerste willen (laten) ontwikkelen mocht budget hiervoor beschikbaar zijn? Met wie? Waarom?**

6. **Wat zou absoluut niet vergeten moeten worden?**

7. **Heeft u nog aanvullingen, vragen of opmerkingen?**

Bedankt voor uw tijd. Naast deze interviews wordt er ook een korte kennissynthese gedaan en zijn er vragenlijsten verstuurd naar een grote groep experts. Dit alles zal bijdragen aan de kennisagenda. Heeft u nog suggesties voor mensen die een vragenlijst zouden moeten krijgen? We zullen het verslag ter kennisgeving nog aan u voorleggen. Indien we quotes gebruiken zullen we die vantevoren afstemmen.

Mogen we uw naam noemen in de lijst van geïnterviewden? Ja/nee

Bijlage 6 Reviewers

Naam	Organisatie
Cathy van Beek	Ministerie van VWS
Hilde Westera	Ministerie van I&W
Frank van Lamoen Edwin Weijtmans Rob Scholtens	Provincie Brabant
Josine van den Bogaard	GGD Rotterdam-Rijnmond
Madeleen Helmer	NAS/Klimaatverbond
Tamara Ekamper	Gemeente Groningen
Letty de Weger	LUMC
Corné van Dooren	Voedingscentrum
Yvonne Breedijk	Rode Kruis
Paul Fischer	RIVM
Harry Slaper	RIVM
Ana Maria de Roda Husman	RIVM
Ton de Nijs	RIVM
Arienne de Jong	RIVM
Mariken Leurs	RIVM
Joost van der Ree	RIVM
Peter Kemper	RIVM

ZonMw stimuleert
gezondheidsonderzoek en
zorginnovatie

Laan van Nieuw Oost-Indië 334
2593 CE Den Haag
Postbus 93245
2509 AE Den Haag
Telefoon 070 349 51 11
info@zonmw.nl
www.zonmw.nl

ZonMw