



Call for proposals, NWA ORC, Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek

Onderzoek op Routes door Consortia

2025

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
	1.1 Achtergrond	1
	1.2 Beschikbaar budget	2
	1.3 Indieningsdeadline(s)	3
2	Doel	3
	2.1 Doelstelling van het programma	3
	2.2 Maatschappelijke impact	4
	2.3 Consortiumvorming	5
3	Voorwaarden voor aanvragers	6
	3.1 Wie kan aanvragen	6
	3.2 Wat kan worden aangevraagd	8
	3.3 Het opstellen en indienen van de aanvraag	10
	3.4 Indieningsvoorwaarden	12
	3.5 Subsidievoorwaarden	12
4	Beoordelingsprocedure	15
	4.1 De San Francisco Declaration (DORA)	15
	4.2 Procedure	15
	4.3 Criteria	19
5	Subsidieverplichtingen	19
6	Contact en overige informatie	22
	6.1 Contact	22
	6.2 Overige informatie	22
7	Bijlagen	23
	7.1 Toelichting op budgetmodules	23
	7.2 Indexering	27
	7.3 TO2-instituten en onderzoeksorganisaties	27
	7.4 Beschrijving van de thema's	28

1 Inleiding

In deze Call for proposals leest u hoe de aanvraagprocedure is ingericht voor de subsidieronde 'Onderzoek op Routes door Consortia 2025'. Deze Call for proposals valt onder de verantwoordelijkheid van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).

U vindt in deze Call for proposals achtereenvolgens informatie over het doel van dit programma (hoofdstuk 2), de voorwaarden voor de subsidieaanvraag (hoofdstuk 3) en hoe uw aanvraag wordt beoordeeld (hoofdstuk 4). Deze informatie heeft u nodig om een aanvraag voor subsidie te kunnen indienen. In hoofdstuk 5 vindt u de subsidieverplichtingen die van toepassing zijn in geval van toewijzing. In hoofdstuk 6 staan de contactgegevens en in hoofdstuk 7 de bijlagen.

1.1 Achtergrond

Wat wil Nederland weten? Vanuit die gedachte is de Nationale Wetenschapsagenda (NWA) door een innovatief proces met de inbreng van burgers en wetenschappers tot stand gekomen: elke Nederlander kreeg de kans om online vragen aan de wetenschap te stellen. Deze oproep leverde maar liefst 11.700 vragen op, over de meest uiteenlopende onderwerpen. Deze zijn gebundeld in 140 grote vraagstukken, de zogeheten 'clustervragen'. Rond deze clustervragen zijn vanuit onderzoekers en maatschappelijke organisaties 25 netwerken ontstaan, die de naam NWA-routes kregen. Deze netwerken kregen een eigen routemanagement en ontwikkelen, geïnspireerd door de clustervragen in de NWA-agenda, kennisagenda's, organiseren bijeenkomsten en communicatieactiviteiten. De 25 NWA-routes en bijbehorende clustervragen zijn te vinden via Routes | NWO.

De NWA omvat complexe vraagstukken waar samenwerking tussen onderzoekers vanuit verschillende disciplinaire achtergronden en kennisorganisaties en maatschappelijke (publieke en private) organisaties meerwaarde heeft. Hierin stroomt nieuwe kennis door van onderzoeker naar gebruiker en nieuwe vragen vanuit de praktijk en de samenleving vinden een ingang in nieuw onderzoek. Het NWA-programma stimuleert daarom samenwerking tussen verschillende partners in de overtuiging dat men



meer kan bereiken met elkaar dan ieder afzonderlijk.

De kernelementen van de NWA zijn:

- De Nationale Wetenschapsagenda die gevormd wordt door de 140 clustervragen en de 25 routes;
- Kennisketenbrede¹ en interdisciplinaire consortia, waarin onderzoekers vanuit verschillende disciplinaire achtergronden, kennisorganisaties, maatschappelijke organisaties (publiek en privaat) en (waar relevant) burgers samenwerken aan de complexe vraagstukken;
- Maatschappelijke organisaties, samenleving en burgers hebben een duidelijke rol in het onderzoek;
- Het in dialoog en interactie delen van de resultaten met de samenleving.

De uitvoering van het programma voor de Nationale Wetenschapsagenda is door het Ministerie van OCW in 2018 belegd bij NWO. De NWA omvat vier programmalijnen²:

1. Onderzoek op Routes door Consortia (ORC);
2. Thematische programmering waarin wordt samengewerkt met overheden;
3. Vernieuwingen en netwerken;
4. Wetenschapscommunicatie en outreach.

Deze Call for proposals 'Onderzoek op Routes door Consortia 2025' (ORC) wordt gerealiseerd in het kader van programmalijn 1.

Deze Call for proposals is specifiek bedoeld voor financiering van onderzoek door consortia gericht op thema's voorgedragen door NWA-routes en gebaseerd op de clustervragen van de Nationale Wetenschapsagenda (zie voor de thema's in deze Call for proposals paragraaf 2.1 en bijlage 7.4).

1.1.1 Veranderingen ten opzichte van de vorige Call for proposals

Impact benadering

In deze Call for proposals is de Impact Plan benadering verplicht voor 10 van de 12 thema's. Voor twee thema's (11 en 12, zie paragraaf 2.1), is de Impact Outlook benadering verplicht, zoals beschreven in paragraaf 2.2 van de Call for proposals.

Aanmelding collaboratieve workshops

De aanmelding voor de collaboratieve workshops gebeurt via het daarvoor bestemde formulier op de website van NWO. De collaboratieve workshops zijn onderdeel van de procedure in deze Call for proposals (zie paragraaf 3.3.1 en 4.2.2). De basis van de collaboratieve workshops wordt gevormd door de expertises en beoogde bijdrage van de deelnemers (zie ook paragraaf 4.2.2).

Tussentijdse evaluatie voor projecten met een looptijd van meer dan 4 jaar

NWA ORC projecten met een looptijd langer dan 4 jaar worden tussentijds geëvalueerd. Deze tussentijdse evaluatie vindt plaats uiterlijk 3 maanden voor het einde van de eerste periode van 4 jaar. De evaluatie bestaat uit een zelfevaluatie door het consortium, uitgevoerd in een gezamenlijke workshop met samenwerkingspartners en andere stakeholders (zie paragraaf 5.1.4). Met deze aanpassing loopt de verplichting tot tussentijdse evaluatie gelijk met de termijnen voor de flexibele begroting (zie paragraaf 3.2).

Verlenging indieningsdeadline

Uit evaluatie van de collaboratieve workshops in de NWA ORC 2023 en 2024 is gebleken dat consortia behoefte hebben aan meer tijd tussen de collaboratieve workshops en de deadline voor het indienen van aanvragen. Het verruimen van deze termijn draagt bij aan het verder vormgeven van brede vernieuwende consortia na afloop van de collaboratieve workshops. De tijd tussen de collaboratieve workshops en de deadline voor aanvragen is daarom verlengd naar 8 maanden (ten opzichte van 3 tot 4 maanden in 2024).

1.2 Beschikbaar budget

Het budget per thema bedraagt maximaal € 6.750.000. Het subsidieplafond voor deze Call for proposals bedraagt in totaal € 81.000.000.

¹ De brede kennisketen omvat een diversiteit aan publieke onderzoeksorganisaties zoals hogescholen, universiteiten, NWO- en KNAW- instituten, universitair medisch centra en TO2-instituten.

² Meer informatie over de verschillende programmalijnen is te vinden via Nationale Wetenschapsagenda | NWO .



Binnen deze Call for proposals wordt per thema maximaal één aanvraag toegewezen (zie paragraaf 4.2). Resterende middelen worden in deze Call for proposals niet op een andere manier ingezet.

1.3 Indieningsdeadline(s)

Bij het indienen van uw aanvraag in ISAAC dient u ook online nog gegevens in te voeren. Begin daarom ten minste één dag vóór de deadline van deze Call for proposals met het indienen van uw aanvraag.

Aanvragen die na de deadline worden ingediend, worden niet in behandeling genomen.

De collaboratieve workshops vinden plaats tussen maandag 14 april en woensdag 14 mei 2025. Meer informatie kunt u vinden op de programmapagina van deze Call for proposals.

De deadline voor het indienen van aanvragen is **dinsdag 3 februari 2026**, voor 14:00:00 CET.

De deadline voor het indienen van een verzoek tot toetsing van (buitenlandse) organisaties (zie paragraaf 3.1 en paragraaf 7.1.1 is **20 januari 2026**, voor 14:00:00 CET.

2 Doel

Dit hoofdstuk beschrijft de doelstelling van het programma en de maatschappelijke impact.

2.1 Doelstelling van het programma

Het doel van het NWA ORC programma is het stimuleren van onderzoek in kennisketenbrede en inter- en transdisciplinaire consortia. In deze consortia werken onderzoekers samen met maatschappelijke (publieke en/of private) partners en waar relevant ook met burgers. De vraagstelling van het onderzoek in de NWA ORC ronde 2025 is gebaseerd op één van de onderstaande thema's, waarvan een uitgebreide beschrijving te vinden is in bijlage 7.4. De Impact benaderingen die gebruikt moeten worden zijn beschreven paragraaf 2.2.2. In het aanvraagformulier maakt de hoofdaanvrager zelf de keuze op welk thema de aanvraag wordt ingediend.

	Route	Titel van het thema (zie bijlage 7.4)	Impact benadering (zie paragraaf 2.2)
1	Circulaire economie	Veilig en circulair ontwerp voor kinderspeelgoed: Materialen en gedrag	Impact Plan
2	De Blauwe route: Water in beweging	Watersysteemtransitie voor voldoende en schoon water voor drinkwatervoorziening en natuur	Impact Plan
3	Energietransitie	Agrivoltaics_NL: Het bevorderen van multifunctionele oplossingen voor maatschappelijke acceptatie en landschapsbeleving	Impact Plan
4	Groene route: Natuur en biodiversiteit in een snel veranderende omgeving	Transdisciplinaire toepasbare kennis over het snijvlak water-biodiversiteit in Nederland	Impact Plan
5	Logistiek en transport in een energieke, innovatieve en duurzame samenleving	Samenwerken aan klimaat-neutrale bereikbaarheid	Impact Plan
6	Metten en detecteren: alles, altijd en overal	Innovatieve meetmethoden voor maximaal waardebehoud van strategische en kritieke materialen	Impact Plan
7	Sport en bewegen – Science opens up to society	Zit niet stil, mensen zijn gemaakt om te bewegen!	Impact Plan
8	Sustainable development goals voor inclusieve modiale ontwikkeling	Eerste 1.000 dagen: praktisch bruikbaar onderzoek voor de gezondheid van moeders, pasgeborenen en kinderen in LMIL	Impact Plan
9	Tussen conflict en coöperatie	Van kloven naar bruggen? Polarisatie in tijden van digitalisering	Impact Plan
10	De quantum / nano- revolutie	Samenwerking tussen burgers en kunstmatige intelligentie ten behoeve van quantumtechnologie	Impact Plan
11	Bouwstenen van materie en fundamenteën van ruimte en tijd	Nieuwe vormen van Symmetrie	Impact Outlook
12	De oorsprong van het leven – op aarde en in het heelal	Evolutie op aarde en daarbuiten	Impact Outlook

Collaboratieve workshops

Per thema worden collaboratieve workshop georganiseerd die bestaan uit 2 bijeenkomsten. De collaboratieve workshops zijn onderdeel van de procedure in deze Call for proposals (zie paragraaf 3.3.1 en 4.2.2). Het doel van de collaboratieve workshops is het met elkaar in contact brengen

van geïnteresseerde partijen (onderzoekers en publieke en/of private maatschappelijke partijen) rond een specifiek thema, het combineren van (onderzoeks)ideeën (krachtenbundeling) en het vormen van brede vernieuwende consortia. Daarmee wordt bijgedragen aan focus en het verminderen van onderlinge competitie en werkdruk.

Gericht op doorbraken

Aanvragen in de NWA ORC richten zich op innovatief, vraaggestuurd onderzoek met als doel wetenschappelijke en maatschappelijke doorbraken³ teweeg te brengen. Aanvragen in de NWA ORC zijn daarom aantoonbaar maatschappelijk relevant en impactvol. Het voorgestelde onderzoek loopt daarnaast wetenschappelijk voorop, zowel nationaal als internationaal.

Samenwerking in consortia

In alle consortia:

- worden, indien relevant, burgers (of hun vertegenwoordigers) actief betrokken in het onderzoek. Via de budgetmodule ‘materieel’ kunnen *citizen science* initiatieven worden gefinancierd (zie bijlage 7.1).
- nemen organisaties uit de gehele kennisketen⁴ deel;
- zijn alle voor de vraagstelling van het onderzoek relevante wetenschappelijke disciplines vertegenwoordigd;
- zijn de relevante maatschappelijke stakeholders betrokken;
- is sprake van productieve interacties (zie kader hieronder): de relevante partijen werken in alle fasen van het onderzoek actief met elkaar samen.

De meerwaarde van de samenwerking in consortia ligt in:

- het ontstaan van versterkende diversiteit en complementariteit in kennis, (technische) vaardigheden en expertise van de individuele consortiumpartners;
- het stimulerende effect van de samenwerking op talentontwikkeling, waarbij ervaren onderzoekers in het consortium nieuwe, jonge⁵ talentvolle onderzoekers aantrekken. Deze onderzoekers kunnen zich ontwikkelen en op hun beurt weer nieuw talent aantrekken;
- het creëren van een (sociaal) netwerk in en rondom het project. Dit netwerk bestaat zowel tijdens als na het project. Maatschappelijke organisaties brengen kennis verder en incorporeren dit in bijvoorbeeld producten, beleid, richtlijnen, onderwijs, culturele uitingen, werkwijzen of het maatschappelijk debat.

Productieve interacties

Productieve interacties worden gerealiseerd wanneer alle partijen in het consortium actief betrokken zijn bij alle fasen van het onderzoeksproces. Dat betekent het gezamenlijk: formuleren van de onderzoeksvragen, het uitwerken van de aanpak om deze vragen te beantwoorden en het realiseren van de gewenste wetenschappelijke en maatschappelijke doorbraken.

2.2 Maatschappelijke impact

Nieuwe kennis en inzichten vanuit wetenschappelijk onderzoek kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan oplossingen voor maatschappelijke vraagstukken van vandaag én morgen. Denk aan de energietransitie, gezondheid en zorg of klimaatverandering. Door interactie en afstemming tussen onderzoekers en mogelijke kennisgebruikers, neemt de kans op het toepassen van kennis toe en daarmee ook de kans op maatschappelijke impact. Maatschappelijke impact staat hier voor veranderingen die (mede) het gevolg zijn van door onderzoek gegenereerde kennis en kunde. Deze veranderingen dragen bij aan het welzijn van mens, planeet en maatschappij voor deze en toekomstige generaties. Via haar beleid op impact bevordert NWO de mogelijke bijdrage vanuit onderzoek aan maatschappelijke vraagstukken door het stimuleren van productieve interacties met maatschappelijke belanghebbenden. Zowel tijdens de ontwikkeling als in de uitvoering van het onderzoek. Dit doet zij op een manier die past bij het doel van het financieringsinstrument. NWO stimuleert onderzoekers om met een brede blik te kijken naar de mogelijke gewenste en ongewenste impact van hun onderzoek.

2.2.1 Impact op maat

Afhankelijk van het doel van het financieringsinstrument kiest NWO een bijbehorende benadering die

³ Onder ‘doorbraken’ verstaat NWO in deze Call for proposals dat er een verandering plaatsvindt in ofwel wetenschap of maatschappij. Deze verandering wordt breed verstaan, passend bij de breedte van de NWA als agenda, de clustervragen en de daaraan gekoppelde routes.

⁴ De brede kennisketen omvat een diversiteit aan publieke onderzoeksorganisaties zoals hogescholen, universiteiten, NWO- en KNAW- instituten, universitair medisch centra en TO2-instituten.

⁵ Met ‘jong’ wordt niet de leeftijd van de onderzoeker bedoeld, maar de fase van diens onderzoekscarrière. Zie ook paragraaf 3.5.8 ‘Betrokkenheid en ontwikkeling jonge onderzoekers’.



de kans op maatschappelijke impact optimaal ondersteunt. Het primaire doel van het financieringsinstrument bepaalt de keuze voor de benadering die NWO inzet om kennisbenutting in verschillende fases van het project (aanvraag, uitvoering, na afloop) te bevorderen en de inspanning die van aanvrager(s) en partners gevraagd wordt.

Om recht te doen aan de verschillende verwachtingen op het gebied van maatschappelijke impact in de breedte van de NWA (zie paragraaf 2.2) worden in dit programma twee benaderingen voor kennisbenutting toegepast:

- de Impact Plan benadering. Hiermee faciliteert NWO de ontwikkeling van een geïntegreerde strategie door onderzoekers en partners om doelgericht de kans op de beoogde maatschappelijke impact te vergroten. Voor de thema's 1–10 wordt deze benadering vereist (zie paragraaf 2.1).
- de Impact Outlook benadering. Onderzoekers kunnen hierbij kiezen op welk soort impact ze hun eigen focus willen leggen, en er wordt proportioneel gekeken naar wat er kan voor de overige impact. Deze optie is alleen beschikbaar voor de thema's 11 en 12 (zie paragraaf 2.1).

NWO biedt een e-learning module aan die geïnteresseerden op weg kan helpen via Online impact workshops | NWO. Voor meer informatie over het kennisbenuttingsbeleid van NWO zie de website: Kennisbenutting | NWO

De modules zijn bedoeld om te helpen bij het in de aanvraag uitwerken van de Impact Plan- of Impact Outlook benadering. Het ontwikkelen en uitvoeren van een onderzoeksproject in gezamenlijkheid met partners is een kernelement van NWA. Daarom raadt NWO ten eerste aan om ook in gezamenlijkheid de workshops te volgen met (vertegenwoordigers van) wetenschappelijke en maatschappelijke partners.

2.2.2 Impact benaderingen in de NWA

In de NWA richten de programma's zich op complexe vraagstukken waar afstemming en samenwerking meerwaarde heeft om wetenschappelijke en maatschappelijke doorbraken te realiseren. NWA stimuleert die samenwerking tussen verschillende partners, zodat het geheel meer is dan de som der delen en nieuwe kennis voor maatschappelijke vraagstukken ontwikkeld wordt.

Impact Plan benadering

De maatschappelijke impact is nooit alleen het resultaat van kennis en inzichten uit het onderzoek. Om de kans op maatschappelijke impact van het onderzoek te vergroten is aantoonbare betrokkenheid nodig van belangrijke stakeholders vanaf de vorming van het consortium tot en met afronding van het project en daarna. Maatschappelijke impact wordt immers vaak pas gerealiseerd in de jaren nádat een onderzoeksproject is afgesloten. Door vanaf het begin van de onderzoeksformulering (co-design) en gedurende de uitvoering van het onderzoek (co-creatie) te zorgen voor voortdurend afstemming tussen onderzoekers en mogelijke kennisgebruikers, neemt de kans op productieve interacties, en uiteindelijk impact, toe.

Consortia stellen samen met stakeholders een Impact Plan op, als onderdeel van de volledige aanvraag. Dat Impact Plan beschrijft hoe het consortium verwacht tot maatschappelijke impact te komen en de rol die productieve interacties daarbij spelen. Hieruit blijkt hoe het behalen van de beoogde impact geïntegreerd is in de onderzoeksopzet en welke rol consortiumpartners en stakeholders uit beleid, praktijk en bedrijfsleven daarin spelen.

Impact Outlook benadering

De Impact Outlook benadering past bij consortia die maatschappelijk relevant onderzoek opzetten, maar géén maatschappelijke *verandering* beogen. Het project past bij een thema dat tot doel heeft om vragen te beantwoorden die niet gericht zijn op maatschappelijke verandering, maar wel op het beantwoorden van de vraag die de samenleving aan de wetenschap gesteld heeft en waar kennisbenutting ook onderdeel van het plan uitmaakt. Van consortia wordt verwacht dat zij bij de ontwikkeling van het onderzoek nadenken over mogelijke toepassingsgebieden van de onderzoeksresultaten en reflecteren op vergezichten van mogelijke maatschappelijke impact.

2.3 Consortiumvorming

In deze Call for proposals gaat het om complexe en uitdagende maatschappelijke vraagstukken. Het onderzoek naar beantwoording van deze vraagstukken vraagt om samenwerking, bijvoorbeeld tussen verschillende onderzoeksdisciplines, praktijkgericht en fundamenteel onderzoek, en met maatschappelijke organisaties en bedrijven. NWO stimuleert en ondersteunt de vorming van deze samenwerkingen door het organiseren van bijeenkomsten of workshops voor consortiumvorming.



Deze bijeenkomsten en workshops kunnen verschillende vormen hebben, naargelang de specifieke doelstelling.

In deze Call for proposals wordt consortiumvorming gestimuleerd door het inzetten van een collaboratieve workshops. Deze methode wordt hieronder kort toegelicht.

2.3.1 Collaboratieve workshops

Doel van collaboratieve workshops is het bij elkaar brengen van ideeën, stimuleren van samenwerking en indiening van een beperkt aantal onderzoeksvoorstellen door brede (vernieuwende) consortia. Ook geven de workshops deelnemers een overzicht van het krachtenveld rondom een thema. De expertises van de deelnemers en hun bijdrage aan de impact op het callthema vormen de inhoudelijke basis van de workshops. Elke workshop bestaat uit twee opeenvolgende bijeenkomsten waarin NWO actief de onderlinge verkenning ondersteunt, maar partijen uiteindelijk zelf bepalen of en met wie ze willen samenwerken. Na de workshops hebben de deelnemers zicht op de mogelijkheden van en kansen voor clustering en samenwerking, en werken zij de aanvragen verder uit. Verdere informatie over de collaboratieve workshops wordt op de NWO callpagina gepubliceerd. Deelname aan de collaboratieve workshops is verplicht voor hoofdaanvragers (zie ook paragraaf 3.1).

3 Voorwaarden voor aanvragers

Dit hoofdstuk bevat de voorwaarden die gelden voor uw subsidieaanvraag. Eerst wordt beschreven wie subsidie kan aanvragen (paragraaf 3.1) en waarvoor u subsidie kunt aanvragen (paragraaf 3.2). Vervolgens vindt u de voorwaarden voor het opstellen en indienen van de aanvraag (paragrafen 3.3 en 3.4) en specifieke subsidievoorwaarden (paragraaf 3.5).

3.1 Wie kan aanvragen

Aanvragen worden ingediend door een hoofdaanvrager namens het consortium. De hoofdaanvrager heeft aan beide collaboratieve workshops van het thema waarop ingediend wordt deelgenomen (zie ook paragraaf 3.3.1 en 4.2.2).

Er worden vier categorieën van deelnemers aan een consortium onderscheiden:

1. Hoofdaanvrager
2. Medeaanvrager(s)
3. Samenwerkingspartner(s)
4. Cofinancier(s) (niet verplicht)

Een consortium dient te bestaan uit minimaal een hoofdaanvrager, mede-aanvrager en samenwerkingspartner. De voorwaarden per deelnemer worden in de volgende paragrafen nader toegelicht.

Onderzoekers mogen als hoofdaanvrager optreden als zij in vaste dienst zijn (en derhalve een bezoldigd dienstverband voor onbepaalde tijd hebben⁶ of een tenure track overeenkomst hebben bij één van de onderstaande onderzoeksorganisaties:

- Universiteiten en hogescholen zoals bedoeld in artikel 1.8 lid 1 van de Wet op het hoger onderwijs en wetenschappelijk onderzoek en de universiteiten genoemd in de Beleidsregel Universiteiten in het Koninkrijk der Nederlanden;
- Universitair medische centra, waarmee wordt bedoeld de academische ziekenhuizen zoals bedoeld in artikel 1.13 lid 1 van de Wet op het hoger onderwijs en wetenschappelijk onderzoek;
- KNAW- en NWO-instituten;
- TO2-instituten, mits getoetst aan artikel 1.1, lid 4, van de NWO Subsidieregeling 2024⁷
- het Nederlands Kanker Instituut;
- het Max Planck Instituut voor Psycholinguïstiek te Nijmegen;
- NCB Naturalis;
- Advanced Research Centre for NanoLithography (ARCNL);
- Prinses Máxima Centrum.

Personen met een nuluren arbeidsovereenkomst of met een dienstverband voor bepaalde tijd (anders dan een tenure track en de hierboven genoemde uitzondering voor lectoren en onderzoekers in dienst van een TO2-instituut) zijn uitgesloten van indiening als hoofdaanvrager.

⁶ Voor lectoren in dienst van een hogeschool en onderzoekers in dienst van een TO2-instituut geldt dat zij ook als hoofdaanvrager mogen indienen met een bezoldigd dienstverband voor bepaalde tijd.

⁷ Voor een overzicht van getoetste TO2-instituten zie bijlage 7.3

Het kan voorkomen dat de tenure track overeenkomst van de hoofdaanvrager eindigt vóór de beoogde afrondingsdatum van het project waarvoor de subsidie wordt aangevraagd of dat vóór die datum het vaste dienstverband van de hoofdaanvrager eindigt wegens het bereiken van de pensioengerechtigde leeftijd. In dat geval voegt de hoofdaanvrager een verklaring van diens werkgever bij, waarin de betreffende onderzoeksorganisatie garandeert dat het project en alle op het project werkzame personen voor wie subsidie wordt aangevraagd adequaat zullen worden begeleid voor de volledige duur van het project.

Ook de hoofdaanvrager in dienst van een hogeschool of TO2-instituut wiens dienstverband eindigt voor de beoogde afrondingsdatum van het project waarvoor subsidie wordt aangevraagd, moet een dergelijke verklaring bijvoegen.

Aanvullende voorwaarden:

Medeaanvragers kunnen verbonden zijn aan de onderzoeksorganisaties vermeld in deze paragraaf, aan de onderzoeksorganisaties vermeld in bijlage 7.3 en aan andere onderzoeksorganisaties zoals bedoeld in artikel 1.1, lid 4, van de NWO Subsidieregeling 2024 en die voldoen aan de volgende cumulatieve voorwaarden.

De organisatie dient:

- in Nederland gevestigd te zijn;
- een stichting, vereniging of publiekrechtelijke rechtspersoon te zijn;
- zich in de hoofdzaak zelf bezig te houden met het op onafhankelijke wijze verrichten van fundamenteel onderzoek, industrieel onderzoek of experimentele ontwikkeling of met het met het breed verspreiden van de resultaten van die activiteiten door middel van onderwijs, publicaties of kennisoverdracht;
- te kunnen verklaren dat de organisatie een gescheiden boekhouding voert ten aanzien van economische/niet-economische activiteiten en dat ondernemingen met een beslissende invloed op de organisatie geen preferente toegang krijgen tot de onderzoeksresultaten van de organisatie.

Let op: Voorafgaand aan het indienen van een aanvraag wordt door NWO aan de hand van bovengenoemde voorwaarden getoetst of een organisatie aan artikel 1.1, lid 4, van de NWO Subsidieregeling 2024 voldoet en dus als medeaanvrager mag deelnemen. NWO voert deze toets mede uit om te controleren of er geen sprake is van het verlenen van verboden staatssteun.

De organisatie van de beoogde medeaanvrager levert ten behoeve van deze toetsing uiterlijk 10 werkdagen voor de deadline van indiening per e-mail aan nwa-orc2025@nwo.nl (dus uiterlijk **20 januari 2026 voor 14:00:00 CET**) de volgende documenten aan:

- een recent uittreksel van de kamer van koophandel;
- de oprichtingsakte en/of actuele statuten;
- de laatst beschikbare jaarrekening voorzien van een controleverklaring⁸
- de ingevulde Verklaring Onderzoeksorganisatie, beschikbaar op de financieringspagina van deze Call for proposals.

Het is toegestaan om andere relevante documentatie toe te voegen. Tevens kan NWO om aanvullende informatie vragen als bovenstaande documenten niet voldoende uitsluitsel bieden om te bepalen of de organisatie mag optreden als medeaanvrager.

Als de organisatie van de beoogde medeaanvrager binnen een ander NWO programma is getoetst aan deze voorwaarden, neem dan tijdig contact op met NWO via het bovengenoemde e-mailadres om af te stemmen of deze organisatie opnieuw moet worden getoetst.

Indien de organisatie van de beoogde medeaanvrager de voor de toets op de voorwaarden benodigde stukken niet op tijd aanlevert, kan NWO de betreffende organisatie niet als medeaanvrager accepteren.

3.1.1 Hoofd- en medeaanvragers

Hoofdaanvrager

De hoofdaanvrager dient de aanvraag in via ISAAC, het elektronische indiensysteem van NWO. Tijdens het beoordelingsproces communiceert NWO met de hoofdaanvrager.

⁸ Organisaties die niet wettelijk verplicht zijn hun jaarrekening te laten controleren, hoeven een dergelijke controleverklaring niet aan te leveren. Zij moeten daarbij wel kunnen aantonen dat deze wettelijke verplichting niet van toepassing is op de betreffende organisatie.



Na toewijzing van een aanvraag wordt de hoofdaanvrager projectleider en aanspreekpunt voor NWO. De onderzoeksorganisatie van de hoofdaanvrager is hoofdbegunstigde en wordt penvoerder.

Aanvullende voorwaarden:

- De hoofdaanvrager mag in deze Call for proposals slechts één aanvraag indienen in de hoedanigheid van hoofdaanvrager.
- De hoofdaanvrager mag daarnaast maximaal één keer als medeaanvrager deelnemen aan een ander consortium.
- Een hoofdaanvrager uit de NWA ORC rondes 2018, 2019, 2020/2021, 2022, 2023 of 2024 die subsidie voor een project heeft ontvangen, is uitgesloten om in deze ronde als hoofdaanvrager een aanvraag in te dienen, tenzij het betreffende project uiterlijk op de dag voor de deadline voor een aanvraag binnen deze Call for proposals volledig is afgesloten door NWO d.m.v. een vaststellingsbesluit. Deze persoon mag wel in een andere rol deelnemen aan een consortium.

Zowel hoofd- als medeaanvragers met een deeltijd dienstverband dienen garant te staan voor adequate begeleiding van het project en van alle op het project werkzame personen voor wie subsidie wordt aangevraagd.

Medeaanvragers

Medeaanvragers hebben een actieve rol bij de uitvoering van het project. De (deel)projectleider(s) en begunstigde(n) zijn gezamenlijk verantwoordelijk voor de uitvoering van het gehele project.

Aanvullende voorwaarden:

- Een medeaanvrager mag in deze Call for proposals maximaal in twee consortia als medeaanvrager deelnemen.
- Personen met een nuluren arbeidsovereenkomst zijn uitgesloten van indiening als medeaanvrager.

3.1.2 Samenwerkingspartners

Samenwerkingspartners zijn binnen deze Call for proposals verplicht, omdat actieve betrokkenheid van maatschappelijke stakeholders van groot belang is bij het ontwikkelen van kennis over uitdagingen en mogelijke oplossingen. Maatschappelijke stakeholders zijn zowel publieke als private organisaties, en waar relevant ook burgers of een vertegenwoordiging daarvan. Deze maatschappelijke stakeholder is geen hoofd- of medeaanvrager of cofinancier.

Een samenwerkingspartner is gedurende het gehele traject actief betrokken, van het formuleren van onderzoeksvragen en de ontwikkeling van het project (co-design) tot de uitvoering van het onderzoek en/of de kennisbenutting (co-creatie). Een samenwerkingspartner kan worden opgenomen in de adviescommissie.

Let op: voor personeel van organisaties die als samenwerkingspartner deelnemen aan het consortium kan geen subsidie voor salaris- of onderzoekskosten als hoofd- of medeaanvrager worden aangevraagd. Wel is het mogelijk kosten te vergoeden door deze organisaties als derden in te huren via de modules 'materiële kosten', 'kennisbenutting' of 'project management' (zie paragraaf 3.2 en bijlage 7.1).

3.1.3 Cofinanciers

Cofinanciering is binnen deze Call for proposals niet verplicht. Cofinanciers zijn organisaties die deelnemen aan het consortium en cash en/of in kind bijdragen aan het project. Cofinanciers ontvangen nooit subsidie van NWO. De voorwaarden omtrent cofinanciering zijn gespecificeerd in paragraaf 3.5.6.

Organisaties waarvan onderzoekers conform de onder in 3.1 gegeven beschrijving als hoofdaanvrager deel mogen nemen, mogen in deze NWA Call for proposals niet deelnemen als cofinancier. Een uitzondering hierop wordt gemaakt voor TO2-instituten. Zij mogen in een consortium wel deelnemen als cofinancier, mits zij in hetzelfde consortium niet ook als hoofd- of medeaanvrager deelnemen.

3.2 Wat kan worden aangevraagd

Per project is maximaal € 6.750.000 subsidie aan te vragen. De minimale looptijd van het voorgestelde project is 4 jaar. De maximale looptijd van het voorgestelde project is 8 jaar. De hoofd- en medeaanvragers kunnen kosten opvoeren voor personeel, materieel, investeringen en kennisbenutting. De beschikbare budgetmodules (inclusief de maximale bedragen) staan hieronder vermeld. Vraag alleen



datgene aan wat essentieel is om het project uit te voeren. De tarieven en een toelichting op deze budgetmodules staan in bijlage 7.1.

Projecten met een looptijd van 4 jaar

Hierbij wordt een gedetailleerde begroting uitgevraagd voor de gehele looptijd van het project (aantal promovendi, postdoc-posities, etc.) zoals gebruikelijk bij het aanvragen van NWO subsidies. NWO stelt hiervoor een begrotingsformat beschikbaar op de financieringspagina van de Call for proposals.

Projecten met een looptijd van meer dan 4 jaar

NWO vraagt projecten met een looptijd van meer dan 4 jaar om een flexibele begroting op te stellen gebaseerd op een maximum bedrag voor de gehele looptijd van het project. Om op basis van productieve interacties tot maatschappelijke en wetenschappelijke impact te komen (zie ook paragraaf 2.2) is er ruimte nodig voor tussentijdse aanpassingen in de aanpak van het onderzoek en de daarbij betrokken partijen. Bovendien vereist langjarig onderzoek flexibiliteit in de begroting.

Voor de flexibele begroting geldt:

- Voor de eerste periode van 4 jaar wordt een gedetailleerde begroting opgesteld (aantal promovendi, postdoc-posities, etc.) zoals gebruikelijk bij het aanvragen van NWO subsidies. NWO stelt hiervoor een begrotingsformat beschikbaar op de financieringspagina van de Call for proposals.
- Voor de tweede periode van maximaal 4 jaar wordt een generiek bestedingsplan gemaakt wat inclusief het bedrag wordt opgenomen in de gedetailleerde begroting.

Uiterlijk 3 maanden voor het einde van de eerste periode van 4 jaar werkt het consortium het generieke bestedingsplan verder uit tot een gedetailleerde begroting. Deze gedetailleerde begroting wordt, inclusief de bijstelling van het projectplan conform de NWO Subsidieregeling 2024, uiterlijk 3 maanden voor het einde van de eerste periode van 4 jaar aan NWO ter goedkeuring voorgelegd. De subsidie voor de tweede periode wordt pas vrijgegeven nadat zowel het bijgestelde projectplan als de begroting in goede orde zijn ontvangen en goedgekeurd door NWO. De specificatie van dit tweede deel van de begroting overschrijdt het toegewezen budget niet.

3.2.1 Personeel

Voor personeel dat een bijdrage levert aan het project, kan subsidie voor de loonkosten worden aangevraagd. Het bedrag hiervoor is afhankelijk van het type aanstelling en de organisatie waar het personeel werkt.

3.2.1.1 Personeel bij een universiteit in het Koninkrijk der Nederlanden, umc of een onderzoeksorganisatie

Voor personeel dat werkzaam is bij een universiteit in het Koninkrijk der Nederlanden, universitair medisch centrum (umc) of een andere onderzoeksorganisatie, genoemd in artikel 1.1, eerste lid, sub c tot en met h van de NWO Subsidieregeling 2024 kunnen loonkosten worden opgevoerd voor de volgende functies: promovendus, Engineering Doctorate, postdoc, arts-onderzoeker, niet-wetenschappelijk personeel (NWP) en voor de vervanging van de aanvrager(s).

Er kan voor een onbeperkt aantal posities worden aangevraagd voor dit type functie. Er kan voor ten hoogste 20% van het subsidiebedrag vervanging worden aangevraagd.

3.2.1.2 Personeel van hogescholen, onderwijsinstellingen, TO2-instituten en overige organisaties

Het is mogelijk om loonkosten op te voeren van personeel van hogescholen, onderwijsinstellingen, TO2-instituten en overige organisaties. Er kan voor een onbeperkt aantal posities worden aangevraagd voor dit type functie.

3.2.1.3 Studenten

Het is mogelijk om studenten in te zetten voor het project als ze studeren aan een onderzoeksorganisatie genoemd in paragraaf 3.1. De kosten hiervan kunt u binnen het project opvoeren als materiële kosten. Er is geen maximum aan het aantal studenten dat kan meewerken in het project.

3.2.1.4 Wetenschappelijk personeel bij een onderzoeksorganisatie in het buitenland

Het is mogelijk om loonkosten van buitenlandse onderzoeksorganisaties op te voeren voor weten-



schappelijk personeel. Er kan maximaal 50% van het subsidiebedrag worden aangevraagd voor personeel bij onderzoeksorganisaties in het buitenland.

3.2.2 Materieel

Financiering kan worden aangevraagd voor alle project-specifieke materiële kosten. Voor deze kosten geldt een maximum van 25% van het subsidiebedrag dat gealloceerd is voor personele kosten. Er kan maximaal 50% van het subsidiebedrag voor materieel worden aangevraagd voor onderzoeksorganisaties in het buitenland.

3.2.3 Investeringsen

Financiering kan worden aangevraagd voor investeringen in apparatuur, infrastructuur en andere onderzoeksmiddelen die na afloop van het project economische waarde hebben of kunnen worden hergebruikt. Loonkosten van personeel dat de apparatuur, infrastructuur en andere onderzoeksmiddelen in staat van gereedheid brengt, kan worden opgevoerd als onderdeel van de investering. De tarieven en voorwaarden van Personeel zijn hierbij van toepassing en de kosten moeten worden opgevoerd als Investering. Investeringsen kunnen alleen worden gedaan bij onderzoeksorganisaties genoemd in paragraaf 3.1.

Er kan maximaal € 500.000 worden aangevraagd voor investeringen. Hiervoor geldt een eigen bijdrage van ten minste 25% door de aanvragende onderzoeksorganisatie bij de financiering van de aanschaf.

3.2.4 Kennisbenutting

Financiering kan worden aangevraagd voor activiteiten die bevorderen dat kennis uit het onderzoek wordt benut,⁹ om zo de maatschappelijke impact van het onderzoek te vergroten.

Het is verplicht om een bedrag op te voeren voor kennisbenutting. Deze kosten zijn ten minste 5% en maximaal 20% van het subsidiebedrag.

3.2.5 Projectmanagement

Het is verplicht subsidie aan te vragen voor projectmanagement. Maximaal 5% van het subsidiebedrag kan hiervoor worden ingezet.

3.3 Het opstellen en indienen van de aanvraag

Deze Call for proposals kent drie fases:

1. Aanmelden voor collaboratieve workshops (voor hoofdaanvragers verplicht)
2. Deelname aan collaboratieve workshops
3. Het indienen van een aanvraag

Zie voor een volledig overzicht van alle indieningseisen paragraaf 3.4.1.

Het is verplicht uw aanvraag in het Engels op te stellen.

Het indienen van een aanvraag kan alleen via het online aanvraagstelsel ISAAC. Aanvragen die niet via ISAAC zijn ingediend, worden niet in behandeling genomen.

U bent als hoofdaanvrager verplicht een aanvraag via uw eigen persoonlijke ISAAC-account in te dienen.

Het is belangrijk om tijdig te beginnen met uw aanvraag in ISAAC:

- indien u nog geen ISAAC-account heeft, dient deze op tijd te worden aangemaakt om eventuele aanmeldproblemen te voorkomen;
- nieuwe onderzoeksorganisaties moeten eventueel nog door NWO toegevoegd worden aan ISAAC;
- u moet ook online nog gegevens invoeren.

Aanvragen die na de deadline worden ingediend, neemt NWO niet in behandeling.

Voor vragen van technische aard verzoeken wij u contact op te nemen met de ISAAC-helpdesk, zie contact (hoofdstuk 6).

⁹ Alle activiteiten die worden aangevraagd onder deze budgetmodule moeten passen binnen de definitie van "Activiteiten inzake kennisoverdracht" die door de Europese Commissie wordt gehanteerd in de Kaderregeling betreffende staatssteun voor onderzoek, ontwikkeling en innovatie (PbEU 2022, C 414).



Werkt een hoofd- en/of medeaanvrager bij een onderzoeksorganisatie die niet is opgenomen in de database van ISAAC? U kunt dit dan melden via relatiebeheer@nwo.nl zodat de onderzoeksorganisatie kan worden toegevoegd. Hier zijn enige dagen voor nodig. Daarom is het van belang dit uiterlijk een week voor de deadline te melden.

NWO gaat ervan uit dat de aanvrager de onderzoeksorganisatie waar zij/hij werkzaam is heeft geïnformeerd over het indienen van de aanvraag en dat de onderzoeksorganisatie de subsidievoorwaarden van deze Call for proposals aanvaardt.

3.3.1 Het aanmelden voor de collaboratieve workshops

De eerste fase van deze Call for proposals omvat twee opeenvolgende collaboratieve workshops.

Een aanmelding voor de collaboratieve workshops wordt ingediend via een formulier op de NWO callpagina. De aanmelding omvat de expertise van een individu en de bijdrage die geleverd wordt aan de gewenste impact op het thema van de Call for proposals.

De inhoudelijke basis van de collaboratieve workshops wordt gevormd vanuit de aanmeldingen (zie ook paragraaf 4.2.2). De aanmeldingen met daarin de inhoudelijke expertise van deelnemers worden gedeeld met de workshopdeelnemers.

Zowel onderzoekers als maatschappelijke partijen worden uitgenodigd om deel te nemen aan de workshops, en gezamenlijk aanvragen in wording vorm te geven.

Maatschappelijke partijen worden uitdrukkelijk uitgenodigd om zich aan te melden voor de workshops.

3.3.2 Het opstellen en indienen van de aanvraag

Een aanvraag wordt opgesteld (en ingediend) na afloop van de collaboratieve workshops, waarin uitwisseling van ideeën heeft plaatsgevonden, mogelijke samenwerking met andere deelnemers aan de workshops zijn verkend en waar de cruciale eerste afspraken voor gezamenlijke uitwerking van de aanvraag zijn gemaakt. Consortia kunnen na de workshops hun consortium verrijken met de benodigde partners.

De hoofdaanvrager moet aan beide collaboratieve workshops van het betreffende thema hebben deelgenomen of er dient een vervanger aanwezig te zijn geweest. Hiervan stelt de deelnemer NWO uiterlijk één werkdag voor aanvang van de betreffende workshop via e-mail (nwa-orc2025@nwo.nl) op de hoogte.

Voor het opstellen van uw aanvraag doorloopt u de volgende stappen:

- download het aanvraagformulier vanuit het online aanvraagstelsel ISAAC of vanaf de website van NWO (op de website van het betreffende financieringsinstrument);
- vul het aanvraagformulier in;
- sla het formulier op als pdf en dien het met de eventueel verplichte bijlage(n) in ISAAC in;
- vul de online in ISAAC gevraagde gegevens in.

Verplichte bijlagen:

- begroting;
- generiek bestedingsplan indien van toepassing (zie paragraaf 3.2);
- steunverklaringen (zonder cofinanciering);
- verklaring cofinancier(s) (verplicht indien van toepassing);
- bevestiging van bijdrage aan investeringen (verplicht indien van toepassing, zie paragraaf 7.1);
- garantstelling voor continuïteit in de projectbegeleiding (verplicht indien van toepassing, zie paragraaf 3.1);
- formulier ‘Statement and signature’.

De bijlage dient conform het door NWO aangeboden template opgesteld te worden. Bijlagen dienen los van de aanvraag in ISAAC geüpload te worden. Alle bijlagen, met uitzondering van de begroting, dienen als pdf-bestand (zonder beveiliging) te worden ingediend. De begroting moet als Excel-bestand worden ingediend in ISAAC.

Indien er cofinanciering wordt bijgedragen dient op het moment van indienen in de bijgesloten verklaringen cofinanciering de volledige cofinanciering te zijn toegezegd volgens de voorwaarden beschreven in paragraaf 3.5.6.

Andere bijlagen dan hierboven vermelde bijlagen zijn niet toegestaan.

3.4 Indieningsvoorwaarden

3.4.1 Formele voorwaarden voor indiening

NWO toetst uw aanvraag op alle in deze Call for proposals gestelde voorwaarden, inclusief onderstaande voorwaarden. Alleen als uw aanvraag aan deze voorwaarden voldoet, wordt deze toegelaten tot de beoordelingsprocedure. U wordt gevraagd om na indiening van een aanvraag beschikbaar te zijn om eventuele administratieve correcties door te voeren en zo (alsnog) te voldoen aan de voorwaarden voor indiening.

Deze voorwaarden zijn:

- de hoofdaanvrager en medeaanvrager(s) voldoen aan de in paragraaf 3.1 gestelde voorwaarden;
- de cofinanciers voldoen aan de in paragraaf 3.1.3 gestelde voorwaarden;
- het aanvraagformulier is, na eventueel verzoek tot aanvulling of wijziging, juist, compleet en volgens de instructies ingevuld;
- de aanvraag voldoet aan de DORA-richtlijnen zoals beschreven in paragraaf 4.1;
- de aanvraag is ingediend via het ISAAC-account van de hoofdaanvrager;
- de aanvraag is ontvangen voor de gestelde deadline;
- de aanvraag is in het Engels opgesteld;
- de begroting in de aanvraag is volgens de voorwaarden van deze Call for proposals opgesteld (gebruikmakend van het beschikbaar gestelde format dat de meest recente tarieven bevat);
- het voorgestelde project heeft een looptijd van minimaal 4 en maximaal 8 jaar;
- alle vereiste bijlagen zijn, na eventueel verzoek tot aanvulling of wijziging, compleet en volgens de instructies ingevuld en conform de voorwaarden van deze Call for proposals opgesteld en ingediend.
- de hoofdaanvrager of een vervanger (zie paragraaf 3.3.2) is aanwezig geweest bij beide collaboratieve workshops van het betreffende thema (zie paragraaf 3.3.1 en 4.2.2).
- Indien van toepassing: de cofinanciering is, na eventueel verzoek tot aanvulling of wijziging, correct en volledig toegezegd middels verklaringen cofinanciering;

3.5 Subsidievoorwaarden

Op alle aanvragen zijn de NWO Subsidieregeling 2024 en het Akkoord bekostiging wetenschappelijk onderzoek van toepassing.

3.5.1 Naleving Nationale leidraad kennisveiligheid

Wetenschap van wereldklasse kan profiteren van internationale samenwerking. De Nationale leidraad kennisveiligheid (hierna: de Leidraad) helpt kennisinstellingen ervoor te zorgen dat internationale samenwerking veilig kan plaatsvinden. Bij kennisveiligheid gaat het om ongewenste overdracht van gevoelige kennis en technologie die de nationale veiligheid aantast; om heimelijke beïnvloeding van onderwijs en onderzoek door statelijke actoren, en daarmee de academische vrijheid en de sociale veiligheid in gevaar brengt; en om ethische kwesties die kunnen spelen in de samenwerking met landen die de grondrechten niet respecteren.

Het is de verantwoordelijkheid van de aanvrager om na te gaan of het project in lijn is en blijft met de Leidraad. Met het indienen van de aanvraag committeert de aanvrager zich aan de overwegingen in deze Leidraad. In geval van het vermoeden van schending van de Leidraad bij een bij NWO ingediende aanvraag voor projectfinanciering of een door NWO gefinancierd project, kan NWO de aanvrager verzoeken om een risicoafweging te overleggen waaruit blijkt dat de overwegingen uit de Leidraad zijn gevolgd. Indien de aanvrager niet aan het verzoek van NWO voldoet of als de risicoafweging klaarblijkelijk een schending van de Leidraad behelst, kan dit gevolgen hebben voor de subsidieverlening of vaststelling door NWO. Ook kan NWO in een voorkomend geval nadere voorwaarden opnemen in de toewijzingsbrief.

De Nationale leidraad kennisveiligheid vindt u op de website van de Rijksoverheid: [Home | Loket Kennisveiligheid](#).

3.5.2 Datamanagement

Resultaten van wetenschappelijk onderzoek moeten kunnen worden gerepliceerd, geverifieerd en gefalsificeerd. In het digitale tijdperk betekent dit dat behalve publicaties ook onderzoeksdata zo veel mogelijk vrij toegankelijk moeten zijn. NWO verwacht dat de onderzoeksdata die voortkomen uit projecten die door NWO zijn gefinancierd zo veel mogelijk vrij beschikbaar komen voor hergebruik door andere onderzoekers. NWO hanteert daarbij het principe: “zo open als mogelijk, beschermd indien nodig”. Van onderzoekers wordt verwacht dat zij ten minste die data en/of niet-numerieke resultaten die ten grondslag liggen aan de conclusies van binnen het project gepubliceerde werken



openbaar maken, gelijktijdig met de publicatie zelf. Eventuele kosten die hiervoor worden gemaakt, kunnen worden meegenomen in de projectbegroting. Onderzoekers maken kenbaar hoe met data voortkomend uit het project wordt omgegaan aan de hand van de datamanagementparagraaf in de aanvraag, en het datamanagementplan na toewijzing van subsidie.

Datamanagementparagraaf

De datamanagementparagraaf maakt deel uit van de aanvraag. Onderzoekers wordt gevraagd reeds voor aanvang van het onderzoek te bedenken hoe de verzamelde data geordend en gecategoriseerd moeten worden zodat zij vrij beschikbaar kunnen worden gesteld. Vaak zullen al vóór het tot stand komen van de data en de analyse daarvan maatregelen getroffen moeten worden om opslag en deling later mogelijk te maken. Indien niet alle data voortkomende uit het project openbaar gemaakt kunnen worden, bijvoorbeeld om redenen van privacy, ethiek of valorisatie, dient de aanvrager dit beargumenteerd kenbaar te maken in de datamanagementparagraaf.

De datamanagementparagraaf wordt niet beoordeeld en daarom ook niet meegewogen in de beslissing om een aanvraag al dan niet toe te wijzen. Zowel de referenten als de commissie kunnen wel advies geven met betrekking tot de datamanagementparagraaf.

3.5.3 Wetenschappelijke integriteit

Het project dat NWO financiert moet, conform de NWO Subsidieregeling, worden uitgevoerd in overeenstemming met de nationaal en internationaal aanvaarde normen van wetenschappelijk handelen zoals neergelegd in de Nederlandse Gedragscode Wetenschappelijke Integriteit (2018). Met het indienen van de aanvraag committeert de aanvrager zich aan deze code. In geval van (mogelijke) schending van deze normen bij een door NWO gefinancierd project, dient de aanvrager NWO hiervan onverwijld op de hoogte te stellen en dient deze alle ter zake relevante documenten aan NWO te overleggen. Meer informatie over de gedragscode en het beleid op het gebied van wetenschappelijke integriteit vindt u op de website: Wetenschappelijke integriteit | NWO.

3.5.4 Ethische verklaring of vergunning

Het is de verantwoordelijkheid van de aanvrager om na te gaan of voor de uitvoering van het voorgestelde project een ethische verklaring of vergunning noodzakelijk is. De aanvrager dient ervoor te zorgen dat deze tijdig wordt verkregen bij de relevante instelling of ethische commissie. Het wel of niet hebben van een ethische verklaring of vergunning op het moment van het aanvraagproces heeft geen invloed op de beoordeling van de aanvraag. Als er een ethische verklaring of vergunning nodig is voor (een deel van) het onderzoek dan moet de projectleider een kopie van deze verklaring of vergunning aan NWO verstrekken nadat het project is toegewezen, en in ieder geval uiterlijk voordat de uitvoering van het onderdeel van het project waarvoor de verklaring nodig is van start gaat. Het deel van het project waarvoor de verklaring en/of vergunning vereist is, kan uiteraard (nog) niet worden uitgevoerd zolang er geen verklaring of vergunning is verstrekt.

3.5.5 Nagoya Protocol

Het Nagoya Protocol zorgt voor een eerlijke en billijke verdeling van voordelen voortvloeiende uit het gebruik van genetische rijkdommen (Access and Benefit Sharing; ABS). Onderzoekers die voor hun onderzoek gebruikmaken van genetische bronnen in/uit het buitenland dienen zich op de hoogte te stellen van het Nagoya Protocol (Home | ABS Focal Point). NWO gaat ervan uit dat zij de noodzakelijke acties ten aanzien van het Nagoya Protocol nemen.

3.5.6 Cofinanciering

Op alle aanvragen is de Regeling Cofinanciering | NWO van toepassing.

Aanvullende definities:

- In kind cofinanciering: gekapitaliseerde personele en/of materiële bijdragen van gebruikers.
- Cash cofinanciering wordt gebruikt ter dekking van een deel van de totale projectkosten en vormt samen met de door NWO verstrekte subsidie de benodigde financiële middelen.

Cofinanciering is in deze Call for proposals niet verplicht. Het is wel mogelijk cofinanciers toe te voegen in de aanvraag. Onderscheid wordt gemaakt tussen cash cofinanciering (te innen door de hoofdaanvrager), die dient als dekking voor de begroting van de projectactiviteiten beschreven in de aanvraag, en in kind cofinanciering, die kan bestaan uit personele en/of materiële inbreng van de betrokken organisaties.

Voor cofinanciering gelden de volgende uitgangspunten:

- NWO is hoofdfinancier van een aanvraag. Aanvragen waarbij de cofinanciering van de cofinanciers meer dan 49% van de totale projectkosten bedraagt, worden niet in behandeling genomen;
- In kind bijdragen worden alleen geaccepteerd onder de voorwaarde dat het gedeelte dat door de cofinancier wordt ingebracht integraal onderdeel is van de projectactiviteiten en als identificeerbare inspanning kan worden gevolgd of aangemerkt. Bij vragen kan NWO verzoeken om nadere motivering en bewijsstukken van de gehanteerde tarieven en eveneens om aanpassing. Daarnaast mogen eventuele in kind bijdragen in de vorm van diensten en know how niet reeds bij de kenninstelling(en) van de aanvrager(s) beschikbaar of voorhanden zijn;
- Voor het kapitaliseren van de personele inbreng (mensuren) aan een project worden vaste integrale uurtarieven gebruikt. Voor de tarieven, zie de Handleiding Overheidstarieven (HOT), tabel 2 onder 2.2 'gemiddelde totale loonkosten per salarisschaal', kolom 'Uurtarief productieve uren, excl. btw'. Hierbij dient het tarief te worden gebruikt dat de werkelijke loonkosten het dichtst benadert;
- Cash cofinanciering is het netto bedrag dat een cofinancier betaalt aan de hoofdaanvrager. De hoofdaanvrager factureert cash cofinanciering en eventuele btw aan de cofinancier.

Niet toelaatbaar als cash/in kind cofinanciering zijn¹⁰:

- Door NWO verstrekte subsidie;
- Cofinanciering mag niet afkomstig zijn van partijen die op grond van deze Call for proposals een aanvraag bij NWO kunnen indienen;
- Kosten m.b.t. overhead, begeleiding en consultancy.

Verklaring cofinanciering deelnemende cofinanciers

In een verklaring cofinanciering spreekt de cofinancier inhoudelijke en/of financiële steun uit aan het project en bevestigt deze de toegezegde cofinanciering. Verklaringen cofinanciering van cofinanciers die worden genoemd in de aanvraag zijn verplichte bijlagen bij het indienen van de aanvraag. De verklaring cofinanciering moet zijn ondertekend door een tekenbevoegd persoon van de cofinancier. NWO stelt een verplicht format voor de verklaring cofinanciering beschikbaar op de financieringspagina van deze Call for proposals op de NWO website en in ISAAC.

In geval van toewijzing dient de cofinancier zijn bijdrage(n) te bevestigen in de consortiumovereenkomst. In deze overeenkomst worden ook verdere afspraken gemaakt tussen de cofinancier(s) en de aanvrager(s) (zie paragraaf 5.1.6).

Verantwoording cash en in kind cofinanciering

De verhouding cofinanciering (zowel cash als in kind) en de door NWO verstrekte subsidie in deze Call for proposals is van toepassing vanaf het indienen van een aanvraag tot en met de vaststelling van de subsidie. Cash cofinanciering heeft invloed op het subsidiebedrag dat NWO verstrekt omdat zowel de bijdrage van NWO als cash cofinanciering voor dezelfde project specifieke kosten gebruikt worden (in tegenstelling tot cofinanciering in kind).

Ambtshalve indexeren als gevolg van wijziging van de tarieven na indiening van een aanvraag heeft geen invloed op de verhouding en cofinancieringseis voor de NWO bijdrage. NWO gaat uit van de verhouding in de door NWO toegewezen aanvraagbegrotingen.

Bij vaststelling van een project wordt het definitieve subsidiebedrag bepaald aan hand van de eindverantwoording, de financiële voorwaarden en de verhouding cofinanciering zoals vermeld in de aanvraagbegroting.

In geval van gedeeltelijk geleverde cash cofinanciering (door onvoorziene omstandigheden, zoals faillissementen) gaat NWO voor haar bijdrage uit van de oorspronkelijke subsidieverlening, rekening houdend met de wel geleverde cash cofinanciering en de geldende minimale cofinancieringseis, indien deze van toepassing is.

Cash cofinanciering boven de cofinancieringseis heeft invloed op de gehanteerde verhouding tussen cofinanciering en door NWO verstrekte subsidie. Indien een project cash cofinanciering kent boven de cofinancieringseis en er bij vaststelling sprake is van gedeeltelijk geleverde cash cofinanciering, is de NWO bijdrage nooit hoger dan de oorspronkelijke bijdrage uit de subsidieverlening. De verhouding van de NWO bijdrage is dan maximaal de bijdrage die volgt uit de cofinancieringseis.

¹⁰ Zie voor niet toelaatbare cofinanciering ook de Regeling Cofinanciering, artikel 6



Te allen tijde dient NWO onverwijld op de hoogte gesteld te worden van problemen in verwachte cofinanciering (cash en/of in kind). Naast financiële gevolgen voor een project, kan NWO ook adequate wijzigingen in een project verlangen als wijzigingsverzoek, zodat het onderzoek naar beste vermogen vervolgd kan worden.

3.5.7 Steunverklaring samenwerkingspartner

In een steunverklaring (zonder co financiering) spreekt de samenwerkingspartner steun uit aan het project en beschrijft diens rol binnen het project. NWO stelt een standaard format beschikbaar op de financieringspagina.

In geval van toewijzing dient de samenwerkingspartner diens deelname aan het project te bevestigen in de consortiumovereenkomst. Tevens worden in deze overeenkomst verdere afspraken gemaakt tussen de samenwerkingspartner(s) en de aanvrager(s) (zie ook paragraaf 5.1.6).

4 Beoordelingsprocedure

Dit hoofdstuk beschrijft allereerst de beoordeling volgens de DORA-principes (paragraaf 4.1) en hoe de beoordelingsprocedure verloopt (paragraaf 4.2). Vervolgens somt het de criteria op waaraan de beoordelingscommissie uw aanvraag toetst (paragraaf 4.3).

Voor alle bij de beoordeling en/of besluitvorming betrokken personen en betrokken NWO- medewerkers is de NWO Code Persoonlijke Belangen van toepassing (Code persoonlijke belangen | NWO) .

NWO streeft naar een inclusieve cultuur, waarin geen plaats is voor bewuste of onbewuste barrières vanwege culturele, etnische of religieuze achtergrond, gender, seksuele oriëntatie, gezondheid of leeftijd (Diversiteit en inclusie | NWO). NWO stimuleert referenten en leden van een beoordelingscommissie actief om zich bewust te worden van impliciete associaties en te proberen deze te minimaliseren. NWO voorziet hen van informatie over concrete manieren om de beoordeling van een aanvraag te verbeteren.

4.1 De San Francisco Declaration (DORA)

NWO is ondertekenaar van de San Francisco Declaration on Research Assessment (DORA). DORA is een wereldwijd initiatief dat beoogt de manier waarop onderzoek en onderzoekers worden beoordeeld te verbeteren. DORA bevat aanbevelingen voor onderzoeksfinanciers, onderzoeksinstellingen, wetenschappelijke tijdschriften en andere partijen.

DORA richt zich op het terugdringen van het onkritisch gebruik van bibliometrische indicatoren en het wegnemen van onbewuste vooringenomenheid (unconscious bias) bij de beoordeling van onderzoek en onderzoekers. Overkoepelende filosofie van DORA is dat onderzoek moet worden beoordeeld op zijn eigen kwaliteiten en verdiensten in plaats van op basis van afgeleide indicatoren, zoals het tijdschrift waarin het onderzoek wordt gepubliceerd.

NWO gaat bij het beoordelen van het wetenschappelijk track record van aanvragers uit van een brede definitie van wetenschappelijke output.

NWO verzoekt commissieleden en referenten bij de beoordeling van aanvragen niet af te gaan op indicatoren als de Journal Impact Factor of de h-index. U mag deze niet vermelden in uw aanvraag. Wel mag u naast publicaties ook andere wetenschappelijk producten te vermelden, zoals datasets, patenten, software en code enzovoort.

Voor meer informatie over wat NWO doet om de principes van DORA te implementeren zie: DORA | NWO.

4.2 Procedure

De aanvraagprocedure bestaat uit de volgende stappen:

- aanmelding voor de workshops
- (voor hoofdaanvrager of een vervanger (zie paragraaf 3.3.2) verplichte) deelname aan de collaboratieve workshops;
- indiening van de aanvraag;
- in behandeling nemen van de aanvraag;
- peer review door referenten;
- weerwoord;
- preadvisering beoordelingscommissie;
- interviewselectie;



- interview;
- vergadering van de beoordelingscommissie;
- besluitvorming.

Beoordelingscommissie

NWO verdeelt de aanvragen over verschillende thematische clusters. Voor elk thematisch cluster wordt door de raad van bestuur van NWO een externe, onafhankelijke, breed samengestelde beoordelingscommissie ingesteld, bestaande uit vertegenwoordigers uit de wetenschap en de gehele kennisketen, inclusief maatschappelijke stakeholders en vertegenwoordigers vanuit de doelgroep, met kennis van het vakgebied. Formuleer uw aanvraag daarom helder en begrijpelijk voor experts met een diverse achtergrond.

De beoordeling van aanvragen vindt plaats binnen een relevant thematisch cluster. In onderliggende paragrafen verwijst de term 'beoordelingscommissie' steeds naar de 'clusterbeoordelingscommissie'.

De taak van de beoordelingscommissie is om de aanvragen en de daarop betrekking hebbende stukken in onderlinge samenhang en op eigen merites te beoordelen op basis van de beoordelingscriteria in deze Call for proposals.

4.2.1 Collaboratieve workshops

De collaboratieve workshops hebben als doel het bevorderen van optimale netwerkvorming rond de thema's en het stimuleren van samenwerking. De expertises van de deelnemers, hun bijdragen aan het callthema vormen de basis voor het gesprek tijdens de workshops. De workshops bieden de mogelijkheid om ideeën te combineren en brede vernieuwende consortia te vormen (krachtenbundeling). Het is vervolgens aan de deelnemers om samenwerking aan te gaan in kennisketenbrede, inter- en transdisciplinaire vernieuwende consortia en gezamenlijk de aanvraag uit te werken. Meer informatie over de workshops zal ook bekend worden gemaakt op de NWO callpagina.

NWO organiseert per thema twee opeenvolgende collaboratieve workshops.

De hoofdaanvrager dient aan beide workshops te hebben deelgenomen. De collaboratieve workshops zijn nadrukkelijk ook toegankelijk voor maatschappelijke partijen. Op deze manier krijgen zij ook de kans om aan te sluiten bij consortia in wording, die zich ontwikkelen tijdens de workshops.

4.2.2 Indiening van een aanvraag

Voor indiening van de aanvraag is een standaardformulier beschikbaar op de financieringspagina van deze Call for proposals op de website van NWO. In uw aanvraag moet u zich houden aan de vragen die in dit formulier staan en aan de werkwijze die in de toelichting staat. Ook moet u zich houden aan de voorwaarden voor het maximale aantal woorden en pagina's.

Uw ingevulde aanvraagformulier moet voor de deadline via ISAAC zijn ontvangen (zie paragraaf 1.3). Na dit tijdstip kunt u geen aanvraag meer indienen. De hoofdaanvrager ontvangt na indiening van de aanvraag een ontvangstbevestiging.

4.2.3 In behandeling nemen van de aanvraag

Zo snel mogelijk nadat u uw aanvraag heeft ingediend, hoort u of NWO uw aanvraag in behandeling neemt. NWO bepaalt dit aan de hand van een aantal administratief-technische criteria (zie de formele voorwaarden voor indiening, paragraaf 3.4). Alleen als uw aanvraag hieraan voldoet, kan NWO deze in behandeling nemen.

Houdt er rekening mee dat NWO u binnen twee weken na de indieningsdeadline kan benaderen om eventuele administratieve correcties door te voeren om (alsnog) te voldoen aan de voorwaarden voor indiening. U krijgt één keer de gelegenheid om de correcties door te voeren, hiervoor krijgt u tien werkdagen de tijd.

4.2.4 Peer review door referenten

Voordat de beoordelingscommissie zich over uw aanvraag buigt, vraagt NWO eerst input van tenminste twee externe referenten. Dit zijn onafhankelijke adviseurs die deskundig zijn op het onderwerp van de aanvraag. Zij beoordelen de aanvraag op basis van de in de Call for proposals genoemde beoordelingscriteria (paragraaf 4.3).

Het is mogelijk om (maximaal drie) non-referenten op te geven. Aanvragers kunnen deze non-referenten opgeven in ISAAC, tegelijk met het indienen van de aanvraag. NWO zal deze non-referenten niet benaderen om als externe referent de aanvraag te beoordelen.

4.2.5 Weerwoord

De hoofdaanvrager ontvangt geanonimiseerde referentenrapporten. U heeft daarna de gelegenheid om een weerwoord te formuleren. U krijgt tien werkdagen de tijd om uw weerwoord via ISAAC in te dienen. Mocht u besluiten de aanvraag in te trekken, dan dient u dit zo snel mogelijk per e-mail aan het bureau te melden en de aanvraag in ISAAC in te trekken. Indien NWO uw weerwoord na de deadline ontvangt, wordt het niet meegenomen in de verdere procedure.

4.2.6 Preadvisering beoordelingscommissie

Hierna worden uw aanvraag, de referentenrapporten en uw weerwoord voor commentaar voorgelegd aan enkele leden van de beoordelingscommissie (de preadviseurs). De preadviseurs geven schriftelijk een inhoudelijk en beargumenteerd commentaar op de aanvraag. Zij formuleren dit commentaar aan de hand van de inhoudelijke beoordelingscriteria (zie paragraaf 4.3.1) en geven de aanvraag per beoordelingscriterium een cijfermatige score. Hierbij wordt de NWO scoretabel gehanteerd (op een schaal van 1 tot 9, waarbij '1' excellent is en '9' ontoereikend). De preadviseurs inventariseren daarnaast welke onderdelen tijdens het interview verhelderd, toegelicht of verdiept dienen te worden.

4.2.7 Interviewselectie

In principe worden alle consortia die een aanvraag hebben ingediend uitgenodigd voor een interview met de beoordelingscommissie. Indien het aantal aanvragen binnen een thema driemaal het verwachte aantal toe te wijzen aanvragen overschrijdt, dan kan de beoordelingscommissie besluiten om alleen een selectie van de consortia op interview uit te nodigen.

Om tot deze selectie te komen worden de aanvragen, de referentenrapporten en het weerwoord aan de beoordelingscommissie voorgelegd. De beoordelingscommissie maakt op basis hiervan een eigen afweging die resulteert in een ranglijst. Vervolgens ontvangen de hoogst geprioriteerde aanvragers een uitnodiging voor een interview. Dit zal per thema maximaal driemaal het verwachte aantal toe te wijzen aanvragen betreffen. Als na de interviewselectie blijkt dat twee of meer aanvragen op basis van hun gewogen totaalscore niet van elkaar te onderscheiden zijn, dan is er sprake van een ex aequo-situatie (zie paragraaf 4.2.11).

4.2.8 Interview

Tijdens het interview heeft de beoordelingscommissie de gelegenheid om vragen te stellen, ook nieuwe vragen die nog niet door de referenten zijn opgeworpen. Het consortium kan hier tijdens het interview in de discussie met de commissie op reageren. Op deze wijze wordt nader hoor- en wederhoor toegepast. Het interview is een belangrijk onderdeel van de beoordelingen en kan leiden tot bijstelling van de beoordeling en de score van de aanvraag tot dan toe.

4.2.9 Vergadering van de beoordelingscommissie

De beoordelingscommissie maakt op basis van het beschikbare materiaal een eigen afweging. Hierbij geldt dat de referentenrapporten in belangrijke mate richtinggevend zijn voor de uiteindelijke beoordeling, maar niet per se onverkort worden overgenomen door de beoordelingscommissie. De commissie weegt de argumenten van de referenten (ook onderling) en bekijkt of in het weerwoord een goede reactie is geformuleerd op de kritische opmerkingen uit de referentenrapporten. De commissie heeft bovendien, anders dan de referenten, zicht op de kwaliteit van de overige ingediende aanvragen en weerwoorden. Dit brengt met zich mee dat de commissie tot een andere beoordeling kan komen dan de referenten.

De commissie stelt naar aanleiding van de bespreking een schriftelijk advies op aan de raad van bestuur over de kwaliteit en prioritering van de aanvragen. Dit advies baseert zij op de beoordelingscriteria. De aanvraag als geheel moet tenminste de kwalificatie 'zeer goed' krijgen om in aanmerking te komen voor de subsidie. Daarnaast moet de aanvraag op het beoordelingscriterium 'Probleemstelling en -analyse' tenminste de kwalificatie 'zeer goed' en op de overige afzonderlijke beoordelingscriteria tenminste de kwalificatie 'goed' krijgen.

Voor meer informatie over de kwalificaties zie Financiering aanvragen, hoe werkt dat? | NWO.

Als na de bespreking van de aanvragen blijkt dat twee of meer aanvragen op basis van hun gewogen



totaalscore niet van elkaar te onderscheiden zijn, dan is er sprake van een ex aequo-situatie (zie paragraaf over ex aequo).

4.2.10 Ex aequo

Onder ex aequo verstaat NWO de situatie waarin twee of meer aanvragen op basis van hun gewogen score niet van elkaar te onderscheiden zijn. Een ex aequo situatie is relevant rondom de grens van het subsidieplafond of de selectiegrens. Of er sprake is van een ex aequo situatie wordt als volgt bepaald. Het uitgangspunt is de door de beoordelingscommissie opgestelde prioritering, met eindscores afgerond op 2 decimalen. De referentiescore is de score van de laagst geprioriteerde aanvraag binnen de grens van het subsidieplafond of de selectiegrens. Alle aanvragen met een score die 0,05 of minder van de referentiescore af liggen, worden in overweging genomen. Zo worden de aanvragen geselecteerd die binnen 0,10 gelijk zijn. Indien een ex aequo situatie zich voordoet op de grens van het subsidieplafond of de selectiegrens, dan zal de aanvraag met de hoogste score op het criterium 'Probleemstelling- en analyse' als hoogste eindigen. Dit criterium wordt als eerste beschouwd vanwege zijn centrale rol bij het beoordelen van de relevantie en urgentie van het voorgestelde onderzoek en de aansluiting bij het thema. Als de ex aequo situatie daarmee niet wordt doorbroken, zal de aanvraag met de hoogste score op het criterium 'Kwaliteit van het consortium' als hoogste eindigen. Dit benadrukt het belang van een goed samengesteld en samenwerkend consortium, wat in lijn is met de NWA ORC-doelstellingen die samenwerking en inter- en transdisciplinariteit bevorderen. Als de ex aequo situatie daarmee niet wordt doorbroken, zal de aanvraag met de hoogste score op het criterium 'Kwaliteit van het onderzoek' als hoogste eindigen. Excellent onderzoek is een cruciale factor voor de vooruitgang van wetenschappelijke kennis en maatschappelijke impact. Als de ex aequo situatie daarmee niet wordt doorbroken, zal de aanvraag met de hoogste score op het criterium 'Verwachte impact en route naar impact' als hoogste eindigen. Als ook dan aanvragen gelijk eindigen bepaalt de beoordelingscommissie met behulp van een (anonieme) meerderheidsstemming de prioritering (conform artikel 2.2.6, vijfde lid, van de NWO Subsidieregeling). Als ook stemming geen uitsluitsel biedt, of niet gewenst is, wordt de ex aequo situatie doorgestuurd naar het besluitnemend orgaan.

4.2.11 Besluitvorming

Tot slot toetst de raad van bestuur van NWO de gevolgde procedure en het advies van de beoordelingscommissie. Vervolgens stelt het bestuur de definitieve kwalificaties vast en besluit over toe- en afwijzing van de aanvragen.

4.2.12 Tijdpad

Hieronder treft u het tijdpad aan voor deze Call for proposals. Het kan zijn dat NWO het noodzakelijk acht om tijdens de lopende procedure nog aanpassingen in het tijdpad van deze Call for proposals aan te brengen. Uiteraard ontvangt u hierover op tijd bericht.

Verzoek toetsing indien van toepassing:(buitenlandse) organisatie

20 januari 2026, voor 14:00:00 CET	Deadline verzoek toetsing indien van toepassing: (buitenlandse) organisatie
------------------------------------	---

Collaboratieve workshops

14 april – 14 mei 2025	Collaboratieve workshops
------------------------	--------------------------

Aanvragen

3 februari 2026, voor 14:00:00 CET	Deadline aanvragen
Maart – mei 2026	Raadplegen referenten
Juni 2026	Aanvragers kunnen een weerwoord indienen
September – oktober 2026	Interviewselectie en interviews
Oktober 2026	Vergadering beoordelingscommissie
Oktober 2026	Besluit bestuur

4.3 Criteria

4.3.1 Inhoudelijke beoordelingscriteria

De aanvragen die binnen deze Call for proposals worden ingediend worden inhoudelijk beoordeeld aan de hand van de volgende criteria:

1. Probleemstelling en -analyse (20%)
2. Verwachte impact en route naar impact (20%)
3. Kwaliteit van het consortium (30%)
4. Kwaliteit van het onderzoek (30%)

Binnen de vier beoordelingscriteria worden de volgende aspecten onderscheiden:

1. Probleemstelling en -analyse

- Helder geformuleerde probleemstelling en resulterende kennisvragen, logisch gerelateerd en bijdragend aan de doelstelling van de Call for proposals en het daarbinnen geformuleerde thema waarop de aanvraag betrekking heeft.
- Maatschappelijke en wetenschappelijke urgentie en relevantie van de probleemstelling.
- Interdisciplinaire en transdisciplinaire karakter van de probleemstelling en de kennisvragen.

2. Beoogde impact en route naar impact

In het geval van Impact Plan benadering

- De beoogde wetenschappelijke en maatschappelijke impact is helder gedefinieerd en volgt logisch uit het/de geïdentificeerde probleem of vraag.
- De Impact pathway beschrijft een heldere route richting de maatschappelijke, impact, inclusief de rol van de betrokken partners.
- Passende strategische activiteiten ten behoeve van het bereiken van de beoogde impact, zoals stakeholder engagement, communicatie, monitoring en evaluatie en capaciteitsontwikkeling.
- Voldoende aandacht voor de belangrijkste risico's op ongewenste maatschappelijke impact en de voorgenomen maatregelen om dit te voorkomen of mitigeren en de kans op gewenste impact te vergroten.

In het geval van Impact Outlook benadering

- De beoogde wetenschappelijke doorbraken zijn helder gedefinieerd en volgen logisch uit het geïdentificeerde probleem of vraag.
- Het consortium hanteert een overtuigende strategie om de geschetste vergezichten (voorziene kansen) op maatschappelijke doorbraken verder te brengen.
- Het consortium voorziet een adequate strategie om gedurende de looptijd onvoorziene kansen te identificeren en waar mogelijk, te exploreren.

3. Kwaliteit van het consortium

- Samenstelling van het consortium sluit logisch aan bij het beoogde project. Het is interdisciplinair met betrokkenheid van relevante maatschappelijke stakeholders en/of burgers en is kennisketenbreed.
- Kwaliteit van de consortiumpartners voor wat betreft benodigde kennis, vaardigheden en expertise voor de uitvoering van het project.
- Actieve betrokkenheid van de partners bij de ontwikkeling van het project (co-design), vanaf de articulatie van de probleemstelling en de kennisvragen, en bij de uitvoering (co-creatie).
- Heldere taak- en rolverdeling binnen het consortium bij uitvoering van het onderzoek en de governance.
- Een concreet en haalbaar plan voor de professionele ontwikkeling van talentvolle jonge en mid-career onderzoekers zowel binnen als buiten de academische wereld.

4. Kwaliteit van het onderzoek

- De wetenschappelijke vraagstelling volgt logisch uit de probleemanalyse en is origineel en vernieuwend voor de betrokken disciplines.
- De voorgestelde aanpak en methodologie zijn geschikt om de concreet geformuleerde doelstellingen te behalen en de vraagstelling te beantwoorden. Het consortium hanteert in de uitvoering zowel een fundamentele als toepassings- en praktijkgerichte aanpak.
- Het geïntegreerde karakter van het interdisciplinaire onderzoek.
- Opzet van het voorgestelde onderzoeksplan: helder omschreven werkpakketten in logische samenhang; passende, goed gemotiveerde, begroting; risico analyse en eventueel back-up plan.

5 Subsidieverplichtingen

In dit hoofdstuk worden de verschillende subsidieverplichtingen toegelicht die – in aanvulling op de in paragraaf 3.5 genoemde subsidievoorwaarden – van toepassing zijn na toewijzing.

5.1.1 Beperking indienen komende Calls for proposals

Hoofdaanvragers van wie de aanvraag in de NWA ORC ronde 2025 is toegewezen, mogen gedurende de looptijd van het toegewezen project geen aanvraag indienen als hoofdaanvrager in volgende rondes van het NWA ORC programma.

5.1.2 Startgesprek

Kort na toewijzing van de projecten vindt een startgesprek plaats tussen de NWO-medewerker die het project begeleidt en in ieder geval de projectleider. Onderwerpen van dit gesprek zijn onder andere informatie over het opstarten van het onderzoek, het organiseren van een kick-off bijeenkomst bij de start van het project, de begeleiding en monitoring en het instellen van de Adviescommissie (zie paragraaf 5.1.3).

5.1.3 Inhoudelijke monitoring

NWO draagt zorg voor de inhoudelijke monitoring van de toegewezen aanvragen. Tijdens de looptijd van dit programma organiseert NWO programmabijeenkomsten. Alle projecten binnen dit thema van de Call for proposals zullen worden uitgenodigd om hieraan deel te nemen.

Bijeenkomsten

NWO organiseert binnen het NWA-programma diverse bijeenkomsten. Wanneer er bijeenkomsten worden georganiseerd die relevant zijn voor de NWA ORC projecten, worden projectleiders hiervoor uitgenodigd. Verwacht wordt dat een afvaardiging van het project participeert en actief bijdraagt.

Adviescommissie

Ter versterking van de monitoring stelt elk consortium een Adviescommissie in. De hoofdtaak van de Adviescommissie is om op basis van het voortgangsverslag de projectleider (op hoofdlijnen) te adviseren over de richting van het project met als doel de kans op wetenschappelijke en/of maatschappelijke impact te maximaliseren.

De Adviescommissie komt tenminste eens per jaar bij elkaar en bestaat uit:

- vertegenwoordiging vanuit de samenwerkingspartner(s);
- vertegenwoordiging vanuit de cofinancier(s) (indien van toepassing);
- minimaal één onafhankelijk, niet bij dit consortium betrokken wetenschappelijk lid;
- minimaal één onafhankelijk, niet bij dit consortium betrokken maatschappelijk lid, relevant voor het verder brengen van de resultaten.

Het consortium voert het secretariaat van de Adviescommissie. Bij de jaarlijkse vergaderingen zijn in ieder geval de hoofdaanvrager en de projectmanager aanwezig, evenals de NWO-medewerker die verantwoordelijk is voor het begeleiden van het project.

5.1.4 Verantwoording en afsluiting

Jaarlijkse rapportage

Consortia rapporteren jaarlijks over de voortgang van het onderzoek, o.a. als voorbereiding op de jaarlijkse vergadering van de Adviescommissie (zie 5.1.3). De projectleider is verantwoordelijk voor deze rapportages over het project, waarin zowel de inhoudelijke als financiële voortgang gerapporteerd moet worden. Ook moet hierin verantwoording van geleverde cofinanciering worden opgevoerd. NWO stelt een format voor de voortgangsrapportage beschikbaar.

Tussentijdse evaluatie

NWA ORC projecten met een looptijd langer dan 4 jaar worden tussentijds geëvalueerd. Deze tussentijdse evaluatie vindt plaats uiterlijk 3 maanden voor het einde van de eerste periode van 4 jaar en bestaat uit een zelfevaluatie door het consortium, uitgevoerd in een gezamenlijke workshop met samenwerkingspartners en andere stakeholders. Voorafgaand aan de zelfevaluatie wordt (indien van toepassing) de begroting voor de resterende looptijd van het project opgesteld alsmede de bijstelling van het projectplan conform de Subsidieregeling 2024 aan NWO ter goedkeuring voorgelegd. Projecten ontvangen te zijner tijd meer informatie over de eisen die NWO stelt aan deze zelfevaluatie.

Afsluiting van een project

Bij afronding van een project zullen inhoudelijke en financiële eindrapportages worden opgevraagd. Na goedkeuring daarvan wordt definitieve hoogte van de subsidie (en cofinanciering) vastgesteld.

5.1.5 Datamanagement

Na toewijzing van een aanvraag dient de aanvrager de datamanagementparagraaf uit te werken tot een datamanagementplan. Aanvragers kunnen hierbij gebruik maken van het advies van de referenten en commissie. De aanvrager beschrijft in het plan of gebruik gemaakt wordt van bestaande data of dat het om een nieuwe dataverzameling gaat en hoe de dataverzameling dan FAIR: vindbaar, toegankelijk, interoperabel en herbruikbaar gemaakt wordt. Het datamanagementplan dient voor indiening te zijn afgestemd met een data steward of vergelijkbare functionaris van de onderzoeksorganisatie waar het project wordt uitgevoerd. NWO beoordeelt het plan zo snel mogelijk. Goedkeuring van het datamanagementplan door NWO is voorwaarde voor de subsidieverlening. Het plan kan tijdens het onderzoek worden bijgesteld.

Meer informatie over het datamanagementprotocol van NWO staat op: Research datamanagement | NWO.

5.1.6 Intellectueel eigendom en consortiumovereenkomst

Met betrekking tot de intellectuele eigendom (IE) geldt het NWO IE-beleid. Het NWO IE-beleid is te vinden in hoofdstuk 4 van de NWO Subsidieregeling 2024.

Aanvragers moeten een door NWO gefinancierd project uitvoeren in de tijd dat ze voor de onderzoeksorganisatie werken. Indien een aanvrager of een door NWO gefinancierde onderzoeker bij meerdere werkgevers is aangesteld, dient de andere werkgever ten behoeve van de aanvrager afstand te doen van eventuele IE-rechten die uit het project voortvloeien.

NWO streeft na dat onderzoeksresultaten toepassing kunnen vinden bij de partners die bij het project zijn betrokken. NWO beoogt enerzijds dat de onderzoeksresultaten van door haar gefinancierde projecten publiek toegankelijk zijn, en anderzijds dat de verdere ontwikkeling van de onderzoeksresultaten wordt gestimuleerd door partijen de mogelijkheid te bieden om deze te exploiteren. Daarbij kan het wenselijk zijn om intellectuele eigendomsrechten over te dragen of een licentie te verlenen aan (een van) de bij het project betrokken private partijen. Het uitgangspunt is dat alle onderzoeksresultaten kunnen worden gepubliceerd met inachtneming van afspraken over publicatieprocedures.

Het afsluiten van een consortiumovereenkomst na toewijzing van de aanvraag is één van de voorwaarden voor de start van het project. In deze overeenkomst worden afspraken gemaakt over intellectueel eigendom en publicatie, kennisoverdracht, geheimhouding, betalingen van cofinanciering en voortgangs- en eindverslagen. Uploaden in ISAAC is noodzakelijk voordat een project kan starten.

De regie om tot de consortiumovereenkomst te komen ligt bij de aanvrager. De model consortiumovereenkomst die NWO beschikbaar stelt dient hiervoor gebruikt te worden. Deze modelovereenkomst is opgesteld conform de NWO Subsidieregeling 2024. NWO is geen partij bij de consortiumovereenkomst.

Partijen hebben de mogelijkheid om te kiezen voor de standaardtekst van NWO in de modelovereenkomst, en zij hebben ook de mogelijkheid om op de onderdelen IE en publicatieprocedure eigen afspraken te maken of reeds bestaande afspraken toe te passen. De model consortiumovereenkomst voorziet hierin.

5.1.7 Maatschappelijk verantwoord licentiëren

Uit het project kan kennis voortkomen die geschikt is voor toepassing in de maatschappij. Bij het aangaan van afspraken over licentie- en/of overdracht van onder deze Call for proposals ontwikkelde onderzoeksresultaten dient rekening te worden gehouden met de tien principes voor maatschappelijk verantwoord licentiëren, zoals opgenomen in het NFU rapport "Tien Principes voor Maatschappelijk Verantwoord Liciënteren | NFU".

5.1.8 Open Access

NWO heeft de Berlin Declaration (2003) ondertekend en is lid van cOAlitie S (2018) en zet zich in om de resultaten van wetenschappelijk onderzoek dat door NWO gefinancierd wordt vrij toegankelijk te maken via internet (Open Access). Daarmee geeft NWO invulling aan het beleid van de Nederlandse regering om al het publiek gefinancierde onderzoek Open Access beschikbaar te maken.



Wetenschappelijke publicaties van onderzoek dat is gefinancierd op basis van toewijzingen voortvloeien uit deze Call for proposals dienen daarom Open Access beschikbaar te zijn volgens de Beleidsregel Open Access.

Wetenschappelijke artikelen

Voor wetenschappelijke artikelen geldt dat zij direct op het moment van publicatie (zonder embargo) Open Access beschikbaar gesteld moeten worden via één van de volgende routes:

- publicatie in een volledig open access tijdschrift of platform dat is geregistreerd in de DOAJ;
- publicatie in een abonnementstijdschrift en het deponeren van tenminste de auteursversie van het artikel in een Open Access repository die is geregistreerd in OpenDOAR;
- publicatie in een tijdschrift waarvoor een transformatieve Open Access overeenkomst beschikbaar is tussen de UNL en een uitgever. Zie daarover: Home | Open Access.

Boeken

Voor boeken, boekhoofdstukken en bundels gelden afwijkende voorwaarden. Zie daarover de Beleidsregel Open Access op Open Science | NWO.

CC BY licentie

Met het oog op een optimale verspreiding van publicaties moet tenminste een Creative Commons (CC BY) licentie worden toegepast. Bij de aanwezigheid van zwaarwegende belangen kan de auteur verzoeken om te publiceren onder toepassing van een CC BY-ND licentie. Voor boeken, bundels en boekhoofdstukken staat de keuze van een CC BY licentie vrij.

Kosten

Eventuele kosten voor publiceren in volledig Open Access tijdschriften kunnen worden begroot in de projectbegroting door gebruikmaking van de budgetmodule 'materieel'. Kosten voor publicaties in hybride tijdschriften komen niet in aanmerking voor vergoeding door NWO. Voor Open Access boeken kan een beroep gedaan worden op het aparte NWO Open Access boekenfonds.

Voor een nadere toelichting op het Open Access beleid van NWO zie: Open Science | NWO.

6 Contact en overige informatie

6.1 Contact

6.1.1 Inhoudelijke vragen

Voor inhoudelijke vragen over deze Call for proposals neemt u contact op met: Eliane van Dam (rondecoördinator)
+31 70 34 94 115
nwa-orc2025@nwo.nl

6.1.2 Technische vragen over het elektronisch aanvraagstelsel ISAAC

Bij technische vragen over het gebruik van ISAAC kunt u contact opnemen met de ISAAC-helpdesk. Raadpleeg eerst de handleiding voordat u de helpdesk om advies vraagt. De ISAAC-helpdesk is bereikbaar van maandag t/m vrijdag van 10.00 tot 17.00 uur op telefoonnummer +31 (0) 70 34 40 600. U kunt uw vraag ook per e-mail stellen via isaac.helpdesk@nwo.nl. U ontvangt dan binnen twee werkdagen een reactie.

6.2 Overige informatie

NWO verwerkt persoonsgegevens die zij in het kader van deze ronde ontvangt conform de NWO privacyverklaring, Privacyverklaring | NWO.

NWO kan aanvragers mogelijk benaderen voor een evaluatie van de procedure en/of het onderzoeksprogramma.

7 Bijlagen

7.1 Toelichting op budgetmodules

7.1.1 Personeel

Promovendus

Een promovendus wordt 48 maanden voor 1,0 fte aangesteld bij een universiteit in het Koninkrijk der Nederlanden, umc of onderzoeksorganisatie zoals genoemd in artikel 1.1 van de NWO Subsidieregeling 2024. Het equivalent van 48 voltijdsmaanden, bijvoorbeeld een aanstelling van 60 maanden voor 0,8 fte, is ook mogelijk. Het is in bijzondere situaties mogelijk om een kortere aanstellingsduur aan te vragen. Dit moet goed worden gemotiveerd. Hierover wordt geoordeeld door de beoordelingscommissie. Het is niet mogelijk financiering aan te vragen voor een promovendus die voor aanvang van de toewijzing met het te financieren project is gestart.

Gebruik de tarieven van een promovendus in de salaristabellen van UNL en NFU. Voor iedere promovendus is een eenmalige persoonsgebonden benchfee van € 5.000 beschikbaar ter stimulering van de wetenschappelijke carrière.

Engineering Doctorate

Een Engineering Doctorate (EngD) wordt ten hoogste 24 maanden voor 1,0 fte aangesteld. De EngD is in dienst van de aanvragende instelling en kan voor bepaalde tijd werkzaamheden binnen het onderzoek bij een industriële partner uitvoeren.

Financiering voor de aanstelling van een EngD kan alleen worden aangevraagd als er ook financiering voor een promovendus of postdoc wordt aangevraagd. Het is niet mogelijk financiering aan te vragen voor een EngD die voor aanvang van de toewijzing met het te financieren project is gestart.

Gebruik de tarieven van een promovendus in de salaristabellen van UNL en NFU. Voor iedere EngD is een eenmalige persoonsgebonden benchfee van € 5.000 beschikbaar ter stimulering van de wetenschappelijke carrière.

Postdoc

Een postdoc wordt aangesteld bij een universiteit in het Koninkrijk der Nederlanden, umc of onderzoeksorganisatie zoals genoemd in paragraaf 3.1.1.

Gebruik de tarieven van een senior wetenschappelijk medewerker in de salaristabellen van UNL, en de tarieven van een postdoc bij een umc in de salaristabellen van NFU.

Het is niet mogelijk financiering aan te vragen voor een postdoc die voor aanvang van de toewijzing met het te financieren project is gestart.

Alleen een postdoc positie met een aanstelling van ten minste 12 maanden voor 0,5 fte kwalificeert als een aanstelling waarvoor een eenmalige persoonsgebonden benchfee van € 5.000 beschikbaar staat ter stimulering van de wetenschappelijke carrière.

Arts-onderzoeker

Financiering kan worden aangevraagd voor de aanstelling van een basisarts of arts-assistent als arts-onderzoeker voor de uitvoering van wetenschappelijk geneeskundig onderzoek aan een umc. Een arts-onderzoeker wordt minimaal 36 en maximaal 48 maanden voor 1,0 fte aangesteld. Het equivalent van 36 of 48 voltijdsmaanden, bijvoorbeeld een aanstelling van 48 of 60 maanden voor 0,8 fte, is ook mogelijk. Het is in bijzondere situaties mogelijk om een kortere aanstellingsduur aan te vragen. Dit moet goed worden gemotiveerd. Hierover wordt geoordeeld door de beoordelingscommissie.

Het is niet mogelijk financiering aan te vragen voor een arts-onderzoeker die voor aanvang van de toewijzing met het te financieren project is gestart.

Gebruik de tarieven van (arts-)onderzoeker in de salaristabellen van NFU. Voor iedere arts-onderzoeker is een eenmalige persoonsgebonden benchfee van € 5.000 beschikbaar ter stimulering van de wetenschappelijke carrière.

Niet-wetenschappelijk personeel

Financiering kan worden aangevraagd voor niet-wetenschappelijk personeel (NWP) dat nodig is voor de uitvoering van het project. Het kan bijvoorbeeld gaan om programmeurs, technisch assistenten,



analisten of projectleiders. De inzet van NWP moet worden beschreven in de aanvraag. De duur van de aanstelling is niet langer dan de looptijd van het door NWO gefinancierde project. Afhankelijk van het functieniveau wordt gekozen uit de salaristabellen van het UNL of NFU voor NWP-mbo, NWP-hbo en NWP-academisch. Voor NWP is geen persoonsgebonden benchfee beschikbaar.

Vervanging van de aanvrager

Met deze budgetmodule kan financiering worden aangevraagd voor de kosten van de te vervangen hoofd- en/of medeaanvrager(s). Hiermee kan de werkgever van de betreffende aanvrager de kosten dekken om die vrij te stellen van onderwijs-, begeleidings-, bestuurs- of beheertaken (niet van onderzoekstaken). De aanvrager mag de tijd die vrijkomt door vervanging alleen inzetten voor werkzaamheden voor het project. In de aanvraag moet beschreven worden welke werkzaamheden in het kader van het project de aanvrager(s) in de vrijgestelde tijd zullen verrichten.

NWO financiert de vervanging op basis van de op de besluitdatum geldende salaristabellen voor een senior wetenschappelijk medewerker (UNL) of postdoc (NFU).

Personeel van hogescholen, TO2-instituten, onderwijsinstellingen en overige onderzoeksorganisaties

Financiering kan worden aangevraagd voor personeel van hogescholen, TO2-instituten, overige onderwijsinstellingen en overige onderzoeksorganisaties. De tarieven worden bepaald aan de hand van de Handleiding Overheidstarieven (HOT), tabel 2 gemiddelde totale loonkosten per salarisschaal, kolom 'Uurtarief productieve uren, excl. btw'. De salarisschaal van de aangevraagde functie bepaalt het tarief uit de HOT-tabel.

Studenten

In het onderzoek kunnen studenten worden ingezet. Indien de studenten bijdragen als onderdeel van hun curriculum, geldt het tarief volgens de gebruikelijke stagevergoeding van de universiteit of hogeschool.

Indien de studenten als bijbaan naast hun studie als student-assistent bijdragen, geldt het tarief volgens Handleiding Overheidstarieven (HOT), tabel 2 onder 2.2 'gemiddelde totale loonkosten per salarisschaal', kolom 'Uurtarief productieve uren, exclusief btw', schaal 1.

Wetenschappelijk personeel bij een onderzoeksorganisatie in het buitenland

Financiering kan worden aangevraagd voor loonkosten van personeel aan een buitenlandse onderzoeksorganisatie dat een bijdrage levert aan het project. De buitenlandse onderzoeksorganisatie moet voldoen aan de definitie van onderzoeksorganisatie van artikel 5.1 sub p van de NWO Subsidieregeling 2024.

Onderbouw overtuigend hoe de onderzoeker van de buitenlandse onderzoeksorganisatie specifieke expertise aan het project bijdraagt die in Nederland niet beschikbaar is op het niveau dat voor het project noodzakelijk is. De beoordelingscommissie beoordeelt deze onderbouwing als onderdeel van het criterium 'Kwaliteit van het onderzoek'. Deze onderbouwing is niet nodig wanneer NWO een bilaterale overeenkomst omtrent *Money follows cooperation* heeft gesloten met de nationale onderzoeksfinancier van het land waar de buitenlandse onderzoeksorganisatie zich bevindt. Op de NWO-website staat met welke onderzoeksfinanciers NWO een dergelijke overeenkomst heeft gesloten. NWO verstrekt geen subsidie aan medeaanvragers in het buitenland die vallen onder toepasselijke sanctiewetgeving.

De hoofdaanvrager ontvangt de subsidie en is verantwoordelijk voor het overmaken van subsidiemiddelen aan de buitenlandse onderzoeksorganisatie van de medeaanvrager en voor de financiële verantwoording van de besteding van het buitenlandse deel van de subsidie. Het wisselkoersrisico ligt bij de aanvrager. Baten of lasten door wisselkoersen zijn niet subsidiabel.

Gebruik de UNL-tarieven gecorrigeerd voor de landencorrectiecoëfficiënten. Deze tarieven zijn maxima. Er is geen persoonsgebonden benchfee beschikbaar.

Als binnen deze budgetmodule meer dan € 125.000 per onderzoeksorganisatie wordt aangevraagd, dan is een controleverklaring nodig bij de financiële eindverantwoording.

Voorwaarden buitenlandse onderzoeksorganisatie

De organisatie dient:

- een stichting, vereniging of publiekrechtelijke rechtspersoon te zijn, althans het equivalent daarvan in het land van vestiging van de buitenlandse organisatie;
- zich in de hoofdzaak zelf bezig te houden met het op onafhankelijke wijze verrichten van fundamenteel onderzoek, industrieel onderzoek of experimentele ontwikkeling of met het met het breed verspreiden van de resultaten van de eigen onderzoeksactiviteiten door middel van onderwijs, publicaties of kennisoverdracht;
- te kunnen verklaren dat de organisatie een gescheiden boekhouding voert ten aanzien van economische/niet-economische activiteiten en dat ondernemingen met een beslissende invloed op de organisatie geen preferente toegang krijgen tot de onderzoeksresultaten van de organisatie.

Let op: Voorafgaand aan het indienen van een aanvraag wordt door NWO aan de hand van bovengenoemde voorwaarden getoetst of de buitenlandse organisatie aan artikel 1.1, leden 4 en 5 van de NWO Subsidieregeling 2024 voldoet en dus als medeaanvrager mag deelnemen.

NWO voert deze toets mede uit om te controleren of er geen sprake is van het verlenen van verboden staatssteun. Deze toets dient ook uitgevoerd te worden als een organisatie binnen een ander NWO programma is getoetst en werd toegestaan als medeaanvrager.

De hoofdaanvrager levert ten behoeve van deze toetsing uiterlijk 10 werkdagen voor de deadline van indiening per e-mail aan nwa-orc2025@nwo.nl (dus uiterlijk **20 januari 2026 voor 14:00:00 CE(S)T**) de volgende documenten aan van de buitenlandse onderzoeksorganisatie(s):

- een recent uittreksel van de kamer van koophandel, dan wel het equivalent daarvan in het land van vestiging van de buitenlandse organisatie;
- de oprichtingsakte en/of actuele statuten;
- de laatst beschikbare jaarrekening voorzien van een controleverklaring¹¹;
- een door de buitenlandse organisatie ingevulde Verklaring Onderzoeksorganisatie, beschikbaar op de financieringspagina van deze Call for proposals.

Het is toegestaan om andere relevante documentatie toe te voegen. Tevens kan NWO om aanvullende informatie vragen als bovenstaande documenten niet voldoende uitsluitsel bieden om te bepalen of de organisatie mag optreden als medeaanvrager.

Als de organisatie van de beoogde medeaanvrager binnen een ander NWO programma is getoetst aan deze voorwaarden, neem dan tijdig contact op met NWO via het bovengenoemde e-mailadres om af te stemmen of deze organisatie opnieuw moet worden getoetst.

Indien de hoofdaanvrager de voor de toets op de voorwaarden benodigde stukken niet op tijd aanlevert, kan NWO de betreffende organisatie niet als medeaanvrager accepteren.

7.1.2 Materieel

Financiering kan worden aangevraagd voor alle project-specifieke kosten met betrekking tot onder meer verbruiksgoederen, inkoop van diensten, materialen, kleine instrumenten, toegang tot (inter)nationale faciliteiten, software en onderzoeksmiddelen die na gebruik geen economische waarde meer hebben. Reis- en verblijfkosten (nationaal en internationaal) voor alle mensen die aan het project werken incl. buitenlandse gastonderzoekers, kosten voor de organisatie van (internationale) workshops en symposia, kosten voor datamanagement, publicaties, en kosten in het kader van *citizen science* vallen eveneens onder deze module.

Reiskosten (nationaal en internationaal) worden alleen vergoed op basis van tweede klasse/economy class tarieven. Voor publicaties gelden de bepalingen in de paragraaf 4.5 Open access. Kosten voor een controleverklaring kunnen alleen worden opgevoerd voor instellingen die niet onderworpen zijn aan het onderwijsaccountantsprotocol van OCW voor maximaal € 5.000 per controleverklaring.

Het is niet toegestaan om kosten op te voeren voor:

- organisatie-infrastructuur en overhead, waaronder een volledig functionerende werkplek, huisvesting, kantoorautomatisering, personeelsadministratie, reiskosten woon-werk, opleiding, facilitair, HR-advies en bedrijfszorg, documentaire informatievoorziening en thuiswerkvergoeding.
- het gebruik en onderhoud van in eigen beheer ontwikkelde wetenschappelijke infrastructuur.
- reguliere onderwijsactiviteiten.
- leden van de adviescommissie (zie paragraaf 5.1.3)

¹¹ Organisaties die niet wettelijk verplicht zijn hun jaarrekening te laten controleren, hoeven een dergelijke controleverklaring niet aan te leveren. Zij moeten daarbij wel kunnen aantonen dat deze wettelijke verplichting niet van toepassing is op de betreffende organisatie.

7.1.3 Investeringsen

Financiering kan worden aangevraagd voor alle project-specifieke middelen ten behoeve van onderzoek of kosten met betrekking tot bouw of doorontwikkeling van wetenschappelijke infrastructuur die na afronding van het project economische waarde behouden, dan wel kunnen worden hergebruikt. De begunstigde verwerft na afloop van het project het eigendom over deze onderzoeksmiddelen. Indien de begunstigde winst realiseert uit het economisch eigendom van deze onderzoeksmiddelen, dan moeten deze winsten worden geïnvesteerd in primaire activiteiten van de begunstigde zoals bedoeld in artikel 3.1.4, lid 2, van de NWO Subsidieregeling 2024. Het gaat om de aanschaf van apparatuur met restwaarde voor de uitvoering van onderzoek en om investeringen in de opbouw of (verdere) ontwikkeling van wetenschappelijke infrastructuur. Loonkosten als onderdeel van de investering zijn op te voeren als personele kosten.

Indien apparatuur niet tijdens de volledige levensduur daarvan voor het voorgestelde project wordt gebruikt, komen alleen de afschrijvingskosten overeenstemmend met de looptijd van het voorgestelde project, berekend volgens algemeen erkende boekhoudkundige beginselen, voor subsidiëring in aanmerking.

De kosten voor investeringen dienen in de aanvraag adequaat gespecificeerd en gemotiveerd te worden.

Subsidiabel zijn:

- kosten voor investeringen in wetenschappelijke apparatuur.
- kosten voor investeringen in datasets.
- loonkosten voor medewerkers met essentiële technische expertise noodzakelijk voor de ontwikkeling of bouw van een investering.

Niet-subsidiabel zijn:

- kosten voor infrastructurele voorzieningen die tot de gebruikelijke infrastructuur gerekend kunnen worden zoals: volledig functionerende werkplek, huisvesting, kantoorautomatisering, personeelsadministratie, reiskosten woon-werk, opleiding, facilitair, HR-advies en bedrijfszorg, documentaire informatievoorziening, thuiswerkvergoeding).
- dataverzamelingen en eventuele bijbehorende software en bibliografieën die reeds op andere wijze beschikbaar zijn.
- overige personeelskosten, waaronder personeelskosten voor de exploitatie en het uitvoeren van onderzoek met de faciliteit.
- kosten voor onderhoud en gebruik van de apparatuur op een project. De kosten voor het gebruik van apparatuur op een project kunnen via het materieel budget aangevraagd worden.

7.1.4 Kennisbenutting

Het aangevraagde budget dient in de aanvraag adequaat gespecificeerd te worden. Gebruik voor de bepaling van de tarieven de bepalingen van Personeel en Materieel.

Het is verplicht om bij het opstellen van een aanvraag gebruik te maken van deze module en minimaal 5% tot maximaal 20% van het subsidiebedrag in te zetten voor deze module.

In het kader van de Impact Plan benadering wordt van consortia verwacht dat zij in de projectbegroting binnen deze module in ieder geval kosten voor de volgende activiteiten begroten:

- Specifieke activiteiten om kennisbenutting naar (intermediaire) partijen die niet in het project gefinancierd worden, zoals bijvoorbeeld kennisplatforms, te bevorderen. Deze activiteiten omvatten onder andere gezamenlijke leeractiviteiten, trainingen en communicatie-activiteiten.
- Belanghebbenden ('stakeholders') betrekken: activiteiten georganiseerd door het consortium gericht op het betrekken van stakeholders, zoals consultatie workshops, expert meetings, ronde tafel bijeenkomsten e.d.
- Communicatie: activiteiten georganiseerd door het consortium zoals (internationale) learning events, ontwikkeling van video's, blogs, nieuwsbrieven en andere media uitingen. Het inhuren van communicatie expertise kan hier ook onder vallen.
- Ontwikkeling van vaardigheden: Activiteiten gericht op het ontwikkelen van vaardigheden die verder gaan dan de niveaus van de individuele studenten, promovendi of postdocs, zoals het ontwikkelen van cursussen voor stakeholders of masterstudenten.
- Monitoring en evaluatiemomenten waarin kennisbenutting onderwerp van discussie is: zoals bijvoorbeeld de tussentijdse evaluaties en de bijeenkomsten van commissies.

In het kader van de Impact Outlook benadering kunnen bovenstaande elementen ook opgenomen worden, en daarnaast kunnen kosten worden gespecificeerd ten behoeve van het zoeken naar

onvoorziene kansen en/of kosten om bestaande vergezichten verder te ontwikkelen. Voorbeelden van mogelijke kosten zijn het maken van een lespakket, een haalbaarheidsstudie naar toepassingsmogelijkheden, kosten voor het indienen van een octrooiaanvraag of het gebruik maken van een business developer. Alleen binnen de Impact Outlook benadering is het mogelijk om maximaal de helft van het voor kennisbenutting aangevraagde budget te reserveren zonder nadere specificatie. Dit deel kan dan uitsluitend worden gebruikt ten behoeve van het ontdekken en benutten van onvoorziene kansen.

7.1.5 Projectmanagement

De module Projectmanagement geeft de mogelijkheid om een post voor projectmanagement aan te vragen tot maximaal 5% van het subsidiebedrag. De hoofdaanvrager moet deze post adequaat motiveren.

Onder projectmanagement wordt onder andere verstaan het optimaal vormgeven van de organisatiestructuur van het consortium, ondersteuning van het consortium en de hoofdaanvrager, het bewaken van de samenhang, voortgang en eenheid van het project, en de afstemming tussen de deelprojecten binnen het project. Deze taken mogen ook door externe partijen worden uitgevoerd zover niet beschikbaar op de kennisinstelling van de hoofdaanvrager. Onderzoeksorganisaties dienen bij de offerteprocedure tot het selecteren van een derde partij rekening te houden met de inkoopregels van de overheid en waar nodig een Europese aanbestedingsprocedure te volgen. De werkzaamheden van de hoofdaanvrager en aanvragers zelf in het kader van het project(management) mogen niet bekostigd worden uit deze budgetmodule.

Het voor projectmanagement aan te vragen budget kan bestaan uit materiële- of uitvoeringskosten en personele kosten. Voor personele kosten kan een maximaal tarief van € 121,- per uur worden opgevoerd. Het uurtarief van het aan te stellen personeel dient te zijn gebaseerd op een kostendekkend tarief en wordt berekend op basis van het gehanteerde standaard productief aantal uur van de organisatie. Het kostendekkend tarief omvat:

- (gemiddeld) brutoloon behorende bij de functie van de medewerker die zal bijdragen aan het project (op basis van de cao-inschaling van de betreffende medewerker);
- vakantiegeld en 13^e maand (indien van toepassing in de geldende cao) naar rato van de inzet in fte;
- sociale lasten;
- pensioenlasten;
- overhead.

Het is toegestaan om taken in het kader van projectmanagement door externe partijen te laten uitvoeren, maar het deel van (commerciële) uurtarieven dat voornoemde tarieven overschrijdt, is niet subsidiabel en kan derhalve niet worden opgenomen in de begroting.

7.2 Indexering

Het tarief op het moment van de besluitdatum is van toepassing. NWO past bij de toekenning zo nodig eenmalig ambtshalve een indexering toe van de loonkosten. Hierbij wordt de datum gehanteerd waarop de tarieven ingaan. Indien de datum van bekendmaking van de tarieven later is dan de ingangsdatum, wordt de datum van bekendmaking gehanteerd. De tarieven van de Universiteiten van Nederland (UNL) gaan doorgaans in op 1 juli, van de Nederlandse Federatie van Universitair medische centra (NFU) op 1 augustus en van de Handleiding Overheidstarieven (HOT) op 1 januari.

Ambtshalve indexering heeft geen invloed op het subsidieplafond en het maximaal aan te vragen subsidiebedrag. Het subsidieplafond en het maximaal aan te vragen subsidiebedrag blijven ongewijzigd tijdens de beoordelingsprocedure. Bij toewijzing wordt indexering toegepast op het subsidiebedrag.

Indien cofinanciering is vereist dan wel toegestaan, heeft de ambtshalve indexering geen gevolgen voor de eisen aan eigen bijdragen en cofinanciering, noch voor de IE-rechten die uit de cofinanciering kunnen voortvloeien.

7.3 TO2-instituten en onderzoeksorganisaties

De hieronder genoemde TO2-instellingen mogen als hoofd- en medeaanvrager optreden in een consortium. De toetsing zoals vermeld in paragraaf 3.1.1 is voor deze organisaties **niet** nodig.

1. Stichting Deltares
2. Marin – Maritime Research Institute Netherlands
3. NLR – Stichting Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum
4. Stichting Wageningen Research

De hieronder genoemde onderzoeksorganisaties mogen als medeaanvrager optreden in een consortium. De toetsing zoals vermeld in paragraaf 3.1.1 is voor deze organisaties **niet** nodig.

1. IHE Delft Institute for Water Education
2. KNMI – Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
3. RIVM – Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
4. Waag Futurelab

7.4 Beschrijving van de thema's

7.4.1 Veilig en circulair ontwerp voor kinderspeelgoed: Materialen en gedrag

Analyse van de uitdaging en onderliggende oorzaken

De transitie naar een circulaire economie voor speelgoed wordt belemmerd door verschillende uitdagingen. Speelgoed is vaak samengesteld uit complexe materialen en bevat additieven zoals pigmenten en vlamvertragers, die recycling bemoeilijken en mogelijk schadelijk zijn voor de gezondheid van kinderen. Bovendien wordt speelgoed vaak vervangen voordat de levensduur is verstreken, wat leidt tot onnodige afvalstromen. Een belangrijke oorzaak van beperkte recycling en hergebruik is het gebrek aan veilige en duurzame materialen/producten die voldoen aan de strenge eisen voor speelgoed. Daarnaast zijn de huidige producten veelal geproduceerd van virgin fossiele petrochemische plastics en additieven, hetgeen niet duurzaam is. Verder zijn distributie/collectie (logistieke) en gedragsbarrières van zowel consumenten (ouders en kinderen) als producenten een belangrijke uitdaging. Consumenten zijn vaak onvoldoende bewust van circulaire alternatieven, terwijl producenten terughoudend zijn om nieuwe materialen en ontwerpen te omarmen vanwege kosten en marktrisico's.

Gedragsverandering

Materialen en producten circulair maken wil nog niet zeggen dat ze circulair worden gebruikt. Daarvoor is gedrag van consumenten cruciaal. Mensen hebben invloed op de circulaire economie in de aanschaf, het gebruik en het afdanken van speelgoed. Mensen kunnen bijvoorbeeld kiezen welke producten ze aanschaffen: nieuw of tweedehands speelgoed of ze kunnen kiezen voor speelgoed dat is ontworpen voor een langere levensduur. Wat zijn de belangrijkste drijfveren en barrières voor deze keuzes? Bovendien wordt speelgoed vaak voor een ander aangeschaft, je geeft het cadeau. Welke keuzes vinden mensen daarin acceptabel? En welke factoren beïnvloeden deze keuzes? Consumenten bepalen eveneens hoe ze producten gebruiken, bijvoorbeeld door kapot speelgoed wel of niet te repareren. En mensen bepalen hoe ze producten afdanken, bijvoorbeeld door het tweedehands aan te bieden of door speelgoed dat ontworpen is voor recycling ook daadwerkelijk te recyclen. Hoewel velen bereid zijn om hun gedrag te veranderen, met name op het gebied van levensduurverlenging, is er een kloof tussen intentie en actie. De belangrijkste barrières en drijfveren voor dit circulaire gedrag moeten worden onderzocht zodat effectieve ontwerpoplossingen en beleidsinterventies kunnen worden ontwikkeld die inspelen op deze barrières en drijfveren. Daarbij speelt het aanbod vanuit producenten ook een cruciale rol: hoe worden de keuzes voor circulaire materialen/producten door bedrijven gemaakt en welke factoren beïnvloeden deze keuzes?

Dit thema adresseert deze uitdaging door:

- *Veilige materiaalinnovatie*: Ontwikkeling van bio-gebaseerde, veilige materialen met geschikte mechanische en esthetische eigenschappen voor speelgoed, die tevens ook goed gecollecteerd en gerecycled/hergebruikt kunnen worden.
- *Gedragsverandering*: Onderzoek naar de barrières en drijfveren voor circulair gedrag bij gezinnen en bedrijven.
- *Systemische/transitie aanpak*: Integratie van technologische innovatie, procesinrichting, gedragsinzichten en regelgeving om de circulaire transitie in speelgoed te versnellen.

Doel: impact-statement

Dit thema draagt bij aan een veilige en duurzame toekomst door de ontwikkeling van innovatieve (bio-based) materialen en ontwerpen (producten en processen) die specifiek gericht zijn op speelgoed. Maatschappelijk gezien bevordert het de veiligheid van kinderen en vermindert het de impact van speelgoedproductie en gebruik (retourneren en hergebruiken) op het milieu. Wetenschappelijk levert het baanbrekende kennis op in materiaalwetenschap, procesinrichting en gedragsverandering en circulair productontwerp. Door het gebruik van goed recycleerbare bio-gebaseerde materialen en "Safe and Sustainable by Design"-principes wordt een standaard gezet voor circulair en veilig speelgoed. Het integreren van gedragsinzichten in ontwerp en productie/distributie/collectie versnelt de acceptatie en toepassing van circulaire oplossingen, wat leidt tot een significante reductie in afval en een efficiënter grondstoffengebruik.

Beoogde maatschappelijke impact

De maatschappelijke impact van dit thema is aanzienlijk. Door te focussen op (bio-based) plastic speelgoed wordt een kwetsbare doelgroep bediend: kinderen. Het thema draagt bij aan een vermindering van schadelijke stoffen in speelgoed en stimuleert circulair gedrag bij bedrijven en gezinnen, zoals langer (kunnen) gebruik, reparatie en correcte recycling. De nadruk op veilige materialen versterkt het consumentenvertrouwen in circulaire producten.

Nationaal en internationaal stimuleert dit thema de ontwikkeling van regelgeving die circulaire ontwerpen en productie/distributie/collectie en veilige materialen verplicht stelt. Dit heeft niet alleen effect op speelgoed, maar ook op andere sectoren die met vergelijkbare uitdagingen te maken hebben. De kennis en innovaties en bijbehorende gedragsverandering die uit dit thema voortkomen, zijn schaalbaar en toepasbaar in bredere contexten van materiaalontwikkeling en productontwerp c.q. -collectie en hergebruik (in een transitie).

Beoogde wetenschappelijke impact

Wetenschappelijk gezien levert dit thema belangrijke bijdragen aan het begrijpen van de interactie tussen materiaalkeuze, product- en procesontwerp (inclusief logistiek) en gedragsverandering. De ontwikkeling van recyclebare bio-gebaseerde materialen met veilige additieven voor speelgoed biedt nieuwe inzichten in circulariteit in combinatie met "Safe and Sustainable by Design". Daarnaast draagt het bij aan een beter begrip van (1) de logistiek (productie, distributie en collectie) en (2) consumenten- en gebruikersgedrag, specifiek gericht op gezinnen met kinderen en bedrijven.

Ad (1) De ontwikkeling van recyclingstrategieën in combinatie met ketenoptimalisatie voor producten met complexe samenstellingen, zoals speelgoed met meerdere materialen en coatings, is cruciaal. Waar momenteel met recycling van de traditionele plastics het paradigma van 'polymeer harmonisatie' wordt gevolgd, bieden de duurzame alternatieven een kans op een systemische disruptie door over te schakelen naar 'monomeer harmonisatie'. Dit betekent dat een beperkte set aan (bio-gebaseerde) bouwstenen gebruikt kan worden voor een variëteit aan polymeren die de door de samenleving gewenste functionaliteit leveren. Om de schaalvoordelen van recycling te maximaliseren, is het essentieel dat materialen uit producten gepoold kunnen worden. Dit vereist een geïntegreerde aanpak waarbij producten zo ontworpen worden dat materialen gemakkelijk te scheiden en te verzamelen zijn. Een uitwerking kan zijn dat door middel van een geïntegreerde aanpak van materiaalontwerp en recycling, verschillende materialen in combinatie gerecycled worden naar enkele monomeren die goed te scheiden zijn (het 'monomeer harmonisatie' paradigma zoals hierboven toegelicht).

Ad (2) Cruciaal is het ontwerp van interventies door middel van gedragsonderzoek die circulair gedrag bij consumenten en bedrijven bevorderen. Deze kennis kan ook worden toegepast in andere domeinen.

Maatschappelijke spelers en factoren

De context van circulair materiaal- en product- en procesontwerp wordt bepaald door een diverse groep maatschappelijke spelers. De industrie, waaronder fabrikanten – ontwerpers – logistiek, ontwikkelt de materialen en producten die nodig zijn voor een circulaire economie. Onderzoeksinstituten leveren wetenschappelijke kennis en innovaties. Consumenten dragen bij door duurzame consumptiepatronen en circulaire producten te adopteren. Logistieke services en recyclers zijn essentieel na afdank. Overheden spelen een sleutelrol door middel van regelgeving en beleid dat de duurzaamheid en recycling bevordert. NGO's en milieuorganisaties creëren bewustwording en pleiten voor duurzame praktijken. Factoren zoals economische prikkels, technologische ontwikkelingen en culturele houdingen ten opzichte van duurzaamheid beïnvloeden de snelheid van deze transitie. De tijdshorizon strekt zich uit over meerdere productlevenscycli. Alleen door samenwerking tussen al deze spelers kan de beoogde maatschappelijke en wetenschappelijke impact worden gerealiseerd.

Ten slotte wordt kennis opgedaan hoe dit traject als transitie 'aangepakt' kan worden. Dit is meer dan alleen de/een verandering realiseren c.q. uitvoeren.

Kennisleemtes

De transitie naar een circulaire economie wordt belemmerd door diverse kennisleemtes, die interdisciplinaire samenwerking vereisen.

1. *Ontwerp*: een belangrijk vraagstuk is hoe toekomstige producten en processen (logistiek) ontworpen moeten worden om eenvoudig hergebruikt of gerecycled te kunnen worden. Vooral

high- end plastics (bio-based) in speelgoed hebben complexe ontwerpuitdagingen. Er is behoefte aan onderzoek naar circulair ontwerpen (product en processen) door gebruik van monomaterialen die breed toepasbaar zijn en recyclingprocessen vergemakkelijken. Focusgroepen zijn zowel niet elektronisch als elektronisch speelgoed.

2. *Sociaal-wetenschappelijk onderzoek naar gedragsverandering bij consumenten en producenten.* Door kennis over gedragsverandering mee te nemen in het ontwerp van materiaal en producten en processen rekening houdend met grondstofstromen in de keten kan de transitie worden versneld. Barrières en drijfveren voor circulair gedrag moeten beter worden begrepen en meegenomen in het ontwerp van circulaire producten. Op basis van die inzichten kunnen producten worden ontworpen die bijdragen aan een circulaire samenleving.
3. *Ontwikkeling van nieuwe materialen.* De vraag is of traditionele materialen, zoals olefinen, vervangen kunnen worden door bio-based alternatieven. Verdere studies naar de eigenschappen en toepassingen van circulaire polymeren zijn nodig om hun functionaliteit en duurzaamheid te optimaliseren zonder afbreuk te doen aan de recycleerbaarheid (inclusief logistiek).
4. *Safe and Sustainable by Design (SSbD).* Er is nog weinig inzicht in de impact van additieven, zoals vlamvertragers en pigmenten, op de recycleerbaarheid van materialen. De integratie van AI en machine learning in het ontwerp van veilige en duurzame materialen biedt kansen, maar vereist verdere ontwikkeling en samenwerking tussen datawetenschappers en materiaalkundigen.
5. *Ketenoptimalisatie:* Er is een gebrek aan kennis over effectieve methoden voor het poolen van materialen voor grootschalige recycling en hergebruik. Dit vereist samenwerking tussen ingenieurs, logistiek experts, bedrijfskundige en beleidsmakers om recycling en hergebruik op schaal te realiseren. Daarnaast is kennis nodig hoe de gepoolde materialen op een efficiënte wijze gerecycled en hergebruikt kunnen worden.

Als laatste is er gebrek aan toegepaste kennis vanuit een systeemvisie (transitieblik c.q. -theorie). Het is essentieel om het thema Circulaire Economie interdisciplinair aan te pakken. Vanuit deze kennis (transitie) kunnen we de transitie naar een circulaire economie versnellen en zowel wetenschappelijke als maatschappelijke impact realiseren.

Relatie met de kernelementen van de NWA, kennisagenda, gamechangers en clustervragen

Het thema “Safe and Circular Design for Children’s Toys: Materials and Behavior” sluit naadloos aan bij de kernelementen van de NWA, met name de nadruk op interdisciplinaire en transdisciplinaire samenwerking en een ketenbrede (van ketens naar netwerken) aanpak. Dit thema vereist de gecombineerde expertise van materiaalkundigen, ontwerpers, logistieke wetenschappers, gedragswetenschappers en maatschappelijke stakeholders, in relatie tot systeem- en transitiewetenschappers) om zowel technologische als gedragsveranderingen te realiseren.

De aanpak is fundamenteel én praktijk (c.q. integraal en toegepast) gericht, waarbij innovatieve materialen worden ontwikkeld met aandacht voor praktische toepasbaarheid in producten en recycling. De maatschappelijke betrokkenheid wordt versterkt doordat consumenten, bedrijven en beleidsmakers gezamenlijk circulaire oplossingen implementeren. Burgers spelen hierin een cruciale rol door circulair gedrag.

Het thema sluit aan bij de clustervragen over duurzame materiaalontwikkeling en circulaire economie, en is een belangrijke gamechanger voor een toekomst waarin grondstoffenefficiëntie en duurzaamheid centraal staan. De clustervragen over het verwezenlijken van een circulaire economie:

- Q052: Hoe kunnen we een werkelijk circulaire economie realiseren en zo industriële productie van goederen minder afhankelijk maken van primaire grondstoffen?
 - Q053: Wat zijn de kenmerken van een circulaire economie en hoe realiseren we deze?
- en het realiseren van bio-based processen en bio-based economie:
- Q017: Hoe kunnen we (bio)chemische productieprocessen duurzaam, efficiënter en schoner maken?
 - Q024: Hoe benutten we biomassa als grondstof en voor de energievoorziening in een bio-based economy?

zijn direct gerelateerd aan het thema. Door de ontwikkeling van veilige, duurzame biobased materialen en circulaire ontwerpen/processen en daarbij behorend gedrag, draagt dit thema bij aan een lagere milieu-impact, de vermindering van afval en de optimalisatie van het gebruik van grondstoffen.

7.4.2 Watersysteemtransitie voor voldoende en schoon water voor drinkwatervoorziening en natuur

Analyse van de uitdaging en onderliggende oorzaken

Afnemende waterbeschikbaarheid, slechtere waterkwaliteit en toename watervraag: een vergroot risico op waterschaarste

Verschillende factoren met verschillende onderliggende oorzaken dragen bij aan risico's op waterschaarste: afnemende beschikbaarheid, toenemende vraag en slechtere kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. De droge zomers van 2018–2020 en 2022 hadden schadelijke gevolgen voor drinkwaterproductie, landbouw, scheepvaart, energievoorziening, industrie en natuurlijke ecosystemen. Dergelijke meerjarige recorddroogtes en andere extremen zullen naar verwachting vaker voorkomen. Terwijl de waterbeschikbaarheid afneemt, stijgt de vraag naar water van goede kwaliteit voor verschillende sectoren door bevolkingsgroei, economische groei en hogere temperaturen (hittegolven). Dit benadeelt de drinkwatervoorziening en natuur, vooral tijdens droogtes en hittegolven. Deze call richt zich daarom op deze extremen.

Slechtere waterkwaliteit en risico's voor mens en natuur

Droogtes en hittegolven, toename in emissie van verontreinigingen en koelwaterlozingen leiden tot verslechterde waterkwaliteit, met een negatief effect op natuur en watergebruiksfuncties zoals drinkwaterproductie. De sterke opkomst van zorgwekkende stoffen in oppervlakte- en grondwater leidt ertoe dat watervoorraden voor drinkwater verontreinigd raken. Daarnaast zorgt klimaatverandering en toename in extremen zoals droogte en hittegolven voor extra uitdagingen, omdat dit ook concentraties van deze verontreinigen in onze wateren beïnvloedt en, mede door een stijgende zeespiegel verzilting van watervoorraden versterkt. Dit leidt tot grotere waterschaarste omdat water ongeschikt kan worden voor het beoogde gebruik, zoals voor inname van drinkwater uit oppervlaktewater vanwege toxische algen, verzilting of verhoogde concentraties verontreinigingen.

Een slechtere waterkwaliteit (hoge stofconcentraties en temperatuur) bedreigt ook de biodiversiteit en brengt ook humane gezondheidsrisico's met zich mee (bijvoorbeeld maag- en darmklachten door blauwalg). Dit valt binnen het raamwerk van de 'triple planetary crises' (Verenigde Naties), waar ook Nederlandse burgers mee geconfronteerd worden: met elkaar samenhangende crises van klimaatverandering, vervuiling en verlies aan biodiversiteit. Er zijn Europeesrechtelijke kaders (KRW/WFD, Natura2000, Water Resilience Strategy) ontwikkeld, met voldoende water van goede kwaliteit als een belangrijke randvoorwaarde. Nederland voldoet echter niet aan de eisen voor waterkwaliteit, en drinkwaterbedrijven uiten grote zorgen over waterkwaliteit en beschikbaarheid van voldoende schone watervoorraden.

Een watersysteemtransitie is essentieel

Toename van waterverontreiniging in combinatie met de schadelijke gevolgen van weersextremen voor drinkwaterbronnen en natuur wijzen op de noodzaak van een watersysteemtransitie, waarin anders omgegaan moet worden met het watersysteem (d.w.z. systeem van water, bodem, land- en watergebruik). Drinkwaterbedrijven en waterbeheerders roepen dan ook op tot een 'watersysteemtransitie', waterschappen/STOWA werken aan *Communities of Practice*, de nationale overheid werkt aan beleid in diverse programma's voor de fysieke leefomgeving (Deltaprogramma's Zoetwater en Ruimtelijke Adaptatie, Nationaal Waterprogramma, programma Bodem Ondergrond & Grondwater) en drinkwaterbedrijven met overheden aan het Actieprogramma beschikbaarheid drinkwaterbronnen en PvA Drinkwaterbesparing.

Het doel van de watersysteemtransitie is het systeem robuuster te maken voor bedreigingen die kunnen leiden tot onvoldoende of vervuild water. De watersysteemtransitie is gericht op verbetering van het fysieke watersysteem, het waterbeleid, waterbeheer (watersysteem en -keten), en watergebruik. Deze transitie is essentieel voor een duurzame beschikbaarheid van voldoende water van goede kwaliteit.

Een transitieopgave biedt kansen om zaken wezenlijk anders in te richten. De beoogde watersysteemtransitie moet worden bewerkstelligd met directe betrokkenheid van burgers, drinkwaterbedrijven, bedrijfsleven, agrarische sector, water- en terreinbeheerders en beleidsmakers.

Doel: impact-statement

Dit thema heeft als doel om kansrijke, rechtvaardige en maatschappelijk gedragen transitiepaden te identificeren, analyseren en uit te werken, om de beschikbaarheid van voldoende water van goede

kwaliteit voor drinkwaterproductie en natuur te waarborgen, ook tijdens droogtes en hittegolven. Hierbij hoort ondersteuning en zorgvuldige afweging van de benodigde instrumentatie (aanpassingen in het fysische systeem, gedrag en juridisch-bestuurlijke kaders).

Een onderzoeksvoorstel moet bijdragen aan nationale en Europese strategieën om de watersysteemtransitie te bewerkstelligen en integreert ontwikkeling van systeemkennis (fysisch- chemisch, biologisch, technisch) met normatieve kennis (effecten en belangen) en kennis over het beheer van watersystemen als bron voor drinkwaterproductie en natuur, alsmede inzicht in de relevante juridische en bestuurlijke systemen (waterrecht, -beleid en implementatie). Deze inter- en transdisciplinaire benadering is een voorwaarde om de transitie naar een robuust en klimaatbestendig watersysteem te realiseren. Hierin wordt voldoende schoon water benaderd als een gemeenschappelijk goed waarin iedereen (burgers, overheid, landbouw/industrie) een duidelijke verantwoordelijkheid heeft.

Beoogde maatschappelijke impact

In de beoogde maatschappelijke impact staat duurzame beschikbaarheid van water voor de drinkwatervoorziening en natuur centraal. Dit vraagt ook betrokkenheid van andere gebruikers en beheerders (burger, industrie, landbouw, overheden, belangenorganisaties), die mede zorgdragen voor voldoende water van goede kwaliteit.

Een geslaagde watersysteemtransitie zorgt ervoor dat negatieve effecten van klimaatverandering, menselijk gebruik en verontreiniging van water op gezondheid van mens en natuur zo veel mogelijk worden beperkt. Het welbevinden van burgers (i.e. gezondheid en welzijn) blijft hoog; niet alleen tijdens normale condities, maar ook tijdens extremen, zoals droogtes en hittegolven. Water wordt zodanig benut dat mens en natuur van voldoende en schoon water worden voorzien. Waar nodig zijn haalbare en effectieve maatregelen en regelgeving beschikbaar om hierop te sturen. Maatregelen en regelgeving geven invulling aan Europese ambities zoals 'Water Resilience' om de impact van gebruik van stoffen en lozingen of onttrekkingen op stroomgebiedsniveau te minimaliseren. Ook is helder en geaccepteerd wat er niet mogelijk is of welke beperkingen er zijn. De diensten die het natuurlijk systeem kan leveren worden optimaal benut, gestimuleerd en gewaardeerd om schoon water te leveren en te bufferen. De burger wil schoon water in de omgeving, en gebruikers willen schoon drinkwater tegen toegankelijke kosten. Watergebruikssectoren dragen hier tezamen zorg voor. Er is een hoog bewustzijn over het gebruik van water voor drinkwater en het belang van voldoende en schoon water voor drinkwaterproductie en natuur. Bij burger, industrie, landbouw, en overheden is kennis over de eigen bijdrage aan het probleem ('niet afwentelen') en over rechtvaardige en doelmatige oplossingen.

Beoogde wetenschappelijke impact

Natuur en gebruiksfuncties als drinkwater zijn sterk afhankelijk van voldoende en schoon water, terwijl menselijke invloed er tegelijkertijd voor zorgt dat onze watervoorraden afnemen en verontreinigd of verzilt raken. De drinkwatervoorziening heeft baat bij natuur voor schone bronnen, maar beïnvloedt tegelijkertijd de waterbeschikbaarheid voor natuur. Het gekozen thema vraagt om wetenschappelijke doorbraken en innovaties om dit 'wicked problem' aan te pakken, allereerst door het ontwikkelen, instrumenteren en implementeren van nieuwe inter- en transdisciplinaire routes (transitiepaden) naar voldoende schoon water voor gezondheid van mens en natuur.

Wetenschappelijke impact is te behalen via innovaties vanuit het *samenspel* tussen verschillende disciplines: 1) (fysische-chemische-ecologische) watersysteemkennis, met daarbij een verbintenis tussen wetenschapsvelden, data en modellen voor respectievelijk te veel, te weinig en te vies water; 2) normatieve kennis (effecten, waarden en belangen); en 3) transitiekennis (juridische kaders, waterbeleid, ontwikkeling en implementatie van integrale transitiepaden) waarin voldoende en schoon water voor drinkwater en natuur wordt benaderd als gemeenschappelijk goed.

Daarnaast draagt het thema bij aan wetenschappelijke impact en innovaties binnen deze werkvelden. Voor het watersysteem betreft dit bijvoorbeeld nieuwe inzichten in het gedrag van, en interacties tussen, verschillende verontreinigingen en de interacties tussen grond- en oppervlaktewater tijdens weersextremen en in relatie tot mens en natuur. Vernieuwing in normatieve kennis wordt verwacht voor het afwegingskader van belangen, zoals tussen het waarborgen van voldoende water van goede kwaliteit voor menselijke gezondheid en gebruik versus ecosystemen ('Planetary health' concept). Voor het juridisch-bestuurlijke systeem worden belangrijke innovaties verwacht in hoe recht en bestuur kunnen bijdragen aan de watersysteemtransitie.

Maatschappelijke spelers en factoren

Drinkwatervoorziening en natuur dragen direct bij aan het welzijn van burgers. Ondanks het wettelijke

achteruitgangsverbod en verplichtingen voor waterkwaliteitsverbetering, worden ecosystemen en waterbronnen voor drinkwaterproductie nog steeds sterk beïnvloed door landbouw en gemeentelijke en industriële afvalstromen. Deze effecten worden versterkt door droogte en hittegolven. Hoewel het hydrologische watersysteem, natuur, landbouw en de (afval)waterketen organisatorisch en beleidsmatig als aparte systemen worden beschouwd, zijn ze fysiek sterk met elkaar verbonden: een robuust en weerbaar watersysteem is essentieel voor vele functies. Omdat het probleem binnen verschillende maatschappelijke en organisatorische compartimentenprocessen wordt veroorzaakt, zijn de betrokken maatschappelijke spelers, overheidsorganisatie en wetenschappelijke onderzoeksvelden voor de oplossing afhankelijk van elkaar.

Voorbeelden van deze spelers/velden zijn:

- *Maatschappelijke spelers*: burgers (via participatiecommissies), drinkwaterbedrijven/Vewin, natuur- en landschapbeherende organisaties, bedrijfsleven/industrie/VEMW, landbouwsector.
- *Overheid*: waterschappen, provincies, gemeenten, Rijkswaterstaat, ILT, RUDs, beleidsvorming door Ministeries IenW en LNV, RIVM, GGD, Deltaprogramma's Zoetwater en Ruimtelijke adaptatie, Europese Commissie.
- *Onderzoek*: transformation science, bestuurskunde, rechten, fysische geografie, (eco)hydrologie, chemie, (eco)toxicologie, microbiologie.

Kennisleemtes

Aan de basis van de beschreven maatschappelijke en wetenschappelijke uitdagingen liggen verschillende kennisleemtes die moeten worden samengebracht vanuit verschillende kennisgebieden. Het is een multi-level, multi-sector, multi-actor uitdaging die om een transdisciplinaire benadering vraagt.

Integrale transitiepaden (routes) naar voldoende water van goede kwaliteit voor drinkwaterwatervoorziening en natuur:

- Wat verstaan de drinkwatersector en natuur onder voldoende water van goede kwaliteit?
- Welke extra knelpunten ontstaan er door toenemende droogte en hittegolven ten aanzien van watergebruik en -verontreiniging door burgers en sectoren (landbouw, industrie) en welke kansen biedt de transitieopgave om deze weg te nemen en een goede waterverdeling en -kwaliteit te waarborgen?
- Welke oplossingen in het watersysteem en bevordering van ecosysteemdiensten (en dus niet zozeer qua zuiveringstechnologie) kunnen voldoende water van goede kwaliteit waarborgen tijdens droogtes en hittegolven?
- Hoe kunnen recht en bestuur bijdragen aan een eerlijke en gelegitimeerde transitie naar weerbare watersystemen met voldoende water van goede kwaliteit voor drinkwatervoorziening en natuur?

Afwegingskader en risico's waterkwantiteit en -kwaliteit voor gezondheid mens en natuur:

- Hoe beoordelen we welzijn en gezondheid van de burgers en natuur in relatie tot waterbeschikbaarheid en waterkwaliteit?
- Wat zijn de blootstellingsroutes en effecten op gezondheid van mens en natuur van het huidige en toekomstige watergebruik volgens gedefinieerde transitiepaden in relatie tot waterkwaliteit (pathogenen en mengsels van antropogene stoffen) en hoe kunnen deze beoordeeld worden met innovatieve methoden?
- Hoe kunnen verschillende belangen bij het waarborgen van voldoende water van goede kwaliteit, voor menselijke gezondheid en gebruik versus veerkracht van ecosystemen, eerlijk en rechtvaardig worden gewaardeerd en tegen elkaar worden afgewogen?

Innovatieve monitorings- en beoordelingsmethoden:

- Welke vernieuwingen aan (model)instrumentaria (waterkwaliteit, -beschikbaarheid en -vraag) voor oppervlaktewater en grondwater zijn er nodig? Welke huidige instrumentaria gebruiken we nog onvoldoende en hoe komt dat?
- Welke indicatoren en (wettelijke) instrumentaria kunnen worden gebruikt om huidige en toekomstige waterschaarste voor drinkwater en natuur en effecten van maatregelen inzichtelijk te maken, rekening houdende met waterbeschikbaarheid, -vraag en -kwaliteit?
- Hoe kunnen effecten van weersextremen worden meegenomen in toekomstige waterkwaliteitsscenario's?

Relatie met de kernelementen van de NWA, kennisagenda, gamechangers en clustervragen

De maatschappelijke en ecologische impact van weersextremen in de afgelopen jaren hebben getoond dat optimalisatie als beheersmaatregel voor voldoende water van goede kwaliteit niet meer volstaat. Er is een watersysteemtransitie nodig om de zoetwatervoorziening voor drinkwater en natuur robuust en klimaatbestendig te maken. Dit transitievraagstuk vraagt om wetenschappelijke verbinding van de expertises zoals bijvoorbeeld transformation-science, bestuurskunde, rechten, fysische

geografie, (eco)hydrologie, chemie, gezondheid en een sterke verbinding met publieke en private praktijkpartners en overheid.

Clustervragen

Hoofdvraag: Q011. Hoe kunnen we in de toekomst het water zorgvuldig beheren?

Dit thema richt zich op de beschikbaarheid en kwaliteit van water als bron voor drinkwater en natuur (niet op zuiveringstechnologieën). De focus ligt op het schoon en beschikbaar houden van de bron met watersysteemmaatregelen, waarin het gedrag van gebruikers, de bestuurlijk-juridische kaders en het fysisch-chemische systeem in samenhang beschouwd worden.

Gerelateerde vragen:

- Q006: Hoe kunnen we de kwaliteiten van de ondergrond beschermen en behouden voor mens en milieu, terwijl er ruimte blijft voor maatschappelijke ontwikkelingen?
- Q008: Hoe verandert het klimaat, inclusief extreme weersomstandigheden, en wat zijn de gevolgen ervan?
- Q030: Hoe houden we ons dichtbevolkte land leefbaar?
- Q078: Wat zijn de effecten van de gebouwde omgeving op gezondheid en welzijn?

7.4.3 Agrivoltaics_NL: Het bevorderen van multifunctionele oplossingen voor maatschappelijke acceptatie en landschapsbeleving

Analyse van de uitdaging en onderliggende oorzaken

Zonne-energie is een uiterst belangrijke component in de energietransitie. Conventionele grondgebonden zonneparken conflicteren echter vaak met het bestaande gebruik van landbouwgrond, namelijk voedselproductie. Deze uitdaging moet worden opgelost door agrivoltaics: de combinatie van voedsel- en elektriciteitsproductie op hetzelfde stuk landbouwgrond. Voedselproductie vindt doorgaans plaats tussen of onder fotovoltatische panelen (ook wel PV-panelen genoemd). Het onderzoek naar agrivoltaics is tot nu toe toegespitst geweest op het optimaliseren van de gecombineerde productie van voedsel en energie. Volgens recent beleid in Nederland is agrivoltaics een van de weinige oplossingen voor zonne-energie die op grote schaal kan worden ontwikkeld.

Dit concept verbindt niet alleen agrariërs en ontwikkelaars van zonne-energie met elkaar, ook andere maatschappelijke stakeholders, zoals beleidsmakers, natuur- en landschapsorganisaties, nationale/regionale netbeheerders en provinciale/lokale overheden worden hierbij betrokken. Het kan zijn dat maatschappelijke stakeholders agrivoltaics in eerste instantie steunen vanwege de synergie die het belooft op te leveren, maar ze worden ook geconfronteerd met verschillende uitdagingen die de maatschappelijke acceptatie van agrivoltaics op de lange termijn beïnvloeden. Weliswaar profiteren de gewassen – met name fruit – van zonnepanelen omdat ze zo worden beschermd tegen extreme neerslag, maar toch is het een uitdaging om een evenwicht te vinden in de lichtverdeling om zowel de voedsel- als de energieproductie op de lange termijn in stand te houden. Een verkeerd beheer van de lichtverdeling kan leiden tot een lagere voedsel- of energieproductie. Er zou daarmee een einde komen aan de multifunctionaliteit, wat een negatieve invloed heeft op de business case van de agrariërs en/of de zonne-energiesector. Omgekeerd kan de maatschappelijke acceptatie afnemen wanneer de multifunctionaliteit achterblijft bij de verwachtingen. De plaatsing van PV-panelen in weilanden zou een positief effect kunnen hebben op het dierenwelzijn. PV-panelen kunnen zonne-warmte absorberen, schaduw bieden en de warmte verminderen die onder de panelen wordt uitgestraald, waardoor de negatieve effecten van hittestress bij dieren naar verwachting zullen afnemen.

Tegelijkertijd houdt agrivoltaics in dat er relatief permanente technische constructies moeten worden geplaatst die de financiële en ruimtelijke flexibiliteit van de agrariër kunnen beperken.

Behalve in de landbouw zorgt agrivoltaics ook voor veranderingen in het landschap, wat extra uitdagingen met zich meebrengt op het gebied van maatschappelijke acceptatie. Net als bij conventionele zonneparken is het een uitdaging om geschikte locaties te vinden voor specifieke agrivoltaïsche systemen, gezien de netcongestie, de achteruitgang van de biodiversiteit en de landschapsbeleving. Hoewel omwonenden over het algemeen multifunctionele oplossingen in agrarische landschappen steunen, leidt de introductie van agrivoltaics – met constructies tot wel 6 meter hoog – tot een verandering van (de beleving van) landschappen en kan dit een negatieve invloed hebben op de maatschappelijke acceptatie. Het inzicht in de maatschappelijke acceptatie van agrivoltaics wordt verder bemoeilijkt door de grote verschillen tussen agrivoltaïsche systemen (bijv. verticale en overkappende panelen) en tussen agrarische landschappen (bijv. besloten kleinschalige en open grootschalige landschappen). Het is van cruciaal belang om de maatschappelijke acceptatie van (initiatieven voor) agrivoltaics te onderzoeken in de context van het raamwerk voor energierechtvaar-

digheid dat de volgende vier dimensies omvat: distributieve rechtvaardigheid, erkennende rechtvaardigheid, procedurele rechtvaardigheid en herstellende rechtvaardigheid.

Tot slot moet worden opgemerkt dat het gebrek aan meerjarige gegevens ten aanzien van dierenwelzijn, landschapsbeleving en monitoring van lichtbeheer – factoren die allemaal van invloed zijn op de maatschappelijke acceptatie – beleidsmakers belemmert bij het ontwikkelen van beleidsinstrumenten om de grootschalige duurzame toepassing van agrivoltaïcs in Nederland aan te sturen. Er is een transdisciplinaire aanpak nodig waarbij beleid op het gebied van landbouw, energie en ruimtelijke ordening wordt geïntegreerd om de economische uitvoerbaarheid, voedselzekerheid, landschapskwaliteit en maatschappelijke acceptatie van geavanceerde agrivoltaïsche systemen te waarborgen.



Figuur: verticale bifaciale agrivoltaïcs bij gewassenteelt tussen de panelen (links) en overkappende agrivoltaïcs met teelt van zacht fruit onder de PV-panelen (rechts).

Doel: impact-statement

De Nederlandse vooruitgang op het gebied van agrivoltaïcs, zoals het optimaliseren van multifunctioneel landgebruik en het verbeteren van de landschapsbeleving, is een belangrijke stap in het versnellen van de energietransitie en het vergroten van het maatschappelijk draagvlak voor zonne-energie. Agrivoltaïsche systemen die speciaal ontworpen zijn voor gewassen en dieren, bieden nieuwe synergiën op het gebied van landbouw en energie, vergroten de voedselzekerheid, verbeteren het dierenwelzijn en voorzien in de dringende behoefte aan duurzame, gedecentraliseerde energieproductie. Dankzij dit initiatief manifesteert Nederland zich als een wereldleider op het gebied van agrivoltaïcs. Er worden innovatieve oplossingen geboden die in het hele land kunnen worden toegepast en ook naar het buitenland kunnen worden geëxporteerd. Er komt een transdisciplinair actieonderzoek, dat wordt vormgegeven door en wordt uitgevoerd in samenwerking met een groot aantal verschillende maatschappelijke stakeholders, naast de agrarische gemeenschap. Dit onderzoek zal zeker voor veranderingen zorgen. Zo komt dit initiatief de Nederlandse landbouwsector ten goede, maar draagt het vooral ook bij aan een snelle inzet van duurzame energie door maatschappelijke problemen, zoals multifunctioneel landgebruik, landschapsbeleving en energierechtvaardigheid, aan te pakken.

Beoogde maatschappelijke impact

Het ontwerp op maat van agrivoltaïsche systemen biedt ruime mogelijkheden voor maatschappelijke transformatie, zowel in eigen land als daarbuiten. Doordat de unieke uitdagingen van het integreren van duurzame energie in de landbouw worden aangepakt, kan de maatschappelijke acceptatie van zonne-energie in het landschap aanzienlijk worden verbeterd en de energietransitie in bredere zin sneller worden uitgerold met op maat gemaakte agrivoltaïsche oplossingen. In Nederland, waar land schaars is, biedt agrivoltaïcs een strategische oplossing doordat het gecombineerd landgebruik voor voedsel- en energieproductie mogelijk maakt, waardoor zowel het agrarisch als het PV-potentieel maximaal wordt benut. Voorwaarde is wel dat de invoering van agrivoltaïcs door de samenleving wordt ondersteund.

Agrivoltaïsche systemen die speciaal zijn vervaardigd om te voldoen aan behoeften van onder andere biologische agrariërs en de wensen van omwonenden, andere gebruikers van het landschap en stakeholders, kunnen op lokale schaal de acceptatie van zonne-energie binnen de gemeenschap vergroten. Deze op maat gemaakte systemen kunnen veel problemen oplossen die zowel lokaal als nationaal vaak worden gerelateerd aan conventionele grondgebonden zonneparken.

Op mondiale schaal kunnen deze innovaties worden toegepast in diverse agrarische contexten,



waardoor Nederland toonaangevend wordt op het gebied van kennis en technologie van agrivoltaïcs. Doordat er minder broeikasgassen worden uitgestoten en de energieonafhankelijkheid toeneemt, zullen agrivoltaïsche systemen bijdragen aan bredere duurzaamheidsdoelen. Bovendien kan agrivoltaïcs het dierenwelzijn verbeteren, wat de gezondheid, voeding en opbrengst van het vee ten goede komt.

De maatschappelijke impact van agrivoltaïcs zal zich op de lange termijn manifesteren in grotere energiezekerheid, verbeterde voedselproductie en meer weerbaarheid tegen klimaatverandering dankzij geavanceerde duurzame landbouwpraktijken. Het succes van deze systemen kan andere landen inspireren om agrivoltaïcs te gaan toepassen en zo een wereldwijde verandering teweegbrengen in de manier waarop de mens omgaat met multifunctioneel landgebruik, duurzame energie en voedselzekerheid.

Beoogde wetenschappelijke impact

De ontwikkeling van agrivoltaïcs biedt aanzienlijke mogelijkheden voor wetenschappelijke doorbraken die zowel nationaal als internationaal relevant zijn. Dankzij de integratie van energieproductie met landbouw bieden agrivoltaïsche systemen een multifunctionele oplossing om complexe uitdagingen op het gebied van energie en voedselproductie aan te pakken. Deze thematische aanpak stimuleert een bredere manier van denken, waarbij de samenhang tussen voedsel, energie en het milieu in zijn geheel wordt bekeken.

Wetenschappelijke innovatie op dit gebied zal voortvloeien uit ontwikkelingen die direct aansluiten bij maatschappelijke, milieu- en landbouwbehoeften. Zo zullen er naar verwachting nieuwe agrivoltaïsche modellen worden ontwikkeld die de negatieve gevolgen van de huidige systemen voor de landschapsbeleving en andere milieuproblemen verminderen. Daarnaast is er de mogelijkheid om de bestralingssterkte op maat af te stemmen met betrekking tot de spectrale samenstelling en ruimtelijke herverdeling over de gewassen, zodat deze optimaal groeien. Dit vormt een veelbelovende manier om de productiviteit van de landbouw te vergroten en tegelijkertijd de opwekking van energie te maximaliseren. Bovendien is de invloed van zonnepanelen op de gezondheid en het welzijn van vee nooit bestudeerd in landen met een gematigd klimaat, terwijl dit wel direct verband houdt met de maatschappelijke acceptatie van dit type agrivoltaïcs. Er is gedegen wetenschappelijk onderzoek nodig om dit met krachtig bewijs te kunnen staven.

Uit de vereiste interdisciplinaire samenwerking zal zowel fundamentele als toegepaste kennis worden verkregen, waarbij expertise uit vakgebieden als landbouwkunde, sociale wetenschappen, milieuwetenschappen, materiaalwetenschappen en energiesystemen wordt samengebracht. Het onderzoek zal naar verwachting toekomstgerichte transdisciplinaire kennis opleveren die op lange termijn transformatieve verandering mogelijk maakt.

Het doel van dit initiatief is om Nederland te positioneren als een toonaangevend kenniscentrum voor agrivoltaïcs in Noordwest-Europa. Dit wordt bereikt door wetenschappelijke innovatie te bevorderen en de internationale bekendheid van Nederlands onderzoek op het gebied van zonne-energie en duurzame landbouw te vergroten.

Maatschappelijke spelers en factoren

Belangrijke maatschappelijke partners voor het succes van het onderzoek naar agrivoltaïcs in Nederland zijn onder andere NP RES, NPE, VNG, UVW, IPO, LTO, NMF, CRa, GLK, agrariërs en andere stakeholders uit de landbouwsector, zoals adviesbureaus en banken, maar ook lokale en provinciale autoriteiten. De Dierenbescherming en Eurogroup for Animals spelen een belangrijke rol als het gaat om dierenwelzijnskwesties op nationaal en EU-niveau. Met betrekking tot de netwerkaansluiting vervullen netbeheerders zoals Stedin, Alliander, Enexis en TenneT een cruciale rol.

De vooruitgang op het gebied van agrivoltaïcs vraagt om duidelijke projectdoelen, onderzoek dat samen met maatschappelijke stakeholders wordt uitgevoerd en de betrokkenheid van leergemeenschappen. Prototypes, educatief materiaal en programma's kunnen de maatschappelijke kennis en acceptatie bevorderen. Een andere cruciale succesfactor wordt gevormd door gunstige regelgevende kaders (op lokaal, nationaal en EU-niveau) die maatschappelijke waarden beschermen en de verschillende belangen met elkaar in evenwicht brengen. Ook beleidsmaatregelen en financiële instrumenten die resulteren in een positieve gecombineerde business case en een sterke maatschappelijke acceptatie zijn van groot belang.

Kennisleemtes

Maatschappelijke acceptatie is in andere landen in gevaar gekomen als gevolg van ernstige tekortko-

mingen ten aanzien van agrivoltaïcs en om die reden zijn in Nederland, in samenspraak met maatschappelijke stakeholders, diverse kennishiaten in kaart gebracht. Deze hiaten hangen met elkaar samen en moeten worden aangepakt door middel van transdisciplinair onderzoek waarbij alle relevante maatschappelijke stakeholders worden betrokken en waarbij rekening wordt gehouden met exogene ontwikkelingen in landbouwpraktijken en de dynamische aard van maatschappelijke acceptatie. Bij dit thema wordt de maatschappij de co-creator van oplossingen. Stakeholders worden betrokken door middel van burgerwetenschapsinitiatieven en proefprojecten waaraan zij kunnen deelnemen, waardoor ze direct vorm kunnen geven aan het onderzoekstraject en de resultaten. Deze inclusieve aanpak stimuleert een gevoel van eigenaarschap onder maatschappelijke actoren, waardoor zowel de maatschappelijke acceptatie als de energierechtvaardigheid wordt verbeterd.

- **Inventarisatie van eisen en verwachtingen:** welke eisen en verwachtingen zijn volgens de verschillende stakeholders relevant voor de acceptatie van agrivoltaïcs?
- **Technologische innovaties voor landschapsbeleving en biodiversiteit:** welke technologische innovaties kunnen leiden tot nieuwe agrivoltaïsche modellen die (met name wat betreft de hoogte) minder impact hebben op de landschapsbeleving en de biodiversiteit?
- **Teeltondersteunende voorzieningen vervangen:** welke technologische vooruitgang is er nodig om bestaande teeltondersteunende voorzieningen (zoals plastic afdekking in de fruitteelt) te vervangen en effectief regenwaterbeheer te garanderen?
- **Verbeteringen op het gebied van dierenwelzijn:** welke innovaties op het gebied van agrivoltaïcs kunnen het dierenwelzijn verbeteren in sectoren zoals de melkvee-, schapen- en pluimveehouderij? Hoofdstuk 7: Bijlagen / NWA ORC
- **Landbouwrobots:** welke soorten landbouwrobots kunnen nieuwe systeemontwerpen mogelijk maken en de integratie van agrivoltaïcs op bestaande landbouwbedrijven en in het landschap in het algemeen verbeteren?
- **Esthetische en economische integratie van lichtbeheer:** in welke oplossingen worden esthetische en economische waarden samen met een efficiënte ruimtelijke en spectrale verdeling van zonlicht geïntegreerd om landbouwproductie winstgevender te maken?
- **Terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen:** welke bijdragen kunnen de verschillende agrivoltaïsche modellen leveren aan het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen, door het opwekken van zonne-energie en het aanpassen van landbouwpraktijken zoals precisielandbouw of biologische landbouw?
- **Beleidsregels en richtlijnen voor ruimtelijke ordening:** welk ruimtelijk beleid en welke ontwerprichtlijnen kunnen het gebruik van geavanceerde agrivoltaïsche systemen bevorderen in landschappen waar de impact minimaal en de maatschappelijke acceptatie het grootst zal zijn?
- **Beleid en financiële instrumenten:** welke beleidsvormen en welke financiële instrumenten zijn nodig om te waarborgen dat de ontwikkeling van agrivoltaïcs voldoet aan de verschillende verwachtingen, waaronder die van omwonenden en andere gebruikers van het landschap?

Relatie met de kernelementen van de NWA, kennisagenda, gamechangers en clustervragen

Het thema Agrivoltaïcs_NL sluit nauw aan bij de belangrijkste doelstellingen van het programma van de Nationale Wetenschapsagenda (NWA), met name als het gaat om het bevorderen van schone, flexibele landbouwpraktijken, het integreren van intelligente energiesystemen en het aanpakken van klimaatverandering. Het thema is gericht op *gamechangers* die de NWA heeft geformuleerd, waarbij de uitdaging wordt aangegaan om elk oppervlak te gebruiken voor duurzame energieopwekking. Dit sluit aan bij de clustervragen:

- Q018: Hoe kunnen we onze energievoorziening snel verduurzamen en tevens betaalbaar en betrouwbaar houden?
- Q019: Hoe maken we de transitie naar een volledig duurzame energievoorziening?
- Q020: Hoe kan de zon volledig in onze energiebehoefte voorzien?
- Q107: Hoe kunnen we beter anticiperen op de invloed van nieuwe technologie op de mens en maatschappij, en de invloed van bestaande technologie beter begrijpen en beoordelen?

waarbij de nadruk ligt op een snelle, betrouwbare en betaalbare transitie naar duurzame energie.

De interdisciplinaire en transdisciplinaire aard van agrivoltaïcs is evident. Maatschappelijke acceptatie staat of valt met het omgaan met verschillende perspectieven, waarvoor samenwerking nodig is tussen landbouwkundigen, milieuwetenschappers, ingenieurs, ontwerpers, ethologen, sociale wetenschappers en maatschappelijke stakeholders, zoals boeren, omwonenden, beleidsmakers en ngo's. Gezamenlijk zullen zij uitdagingen zoals de levensvatbaarheid van de landbouw, de impact op het landschap en de biodiversiteit onderzoeken en wetenschappelijke innovatie afstemmen op de maatschappelijke waarden en verwachtingen.

De maatschappij speelt een centrale rol, aangezien het doel van agrivoltaïcs is om in de energiebehoefte te voorzien door schone elektriciteit op te wekken op beschikbare oppervlakken en tegelijkertijd de landbouwproductiviteit en ecologische duurzaamheid te behouden. Een combinatie van fundamenteel, toegepast en praktijkgericht onderzoek is essentieel voor het optimaliseren van zonnepanelen

voor de landbouw, het integreren van systemen in landschappen en het implementeren van proefprojecten. Dankzij de betrokkenheid en de input van stakeholders in elke fase – van projectafbakening tot implementatie – kunnen er dynamische aanpassingen worden gedaan, hetgeen resulteert in bruikbare resultaten.

7.4.4 Transdisciplinaire actiegerichte kennis over de relatie tussen water en biodiversiteit in Nederland

Analyse van de uitdaging en onderliggende oorzaken

Het verlies aan biodiversiteit is een urgente uitdaging met grote gevolgen voor het ecologisch evenwicht, de economische stabiliteit, de sociale cohesie en het cultureel erfgoed. Waterkwaliteit en –kwantiteit zijn nauw verbonden met de toestand van de biodiversiteit, vooral **in Nederland**. Water is cruciaal voor gezonde ecosystemen, en omgekeerd zijn gezonde ecosystemen van levensbelang voor de kwaliteit en beschikbaarheid van water. We kunnen dus met recht spreken van een **relatie tussen water en biodiversiteit**.

Ondanks wereldwijde aandacht, zoals in het Kunming-Montreal Raamwerk voor biodiversiteit (KMGBF), zijn de inspanningen voor het behoud van de biodiversiteit tot nu toe grotendeels mislukt, omdat ze vooral gericht zijn op de directe factoren die het verlies aan biodiversiteit veroorzaken en op pogingen om de gevolgen daarvan te voorkomen of te beperken door middel van behoud, herstel en beheer. Hoewel dit absoluut van belang is, is deze aanpak onvoldoende effectief en worden de onderliggende oorzaken en de gevestigde belangen die baat hebben bij het verlies aan biodiversiteit, uit het zicht gehouden. Daarom roepen internationale initiatieven zoals het IPBES op tot transformatieve veranderingen die de **onderliggende oorzaken van biodiversiteitsverlies aanpakken** op manieren die **zowel effectief als rechtvaardig** zijn. De drie belangrijkste onderliggende oorzaken die in het IPBES-rapport worden genoemd, zijn: 1) loskoppeling van en dominantie over de natuur en over andere mensen; 2) concentratie van macht en rijkdom; en 3) prioritering van kortetermijnwinsten, individualisme en materieel gewin. In deze oproep ligt de nadruk op de tweede onderliggende oorzaak, namelijk machtsconcentratie en rijkdom, waarbij wordt geanalyseerd hoe dit de indirecte en directe oorzaken van biodiversiteitsverlies in stand houdt. Daarnaast worden oplossingen aangedragen om gevestigde belangen te beïnvloeden, obstakels te overwinnen en transformatie te versnellen. Om een interdisciplinaire aanpak en een goede koppeling met biodiversiteit te garanderen, moet in de voorstellen worden ingegaan op de relaties tussen de onderliggende oorzaken en de relevante indirecte en directe oorzaken van het biodiversiteitsverlies. Dat wil zeggen dat er een verband moet worden gelegd tussen de concentratie van macht en rijkdom enerzijds en opvattingen, praktijken en structuren in het bestuur, de maatschappij en de economie en directe oorzaken en factoren zoals veranderingen in landgebruik, verdroging, eutrofiëring en vervuiling anderzijds. In de voorstellen kunnen keuzes gemaakt worden wat betreft aandachtspunten en de combinaties van indirecte en directe oorzaken die worden genoemd in actieplannen om deze relaties in positieve zin te veranderen en om dergelijke keuzes te motiveren.

Om de curve van het biodiversiteitsverlies te kunnen ombuigen, is er behoefte aan **transdisciplinaire, actiegerichte kennis en oplossingen**. In het voorstel moet transdisciplinair worden samengewerkt op het gebied van natuurwetenschappen, sociale wetenschappen en geesteswetenschappen en er moeten maatschappelijke actoren en stakeholders bij worden betrokken, waaronder bijvoorbeeld maatschappelijke bewegingen, ngo's, beleidsmakers en/of bedrijven. Voor het welslagen van de voorstellen moeten actiegerichte kennis en oplossingen worden ontwikkeld, in samenwerking met maatschappelijke actoren en stakeholders die deze kennis en oplossingen willen gebruiken om gevestigde belangen te beïnvloeden, obstakels te overwinnen en transformatie te versnellen. Daarom moet de output zowel inhoudelijk als qua vorm wetenschappelijk, maatschappelijk en beleidsgericht zijn.

Samenvattend zijn we voor dit thema geïnteresseerd in voorstellen die:

- nieuwe methoden bieden voor transdisciplinair(e) samenwerking en onderzoek;
- gericht zijn op de relatie tussen water en biodiversiteit in Nederland, waarbij de nadruk ligt op zoetwaterecosystemen en grondwater;
- een analyse bieden van de machtsconcentratie, gevestigde belangen en hoe deze transformatie in de weg staan;
- onderliggende oorzaken in verband brengen met indirecte en directe oorzaken van biodiversiteitsverlies;
- leiden tot actiegerichte kennis die in potentie kan bijdragen aan transformatie ten behoeve van biodiversiteit en gelijkheid.

Doel: impact-statement

Naar verwachting zal deze oproep transformatieve veranderingen voor biodiversiteit bevorderen en versnellen, doordat er actiegerichte kennis wordt ontwikkeld over hoe gevestigde belangen kunnen worden beïnvloed en obstakels kunnen worden overwonnen. Denk daarbij aan het verschuiven van de

machtsconcentratie, het verband leggen met en beïnvloeden van resources, instellingen, waarden en gedragingen bij de overheid, in samenlevingen en in economieën en relevante directe oorzaken zoals het bevorderen van rechtvaardigheid en gelijkheid.

We streven naar:

- Nieuwe methoden voor transdisciplinair(e) samenwerking en onderzoek aan de relatie tussen water en biodiversiteit in Nederland met de potentie om transformatieve veranderingen op het gebied van biodiversiteit en gelijkheid tot stand te brengen of hieraan bij te dragen.
- Het gezamenlijk ontwikkelen van actiegerichte kennis over onderliggende oorzaken van biodiversiteitsverlies en over relaties tussen onderliggende oorzaken, indirecte oorzaken en directe oorzaken, met name in de wisselwerking met water (de relatie tussen water en biodiversiteit).

Beoogde maatschappelijke impact

Dit thema zal naar verwachting bijdragen aan:

- **Veranderende opvattingen, praktijken en structuren in beleid, maatschappij en economie:** het thema zal bijdragen aan ingrijpende veranderingen in onze manier van denken, besturen en handelen, waardoor veranderingen in de onderliggende oorzaken en vervolgens in de indirecte en directe oorzaken van biodiversiteitsverlies worden beïnvloed.
- **Het bevorderen van rechtvaardigheid en gelijkheid:** als de onderliggende politieke en economische oorzaken van biodiversiteitsverlies worden aangepakt, verloopt de toegang tot het delen van en profiteren van natuurlijke hulpbronnen en de natuur eerlijker.
- **Het gezamenlijk ontwikkelen van actiegerichte kennis en oplossingen:** actiegerichte kennis en oplossingen waarbij interventies in verstoringende mechanismen worden gekoppeld aan onderliggende oorzaken en vervolgens aan indirecte en directe oorzaken van biodiversiteitsverlies.
- **Het herstellen van biodiversiteit door synergetische mogelijkheden op het snijvlak van water en biodiversiteit te ontwikkelen en te gebruiken:** het gezamenlijk ontwikkelen van actiegerichte kennis en oplossingen die leiden tot herstel van biodiversiteit door het benutten en ontwikkelen van kansen op het snijvlak van water en biodiversiteit.

Beoogde wetenschappelijke impact

Dit thema zal naar verwachting leiden tot:

- **Nieuwe methoden voor transdisciplinair(e) samenwerking en onderzoek.** Consortia moeten innovatieve methoden voor transdisciplinair(e) samenwerking en onderzoek ontwikkelen die transformatieve verandering kunnen bevorderen en versnellen. Dit omvat het (mede)ontwikkelen van actiegerichte kennis over de manier waarop gevestigde belangen kunnen worden beïnvloed en obstakels kunnen worden overwonnen. Dit gebeurt wanneer er kennis wordt overgedragen door maatschappelijke actoren en stakeholders in het beleid, het bedrijfsleven en/of de maatschappij en zij op hun beurt het geleerde weer overnemen. Een interdisciplinaire aanpak met invalshoeken uit de natuurwetenschappen, sociale wetenschappen en geesteswetenschappen is essentieel. Ook kan transdisciplinair onderzoek de samenwerking tussen wetenschappers, beleidsmakers, lokale gemeenschappen/burgers, bedrijven en ngo's bevorderen, waardoor een meer geïntegreerde aanpak van het biodiversiteitsverlies ontstaat.
- **Nieuwe kennis over de onderliggende oorzaken van biodiversiteitsverlies in de context van de relatie tussen water en biodiversiteit.** In tegenstelling tot conventionele inspanningen voor natuurbehoud die vaak gericht zijn op het beperken van specifieke rechtstreekse en vaak geïsoleerde oorzaken van biodiversiteitsverlies, wordt in deze onderzoeksagenda de nadruk gelegd op de noodzaak van het veranderen van visies, met inbegrip van sociaalecologische paradigma's, kennissystemen, waarden, praktijken en gedragingen, en politiek-economische structuren, beleid en instellingen. Deze bredere kijk is cruciaal voor het bereiken van effectieve en eerlijke oplossingen voor de lange termijn. Wat betreft de onderliggende oorzaken wordt in de oproep de nadruk gelegd op machtsconcentratie en gevestigde belangen.
- **Nieuwe kennis over de relaties tussen onderliggende oorzaken, indirecte oorzaken en directe oorzaken van biodiversiteit.** Het bevorderen van interdisciplinair onderzoek naar de relaties tussen onderliggende oorzaken (specifiek de concentratie van macht en rijkdom), indirecte oorzaken (bijv. opvattingen, waarden, paradigma's, kennissystemen, praktijken, gedragingen, structuren, beleidslijnen en instellingen bij de overheid, in de samenleving en in de economie) en directe oorzaken (bijv. veranderingen in landgebruik, verdroging, eutrofiëring en vervuiling).

Maatschappelijke spelers en factoren

Consortia kunnen verschillende belangrijke maatschappelijke actoren rechtstreeks aanspreken en/of proberen te beïnvloeden, waaronder:

Overheden/Overheidsinstanties (bijv. ministeries, provincies, gemeenten, waterschappen): beleid, regelgeving en financiering rondom biodiversiteit op alle niveaus creëren en afdwingen



Nationale ngo's die zich inzetten voor de natuur (bijv. IUCN, WNF, Natuur en Milieu, Greenpeace, IVN): wereldwijde biodiversiteitsagenda's bepalen of daar invloed op uitoefenen, samenwerking faciliteren, vooruitgang bewaken, bewustzijn vergroten, invloed uitoefenen op beleid en op de bescherming van kritieke gebieden

Belangenorganisaties voor sectoren (bijv. LTO, BoerenNatuur, Sportvisserij Nederland, Watersport Verbond) die handelen in het belang van hun sector en leden.

Natuurbeheerorganisaties (bijv. Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, LandschappenNL, VBNE)

Financiële instellingen (bijv. banken, verzekeringsmaatschappijen): bieden onder meer nieuwe innovatieve oplossingen en methoden voor natuurpositieve resultaten van hun activiteiten.

Onderzoekers en academische instellingen: zorgen voor de wetenschappelijke onderbouwing voor het begrijpen van en bijdragen aan biodiversiteitsherstel.

Mediaplatforms (bijv. tv, kranten, sociale media): geven vorm aan het publieke debat over biodiversiteit.

Bevolking en maatschappelijk middenveld: stimuleren politieke bereidheid en politiek handelen.

Onderwijs

Kennisleemtes

Voorstellen moeten nieuwe inzichten bevatten met betrekking tot:

- Nieuwe methoden voor transdisciplinair(e) samenwerking en onderzoek.
- De relatie tussen water en biodiversiteit in Nederland, waarbij de nadruk ligt op zoetwaterecosystemen en grondwater.
- Machtsconcentratie en rijkdom als onderliggende oorzaken van biodiversiteitsverlies; welke invloed deze zaken hebben op mens en natuur; hoe ze opvattingen, praktijken en structuren in beleid, maatschappij en economie bepalen en hoe ze verandering in de weg staan en een passieve houding veroorzaken.
- De relaties tussen onderliggende oorzaken (machtsconcentratie), indirecte oorzaken (opvattingen, waarden, paradigma's, kennissystemen, praktijken, gedragingen, structuren, beleidslijnen en instellingen bij de overheid, in de samenleving en in de economie) en directe oorzaken (bijv. veranderingen in landgebruik, verdroging, eutrofiëring en vervuiling).

Toepasbare methoden, strategieën en oplossingen met diverse actoren die in potentie kunnen bijdragen aan transformatie ten behoeve van biodiversiteit en gelijkheid.

Relatie met de kernelementen van de NWA, kennisagenda, gamechangers en clustervragen

Het voorgestelde thema vereist een sterke interdisciplinaire en transdisciplinaire aanpak, waarbij ecologische, economische, maatschappelijke en bestuurlijke perspectieven worden geïntegreerd om de hoofdoorzaken van biodiversiteitsverlies aan te pakken. Volgens de filosofie van de NWA is het combineren van kennisketenbreed, fundamenteel, toegepast en praktijkgericht onderzoek essentieel om alomvattende strategieën te ontwikkelen die uiteenlopen van het begrijpen van basisprincipes tot het implementeren van uitvoerbare oplossingen. Dankzij de betrokkenheid van maatschappelijke stakeholders kunnen cultureel passende oplossingen worden ontwikkeld en wordt het pleidooi voor het herstel van de biodiversiteit versterkt.

Het thema sluit nauw aan bij de drie *gamechangers* van de 'groene route':

1. Het ombuigen van de curve: van biodiversiteitsverlies naar natuurherstel.
2. Naar een natuurpositieve samenleving.
3. Socio-ecologische systemen als verbindend concept.

En, het thema sluit nauw aan bij de volgende NWA clustervragen:

- Q002: Wat betekenen mens en natuur voor elkaar en wat is de optimale relatie tussen beide?
- Q003: Wat is het belang van biodiversiteit en hoe behouden we deze?
- Q004: Hoe functioneren ecosystemen en hoe gevoelig zijn zij voor milieu-invloeden?
- Q123: Hoe krijgen we grip op de onvoorspelbaarheid van complexe netwerken en chaotische systemen?

7.4.5 Samen werken aan klimaat-neutrale bereikbaarheid

Analyse van de uitdaging en onderliggende oorzaken

Nederland heeft zich gecommitteerd aan ambitieuze duurzaamheidsdoelstellingen. Met de Klimaatwet (2021) is klimaatneutraliteit in 2050 (en 55% reductie in 2030 t.o.v. 1990) wettelijk vastgelegd.

Hieronder liggen zorgen om klimaat, grondstoffengebruik, en natuurbehoud. Deze doelen brengen grote uitdagingen met zich mee voor onze manier van wonen, werken, leven, en de mobiliteit van personen en goederen die daarmee samenhangt. Binnen die context richt dit thema zich op belang-

rijke uitdagingen bij het realiseren van een klimaat-neutrale logistiek en bereikbaarheid voor 2050 in personen- en goederenmobiliteit. De urgentie en opgaven zijn groot. CO₂-emissies door verkeer en vervoer zijn, na een piek in 2007, weliswaar nu weer terug op het niveau van 1990 (PBL 2024), maar om de nul-doelstelling in 2050 te halen, moet de daling van CO₂-uitstoot na 2030 fors versnellen (van 40% reductie tussen 2007 en 2030 naar 60% tussen 2030 en 2050). Er is collectief onvermogen om passende maatregelen te treffen en doorbraken zijn noodzakelijk. Verwacht mag worden dat naast technische oplossingen ook het veranderen (bijvoorbeeld vervoerwijze, bezettings- en beladingsgraden) en verminderen van transport en mobiliteit (onder meer door ruimtelijke aanpassingen) nodig zal zijn. Knelpunten omvatten onder meer technische, institutionele, economische, financiële, organisatorische, informatie-gerelateerde, gedragsmatige en psychologische barrières. Deze zijn doorgaans sterk met elkaar verbonden. Er is, voortbouwend op bestaande kennis, grote behoefte aan trans- en interdisciplinaire wetenschappelijke inzichten die helpen om deze barrières beter te begrijpen en te overwinnen, in samenhang met experimenten en andere toepassingen in de praktijk.

De Route heeft met het veld een analyse gedaan op deze barrières, vanuit het gewenste eindbeeld dat er in 2050 een volledig klimaat-neutrale bereikbaarheid zal zijn. Vijf kritieke veranderpaden zijn daarbij naar voren gekomen om die barrières te overwinnen. Twee van deze veranderpaden staan in de huidige call centraal, en dienen vanwege de inhoudelijke samenhang in het onderzoek geïntegreerd te worden opgepakt:

1. Vergroten van bewustzijn, veranderingsbereidheid en feitelijk bestendig gedrag middels geaccepteerde en rechtvaardige interventies, bij individuen en bedrijven
2. Stimuleren van collectieve en gecoördineerde actie tussen individuen, en tussen en binnen bedrijven (waaronder operators), in de private en (semi-)publieke sector

Later beoogt de Route calls uit te brengen die zich richten op de andere veranderpaden: (3) Managen en afstemming van complexiteit in multimodale ketens en netwerken, en van samenhang tussen ruimtegebruik, mobiliteit en logistiek; (4) Ontwikkelen van passende institutionele structuren en governance; en (5) Het operationaliseren van integrale en consistente lange-termijn doelstellingen rond transport, mobiliteit en bereikbaarheid in het licht van brede welvaart. Daarmee is ervoor is gekozen een logische volgtijdelijke en inhoudelijke samenhang tussen de calls te hebben. De voorstellen ingediend in de NWA ORC 2025 hoeven de aspecten in veranderpaden 3, 4 en 5 dus niet te adresseren.

De veranderpaden zorgen voor benodigde doorbraken om de gewenste transitie te bereiken. Het gaat daarbij om individuen en bedrijven, om personen- en goederenmobiliteit, om alle relevante modaliteiten en hun samenhang, en om de relatie tussen markt en overheid. Daarnaast gaat het om het samenbrengen van bestaande en nieuw te verwerven inzichten uit een brede waaier disciplines om zo tot een nieuw en verrijkt handelingsperspectief te komen. Dat leidt tot doorbraken in beleidskeuzes, handelingsperspectief voor burgers en bedrijven, en ontwikkelingsperspectieven voor nieuwe technologie.

Doel: impact-statement

De beoogde maatschappelijke impact voor dit thema omvat:

1. Het (helpen) bereiken van klimaat-neutrale bereikbaarheid voor personen en goederen in 2050...
2. ... door de veranderpaden t.a.v. gedrag en samenwerking te helpen realiseren...
3. ... door deze vanuit interdisciplinair perspectief in samenhang te analyseren...
4. ... en daar in co-creatie effectieve interventiestrategieën voor te ontwerpen...
5. ... die leiden tot vernieuwende beleidskeuzes en concrete handelingsperspectieven.

De beoogde wetenschappelijke impact omvat:

1. Het ontwikkelen van vernieuwende interdisciplinaire modellen en analysekaders, theoretisch en empirisch, ...
2. ... die helpen bij het ontwikkelen van veranderpaden (1 en 2) voor het bereiken van duurzame bereikbaarheid ...
3. ... zodat zowel conceptuele samenhang als empirische verbanden worden blootgelegd...
... en zodat effectieve en rechtvaardige interventiestrategieën kunnen worden ontworpen, geëvalueerd, en empirisch getoetst.

Beoogde maatschappelijke impact

1. **Het (helpen) bereiken van duurzame bereikbaarheid voor personen en goederen in 2050...** Het maatschappelijke einddoel is het bereiken van duurzame bereikbaarheid voor personen en goederen in 2050, zodat tegemoet wordt gekomen aan duurzaamheid, rechtvaardigheid, betaalbaarheid, veiligheid, gezondheid, inclusiviteit, weerbaarheid en veerkracht.
2. ... door de genoemde kritische veranderpaden (1 en 2) te helpen realiseren...

Binnen dit thema ligt de focus op de volgende vragen: Welke interventiestrategieën (informatie, maatschappelijke discussie, (stimulerende) maatregelen waaronder incentives) zijn nodig om klimaatdoelen tijdig te halen? Hoe worden individuen en bedrijven bereikt en hoe wordt bewustzijn, veranderbereidheid en bestendige gedragsverandering gestimuleerd? Hoe kunnen bedrijven en individuen beter samenwerken, en welke eisen stelt dit aan logistieke ketens? Welke concrete verandervormen kunnen ontwikkeld worden bij een onzekere toekomst en wat is vervolgens passend handelingsperspectief?

3. **... door deze vanuit interdisciplinair perspectief in hun samenhang te analyseren...**
Het thema heeft als doel om vanuit inter- en transdisciplinair en kennisketenbreed perspectief hanteerbare en handelingsgerichte inzichten te bieden.
4. **... en daar in een proces van co-creatie met maatschappelijke partners effectieve strategieën voor te ontwerpen...**
Samenwerking met maatschappelijke partijen en betrokkenheid van eindgebruikers is essentieel voor het goed begrijpen van de barrières en voor het ontwikkelen van effectieve, realistische verandervormen.
5. **... die leiden tot vernieuwende beleidskeuzes, concrete handelingsperspectieven van burgers en bedrijven, en nieuwe richtingen voor technologische ontwikkeling.**
Vanuit beleid kunnen maatregelen gebaseerd op Brede Welvaart effectiever worden gericht op klimaat-neutrale bereikbaarheid. Burgers kunnen op een acceptabele en rechtvaardige wijze in hun mobiliteitsbehoefte voorzien. Bedrijven zijn in staat om rechtvaardige en betrouwbare diensten aan te bieden die effectief bijdragen aan klimaat-neutrale mobiliteit.

Beoogde wetenschappelijke impact

1. Het ontwikkelen van vernieuwende interdisciplinaire modellen en analysekaders, theoretisch en **empirisch, ...**
De thematiek maakt nieuwe samenwerking over de grenzen van disciplines aantrekkelijk en noodzakelijk. Die samenwerking is nodig tussen personen- en goederenmobiliteit, en tussen vele wetenschappelijke disciplines. Daaronder vallen (niet uitputtend) gedragswetenschappen, economie, bedrijfswetenschappen, ruimtelijke wetenschappen, bestuurs- en beleidswetenschappen, civiele techniek, engineering sciences, operations research, transitiewetenschappen, data science; waar mogelijk met en in de praktijk gedaan.
2. **... die helpen bij het ontwikkelen van verandervormen (1 en 2) voor het bereiken van duurzame bereikbaarheid ...**
Het vernieuwende onderzoek richt zich op de barrières zelf en de samenhang tussen deze, en ontwikkelt strategieën om vanuit die barrières effectievere (gedrags-)keuzes te laten ontstaan. Het gaat daarbij ook om samenhang tussen verandervormen.
3. **... zodat zowel conceptuele samenhang als empirische verbanden worden blootgelegd...** Modellen dienen te leiden tot beter begrip van feitelijk gedrag. Het onderzoek benut daartoe rijke data, omvat daarnaast experimenten gericht op praktische toepassing, en brengt dit in verband met conceptuele, kwalitatieve, en modelmatige analyses van de relevante barrières, en de wijze waarop deze zich manifesteren in complexe transport- en ruimtelijke netwerken.
4. **... en zodat effectieve en rechtvaardige interventiestrategieën kunnen worden ontworpen, geëvalueerd, en empirisch getoetst.**
Het ontwikkelen van transitievormen binnen de dynamiek van coördinatievraagstukken is een wezenlijke extra wetenschappelijke uitdaging waarop doorbraken hard nodig zijn. De raamwerken en modellen moeten aantoonbaar ondersteunend zijn aan de ontwikkeling van deze verandervormen. De inzichten die door het onderzoek worden verworven, en de onderzoeksmethoden die daarvoor (verder) ontwikkeld worden, zullen ook relevant zijn voor (duurzaamheids)transities buiten het veld van mobiliteit en transport. De maatschappelijke en wetenschappelijke impact gaat daarmee verder dan alleen het eigen veld.

Maatschappelijke spelers en factoren

Er zijn brede groepen aan relevante maatschappelijke spelers:

- Burgers en individuele reizigers – zij maken mobiliteitskeuzes; ondervinden positieve en negatieve aspecten van bereikbaarheid, mobiliteit en transport en worden geconfronteerd met gevolgen van (beleids)interventies.
- Belangenvertegenwoordigers in mobiliteit, vervoer en logistiek – zij kunnen gedragsverandering stimuleren en wensen en behoeften inbrengen in te ontwikkelen interventies, en zo de acceptatie van interventies vergroten.
- Verladers en (logistieke) dienstverleners – zij kunnen beter afgewogen (collectieve) beslissingen nemen in het logistieke systeem
- Vervoersbedrijven (privaat en (semi-)publiek) – zij maken het mogelijk afgewogen keuzes te maken voor eindgebruikers en dragen bij aan vernieuwde governance op systeemniveau

- Lokale, regionale en nationale overheden – zij formuleren beleidsdoelen en kunnen middelen instrumenten uitkomsten beïnvloeden
- Financiers – zij kunnen transities naar duurzame voertuigen en (laad-)infrastructuur versnellen

Relevante maatschappelijke factoren zijn:

- Doelstellingen rond verduurzaming en brede welvaart
 - Systeemverandering in energietransitie en ICT/digitalisering
 - Doelstellingen rond inclusieve bereikbaarheid, leveringszekerheid en vervoerarmoede
 - Lange-termijn ruimtelijke, economische, geopolitieke en demografische trends
 - Bestaande governance structuren
 - Bestaande organisatie van logistiek, vervoer, mobiliteit en ruimtelijk gedrag van burgers en bedrijven
 - Bestaande organisatie van relevante markten
- Publieke en politieke opinies over bereikbaarheid, duurzaamheid en rechtvaardigheid.

Kennisleemtes

Een eerste kennisleemte betreft het ontbreken van een systematische, discipline-overstijgend analysekader voor het begrijpen van barrières voor verduurzaming; van mobiliteits- en transportgedrag; van samenwerking, coördinatie en strategisch gedrag; van interacties in mobiliteitssystemen en in ketens; en van samenhangende transitie in het logistieke, mobiliteits- en ruimtelijke domein. Onduidelijk is hoe de benaderingen elkaar aanvullen, en in welke mate ze onderling uitwisselbaar en complementair zijn. Kennis is daarmee gefragmenteerd en laat zich nog niet bundelen tot effectieve sturingsprincipes in de beleidspraktijk. Een *eerste beoogde doorbraak* is dan ook dat verschillende wetenschappelijke disciplines en actoren in de praktijk samenwerken om vernieuwende modellen, analysekaders en transitiepaden te ontwikkelen op een theoretisch en empirisch onderbouwde wijze.

Een tweede leemte is het ontbreken van interdisciplinaire modelbenaderingen voor het analyseren van bereikbaarheidsbeleid voor grote en complexe maatschappelijke transitie, die recht doen aan het belang van barrières en coördinatievraagstukken rond het oplossen daarvan. Uit de meeste verkeers- en transportmodellen die gebruikt worden, zijn weliswaar verfijnd in ruimtelijk- en netwerk detail, maar schieten hierin tekort. In dergelijke modellen ontbreekt met name de samenhang met het gedrag van cruciale actoren voor de transitie: lokale en regionale overheden, grote werkgevers, transportbedrijven, energiebedrijven, diverse ministeries, OV-bedrijven, financiële instellingen, technologie-aanbieders, enzovoort. Een *tweede beoogde doorbraak* is dan ook dat deze actoren in nieuwe of verrijkte analysekaders, met hun individuele doelstellingen en restricties, gedrag en reacties op beleid, expliciet en met inachtneming van hun relatie tot burgers, beschouwd worden. Vraagstukken rond barrières, coördinatie en belangentegenstellingen worden dan expliciet gemodelleerd, met, waar relevant, aandacht voor de rol van ketens. Beleidsaanbevelingen kunnen dan uitmonden in veel effectiever beleid. Het beschouwen van onzekerheden en robuustheid van transitiepaden voor grote schokken is daarbij essentieel.

De derde leemte is dat het vaak ontbreekt aan de verbinding tussen conceptuele vraagstukken, empirische analyse en praktijkonderzoek, terwijl verbinding daartussen urgent is voor de juiste inzichten. Nieuwe theoretische raamwerken leiden tot een nieuwe behoefte aan empirisch onderzoek (bv. op de thema's dynamiek, multi-actor gedrag en onzekerheid). Participatief- en actieonderzoek in concrete casussen kan helpen bij het tot stand te brengen van bewustzijn en directe verandering. Een *derde beoogde doorbraak* is dat het onderzoek vraagstukken combineert van conceptuele aard, empirische analyses en praktijkonderzoek.

Relatie met de kernelementen van de NWA, kennisagenda, gamechangers en clustervragen

De barrières die de benodigde transitie in de weg staan zijn niet makkelijk op te lossen. Het ontwikkelen van effectieve strategieën om daar mee om te gaan vereist het samenwerken over grenzen van wetenschappelijke disciplines over een brede range; zie 'beoogde maatschappelijke impact'.

De complexiteit van de materie maakt een combinatie van fundamentele, toegepaste en praktijkgerichte aanpakken noodzakelijk. Combinaties van data analyse, veldexperimenten, praktijkonderzoek en vernieuwende conceptuele oplossingen zijn essentieel om tot doorbraken te komen in de transitie naar klimaat-neutrale mobiliteit.

De samenleving is direct betrokken. Zowel voor het identificeren van de factoren achter de barrières als effectieve en rechtvaardige strategieën zijn burgers en ondernemers, naast andere genoemde maatschappelijke partijen, essentieel. Zij zullen op verschillende manieren centrale rollen vervullen: niet alleen als deelnemers van enquêtes en experimenten maar ook in praktijkonderzoek en andere vormen van co-creatie.

Het thema sluit direct aan op de kennisagenda van de route: “Een transitie realiseren naar een betrouwbaar, efficiënt, veilig en duurzaam mobiliteits-, transport- en logistiek systeem binnen en buiten Nederland.” Hetzelfde geldt voor de gamechangers, met name: Emissievrije transportnetwerken; Duurzame stedelijke mobiliteit; en Kortere logistieke ketens en bundeling.

Het thema sluit aan bij de twee clustervragen die voor de route het meest relevant zijn:

- Q027: Hoe brengen we mensen en goederen slimmer en duurzamer naar hun bestemming, met optimaal gebruik van alle vervoers-mogelijkheden?
- Q028: Hoe kunnen we met efficiëntere transport-middelen bijdragen aan de efficiëntie en milieu-vriendelijkheid van het transport-systeem als geheel?

7.4.6 Innovatieve meetmethoden voor maximaal waardebehoud van strategische en kritieke materialen

Analyse van de uitdaging en onderliggende oorzaken

De wereld staat voor grote uitdagingen op het gebied van klimaat, materialen, gezondheid en veiligheid. Voor batterijen, elektromotoren en wind- en water turbines (hierna turbines), die nodig zijn voor de energietransitie, wordt vanwege de bijzondere eigenschappen gebruik gemaakt van *strategic and critical raw materials* (CRM's). De delving en raffinage van die grondstoffen is energie-intensief en heeft een grote ecologische voetafdruk¹². Diverse studies laten zien hoe groot de impact van menselijk handelen en materiaalbehoefte op de aarde is. Earth Overshoot Day¹³ maakt inzichtelijk dat de menselijke consumptie op het huidige niveau onhoudbaar is. Hetzelfde geldt nationaal: Country Overshoot Day¹⁴ voor Nederland in 2023 viel op 1 april.

Daarnaast wordt de beschikbaarheid van sommige materialen beïnvloed door hun geografische verdeling en concentraties in natuurlijk voorkomen¹⁵. Levering van deze zogenaamde *strategic and critical raw materials* (CRM's) is mede daardoor gevoelig voor geopolitieke spanningen.

De noodzaak van circulariteit van *strategic and critical raw materials* is hiermee evident. In de huidige 'extract-make-disposepraktijk' eindigen de meeste producten die CRM's bevatten na gebruik als afval. Voor deze CRM's is maximale circulariteit noodzakelijk. Nu gaan, door gebrek aan hulpmiddelen om de optimale beslissing te nemen, veel CRM's, en waarde, verloren.

Om waardebehoud te maximaliseren moet circulariteit zo hoog mogelijk op de R-ladder plaatsvinden. Van afgedankte producten is echter vaak onbekend hoeveel CRM's ze bevatten, in welk onderdeel en van welke kwaliteit. Die informatie is wel nodig om de beste circulariteitsstrategie te bepalen. Triage van gebruikte producten naar hergebruik, reparatie, *refurbishment*, deconstructie voor partieel hergebruik en recycling (*Urban mining*) is een voorwaarde voor succes en vereist, naast marktinformatie, geautomatiseerde inspectie- en meettechnologie als cruciale succesfactor. Zulke technologie levert onder andere gegevens over de fysieke integriteit voor de bepaling van levensduur en over de hoeveelheid CRM's en andere waardevolle stoffen die zich in het product bevinden, ten behoeve van triage.

Triage van producten die CRM's bevatten die nodig zijn voor batterijen, turbines en elektromotoren kan langs de volgende lijn geschieden:

- 1) Functioneert het product?
- 2) Wat is de materiële integriteit? (input voor inschatting van de resterende technische levensduur)
- 3) Welke onderdelen zijn geschikt voor hergebruik en welke niet?
- 4) Welk product/onderdeel moet in welke hergebruik-/reparatie-/*refurbishment*-/recyclagestroom terechtkomen?

Als recycling van de materialen de overgebleven optie is, moeten ook de kwaliteit van het inputmateriaal vóór recycling en de kwaliteit van het recyclaat (geautomatiseerd) gemeten worden.

De antwoorden op bovengenoemde vragen zijn essentieel voor de bepaling van de economische waarde van het product of materiaal en kunnen worden opgenomen in Digitale Product Paspoorten. Voor de ontwikkeling van hiervoor vereiste praktisch inzetbare meet- en detectietechnieken is nauwe samenwerking tussen de stakeholders die in de waardeketens acteren cruciaal.

¹² Environmental Risks and Challenges of Anthropogenic Metal Flows and Cycles, Report 3 of the Global Metals Flow Working Group of the International Resource Panel of United Nations Environment Programme.

¹³ <https://overshoot.footprintnetwork.org/>

¹⁴ <https://overshoot.footprintnetwork.org/newsroom/country-overshoot-days/>

¹⁵ United Nations Environment Programme (2024): Global Resources Outlook 2024: Bend the Trend – Pathways to a liveable planet as resource use spikes. International Resource Panel. Nairobi. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44901>



De identificatie van deze noodzaak om kwaliteit te meten en waarde te bepalen heeft geleid tot de definitie van het thema voor de NWA-ORC 2025 van de route Meten en Detecteren. Het thema betreft de ontwikkeling van handelingsperspectief verschaffende meet- en detectietechnieken voor (a) maximalisatie van waardebehoud van batterijen, turbines en elektromotoren en (b) *urban mining* van CRM's voor die producten.

Doel: impact-statement

Maatschappelijke impact:

- Behoud van CRM's voor en levensduurverlenging van batterijen, elektromotoren en turbines, waardoor Nederland minder kwetsbaar wordt voor verminderde beschikbaarheid, minder schade aan ecosystemen ontstaat, en de materialentransitie versneld wordt;
- Betere kapitalisatie van verdienvermogen met circulaire businessmodellen en ketensamenwerkingen door verhoogde efficiëntie, effectiviteit en waardering van retourstromen;
- Beter inzicht in circulariteitsscenario's voor zowel bedrijven als overheden;
- Vermindering van de hoeveelheid schadelijk afval in zowel Nederland als 'dumping' landen.

Wetenschappelijke impact:

- Beschikbaarheid van vernieuwende meetprincipes voor karakterisering van deze veelal bijzondere materialen t.b.v. circulariteit van CRM's;
- Nieuwe kentallen, concepten en meetmethoden om maatschappelijke en economische waarde van afgedankte producten te definiëren en te bepalen;
- Inzicht in de relatie tussen kwaliteit van materialen, integriteit van producten en functionaliteit van producten;
- Methodiek om (eind)gebruikers te betrekken in innovatieve processen voor circulariteit van CRM's;
- Technologie om metingen door ongetrainde gebruikers in het veld mogelijk te maken; Inzicht in CRM-circulariteit bevorderende of belemmerende factoren.

Beoogde maatschappelijke impact

De beoogde maatschappelijke impact van dit thema betreft vermindering van milieuschade en gezondheidsrisico's door mijnbouw en afval, versnelling van de materialentransitie en verbetering van de voorzieningszekerheid. Deze impact sluit goed aan bij nationale en Europese doelstellingen.

De overheid wil dat Nederland in 2050 volledig circulair is. Zo kent het Nationaal Programma Circulaire Economie¹⁶ prioritaire productketens waarin CRM's een belangrijke rol spelen: de overeenkomstige producten moeten herbruikbaar en repareerbaar zijn en veel recycelat en een minimum aan zorgwekkende stoffen bevatten.

De Nationale Grondstoffenstrategie¹⁷ definieert vijf handelingsperspectieven om de leveringszekerheid van kritieke grondstoffen te vergroten: (1) circulariteit en innovatie, (2) duurzame Europese mijnbouw en raffinage, (3) diversificatie, (4) verduurzaming internationale ketens en (5) kennisopbouw en monitoring. Dit thema versterkt (1), (2) en mogelijk ook (5).

Met de Critical Raw Materials Act¹⁸ wil de Europese Unie per 2030 10% van de jaarlijkse behoefte aan de CRM's binnen de EU winnen, 40% zelf raffineren/verwerken en 25% recycleren. Daarnaast mag per CRM maximaal 65% van de jaarlijks in de EU benodigde hoeveelheid uit een enkel niet-EU land komen.

Het thema betreft de ontwikkeling van handelingsperspectief verschaffende meet-technologie voor triage van batterijen, turbines en elektromotoren en afval- en materiaalstromen die de daarvoor benodigde CRM's bevatten. Hiermee wordt waardebehoud geoptimaliseerd door circulariteit 'zo hoog mogelijk in de R-ladder' te faciliteren. Dit voorkomt dat waardevolle materialen verloren gaan en bij 'ontdoen' eindigen in verbrandingsovens en stortplaatsen. Daarnaast faciliteert inhoudsstoffenmeting in materiaalstromen de optimalisatie en rendabiliteit van recyclingprocessen. Het thema is zodoende cruciaal om de (inter)nationale CRM-doelen te halen.

Beoogde wetenschappelijke impact

Circulariteit van CRM's wordt belemmerd door een aantal cruciale factoren, zoals gebrek aan inzicht in handelingsopties voor verwerking van 'afgedankte producten'. Het vakgebied van de circulaire

¹⁶ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/beleidsnotas/2023/02/03/nationaal-programma-circulaire-economie-2023-2030>

¹⁷ <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-c97cca89a0c360bc012f5d6da3d54dd1844a6d33/pdf>

¹⁸ https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en

economie heeft baat bij inschatting van de waarde van afgedankte producten en van beperking van schade door grondstofwinning.

Op het gebied van analytische wetenschap (meten en detecteren) zorgt dit thema ervoor dat (1) meet-technologieën worden verkend en ontwikkeld voor het op locatie bepalen van CRM-inhoud van producten, onderdelen en materiaalstromen en (2) ten behoeve van waardebepaling van een gebruikt product, meet- en detectietechnologie gekoppeld wordt met andersoortige informatie zoals aard en leeftijd.

Zowel het non-destructief en op locatie meten van producten, onderdelen en recyclaatstromen als de integratie met andere informatie is uitdagend. Het vereist technologische innovatie en vernieuwende dataverwerkingsbenaderingen. Deze zijn van (inter)nationaal belang, maar vooralsnog onontgonnen gebied.

Het bovenstaande onderzoek moet helpen inzicht te verschaffen in:

- 1) Samenstelling van materialen: het kunnen identificeren en kwantificeren (op elementair/moleculair niveau) van verschillende materialen in een (al dan niet samengesmolten) product/component. Dit geeft informatie over de CRM-inhoud van 'afgedankte' producten en onderdelen, en helpt de keuze tussen verschillende circulariteitsopties.
- 2) Verval van materialen: Inzicht in verwerings-, defect-, en slijtagepatronen biedt de mogelijkheid deze te relateren aan de gebruikscondities en resterende technische levensduur te voorspellen ten behoeve van 2^e en 3^e gebruik.
- 3) Wederkerige relatie met digitale productpaspoorten (DPP): Welke meetdata moeten in een DPP? Wanneer moet meet- of detectietechnologie worden toegepast en wanneer volstaat het om gegevens over materiaaleigenschappen en gebruik uit DPP te halen?

Maatschappelijke spelers en factoren

Voor het ontwikkelen van geschikte meettechnieken (inclusief kentallen) om effectieve en relevante triage te kunnen uitvoeren moeten naast spelers in de meet- en detectiewetenschap vanaf het begin stakeholders die een rol spelen in de mogelijke circulariteitsscenario's worden meegenomen. Naast de ketenpartners, zijn ook logistieke partijen en overheden belangrijke stakeholders die als voorziene gebruikers invloed moeten hebben op het innovatieproces. Afhankelijk van de materialen en producten waarop door aanvragers wordt ingezet kunnen spelers uit de volgende lijst het consortium versterken.

- CRM verwerkende sectoren inclusief producenten van CRM bevattende producten;
- Reparateurs, remanufacturingbedrijven, remanufacturinglab¹⁹;
- Afvalverwerkers;
- Burgers;
- Logistieke partijen, Havenbedrijf Rotterdam;
- Analysebedrijven;
- Sloop- en sorteerbedrijven;
- Opwerkingsbedrijven (raffinagebedrijven);
- Nederlands Materialen Observatorium, i.o.;
- Banken en investeerders;
- Regelgevende en normerende instanties en overheden;
- Brancheorganisaties zoals FME, Metaalunie, ARN, Stichting Open, TechniekNL, NVDE.

Het betrekken van dit soort spelers, die richting geven aan het onderzoek en waarvan sommigen eindgebruiker zijn, versterkt een consortium.

Kennisleemtes

De focus op meten en detecteren voor circulariteit van CRM's voor batterijen, elektromotoren en turbines maakt het thema bij uitstek inter- en transdisciplinair. In de circulaire economie is het belangrijk om een zogenaamde ketenbenadering toe te passen. Hergebruik van materialen op verschillende plaatsen vereist aanhaking van partners in vooralsnog veelal lineaire waardeketens. Succesvolle ontwikkeling en implementatie van vernieuwende technologieën en methodologieën vereist dat de ketenpartners vroeg aanhaken bij onderzoek en ontwikkeling, om richting te geven aan de innovatie en bekend te raken met de technologie. Het thema adresseert meerdere kennisleemtes, zowel technisch als maatschappelijk:

- Welke meetprincipes zijn geschikt voor bepaling van plaats, hoeveelheid en kwaliteit van CRM's in product en materialen?

¹⁹ <http://www.tno.nl/nl/technologie-wetenschap/laboratoria/remanufacturing-lab/>

- Welke meetprincipes kunnen non-destructief toegepast worden op objecten van inhomogene en variabele samenstelling?
- Welke meetprincipes zijn geschikt voor miniaturisering ten behoeve van toepassing buiten het laboratorium?
- Welke vereenvoudigde meettechnieken voldoen om nauwkeurige high-end laboratoriummetingen te vervangen en onder welke condities?
- Welke combinaties van inspectie (visueel, andere imaging) en samenstellingsmeting zijn de beste voorspeller van resterende technische levensduur?
- Welke combinaties van meetgegevens en product- en marktinformatie moeten gemaakt worden om waarde te bepalen?
- Welke metingen van gehalten en zeer zorgwekkende stoffen zijn geschikt voor DPP's?
- De relatie tussen functionaliteit en waarde van gebruikte producten.
- De relatie tussen samenstelling en waarde van materialen; dit lijkt triviaal maar wordt uitdagend als het instantaan aangegeven moet worden.
- De relatie tussen samenstelling en potentieel voor verdere verwerkbaarheid van materialen (met betrekking tot zowel zeer zorgwekkende stoffen als concentraties en eigenschappen van het materiaal waarin de herwinbare CRM's zich bevinden).
- Welke methoden zijn geschikt om relevante stakeholders in onderzoek en innovatie te betrekken?
- Welke belangen en (economische, ecologische, maatschappelijke) waarden van de stakeholders spelen de grootste rol en hoe kunnen deze worden meegenomen in de ontwikkeling van de methodiek? Hoe kunnen inzichten en methodieken uit Responsible Innovation in Business²⁰, ²¹ en Begeleidingsethiek²² hieraan bijdragen en in geïmplementeerd worden?
- De benodigde design-strategieën om meetgegevens om te zetten in handelingsperspectieven voor de verschillende gebruikersgroepen.
- Hoe kan inschatting van ecologische-schadebeperking (bijv. als gevolg van 'overslaan' van extractie en vereenvoudiging of overslaan van raffinage) bijdragen tot handelingsperspectief voor de gebruikers?

Relatie met de kernelementen van de NWA, kennisagenda, gamechangers en clustervragen

Vanwege de veelal exotische aard van de CRM's, hoe deze in retourestromen voorkomen en de complexiteit van circulariteitsopties is een combinatie van fundamenteel en toegepast en praktijkgericht onderzoek essentieel.

De noodzakelijke koppeling van meting aan actie, via economische en/of maatschappelijke waarde, maakt het thema inter- en transdisciplinair. Omdat de technologie ook Consumer-to-Business (C2B) en C2C moet versnellen, moeten ook burgers meegenomen worden in de ontwikkeling van waarde bepalende meettechnologie (bijvoorbeeld voor fietsbatterijen).

Het betrekken van deze en andere (eind)gebruikers in het innovatieproces vereist dat meetdisciplines en gedrags-/sociale wetenschappen elkaar goed begrijpen en van fundamenteel tot toegepast niveau goed met elkaar samenwerken.

Dit thema bedient alle *game changers* (gc) van de route:

Gc1: De technologie levert systeembegrip over de beschikbaarheid van CRM's in verschillende waardeketens en voedt Life Cycle Informatiesystemen Gc2: De vereiste van bepaling van samenstelling op locatie Gc3: De relatie tussen samenstelling en functionaliteit Gc4: Vertaling van meetgegevens naar waarde

De verbinding met de route Circulaire Economie is evident, andere relevante routes zijn: Materialen – Made in Holland (gamechanger 'Duurzame materialenkringlopen'); Smart Industry (gamechangers 'Smart products and services', Smart Technologies – Systems of systems').

Zeer relevante NWA-clustervragen:²³

- Q009: Hoe kunnen we de cycli van koolstof, stikstof en fosfor beter benutten?
- Q015: Hoe kunnen wij agroproductiesystemen verduurzamen in relatie tot de wereldwijd toeneemende vraag naar gezond en veilig voedsel?
- Q052: Hoe kunnen we een werkelijk circulaire economie realiseren en zo industriële productie van goederen minder afhankelijk maken van primaire grondstoffen?

²⁰ Gurzawska, A., Mäkinen, M., & Brey, P. (2017). Implementation of Responsible Research and Innovation (RRI) practices in industry: Providing the right incentives. *Sustainability*, 9(10), 1759

²¹ Gurzawska, A. (2020). Towards responsible and sustainable supply chains-innovation, multi-stakeholder approach and governance. *Philosophy of Management*, 19(3), 267–295

²² Tijlink, D., Verbeek, P.-P. (2023). De techniek staat voor iets, Samen richting geven aan techniek en samenleving, 159 p, ISBN: 9789024458493.

²³ <https://www.nwo.nl/onderzoeksprogrammas/nationale-wetenschapsagenda/vernieuwing-en-netwerken/clustervragen>



- Q106: Hoe gaan de maak-, service- en onderhoudsindustrie transformeren en welke technologische vernieuwingen maken dit mogelijk?

Beperkt relevante NWA-clustervragen:

- Q051: Smart industry – Hoe maken we onze fabrieken slimmer?
- Q054: Hoe zorgen we ervoor dat de Nederlandse economie concurrerend blijft?

7.4.7 Zit niet stil, mensen zijn gemaakt om te bewegen!

Analyse van de uitdaging en onderliggende oorzaken

Wicked problem

Voor het eerst in de moderne tijd zal de komende generatie een kortere levensverwachting hebben dan de huidige. Een inactieve leefstijl is hiervan een belangrijke oorzaak. Beleid om hierin een kentering teweeg te brengen is weinig succesvol. Het thema *'Zit niet stil, mensen zijn gemaakt om te bewegen!'* richt zich op een aangrijpingspunt dat nog onvoldoende is benut, namelijk transities in de levensloop die het sport- en beweeggedrag veelal negatief beïnvloeden, zoals de overgang van basisschool naar voortgezet onderwijs, van school naar werk, gezinsvorming en verhuizing.

Eerste 10.000 dagen en doeltreffendheid van interventies als focus

Het is van groot belang meer inzicht te verwerven in de vraag wanneer, waar, bij wie, hoe en waarom die levenstransities meer of minder impact hebben op het sport- en beweeggedrag, en hoe het effect van die transitie te beïnvloeden is. Ingrijpende veranderingen in de levensloop bieden uitgelezen kansen om de doelgerichtheid en doeltreffendheid van interventies te vergroten, vanwege de vindbaarheid en beïnvloedbaarheid van mensen die deze transities doormaken (bijvoorbeeld brugklassers, eerstejaarsstudenten, aanstaande ouders, bewoners van nieuwbouwwijken, enz.).

"De centrale vraag is: Hoe kan, via interventies rond transitie in de levensloop, worden bevorderd dat kinderen, jongeren en jongvolwassenen een actieve leefstijl opbouwen en handhaven in de eerste 10.000 dagen van hun leven?"

De eerdere themastelling in NWO-ORC binnen de route Sport en Bewegen richtte zich op oudere volwassenen. Daarmee dekken de twee themastellingen de gehele levensloop.

Doelstellingen van deze themastelling:

1. Het verwerven van wetenschappelijke kennis over de impact van transitie in de levensloop op het sport- en beweeggedrag en hoe het effect van die transitie positief kan worden beïnvloed; gericht op de eerste 10.000 dagen van het leven met bijzondere aandacht voor mensen in kwetsbare posities en maatschappelijke en technologische ontwikkelingen die de impact van transitie beïnvloeden.
2. Het beantwoorden van de onderzoeksvraag door grootschalig participatief onderzoek vanuit een 'citizen science'-aanpak waarin de 'individu/eindgebruiker' direct wordt betrokken.
3. Het ontwikkelen en uitvoeren van interventies in co-creatie met de 'eindgebruikers' die bevorderen dat mensen met een actieve leefstijl de volwassenheid ingaan (tevens belangrijke bouwsteen van NWA ORC Thema 2024 'Jonger door Sport, Bewegen en Voeding')
4. Het verhogen van het bereik, engagement en de effectiviteit van interventies door toepassing van innovaties, zoals op het gebied van gamificatie en betrokkenheid van intermediairs, zoals buurtsportcoaches en/of virtual coaches.
5. Het toewerken naar modelvorming die onderliggende principes identificeert en beschrijft, gericht op generalisatie en opschaling.

Binnen deze themastelling ligt de focus op (jonge) mensen in maatschappelijk en economisch kwetsbare posities. Ook wordt gekeken naar (negatieve) invloeden van maatschappelijke en technologische ontwikkelingen (zoals verstedelijking en de krimpende ruimte voor sport en bewegen, toename social media, het gebruik van elektrische fietsen). Deze negatieve invloeden zetten het wicked problem voortdurend onder druk.

Doel: impact-statement

Zit niet stil! Een mens is gemaakt om te bewegen: De eerste 10.000 dagen van een mensenleven zijn cruciaal voor de ontwikkeling van een actieve leefstijl en een duurzame gezondheid. De kans daarop is substantieel en duurzaam groter als sport en bewegen in de leefstijl zijn verankerd voorafgaand aan de volwassenheid. Door vroeg te starten, geef je jonge mensen de juiste 'bagage' mee voor een gezond, actief leven. Inzet op interventies rond transitie in de levensloop vergroot de kans dat een



actieve leefstijl onder hen ontstaat en behouden blijft en vergemakkelijkt het bereik van de doelgroep voor wie dit geen vanzelfsprekendheid is.

Beoogde maatschappelijke impact

Een gebrek aan (verantwoorde) beweging wordt beïnvloed door een complex samenspel van persoonlijke, sociale (naast eten, is bewegen ook een activiteit met een sterk sociaal element), culturele en maatschappelijke factoren.

In het dagelijks leven worden mensen 24/7 blootgesteld aan een groot aantal vaak ongezonde verleidingen (zie ook de term “couch potatoes”) en is de noodzaak om fysiek te bewegen voor vele mensen beperkt.

Dit leidt vanaf de vroegste jeugd, in veel gevallen, tot een inactieve levensstijl die, bij volwassenheid, moeilijk verandert. Dit probleem speelt in alle lagen van de samenleving en sterker bij mensen met een kwetsbare maatschappelijke en economische positie. Tegelijkertijd is juist deze doelgroep het minst onderzocht. Ook wordt deze doelgroep het minst bij onderzoek betrokken. Het versterken van een doelgroepaanpak met een focus op levenslooptransities is een ‘gamechanger’ in deze negatieve beweegspiraal. Er zijn veel gezonde levensjaren te winnen, met voordelen vanuit zowel menselijk als economisch perspectief.

Beoogde wetenschappelijke impact

‘Big & Thick data’

Er is behoefte aan longitudinale studies die zicht geven op causale verbanden en onderliggende mechanismen^{24, 25, 26, 27}. Dat kunnen klinische en quasi-experimentele onderzoeken zijn^{28,29}, maar ook kwantitatieve onderzoeken gericht op ‘big data’ of kwalitatieve onderzoeken gericht op ‘thick data’^{30, 31}. Specifieke aandacht verdienen mensen in kwetsbare posities zoals jongeren in het (V)MBO, vrouwen met een migratieachtergrond en mensen zonder werk^{32, 33}.

Data & Technologie in de sociale context

De wetenschappelijke impact kan worden vergroot door nieuwe data-analysetechnieken en technologische innovaties in te zetten (zoals sensortechnologie, wearables, machine learning en AI) en de resultaten hiervan in gecomprimeerde en begrijpelijke vorm op individueel niveau terug te koppelen ter bevordering van sport- en beweeggedrag. De ambitie is om met behulp van dergelijke technologie het gedrag op een ethisch, moreel en juridisch aanvaardbare manier in positieve zin te beïnvloeden, na te zijn ontwikkeld en getoetst samen met het afnemend veld. Het doel hiervan is om tot gepersonaliseerde gedragsbeïnvloeding te komen (‘just-in-time adaptive interventions’).

Sociaal-ecologische niveaus

Het samenvallen van transities verscherpt effecten op beweeggedrag^{34, 35}. Er is behoefte aan studies

²⁴ Corder, K., Ogilvie, D., & van Sluijs, E. M. (2009). Invited commentary: physical activity over the life course—whose behavior changes, when, and why? *American journal of epidemiology*, 170(9), 1078–1081.

²⁵ Jose (2014) *Maintaining participation in physical activity during the transition from adolescence to adulthood: a mixed methods study*. Diss. University of Tasmania.

²⁶ Biernat, E. & Piatkowska, M. (2018). Stay active for life: physical activity across life stages. *Clinical Interventions in Aging*, 1341–1352.

²⁷ Rullestad, A., Meland, E., & Mildestvedt, T. (2021). Factors predicting physical activity and sports participation in adolescence. *Journal of environmental and public health*, 2021, 1–10.

²⁸ Larouche, R., Laurencelle, L., Shephard, R. J., & Trudeau, F. (2012). Life transitions in the waning of physical activity from childhood to adult life in the Trois-Rivières study. *Journal of Physical Activity and Health*, 9(4), 516–524.

²⁹ Engberg, E., Alen, M., Kukkonen-Harjula, K., Peltonen, J. E., Tikkanen, H. O., & Pekkarinen, H. (2012). Life events and change in leisure time physical activity: a systematic review. *Sports medicine*, 42, 433–447.

³⁰ Franken, R., Bekhuis, H., & Tolsma, J. (2023). Kudos make you run! How runners influence each other on the online social network Strava. *Social Networks*, 72, 151–164.

³¹ Gropper, H., John, J. M., & Thiel, A. (2023). Ways into physical (in) activity: The role of critical life events and transitions in the reconstructions of young adults. *Plos one*, 18(8).

³² Gropper, H., John, J. M., & Thiel, A. (2023). Ways into physical (in) activity: The role of critical life events and transitions in the reconstructions of young adults. *Plos one*, 18(8).

³³ Biernat, E. & Piatkowska, M. (2018). Stay active for life: physical activity across life stages. *Clinical Interventions in Aging*, 1341–1352.

³⁴ Engberg, E., Alen, M., Kukkonen-Harjula, K., Peltonen, J. E., Tikkanen, H. O., & Pekkarinen, H. (2012). Life events and change in leisure time physical activity: a systematic review. *Sports medicine*, 42, 433–447.

³⁵ Gropper, H., John, J. M., & Thiel, A. (2023). Ways into physical (in) activity: The role of critical life events and transitions in the reconstructions of young adults. *Plos one*, 18(8).



die effecten vanuit meerdere sociaal-ecologische niveaus onderzoeken³⁶ en nagaan hoe effectiviteit van systeeminterventies wordt vergroot^{37, 38}.

Maatschappelijke spelers en factoren

Onderzoek^{39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46} laat zien dat de volgende transities grote impact uitoefenen op het sport- en beweeggedrag in de eerste 10.000 dagen van de levensloop:

- **Verandering van opleiding**
 - Overgang van basisschool naar middelbaar onderwijs
 - Overgang van middelbaar naar beroepsonderwijs of hoger onderwijs
- **Verandering van werk**
 - Overgang van onderwijs naar arbeidsmarkt
 - Verandering van werkomgeving
- **Verandering van relaties en gezinsstructuur**
 - Overgang van single naar samenwonen of andersom (scheiding, weduwschap)
 - Gezinsuitbreiding
- **Verandering van leefomgeving**
 - Verhuizingen

Met deze transities zijn verschillende stakeholders verbonden, zoals onderwijsinstellingen (basisschool, beroepsonderwijsinstellingen), arbeidsorganisaties (profit, non-profit), sport- en beweegorganisaties (fitnesscentra, sportverenigingen) en overheidsinstanties (gemeentelijke diensten). Deze kunnen fungeren als vindplaats van de doelgroep en aangrijpingspunt voor interventies.

Kennisleemtes

Over de gehele levensloop gezien, neemt het beweeggedrag af. Sallis⁴⁷ noemt dit *“the most consistent finding in physical activity epidemiology”*. Deze afname verloopt niet lineair^{48, 49}. In de levensloop doen zich meerdere fasen voor waarin het beweeggedrag een wending neemt en sneller afneemt, stabiliseert of juist een nieuwe impuls krijgt⁵⁰. Deze fasen hangen samen met ingrijpende gebeurtenissen en transities^{51, 52, 53}: *“Natural interventions that inevitably occur within the life course and that are oftentimes accompanied by changes in PA behavior for both the better and the worse”*⁵⁴.

³⁶ Spruijtenburg, G. E., van Abswoude, F., Platvoet, S., de Niet, M., Bekhuis, H., & Steenbergen, B. (2022). Factors Related to Adolescents' Participation in Organized Sports. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), 15872.

³⁷ Corder, K., Ogilvie, D., & van Sluijs, E. M. (2009). Invited commentary: physical activity over the life course—whose behavior changes, when, and why? *American journal of epidemiology*, 170(9), 1078–1081.

³⁸ Hirvensalo, M., & Lintunen, T. (2011). Life-course perspective for physical activity and sports participation. *European Review of Aging and Physical Activity*, 8, 13–22.

³⁹ King A.C., Kiernan M., Ahn D.K. et al. (1998). The effects of marital transitions on changes in physical activity: results from a 10-year community study. *Annals of Behavioral Medicine*, 20(2): 64–69.

⁴⁰ Allender, S., Hutchinson, L., & Foster, C. (2008). Life-change events and participation in physical activity: a systematic review. *Health promotion international*, 23(2), 160–172.

⁴¹ Corder, K., Ogilvie, D., & van Sluijs, E. M. (2009). Invited commentary: physical activity over the life course—whose behavior changes, when, and why? *American journal of epidemiology*, 170(9), 1078–1081.

⁴² Hirvensalo, M., & Lintunen, T. (2011). Life-course perspective for physical activity and sports participation. *European Review of Aging and Physical Activity*, 8, 13–22.

⁴³ Engberg, E., Alen, M., Kukkonen-Harjula, K., Peltonen, J. E., Tikkanen, H. O., & Pekkarinen, H. (2012). Life events and change in leisure time physical activity: a systematic review. *Sports medicine*, 42, 433–447.

⁴⁴ Biernat, E. & Piatkowska, M. (2018). Stay active for life: physical activity across life stages. *Clinical Interventions in Aging*, 1341–1352.

⁴⁵ Van Houten, J. M., Kraaykamp, G., & Pelzer, B. J. (2019). The transition to adulthood: a game changer!? A longitudinal analysis of the impact of five major life events on sport participation. *European Journal for Sport and Society*, 16(1), 44–63.

⁴⁶ Gropper, H., John, J. M., & Thiel, A. (2023). Ways into physical (in) activity: The role of critical life events and transitions in the reconstructions of young adults. *Plos one*, 18(8).

⁴⁷ Sallis J.F. (200). Age-related decline in physical activity: a synthesis of human and animal studies. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(9): 1598–1600.

⁴⁸ Seefeldt V., Malina R.M., Clark M.A. (2002). Factors affecting levels of physical activity in adults. *Sports Medicine*, 32(3): 143–168.

⁴⁹ Raymore L.A., Barber B.L., Eccles J.S. (2001). Leaving home, attending college, partnership and parenthood: the role of life transition events in leisure pattern stability from adolescence to young adulthood. *Journal of Youth and Adolescence*, 30(2): 97–123.

⁵⁰ Larouche, R., Laurencelle, L., Shephard, R. J., & Trudeau, F. (2012). Life transitions in the waning of physical activity from childhood to adult life in the Trois-Rivières study. *Journal of Physical Activity and Health*, 9(4), 516–524.

⁵¹ Gropper, H., John, J. M., & Thiel, A. (2023). Ways into physical (in) activity: The role of critical life events and transitions in the reconstructions of young adults. *Plos one*, 18(8).

⁵² Allender, S., Hutchinson, L., & Foster, C. (2008). Life-change events and participation in physical activity: a systematic review. *Health promotion international*, 23(2), 160–172.

⁵³ Engberg, E., Alen, M., Kukkonen-Harjula, K., Peltonen, J. E., Tikkanen, H. O., & Pekkarinen, H. (2012). Life events and change in leisure time physical activity: a systematic review. *Sports medicine*, 42, 433–447.

⁵⁴ Gropper, H., John, J. M., Sudeck, G., & Thiel, A. (2020). The impact of life events and transitions on physical activity: A scoping review. *PloS one*, 15(6).

Hoewel er voldoende bewijs is dat dergelijke transitieën in de levensloop zorgen voor veranderingen in het beweeggedrag, is nog weinig empirisch onderzoek verricht naar de mate waarin, wijze waarop en redenen waarom deze veranderingen plaatsvinden^{55, 56, 57, 58}. Onvoldoende duidelijk is welke transitieën meer of minder impact hebben en waarom⁵⁹ en hoe die transitieën op radicale of incrementele wijze bijdragen aan veranderingen in het sport- en beweeggedrag.

Onderzoek laat zien dat ingrijpende gebeurtenissen en transitieën impact hebben op de organisatie en routines van het dagelijks leven van mensen. Hun rollen en verantwoordelijkheden veranderen, evenals hun behoeften, prioriteiten en middelen^{60, 61}. Er is nog weinig bekend hoe en waarom (in het bijzonder: jonge) individuen hun sport- en beweeggedrag aan die veranderende sociale en institutionele contexten aanpassen^{62, 63}. Ook weten we nog weinig over de gecombineerde effecten die de sociale, organisatorische en gebouwde omgeving (groenvoorzieningen, speelvoorzieningen, sportaccommodaties e.d.) uitoefenen op het beweeggedrag gedurende de eerste 10.000 dagen van de levensloop^{64, 65}.

Daarnaast wordt dit onderzoek expliciet geplaatst in een 21^e eeuwse context, waarin social media (24/7 verbonden zijn, online zelf-presentatie en de daarmee gepaard gaande druk/stress) van toenemende invloed zijn op (sedentair) gedrag en het ontwikkelen van een (in)actieve leefstijl.

Relatie met de kernelementen van de NWA, kennisagenda, gamechangers en clustervragen

Clustervraag & gerelateerde vragen

Het thema integreert twee thema's uit de kennis- en innovatieagenda van de route Sport en Bewegen: "Healthy Generation" en "Moving Smarter and Better". Het thema beantwoordt aan clustervraag Q075: "Hoe kunnen we gezondheid door middel van sport, bewegen en voeding bevorderen en welke effecten brengt dit met zich mee?" Ook is het thema relevant voor clustervragen:

- Q077: Wat is de bijdrage van niet genetische factoren aan persoonlijke eigenschappen en ziekteprocessen? (gezondheidsbevordering en preventie)
- Q059: Hoe kunnen kinderen en adolescenten veilig en gezond opgroeien? (veilig en gezond opgroeien)
- Q041: Wat is het probleem met ongelijkheid? (ongelijkheid)
- Q077: Wat is de bijdrage van niet genetische factoren aan persoonlijke eigenschappen en ziekteprocessen? (niet-genetische factoren)
- Q105: Hoe kunnen big data en technologische innovatie (e-health) bijdragen in de zorg?
- Q112: Big data: kunnen we grote datasets en het verzamelen daarvan benutten voor het realiseren van waarden, het genereren van inzichten en het verkrijgen van antwoorden? (big data en technologie)
- Q084: Hoe kunnen we het probleem van overgewicht en obesitas beter begrijpen en voorkomen? (obesitas)
- Q087: Hoe ontstaan diabetes type 1 en 2 en hoe kunnen deze eerder worden opgespoord en vervolgens op individuele basis worden behandeld? (diabetes)
- Q094: Hoe maken we de gezondheidszorg kwalitatief zo goed mogelijk en houden we het betaalbaar? (goede, betaalbare zorg).

⁵⁵ Allender, S., Hutchinson, L., & Foster, C. (2008). Life-change events and participation in physical activity: a systematic review. *Health promotion international*, 23(2), 160–172.

⁵⁶ Corder, K., Ogilvie, D., & van Sluijs, E. M. (2009). Invited commentary: physical activity over the life course—whose behavior changes, when, and why? *American journal of epidemiology*, 170(9), 1078–1081.

⁵⁷ Gropper, H., John, J. M., Sudeck, G., & Thiel, A. (2020). The impact of life events and transitions on physical activity: A scoping review. *PloS one*, 15(6).

⁵⁸ Gropper, H., John, J. M., & Thiel, A. (2023). Ways into physical (in) activity: The role of critical life events and transitions in the reconstructions of young adults. *Plos one*, 18(8).

⁵⁹ Larouche, R., Laurencelle, L., Shephard, R. J., & Trudeau, F. (2012). Life transitions in the waning of physical activity from childhood to adult life in the Trois-Rivières study. *Journal of Physical Activity and Health*, 9(4), 516–524.

⁶⁰ Gropper, H., John, J. M., & Thiel, A. (2023). Ways into physical (in) activity: The role of critical life events and transitions in the reconstructions of young adults. *Plos one*, 18(8).

⁶¹ Van Houten J.M.A. (2022). Game changers: The impact of major life events on sport participation. Diss. Radboud University Nijmegen.

⁶² Van Houten, J. M., Kraaykamp, G., & Pelzer, B. J. (2019). The transition to adulthood: a game changer!? A longitudinal analysis of the impact of five major life events on sport participation. *European Journal for Sport and Society*, 16(1), 44–63.

⁶³ Gropper, H., John, J. M., & Thiel, A. (2023). Ways into physical (in) activity: The role of critical life events and transitions in the reconstructions of young adults. *Plos one*, 18(8).

⁶⁴ Hoekman, R., Grubben, M. & Kraaykamp, G. (2023). Sport club dropout under COVID-19 in the Netherlands: Do characteristics of the neighbourhood matter? *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1168608

⁶⁵ Wang, Y., Steenbergen, B., van der Krabben, E., Kooij, H. J., Raaphorst, K., & Hoekman, R. (2023). The Impact of the Built Environment and Social Environment on Physical Activity: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(12), 6189.

Mix van fundamenteel, toegepaste en praktijkgericht onderzoek

Doel is door transdisciplinair onderzoek met betrokkenheid van eindgebruikers en stakeholders in de quadruple helix een doorbraak te creëren in het bestrijden van bewegingsarmoede. In dit onderzoek krijgen zowel contextuele als individuele factoren aandacht.

Gamechangers

1. **'Eindgebruiker' centraal:** de belevingswereld, drijfveren en situationele context worden systematisch onderzocht, met inzet van participatieve onderzoeksmethoden en co-creatieve ontwikkelaanpakken.
2. **Verbinding 'big data & thick data':** inzet van mixed methods en longitudinaal onderzoek, in samenwerking met lokale overheden, bedrijven, instellingen en individuen.
3. **Behavioral Public Governance & Sociale/Institutionele participatieve innovaties:** specifieke aandacht voor gedragsbeïnvloeding via richtlijnen, nudging en organisatorische en institutionele innovaties.

7.4.8 Eerste 1.000 dagen: praktisch bruikbaar onderzoek voor de gezondheid van moeders, pasgeborenen en kinderen in LMIL

Analyse van de uitdagingen en onderliggende oorzaken

Ondanks mondiale ontwikkelingen zijn er aanhoudend hoge ziekte- en sterftepercentages van moeders, pasgeborenen en kinderen (MNHC), met name in lage- en middeninkomenslanden (LMIL). Dit belemmert het behalen van de Duurzame ontwikkelingsdoelen (SDG's) 3.1 (terugdringen moedersterfte) en 3.2 (een einde maken aan vermijdbare overlijdens van kinderen onder de 5 jaar) en heeft mogelijk invloed op het behalen van andere SDG's. De aangenomen resolutie tijdens de Wereldgezondheidsvergadering in 2024 benadrukte hoe urgent het is om sneller voortgang te boeken wat betreft het verlagen van moeder- en kindersterfte, met name tijdens de kritieke eerste 1.000 dagen van het leven.

Er bestaan veelbelovende oplossingen en geslaagde interventies. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om naar schatting 55% van de overlijdens van kwetsbare kinderen in ziekenhuizen te voorkomen door middel van verbeterde zorgprotocollen en kan zelfs met beperkte middelen 80% van de moedersterfte in LMIL worden voorkomen. Hiervoor is het nodig om acute aandoeningen vroegtijdig te herkennen en direct te starten met passende behandeling. Het verbeteren van vroegtijdige herkenning en van het klinisch besluitvormingsproces in het algemeen is cruciaal om het gezondheidszorgsysteem en de positie van zorgmedewerkers te versterken en om uitkomsten op het gebied van gezondheid significant te verbeteren. Afgezien van sterfte worden andere ziekteoorzaken die van invloed zijn op de gezondheid van vrouwen, zoals de geestelijke gezondheid van moeders, nog onvoldoende aangepakt. Naast kwaliteit van zorg gaat het er bij het bieden van gezondheidszorg ook om hoe patiënten de zorg ervaren.

Complexe, onderling verbonden uitdagingen die in alle geledingen van het gezondheidszorgsysteem spelen, leiden tot een gebrek aan gelijkwaardige en tijdige toegang tot respectvolle en kwalitatief goede zorg. Deze uitdagingen liggen op het gebied van de infrastructuur, de beschikbaarheid van middelen en een ongelijke verdeling van personeel en gezondheidszorgfaciliteiten, ontoereikende leveringsketens voor medische hulpmiddelen, apparatuur, beschikbaarheid van medicijnen en anticonceptie en gebrekkige gebouwen en IT-infrastructuur. Zelfs wanneer interventies bestaan en deze effectief zijn gebleken onder onderzoeksomstandigheden kunnen problemen op het gebied van schaalbare implementatie verhinderen dat we degenen bereiken die hulp nodig hebben. Toenemende bedreigingen zoals klimaatverandering, verlies van biodiversiteit en sociaal-politieke conflicten vergroten deze uitdagingen.

Het aanpakken van de uitdagingen vereist een bredere aanpak waarin het gezondheidszorgsysteem gezien wordt als een sociaal systeem en waarbij curatieve en preventieve zorg op verschillende niveaus en in verschillende omgevingen geïntegreerd wordt: binnen instellingen, gezondheidsdiensten en praktijken voor zelfzorg. De complexiteit van het probleem vraagt om transdisciplinair onderzoek waarin rekening wordt gehouden met de maatschappelijke, politieke, culturele, milieu- en economische determinanten van het functioneren van het gezondheidszorgsysteem. Voorgestelde interventies moeten technisch deugdelijk zijn, maar ook duurzaam op sociaal, economisch en milieugebied en er tegelijkertijd voor zorgen dat kwetsbare en gemarginaliseerde groepen hier op gelijkwaardige wijze baat bij hebben. Hiervoor is een betekenisvolle samenwerking met bijvoorbeeld gemeenschappen, patiëntenorganisaties/-groepen en lokale partners onmisbaar.

Dit thema richt zich op het aanpakken van de implementatieproblemen van interventies en innovaties

die zijn ontwikkeld voor MNCH. In aanvragen moeten mechanismen zijn opgenomen waarmee interventies succesvol kunnen worden geïmplementeerd in hun beoogde context. Ze moeten gericht zijn op belangrijke uitdagingen die meerdere componenten van het gezondheidssysteem beslaan, zoals het aanbieden van gezondheidszorg, leiderschap, bestuur, financiering, personeel, duurzaamheid en technologie. We zijn niet op zoek naar aanvragen die zich richten op geïsoleerde innovaties, afzonderlijke landen, ziekte-specifieke of afgescheiden benaderingen, of naar aanvragen die een gebrek aan integratie binnen een breder kader van gezondheidssystemen vertonen. We verwachten dat in aanvragen gebruik wordt gemaakt van ketenbrede kennis en inter- en transdisciplinaire benaderingen. Ons gebrek aan inzicht in optimale implementatie en strategieën om kennis te vertalen belemmert de versnelling van MNCH-verbeteringen via praktisch bruikbare, gecontextualiseerde interventies, richtlijnen of beleid. Daarom wordt van transdisciplinaire consortia verwacht dat ze zich richten op dit hiaat in kennis.

Doel: impact-statement

Binnen dit thema zijn we geïnteresseerd in onderzoek naar de manier waarop bewezen interventies effectief geïmplementeerd kunnen worden in gezondheidssystemen en hoe deze lessen kunnen worden geëxtrapoleerd naar andere omgevingen in LMIL en daarbuiten. Wetenschappelijke en maatschappelijke impact zijn daarmee intrinsiek met elkaar verbonden. Aanvragen moeten wetenschappelijke kennis vergroten over de mogelijke trajecten en mechanismen voor de benaderingen van gezondheidssystemen die erop gericht zijn MNCH te verbeteren. Ze moeten zich richten op het vergroten van inzicht in hoe gezondheidssystemen de transitie kunnen maken naar verbeterde MNCH binnen de regionale context en ook kijken naar de implicaties voor schaalbaarheid. Het project moet ook kennis vergroten over hoe gelijkwaardige partnerschappen kunnen werken binnen onderzoek en *best practices* bieden voor gelijkwaardige transdisciplinaire benaderingen met academische en niet-academische partners in LMIL. Op die manier moeten er tastbare uitkomsten op het gebied van gezondheid voortkomen uit het project dat daarmee een wezenlijke invloed op de maatschappij zal hebben.

Hoewel de maatschappelijke en wetenschappelijke bijdragen hieronder apart worden weergegeven, vindt er tijdens het hele project een wisselwerking plaats tussen deze twee.

Beoogde maatschappelijke impact

Het is de bedoeling om met dit thema bij te dragen aan Duurzame ontwikkelingsdoelen 3.1 (terugdringen van moedersterfte) en 3.2 (een einde maken aan vermijdbare overlijdens van kinderen onder de 5 jaar).

We willen bijdragen aan een wereld waarin alle moeders en kinderen toegang hebben tot kwalitatief hoogwaardige en respectvolle gezondheidszorg die aansluit bij hun behoeften. Er is een transformatie van gezondheidssystemen nodig waarbij alle componenten optimaal functioneren en trajecten voor patiëntzorg zijn geoptimaliseerd. Ons staat een verschuiving voor ogen die de cirkel van ongelijkheid doorbreekt, waarbij degenen die behoren tot een kwetsbare groep vanwege hun sociaaleconomische klasse, leeftijd, etniciteit of andere sociale determinanten of geografische locatie, voorrang krijgen bij gezondheidsinterventies zodat verbeteringen op het gebied van gezondheidszorg gelijkwaardig verdeeld worden. De geestelijke gezondheid en het sociale welzijn van vrouwen en kinderen krijgen dezelfde prioriteit als hun fysieke gezondheid, waardoor een holistische benadering van welzijn is gewaarborgd.

Ons doel is om te zorgen voor co-eigenaarschap van gecontextualiseerde en gevalideerde best practices. Dit doen we door lokale actoren en gemeenschappen bij onze projecten te betrekken en samen te komen tot een gezondheidssysteem dat niet langer wordt opgelegd van bovenaf, maar bestaat uit eerlijke en duurzame zorgmodellen die door co-creatie tot stand zijn gekomen. Zorgaanbieders moeten meer bevoegdheden krijgen en worden opgeleid en uitgerust om deze verbeteringen in stand te houden. Gezondheidszorgmedewerkers, patiënten, vrouwen, gezinnen en gemeenschappen worden als co-creators met kennis en ervaring betrokken bij het vinden van oplossingen die voldoen aan hun unieke behoeften. Dit leidt tot gezondere generaties en sterkere samenlevingen en gezondere en gemotiveerdere arbeidskrachten in de gezondheidszorg.

Gelijkwaardige partnerschappen tussen hoge inkomenslanden (HIL) en lage- en middeninkomenslanden (LMIL) zullen innovaties voortbrengen die op maatschappelijk en milieugebied duurzaam zijn. Bewezen gezondheidsinterventies zullen worden aangepast aan de lokale context, terwijl oplossingen voor klimaatgerichte gezondheidsrisico's wereldwijd gedeeld zullen worden.

Beoogde wetenschappelijke impact

Dit thema heeft als doel om de wijze waarop **gezondheidssystemen** worden bestudeerd en

verbeterd te transformeren, waarbij van ziekte-specifieke interventies wordt overgegaan naar meer geïntegreerde, transdisciplinaire benaderingen. Dit betekent onder andere dat onderliggende structurele problemen worden aangepakt, zoals zwakke toeleveringsketens, onvoldoende verdeling van zorgmedewerkers, training en motivatie, bestuur en zwakke infrastructuur en technologieën. We verwachten daarbij kennis te vergroten over **hoe** gezondheidszorgsystemen de transitie kunnen maken naar hun beoogde SDG's. We verwachten dat dit kennis en onderbouwing zal bieden over hoe interventies de gezondheidszorgsystemen duurzaam kunnen versterken op het gebied van beleid, financiering, technologie en verdeling van arbeidskrachten. Kennis en ervaringen op het gebied van co-ontwerp en transdisciplinair onderzoek in de mondiale gezondheidszorg kunnen daarna worden toegepast bij transitie in andere sectoren buiten de gezondheidszorg.

We beogen gebruik van **benaderingen uit de implementatiewetenschap** voor praktische toepassing, opschaling en kosteneffectiviteitsanalyses. Daarbij kiezen we voor inter- en transdisciplinaire, realistische benaderingen die gezondheidszorgsystemen volledig erkennen als sociale systemen en belangrijke, nieuwe inzichten kunnen bieden in waarom, wanneer en voor wie implementatie slaagt of faalt. Het is belangrijk dat de betrokkenheid van de gemeenschap, de tijdige vertaling van kennis en de co-creatie met niet-academische partners (die interventies co-analyseren, co-creëren, testen en toepassen als een nieuwe dienst in de realiteit van het dagelijks leven) zal leiden tot gevalideerde, schaalbare en duurzame interventies en daarmee tot meer inzicht in hoe de kloof tussen onderzoek en praktijk effectiever kan worden overbrugd.

Door het inbedden van principes als epistemische rechtvaardigheid en dekolonisatie van mondiale gezondheid in het onderzoek is het de bedoeling dat we leren hoe we **gelijkwaardige partnerschappen beter kunnen inzetten**. Alleen dan kunnen we ervoor zorgen dat nieuw ontwikkelde benaderingen voor nationale gezondheidszorgsystemen en gemeenschappen (inclusief kwetsbare en gemarginaliseerde groepen) relevant zijn en opgeschaald kunnen worden. Lessen die worden geleerd uit de gehonoreerde aanvraag kunnen daarmee ook een bijdrage leveren aan andere samenwerkingen tussen HIL en MLIL.

Maatschappelijke spelers en factoren

We verwachten van alle aanvragen dat gebruik wordt gemaakt van inter- en transdisciplinaire benaderingen vanuit verschillende disciplinaire achtergronden en dat wordt samengewerkt met een groot aantal verschillende actoren. We verwachten dat aanvragers strategieën voor gelijkwaardige (Zuid-Zuid, Zuid-Noord) partnerschap toepassen voor het projectontwerp. Dit houdt in dat LMIL-partners op een betekenisvolle manier bij het project worden betrokken (incl. relevante budgettaire overwegingen), dat er een goede balans is tussen risico's en baten, dat zorgvuldig wordt omgegaan met machtsdynamiek, dat *parachute research* wordt vermeden en dat eerlijke praktijken op het gebied van auteurschap worden toegepast. Gehonoreerde aanvragen moeten zijn geworteld in principes van epistemische rechtvaardigheid, dekolonisatie van mondiale gezondheidszorg en integratie van de lokale kennisinfrastructuur. We stimuleren aanvragers om verder te bouwen op bestaand onderzoek en bewezen strategieën en om bestaande partnerschappen te consolideren. We stimuleren in het bijzonder het opnemen van partners uit historisch ondervertegenwoordigde groepen.

Actoren zijn onder andere (uit de Nederlandse en LMIL context afkomstige) onderzoekers, opleiders, zorgaanbieders, patiëntengroepen, vrouwen en hun gezinnen, (kwetsbare) gemeenschappen, beleidsmakers, functionarissen op het gebied van volksgezondheid, overheidsinstanties, bedrijven, donoren, ngo's, internationale organisaties zoals de WHO, en ontwikkelingspartners

Kennisleemtes

Hoe kunnen systeembenaderingen worden geïntegreerd ten behoeve van effectieve, gelijkwaardige, schaalbare en duurzame MNCH, teneinde gezondheid en welzijn te realiseren?

Een kritische kennisleemte is een goed begrip van de zorginfrastructuur, hoe kennisoverdracht daarin plaatsvindt en ook de uitdagingen die voorkomen bij het implementeren van nieuwe gezondheidsinterventies. Hoewel de WHO pleit voor een systeemaanpak voor het versterken van gezondheidssystemen, is er onvoldoende empirisch bewijs ten aanzien van het effectief toepassen van deze aanpak. Het gebrek aan integratie in onderzoek binnen de gezondheidswetenschappen (waaronder geneeskunde, volksgezondheid en epidemiologie), sociale wetenschappen (inclusief economie, geesteswetenschappen en implementatie- en systeemwetenschap), beperkt onze kennis over hoe gezondheidszorgsystemen holistisch functioneren. Dit heeft tot gevolg dat er onvoldoende kennis is op het gebied van de ontwikkeling, tijdige implementatie en effectiviteit van bestaande interventies of benaderingen met risicostratificatie en dat we ook niet goed weten hoe we oplossingen kunnen opschalen. Het is bijvoorbeeld bekend wat de gevolgen zijn van perinatale psychische gezondheid problematiek, maar de vraag blijft hoe deze effectief aangepakt moeten worden.

Daarnaast ontbreekt het inzicht in welke interventies het meest effectief zijn om te komen tot respectvolle, persoonsgerichte zorg (voor moeders).

Hoe kunnen alle relevante actoren actief worden betrokken bij preventie en behandeling?

Gebrek aan participatie door patiënten en zorgverleners in de preventie en behandeling van ziekten benadrukt de noodzaak dat systemen zo moeten worden opgezet dat contextualisatie en eigenaarschap worden vergroot binnen gezinnen. Bovendien moeten systemen kunnen reageren op de werkelijkheid van het dagelijks leven, de machtsverhoudingen en de sociale dynamiek die vrouwen, kinderen en gezinnen kan belemmeren om toegang te krijgen tot kwalitatief hoogwaardige zorg en deze te ontvangen. Strategieën voor betekenisvolle co-creatie en het betrekken van de gemeenschap blijven onvoldoende onderzocht, met name als de maatschappelijke context complex is. Principes voor het cultiveren van deze partnerschappen zijn aanwezig, maar er zijn obstakels om deze langdurig in stand te houden binnen een uitdagende omgeving. Evenzo is meer onderzoek nodig naar de rol van het betrekken van belanghebbenden, politieke en regelgevende actoren, logistieke barrières en beperkingen van infrastructuur. Deze factoren oefenen een sterke invloed uit op het succes van gezondheidsinterventies.

Welke (veranderende) sociale, economische, politieke en klimaatomstandigheden zijn van invloed op de effectiviteit van gezondheidsdiensten?

We hebben inzicht nodig in hoe veranderingen binnen specifieke sociaal-politieke omstandigheden kunnen worden versneld en vast zien te stellen wat de sturende krachten zijn achter beschermend gedrag en inzicht krijgen in barrières als desinformatie en economische beperkingen. Daarnaast is het voor het creëren van gerichte interventies die voldoen aan de unieke behoeften van diverse, kwetsbare bevolkingsgroepen onontbeerlijk om te ontdekken welke invloed factoren zoals armoede, ondervoeding en voedselonzeekerheid, etniciteit, geslacht, leeftijd, beroep, arbeids(on)geschiktheid, klimaatgerelateerde gezondheidseffecten en locatie (intersectioneel) hebben.

Relatie met de kernelementen van de NWA, kennisagenda, gamechangers en clustervragen

Het gekozen thema past binnen de kernelementen van het programma van de Nationale Wetenschapsagenda (NWA): uitdagingen op het gebied van mondiale gezondheid worden aangepakt door middel van een interdisciplinaire en transdisciplinaire benadering in de hele kennisketen specifiek gericht op de gezondheid van moeders, pasgeborenen en kinderen (MNCH). De integratie van fundamenteel, toegepast en praktijkgericht onderzoek is essentieel om inzicht te krijgen in de onderliggende factoren en deze te vertalen in interventies die in de praktijk kunnen worden toegepast. De betrokkenheid van de gemeenschap en patiënten staat centraal, om zo via co-creatie te komen tot oplossingen die relevant en duurzaam zijn. Dit thema sluit aan bij *gamechangers* als integratie van gezondheidszorgsystemen en gelijkwaardigheid, en raakt aan belangrijke kennisagenda's voor het verbeteren van mondiale toegang tot gezondheidszorgsystemen en het verbeteren van gezondheidsuitkomsten, in het bijzonder voor kwetsbare groepen.

We sluiten aan bij de volgende geprioriteerde clustervragen van de NWA:

- Q091: Zwangerschap, een kind baren en de overgang: leidt een beter inzicht tot een beter verloop?
- Q092: Kan er meer verbinding gemaakt worden tussen reguliere en complementaire zorg, uitmondend in integrale zorg, die rekening houdt met de grote diversiteit tussen patiënten?
- Q093: Hoe kunnen innovatie, kwaliteit en toegankelijkheid van de geïnstitutionaliseerde en informele zorg bevorderd worden?
- Q094: Hoe maken we gezondheidszorg kwalitatief zo goed mogelijk en houden we het betaalbaar?
- Q042: Hoe kunnen we armoede beperken en mondiaal welzijn vergroten?
- Q072: Hoe bevorderen we gezondheid en voorkomen we ziekte via een gezond(e) leefstijl en gedrag?

7.4.9 Van kloven naar bruggen? Polarisatie in tijden van digitalisering

Analyse van de uitdaging en onderliggende oorzaken

Ons leven wordt steeds meer beïnvloed door *digitalisering*: het gebruik van digitale technologie binnen vitale processen zoals communicatie, leren en werken. Een belangrijk aspect hierbij is de rol van sociale media. Doordat iedereen tegenwoordig zelf content (zoals tekst, beeld of video) via sociale media kan verspreiden onder andere gebruikers, is deze verspreiding grootschaliger en snellere dan ooit.

Bovendien kunnen recente ontwikkelingen (o.a. binnen de Artificiële Intelligentie (AI)) ertoe leiden dat de informatie die mensen ontvangen minder betrouwbaar wordt: de *algoritmen* achter sociale media platforms kunnen ervoor zorgen de informatie eenzijdig is en de opkomst van *Generatieve AI heeft*

ervoor gezorgd nep-content gemakkelijk gegenereerd kan worden.

Deze ontwikkelingen, kunnen resulteren in een toename van maatschappelijke scheidslijnen en polarisatie.

Maatschappelijke scheidslijnen zijn de structurele en vaak langdurige verschillen binnen een samenleving, gebaseerd op bijvoorbeeld sociaaleconomische klasse, religie, etniciteit, taal, of ideologie. Het fenomeen polarisatie is te begrijpen als een eigenschap van 'de verdeling' binnen een populatie (bijvoorbeeld Nederland is gepolariseerd).

Digitalisering speelt een grote rol in het creëren en in standhouden van maatschappelijke scheidslijnen en polarisatie. Sociale netwerken op digitale platforms maken het eenvoudiger voor mensen te bewegen binnen zogenoemde 'filterbubbels' waarin men voornamelijk op zoek gaat naar gelijkgestemden en zich afsluit voor andere zienswijzen. In deze 'echokamers' worden afwijkende opvattingen en informatie expliciet afgewezen. Dit versterkt daarin bestaande opvattingen en leidt tot maatschappelijke scheidslijnen en polarisatie. Bovendien bevorderen deze platforms de verspreiding van desinformatie, wat bijdraagt aan grotere verdeeldheid en wantrouwen binnen de samenleving.

De uitdaging die deze route wil aanpakken, betreft dan ook het probleem van maatschappelijke scheidslijnen en polarisatie als gevolg van digitalisering, met name door de sociale media.

Het is belangrijk om op te merken dat sociale media sterk van elkaar verschillen: het platform stuurt meer of minder in de zichtbaarheid van de content, is meer beeld (Youtube/TikT) of meer tekst (X/LinkedIn) gedreven, doet meer of minder aan content moderatie, is meer gesloten of meer open, of geeft meer ruimte aan influencers of juist niet. Deze call onderzoekt welke aspecten van sociale media een bijdrage leveren aan het verdiepen en/of verminderen van maatschappelijke scheidslijnen en polarisatie. Omdat het aannemelijk is dat sommige mensen vatbaarder zijn voor polariserende eigenschappen van sociale media dan anderen, zullen ook deze individuele verschillen worden onderzocht. Om deze vragen te beantwoorden is innovatief kennisketenbreed, inter- en transdisciplinair onderzoek nodig dat gebruik maakt van kwalitatief en kwantitatieve methodes.

Digitalisering kan ook worden ingezet om maatschappelijke scheidslijnen te overbruggen en te depolariseren. Projecten in deze call onderzoeken hoe AI, bijvoorbeeld chatbots en AI-gestuurde nieuwsfeeds, kunnen worden gebruikt om dit doel te bereiken. Maar ook onderzoeken naar welke eigenschappen sociale media moeten hebben om op een positieve wijze bij te dragen aan de democratie zijn denkbaar.

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden zal gebruik worden gemaakt van de nieuwste methodes uit verschillende disciplines: zogenaamde 'digital twins' (simulaties van sociale media), data donatie, longitudinaal dagboekonderzoek, experimenteel onderzoek over langere tijd waarbij nieuwsfeeds en/of sociale media worden geactiveerd of gedeactiveerd, eye-tracking onderzoek om aandacht te meten, en technieken uit de neurowetenschap (EEG, fMRI) om de mechanismen te begrijpen. Dit alles gecombineerd met kwalitatief en meer traditioneel kwantitatief onderzoek (vragenlijsten).

Doel: impact-statement

Het thema probeert een scherper beeld te krijgen van de verschillende soorten en gevolgen van sociale scheidslijnen en polarisering in een digitale samenleving. Binnen dit thema passen projecten die polarisatie problematiseren en de onwenselijke effecten proberen te verminderen door het genereren en toepassen van kennis. Het thema wordt afgebakend door de focus op digitalisering te leggen.

De voorgestelde projecten bieden niet alleen diagnoses en analyses. Dit thema zoekt ook naar projecten die praktische handelingsperspectieven genereren en interventies ontwikkelen die maatschappelijke scheidslijnen overbruggen en depolarisatie stimuleren. Het onderzoek kan zich richten op diverse sociale settings, zoals buurten, religieuze instellingen, onderwijsinstellingen en organisaties of bedrijven, met aandacht voor digitale communicatie in deze settings.

Wetenschappelijk gezien streeft dit thema ernaar bij te dragen aan nieuwe kennis die zowel theoretisch onderbouwd als empirisch is beproefd.

Beoogde maatschappelijke impact

Het thema zal maatschappelijke impact te genereren door oplossingen te ontwikkelen, te implementeren en te beproeven, die de samenleving beter in staat stellen om met diversiteit om te gaan. De focus ligt op het verminderen van polarisatie, het bevorderen van sociale cohesie en het versterken van democratie. De belangrijkste doelen zijn:

- Verschillende opvattingen en diversiteit een gelijk speelveld te bieden, mensen leren met tegenstellingen om te gaan.
- De ruimte om diversiteit te bewaken tegen cancelen, censuur en geweld.
- Met digitalisering gesloten groepen opener te maken, door digitale programma's te ontwikkelen om polarisatie te verminderen. Denk aan depolariserende chatboxes als voorbeeld van een AI interventie

Projecten kunnen in kaart brengen hoe groepen geslotener alsmede opener worden gemaakt. Digitalisering is een cruciaal instrument in beide richtingen. Het kan de publieke ruimte ondermijnen, denk aan besloten chatgroepen en platforms bij Reddit, Telegram, Whatsapp. Met welke middelen en interventies kunnen deze maatschappelijke bubbels en afscheidingen verminderd worden? Hoe kunnen begrip, dialoog en vertrouwen tussen verschillende sociale en culturele groepen bevorderd worden?

Interventies die daartoe worden ontwikkeld, hebben als oogmerk het bijdragen aan meer samenhang en onderling contact. Meer theoretisch geformuleerd: het versterken van democratische waarden en participatie. Het bevorderen van open dialoog en het aanpakken van desinformatie verbeteren de kwaliteit van het democratische debat en vergroten de participatie van diverse groepen. Daarnaast zal maatschappelijke impact worden bereikt doordat er wordt gezocht naar manieren om mensen te beschermen tegen de negatieve effecten van sociale media, zoals desinformatie en haatzaaijerij.

Beoogde wetenschappelijke impact

De wetenschappelijke impact van het thema ligt in het genereren van nieuwe kennis, het vertalen naar interventies en het implementeren, testen en evalueren daarvan. Wetenschappelijke impact wordt daarnaast bereikt door:

- focus op interdisciplinair onderzoek waarin sociologie, psychologie, recht, politieke wetenschappen, communicatiewetenschappen, economie, filosofie, geschiedenis, religiewetenschappen, theologie en technologie samenwerken om een veelomvattend begrip van maatschappelijke scheidslijnen en polarisatie te ontwikkelen. Polarisation wordt vaak cognitief/inhoudelijk/ideologisch opgevat, maar ook affectieve, existentiële, levensbeschouwelijke, conatieve en fysieke dimensies spelen een rol. Het is belangrijk om te onderzoeken hoe deze verschillende aspecten van polarisatie zich tot elkaar verhouden.
- vergroten van kennis over digitalisering: hoewel digitale technologieën dwars door alle contexten en sociale groepen heen lopen, weten we niet goed hoe digitale technologieën sociale interacties en sociale handelingen beïnvloeden. Net als eerdere technologische revoluties is de technologie an sich niet het probleem, maar de manier waarop deze sociaal en politiek wordt gebruikt. Kennis daarover helpt onwenselijke effecten van technologie te beperken en de positieve potentie daarvan voor sociale verbinding te benutten.
- de meest relevante impact voor de wetenschap ligt wellicht in het integreren van de gefragmenteerde kennis over cybergedrag en de invloed van moderne technologie op gedrag, handelen en uiteindelijk sociale samenhang. Vooralsnog werken bijvoorbeeld wetenschappers van verschillende disciplines (sociologen, psychologen, communicatiewetenschappers, politicologen, criminologen, rechtswetenschappers en technologische wetenschappers) separaat aan het vraagstukken rondom digitalisering, en het ontbreekt aan een integrerende kennis-hub. Niet alleen de fragmentatie in de samenleving, maar ook de fragmentatie in wetenschappelijke kennis is het uitgangspunt en object van dit thema.

Maatschappelijke spelers en factoren

Omdat er een voor het ontwikkelen van handelingsperspectieven een combinatie nodig is van theoretische inzichten met empirie en praktisch, oplossingsgericht actie-onderzoek vervullen veel wetenschapsgebieden – waar het gaat om maatschappelijke scheidslijnen en polarisatie – tevens een rol als maatschappelijke speler.

Andere onderwijsinstellingen, zoals HBO's, MBO's, middelbare en basisscholen zijn van groot belang als maatschappelijke partners en dat geldt ook voor het bijzonder onderwijs, jeugd- en jongerenwerk, sportverenigingen, etc. Daarnaast zijn in het bijzonder sectoren als politie, bedrijfsleven en religieuze organisaties belangrijke spelers.

Op het niveau van gemeenten en lagere overheden is er een grote behoefte aan evidence-based projecten die bijdragen aan het verminderen van scheidslijnen in de samenleving. Veiligheidsregio's, jongerenwerkers, scholen en politie-eenheden zijn dringend op zoek naar dergelijke programma's en handvatten om te gaan met technologie en hoe deze het alledaagse handelen en denken verandert.

Kennisleemtes

De kennis over maatschappelijke scheidslijnen en polarisatie vertoont aanzienlijke hiaten:

- *Verhouding Online-Offline:* Hoewel er al veel bekend is, ontbreekt het aan inzicht in de specifieke mechanismen die leiden tot het ontstaan, versterken en het verminderen van deze scheidslijnen en polarisatie alsmede de dynamieken daarin. Het is niet online versus offline, beide manieren van communiceren gaan thans samen. Het gebruiken van digitale technologieën is verweven met 'oude' technologieën – denk aan online netwerken die deels offline contacten zijn – maar hoe werkt dat precies en hoe dit zich verhoudt tot een verdieping van scheidslijnen en uiteindelijk polarisering in denken en handelen?

- *Welke groepen het meest geraakt:* Welke sociale groepen worden door toenemende digitalisering in het bijzonder uitgesloten. Zijn dat ouderen, jongeren, mensen met een beperking, specifieke bevolkingsgroepen? En wat voor processen van uitsluiting zijn dat? Daarover bestaat thans weinig systematische kennis. Hoofdstuk 7: Bijlagen / NWA ORC
- *Precieze rol digitale platforms:* Ondanks het vele onderzoek naar de rol van sociale media in het versterken van polarisatie, is de wetenschappelijke kennis hierover nog niet eenduidig. Een cruciaal vraagstuk is bijvoorbeeld nog steeds hoe digitale platforms specifiek bijdragen aan polarisatie, bijvoorbeeld door algoritmes die gebruikers blootstellen aan extremere standpunten (filterbubbels) of door de verspreiding van desinformatie.
- *Schaal:* Een andere belangrijke leemte in bestaand onderzoek ligt in kennis van de dynamiek en doorwerking van processen op verschillende schaalniveaus (individueel, sociaal en structureel, maar ook buurten/regio's/landen).
- *Effectiviteit:* Tevens weten we niet hoe effectief verschillende interventies zijn. Het ontwikkelen van theoretisch onderbouwde en empirisch beproefde interventies om polarisatie te verminderen, zoals dialoogprogramma's en educatieve initiatieven, staat nog in de kinderschoenen.
- *Tijd:* Daarnaast is er weinig systematische kennis over langere termijnen. Hoe beïnvloedt langdurige polarisatie het functioneren van democratische processen? De gevolgen van aanhoudende polarisatie voor de stabiliteit van democratische instituties, verkiezingen, besluitvorming en burgerparticipatie zijn nog onvoldoende bestudeerd.
- *Balans:* Tot slot is er een belangrijke leemte in het integratief bestuderen van de gevolgen van digitalisering met als uitgangspunt dat er deels sociaal wenselijke en deels onwenselijke effecten zijn. Wat zijn de (maatschappelijke) kosten en baten hiervan? Tegenover het gevaar van fake news staat de snelheid waarmee boodschappen door nieuwe technologieën verspreid kunnen worden. Hoe kunnen gevaren en opbrengsten tegen elkaar worden afgewogen?

Relatie met de kernelementen van de NWA, kennisagenda, gamechangers en clustervragen

Het centrale thema van de route is het spanningsveld tussen conflict en coöperatie op verschillende terreinen en niveaus binnen de samenleving. Bij de vorige ronde is gekozen om te focussen op brandhaarden, oftewel op situaties waarin conflicten escaleren en hoe wetenschappelijk onderzoek hier grip op kan krijgen.

Het thema voor 2025 bouwt hierop voort: we onderzoeken welke situaties escalatie bevorderen en welke risicofactoren conflicten laten uitgroeien tot grote maatschappelijke problemen. Nu met de focus specifiek op polarisatie binnen, door, en voor de digitale samenleving.

Dit leidt tot de volgende clustervragen:

- Q041: Wat is het probleem met ongelijkheid? (-> randvoorwaarde van conflicten)
- Q047: Hoe kan sociale cohesie in een cultureel en levensbeschouwelijk diverse samenleving bevorderd worden? (-> sociale cohesie werkt conflict-dempend. Is dat altijd zo en hoe kunnen we dat bewerkstelligen?)
- Q056: Hoe kunnen vrede, veiligheid en coöperatie worden bevorderd – en bedreigingen en schendingen geadresseerd – binnen en tussen nationale rechtsstaten en binnen en tussen groepen en samenlevingen? (-> het adresseren van bedreigingen hoort bij het voorkomen van polarisatie en de verdieping van sociale scheidslijnen).

Het thema is interdisciplinair omdat dit vraagstuk alle wetenschappelijke disciplines raakt. Het is tevens transdisciplinair omdat het zich richt op het ontwikkelen, implementeren en beproeven van interventies.

7.4.10 Samenwerking tussen burgers en kunstmatige intelligentie ten behoeve van quantumtechnologie

Analyse van de uitdaging en onderliggende oorzaken

In de Nationale Wetenschapsagenda wordt de noodzaak besproken om te anticiperen op de impact van nieuwe technologie op mensen en de maatschappij en wordt de vraag gesteld hoe de creatieve inbreng van burgers kan worden ingezet om de technologische innovatie te bevorderen en verbeteren. In het huidige thema komen deze beide zaken aan bod op het snijvlak van twee opkomende technologieën: quantumcomputing en kunstmatige intelligentie (AI).

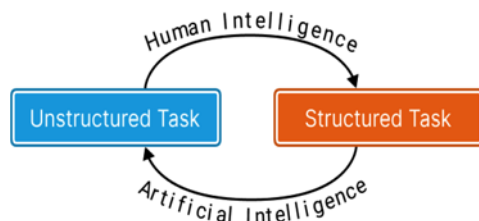
De *maatschappelijke* uitdaging waar het thema op ingaat is hoe we de huidige perceptie kunnen veranderen dat quantum iets mysterieus is. Uitspraken als “Niemand begrijpt iets van quantumfysica” en verwijzingen naar quantumverstrengeling als het ‘God-effect’ helpen niet mee als het erom gaat de maatschappij te betrekken bij quantumtechnologie. Door het actief betrekken van burgers bij projecten die verband houden met de ontwikkeling van quantumtechnologie willen we het vakgebied ontdoen

van zijn mystieke imago en mensen open leren staan voor concepten als quantumverstrengeling en teleportatie. Een breed gedeeld intuïtief begrip van quantumtechnologie is onmisbaar voor de vooruitgang, ethische ontwikkeling en maatschappelijke acceptatie van deze technologie.

Een obstakel waar we tegenaan lopen is dat co-design en co-creatie als middelen om burgers te betrekken niet haalbaar zijn voor het huidige technische laboratoriumonderzoek naar quantumtechnologie. De synergie van kunstmatige intelligentie en quantuminformatieverwerking biedt mogelijkheden voor *citizen science* buiten het laboratorium. Van de samenwerking tussen menselijke en kunstmatige intelligentie is bekend dat het de kwaliteit, interpreteerbaarheid en aanvaardbaarheid van klassieke computertechnologie kan verbeteren. Nu willen we de samenwerking tussen mensen en AI verder uitdiepen in context van quantumtechnologie. Omdat de inbreng van mensen wordt verworven door middel van citizen science, in een gegamificeerde context, kan worden gesproken over een *burger-AI-samenwerking*.

Er moeten verschillende *wetenschappelijk* uitdagingen het hoofd worden geboden voordat quantumtechnologie een punt bereikt waarop het volwassen genoeg wordt om maatschappelijk relevante problemen aan te pakken. Belangrijke uitdagingen die aan de basis hiervan liggen hebben te maken met *optimalisering en controle*. Het aansturen van een quantumstelsel is moeilijk vanwege de extreme kwetsbaarheid van, en het gebrek aan informatie over, de quantumtoestand. Voor succesvolle controletechnieken zijn daarom strategieën nodig die de beperkte middelen van huidige quantumhardware optimaal benutten.

Moderne AI-technieken, zoals *reinforcement learning*, blinken uit in het vinden van strategieën voor goed omschreven, *gestructureerde* taken, waarbij alle beperkingen en randvoorwaarden duidelijk zijn (zoals bij de bordspellen go en schaken). Daartegenover staat dat de *ongestructureerde* omgevingen die kenmerkend zijn voor quantumsystemen een ander soort creatieve verkenning vereisen waar mensen in uitblinken. In de synergie tussen mensen en kunstmatige intelligentie ligt veel potentieel besloten voor quantumoptimalisatie en quantumcontrole. De verwachting is dat menselijke intelligentie het AI-algoritme kan sturen (bias) in de richting van efficiënte oplossingen, en wel door een ongestructureerd probleem op te delen in gestructureerde deeltaken.



Het thema verkent de synergie tussen menselijke en kunstmatige intelligentie en maakt optimaal gebruik van beide in de omstandigheden waarin elk het beste presteert. Voor ongestructureerde taken presteert menselijke intelligentie beter dan kunstmatige intelligentie wat betreft het vinden van creatieve oplossingen (waarbij van het probleem een gestructureerde taak wordt gemaakt), en het omgekeerde is waar wanneer AI wordt gebruikt om gestructureerde (deel)taken op te lossen.

Een succesvol consortium zal een brede en diverse groep burgers betrekken bij de zoektocht naar controle- en optimalisatiestrategieën voor quantumomgevingen. Deze omgevingen kunnen worden gepresenteerd in een gegamificeerde omgeving die competitiegeest, creativiteit en betrokkenheid stimuleert, zodat vooruitgang kan worden geboekt en tegelijkertijd quantumfysica van zijn mystieke imago wordt ontdaan en gevoel voor deze technologie wordt opgebouwd. Een dergelijke citizen science-benadering van quantumtechnologie profiteert niet alleen van de collectieve intelligentie en middelen van de gemeenschap, maar cultiveert ook een gezamenlijke en inclusieve benadering van wetenschappelijke ontdekkingen.

Doel: impact-statement

Het doel van het thema is om aan te tonen dat het mogelijk is om de samenwerking tussen burgers en kunstmatige intelligentie in te zetten om de ontwikkeling en inzet van quantumtechnologie te versnellen en er tegelijkertijd voor te zorgen dat deze vooruitgang aansluit bij maatschappelijke behoeften en waarden.

De invloed op lange termijn van het thema zal zijn dat er productieve en *wederkerige* betrekkingen worden gesmeed binnen een vakgebied waar de betrekkingen tot nu toe voornamelijk eenzijdig zijn geweest (communicatie van wetenschappers naar het brede publiek). Deze wederkerigheid zal worden bereikt door wetenschappers en burgers samen te brengen in co-design- en co-creatiesessies voor het

ontwikkelen van citizen science-games die bijdragen aan het oplossen van complexe problemen in quantumonderzoek.

Het thema probeert impact te maken door het verkennen van onontgonnen terrein: binnen de wetenschappelijke gemeenschap is de synergie tussen menselijke en kunstmatige intelligentie voor quantumsystemen nog amper onderzocht. In de maatschappij zal gamificatie van quantumprocessen helpen om quantumtechnologie te demystificeren en de acceptatie ervan te bevorderen, iets wat bijzonder moeilijk te bereiken is met het traditionele wetenschappelijke eenrichtingsverkeer.

Beoogde maatschappelijke impact

In het thema zal de toepassing van AI binnen quantumtechnologie verder worden uitgebreid en verbeterd door een *'human-in-the-loop'*-benadering die voortbordurt op de recente ontdekking dat mensen bepaalde rekenkundig lastige problemen snel en bijna optimaal kunnen oplossen. Door het crowdsourcen van menselijke creativiteit en intelligentie in een gegamificeerde omgeving kunnen niet-triviale bijdragen worden geleverd aan onopgeloste, openstaande problemen in quantumtechnologie, terwijl *'quantumintuïtie'* (acceptatie van quantumtechnologie) wordt ontwikkeld binnen een breed en divers segment van de samenleving.

Het thema draait om de *wederkerigheid* van de interactie tussen wetenschap en samenleving. Dit is een geheel nieuwe benadering binnen de context van quantumtechnologie; de interactie was tot dusverre voornamelijk gebaseerd op eenrichtingsverkeer. Er worden diverse groepen burgers betrokken bij het co-design en de co-creatie van een platform waarin menselijke strategieën worden bekeken voor diverse optimalisatie- en controleprocessen binnen de quantumtechnologie. Het thema wil niet alleen een bijdrage leveren aan de wetenschap, maar ook bewustzijn en mede-eigenaarschap stimuleren en discussies op gang brengen over de maatschappelijke impact van quantumtechnologie en AI. Burgers leren over het vakgebied quantumwetenschap terwijl ze middels crowdsourcing bijdragen aan controle- en optimalisatiestrategieën. En wetenschappers leren over de maatschappelijke waarden die het belangrijkste zijn voor burgers wat betreft de implementatie van quantumtechnologie.

De impact op lange termijn van deze betrokkenheid van citizen science is onder andere:

- *Onderwijs en ontwikkeling van de beroepsbevolking:* Vroege, praktijkgerichte ervaring met quantumprojecten kan STEM-onderwijs verbeteren, zodat de beroepsbevolking van de toekomst beschikt over de vaardigheden die nodig zijn voor het quantumtijdperk.
- *Ethische ontwikkeling:* Quantumgeletterdheid van de maatschappij kan helpen om richting te geven aan de ethische ontwikkeling van quantumtechnologie, zodat bij toepassing ervan rekening gehouden wordt met maatschappelijke waarden en normen.
- *Geïnformeerde beleidsvorming:* Het betrekken van de maatschappij kan leiden tot beter geïnformeerde beleidsvorming, zodat regelgeving wordt ontwikkeld die een afspiegeling is van maatschappelijke belangen en beter geschikt is om de risico's en voordelen van quantumtechnologie te reguleren.
- *Geïnformeerde investeringen:* Een maatschappij die begrijpt wat quantumtechnologie inhoudt, zal de ontwikkeling ervan eerder ondersteunen en erin investeren, waardoor economische groei wordt gestimuleerd en banen gecreëerd worden.

Beoogde wetenschappelijke impact

Dankzij sterke synergie en goede terugkoppeling tussen de intelligentie van burgers en AI kunnen er wetenschappelijke doorbraken worden verwacht op het gebied van optimalisatie en controle binnen quantumcomputing en -communicatie. Er is potentieel voor impact op de volgende gebieden:

- *Controle:* Nauwkeurige controle en metingen van qubits is cruciaal voor accurate quantumcomputing, die niet in het digitale maar in het analoge domein plaatsvindt. Algoritmen voor reinforcement learning kunnen de parameters van quantumpoorten en -operaties in real-time optimaliseren, waardoor er nauwkeurigere controle over qubits kan worden verkregen.
- *Optimalisatie:* In een quantumprocessor kan de indeling van qubits worden geoptimaliseerd om poortoperaties te minimaliseren; in het quantuminternet kan de netwerkconfiguratie worden geoptimaliseerd tot een efficiëntere routing van quantuminformatie; quantum-cryptografische protocollen kunnen worden verbeterd door de verdeling van encryptiesleutels te optimaliseren.
- *Foutcorrectie:* Quantumfoutcorrectie is cruciaal om quantuminformatie te beschermen tegen fouten. Deep learning kan worden gebruikt om effectievere foutcorrectiecodes en ruisonderdrukingsstrategieën te ontwikkelen, waardoor de betrouwbaarheid van quantumcomputing verbetert.
- *Karakterisering en kalibratie van qubits:* In een standaard industriële omgeving worden wafers geproduceerd die een miljoen qubits van wisselende kwaliteit bevatten. Er is dringend behoefte aan een effectievere *'training'* van algoritmen die de gebieden op de wafer kunnen lokaliseren die het meest geschikt zijn om verder te bewerken.

Het thema heeft mogelijk ook wetenschappelijke impact op onderwerpen die niet afhankelijk zijn van de vooruitgang op het gebied van quantumtechnologie:

- *Toepassing van menselijke inzichten op contra-intuïtieve problemen:* Het belangrijkste voordeel van citizen science is het inzetten van de menselijke intuïtie op delen van het probleem waar algoritmen moeite mee hebben. Quantumcontrole en -optimalisatie biedt een omgeving waarin nieuwe routes kunnen worden verkend voor het toepassen van inzichten die van mensen afkomstig zijn bij het oplossen van contra-intuïtieve problemen.
- *Schalen van menselijke inzichten tot toepassingen in reële omstandigheden:* Het is inherent aan een gegamificeerde benadering dat de inzichten die worden opgedaan moeten worden aangepast aan reële omstandigheden waarin de versimpelde aannames die in het spel zijn gebruikt niet langer voldoen. Het thema biedt een strikte testcase, vanwege de fragiliteit van quantumsystemen. *Aanvaarding van contra-intuïtieve technologie:* Door het verkennen van manieren om intuïtie voor contra-intuïtieve concepten als verstrengeling en teleportatie te bevorderen, zal het thema algemeen toepasbare methoden opleveren om de maatschappij te betrekken bij geavanceerde technologie.

Maatschappelijke spelers en factoren

Om het thema aan te pakken is een consortium nodig dat bestaat uit natuurkundigen, informatici en technici, aangevuld met maatschappelijke belanghebbenden met ervaring op het gebied van citizen science. Het doel is om een breed segment van de samenleving te betrekken bij betekenisvol quantumonderzoek door de mensen actief te laten opereren in een gegamificeerde omgeving. Een voorbeeld van een dergelijke benadering is te vinden op <https://www.scienceathome.org/quantum/>

Kennisleemtes

Het programma gaat in op punten op de Nationale Wetenschapsagenda die aan de ene kant een verlangen uitdrukken om menselijke creativiteit in te zetten voor het bevorderen van technologische innovaties en aan de andere kant de vraag stellen hoe we beter kunnen anticiperen op de impact die nieuwe technologie heeft op mensen en de samenleving. Om aan beide aspecten tegemoet te komen zal dit onderzoeksprogramma het publiek betrekken in een gegamificeerde benadering van citizen science, waarmee het programma zowel bijdraagt aan de ontwikkeling als aan de acceptatie van quantumtechnologie.

Deze benadering kent nog wel een aantal uitdagingen en vlakken waarop kennis nog tekortschiet, zoals:

- *Gebrek aan 'quantumintuïtie':* Bij quantumfysica zijn abstracte concepten en wiskundige formules betrokken. Het omzetten hiervan in een intuïtieve game is niet-triviaal.
- *Juiste balans vinden tussen betrokkenheid en wetenschappelijke nauwkeurigheid:* We hebben aansprekende visualisaties nodig voor quantum-controleproblemen die geen vertekend beeld opleveren van de onderliggende natuurkundige principes.
- *Gegevens halen uit datasets met ruis:* Gegamificeerde benaderingen kunnen fouten voortbrengen of inconsistente resultaten opleveren; het samenvoegen en filteren van hoogwaardige gegevens uit grote datasets vol ruis is dan ook een flinke uitdaging.
- *Gebrek aan schaalbaarheid:* De optimalisatie van quantumcontrole voor grote systemen kan hybride benaderingen vergen waarbij zowel gebruik wordt gemaakt van lokale gebruikersinput als quantumsimulatoren op afstand.
- *Mensen op de lange termijn betrokken houden bij het programma:* Het is erg belangrijk om te zorgen voor een dynamische spelwijze en beloningen die de interesse gedurende langere tijd vasthouden.

Relatie met de kernelementen van de NWA, kennisagenda, gamechangers en clustervragen

Quantumtechnologie is een van de drie 'game changers' van de quantum/nano-route.

Het thema sluit aan bij de volgende drie vragen uit de NWA:

- Q068: Hoe bevorderen en benutten we creativiteit en innovatie?
- Q107: Hoe kunnen we beter anticiperen op de invloed van nieuwe technologie op de mens en maatschappij, en de invloed van bestaande technologie beter begrijpen en beoordelen?
- Q117: Wat gaan de quantumcomputer en het quantuminternet voor ons betekenen?

De manier waarop co-design- en co-creatiefasen worden geïmplementeerd zouden de volgende elementen kunnen bevatten:

- Om voldoende betrokkenheid en inzicht in het complexe vakgebied binnen verschillende doelgroepen te bewerkstelligen, kan er een reeks workshops worden opgezet om een zo divers mogelijke groep betekenisvolle bijdragen te laten leveren aan het ontwerpproces. Daarnaast is het voor

feedback tijdens de iteratieve ontwikkeling van het platform waar de interactie tussen mens en AI plaatsvindt belangrijk om de doelgroep betrokken te houden bij de testsessies.

- De betrokkenheid van mensen bij quantuminformatieverwerking werpt interessante ethische vragen op die niet alleen vragen om brede publieke betrokkenheid maar ook nieuwswaarde hebben. Dit biedt een mogelijkheid om meer bewustzijn te creëren en een maatschappelijk debat op gang te brengen over de impact van quantumcomputing op de maatschappij. Tijdens de workshops en de ontwikkeling van het platform zal er ook een behoefte zijn om inzicht te krijgen in wat quantumcomputing inhoudt, waarom het belangrijk is en welke impact het zou kunnen hebben. Tijdens de co-creatiesessies moet er een gemeenschappelijke taal worden gebruikt tussen burgers en wetenschappers, zodat er zinvolle bijdragen kunnen worden geleverd. Tijdens het hele project is het zeer belangrijk om deze kenniskloof te dichten: hieraan moet worden gewerkt vanaf het eerste co-design, de feedback tijdens de platformontwikkeling en het werven van deelnemers voor co-creatie tot aan de communicatie van de resultaten van het project.

7.4.11 Nieuwe vormen van symmetrie

Analyse van de uitdaging en onderliggende oorzaken

In de wiskunde en natuurwetenschappen spelen symmetrieën een sleutelrol. Symmetrieën vormen de basis voor een elegante en effectieve beschrijving van vrijwel alles wat we om ons heen waarnemen: van de vele verschillende vormen van (levende) materie tot aan de microscopische structuur van ruimte en tijd. Recente ontwikkelingen suggereren dat het symmetrie concept kan worden uitgebreid en tot nieuwe krachtige toepassingen kan leiden. Het onderwerp symmetrie biedt bovendien een intrigerende basis voor samenwerking tussen onderzoekers en maatschappelijke actoren – met name op het gebied van educatie en de kunsten. De kaders van deze call worden gevormd door vier pijlers.

Wetenschappelijke pijlers:

- 1) Generaliseerde symmetrie:
In de theoretische fysica is er bijzondere aandacht voor hogere-orde vormen van symmetrie. Deze spelen niet alleen een rol in bijvoorbeeld de snaartheorie, maar ook in de hoge-energie deeltjesfysica en (de classificatie van) gecondenseerde vormen van materie. Deze ontwikkelingen hebben een nauwe relatie met wiskundig onderzoek naar topologische fase-overgangen en categorie theorie. Meer algemeen is de relatie tussen algebra, meetkunde en symmetrie, het zogenaamde Langlands programma, één van de grote uitdagingen in de wiskunde waarin onlangs belangrijke progressie is geboekt, met nieuwe perspectieven richting zowel getaltheorie als quantumveldentheorie. Deze ontwikkelingen kunnen belangrijke gevolgen hebben voor effectieve beschrijvingen, van deeltjes-, quantum- en soft-matter fysica tot aan hydrodynamica. Recente vooruitgang in halfgeleidertechnologie is bijvoorbeeld ook gebaseerd op symmetrie-inzichten (topologische isolatoren, robuuste quantumcomputers).
- 2) Quasi symmetrie:
Symmetrie heeft vaak imperfecties. Zulke bijna-, verborgen of gedeeltelijke symmetrie is niettemin cruciaal als organiserend principe voor de effectieve beschrijving van het gedrag, en de classificatie van, een grote diversiteit aan natuurlijke fenomenen. De studie van gebroken symmetrie, spontaan of als gevolg van verstoringen, kent belangrijke toepassingen van de deeltjesfysica tot aan turbulentie in vloeistoffen en gassen. Zo is schending van symmetrie een krachtige manier gebleken om nieuwe fysica van fundamentele deeltjes en hun wisselwerking bloot te leggen. De wiskundige structuur en beschrijving van quasi-kristallen is een andere belangrijke uitdaging in deze context. Meer algemeen zijn er recentelijk nieuwe inzichten in dynamische gegenereerde (bijna-) symmetrie in veel-deeltjes systemen zoals vloeibare kristallen en grote netwerken, zowel vanuit de wiskunde als de 'soft-matter' gemeenschap. Het laatste is ook nauw verwant aan studies van fractale (schalings)symmetrieën, die alomtegenwoordig zijn in de levende natuur; denk hierbij aan de zich herhalende krullen van een varen of terugkerende patronen in longblaasjes.

Maatschappelijke pijlers:

- 1) Co-creatie en co-evolutie van fundamenteel symmetrie begrip:
Door kunstenaars, wetenschappers, educatieve instellingen en burgers actief samen te laten werken aan een project of studie rondom symmetrie (bijvoorbeeld *symmetrielabs* of een *citizen-science* project) kan er ideeënuitswisseling plaatsvinden die gezamenlijk tot meer inzichten leidt. Welke rol speelt symmetrie vanuit filosofisch en wetenschapshistorisch perspectief en welke rol speelt visualisatie in wiskundige en natuurkundige modellen? Hierbij leggen we de nadruk op het betrekken van een diverse groep jongeren die we willen prikkelen om hun bèta-talent te ontwikkelen
- 2) Symmetrie in de openbare ruimte:
Interactieve kunstinstallaties of voorstellingen in de openbare ruimte, waarin wetenschappers en kunstenaars gezamenlijk tentoonstellingen creëren die symmetrieconcepten illustreren, nodigen een divers publiek uit om symmetrie op een directe, alternatieve, manier te ervaren. We willen



bijzondere aandacht geven aan het ontwikkelen van voorstellingen die de nieuwsgierigheid en verbeelding prikkelen van de jeugd.

Doel: impact-statement

Symmetrie bekoort niet alleen vanuit esthetisch perspectief, maar het is ook bij uitstek een thema dat verschillende disciplines met elkaar verbindt, waardoor het bijzonder inspirerend is voor jong talent dat zich wil buigen over de allergrootste wetenschappelijke en maatschappelijke vraagstukken van dit moment. Ook is er in onze maatschappij een blijvende vraag naar interdisciplinair opgeleide bèta's. Zij kunnen op basis van nieuwe fundamentele inzichten vanuit de wis- en natuurkunde de weg vrij maken voor nieuwe toepassingen. De nieuwe vormen van symmetrie waar dit thema om draait kunnen op termijn bijvoorbeeld toepassingen vinden in (verbeterde eigenschappen van) nieuwe materialen. Door het fundamentele karakter en de alomtegenwoordigheid van symmetrie zal de impact zich op den duur verder uitstrekken naar andere vakgebieden; toepassingen van symmetrie zien we bijvoorbeeld ook steeds vaker in studies van neurale netwerken, die een belangrijke rol spelen in de neurowetenschappen en kunstmatige intelligentie.

Beoogde maatschappelijke impact

Maatschappelijk zijn er altijd uitdagingen die nieuwe fundamentele kennis vereisen. Denk aan het ontwikkelen van nieuwe materialen en technologieën, maar ook het slimmer inzetten van bestaande technologie. Maar naast deze impact van fundamentele kennis, zetten wij ook in op een grotere diversiteit van toekomstige generaties in deze vakgebieden. Zoals ons voormalig boegbeeld Ionica Smeets al zei: bèta-opgeleiden moeten een weerspiegeling zijn van de maatschappij. Om die interesse in fundamentele kennis te stimuleren onder jongeren, zijn discipline-overstijgende thema's zoals symmetrie extra inspirerend – en ook toegankelijker vanwege de esthetische aspecten. Door middel van transdisciplinaire samenwerking en co-creatie van wetenschappers, kunstenaars en educatieve partijen willen we meer jongeren bij het onderzoek betrekken. Deze vorm van ideeënuitswisseling zal voor alle betrokken partners tot nieuwe inzichten leiden.

Beoogde wetenschappelijke impact

Internationaal zijn nieuwe en gegeneraliseerde vormen van symmetrie een "hot topic". Wij kunnen hier vanuit ons thema een flinke bijdrage aan leveren, zowel door de combinatie van expertise die al aanwezig is in onze route, als door internationaal en nationaal talent aan te trekken. En door de unieke en bewezen rol van de NWA optimaal te benutten: het samenbrengen van onderzoekers uit verschillende disciplines in een meerjarig en nauw verbonden consortium. De directe wetenschappelijke impact in de synergie tussen de wiskunde en natuurkunde is duidelijk, maar op den duur zullen de resultaten een veel groter en breder bereik kunnen hebben, van de materiaalkunde tot aan de neurowetenschappen, filosofie en kunstmatige intelligentie.

Maatschappelijke spelers en factoren

Onze route draait om fundamentele, nieuwsgierigheidsgedreven vragen vanuit de maatschappij. Het thema "nieuwe vormen van symmetrie" biedt een uitgelezen mogelijkheid om de zoektocht naar nieuwe kennis te verbinden met een breed publiek. Wetenschappers en kunstenaars kunnen elkaar inspireren en samen met het publiek een originele kijk ontwikkelen op fundamentele kennis. Maar ook het betrekken van partners uit het onderwijsveld is essentieel om ons doel te bereiken: dat de volgende generatie bèta studenten een betere afspiegeling vormt van de maatschappij. Symmetrie is aansprekend, visueel aantrekkelijk en relatief laagdrempelig, waardoor het een breed publiek en vooral jongeren kan enthousiasmeren.

Kennisleemtes

Hoewel wiskunde en natuurkunde historisch gezien natuurlijk nauwe connecties hebben, bieden recente ontwikkelingen in gegeneraliseerde en quasi-symmetrie een uitgesproken kans om nieuwe interdisciplinaire samenwerkingsverbanden aan te gaan – waarbij verschillende perspectieven elkaar kunnen versterken en tot nieuwe inzichten kunnen leiden. Interessant is dat dit deelgebieden bij elkaar brengt die traditioneel, binnen de Nederlandse context, nauwelijks interactie kennen, zoals topologie en gecondenseerde materie, algebra en quantumveldentheorie, of netwerkdynamica en hydrodynamica.

Relatie met de kernelementen van de NWA, kennisagenda, gamechangers en clustervragen

Zoals hierboven al eerder aangegeven is dit thema bij uitstek geschikt om verschillende disciplines te verbinden. De nadruk ligt in eerste instantie op fundamentele karakter; de toepassingen die daaruit

voortvloeien zijn veelal onvoorspelbaar, alhoewel we veel verwachten van de invloed op bijvoorbeeld materiaalkunde. Bij de uitvraag voor de NWA is gebleken dat burgers veel meer willen weten over diepe vraagstukken die de wereld (en de kosmos) om hen heen oproept. De volgende originele NWA vragen binnen onze route hangen direct dan wel indirect samen met het thema symmetrie:

- Q120: Kunnen we slimme materialen en constructies ontwerpen met nieuwe geavanceerde eigenschappen? (symmetrie speelt een grote rol bij het veranderen van materie)
- Q124: Hoe slaan we de brug tussen verschillende schalen bij het modelleren van dynamische systemen, zoals stromingen van en in vloeistoffen en gassen? (idem)
- Q125: Welke symmetrieën schuilen er onder priemgetallen en hoe kan de wiskundige getaltheorie bijdragen aan natuurkundige theorievorming? (symmetrie in getallen)
- Q126: Welke rol speelt de quantumfysica in macroscopische systemen en welke spectaculaire nieuwe verschijnselen en toepassingen worden daarmee mogelijk? (quantummechanica en symmetrie zijn nauw verweven, al helemaal als we kijken naar de inflatie van het heelal)
- Q127: Wat zijn de oorsprong, geschiedenis en toekomst van het heelal? (idem: in een korte tijd zijn we van iets naar niets gegaan wat ook wel wordt beschreven als een spontane symmetrie breking)
- Q131: Hoe ontstaan en evolueren melkwegstelsels, sterren en planeten? (idem als bij 120: vorming van nieuwe materialen gaat om faseovergangen, waarbij symmetriebreking altijd een rol speelt)
- Q135: Hoe kunnen we de eigenschappen, de functionaliteiten en het samenspel van moleculen in levende systemen beter begrijpen en zo bijvoorbeeld op leven geïnspireerde systemen ontwikkelen? (ook levende systemen kennen symmetrieën en gebroken symmetrieën waarvan we nog weinig fundamenteel begrijpen)
- Q140: Wat kunnen we als mensen weten over onszelf, God en onze plaats in de kosmos, en in hoeverre kan de wetenschap die kennis leveren? (idem als 127: hoe kwam er iets uit niets?)

7.4.12 Evolutie op aarde en daarbuiten

Analyse van de uitdaging en onderliggende oorzaken

In het huidige tijdsbeeld met een klimaatcrisis, een biodiversiteitscrisis en miljardairs die voorstellen andere planeten leefbaar te kunnen maken voor de mens, spelen twee grote vragen een rol: *Hoe zijn het leven en de aarde samen geëvolueerd?* en *Hoe zijn planeten en leven van elkaar afhankelijk?* Voor deze grote vragen moeten de volgende deelvragen beantwoord worden:

1. Hoe is leven geëvolueerd, vanaf het prille begin naar de enorme diversiteit van vandaag?
2. Wat is de invloed geweest van het leven op de evolutie van de planeet?
3. Hoe hangt de toenemende complexiteit van leven samen met veranderingen op en van een planeet?
4. Is de verdere evolutie van complex leven te voorspellen?
5. Is leven geëvolueerd op andere planeten?

Evolutie hangt niet alleen af van organismen zelf, maar ook van de omgeving waar deze organismen zich bevinden en hoe die omgeving zelf verandert. De omgeving wordt deels bepaald door planetaire processen, terwijl de planetaire evolutie zelf weer sterk beïnvloed is door het evoluerende leven dat zij in stand houdt. De wisselwerking tussen het evoluerende leven, de biogeochemische samenstelling van de aarde en atmosfeer, en de andere levensvormen die ook op de planeet leven heeft uiteindelijk geresulteerd in de diversiteit aan levensvormen op onze planeet. Veel is echter nog onduidelijk over deze wisselwerking. Welke levensvormen bestonden bijvoorbeeld ten tijde van het ontstaan van de aardkorst, oceanen, platen tektoniek, of een zuurstofrijke atmosfeer, en wat voor condities op aarde hebben ertoe geleid dat nieuwe levensvormen konden ontstaan?

Sinds de oorsprong van de eerste celachtige levensvormen is de complexiteit en diversiteit toegenomen via een reeks van grote transities, zoals de scheiding van genotype en fenotype, het ontstaan van prokaryoten, eukaryoten, meercellige organismen en de diversificatie van deze levensvormen. Sommige van deze transities zijn herhaaldelijk opgetreden (bijvoorbeeld meercelligheid en diversificatie), terwijl andere unieke gebeurtenissen lijken te zijn (eukaryogenese). De chronologie en absolute tijdschaal van deze transities is nog deels onbekend. Een beter begrip van de factoren en mechanismen waardoor toenemende complexiteit evolueerde kan beter inzicht geven in zowel de functies en neveneffecten van biologische complexiteit. Dit bepaalt ook hoe leven zich verder kan aanpassen aan veranderende omstandigheden. Dit inzicht is van groot belang nu de diversiteit van het huidige leven wordt bedreigd door grootschalig uitsterven van soorten en klimaatverandering, waardoor uiteindelijk de leefbaarheid van de aarde voor de mensheid in gevaar komt.

De bovenstaande vijf deelvragen kunnen alleen beantwoord worden vanuit de samenkomst van verschillende gezichtspunten, vanuit de biologie, ecologie, aardwetenschappen, planeetwetenschappen, astronomie, wiskunde, chemie en natuurkunde. Het thema *Evolutie op aarde en daarbuiten* is er specifiek op gericht om deze vragen kennisketenbreed, inter- en transdisciplinair te beantwoorden vanuit nieuwe invalshoeken die moeten leiden tot de volgende wetenschappelijke doorbraken:

- een absolute tijdschaal met zowel de stamboom van het leven als de geologie van de aarde



- mechanistisch inzicht in de oorzaken en consequenties van de evolutie van toenemende complexiteit
- toetsbare voorspellingen over hoe leven verder zal evolueren onder (snel) veranderende condities bio-indicatoren voor leven op andere planeten

Doel: impact-statement

Hoe leven is ontstaan en geëvolueerd en of er leven op andere planeten is, zijn grote fundamentele vragen. Dit thema *Evolutie op aarde en daarbuiten* volgt naadloos op het eerste thema *Ontstaan van leven op aarde-achtige planeten*.

De impact-outlook richt zich op:

- De wisselwerking tussen de processen van interactie, samenwerking, concurrentie en synergie in de co-evolutie van het leven en de planeet.
- Het aanpassingsvermogen van evoluerend leven aan veranderende condities op aarde.
- De mogelijke routes van evolutie van leven in het heelal.

Met nieuwe ontdekkingen op deze gebieden en in co-creatie met de maatschappij is de impact erop gericht dat (i) nieuwe wetenschappelijke en wetenschap-maatschappij verbindingen ontstaan en (ii) het brede publiek een beter inzicht krijgt in de werking, grenzen en voorspelbaarheid van evolutie. Dit is van belang voor maatschappelijke beslissingen over hoe om te gaan met onze leefomgeving.

Beoogde maatschappelijke impact

Het huidige leven is het product van miljarden jaren van evolutie. De enorme diversiteit en complexiteit van leven is ontstaan uit interactie, samenwerking, concurrentie, afhankelijkheid en synergie, op alle niveaus, van cellen tot ecosystemen. Een beter begrip van *hoe het leven en de aarde samen zijn geëvolueerd en hoe planeten en het leven van elkaar afhankelijk zijn* geeft inzicht in de huidige complexiteit van het geëvolueerde leven. Vanuit deze nieuwe inzichten kunnen er universele principes afgeleid worden over de evolutie van aanpassing, vernieuwing en diversificatie. Daarmee kan er beter voorspeld worden wat de randvoorwaarden voor een leefbare planeet zijn, wat de grenzen van evolutie zijn en hoe leven op aarde verder zal evolueren in de toekomst. Daarnaast zullen nieuwe ontdekkingen leiden tot een beter inzicht in de waarschijnlijkheid dat er leven evolueert elders in het heelal. Dit is van belang voor maatschappelijke beslissingen omtrent het starten van nieuwe ruimtemissies op zoek naar buitenaards leven. De huidige complexiteit van het geëvolueerde leven heeft ook geleid tot kwetsbaarheden voor ziektes en aandoeningen, beperkingen in aanpassingsvermogen en onze afhankelijkheid van andere soorten en de planeet. Inzicht in oorzaken en consequenties van deze complexiteit is daarom relevant voor toekomstbestendige gezondheid en bestaanszekerheid.

In co-creatie met maatschappelijke partners wordt onderzocht hoe een beter begrip van evolutie van leven en planeet kan leiden tot nieuwe inzichten over de samenwerking, afhankelijkheid, concurrentie en synergie met het ons omringende leven. Deze inzichten kunnen helpen om beter te voorspellen of ingrijpen als gezondheid of de leefbaarheid worden aangetast.

Beoogde wetenschappelijke impact

Hoewel op disciplinair niveau, en voor individuele systemen, veel vooruitgang is geboekt in onze kennis over de evolutie van leven op aarde, zijn de huidige antwoorden verre van volledig. Uit de eerste levensvormen op aarde is een enorme diversiteit aan levensvormen ontstaan, die tot op de dag van vandaag nieuwe soorten voortbrengt. De mechanismen van evolutie (mutaties, selectie, migratie, drift) worden goed genoeg begrepen om adequate voorspellingen te doen over de richting en snelheid van evolutionaire aanpassingen over korte tijdschalen (dagen tot jaren). Toch is evolutie nog omgeven door veel onbeantwoorde fundamentele vragen, over hoe grote transitieën en vernieuwingen zijn ontstaan over grote tijdschalen, waardoor het evoluerende leven complexer is geworden, hoe biogeochemische cycli selecteren voor evolutie van individuele eigenschappen en complexe ecosystemen, hoe DNA-mutaties via veranderingen in bijvoorbeeld eiwitten het fenotype veranderen door wijzigingen in genetische netwerken, wat de grenzen zijn aan evoluerend vermogen, en hoe de evolutie van de aarde, wellicht door leven, verdere evolutie mogelijk heeft gemaakt. Voor vooruitgang op deze overkoepelende vragen is een interdisciplinaire benadering nodig, waarbij kennis wordt ontwikkeld die inzicht geeft in de wisselwerking, processen en transitieën over grote tijdschalen heen, van eeuwen tot miljarden jaren. Door fundamentele, universele en systeem-overschrijdende processen te onderzoeken, met een sterk interdisciplinaire benadering, streeft de NWA-route Oorsprong van Leven naar wetenschappelijke doorbraken op het gebied van een geïntegreerde tijdschaal voor de evolutie van het leven en de planeet, de oorzaken en consequenties van toenemende complexiteit, het kunnen voorspellen van evolutie, en bio-indicatoren voor leven op andere planeten.

Maatschappelijke spelers en factoren

Het onderzoek zal inzichten geven in de processen van interactie, samenwerking, concurrentie en

synergie in de co-evolutie van het leven en de planeet. Deze wisselwerking heeft geleid tot de huidige biodiversiteit, en de stabiliteit van leven op aarde lijkt ook afhankelijk van deze biodiversiteit. Met maatschappelijke partners, waaronder kunstenaars, schrijvers, filmmakers en musea, wordt de dialoog met het brede publiek aangegaan, over wat deze inzichten betekenen voor hoe het leven evolueert en wat dit betekent in maatschappelijke dilemma's over hoe om te gaan met onze leefomgeving. De bevindingen van het onderzoek kunnen ook worden gebruikt door nationale kennisinstellingen, zoals het RIVM, het Netherlands Centre for One Health (NCOH), het Louis Bolk instituut en de Aletta Jacobs School of Public Health, om de implicaties te onderzoeken en adviezen op te stellen voor de overheid, specialisten en het brede publiek over een toekomstbestendige maatschappij.

Kennisleemtes

We zijn nog ver verwijderd van concrete antwoorden op de vragen *Hoe zijn het leven en de aarde samen geëvolueerd?* en *Hoe zijn planeten en leven van elkaar afhankelijk?* Dit gebrek aan inzicht is grotendeels toe te schrijven aan het feit dat verschillende disciplines die nodig zijn om deze vragen te beantwoorden elkaar zelden ontmoeten. Voortgang vereist *interdisciplinair* onderzoek met een balans tussen onder andere astronomen, aardwetenschappers, biologen, chemici, filosofen, fysici, en wiskundigen. Binnen het Origins Center is een onderzoeksagenda geformuleerd, waarin de hierna samengevatte kennisleemtes zijn uitgewerkt.⁶⁶ Welke factoren en wisselwerkingen zijn in het verleden bepalend geweest voor de grote evolutionaire transitities die zijn opgetreden? Zijn er vaste patronen die leiden tot de evolutie van nieuwe en complexere levensvormen, en hoe werken die? Is het te voorspellen hoe leven op aarde zich verder kan aanpassen in de toekomst? Wat bepaalt of veranderingen en vernieuwingen beklijven, of ze herhaaldelijk kunnen optreden, of dat het bij een unieke gebeurtenis blijft? Is de evolutie van de huidige complexiteit van leven uitkomst van een toevallige samenloop van omstandigheden, of zijn er universele processen die herhaaldelijk resulteren in toename van complexiteit en diversiteit? Hoe verbetert van kennis van de evolutie van leven op aarde het onderzoek naar leven elders in het heelal?

Om betekenis te geven aan de onderzoeksresultaten over het leven op aarde en elders in het heelal zullen consortia *transdisciplinaire* samenwerkingen aangaan met vertegenwoordigers van de rest van de samenleving (waaronder kunstenaars, kennisinstellingen, citizen scientists). Hiertoe moeten methodologische experimenten en "impact assessments" ontwikkeld worden. Evidence-based praktijken en impact assessment zullen worden gebaseerd op geleerde lessen vanuit ImpactLab⁶⁷, CS-NL⁶⁸ en KxWxS⁶⁹.

Om wezenlijke vooruitgang te boeken, worden consortia uitgenodigd die binnen het consortium alle vijf bovengenoemde deelvragen (1–5) onderzoeken om inzicht te krijgen in de overkoepelende vragen *Hoe zijn het leven en de aarde samen geëvolueerd?* en *Hoe zijn planeten en leven van elkaar afhankelijk?* Maatschappelijke partners en kennisinstellingen zijn ook onderdeel van de consortia om de implicaties voor leefbaarheid en gezondheid te onderzoeken en te agenderen bij een breed publiek.

Relatie met de kernelementen van de NWA, kennisagenda, gamechangers en clustervragen

Evolutie op aarde is het gevolg van een dynamische omgeving waarin chemische, fysische en biologische reacties worden beïnvloed door een verscheidenheid aan omgevingsfactoren op tijdschalen van enkele tot miljoenen jaren en van tientallen tot duizenden generaties. Evolutie van leven is alleen te begrijpen door al deze facetten te bestuderen en bij elkaar te brengen door een interdisciplinaire samenwerking.

Wetenschappers op de NWA-route *Het ontstaan (en de evolutie) van leven op aarde en in het universum* zijn schatplichtig aan de burger om onze nieuwe inzichten en kennis te delen en de maatschappelijke stakeholders, incl. citizen scientists te betrekken in het verwerven hiervan. In co-creatie met maatschappelijke en praktijkgerichte partijen zullen methodes ontwikkeld worden om samen met de samenleving kennis en inzicht op dit thema te verkrijgen en die kennis toepasbaar te maken.

De oorspronkelijk gamechangers⁷⁰ zijn in 2018–20 via uitvraag in het netwerk verwerkt in een bredere onderzoeksagenda met twaalf thema's⁷¹. Deze thematische keuze sluit aan bij clustervragen:

- Q124: Hoe slaan we de brug tussen verschillende schalen bij het modelleren van dynamische systemen, zoals stromingen van en in vloeistoffen en gassen?
- Q131: Hoe ontstaan en evolueren melkwegstelsels, sterren en planeten?

⁶⁶ https://www.originscenter.nl/app/uploads/2022/09/Origins-Center_Research-Agenda.pdf

⁶⁷ <https://impactlab.sites.uu.nl/>; <https://wetenschapsamenleving.nl>

⁶⁸ <https://www.cs-nl.network/>

⁶⁹ <https://kws.waag.org/>

⁷⁰ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/04/21/nwa-portfolio-voor-onderzoek-2023-en-verder>

⁷¹ https://www.originscenter.nl/app/uploads/2022/09/Origins-Center_Research-Agenda.pdf



-
- Q133: Is er leven buiten de aarde?
 - Q134: Hoe is leven ontstaan en hoe werkt de evolutie?
- en richt zich op de oorspronkelijke gamechangers Evolutie van het leven voorspellen, Het leven van molecuul tot biosfeer bouwen en sturen en Buitenaards leven vinden, met Grote tijd- en ruimteschalen overbruggen als onderliggend thema.