# VERBINDEN
# **VERANDEREN**
# VERSNELLEN



TNO innovation for life

## TNO STRATEGIE 2022 - 2025



# INHOUD


| | | |
|---|---|---|
| | INTRODUCTIE | 04 |
| | STRATEGIE IN ÉÉN OOGOPSLAG | 08 |
| 1 | SAMENVATTING | 10 |
| | **DEEL I - DOEL: INNOVATION FOR LIFE** | 18 |
| 2 | DIT IS TNO | 20 |
| | **DEEL II - BELOFTE: BIJDRAGE AAN MAATSCHAPPIJ, ECONOMIE EN KENNISBASIS** | 26 |
| 3 | ACHTERGROND: UITDAGINGEN WAAR NEDERLAND VOOR STAAT | 28 |
| 4 | VEILIGE SAMENLEVING | 34 |
| 5 | GEZONDE SAMENLEVING | 40 |
| 6 | DUURZAME SAMENLEVING | 44 |
| 7 | DIGITALE SAMENLEVING | 48 |
| 8 | VERDIENVERMOGEN VAN DE NEDERLANDSE ECONOMIE | 52 |
| 9 | EXCELLENTE KENNISBASIS | 56 |
| 10 | DEFINITIE VAN SUCCES: AANTOONBARE IMPACT | 64 |
| | **DEEL III - PRIORITEITEN IN DE UITVOERING** | 66 |
| 11 | ACHTERGROND: EEN VERANDEREND KENNIS- EN INNOVATIELANDSCHAP | 68 |
| 12 | SYSTEEMOPLOSSINGEN ONTWIKKELEN | 72 |
| 13 | INNOVATIE-ECOSYSTEMEN CREËREN | 74 |
| 14 | TECHNOLOGISCHE DOORBRAKEN REALISEREN | 76 |
| 15 | DYNAMISCH INNOVEREN | 78 |
| | **DEEL IV - FUNDAMENT: RANDVOORWAARDEN VOOR SUCCES** | 80 |
| 16 | HUIS VOOR TALENT | 82 |
| 17 | MAATSCHAPPELIJKE VERANTWOORDELIJKHEID | 84 |
| 18 | FINANCIEEL GEZONDE BEDRIJFSVOERING | 88 |
| | BIJLAGE - TNO ROADMAPS | 92 |

# TIJDENS **TRANSITIES** ONTSTAAN **NIEUWE BEHOEFTEN** EN DAARMEE **NIEUWE KANSEN** VOOR **INNOVATIE**

## INTRODUCTIE

De wereld verandert. Dat is niets nieuws. Maar de snelheid en de complexiteit van die veranderingen is wél nieuw. Mensen maken zich zorgen of hun baan als gevolg van verdere digitalisering en robotisering straks nog wel bestaat. Over data die over hen worden verzameld zonder dat ze het weten. En over algoritmes die keuzes voor hen maken die ze zelf niet kunnen beïnvloeden of begrijpen. De digitale publieke ruimte is verworden tot een platform waar mensen soms gebruik van maken om de samenleving te ontwrichten. De veiligheidssituatie in de wereld rond Europa verslechtert en we worden geconfronteerd met nieuwe dreigingen, zoals dagelijkse cyberaanvallen. De groei van de arbeidsproductiviteit kwakkelt al jaren. De coronacrisis heeft wereldwijd de kwetsbaarheid van onze gezondheid(szorg) en logistieke ketens bloot gelegd. En hoe zorgen we ervoor dat het klimaatprobleem en de energietransitie effectief worden aangepakt? Dat we ons in de toekomst veilig en duurzaam kunnen verplaatsen? De complexiteit van deze maatschappelijke uitdagingen is enorm toegenomen en gaat over verandering in technologie, gedrag, bedrijf en overheidsregulering. Onzekerheden genoeg…

…Maar oplossingen ook. Als de coronacrisis íets heeft aangetoond is het wel dat als de nood écht aan de man is, snelle doorbraken in de ontwikkeling van kennis en technologie mogelijk zijn. De Adviesraad voor wetenschap, technologie en innovatie (AWTI) stelde in februari 2020: ‘Tijdens transities ontstaan nieuwe behoeften en daarmee nieuwe kansen voor innovatie. Daar zijn voldoende voorbeelden van. Tijdens de digitale transitie kwamen er wereldwijd miljoenen banen bij. Er ontstonden nieuwe manieren van werken, zakendoen en wetenschap bedrijven; andere leefstijlen werden mogelijk. Ook de komende transities zullen kansen bieden. De toenemende vraag naar duurzame producten, diensten en leefstijlen leidt bijvoorbeeld nu al tot nieuwe wetenschapsgebieden, tot innovatie en nieuwe werkgelegenheid’[1]. De kosten van allerlei diensten en producten dalen razendsnel, evenals de kosten van opwekking van duurzame energie. De R&D-investeringen van OESO-landen nemen sinds 2017 in reële termen weer toe. Weinigen twijfelen tegenwoordig nog aan het rendement van deze investeringen. Er wordt gewerkt aan oplossingen om grootschalig data te gebruiken zonder de privacy te schenden (privacy als kans!) en algoritmes transparant te maken. Digitale technologieën maken het mogelijk om productie terug naar Europa te halen. Met de toenemende afhankelijkheid van digitalisering groeit de behoefte aan een robuuste cyberweerbaarheid. Europa laat met de Green Deal zien het klimaat- en energieprobleem gezamenlijk versneld te willen aanpakken. Een circulaire economie komt dichterbij door technologische ontwikkeling die het economisch rendabel hergebruik van grondstoffen en materialen mogelijk maakt. En wie had gedacht dat er binnen één jaar vaccins op de markt zouden zijn om COVID-19 te bestrijden? Er is alle reden te veronderstellen dat we juist nú versnelde technologische doorbraken mogen verwachten.



1. AWTI, Versterk de rol van wetenschap, technologie en innovatie in maatschappelijke transities, februari 2020.

TNO wil daarbij voorop lopen en de richting wijzen. Dit strategisch plan verankert die ambitie en definieert wat daarvoor nodig is. Maar wij doen dat met de nodige bescheidenheid. Zonder de ambitie, inzet en het vertrouwen van onze partners en klanten kunnen wij immers ons werk niet doen. Alleen een breed verankerd en gedragen TNO heeft ‘right to play’ en kan de toegevoegde waarde leveren waar de samenleving en haar partners en klanten om vragen. Van TNO mag u verwachten dat TNO u proactief van hoogwaardige kennis, adviezen en slimme, unieke en verrassende oplossingen blijft voorzien. Integer, onafhankelijk, professioneel en maatschappelijk betrokken: innovation for life!

In het besef dat de wereld ook na het opstellen van dit strategisch plan niet stilstaat wil TNO u van harte uitnodigen om haar te blíjven voorzien van uw opmerkingen, suggesties en ideeën. Alleen door zich continu open te stellen voor ontwikkelingen ‘van buiten’ en zich snel aan te passen blijft TNO in staat u van adviezen en oplossingen te voorzien waar u ook écht op zit te wachten. Alleen op die manier kan TNO haar ambitie om hét verandervermogen van Nederland te zijn, waarmaken.

Ten slotte realiseert TNO zich dat een strategie even geduldig is als het papier waarop zij is geschreven. De échte uitdaging ligt natuurlijk in de uitvoering en het betekenis geven aan de strategie door iedere medewerker en voor iedere partner en klant van TNO. Wat dat betreft ziet TNO dit plan vooral als het startschot voor de komende spannende en uitdagende jaren die voor ons liggen. TNO hoopt dat u, net als wij, inspiratie vindt in dit plan en de ambities en koers die zijn beschreven herkent en onderschrijft.

Namens de Raad van Bestuur
Paul de Krom, voorzitter en CEO

1

**INNOVATION** FOR **LIFE**

2

WAAR **WERKEN** WE
AAN IN **2022-2025?**

3

**HOE** REALISEREN
WE **OPLOSSINGEN**
VOOR DEZE
**UITDAGINGEN?**

4

DE **BASIS**

# ALLEEN EEN BREED **VERANKERD** EN **GEDRAGEN** **TNO** HEEFT **‘RIGHT TO PLAY’**

## VERANTWOORDING EN LEESWIJZER

### TO2 strategisch kader

Het strategisch kader van de TO2-federatie is de paraplu voor het strategisch plan van TNO en de andere TO2-instellingen. Beide documenten moeten in samenhang worden gelezen.

### Externe consultatie

TNO heeft de ambitie om ‘van buiten naar binnen’ te kijken oftewel haar kennisportfolio en programmering in nauw overleg met partners en klanten vast te stellen. Daarom is de strategie mede gebaseerd op een uitvoerige consultatie met de belangrijkste partners en klanten. Gesprekken werden gevoerd met onder andere het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK), het Ministerie van Defensie (in de Raad voor het Defensieonderzoek) en andere bij TNO betrokken ministeries, de Strategische Adviesraden van de TNO-units en hun voorzitters in het bijzonder, verschillende topsectoren en topteams en daarnaast een vertegenwoordiging van onze partners en klanten. Uiteraard zijn ook de adviezen van de Evaluatiecommissie TO2 en het deelrapport over TNO meegenomen.

### Interne consultatie

Ook binnen TNO is een intensief proces van afstemming en creatie gevolgd. Verschillende werkgroepen hebben een bijdrage geleverd aan de totstandkoming van het strategisch plan. Een groep van bijna 100 medewerkers, verenigd in het ‘Strategy & Change Panel’ heeft actief meegewerkt. Ook de Ondernemingsraad en de Raad van Toezicht waren nauw bij het proces betrokken.

De auteurs willen iedereen, binnen en buiten TNO, die tijd heeft vrijgemaakt om met hen mee te denken heel hartelijk danken. Juist in het continu zoeken van de dialoog, het voorhouden van spiegels en het leggen van verbindingen ligt de kracht en de scherpte van TNO’s vernieuwing.

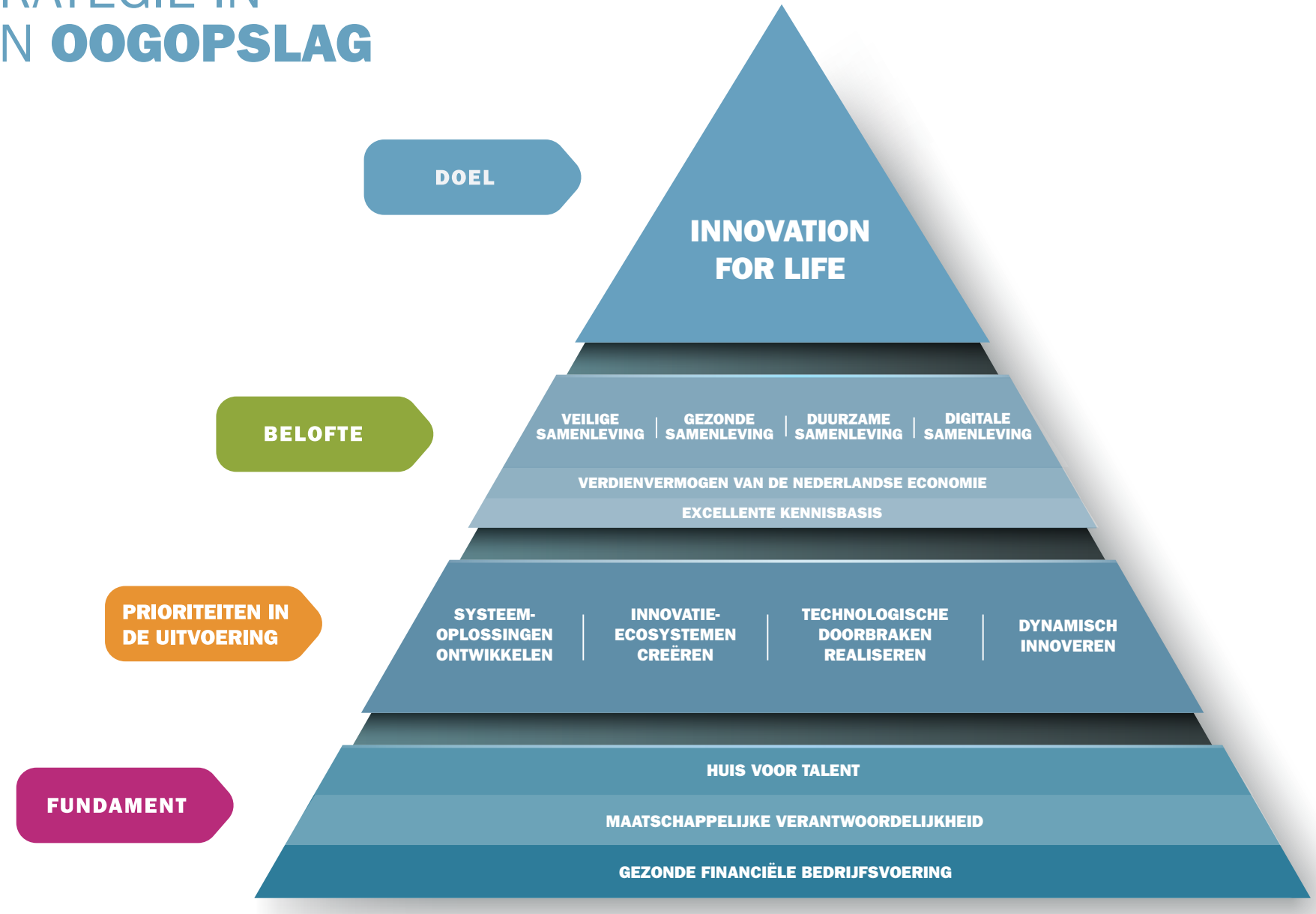
### Leeswijzer

Dit strategisch plan is opgebouwd uit vier delen:

1) Beschrijving van het doel van TNO, met de missie, visie op innovatie en werkwijze;
2) Beschrijving van de belofte van TNO, met daarin een overzicht van de uitdagingen waar TNO aan werkt en de bijdrage van TNO aan de oplossingen daarvoor, de keuzes in de kennisbasis die TNO maakt en de manier waarop TNO haar impact aantoonbaar maakt;
3) Beschrijving van vier prioriteiten in de uitvoering voor de komende periode;
4) Beschrijving van het fundament van TNO, met daarin aandacht voor ons talent en de organisatorische en financiële randvoorwaarden.

Voorafgaand aan het eerste deel vindt u een samenvatting en het document eindigt met een aantal bijlagen waarin de ambities verder zijn uitgewerkt.

# STRATEGIE IN ÉÉN **OOGOPSLAG**



## PROFIEL VAN TNO

**ROLLEN**

1) Onderzoeker
2) Onafhankelijke Adviseur
3) Systeem Integrator
4) Orchestrator
5) Innovator
6) 'Huislaboratorium'

**VISIE OP INNOVATIE**

T-Shape: Dieptekennis in combinatie met brede innovatievaardigheden en verbinden in netwerken met resultaat voor de omgeving.

**ONDERZOEKSVORMEN**

1) Early Research Programs
2) Shared Research
3) Technology Transfer
4) Contract Research

**HOOFDTAKEN**

1) Ontwikkelen, toepassen en verspreiden van kennis ten behoeve van het oplossen van maatschappelijke vragen en ondersteuning van (wettelijke) overheidstaken- en beleid.

2) Ontwikkelen, toepassen en verspreiden van kennis voor het versterken van de innovatiekracht en concurrentiepositie van Nederland, in het bijzonder voor de Topsectoren.

3) Beheren van strategische onderzoeksfaciliteiten welke soms uniek zijn in Nederland en deels ook internationaal.

## STRATEGIE IN ÉÉN OOGOPSLAG

De TNO strategie 2022-2025 continueert de koers van TNO van de afgelopen jaren, maar zet ook sterker in op een aantal onderwerpen:

- De strategie is sterker gedreven vanuit het doel en de missie van TNO.
- Vier maatschappelijke uitdagingen staan centraal: Veilige Samenleving, Gezonde Samenleving, Duurzame Samenleving en Digitale Samenleving. Hierbij wordt het thema van de 'Duurzame Samenleving' breder en meer integraal dan voorheen geadresseerd en krijgt de 'Digitale samenleving' expliciet een plek gegeven de grote impact en veranderkracht van digitalisering.
- Expliciete verbinding van deze vier maatschappelijke uitdagingen aan het versterken van de Nederlandse economie vanuit de overtuiging dat deze elkaar versterken.
- Als basis voor alles wat TNO doet – en met name de nationale adviesfunctie en wettelijke taken – het onderhouden van een excellente kennisbasis.

Het specifieke onderscheidend vermogen van TNO om deze uitdagingen aan te gaan is gelegen in:

- Het ontwikkelen van systeemoplossingen: het in combinatie adresseren van technologie, verdienvermogen, overheidsregulering en rol van burgers, het versterken van competenties als systeemdenken, integratie en multidisciplinariteit en het uitbouwen van internationale partnerships gebaseerd op complementaire technologie.
- Het creëren van innovatie-ecosystemen: met aandacht voor competenties op het gebied van 'orchestrating innovation' en sociale innovatie, en een sterke op stakeholder gerichte benadering (stakeholder intimacy).
- Het realiseren van technologische doorbraken: scouting van nieuwe technologie, uitvoeren van excellent onderzoek, het explicieter benoemen van het belang van sleutelmethodologieën naast sleuteltechnologieën en intensiveren van de samenwerking met universiteiten.
- Dynamisch innoveren: denk hierbij aan verschillende businessmodellen voor verschillende klanten, versnelde ontwikkeling van business intelligence gebaseerd op interne en externe data en - indien opportuun - meer kortcyclisch innoveren.

Ten aanzien van het fundament van onze organisatie is de belangrijkste aanvulling dat we het belang van diversiteit, inclusiviteit en Corporate Social Responsibility veel steviger neerzetten. Belangrijk aandachtspunt blijft een gezonde financiële bedrijfsvoering.



# 1. SAMENVATTING

TNO innovation for life

## 1.1 HET VERHAAL VAN TNO

### INNOVATION FOR LIFE

Wij zijn TNO, een onafhankelijke onderzoeksorganisatie. Sinds 1932 maken wij kennis dienstbaar aan het algemeen belang. Het is onze taak om de juiste antwoorden te geven. Én om de juiste vragen te stellen. Voor een veiliger, gezonder, duurzamer leven. Voor een digitaal verbonden samenleving. Voor een sterke economie. Wij denken door. Over auto's die files oplossen en algoritmes die ziektes opsporen. Over het begin van het quantumtijdperk en het einde van fossiele energie. We lopen voorop in een wereld die steeds sneller verandert. Door disciplines en domeinen te combineren, kunnen we de meest complexe vragen aan. TNO is het vliegwiel voor innovatie. Wij brengen ideeën en idealen samen. Op weg naar oplossingen verbinden we beleidsmakers, ondernemers, wetenschappers en burgers. We vinden elkaar in verwondering en vindingrijkheid. Gedreven om grenzen te verleggen. Want met elke innovatie dragen wij bij aan het leven van morgen.

### BIJDRAGEN AAN MAATSCHAPPIJ, ECONOMIE EN KENNISBASIS

Nederland staat voor grote en urgente maatschappelijke uitdagingen. Uitdagingen op het gebied van veiligheid, zoals het borgen van onze soevereiniteit en (cyber)veiligheid in een multipolaire wereldorde; uitdagingen op het gebied van gezondheid, zoals de transitie van behandelende naar preventieve zorg; uitdagingen op het gebied van duurzaamheid, waaronder een duurzame energievoorziening, het circulaire gebruik van materialen en grondstoffen of emissieloze mobiliteit; en uitdagingen op het gebied van de digitalisering van onze samenleving, zoals ICT-technologie die publieke waarden en grondrechten respecteert, een mondiaal gelijk speelveld creëert en nationale veiligheid waarborgt.

De complexiteit van deze vier grote uitdagingen – en dus ook de complexiteit van de mogelijke oplossingen – wordt groter. Technologische haalbaarheid, betaalbaarheid, overheidsregulering en burgeracceptatie moeten samengaan. Nieuwe (sleutel)-technologieën en methodologieën zijn nodig om deze complexiteit aan te kunnen en de maatschappelijke uitdagingen effectief te adresseren. Daarbij is de visie van TNO dat het verdienvermogen van de Nederlandse economie onlosmakelijk verbonden is aan – en gericht op – die uitdagingen. Bedrijven dragen met hun producten en diensten immers bij aan het realiseren van een veilige, gezonde, duurzame en digitaal verbonden samenleving.

TNO levert een cruciale bijdrage dankzij een unieke en onderscheidende kennisbasis. Daarbij heeft TNO de (wettelijke) taak om op een aantal belangrijke publieke onderzoeks-terreinen – zoals op het gebied van Defensie en de Geologische Dienst – de kennisbasis voor de overheid in stand te houden, te versterken en/of te vernieuwen.

# **TNO** WIL **EXCELLEREN** DOOR **EFFECTIEVE OPLOSSINGEN** AAN TE DRAGEN VOOR **MAATSCHAPPELIJKE** UITDAGINGEN

## SAMENWERKEN IN EUROPA

Grote maatschappelijke uitdagingen zoals het energie- en klimaatvraagstuk zijn grensoverschrijdend en kunnen alleen effectief door Europees beleid en samenwerking worden aangepakt. Vanuit dat perspectief is het noodzakelijk dat óók toegepaste kennisinstellingen in Europa de krachten bundelen om maximale impact te creëren. Daarnaast hebben internationaal opererende bedrijven behoefte aan innovatieplatforms die grensoverschrijdend werken. Om snel in te kunnen spelen op de EU-agenda en TNO's positie in het hart van het Europese kennis- en innovatiesysteem te versterken is het noodzakelijk om in te zetten op internationale samenwerking. In het licht van de Brexit is de relatie met Frankrijk en Duitsland in het bijzonder van groot belang. Hoewel de strategische focus van TNO is toegespitst op Nederland en Europa blijft ook de relatie met de Verenigde Staten en innovatieve landen als Zuid-Korea zeer waardevol. Het fundament voor partnerships op bijvoorbeeld het gebied van defensie is de afgelopen periode gelegd met Canada, Zweden, het Verenigd Koninkrijk, Noorwegen en de VS.

## IMPACT REALISEREN

Impact realiseren: dát is wat TNO drijft. De ideeën en concepten van TNO moeten zichtbaar en aantoonbaar in de praktijk worden gebracht. TNO wil excelleren door effectieve oplossingen aan te dragen voor maatschappelijke uitdagingen. Denk aan een coronasneltest, de toepassing van Artificial Intelligence voor het opsporen van moeilijk vindbare veroordeelden of het ontwikkelen van instrumenten waarmee vanuit de ruimte de luchtkwaliteit kan worden gemeten. Om de oplossingen voor complexe maatschappelijke problemen te realiseren is een ondernemende en regisserende overheid nodig. TNO heeft actief bijgedragen aan de totstandkoming van het Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid (MTIB). Tegelijkertijd wil TNO de economie en het verdienvermogen van Nederland versterken door samen met het bedrijfsleven innovaties te ontwikkelen die het MTIB ondersteunen en versnellen. Dat kan door nieuwe bedrijven te starten of bestaande bedrijven concurrerender te maken. Nauwe samenwerking met het bedrijfsleven is in de visie van TNO cruciaal om de maatschappelijke uitdagingen te realiseren.

## 1.2 PRIORITEITEN IN DE UITVOERING: HET VERANDERVERMOGEN VAN NEDERLAND

### REALISEREN VAN SYSTEEMOPLOSSINGEN

De complexiteit van de huidige maatschappelijke vraagstukken vraagt om integrale oplossingen op systeemniveau. De energietransitie vergt niet alleen technologieën die in het energiesysteem moeten worden ingepast, maar ook verandering van grondstofketens, nieuwe businessmodellen en sociale en maatschappelijke inpassing. En de oplossingen van vandaag voor de energietransitie, mogen morgen geen nieuwe uitdagingen voor bijvoorbeeld de leefbaarheid veroorzaken. Feitelijke informatie, modellen die gevolgen in kaart brengen, creativiteit en goede verbindingen met alle stakeholders, inclusief de burger, zijn de ingrediënten voor succesvolle oplossingen. Deze dienen in samenhang te worden ontwikkeld. En dat vergt een ander, nieuw verandervermogen: dat vergt systeemdenkers.

Een systeemdenker weet relevante wetenschappelijke disciplines te combineren en te integreren, (internationale) partnerships vorm te geven en relevante publieke en private spelers in nieuwe partnerships en (waarde)ketens te verbinden. Daarbij worden maatschappelijke belangen en verdienvermogen met elkaar verbonden en zijn welzijn en welvaart op elkaar afgestemd.

TNO is uniek gepositioneerd en toegerust als dé systeemdenker van Nederland. Het bezit als geen ander de onafhankelijkheid, het multidisciplinaire onderzoekstalent, de breedte in domeinen, de veelzijdige faciliteiten en de oplossingsgedreven cultuur om die positie te realiseren. Met haar focus op systeeminnovatie is TNO de vanzelfsprekende partner voor zowel overheden, het bedrijfsleven als kennisinstellingen.

De strategie kenmerkt zich door het systeemdenken tot in de haarvaten van TNO door te voeren, van productinnovatie tot systeeminnovatie, van multidisciplinair naar transdisciplinair, van onderzoek naar ‘thought leadership’. TNO wil hét verandervermogen van Nederland zijn.

### INNOVATIEVE-ECOSYSTEMEN BOUWEN

Innovatie vereist meer dan alleen kennisontwikkeling. Innovatie vindt plaats in innovatie-ecosystemen: clusters van bedrijven, overheden, organisaties en kennisinstituten die met elkaar samenwerken om kennis te ontwikkelen en tot nieuwe producten en processen te komen. Samen met overheden, bedrijven en kennisinstellingen wil TNO een solide basis van experts bieden met toegang tot unieke onderzoeksfaciliteiten en relevante internationale netwerken.

BEHALVE **VERNIEUWING** IN **TECHNOLOGIEËN** IS VERNIEUWING VAN **METHODEN** EN **WERKWIJZEN** ALSOOK INZICHT IN **GEDRAG** EN **SOCIALE CONTEXT** VAN TOENEMEND **BELANG**

Bijzondere aandacht gaat hierbij de komende jaren uit naar het mkb. Het overgrote deel van de private R&D in Nederland wordt uitgevoerd door een beperkt aantal grote bedrijven, met name in de hightechsector. De noodzakelijke verdere groei van private R&D-uitgaven in Nederland moet vooral komen van mkb-bedrijven óf van nieuwe bedrijvigheid en nieuwe sectoren.

De ambitie van TNO is om de bijdrage aan het innovatief en concurrerend vermogen van het mkb te vergroten. Met de scherpe propositie 'TNO-mkb Innovatiemotor' wil TNO een groter deel van het mkb bedienen.

## REALISEREN VAN TECHNOLOGISCHE DOORBRAKEN

Nederland heeft een sterke positie op het gebied van sleuteltechnologieën. Daarom moet Nederland op alle sleuteltechnologieën inzetten. Daarbinnen, op het niveau van onderliggende sub-technologieën, zijn er keuzes te maken tussen technologieën die verschillen in de mate van mogelijke waardecreatie.

Ook TNO maakt die keuzes, gebaseerd op innovaties die nodig zijn voor het effectief adresseren van de maatschappelijke uitdagingen en direct aansluiten bij de behoeftes van haar partners en klanten. In de strategieperiode zal in het bijzonder worden ingezet op de verdere ontwikkeling en toepassing van: fotonica; quantumtechnologieën; digitale-, nano-, chemische- en lifescience-technologieën; engineering en fabricagetechnologieën; geavanceerde materialen en de negen Research & Technology-gebieden die in de Strategische Kennis- en Innovatie Agenda van het Ministerie van Defensie worden beschreven.

Behalve vernieuwing in technologieën is vernieuwing van methoden en werkwijzen alsook inzicht in gedrag en sociale context van toenemend belang. De manier waarop innovaties in de samenleving worden geïntroduceerd is bepalend voor hun succes. In de komende strategieperiode zal de ontwikkeling van die sleutelmethodologieën worden verdiept, uitgebouwd en versneld. Focusgebieden zijn 'technology forecasting', 'data-driven roadmapping', impact assessments (economisch, sociaal, juridisch en/of ethisch) en integrale modellen die zowel de technologische als de sociale en gedragsaspecten van maatschappelijke uitdagingen meenemen. Daarnaast zal methodische kennis op het gebied van het orkestreren van innovatie worden uitgebouwd, nodig om invulling te geven aan de ambitie om effectieve innovatie-ecosystemen te bouwen.



Om in de voorhoede van onderzoek te blijven spelen is toegang tot state-of-the-art-faciliteiten vereist. TNO zal een lange termijn faciliteitenagenda opstellen om die positie de komende jaren zeker te stellen. Faciliteiten zullen waar mogelijk worden gedeeld met partners. Een voorwaarde voor de realisatie van state-of-the-art-faciliteiten is de beschikbaarheid van structurele financiering vanuit de overheid. De TO2-evaluatie-commissie adviseert daartoe een fonds op te richten. TNO zal zich hier bij een volgend kabinet sterk voor maken.

### DYNAMISCH INNOVEREN

Traditioneel wordt innovatie beschouwd als een lineair proces: van fundamenteel onderzoek via toegepast onderzoek naar feitelijke ontwikkeling van producten, diensten en beleid. Die wereld bestaat niet meer. Innovatie vindt vaak plaats in netwerken en ecosystemen waarbij meerdere spelers uit de keten zijn betrokken. Een idee moet worden ontwikkeld, op de markt worden geïntroduceerd en uitontwikkeld door proberen, leren en bijsturen. Dat vraagt meer dan ooit om snelheid en ondernemerschap, om nieuwe business modellen en andere manieren van projectaanpak en organisatie. De manier van leren en sturen en de bedrijfsprocessen worden datagedreven en verder gedigitaliseerd.

## 1.3 EEN STEVIG FUNDAMENT

### TALENT CENTRAAL

De polsstok van TNO is net zo lang als de optelsom van alle talenten. Als TNO haar ambities wil waarmaken zijn daar in de eerste plaats toptalenten voor nodig die geen genoegen nemen met een plekje op de achterbank. Maar mensen die zélf, samen met partners en klanten, de richting van het onderzoek en de oplossingen willen bepalen. Die feilloos aanvoelen uit welke hoek de wind gaat waaien, die kansen zien en daarop proactief inspelen. Mensen die zichtbare en aantoonbare impact willen creëren en daarvoor alle mogelijke ruimte en middelen krijgen. Die internationaal en samenwerkingsgericht denken en doen. Die ruimte krijgen en verantwoordelijkheid nemen. TNO ambieert een divers samengestelde ‘workforce’. Niet omdat dat politiek gewenst is, maar omdat dat het juiste is om te doen, de organisatie er beter van wordt en het simpelweg veel leuker en leerzamer is om in een omgeving te werken met mensen van verschillende achtergronden. TNO zal hier de komende jaren extra op inzetten.

# EEN **VEILIGE**, **GEZONDE** EN **DUURZAME** WERKOMGEVING IS EEN **ESSENTIËLE** VOORWAARDE

## MAATSCHAPPELIJKE VERANTWOORDELIJKHEID

De missie van TNO is om via onderzoek en innovatie bij te dragen aan een betere samenleving. Natuurlijk streeft TNO dat ook na in de interne bedrijfsvoering (‘practice what you preach’). De komende strategieperiode zal TNO een volgende stap zetten op het gebied van Corporate Social Responsibility (CSR). Vooruitlopend daarop heeft TNO zich in 2020 aangesloten bij de UN Global Compact (UNGC). Jaarlijks zal over de voortgang worden gerapporteerd conform de UNGC richtlijnen.

Een veilige, gezonde en duurzame werkomgeving is een essentiële voorwaarde voor TNO’s medewerkers om het beste uit henzelf te halen. Daarnaast vinden TNO’s partners en klanten het belangrijk dat zij goed presteert op het gebied van veiligheid, gezondheid en milieu. Voor de komende jaren stelt TNO zich ten doel het aantal veiligheids-incidenten te verlagen en het aantal preventieve meldingen significant te verhogen bij een hoger percentage correct opgevolgde incidenten.

## FINANCIEEL GEZONDE BEDRIJFSVOERING

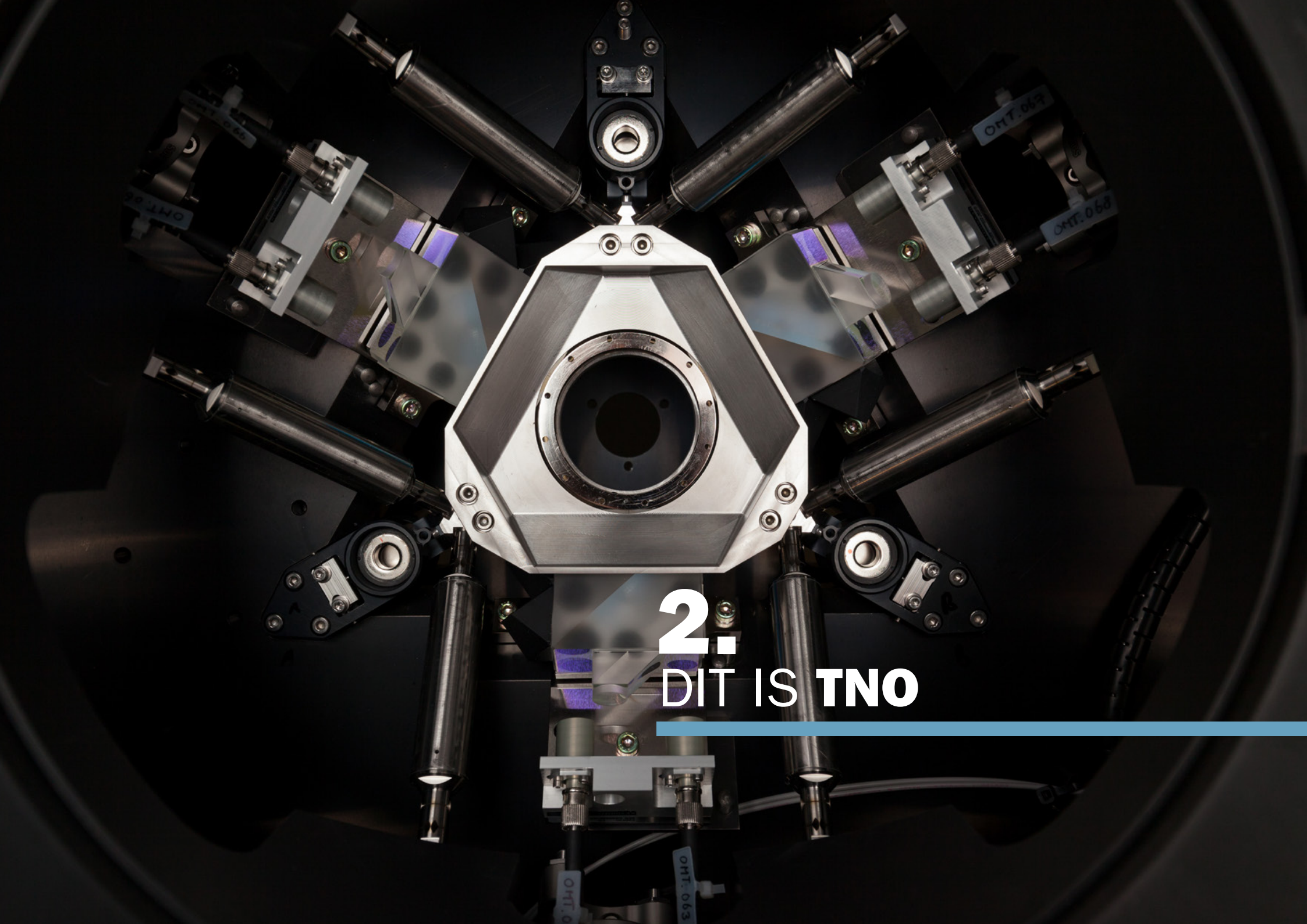
TNO heeft de wettelijke opdracht zorg te dragen voor het in stand houden van een adequate kennisbasisinfrastructuur. Dat kan alleen met een structureel gezonde financiële basis en door een effectieve bedrijfsvoering. De afgelopen jaren is succesvol gewerkt aan financieel herstel na de financiële crisis van 2008-2009. Extra investeringen van de Rijksoverheid speelden daarbij vanaf 2017 een belangrijke rol. De komende strategieperiode is de ambitie voor extra investeringen en een gezonde bedrijfsvoering onverminderd hoog om daarmee de maatschappelijke transities te versnellen.


Wij zijn **TNO**.
Sinds 1932 is het onze
taak om de juiste antwoorden
te geven en om de juiste vragen
te stellen. Zo werken wij voor welzijn
en welvaart. Voor vandaag en morgen.
Door disciplines en domeinen te combineren
kunnen we de meest complexe vragen aan. Onze
zoektocht naar oplossingen brengt ondernemers,
wetenschappers, beleidsmakers, burgers en de
samenleving als geheel samen om bij te dragen aan
een beter leven en een mooiere toekomst.
SYSTEEM-
OPLOSSINGEN
ONTWIKKELEN
INNOVATIE-
ECOSYSTEMEN
CREËREN
TECHNOLOGISCHE
DOORBRAKEN
REALISEREN
DYNAMISCH
INNOVEREN
HUIS VOOR TALENT
MAATSCHAPPELIJKE VERANTWOORDELIJKHEID

# DEEL I



## DOEL:
## INNOVATION FOR LIFE



# 2.
# DIT IS **TNO**

**MISSIE VAN TNO**

**TNO verbindt mensen en kennis om innovaties te creëren die de concurrentiekracht van bedrijven en het welzijn van de samenleving duurzaam versterken.**

## 2.1 SPIN IN HET INNOVATIEWEB

TNO is dé onafhankelijke toegepaste onderzoeksorganisatie voor Nederland. De opdracht van TNO is het creëren van oplossingen voor grote maatschappelijke vraagstukken door kennis te vertalen naar toepassingen in de praktijk en tegelijkertijd nieuwe werkgelegenheid en economisch verdienvermogen te ontwikkelen.

Het is de taak van TNO om de juiste antwoorden te geven én om de juiste vragen te stellen. Over zowel het begin van het quantumtijdperk als het einde van fossiele energie.

Door disciplines en domeinen te combineren, maar ook door beleidsmakers, ondernemers, wetenschappers, professionals en de maatschappij te betrekken kan TNO de meest complexe vragen aan.

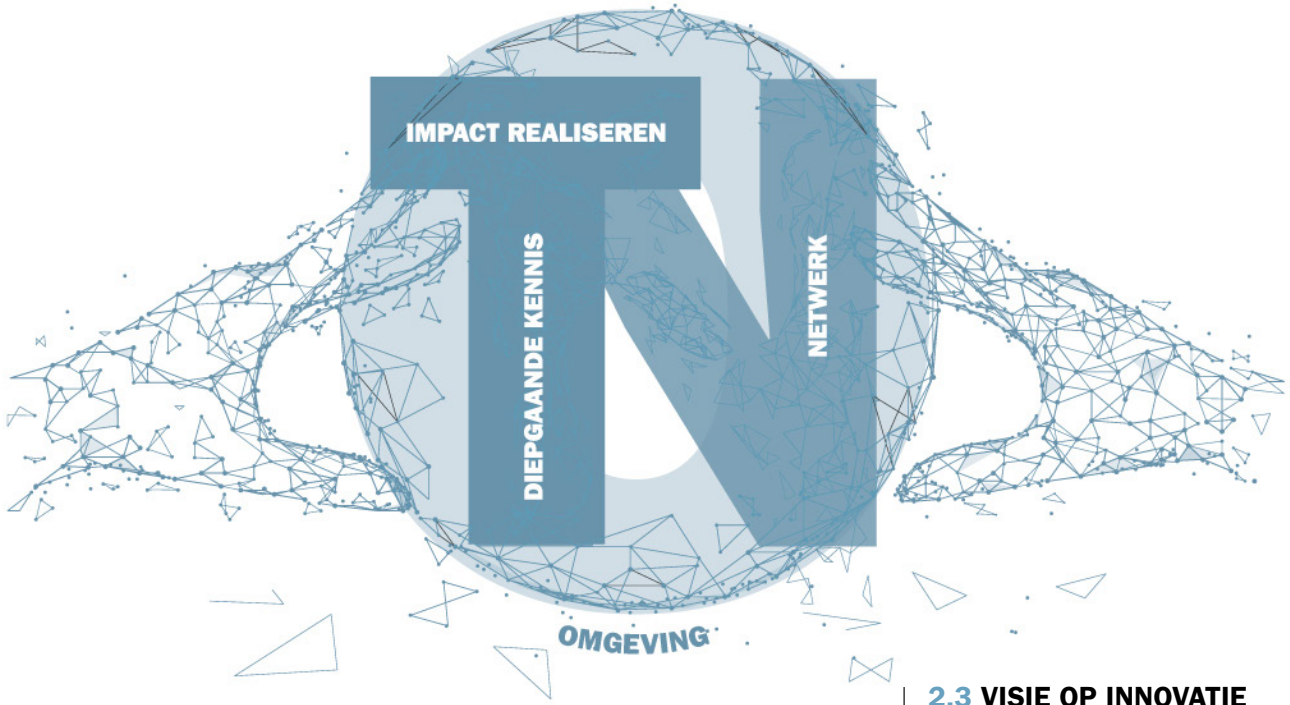
Om kennis te ontwikkelen en toe te passen ontvangt TNO een rijksbijdrage van de overheid en voert zij opdrachten uit voor publieke én private partijen.

## 2.2 MAATSCHAPPELIJKE UITDAGINGEN EN HET VERDIENVERMOGEN VAN NEDERLAND

De agenda en programmering van TNO komen tot stand door nationaal en internationaal (Europees) beleid, door nauwe afstemming met partners en klanten of zijn gebaseerd op wettelijke taken zoals Defensieonderzoek en de Geologische Dienst.

Werken aan maatschappelijke uitdagingen én het verdienvermogen van Nederland versterken, zijn vaak twee zijden van dezelfde medaille: sensoren, modellen of instrumenten die bijdragen aan de oplossing van een maatschappelijke uitdaging kunnen tegelijkertijd het Nederlands bedrijfsleven positioneren voor de commercialisering van producten en diensten.

In deel II van dit strategisch plan worden de uitdagingen waaraan TNO werkt nader toegelicht.




## 2.3 VISIE OP INNOVATIE

Innovatie is het ontwikkelen van nieuwe producten, processen en diensten die de kwaliteit van menselijk leven verbeteren en die maatschappelijke en economische waarde creëren. Voor de grote maatschappelijke uitdagingen zijn innovaties nodig die alleen door samenwerking in onderzoeks- en innovatie-ecosystemen kunnen ontstaan. In deze ecosystemen zijn rollen weggelegd voor overheden, het bedrijfsleven en kennisinstellingen (toegepaste kennisinstellingen, universiteiten en hogescholen). TNO brengt partijen rond een specifieke uitdaging bij elkaar met als doel in een ecosysteem gezamenlijk oplossingen te creëren (‘orchestrating innovation’). Voor deze oplossingen is het nodig verbindingen te leggen tussen specialistische, diepgaande kennis van zowel partners als TNO zelf. Grote technologische ontwikkelingen in bijvoorbeeld sleuteltechnologieën, sociale innovaties en systeemtransities vinden tegelijkertijd plaats én beïnvloeden elkaar. Dit levert vraagstukken op waar TNO – juist dankzij haar multidisciplinaire karakter – vanuit verschillende invalshoeken naar kan kijken. Systeemdenken en de integratie van verschillende toepassingen op systeemniveau worden steeds belangrijker[2].

De unieke positionering visualiseert TNO aan de hand van de letters die samen haar naam vormen. In de ‘T’ staat de verticale poot voor de dieptekennis en de horizontale lijn voor de innovatievaardigheden van TNO en het vermogen om interne en externe kennis en partijen te verbinden. Omdat innovatie vooral in netwerken plaatsvindt (gesymboliseerd door de letter ‘N’) en uiteindelijk impact moet hebben op de omgeving (de letter ‘O’) vat TNO haar visie op innovatie samen met de letters ‘TNO’.

2. Systeemintegratie kan worden omschreven als het proces van integratie tussen schakels en spelers in waardeketens, tussen verschillende technologieën, tussen actoren in de waardeketen en aanpalende sectoren in het systeem, waardoor oplossingen voor knelpunten worden geboden en er kansen ontstaan voor nieuwe business modellen, producten en diensten.

**Drie hoofdtaken van toegepaste kennisstelling zoals beschreven in de kabinetsvisie op toegepast onderzoek (2013)**

1. **Het ontwikkelen, toepassen en verspreiden van kennis ten behoeve van het oplossen van maatschappelijke vragen en ondersteuning van overheidstaken- en beleid. Een deel van dit onderzoek valt onder wettelijk verplichte taken.**
2. **Het ontwikkelen, toepassen en verspreiden van kennis voor het versterken van de innovatiekracht en concurrentiepositie van Nederland, in het bijzonder voor de Topsectoren.**
3. **Het beheren van strategische onderzoeksfaciliteiten welke soms uniek zijn in Nederland en deels ook internationaal.**

## 2.4 ONDERZOEKSVORMEN EN -ROLLEN

De rol en positie van TNO is verankerd in de TNO-wet[3] en de Kabinetsvisie op Toegepast onderzoek[4]. De TNO Wet stelt dat het de taak van TNO is om toegepast onderzoek voor het algemene belang in te zetten. In de Kabinetsvisie op Toegepast Onderzoek worden drie hoofdtaken genoemd voor toegepaste kennisinstellingen (zie tekstkader).

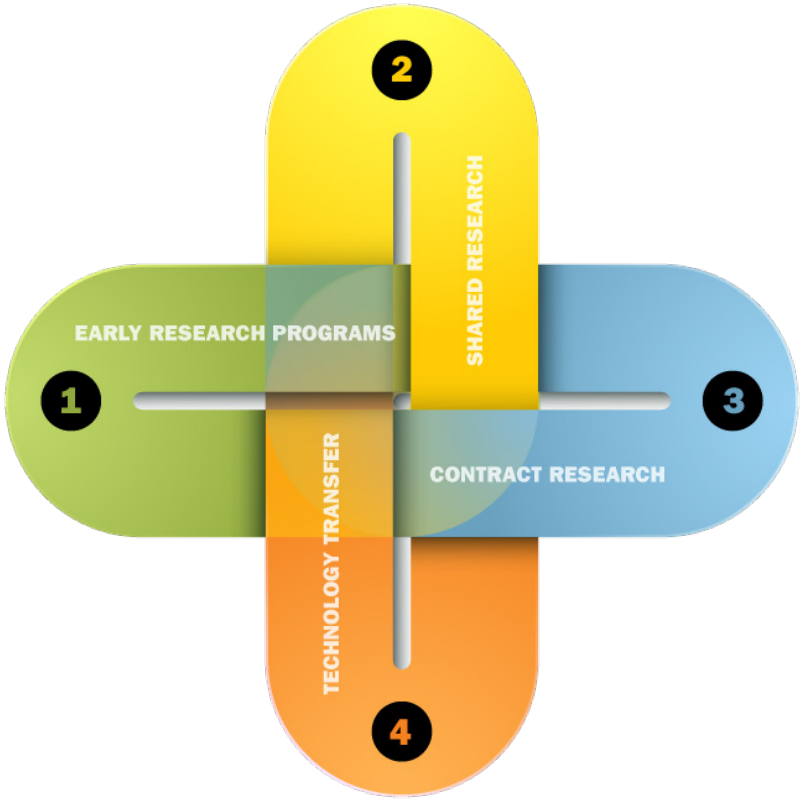
### FINANCIERING

Om bovenstaande hoofdtaken uit te voeren, verkrijgt en zoekt TNO naar financiering uit verschillende bronnen:

- Instituutsfinanciering: middelen ter beschikking gesteld door het Kabinet (via het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat als penvoerend ministerie) om kennis te ontwikkelen, toe te passen en te verspreiden ten behoeve van het oplossen van maatschappelijke vragen, ter ondersteuning van overheidstaken en -beleid en het versterken van de innovatiekracht en concurrentiepositie van Nederland.
- Programmafinanciering: geoormerkte middelen vanuit verschillende ministeries waarbij het desbetreffende ministerie aangeeft op welke thema of onderwerp deze middelen ingezet moeten worden. Een belangrijk en bijzonder deel hiervan betreft de taakfinanciering om gedelegeerde kennisintensieve (wettelijke) overheidstaken uit te voeren voor Defensie en de Geologische Dienst.
- Competitieve financiering: bijdragen van partners in samenwerkingsprojecten die TNO op basis van competitie verkrijgt, zoals EU-projecten en grootschalige publiek-private samenwerkingen. Hiervoor wordt door TNO instituutsfinanciering of programmafinanciering als zogenaamde ‘matching’ ingezet.
- Contractfinanciering: volledig externe financiering (publiek of privaat) voor onderzoek dat TNO verkrijgt op basis van offertes en opdrachten. Inhoudelijk op maat van de klant gesneden, maar waarbij TNO alert blijft op de uniciteit van de bijdrage.

Financiering voor de derde hoofdtaak, het beheren van strategische onderzoeksfaciliteiten, ontbreekt vooralsnog. TNO maakt zich, mede op advies van de TO2-evaluatiecommissie[5] en in nauwe samenwerking met haar partners, sterk voor deze financiering.

3. TNO-wet, 19 december 1985.
4. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Visie op het toegepast onderzoek, 5 juli 2013.
5. Evaluatieonderzoek organisaties voor toegepast onderzoek (TO2), eindrapport deelevaluatie TNO, 2021, Evaluatiesubcommissie TNO o.l.v. A. Lundqvist.




## HOOFDVORMEN VAN ONDERZOEK

Om invulling te geven aan haar taken kent TNO vier hoofdvormen van onderzoek. Deze vier verschillen in doelstelling, aansturing, financiering en juridische vormgeving. De vier hoofdvormen zijn:

1) Early Research Programs (ERP): fundamentele kennisontwikkeling ter versterking van de eigen kennisbasis, gefinancierd uit een specifiek deel van de instituutsfinanciering;
2) Shared Research (publiek-private en publiek-publieke samenwerking): kennis-ontwikkeling samen met partners gefinancierd uit zowel instituuts- en/of programmafinanciering als de competitieve funding van partners[6];
3) Contract Research, onderzoek in opdracht van publieke of private opdrachtgevers gefinancierd door deze opdrachtgevers;
4) Technology Transfer, het overdragen van technologie naar de markt door het verstrekken van licenties en het oprichten van nieuwe bedrijven.

Door middel van deze financieringsbronnen – waarvan gemiddeld 55% in competitie wordt verkregen – is TNO in staat om een hoogwaardige publieke kennisbasis voor Nederland in stand te houden en continu te vernieuwen.

## ROLLEN VAN TNO

Bij het uitvoeren van de hoofdvormen van onderzoek speelt TNO verschillende rollen in het innovatielandschap. TNO is een:

- Onderzoeker en doet nieuwe vindingen;
- Systeem Integrator die verschillende expertises binnen en buiten TNO combineert tot een systeemoplossing;
- Innovator die een klantprobleem weet te koppelen aan een technologische oplossing;
- Orchestrator die partijen en ambities (o.a. missies) bij elkaar brengt om gezamenlijk innovaties te realiseren;
- Onafhankelijk adviseur die op basis van gedegen kennis publieke en private opdrachtgevers adviseert;
- 'Huislaboratorium' waarin voor de overheid op een aantal belangrijke publieke onderzoeksterreinen de kennisbasis in stand wordt gehouden, wordt versterkt en/of vernieuwd.

6. Ook de kennisontwikkeling in het kader van de eerder genoemde wettelijke overheidstaken wordt gerekend onder 'shared research' (publiek-publieke samenwerking).



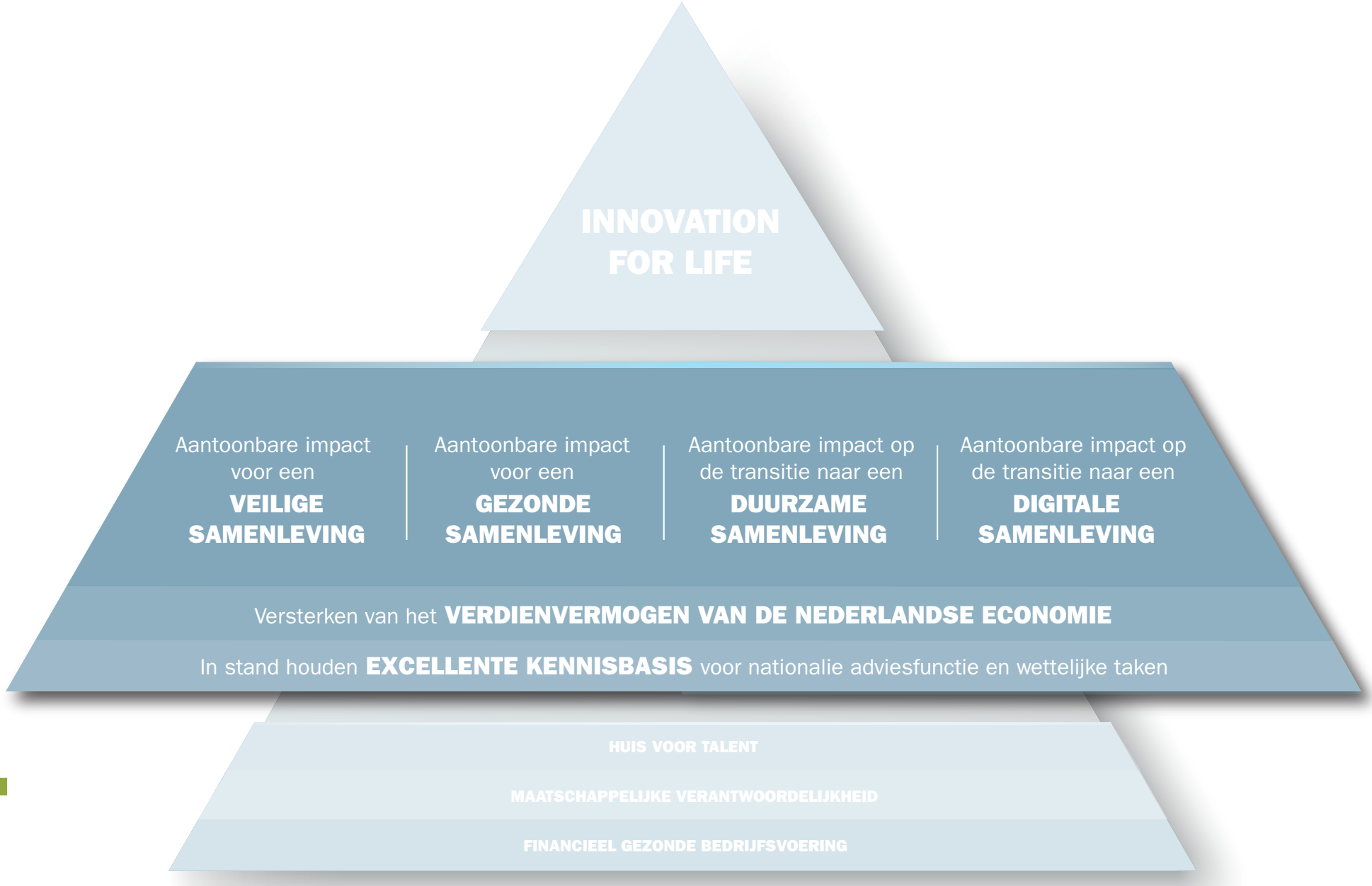

## 2.5 KERNWAARDEN VAN TNO

Binnen TNO bepalen vier kernwaarden hoe TNO'ers hun werk uitvoeren. **Integriteit**, dit houdt o.a. in dat besluitvorming plaatsvindt op basis van zo correct mogelijke informatie. Onafhankelijkheid: resultaten komen tot stand zonder oneigenlijke invloed van commerciële of andere belangen. Professionaliteit: professioneel handelen met heldere werkprocessen binnen de grenzen van tijd en geld. En maatschappelijke betrokkenheid, TNO-ers vervullen met hun werk een maatschappelijke rol.

## 2.6 DE ORGANISATIE

TNO is georganiseerd in negen units die aansluiten bij verschillende overheids- en marktsectoren. TNO combineert kennis uit verschillende units om tot integrale oplossingen voor partners en klanten te komen.

De bijzondere strategische relatie met het Ministerie van Defensie en de bestuurlijke aansturing van het defensiedeel van TNO door de Raad voor het Defensieonderzoek (RDO) zijn vastgelegd in de TNO-wet. Het defensieonderzoek bij de unit Defensie & Veiligheid vormt een integraal onderdeel van TNO, maar heeft om die reden een eigen plannings-, begrotings- en verantwoordingssystematiek.


INNOVATION FOR LIFE
Aantoonbare impact voor een VEILIGE SAMENLEVING
Aantoonbare impact voor een GEZONDE SAMENLEVING
Aantoonbare impact op de transitie naar een DUURZAME SAMENLEVING
Aantoonbare impact op de transitie naar een DIGITALE SAMENLEVING
Versterken van het VERDIENVERMOGEN VAN DE NEDERLANDSE ECONOMIE
In stand houden EXCELLENTE KENNISBASIS voor nationalie adviesfunctie en wettelijke taken
HUIS VOOR TALENT
MAATSCHAPPELIJKE VERANTWOORDELIJKHEID
FINANCIEEL GEZONDE BEDRIJFSVOERING

# DEEL II



# **BELOFTE:**
# BIJDRAGE AAN **MAATSCHAPPIJ**, **ECONOMIE** EN **KENNISBASIS**



# 3. ACHTERGROND: UITDAGINGEN WAAR NEDERLAND VOOR STAAT

# **VERBINDING** LEGGEN TUSSEN DE **INTERNATIONALE**, **NATIONALE** EN **REGIONALE** ONDERZOEKSAGENDA'S

## 3.1 UITDAGINGEN DIE TNO CENTRAAL STELT

TNO'ers werken aan de uitdagingen van vandaag en de oplossingen van morgen. De grote uitdagingen waar de wereld voor staat worden beschreven in de Sustainable Development Goals (SDG's) van de Verenigde Naties, de European Green and Digital ('Twin') Transition, Horizon Europe en de afspraken binnen de NAVO.

Sinds 2020 wordt de nationale innovatieagenda voor Nederland, naast de specifieke beleidsagenda's van de ministeries, vormgegeven in het Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid (MTIB). Daarin wordt voortgebouwd op de ervaringen van het topsectorenbeleid en staan – met betrokkenheid van de departementen – de economische kansen van maatschappelijke uitdagingen en sleuteltechnologieën centraal. TNO wil ook de komende strategieperiode een belangrijke speler zijn in het MTIB. TNO zal vanuit haar portfolio bijdragen aan de realisatie van de missies, de verdere ontwikkeling van sleuteltechnologieën en de verbinding leggen tussen de internationale, nationale en regionale onderzoeksagenda's. Hierbij stelt TNO vier uitdagingen centraal in haar onderzoeks- en innovatieagenda:

1) Een veilige samenleving (hoofdstuk 4)
2) Een gezonde samenleving (hoofdstuk 5)
3) Een duurzame samenleving (hoofdstuk 6)
4) Een digitale samenleving (hoofdstuk 7)

TNO wil bij deze uitdagingen waar mogelijk de relatie leggen met het verdienvermogen (hoofdstuk 8) van de Nederlandse economie. Daarbij is de visie van TNO dat het verdienvermogen van de Nederlandse economie onlosmakelijk verbonden is aan – en gericht op – die uitdagingen. Bedrijven dragen met hun producten en diensten immers bij aan het realiseren van een veilige, gezonde, duurzame en digitaal verbonden samenleving.

TNO is sterk gepositioneerd om aan oplossingen voor de grote maatschappelijke uitdagingen te werken, gelet op de multidisciplinaire samenstelling, de unieke expertise en ervaring (kennisbasis, hoofdstuk 9), de positie van TNO in het toegepast onderzoeksveld in Nederland en de wettelijke taken die TNO op een aantal gebieden uitvoert voor verschillende ministeries.



# HET **PORTFOLIO** IS CONTINU IN **ONTWIKKELING**

## 3.2 PROGRAMMERING VAN HET TNO-ONDERZOEK

TNO stuurt de strategische programmering van het onderzoek via een portfolio van roadmaps. Roadmaps geven weer welke kennis (in technologieën en methodologieën) wordt ontwikkeld, welke impact TNO daarmee denkt te realiseren en welke mix van financieringsbronnen daarvoor nodig is.

Aan elk van de in 3.1 beschreven uitdagingen is in het vervolg van dit deel een hoofdstuk gewijd. Elk hoofdstuk beschrijft de aard van de uitdaging, de ambitie van TNO, de inhoud van de oplossingen waar TNO aan werkt en de roadmaps aan de hand waarvan dat gebeurt. In de bijlage zijn de roadmaps in meer detail beschreven.

Externe dynamiek leidt tot de noodzaak van voldoende dynamiek in de roadmaps van TNO: het portfolio is continu in ontwikkeling. TNO intensiveert in de komende jaren haar inzet op een aantal onderwerpen, door in deze onderwerpen vanuit de rijksbijdrage (binnen de bestaande mogelijkheden) extra te investeren. Het betreft:

- Nieuwe roadmap Transitions & Transformations : focus op oplossingen voor afhankelijkheden tussen verschillende maatschappelijke transities. De verschillende maatschappelijke transities beïnvloeden elkaar. Kennis ontwikkelen hoe hier mee om te gaan is een belangrijke voorwaarde om de transities effectief te adresseren.
- Groei van roadmap Environment & Sustainability: focus op oplossingen voor een circulaire economie en ondersteuning overheid en bedrijfsleven. Circulariteit is een belangrijke pijler onder de verduurzaming van de samenleving. TNO wil haar bijdrage op dit punt, in lijn met de groeiende externe aandacht, uitbreiden.
- Versterking Smart Industry: digitalisering van de Nederlandse maakindustrie (waaronder mkb). Een sleutelelement van een ook in de toekomst krachtige economie is de digitalisering van de maakindustrie. TNO organiseert haar bestaande activiteiten op dit gebied in een aparte roadmap en intensiveert deze.




Daarnaast investeert TNO vanuit de eigen financiële reserves in een aantal onderwerpen, over de verschillende roadmaps heen. Dit betreft:

- TNO mkb Innovatiemotor: netwerkopbouw, gezamenlijke kennisontwikkeling en kennisoverdracht, specifiek gericht op het mkb. De noodzakelijke verdere groei van de private investeringen in onderzoek en innovatie in Nederland moet komen van het 'robuuste middensegment' van mkb-bedrijven. TNO draagt hieraan bij door extra te investeren in samenwerking met het mkb.
- Brains4X: kortcyclische innovatie, gericht op urgente maatschappelijke issues, zoals de coronacrisis en het stikstofprobleem. TNO heeft in 2020 het Brains4corona-programma uitgevoerd, waarin op basis van de breedte van de kennis van TNO en samen met externe partners concrete, direct toepasbare oplossingen – zoals de LAMP-test - zijn ontwikkeld om bij te dragen aan de oplossing van de coronacrisis. Deze aanpak zet TNO in de komende jaren voort gericht op andere urgente maatschappelijke vraagstukken.
- Internationale samenwerking, met de focus op Europa, o.a. samenwerking met Fraunhofer, CEA. De uitdagingen waar Nederland mee geconfronteerd wordt stoppen niet bij de grens en de benodigde kennis voor de vereiste oplossingen kan vanuit de hele wereld komen. Daarom zet TNO in de komende periode versterkt in op internationale samenwerking, met name met collega-instituten in de ons omringende landen, om samen de oplossingen voor morgen te ontwikkelen.





# 4. VEILIGE SAMENLEVING

# HET **BEHOUD** VAN ONZE **VEILIGHEID** IS VAN **ESSENTIEEL** BELANG VOOR ONZE **VRIJHEID**, **WELVAART**, **WELZIJN** EN **DEMOCRATIE**

**LANGETERMIJNDOEL**

**TNO draagt aantoonbaar bij aan het behouden, beschermen en ontwikkelen van strategische kennis, technologie en capaciteiten om te beschermen wat ons dierbaar is en te zorgen dat mensen in vrijheid en veiligheid kunnen samenleven.**

Nederland is een veilig land. Het behoud van onze veiligheid is van essentieel belang voor onze vrijheid, welvaart, welzijn en democratie. De geopolitieke ontwikkelingen maken duidelijk dat die veiligheid niet vanzelfsprekend is. Het zwaartepunt van de (economische) macht schuift van het Westen naar Azië en de unipolaire wereldorde met de VS als dominante supermacht verandert in een multipolaire wereldorde. Dit veroorzaakt geopolitieke druk op de traditionele multilaterale systemen (VN, EU, NAVO).

Hierdoor ontwikkelen zich nieuwe veiligheidsdreigingen. Europa en Nederland zijn kwetsbaarder geworden, moeten zelf hun belangen zeker stellen en hun strategische autonomie bewaken. Daarbij zijn zij voor veiligheid in toenemende mate op zichzelf aangewezen. Verschillende actoren pogen onze Westerse democratie te ondermijnen, zowel op militair gebied als op economisch, politiek, juridisch en informatiegebied. De bedreigingen voor onze veiligheid worden complexer doordat technologie alles met elkaar verbindt. De afhankelijkheid van hoogwaardige technologie neemt toe, inclusief de afhankelijkheid van niet-Nederlandse leveranciers.

Landen als China en Rusland worden assertiever, versterken en moderniseren hun strijdkrachten en dagen de bestaande wereldorde uit. We zien op cybergebied een wedloop tussen landen, maar ook tussen overheden en niet-statelijke actoren, waaronder criminele organisaties, particuliere militaire bedrijven en religieuze groeperingen. De rol van niet-statelijke actoren op het internationale toneel wordt steeds belangrijker, mede door hun banden met statelijke actoren.

Naast de veranderende geopolitieke situatie bevinden we ons in een steeds sterker verbonden wereld. Deze verbondenheid brengt risico's met zich mee op verschillende vlakken. Het veranderende klimaat zal steeds vaker de stabiliteit van onze samenleving in gevaar brengen door extreem weer in eigen land of door natuurschade en toenemende schaarste elders in de wereld. De COVID-19 pandemie heeft laten zien dat gezondheidsrisico's uit andere landen razendsnel ook een nationale dreiging kunnen vormen.

Al deze gevaren raken over het algemeen als eerste Defensie, de politie en andere publieke justitie en veiligheidsorganisaties, en de professionals die daarbinnen werken. Het doel van TNO is primair om militairen en veiligheidsprofessionals een voorsprong te geven door het ontwikkelen en toepassen van relevante kennis en technologie.

## AMBITIE TNO

Met haar partners realiseert TNO oplossingen voor de complexe veiligheidsuitdagingen van vandaag en morgen.

## DEFENSIE

Nieuwe dreigingen in onze omgeving, in combinatie met de opkomst van baanbrekende technologieën, vereisen een doorlopende inspanning om voor te blijven op onze (potentiële) tegenstanders. Daarom verricht TNO internationaal onderscheidend toegepast wetenschappelijk onderzoek in het defensiedomein en is TNO de strategische kennis- en innovatiepartner voor het Ministerie van Defensie. TNO heeft als wettelijke taak de defensiespecifieke kennisbasis van Defensie te onderhouden. Dat gebeurt op basis van vraagsturing. TNO's unieke combinatie van expertises, state-of-the-art-faciliteiten en haar kennis- en marktnetwerk stelt militairen en justitie- en veiligheidsprofessionals in staat te excelleren aan de frontlinie. Een afzonderlijke taak van TNO is de vertegenwoordiging van het Ministerie van Defensie in de internationale Science & Technology samenwerking. Dat gebeurt in bi- en trilaterale samenwerkingsverbanden, onder meer met Duitsland, Noorwegen en de Verenigde Staten alsmede in het gezamenlijke defensieonderzoekprogramma van de NAVO-lidstaten.

TNO ondersteunt vanuit haar wettelijke taak en in de vorm van opdrachten het Ministerie van Defensie met activiteiten die worden ontwikkeld binnen drie roadmaps met een specifieke defensiefocus: Operations & Human Factors, Information & Sensor Systems en Protection, Munitions and Weapons. Daarnaast wordt vanuit diverse andere roadmaps significant bijgedragen aan defensieonderzoek, onder meer vanuit National Security, Digital Innovations, Space & Scientific Instrumentation, Prevention & Productivity en Renewable Electricity.

Defensie investeert substantieel vanuit een langjarige strategische relatie met TNO in onderzoek voor kennisopbouw (research) en technologieontwikkeling (technology) alsook in kennistoepassing en -gebruik, bijvoorbeeld in materieelprojecten. Kennisopbouw geschiedt via meerjarige onderzoekprogramma's en de financiering van onderzoeksfaciliteiten. TNO onderhoudt voor Defensie een groot deel van de defensiespecifieke kennisbasis. Deze kennisbasis bestaat uit negen onderzoeks- en technologiegebieden[7] en richt zich op kennis die niet in de markt kan worden verkregen als gevolg van marktfalen of geheimhouding en van essentieel belang is voor de defensieorganisatie en -taakuitvoering. Kennis is nodig:

- Voor de ontwikkeling en verwerving van capaciteiten en diensten, inclusief de beoordeling van kwaliteit en toepasbaarheid van elders te verwerven producten en diensten;
- Om nieuwe componenten te kunnen integreren in de militaire capaciteitenportfolio;
- Om militaire doctrine en (evaluatie van) inzet en oefeningen te kunnen ondersteunen;
- Om in internationaal verband toegang te krijgen tot elders opgebouwde kennis.

7. De negen research & technologiegebieden van Defensie zijn: 1. Cyber & Elektronische Oorlogsvoering; 2. Sensoren; 3. Wapensystemen; 4. Platformsystemen; 5. Command & Control (C2); 6. Bescherming; 7. Menselijk presteren, mensen & training; 8. Autonome & onbemande systemen; 9. Sleuteltechnologieën.

# NATIONALE **VEILIGHEID** EN STRATEGISCHE **AUTONOMIE** ZIJN NAUW **VERBONDEN** MET HET **BESCHERMEN** EN ONTWIKKELEN VAN **KRITIEKE TECHNOLOGIEËN**

Dat is voorwaardelijk om op termijn te blijven beschikken over een technologisch hoogwaardige en operationeel relevante krijgsmacht. Ook bij toenemend gebruik van civiele innovaties voor militaire toepassingen ('dual-use' en kortcyclische innovatie), de opkomst van 'open' innovatie en versterkte internationale samenwerking blijft defensiespecifieke kennis onontbeerlijk. Dat belang neemt nog verder toe onder druk van de hierboven geschetste geopolitieke ontwikkelingen. Nationale veiligheid en (een zekere mate van) strategische autonomie zijn nauw verbonden met het beschermen en ontwikkelen van kritieke technologieën.

Richtinggevend voor de periode 2022-2025 zijn de Defensievisie 2035, de Defensie Industrie Strategie (DIS) en de Strategische Kennis- en Innovatieagenda (SKIA) 2021-2025 van Defensie. Het door de RDO goedgekeurde Middellangetermijnplan (MLTP) beschrijft het beleid voor het defensieonderzoek dat wordt uitgevoerd binnen TNO. De ambitie, doelstellingen en mijlpalen van het MLTP vinden hun weerslag in de roadmaps van de unit Defensie & Veiligheid en het defensieonderzoek dat in andere units wordt uitgevoerd. Op basis van internationale afspraken is er op politiek vlak een toegenomen bereidheid waar te nemen om extra te investeren in Defensie. TNO houdt er rekening mee Defensie in de verwachte groei extra te ondersteunen.

Het defensieonderzoek en de technologieontwikkeling bij TNO dragen tevens bij aan het economisch verdienvermogen van Nederland. Defensiebedrijven (OEM's en mkb) profiteren in veel gevallen van kennis en technologie die TNO heeft ontwikkeld voor Defensie. Verder werken Defensie en TNO samen in het kader van de Defensie Industrie Strategie, het Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid (de Kennis- en Innovatieagenda Veiligheid), het Nationaal Groeifonds en het Europees Defensiefonds, veelal met betrokkenheid van andere publieke en private partijen. TNO zoekt actief naar synergie tussen kennisontwikkeling voor Defensie en kennisontwikkeling die uit andere rijksbijdragen wordt gefinancierd. TNO houdt de komende jaren voorts rekening met een groei van Defensie en een dienovereenkomstige groei in de ondersteuningsvraag vanuit Defensie.

# **TNO** WIL ZICH **ONTWIKKELEN** TOT HÉT **INSTITUUT** VOOR TOEGEPASTE **TECHNOLOGISCHE INNOVATIES** BINNEN HET **JUSTITIE-** EN **VEILIGHEIDSDOMEIN** IN NEDERLAND

## JUSTITIE & VEILIGHEID

Rechtvaardigheid en veiligheid zijn een noodzakelijke voorwaarde voor een gezonde en duurzame samenleving en een bloeiende economie. TNO zet zich daarom samen met justitie- en veiligheidsorganisaties in voor een rechtvaardige, veilige samenleving. Zij ontwikkelt en gebruikt wetenschappelijke kennis en technologie om de veiligheid – zowel fysiek als digitaal – te verbeteren.

TNO wil zich ontwikkelen tot hét instituut voor toegepaste technologische innovaties binnen het justitie- en veiligheidsdomein in Nederland. TNO werkt daarom strategisch samen met het Ministerie van Justitie en Veiligheid, de Nationale Politie en gerelateerde (uitvoerings-) organisaties, zoals de Dienst Justitiële Inrichtingen, de Veiligheidsregio's en het Openbaar Ministerie. De roadmap National Security richt zich hier primair op. Daarnaast wordt vanuit diverse andere units bijgedragen aan onderzoek op het gebied van nationale veiligheid, met name vanuit de roadmap Digital Innovations.

Het onderzoek in het nationale veiligheidsdomein richt zich specifiek op de bestrijding van ondermijnende en cybercriminaliteit, grenstoezicht en het beperken van de terroristische dreiging, het voorbereiden op en beheersen van grote, maatschappij ontwrichtende crises zoals de COVID-19 pandemie, het versterken van de intelligencefunctie en het ondersteunen en verbeteren van veiligheidsprofessionals om het werk met minder mensen, beter en slimmer te kunnen uitvoeren.

Richtinggevend voor TNO in de periode 2022-2025 zijn de Nationale Veiligheidsstrategie, het Strategisch Omgevingsbeeld 2020 van het Ministerie van Justitie en Veiligheid, het strategisch kompas van de Nationale Politie en hun Innovatieagenda. Daarnaast zijn de missies uit het thema 'veiligheid' van het Nederlandse Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid van belang.

## WERKEN VOOR DERDEN OP VEILIGHEIDSGEBIED

In aanvulling op de nauwe samenwerking met bovengenoemde strategische partners werkt TNO, in afstemming met hen, nauw samen met de nationale en internationale defensie- en veiligheidsindustrie, buitenlandse overheden en internationale organisaties alsook met kennisinstellingen, overheidslaboratoria en universiteiten.






# 5. GEZONDE SAMENLEVING

## LANGETERMIJNDOEL

**TNO wil aantoonbaar bijdragen aan de doelstelling dat alle Nederlanders in 2040 minimaal vijf jaar langer gezond zijn terwijl de gezondheidsverschillen tussen de laagste en hoogste economische groepen met 30% zijn afgenomen (Bron: MTIB).**

Bijna 20% van de veertigers en 90% van de tachtigers in Nederland[8] heeft een chronische aandoening. Dit is een belangrijke oorzaak van de alsmaar stijgende kosten van de gezondheidszorg, die nu al 13% van het bruto binnenlands product bedragen. Het bestrijden van chronische ziekten vereist innovatie en een snelle overgang naar een fundamenteel vernieuwde benadering van gezondheid en gezondheidszorg. Tegelijkertijd is er behoefte aan focus op behoud van gezondheid en het voorkomen van de ziektelast en de daarmee samenhangende kosten. En is er aandacht voor de leefomgeving nodig, een factor die van wezenlijke invloed is op onze gezondheid. De WHO stelt dat gezondere levensomgevingen bijna een kwart van de wereldwijde ziektelast kunnen voorkomen.

De uitdagingen zijn urgent. De afgelopen jaren hebben problemen ten aanzien van gezondheid en een gezonde leefomgeving geresulteerd in het tot stilstand komen van delen van de economie. Om deze uitdagingen te adresseren heeft de Nederlandse overheid – met de Ministeries van Volksgezondheid, Welzijn en Sport en Sociale Zaken en Werkgelegenheid in een voortrekkerstrol – voor de komende jaren een aantal missies geformuleerd. De ambitie is dat in 2040 alle Nederlanders minimaal vijf jaar langer gezond leven terwijl de gezondheidsverschillen tussen de laagste en hoogste economische groepen met 30% zijn afgenomen. Daarbij richten de missies zich onder meer op een gezonde start voor iedereen. Leefstijl, leefomgeving, de juiste (gepersonaliseerde) zorg op de juiste plek en participatie van mensen met een chronische aandoening zijn belangrijke speerpunten. belangrijke speerpunten.

8. Vektis, Factsheet Chronische aandoeningen bij veertigplussers, 2019. Denk hierbij aan o.a. hart- en vaatziektes, kanker, diabetes, COPD/astma en dementie/Parkinson.

## AMBITIE TNO

TNO ambieert het verbeteren van de gezondheid van de burger (zowel fysiek als mentaal) en de gezondheidsbevorderende inrichting van de werk- en leefomgeving. Speerpunten hierbij zijn:

- Effectieve preventie en gedragsinterventie: Ziektepreventie moet vroeg in het leven beginnen (zelfs vóór de geboorte) en doorgaan tot het moment van sterven om maximale gezondheidswinst te behalen, de stijgende kosten van gezondheidszorg te beperken en de duurzame bevordering van welzijn en (economische) participatie te stimuleren. De beoogde impact van TNO is het leveren van een aantoonbare bijdrage aan het behoud van gezondheid en het halveren van de maatschappelijke en economische last van leef- en werkstijlgerelateerde chronische en niet-chronische ziekten.
- Gepersonaliseerde (digitale) gezondheids- en leefstijlinterventies: Gepersonaliseerde preventie, behandelingen en (digitale) ondersteuning moeten de norm worden. Elk individu is uniek wat betreft fysiologische en genetische achtergrond, mentale gezondheid en sociale context. TNO ontwikkelt op maat gemaakte technologische oplossingen en frameworks waarmee de kloof tussen zorgdata en door het individu gegenereerde gezondheidsdata wordt overbrugd (bijvoorbeeld exposoom, ‘digital health-twins’). TNO richt zich daarnaast op (AI-)modellen om data uit deze bronnen samen te brengen in persoonlijke en begrijpelijke adviezen. Hierdoor kunnen bedrijven gezondheidsbevorderende producten en diensten rechtstreeks aan consumenten aanbieden met oog voor ethiek en privacy.
- Snellere, betere en goedkopere geneesmiddelenontwikkeling: Geneesmiddelen moeten sneller, beter en goedkoper worden ontwikkeld om de toegang tot behandeling voor alle burgers te garanderen en tegelijkertijd de gezondheidszorg betaalbaar te houden. TNO ontwikkelt hiervoor technologieën en modellen – zowel preklinisch als klinisch – en zorgt ervoor dat deze voor farmaceutische en biotechnologische bedrijven van toegevoegde waarde zijn. Daarnaast ontwikkelt TNO methodes om klinische trials in een thuissetting uit te voeren. Dit is nog relevanter geworden door de coronacrisis.

# **TNO** DRAAGT BIJ AAN EEN **GEZONDE** WERKOMGEVING MET **‘SAFE-BY-DESIGN’-OPLOSSINGEN, INNOVATIES** VOOR HET **VOORSPELLEN** EN **REGELEN** VAN BINNENKLIMAAT, **GEDRAGSINTERVENTIES** EN HET MODELLEREN VAN **EFFECTEN** OP DE **GEZONDHEID**

- Gezonde innovatieve werkomgeving: Langer werken vergt een werkomgeving die medewerkers helpt gezond te blijven en waarbinnen medewerkers zich gedurende hun werkende leven verder kunnen ontwikkelen. Daarnaast is een flexibele arbeidsmarkt van belang om aan de snel veranderende vraag naar nieuwe vaardigheden te kunnen voldoen. TNO draagt bij aan een gezonde werkomgeving met ‘safe-by-design’ -oplossingen, innovaties voor het voorspellen en regelen van binnenklimaat (‘predictive twins’), gedragsinterventies en het modelleren van effecten op de gezondheid (exposoom). Omdat gezondheid en participatie een wederkerige relatie hebben, werkt TNO aan een inclusieve, duurzame en adaptieve arbeidsmarkt. Inclusieve technologie die gebruikt kan worden door iedereen speelt hierbij een belangrijke rol.
- Gezonde Leefomgeving: Schone lucht en beperkte geluidshinder zijn voorwaarden voor een goede gezondheid. TNO draagt hieraan bij met onder meer onderzoek naar het binnenklimaat (gezonde gebouwen), emissiemetingen en emissieverspreidings-modellen, monitoring van luchtkwaliteit vanuit de ruimte, blootstellingsbepaling en duiding van het effect van blootstelling (exposoom). TNO werkt met fieldlabs waarin met behulp van monitoring van giftige stoffen en modellering een gezondheids-bevorderende leefomgeving wordt gerealiseerd.

De bovenstaande speerpunten zijn primair onderdeel van de roadmaps Environment & Sustainability, Prevention & Productivity, Biomedical & Digital Health, Flexible & Free-form Products, Sustainable Traffic & Transport en Transitions & Transformations.



# 6. DUURZAME SAMENLEVING

## LANGETERMIJNDOEL

**TNO draagt aantoonbaar bij aan de doelstelling dat de nationale broeikasgasuitstoot in 2030 is teruggedrongen met 49%, op weg naar 95% emissiereductie in 2050 ten opzichte van 1990 (Bron: MTIB).**

In de afgelopen eeuw is de welvaart en het welzijn van de bevolking substantieel toegenomen. Dat heeft echter consequenties voor de leefomgeving van de mens en het milieu. Denk aan klimaatverandering, uitputting van natuurlijke hulpbronnen, bodemdaling, bedreiging van de biodiversiteit en de negatieve gezondheidseffecten daarvan. Dit leidt tot complexe uitdagingen waarbij verschillende belangen op gespannen voet kunnen staan. Denk aan ruimte voor industrie, landbouw en mobiliteit versus het terugdringen van stikstofuitstoot; duurzame energieopwekking en woningbouw versus landschapsbehoud; en toepassing van circulaire grondstoffen versus een concurrerende, 'low cost'-industrie.

In een duurzame samenleving is er balans tussen deze belangen. (Inter)nationale speerpunten om een duurzame samenleving te realiseren zijn 1) vermindering van de uitstoot van stoffen die schade toebrengen aan mens en milieu, onder meer vastgelegd in de klimaatdoelstellingen van Parijs, 2) bouwen aan een circulaire economie om gebalanceerde keuzes te maken over gebruik van grondstoffen en 3) klimaatadaptatie: voorbereid zijn op veranderingen in ons klimaat. Deze drie speerpunten hangen samen. Oplossingen op deelterreinen kunnen elkaar versterken, maar ook met elkaar conflicteren. De Ministeries van Economische Zaken en Klimaat, Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en Infrastructuur en Waterstaat zijn leidend bij het bepalen van de agenda voor Nederland op dit gebied.

### AMBITIE TNO

TNO intensiveert de komende periode haar inspanningen en wil een sleutelrol spelen in de transitie naar een duurzame samenleving, een transitie die bovenstaande drie speerpunten adresseert. Het leidende toekomstbeeld is een samenleving waarin wonen, werken, energieopwekking, industrie, mobiliteit en recreatie optimaal zijn ingepast in de beschikbare ruimte en bestand tegen het veranderende klimaat. In de toekomst zijn mobiliteitssystemen betrouwbaar, veilig, slim en duurzaam. Gebouwen hebben een duurzame energievoorziening en beheersbaar onderhoud. Het energiesysteem is stabiel, voor iedereen toegankelijk en duurzaam. We leven in een wereld zonder afval waarin grondstofketens zijn gesloten om het gebruik van primaire grondstoffen te vermijden. Industriële processen zijn klimaatneutraal, zonder uitstoot van broeikasgassen. Er ontstaat tot slot nieuwe bedrijvigheid die bijdraagt aan 'people, planet and prosperity'.

Om daadwerkelijke voortgang te realiseren in deze complexe problematiek is het cruciaal om te zoeken naar integrale oplossingen op systeemniveau: oplossingen die de veranderende behoeften van samenleving, milieu en economie in balans brengen.

## KENNISCENTRUM ENERGIETRANSITIE

**Het voornemen om een 'Kenniscentrum Energietransitie' op te richten is een voorbeeld van de manier waarop TNO kennis op systeemniveau wil inzetten om te voorzien in de behoefte aan integrale kennis over de energietransitie van beleidsmakers en beslissers door kennis over deze energietransitie te ontwikkelen en te delen. Kennis en informatie, benodigd voor goed onderbouwde keuzes voor de energietransitie in Nederland, zouden door het kenniscentrum moeten worden geïdentificeerd, verzameld, geïntegreerd en ontsloten.**

TNO richt zich op:

- Een duurzame industrie: In 2050 zijn grondstoffen, producten en processen in de industrie netto klimaatneutraal en voor tenminste 80% circulair. Fabrieken gebruiken duurzaam geproduceerde elektriciteit, groen gas en waterstof voor hun energiebehoefte.

  TNO ontwikkelt technologie voor de productie van deze energie. Deze zorgt dat industrie energie-efficiënter produceert en daardoor minder broeikasgassen uitstoot. Voor de chemische industrie richt TNO zich op het gebruik van hernieuwbare energie voor de productie van warmte, waterstof en chemicaliën. Ook werkt TNO aan het gebruik van hernieuwbare grondstoffen, zoals gerecyclede producten, biomassa en CO2. TNO ontwerpt makkelijk te recyclen producten en materialen met een lagere milieu-footprint.

  De roadmaps CO2 Neutral Industry, Environment & Sustainability, Sustainable Chemical Industry, Maritime & Offshore en Transitions & Transformations richten zich op dit thema.

- Een duurzame leefomgeving: In onze leefomgeving concurreren eisen rond wonen, werken en mobiliteit met elkaar en met milieu, biodiversiteit en de economie. TNO's ambitie is het verbeteren van de leefbaarheid, nu en in de toekomst, anticiperend op de effecten van klimaatverandering.

  TNO ontwikkelt slimme en duurzame technologie gericht op veilige en efficiënte mobiliteit en logistiek zonder uitstoot van CO2. Ook onderzoekt TNO hoe ketens van grondstoffen in de leefomgeving (regio's) zoveel mogelijk kunnen worden gesloten en het gebruik van primaire grondstoffen kan worden vermeden. Daarnaast ontwikkelt TNO concepten voor energieneutrale, gezonde en veilige gebouwen met een duurzame warmtevoorziening (geothermie en warmtenetten). Ook realiseert TNO monitoring-systemen en voorspellende modellen voor de belasting van het wegennet in verschillende scenario's: voor een circulaire en veilige infrastructuur met beheersbaar onderhoud en voor het in kaart brengen van (toekomstige) milieu- en klimaatbelasting. Daarbij onderzoekt TNO de mogelijke effecten van klimaatverandering op gebouwen, infrastructuur en op bestaande en geplande voorzieningen.

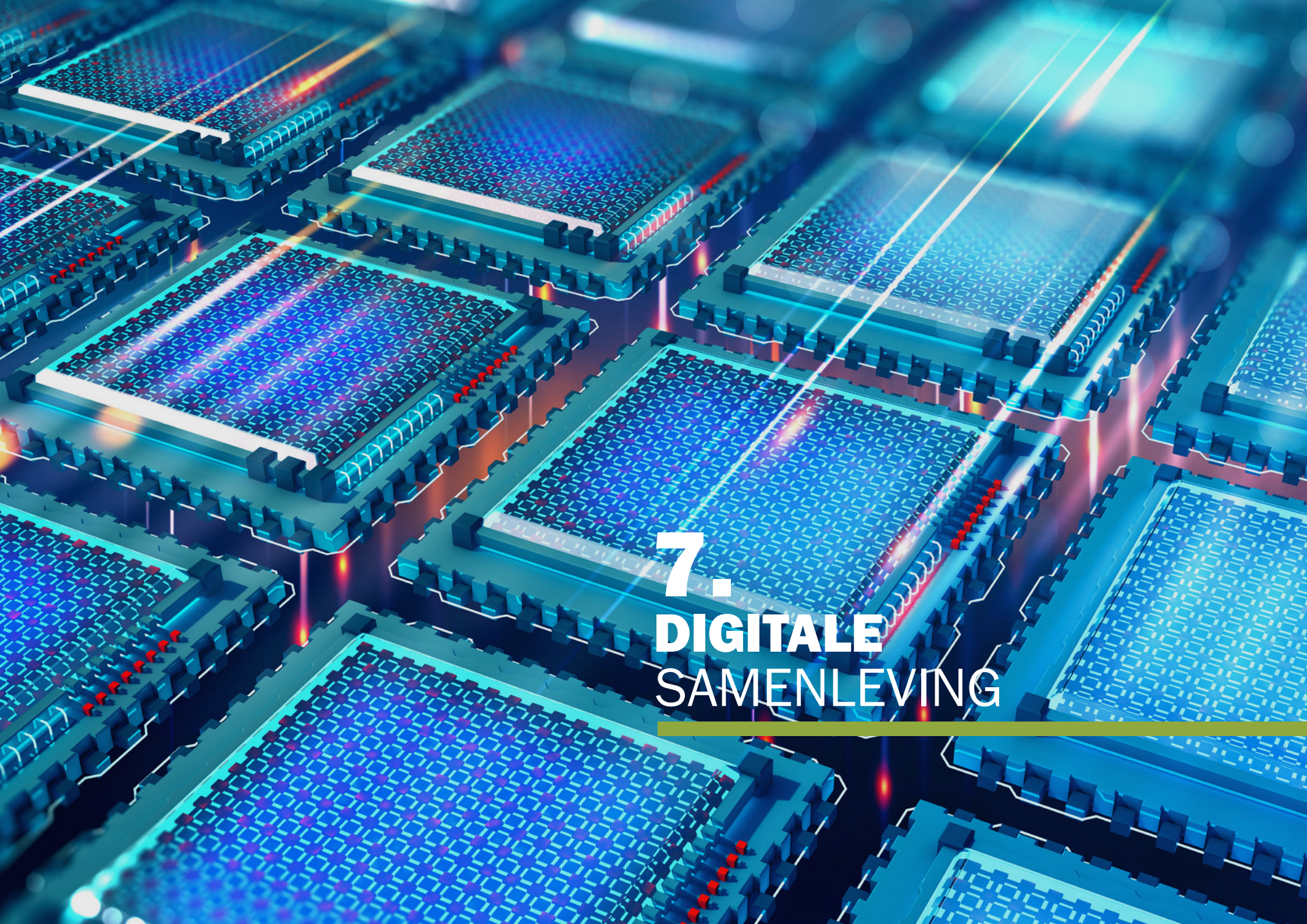
  De roadmaps Environment & Sustainability, Buildings & Infrastructure, Space & Scientific Instrumentation, Sustainable Subsurface, Transitions & Transformations, Renewable Electricity, Smart and Safe Traffic & Transport en Sustainable Traffic & Transport richten zich op dit aandachtsgebied.

# **TNO** WERKT AAN **OPLOSSINGEN** DIE DE **VERANDERENDE BEHOEFTEN** VAN **SAMENLEVING, ECONOMIE** EN **MILIEU** IN **BALANS** BRENGEN

- Een duurzame energievoorziening: Om verdere klimaatverandering tegen te gaan is een versnelling van de transitie naar een emissieloze energievoorziening cruciaal. TNO richt zich op de innovatieve mix van technologische oplossingen die dat mogelijk maken. Denk aan energieopwekking uit zon, wind, biomassa en geothermie, maar ook de ontwikkeling van schone energiedragers zoals groene waterstof. Ook technologieën voor energieopslag en een betrouwbare energie-infrastructuur krijgen veel aandacht. TNO ontwikkelt tevens concepten voor een betrouwbaar, toegankelijk en duurzaam energiesysteem.

  De roadmaps Renewable Electricity, Sustainable Subsurface en System Transition richten zich op dit aandachtsgebied.

Voor de bovenstaande drie aandachtsgebieden voert TNO sociaaleconomisch en gedragswetenschappelijk onderzoek uit. Kennis van behoeften en belangen van (toekomstige) gebruikers is cruciaal bij het ontwikkelen van technologie en draagvlak voor de transitie naar een duurzame samenleving. TNO creëert nieuwe business-modellen en beslissingsondersteunende kennis- en systeemmodellen om besluitvorming over concurrerende eisen in de leefomgeving te faciliteren, bijvoorbeeld op het gebied van ruimtelijke ordening. Bovendien werkt TNO aan vernieuwing van de arbeidsmarkt, zodat er ook in de toekomst voldoende goedgeschoolde vaklieden zijn die de energietransitie kunnen realiseren.



# 7.
# DIGITALE SAMENLEVING

# **DIGITALISERING** BIEDT KANSEN VOOR **WELZIJN** EN **WELVAART**, MAAR LEIDT OOK TOT **UITDAGINGEN**

**LANGETERMIJNDOEL**

**TNO draagt aantoonbaar bij aan de ambitie om Nederland digitaal koploper in Europa te maken (Bron: Nederland Digitaal, EZK).**

Digitalisering heeft ingrijpend effect op de maatschappij. Denk bijvoorbeeld aan de opkomst van artificiële intelligentie of robotisering van de industrie. Het verandert de manier waarop mensen wonen, werken en leren. Daarnaast beïnvloedt digitalisering maatschappelijke vraagstukken zoals sociale ongelijkheid, veiligheid of de manier waarop het land wordt bestuurd.

Digitalisering biedt kansen voor welzijn en welvaart, maar leidt ook tot uitdagingen. De opgave voor Nederland is om kansen te faciliteren en uitdagingen het hoofd te bieden. De Nederlandse prioriteiten, zoals verwoord in de 'Nederlandse Digitaliseringsstrategie 2020,'[9] liggen op het vlak van:

1) Verantwoord gebruik van data en systemen en het waarborgen van Europese en Nederlandse grondrechten en publieke waarden zoals privacy, digitale veiligheid en zorgvuldigheid bij het gebruik van nieuwe digitale technologieën;
2) Inclusiviteit: iedereen moet kunnen deelnemen;
3) Eerlijke concurrentie, digitale soevereiniteit en digitale veiligheid, een gezonde concurrentiepositie of 'level playing field' van grote en kleine bedrijven in een mondiaal speelveld en het ontwikkelen van een vooraanstaande positie in innovatie.

Daarnaast bezet Nederland een belangrijke plek in de wereldwijde hightech- en semiconductor-industrie. Nederlandse multinationals en mkb-bedrijven behoren tot de top van hun vakgebied. Deze bedrijven en de ecosystemen rond deze bedrijven zijn een belangrijke drijfveer voor de Nederlandse economie. Gelijksoortige ecosystemen ontstaan rond technologieën zoals artificiële intelligentie en de quantumcomputer. Ook hier werken grotere en kleinere bedrijven samen met kennisinstellingen en de overheid en wordt hoogwaardige kennis ontwikkeld die haar toepassing vindt in vele terreinen en maatschappelijke uitdagingen. Het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat speelt vanuit de Nederlandse overheid een belangrijke rol, maar er zijn ook raakvlakken met het beleidsterrein van de andere ministeries, waaronder Defensie, Justitie & Veiligheid en Binnenlandse Zaken.

9. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Nederlandse Digitaliseringsstrategie 2020, juni 2020.

## AMBITIE TNO

TNO wil een aantoonbare bijdrage leveren om Nederland digitaal koploper te maken in Europa. Dit is van belang, omdat alle grote innovatie-uitdagingen ondersteund en versneld worden door digitale technologie en omdat digitale soevereiniteit voor Europa en Nederland in het afgelopen decennium steeds belangrijker is geworden.

TNO ontwikkelt ICT-technologie die publieke waarden en grondrechten respecteert, een mondiaal gelijk speelveld creëert en nationale veiligheid waarborgt. TNO levert een bijdrage aan de ‘cyber security’ van publieke en private partijen in Nederland. Dit zal Nederland in staat stellen haar maatschappelijke doelen te bereiken terwijl we competitief en welvarend blijven.

Ook wil TNO haar partners en klanten ondersteunen bij de digitaliseringsuitdaging door generieke methoden, technieken en tools te ontwikkelen die in meerdere domeinen en ‘cross-sectoraal’ kunnen worden ingezet. Denk hierbij aan het realiseren van ‘smart industry’, de digitalisering van het mkb, ‘smart mobility’, ‘digital health technologies’ en ondersteuning bij de ontwikkeling van de volgende generatie halfgeleiders en quantumcomputers.

Juist de combinatie van ICT-technologieën zorgt voor innovatie. Snelle, open infrastructuren, gecombineerd met het delen van gegevens en AI-gestuurde analyses – ontwikkeld en toegepast op een veilige en verantwoorde manier – vereisen een benadering die het hoofd kan bieden aan de steeds verder toenemende complexiteit. Dit doet TNO door het ontwikkelen en integreren van de belangrijkste ondersteunende ICT-technologieën uit de Nederlandse en Europese digitaliseringsagenda’s.

# ALLE **GROTE INNOVATIE-UITDAGINGEN** WORDEN **ONDERSTEUND** EN **VERSNELD** DOOR **DIGITALE TECHNOLOGIE**

TNO richt zich daarbij op vijf hoofdthema's:

- Snelle open infrastructuren: De Nederlandse ICT-infrastructuur is sterk en wordt intensief benut. Op deze kracht drijft de toekomstige hyperverbonden samenleving. Verdere integratie van ICT-infrastructuren en verbindingen tussen en over domeinen zullen toenemen. Een open en veilige infrastructuur, waarin bijvoorbeeld clouddiensten op een veilige manier interoperabel gemaakt worden, is cruciaal voor het zetten van deze volgende stap.
- Data delen: Het delen van data moet enerzijds veilig en een autonoom proces zijn, anderzijds is het noodzakelijk dat iedereen controle kan houden over zijn of haar data. Uitdagingen liggen op het vlak van meervoudige inzet van data, de datakwaliteit, databetrouwbaarheid en dataveiligheid.
- 'Trusted ICT': ICT-diensten en infrastructuur moeten automatisch, zonder menselijk handelen, veilig en betrouwbaar zijn. Denk aan systemen die bestand zijn tegen cyberaanvallen, maar die ook rekening houden met privacy.
- Systeemengineering: TNO is de belangrijkste leverancier van gestructureerde methodologieën en technologie die haar klanten in hightech- en IT-systeemontwikkeling in staat stellen om op een efficiënte en effectieve manier steeds complexere systemen te ontwerpen en te exploiteren.
- Artificiële intelligentie: Doel is inzet van AI voor maatschappelijke en economische uitdagingen met inachtneming van wetgeving (zoals privacy) en ethiek.

De roadmaps Digital Innovations, Semiconductor Equipment, Smart Industry en Smart and Safe Traffic & Transport richten zich op de bovenstaande thema's.



# 8. VERDIENVERMOGEN VAN DE NEDERLANDSE ECONOMIE

Het versterken van het verdienvermogen van de Nederlandse economie is cruciaal om welvaart en welzijn voor toekomstige generaties veilig te stellen. Klimaatverandering, herstel uit de COVID-19-crisis, vergrijzing, toenemende instabiliteit in de wereld en andere zaken zullen de komende jaren veel investeringen vergen. Tegelijkertijd laten prognoses[10] van de economische groei voor Nederland zien dat, ondanks herstel na de coronacrisis, het groeitempo van de afgelopen jaren niet waarschijnlijk is.

De Nederlandse regering schetst in haar 'Groeistrategie voor Nederland op de lange termijn[11], een brede agenda om het verdienvermogen van de Nederlandse economie op lange termijn te versterken. Daarin staat de verhoging van productiviteit centraal. De regering ziet een belangrijke rol weggelegd voor de industrie met een industriebeleid dat zich richt op 1) investeren in groeimarkten 2) digitalisering 3) human capital 4) verduurzaming en grondstoffen en 5) vestigingsvoorwaarden.

Het toegepast onderzoek kan een belangrijke bijdrage leveren aan de Nederlandse groeistrategie door technologieën te ontwikkelen en over te dragen. Technologieën die bedrijven helpen hun productiviteit te verhogen, hun 'license to operate' te behouden en hun bijdrage aan de maatschappelijke uitdagingen te leveren.

## AMBITIE TNO

TNO wil dé innovatiepartner zijn van bedrijven die door hun portfolio bijdragen aan het realiseren van de grote maatschappelijke uitdagingen door:

- Bedrijven te verbinden met maatschappelijke uitdagingen. Enerzijds door het benutten van de capaciteiten van bedrijven om oplossingen te ontwikkelen en te implementeren. Anderzijds door bedrijven te helpen kansen en nieuwe markten die uit deze oplossingen voortvloeien, te identificeren en te benutten.
- De ontwikkeling en toepassing van sleuteltechnologieën en -methodologieën om de arbeidsproductiviteit te verhogen en het concurrentievermogen van in Nederland gevestigde bedrijven te versterken.
- De ontwikkeling van innovaties ter versterking van het adaptief vermogen van de Nederlandse arbeidsmarkt, zoals de ontwikkeling van een uniforme skills-taal of skillsontologie, zodat grote transities beter worden gefaciliteerd, arbeidsmarkt-potentieel optimaal wordt benut en innovaties sneller hun weg naar de markt vinden.
- Het bouwen en werken in ecosystemen (bijvoorbeeld 'quantum valley', 'space valley') waarin kennispartijen, (regionale) overheden en bedrijven impactvolle innovaties realiseren.

10. Zie bijvoorbeeld: CPB, Actualisatie Verkenning middellange termijn 2022-2025, november 2020
11. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Groeistrategie voor Nederland op de lange termijn, 13 december 2019

# **TNO** WIL **SNELLER** PRAKTISCHE **OPLOSSINGEN** LEVEREN **VOOR** ÉN **MET** HET **MKB**

- Samen met het mkb, startups en scale-ups concrete oplossingen te ontwikkelen op basis van de nieuwste technologieën en methodologieën. TNO wil hen helpen hun activiteiten en toeleveringsketens te digitaliseren om efficiënter, flexibeler en veerkrachtiger te worden alsook hen te positioneren in grote Europese programma's en opkomende toeleveringsketens. In de afgelopen periode heeft TNO 28 spin-offs opgericht met inmiddels een cumulatieve waarde van ruim 80 miljoen euro en zo ruim 200 nieuwe banen gecreëerd. TNO zal hiermee doorgaan. TNO wil daarnaast participeren in investeringsfondsen met als doel meer investeringskapitaal aan te boren voor TNO spin-offs en door te co-investeren in spin-offs waardoor deze aantrekkelijker worden voor private investeerders.
- De ontwikkeling van kennis en technologie om de strategische autonomie van Nederland en Europa te vergroten. Denk bijvoorbeeld aan Europese of Nederlandse alternatieven op het gebied van energieopwekking, grondstoffen hergebruik of door waardeketens flexibeler te maken door middel van automatisering en standaarden.

Bovenstaande vraagt ook van TNO en haar partners en klanten om te innoveren in de eigen manier van werken. Zo zal TNO andere businessmodellen inzetten om met startups en scale-ups te werken, diverse sleutelmethodologieën gebruiken om in ecosystemen te werken en een systeembenadering hanteren om op het gebied van maatschappelijke uitdagingen de juiste partijen te betrekken.

## MKB

Specifiek voor het mkb zal TNO de komende jaren extra inspanningen verrichten om de toegang tot de hoogwaardige TNO-expertise te vergemakkelijken en zo de innovatiekracht van het mkb te vergroten. TNO wil sneller praktische oplossingen leveren voor én met het mkb. Met een scherpere mkb-propositie – 'TNO-mkb Innovatiemotor' – wil TNO een groter deel van het mkb bedienen. De propositie van TNO bestaat uit:

- Netwerkopbouw: TNO helpt het mkb aan te haken bij innovatie-ecosystemen en consortia en verbinding te maken met grote bedrijven.
- Kennisoverdracht: TNO helpt het mkb om te groeien en om versneld nieuwe bedrijvigheid te creëren.
- Gezamenlijke kennisontwikkeling: mkb en TNO als partners in de gezamenlijke ontwikkeling van innovaties, bijvoorbeeld in TKI-projecten, door het aanleveren van use cases en als partner in fieldlabs en pilot-omgevingen.





# 9.
# EXCELLENTE KENNISBASIS

## 9.1 KENNISBASIS VOOR (WETTELIJKE) OVERHEIDSTAKEN

TNO is verantwoordelijk voor het in stand houden, versterken en vernieuwen van de kennisbasis voor de overheid op een aantal belangrijke publieke onderzoeksterreinen. Deze taak is deels wettelijk vastgelegd. Het betreft de volgende gebieden:

- TNO heeft een in de TNO Wet vastgelegde taak om een defensiespecifieke kennisbasis voor het Ministerie van Defensie te onderhouden.
- De Geologische Dienst Nederland (onderdeel van TNO) is het kenniscentrum van de Nederlandse ondergrond, brengt de ondergrond in kaart en ontsluit op innovatieve wijze deze informatie ten behoeve van de samenleving[12]. TNO-GDN voert deze taak uit namens de Ministeries van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en Economische Zaken en Klimaat.

TNO verzorgt op basis van programmafinanciering voor het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) het Maatschappelijk Programma Arbeidsomstandigheden (MAPA), het Kennisprogramma voor de Inspectie-SZW (KIS) en het Kennisprogramma Werkgeversinterventies Arbeidsmarkt (KWA).

TNO streeft ernaar samen met de genoemde ministeries de toegevoegde waarde van taakfinanciering op deze gebieden te vergroten door de synergie met de overige activiteiten van TNO te versterken. Daarnaast is het streven om, in lijn met het advies van de TO2 evaluatiecommissie[13], onze ondersteunende taken voor ministeries uit te breiden. Dit in de vorm van een taakrol of andere structurele afspraken.

## 9.2 SLEUTELTECHNOLOGIEËN

Innovatie op basis van nieuwe technologieën en methoden blijft dé sleutel tot het oplossen van maatschappelijke uitdagingen en het creëren van kansen voor de economie. TNO maakt voortdurend keuzes in haar portfolio van technologieën en methodologieën. De te maken keuzes liggen voor Nederland én voor TNO niet tussen maar binnen de clusters van sleuteltechnologieën (Key Enabling Technologies, KETs) zoals die in het Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid worden genoemd. De maatschappelijke en economische waardecreatie is bij al deze clusters immers groot. Het is op onderliggend niveau, het niveau van specifieke sub-technologieën, waar er keuzes zijn te maken die verschillen in de mate van mogelijke waardecreatie.

Voor de periode 2022-2025 maakt TNO, in afstemming met partners en klanten en mede gebaseerd op de Kennis en Innovatieagenda Sleuteltechnologieën (KIA-ST), de hieronder weergegeven keuzes ten aanzien van technologie, gegroepeerd volgens de voor het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat ontwikkelde taxonomie[14].

12. Algemene taken, zoals kennisontwikkeling, beheer en onderhoud van de infrastructuur en vertegenwoordiging van de Geologische Dienst Nederland in nationale en internationale samenwerkingsverbanden, worden in gezamenlijk overleg met BZK, EZK en I&W aangestuurd.
13. Evaluatieonderzoek organisaties voor toegepast onderzoek (TO2), eindrapport deelevaluatie TNO, 2021, Evaluatie subcommissie TNO olv A. Lundqvist2019
14. TNO, De potentiële bijdrage van technologie aan maatschappelijke uitdagingen (2018 R11465), november 2018.

## GEAVANCEERDE MATERIALEN

Binnen dit technologiegebied richt TNO zich in de eerste plaats op circulariteit (hergebruik). In de bouw draait het bijvoorbeeld om circulaire en duurzame bouwmaterialen en in de industrie ligt TNO's focus op plastics.

Ten tweede richt TNO zich op materialen voor energieopslag, bijvoorbeeld circulaire energiedragers om uitputting en afhankelijkheid van kritische materialen te voorkomen.

Ten derde breidt TNO haar kennis uit over composieten en metamaterialen ('engineered' materialen met bijzondere eigenschappen) voor toepassingen in hightech en defensie.

Ten vierde ontwikkelt TNO kennis met betrekking tot biocompatibele materialen, waaronder 'organ-on-chip' toepassingen waarmee geneesmiddelenontwikkeling kan worden versneld.

Focus technologieën: Circulariteit (bouw, plastics), metamaterialen

## FOTONICA

TNO bouwt haar kennis uit over langeafstandlasercommunicatie (bijvoorbeeld tussen grondstations en satellieten). Daarnaast richt TNO zich op de opschaling en toepassing van geïntegreerde fotonische circuits (onder andere voor sensoren). TNO werkt aan 'next generation'-zonnecellen (zoals perovskieten) en de betrouwbaarheid en levensduur van zonnecellen. Het vierde speerpunt betreft medische fotonica voor diagnostiek en patiëntmonitoring.

Focus technologieën: Laser-satcom, opschalen van 'integrated photonics'

## QUANTUMTECHNOLOGIEËN

TNO heeft zich met de TU Delft en een groeiend aantal andere partijen verenigd in QuTech. Dit onderzoek loopt op volle kracht door en is gericht op quantumcomputers en quantumcommunicatie. Het onderwerp 'quantumsensoren en -applicaties' is een nieuwe kiem binnen deze sleuteltechnologie.

Focus technologieën: Quantumsensoren en -applicaties

## DIGITALE TECHNOLOGIEËN

Dit is de breedste sleuteltechnologie, ook bij TNO. Het zwaartepunt ligt bij ‘artificial intelligence’ (AI): de integratie van model- en datagedreven AI (‘Hybrid AI’), ‘self-aware, context-aware’-systemen, het samenspel tussen mensen en AI-systemen en transparant redenerende AI. De toepassingen zijn legio: geautomatiseerd rijden, vliegen en varen, robots in zorg en defensie, monitoring van gezondheid, luchtkwaliteit en de staat van civiele constructies. Priller zijn de samenwerking tussen AI-systemen onderling (‘swarm intelligence’) en de inzet van AI als ontwerphulpmiddel (‘generative design’).

Op sommige gebieden (ultrasoon geluid, glasvezelgebaseerde sensoren, ‘radar front-end technology’) ontwikkelt TNO sensoren. Het zwaartepunt ligt echter op de toepassing van sensoren: signaalverwerking en patroonherkenning, integratie van informatie uit verschillende sensoren (‘sensor fusion’, ‘big data’).

Veiligheid in het digitale domein blijft een prioriteit. Dit betreft bijvoorbeeld geautomatiseerde bescherming tegen cyberaanvallen en veilige gegevensuitwisseling (‘post-quantum and distributed cryptology’, ‘multi-party computation’). Hiermee opent TNO de deuren naar nieuwe businessmodellen, bijvoorbeeld in de vervoerssector (‘Mobility as a Service’).

Ook ‘digital twinning’ is voor TNO van toenemend belang: modellen maken van complexe fysieke systemen, met sensoren gekoppeld aan de fysieke werkelijkheid. Deze technologie wordt toegepast bij het monitoren van de leefomgeving (emissies), bruggen, gebouwen, schepen en andere constructies, maar ook bij het monitoren van energiesystemen en -netwerken en chemische processen.

Andere belangrijke technologieën zijn ‘future networks’, gefedereerde cloud- en ‘distributed’ IT-systemen.

Focus technologieën: ‘Swarm intelligence’, ‘self-aware / context-aware systems’, ‘generative design’, ‘automated cyber security’, ‘post-quantum cryptology’, ‘digital twinning’, ‘future networks’, gefedereerde cloud- en ‘distributed’ IT-systemen

## NANOTECHNOLOGIEËN

TNO richt zich vooral op nanometrologie, het meten van structuren op nanoschaal. Nieuwe aandachtspunten zijn het meten in drie dimensies. Chipstructuren worden op termijn in ‘3D’ vormgegeven, dat wil zeggen dat men moet kunnen meten onder het oppervlak en ook materiaalsamenstellingen in kaart moet kunnen brengen.

Focus technologieën: 3D-nanometrologie

## CHEMISCHE TECHNOLOGIEËN

TNO-speerpunten betreffen elektrochemie en fotochemie (gecombineerd met katalyse). Deze leiden tot circulaire productieprocessen (bijvoorbeeld voor ammoniak) die de chemische industrie minder afhankelijk maken van fossiele bronnen en geen of zelfs ‘negatieve’ uitstoot van CO2 veroorzaken (BECCS, DAC, CCUS, mineralisatie-opties). Onder andere richt TNO zich op duurzame brandstoffen (voor voer-, vlieg- en vaartuigen en stationaire toepassingen). Een nieuwe kiem betreft de inzet van plasmatechnologie voor hoogwaardig hergebruik van plastics.

Focus technologieën: Chemische processen voor circulariteit, elektrochemie en fotochemie

## LIFE SCIENCE-TECHNOLOGIEËN

TNO richt zich op modellen van menselijke gezondheid (‘quantified self’, ‘body-brain interactions’, ‘microbiome’) om tot bijvoorbeeld gepersonaliseerde therapieën te komen. Met digitale technologieën zoals ‘wearables’ en biochips genereert TNO de benodigde data. Hoewel het zwaartepunt bij modellering ligt ontwikkelt TNO op specifieke gebieden (ultrageluid, optiek) ook sensortechnologie. TNO breidt haar ‘organ-on-chip’-kennis uit om geneesmiddelontwikkeling te versnellen en het aantal dier- en mensproeven te verminderen. Ook investeert TNO in kennis over menselijke blootstelling aan schadelijke invloeden (toxicologie, exposoom), verspreiding en bescherming. Een nieuw aandachtspunt betreft de invloed van microplastics op mens en dier.

Focus technologieën: Exposoom, ‘body-brain interactions’, ‘ultrasound arrays’, ‘personalized medicine’, microplastics.

# **INNOVEREN** VEREIST OOK **INNOVATIEVE METHODEN** EN MANIEREN VAN **WERKEN**

### ENGINEERING- EN FABRICAGETECHNOLOGIEËN

TNO investeert de komende jaren extra in ‘smart industry’, een onderwerp dat op het kruispunt met het cluster ‘Digitale Technologieën’ ligt en aansluit bij de eigenschappen van de Nederlandse maakindustrie (kleinere aantallen producten van hogere complexiteit). Belangrijke thema’s in dit kader zijn: samenspel tussen mens en robot (‘flexible manufacturing’), digitale koppeling in toeleverketens, productplatforms, parametrisch / generatief ontwerp, topologieoptimalisatie en slimme meetmethoden met bijbehorende dataverwerking.

Met de ontwikkeling van nieuwe methoden en technieken voor systeemontwerp en -engineering schept TNO overzicht in de complexiteit aan systemen binnen de hightechindustrie. Het uitgebreide TNO-onderzoeksprogramma ‘Embedded Systems Innovation’ (ESI) heeft tot doel om de hightechindustrie te ondersteunen bij verbeteringen in doorlooptijden en de effectiviteit van productinnovatieprocessen, evenals de functionaliteit, kwaliteit en maatschappelijke impact van hightechproducten.

Daarnaast richt TNO zich op maakprocessen zoals ‘atomic layer deposition’ en maakprocessen voor ’large area electronics’ en (producten met) ‘carbon nanotubes’. Met het oog op de energietransitie richt TNO zich op maakprocessen van onder andere elektrodes voor reactoren en batterijen.

Focus technologieën: ‘Flexible manufacturing’, ‘carbon nanotubes’, componenten voor de energietransitie

## 9.3 SLEUTELMETHODOLOGIEËN

Innoveren vereist niet alleen onderscheidende technologische kennis (‘wat’), maar ook innovatieve methoden en manieren van werken (‘hoe’): sleutelmethodologieën (Key Enabling Methodologies, KEMs). TNO wil deze sleutelmethodologieën toepassen én bijdragen aan de verdere ontwikkeling daarvan. De komende jaren legt TNO het accent op het verder ontwikkelen van methodologieën in de volgende twee clusters:

### VISIE, VERBEELDING EN IMPACT

TNO ontwikkelt methoden die het mogelijk maken om beter te begrijpen hoe technologie, wereldbeelden, gedrag en systemen zich gaan ontwikkelen, welke innovaties te verwachten zijn en welke invloed dat gaat hebben op de maatschappij. Onder deze methodes vallen bijvoorbeeld ‘technology foresight’, het inschatten van de sociaaleconomische en maatschappelijke impact van innovaties, het opstellen van toekomstscenario’s en vaststellen van mogelijke beleidskeuzes in de domeinen waarin TNO actief is.

TNO investeert in het modelleren van maatschappelijke en economische systemen om tot betere voorspellingen van effecten, beter beleid en continue bijsturing te komen. Modellen van bijvoorbeeld ruimtegebruik maken afwegingen mogelijk tussen de kwaliteit van de leefomgeving, de economie, mobiliteit en wonen.

Bij veel maatschappelijke uitdagingen en transities speelt gedrag van betrokkenen een sleutelrol. TNO versterkt haar methoden om gedrag in te schatten en te beïnvloeden (bijvoorbeeld door effectieve vormen van communicatie en opleiding).

Focus technologieën: 'Technology foresight', 'data-driven roadmapping', 'socio-economic impact assessment', integrale modellen t.b.v. grote maatschappelijke uitdagingen en transities

## GEZAMENLIJK INNOVEREN EN WAARDE CREËREN EN OPSCHALEN IN EXPERIMENTELE OMGEVINGEN

Grote innovaties spelen zich niet meer af binnen afzonderlijke organisaties: samenwerking is noodzaak, zowel in de prillere stadia als bij opschaling. In de voorgaande jaren is het 'orkestreren van innovatie' prominent op de TNO-agenda komen te staan. TNO bouwt haar kennis en vaardigheden hierop uit.

Nieuwe 'collaboratieve' businessmodellen zijn nodig, bijvoorbeeld in de bouwwereld om tot aanpak van de grote bouw- en onderhoudsopgaven te komen. Nieuwe methoden van participatie moeten belanghebbenden betrekken bij beleid, ontwerp en de implementatie van oplossingen ('citizen involvement and co-creation', 'participatory system dynamics', 'serious gaming').

Innovatie wordt versneld door partijen bijeen te brengen: (Digital) Innovation Hubs en Field Labs zijn bewezen 'innovatiegereedschappen'. Uitbreiding van TNO's kennis over het opzetten en besturen van dergelijke experimenteeromgevingen is een voorwaarde voor succes in de komende periode.

Focus technologieën: 'Collaborative business models', 'stakeholder involvement', 'innovation hubs' en fieldlabs.

Alle bovengenoemde ontwikkelingen hebben twee kenmerken gemeenschappelijk. Ten eerste gaat het hier steeds om transdisciplinariteit: het combineren van kennis uit verschillende disciplines is de sleutel tot succes. Ten tweede gaat het om verantwoordelijke innovatie: het gaat steeds om het vinden van de juiste balans tussen verschillende maatschappelijke belangen, op een transparante wijze.





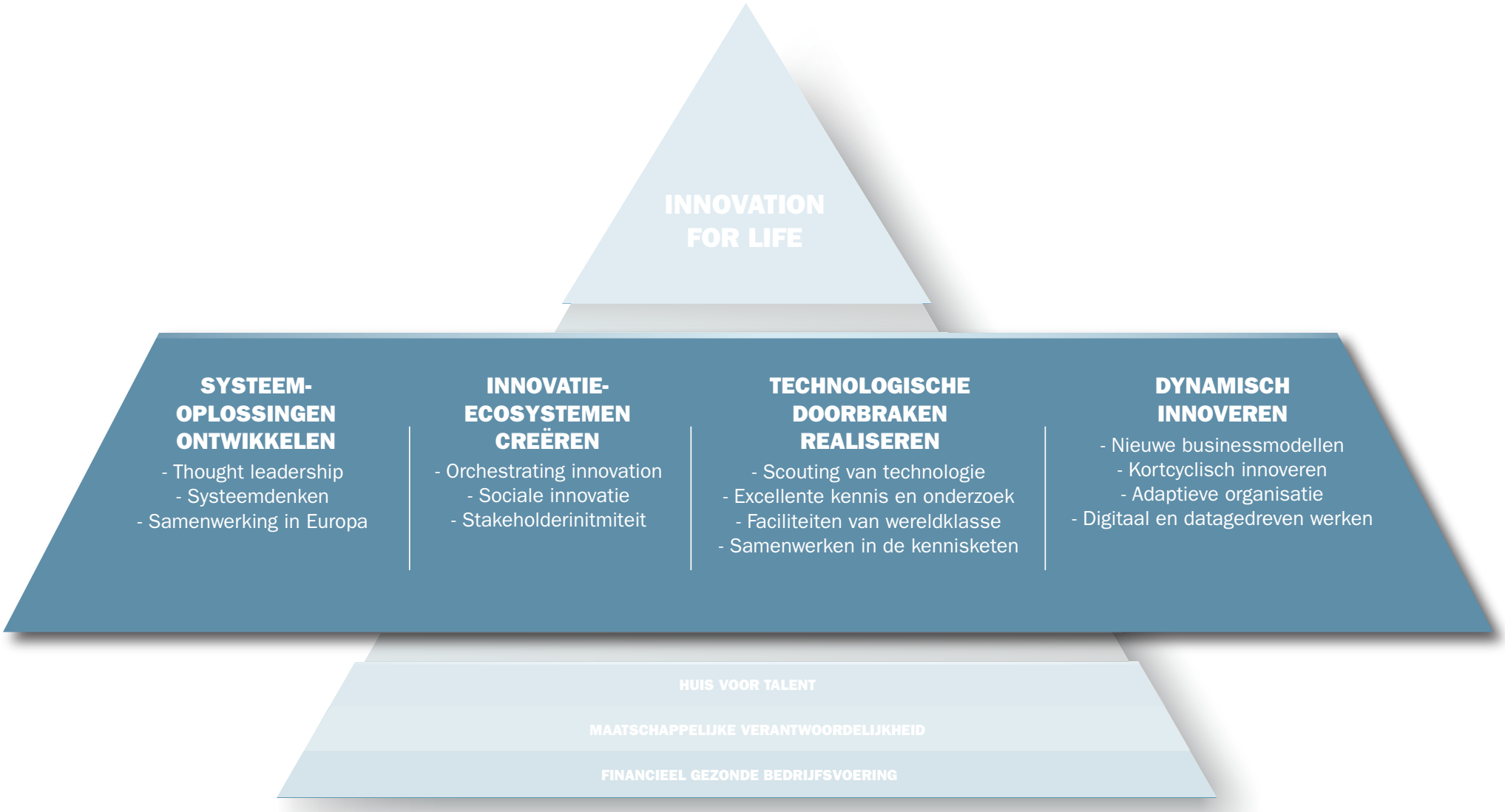
# 10. DEFINITIE VAN SUCCES: AANTOONBARE IMPACT

# AANTOONBAAR EN CONCREET BIJDRAGEN

TNO wil aantoonbaar en concreet bijdragen aan oplossingen voor overheden en bedrijven. De uiteindelijke impact telt en daar zal via de roadmaps op worden gestuurd. Concreet betekent dit dat impact in kaart wordt gebracht via:

1) Monitoren van realisatie van gedefinieerde mijlpalen
   Voor elk van de roadmaps worden jaarlijks mijlpalen gedefinieerd, belangrijke deelresultaten op weg naar de realisatie van de roadmap-ambitie. De realisatie van deze mijlpalen is een maatstaf van de impact van TNO.
2) Score op kwantitatieve impact-indicatoren
   De kwaliteit en relevantie van het TNO-onderzoek wordt gemeten aan de hand van een set kwantitatieve indicatoren in vijf verschillende categorieën: Wetenschap, Samenwerking, Ondernemerschap & Economie, Beleid & Politiek en Communicatie.
3) Impact cases
   De impact van een roadmap wordt geïllustreerd door het gestructureerd uitwerken van impact-cases.
4) Jaarlijkse evaluatie met belangrijkste partners en klanten
   Voor elke roadmap wordt jaarlijks met de belangrijkste publieke en private partners en klanten in een gesprek geëvalueerd in hoeverre het werk van TNO heeft bijgedragen aan het behalen van hun doelstellingen.

| METHODIEKEN | VANDAAG | MORGEN |
|---|---|---|
| Monitoren realisatie mijlpalen | 1) Agenda's worden jaarlijks afgestemd<br>2) Kwalitatieve rapportage over de roadmap<br>3) Mijlpalen worden gemonitord en maken deel uit van de company score card (CSC). | 1) Voortzetten<br>2) Gestandaardiseerd en geïntegreerd in de methodologie voor Portfolio-management<br>3) Voortzetten |
| Impact indicatoren | · Meting van kwantitatieve impactindicatoren | · Voortzetten |
| Impactcases | · Geen gestructureerde casestudy-bibliotheek aanwezig | · Verzameling aanleggen van case studies per unit/ roadmap als bewijs/ voorbeeld van geleverde outcome. |
| Evaluatie met stakeholders | · Er zijn (beperkt aantal) projectevaluaties, besprekingen met regiehouders over SMO-allocatie en resultaten vinden plaats. | · Jaarlijks gesprek met stakeholders over TNO's bijdrage, review en preview (resp. voorgaande en komende jaren) |


INNOVATION FOR LIFE
SYSTEEM-OPLOSSINGEN ONTWIKKELEN
- Thought leadership
- Systeemdenken
- Samenwerking in Europa
INNOVATIE-ECOSYSTEMEN CREËREN
- Orchestrating innovation
- Sociale innovatie
- Stakeholderinitmiteit
TECHNOLOGISCHE DOORBRAKEN REALISEREN
- Scouting van technologie
- Excellente kennis en onderzoek
- Faciliteiten van wereldklasse
- Samenwerken in de kennisketen
DYNAMISCH INNOVEREN
- Nieuwe businessmodellen
- Kortcyclisch innoveren
- Adaptieve organisatie
- Digitaal en datagedreven werken
HUIS VOOR TALENT
MAATSCHAPPELIJKE VERANTWOORDELIJKHEID
FINANCIEEL GEZONDE BEDRIJFSVOERING

# DEEL III



# PRIORITEITEN IN DE UITVOERING




# 11. ACHTERGROND: EEN VERANDEREND KENNIS- EN INNOVATIE-LANDSCHAP

# ACTIEF **VERANDEREN** IN **ROL, PROPOSITIE, ORGANISATIE** EN **WERKWIJZE**

Het kennis- en innovatielandschap waarin TNO opereert is continu in ontwikkeling. Dat betekent dat TNO actief mee moet veranderen in rol, propositie, organisatie en werkwijze.

Belangrijke ontwikkelingen in het kennis- en innovatielandschap:

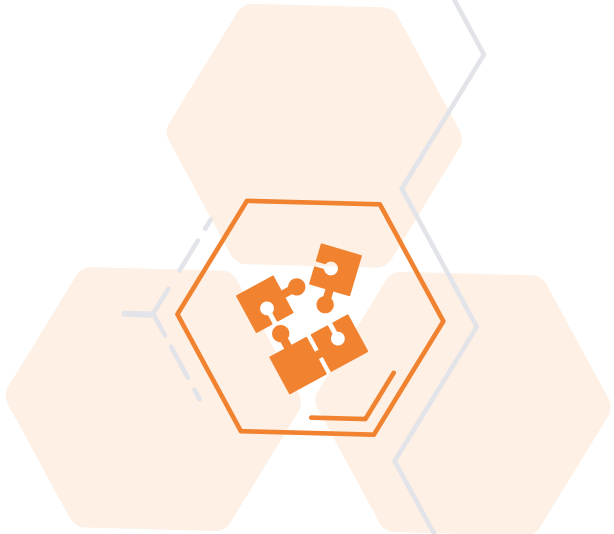
- Complexe maatschappelijke uitdagingen centraal – veranderende rol van de overheid
  Maatschappelijke vraagstukken worden complexer en raken een veelheid aan actoren. Vaak is een publieke stimulans nodig om deze uitdagingen het hoofd te bieden. De rol van de overheid met betrekking tot innovatie verandert en wordt zowel in Nederland als in Europa missiegedreven en regisserend. De grenzen tussen publieke en private verantwoordelijkheden in innovatieketens verschuiven én vervagen. Dit betekent dat er – nog meer dan in het verleden al het geval was – eerder in de ontwikkelketen door verschillende partijen (publiek en privaat) dient te worden samengewerkt.
- Veranderende manier van innoveren door het bedrijfsleven
  Bedrijven passen naast eigen en uitbestede R&D ook andere vormen van innovatie toe. Grote bedrijven maken vaker gebruik gemaakt van ‘corporate venturing’ (investeringen in startups) om toegang te krijgen tot innovaties. Daarnaast wordt de manier waarop bedrijven innoveren steeds internationaler. R&D-investeringen worden in toenemende mate wereldwijd geoptimaliseerd.
- Toenemende complexiteit en impact van nieuwe technologieën
  De snelheid waarmee nieuwe technologieën elkaar opvolgen blijft toenemen. Groeiende internationalisering en mondiale concurrentie, eenvoudige toegang tot kennis en de beschikbaarheid van steeds betere ontwikkelingstools, -technieken en -methoden dragen hieraan bij. Technologie wordt complexer: het vergt steeds meer middelen om daadwerkelijk van wereldklasse te zijn en te blijven. Nieuwe ‘gamechangers’ hebben grote impact op mens en maatschappij, maar vragen ook steeds meer van het absorptievermogen van diezelfde mens en maatschappij.
- Veranderend kennis- en innovatiesysteem
  Ook het kennis- en innovatiesysteem zelf verandert. Er ontstaan complexe (internationale) innovatie(eco)systemen waarbinnen overheid, kennisinstellingen en bedrijven met elkaar samenwerken. Ook richten universiteiten zich meer op de tweede en derde geldstroom[15] en zijn buitenlandse onderzoeksinstituten incidenteel actief in Nederland met tijdelijke of regionale financiering.

15. Naast inkomsten uit de rijksbijdrage (de eerste geldstroom) ontvangen universiteiten middelen van NWO en de KNAW voor specifieke onderzoeksprojecten (de tweede geldstroom). De derde geldstroom bestaat uit overige inkomsten, zoals middelen uit de EU, contractonderwijs of onderzoeks- en collectebusfondsen.

- Veranderend maatschappelijk debat – kennis democratiseert
  Dankzij sociale media verspreiden feiten én alternatieve feiten zich snel. Met behulp van open data hebben veel meer mensen dan ooit tevoren toegang tot onderzoeksmateriaal. Het gezag van kennisinstellingen is daardoor niet meer vanzelfsprekend. De onafhankelijkheid van instellingen wordt eerder in twijfel getrokken, zeker wanneer zij een belangrijke bijdrage leveren aan beleidskeuzes. Voor kennisinstellingen onderstreept dit de noodzaak om kennis van topkwaliteit te leveren die onafhankelijk en objectief is ontwikkeld.
- Impact van COVID-19
  De impact van de COVID-19-pandemie is op allerlei manieren voelbaar. Naast het directe gevolg in de vorm van economische krimp neemt het besef toe wat betreft onze afhankelijkheid van andere werelddelen voor onder andere medicijnproductie en de risico's die daarmee gepaard gaan. Een ander effect is de versnelling van digitalisering. De huidige economische krimp leidt tot druk op private investeringen in R&D en een toenemende afhankelijkheid van de overheid.

TNO speelt in op deze ontwikkelingen door vier prioriteiten te stellen voor de komende strategieperiode:

1) Ontwikkelen van systeemoplossingen (hoofdstuk 12)
2) Creëren van innovatie-ecosystemen (hoofdstuk 13)
3) Realiseren van technologische doorbraken (hoofdstuk 14)
4) Dynamisch innoveren (hoofdstuk 15)





# 12.
# SYSTEEM-OPLOSSINGEN ONTWIKKELEN

# DOOR TE **HELPEN** **SYSTEEMOPLOSSINGEN** TE **REALISEREN** WIL **TNO** HÉT **VERANDERVERMOGEN** VAN NEDERLAND **ZIJN**

De uitdagingen waarvoor de maatschappij wordt gesteld vereisen oplossingen op systeemniveau, bestaande uit technologische doorbraken, maar ook (radicale) veranderingen in overheidsregelgeving, burgerparticipatie en nieuwe ('collaborative') business modellen voor het bedrijfsleven. Neem bijvoorbeeld het gebruik van windenergie, onderdeel van de energietransitie. Dit vergt enerzijds technologische systeemoplossingen: de ontwikkeling van uiteenlopende technologische doorbraken om te komen tot windmolens met een grotere capaciteit. Anderzijds vraagt het ook om maatschappelijke systeemoplossingen op ecosysteemniveau: hoe creëren we maatschappelijk draagvlak voor windmolenparken, rekening houdend met onze kernwaarden? En hoe kunnen we de vraag naar elektriciteit zoveel mogelijk afstemmen op het fluctuerende aanbod van duurzaam opgewekte elektriciteit? De kern van de strategie is dat TNO naast de technologische systeemoplossingen ook het handelingsperspectief ontwikkelt op ecosysteemniveau om tot daadwerkelijke innovatie te komen. Hiermee wil TNO hét verandervermogen van Nederland zijn. Daarvoor versterkt TNO zich op een aantal gebieden:

1) Thought Leadership
   TNO zet zich in om voor belangrijke maatschappelijke uitdagingen het handelingsperspectief te bieden op ecosysteemniveau en daarmee het maatschappelijk debat te voeden en opiniërend te zijn. Altijd vanuit een wetenschappelijk onderbouwing. Daartoe ontwikkelt TNO zogeheten 'Novel Points of View': vernieuwend handelingsperspectief op relevante maatschappelijke vraagstukken die belangrijk zijn voor onze partners en klanten en het bredere publiek. Dit vernieuwende perspectief is idealiter provocerend, inspirerend en mobiliserend.
2) Systeemdenken
   TNO versterkt het systeemdenken om over de grenzen van disciplines heen oplossingen te realiseren. Dit betekent het investeren in competenties van zowel lead scientists, consultants als projectmanagers.
   Voor het innoveren op ecosysteemniveau (complexe systemen van gebruikers, aanbieders en overheden) wordt m.b.t. vraagstelling, aanpak en teamsamenstelling een transdisciplinaire benadering gekozen. Daarbij wordt kennis op het vlak van natuurwetenschappen, sociale, gezondheids- en menswetenschappen, maar ook kennis op het gebied van engineering en niet-academische kennis (domein- en regiogerelateerde waardenketens, samenwerkingsmodellen en beleidsterreinen) geïntegreerd.
3) Samenwerking in Europa
   Grote maatschappelijke uitdagingen zoals het energie- en klimaatvraagstuk zijn grensoverschrijdend en kunnen alleen effectief door Europees beleid en samenwerking worden aangepakt. Om volwaardig internationaal mee te kunnen doen, snel in te kunnen spelen op de EU-agenda en onze positie in het hart van het Europese kennis- en innovatiesysteem te versterken is het noodzakelijk om een grote focus op Europa te leggen en strategische samenwerkingen met onder andere 'Research and Technology Organisations' uit de ons omringende landen, zoals Fraunhofer in Duitsland en CEA in Frankrijk, na te streven.



# 13.
# INNOVATIE-ECOSYSTEMEN CREËREN

# **INNOVATIE** VINDT IN **TOENEMENDE MATE** PLAATS IN **ECOSYSTEMEN**

Innovatie vindt in toenemende mate plaats in ecosystemen[16]. Zeker waar het systeeminnovaties betreft die de grote maatschappelijke uitdagingen adresseren. Daadwerkelijke verandering vraagt om participatie van vele partijen: burgers, overheden, het bedrijfsleven en kennis- en onderwijsinstellingen. Dit soort innovatieve ecosystemen ontstaan niet vanzelf. Er is een partij nodig die andere partijen bij elkaar brengt, zorgdraagt voor een gezamenlijke strategie en de uitvoering daarvan continu aanjaagt. TNO is bij uitstek gepositioneerd om een dergelijke rol te spelen: onafhankelijk, impactgericht, multidisciplinair.

Om deze rol in de komen jaren nog nadrukkelijker in te vullen versterkt TNO de volgende gebieden:

1) Orchestrating innovation competenties
   'Orchestrating innovation' is een methode voor een duurzaam ecosysteem waarin alle relevante partijen bijdragen aan de ontwikkeling en implementatie van één of meer innovaties voor een gemeenschappelijk (maatschappelijk) doel.
2) Sociale innovatie
   Kennis van de 'menselijke factor' in innovatie (hoe mensen innovaties adopteren) beheersen, toepassen en uitdragen. Daarnaast de burger nadrukkelijker betrekken bij TNO-onderzoek.
3) Stakeholderintimiteit
   De strategische relaties met de belangrijkste partners en klanten van TNO verder verdiepen, hun strategische agenda's kennen en helpen vormgeven, anticiperen op huidige en potentiële behoeften.

16. Een ecosysteem voor onderzoek en innovatie omvat een dynamische set van samenhangende actoren, activiteiten, faciliteiten en regels die van belang zijn voor het onderzoeks- en innovatievermogen van individuele actoren en groepen van actoren en zodoende ook voor het creëren van waarde (Dialogic, 2020).




# 14. TECHNOLOGISCHE DOORBRAKEN REALISEREN

# **TECHNOLOGISCHE DOORBRAKEN** ZIJN EEN **VOORWAARDE** OM TOT **VERRASSENDE SYSTEEMOPLOSSINGEN** TE KOMEN

Diepgaande technologische kennis van geselecteerde deelgebieden is een van de sterke punten van TNO. Technologische doorbraken zijn een voorwaarde om tot verrassende (systeem)oplossingen te komen. Om ook in de toekomst uit een gedegen kennisbasis te kunnen putten wil TNO zich versterken op een aantal gebieden:

1) Scouting van technologie
   Systematisch en actief verkennen wat de technologieën van de toekomst zullen zijn en deze vertalen naar TNO's eigen activiteiten en samenwerking met partners en klanten: wat doet TNO zelf en op welke gebieden wordt samengewerkt met anderen?
2) Excellente kennis en onderzoek
   Excellente kennis en toegepast onderzoek blijven de basis voor het werk van TNO. Het onderhouden van die kennisbasis is daarom essentieel voor TNO's 'right to play'. Zeker voor het creëren van systeemoplossingen is samenwerking met anderen en het verbinden van de TNO-kennis met die van partners en klanten van cruciaal belang.
3) Faciliteiten van wereldklasse
   Hoogwaardige onderzoeksfaciliteiten zijn noodzakelijk om een vooraanstaande rol te kunnen blijven spelen. TNO geeft prioriteit aan het uitvoeren van een langetermijnfaciliteitenagenda. Faciliteiten zullen waar mogelijk worden gedeeld met partners in de betreffende ecosystemen. Een voorwaarde voor de realisatie van toonaangevende faciliteiten is de beschikbaarheid van structurele financiering vanuit de overheid. TNO maakt zich hier sterk voor, in nauwe samenwerking met haar partners.
4) Samenwerken in de kennisketen
   TNO zal de samenwerking met universiteiten versterken voor toevoer van kennis uit fundamenteel onderzoek, de aanwas van hoogopgeleid talent en het vinden van partners in onderzoek- en innovatie-ecosystemen. Ook zal de samenwerking met hogescholen worden opgebouwd, met het oog op de praktische toepassing van innovaties en regionale samenwerking, onder andere met het mkb. Deze samenwerking wordt onder andere vormgegeven via medewerkers van TNO die als deeltijdhoogleraar of lector fungeren en door betrokkenheid van TNO bij promovendi.

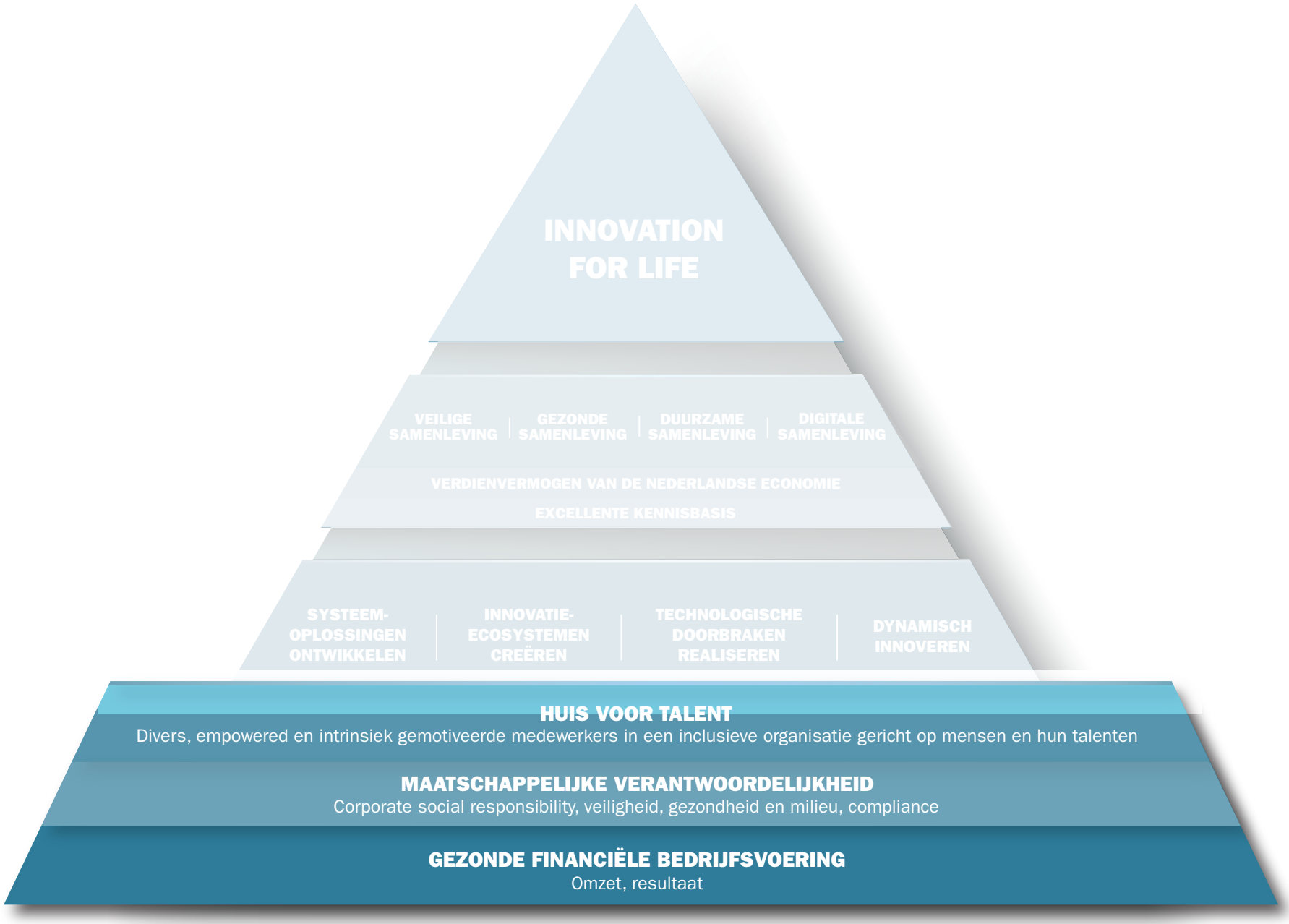


# 15.
# DYNAMISCH INNOVEREN

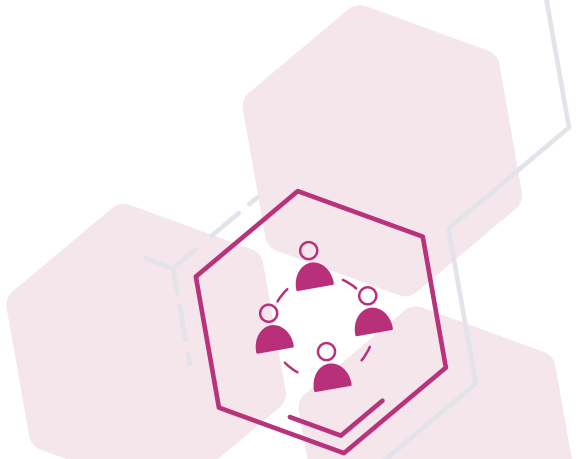
# EEN **ORGANISATIE** DIE **MEE-ONTWIKKELT** EN **MEEBEWEEGT** IS EEN VEREISTE VOOR **SUCCES**

De wereld waarin TNO opereert verandert, partners en klanten stellen nieuwe vragen, medewerkers hebben baanbrekende ideeën. Een organisatie die mee-ontwikkelt en meebeweegt in deze snel veranderende externe omgeving en medewerkers de mogelijkheid biedt zich maximaal te ontplooien is een vereiste voor succes. TNO ontwikkelt zich in de komende jaren op de volgende gebieden:

1) Nieuwe businessmodellen
   De uitbouw van het succesvolle TNO Technology Transfer-programma waarin spin-offbedrijven worden gecreëerd op basis van door TNO ontwikkelde kennis. Participatie in externe investeringsfondsen om samen met partners en binnen de wettelijke randvoorwaarden te kunnen investeren in innovatie via start-ups.
2) Kortcyclisch innoveren
   Het vermogen om kortcyclische onderzoeksprojecten uit te voeren, toegesneden op een urgente vraag. Dit vereist dat TNO – in overleg met partners en klanten – een deel van haar financiële middelen op deze kortcyclische manier inzet, TNO-medewerkers de competenties hebben om op deze manier te werken en de organisatie en besturing deze werkwijze faciliteert. Een voorbeeld hiervan is ‘Brains4X’, het programma waarin TNO haar innovatiekracht inzet om een bijdrage te leveren aan de bestrijding van urgente maatschappelijke problemen, zoals de coronacrisis en het stikstofprobleem.
3) Een wendbare/adaptieve organisatie
   De organisatie in staat stellen om zich sneller aan te passen aan veranderende omstandigheden door vermindering van de bureaucratie en het inzetten op ‘empowerment’ van de medewerkers (hen in staat stellen meer verantwoordelijkheid te nemen).
4) Digitalisering & datagedreven werken
   Een verdergaande digitalisering van het onderzoeksdomein – in laboratoria, bij de projectuitvoering en het ‘Research Data Management’ (RDM) – en van de ondersteunende bedrijfsprocessen. Versterken van datagedreven besluitvorming, onder andere door het uitbouwen van het Business Intelligence Competence Center.


INNOVATION FOR LIFE
VEILIGE SAMENLEVING
GEZONDE SAMENLEVING
DUURZAME SAMENLEVING
DIGITALE SAMENLEVING
VERDIENVERMOGEN VAN DE NEDERLANDSE ECONOMIE
EXCELLENTE KENNISBASIS
SYSTEEM-OPLOSSINGEN ONTWIKKELEN
INNOVATIE-ECOSYSTEMEN CREËREN
TECHNOLOGISCHE DOORBRAKEN REALISEREN
DYNAMISCH INNOVEREN
HUIS VOOR TALENT
Divers, empowered en intrinsiek gemotiveerde medewerkers in een inclusieve organisatie gericht op mensen en hun talenten
MAATSCHAPPELIJKE VERANTWOORDELIJKHEID
Corporate social responsibility, veiligheid, gezondheid en milieu, compliance
GEZONDE FINANCIËLE BEDRIJFSVOERING
Omzet, resultaat

# DEEL IV



# **FUNDAMENT:**
# RANDVOORWAARDEN VOOR **SUCCES**



# 16.
# HUIS VOOR TALENT

# **TNO** GEEFT **PRIORITEIT** AAN **DIVERSITEIT** EN **INCLUSIE**

Kennis in het hoofd van TNO's medewerkers is de belangrijkste 'asset' van de organisatie. TNO's beleid en haar praktijken moeten hen vergemakkelijken om hun werk te doen en hen in staat stellen het beste uit zichzelf te halen.

Bij een mensgerichte manier van werken gaat het erom mensen niet te beschouwen als 'human resource' of als 'tandwielen in een complexe machine', maar hen als individuen te zien. Belangrijke pijlers voor deze manier van werken, die allemaal de nadruk leggen op de persoonlijke kenmerken van medewerkers, zijn:

- Intrinsieke motivatie: aansluiten bij wat de medewerker motiveert en inspireert;
- Talentfocus en 'job crafting': talent ontdekken, ontwikkelen en benutten;
- Wederzijdse waardetoevoeging: gelijkwaardige relatie tussen de medewerker en TNO met meerwaarde voor beiden;
- Gezamenlijke verantwoordelijkheid: gefaciliteerd door management heeft de medewerker de regie over zijn of haar eigen loopbaan waar de tijd binnen TNO een deel van vormt;
- Duurzaam inzetbaar: medewerkers worden gestimuleerd zich continu te ontwikkelen en een gezonde balans te houden tussen werkdruk en werkplezier;
- Inclusieve cultuur: een cultuur waarin iedereen zich gewaardeerd en gerespecteerd voelt, en toegang heeft tot dezelfde kansen.

TNO geeft prioriteit aan Diversiteit en Inclusie (D&I). Zij erkent de waarde van diversiteit en committeert zich aan het zekerstellen van een inclusieve werkomgeving waarin alle medewerkers – ongeacht hun afkomst, geslacht, seksuele geaardheid, nationaliteit, etc. – gelijke kansen krijgen. Zij kunnen zich in de TNO-organisatie maximaal ontwikkelen. Eind 2020 is een D&I-officer aangesteld om dit belang te onderstrepen. Het is de ambitie om D&I binnen TNO verder te professionaliseren. Een focus op inclusief leiderschap helpt om deze ambitie te bereiken.

Bij TNO zullen mensen met een bètawetenschappelijke achtergrond een belangrijk aandeel van het personeelsbestand blijven vormen. De komende jaren zullen de noodzakelijke integraliteit en sociale innovatie echter leiden tot een toenemende behoefte aan kennis uit het gammadomein.




# 17. MAATSCHAPPELIJKE VERANTWOORDE-LIJKHEID

# **PRACTICE** WHAT WE **PREACH**

Het maatschappelijk verantwoord opereren van de TNO-organisatie, de veiligheid van haar processen en het voldoen aan relevante regelgeving vormen de ‘license to operate’ van TNO.

## CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY

Partners en klanten vragen TNO om de grote transities richting een duurzame samenleving vorm te geven. Vanuit haar missie draagt TNO hier met onderzoek en innovatie aan bij. TNO wil dat ook de eigen bedrijfsvoering daaraan bijdraagt (‘practice what we preach’). De komende strategieperiode zal TNO een volgende stap zetten op het gebied van Corporate Social Responsibility (CSR). Om dit te onderstrepen heeft TNO zich in 2020 aangesloten bij de UN Global Compact (UNGC). TNO beoogt elk jaar een te stap verbeteren, deze veranderingen te meten en hierover te rapporteren conform de UNGC-richtlijnen.

TNO stelt de volgende CSR-doelstellingen:

- Erkenning en vormgeving van TNO’s ketenverantwoordelijkheid, zowel ‘upstream’ (inkoop) als ‘downstream’ (klanten) door beleid te voeren op maatschappelijk verantwoord inkopen en klantacceptatie.
- Prioriteit voor de speerpunten integriteit, energie en duurzaamheid, arbeidsomstandigheden en diversiteit, waarbij ‘practice what we preach’ een leidend principe is.
- Een verdere reductie van TNO’s ‘CO2-footprint’ met als streven in 2040 klimaatneutraal te zijn.

Daarnaast heeft TNO een ‘innovation for development’-programma – gefinancierd uit de rijksbijdrage – waarmee zij de kansen van kwetsbare groepen in lage- en middeninkomenslanden wil vergroten en ongelijkheid in de wereld wil verminderen. Met dit programma streeft TNO naar het verbeteren van de levens van 1 miljoen mensen Ook in dit programma werkt TNO nauw samen met nationale en internationale partners uit de publieke en private sector aan baanbrekende multidisciplinaire innovaties via een solide businessmodel.

## VEILIGHEID, GEZONDHEID EN MILIEU

Een veilige en gezonde werkomgeving en het minimaliseren van de invloed van ons werk op het milieu zijn belangrijke randvoorwaarden voor TNO bij al het werk dat het doet. Daarnaast vinden partners en klanten het belangrijk dat TNO goed presteert op het gebied van veiligheid, gezondheid en milieu (Safety, Health & Environment; SHE).

Een breed pakket aan SHE-processen en werkwijzen is ingevoerd om te borgen dat TNO op dit gebied goed (blijft) presteren en steeds verbetert.

TNO stelt als doel om op het gebied van veiligheid, gezondheid en milieu het aantal preventieve meldingen significant te verhogen, het aantal incidenten te verlagen en het percentage correct opgevolgde incidenten te verhogen.

## COMPLIANCE

TNO opereert in het speelveld van publieke en private belangen. De toepasselijke wettelijke kaders en ethische normen worden complexer en de partners en klanten van TNO stellen hogere eisen ten aanzien van de naleving. Hierdoor neemt het belang van compliance toe. Voor een goede naleving zijn efficiënte en effectieve werkprocessen van belang. Belangrijkste doelstellingen de komende jaren zijn:

1) Compliance verder verankeren om (aan de hand van een risico-gebaseerde aanpak) aantoonbaar te voldoen aan de toepasselijke wet- en regelgeving, interne voorschriften en de TNO-code.
2) Klantacceptatie: een verbeterd proces voor het screenen en beoordelen van (nieuwe) klanten TNO-breed invoeren en automatiseren.
3) Complianceworkflow ontwikkelen om daarmee de administratieve druk van het naleven van wet- en regelgeving beheersbaar te houden.






# 18.
# FINANCIEEL GEZONDE BEDRIJFSVOERING

# EEN **GEZONDE BEDRIJFSVOERING** IS EEN **BELANGRIJKE RANDVOORWAARDE**

Omzet en resultaat zijn voor TNO geen doel op zich. Een gezonde bedrijfsvoering is echter wel een belangrijke randvoorwaarde om de ambities van TNO waar te maken en de basiskennisinfrastructuur, inclusief faciliteiten, in stand te houden. Daarnaast is omzet een indicator voor onze bijdrage aan een bepaald belangrijk maatschappelijk vraagstuk. Een positief bedrijfsresultaat is een vereiste voor een gezonde financiële bedrijfsvoering: enerzijds om tegenvallers op te vangen, anderzijds om ruimte te creëren voor investeringen in vernieuwing.

## 18.1 OMZET

Het uitgangspunt van dit strategisch plan is dat de rijksbijdrage in de komende vier jaar minimaal wordt gecontinueerd op het niveau van 2021 (€ 252 miljoen) exclusief inflatiecorrectie.

Complementair aan de rijksbijdrage verwerft TNO onderzoeksbijdragen van derden. Veelal gebeurt dit in samenwerking met partners en klanten (publiek en privaat) die het onderzoek mede of volledig financieren.

Het is de opdracht van TNO om de verkregen rijksbijdrage zo effectief mogelijk in te zetten en een optimale verhouding te creëren tussen de rijksbijdrage en bijdragen van derden[17]. De verhouding tussen deze twee inkomstenbronnen wordt uitgedrukt in de ‘multiplier’: de totale omzet gedeeld door de rijksbijdrage. TNO streeft naar een multiplier tussen de 2 en 3. Een te lage multiplier zou betekenen dat zowel publieke als private partners en klanten het TNO-onderzoek niet relevant genoeg vinden om in te investeren. Een te hoge multiplier houdt echter in dat de activiteiten van het portfolio inmiddels ‘volwassen’ zijn en (deels) overgelaten kunnen worden aan andere (commerciële) partijen.

Het realiseren van een multiplier van tussen de 2 en de 3 zal de komende jaren uitdagend blijken, omdat private investeringen in onderzoek en innovatie onder druk staan als gevolg van de economische gevolgen van de COVID-19-pandemie. TNO zal haar inspanningen om het bedrijfsleven bij haar onderzoek te betrekken daarom verder intensiveren. Daarmee moet het private aandeel in competitieve financiering en contractfinanciering op peil worden gehouden.

Uitgaande van bovenstaande aannames streeft TNO in de periode 2022-2025 naar een jaarlijkse omzet die op het huidige niveau blijft van circa € 540 miljoen.

17. Het tweede deel van deze opdracht geldt niet voor de delen van de Rijksbijdrage die betrekking hebben op de eerder genoemde wettelijke overheidstaken.

## 18.2 RESULTAAT

Een positief resultaat is nodig voor een duurzaam gezonde bedrijfsvoering. De doelstelling is om langjarig een gemiddeld positief nettoresultaat te behalen van 1-2% van de omzet. Dit biedt de ruimte om het eigen vermogen op peil te houden als fundament onder de bedrijfsvoering en als buffer voor het opvangen van tegenvallers. Ook is dit resultaat nodig om te investeren in kennisvernieuwing en faciliteiten. Voor grootschalige investeringen in faciliteiten biedt dit model geen ruimte en zijn aanvullende middelen vanuit de overheid nodig.

TNO boekt haar (positieve en negatieve) resultaten middels capaciteitsresultaten (afwijkingen van de bezetting en efficiency ten opzichte van de begroting), projectresultaten (gerealiseerde marge op het contractonderzoek dat circa 25% van de totale omzet beslaat) en het IP-saldo. Met haar onderzoek creëert TNO een waardevolle IP-portefeuille. Deze wordt enerzijds ingezet als basis voor nieuw onderzoek. Anderzijds vormt het verstrekken van licenties op basis van IP een additionele inkomstenstroom. De doelstelling is dat het saldo van IP-inkomsten en IP-kosten leidt tot een bijdrage aan het resultaat.

In het TNO Technology Transfer-programma worden spin-offs gecreëerd op basis van binnen TNO ontwikkelde technologie. Dit is een manier om de kennis van TNO tot waarde te brengen. De doelstelling is dat het Tech Transfer-programma op termijn ‘revolverend’ is. Dat wil zeggen dat met opbrengsten uit verkoop van het aandelen-belang in TNO-spin-offs de kosten van het Tech Transfer-programma tenminste worden gedekt. Daarmee mag het Tech Transfer-vliegwiel als zelfvoorzienend worden beschouwd en kan het ook in de toekomst blijven draaien.

### FINANCIËLE STABILITEIT TNO

De financiële stabiliteit van TNO is in de afgelopen strategieperiode sterk verbeterd. Toename van de overheidsfinanciering maakte groei mogelijk. Deze groei – in combinatie met goede operationele sturing van de organisatie – resulteerde in een positief financieel resultaat. Daarnaast is het Eigen Vermogen gegroeid door de baten uit de verkoop van in het verleden opgebouwde technologie die in deze periode naar de markt is gebracht. Deze middelen zullen worden ingezet op strategische onderwerpen, zoals het continueren en verder uitbouwen van het succesvolle Technology Transfer-programma.

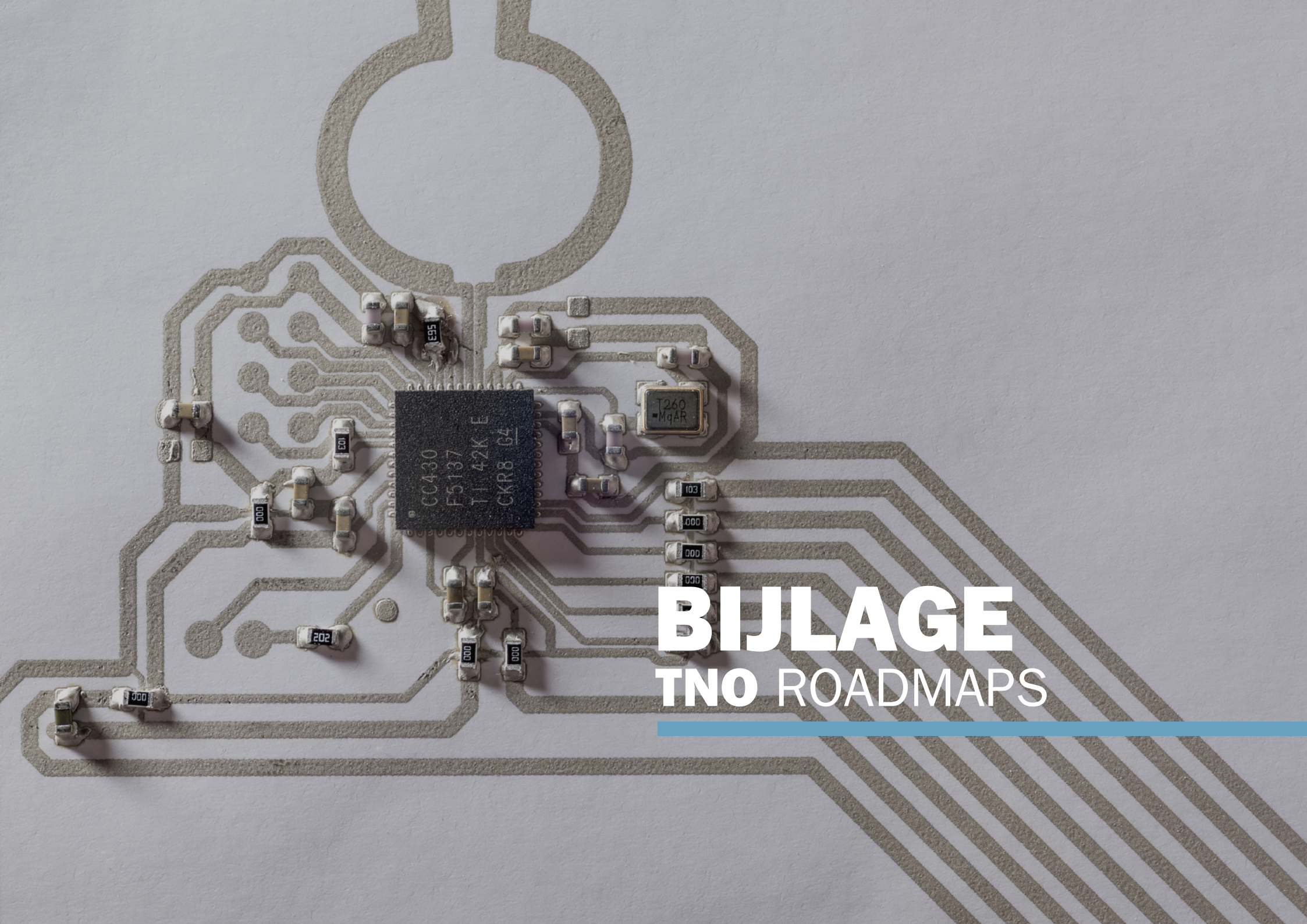
# **TNO** BEPLEIT DE **INVESTERINGEN IN ONDERZOEK** EN **INNOVATIE** TE **VERHOGEN** NAAR HET NIVEAU VAN **3%** VAN HET **BRUTO BINNENLANDS PRODUCT**

## 18.3 EXTRA IMPACT MOGELIJK

Verhoging van de arbeidsproductiviteit in de periode na de COVID-19-pandemie door middel van gerichte investeringen in onderzoek en ontwikkeling is voor Nederland hét recept voor economisch herstel[18]. Duitsland heeft vanaf 2008 laten zien hoe een economie door consistent in R&D te investeren uit een crisis kan groeien. TNO bepleit om de investeringen in onderzoek en innovatie te verhogen naar het niveau van 3% van het bruto binnenlands product. TNO hoopt dat het kabinet ervoor kiest om, mede in lijn met het rapport 9 “Innovatieve samenleving” van de Brede Maatschappelijke Heroverwegingen[19], extra te investeren in de toegepaste kennisinstellingen.

Ook pleit TNO samen met de andere toegepaste kennisinstellingen voor structurele middelen voor onderzoeksfaciliteiten om de ambities ten aanzien van het Missie-gedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid te versterken. Tenslotte zou het faciliteren van een stijging van de private bijdrage aan R&D extra impact mogelijk maken. In dit kader steunt TNO het mkb in de wens extra gefaciliteerd te worden in zijn groei, door innovatie met toegepaste kennisinstellingen voor het mkb toegankelijker en eenvoudiger te maken. Deze extra publieke inspanningen zullen leiden tot snellere, impactvollere en economisch aantrekkelijke oplossingen voor welzijn en welvaart in Nederland.

18. Zie het white paper: ‘De economie na het Coronavaccin: hoe Nederland zich uit de crisis kan innoveren’ (TNO, 2020).
19. Innovatieve samenleving, brede maatschappelijke heroverweging, 20 april 2020, Inspectie der Rijksfinanciën. De Brede maatschappelijke heroverwegingen (BMH) geven inzicht in mogelijke beleidskeuzes voor de toekomst van Nederland op de langere termijn.




# BIJLAGE
## TNO ROADMAPS

## TNO ROADMAPS

TNO heeft haar onderzoek georganiseerd in een portfolio van roadmaps. Roadmaps geven weer welke resultaten TNO ambieert, hoe hiervoor kennis (in technologieën en methodologieën) wordt ontwikkeld en ingezet en welke mix van financieringsbronnen wordt gebruikt. De diversiteit en dynamiek in de externe uitdagingen leidt tot diversiteit en dynamiek in de roadmaps van TNO: het portfolio is continu in ontwikkeling.

Roadmaps leveren vaak een bijdrage aan meerdere uitdagingen. In het overzicht op de volgende pagina worden de primaire (■) focus en secundaire (■) focus aangegeven.

| ROADMAP | UNIT | VEILIGE SAMENLEVING | GEZONDE SAMENLEVING | DUURZAME SAMENLEVING | DIGITALE SAMENLEVING | VERDIEN-VERMOGEN[20] | TAAKROL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Buildings & Infrastructure | BIM | | secundair | primair | secundair | secundair | |
| Maritime & Offshore | BIM | | | primair | secundair | secundair | |
| Environment & Sustainability | CEE | | primair | primair | | secundair | |
| National Security | DSS | primair | | | secundair | secundair | primair |
| Operations & Human Factors | DSS | primair | secundair | | | secundair | primair |
| Information & Sensor Systems | DSS | primair | | | secundair | secundair | primair |
| Protection, Munitions & Weapons | DSS | primair | secundair | | secundair | secundair | primair |
| Renewable Electricity | ET | secundair | | primair | | secundair | |
| CO2 Neutral Industry | ET | | | primair | | secundair | |
| Sustainable Subsurface | ET | | | primair | | secundair | primair |
| System Transition | ET | | | primair | secundair | secundair | primair |
| Prevention & Productivity | HL | secundair | primair | | | primair | primair |
| Biomedical & Digital Health | HL | | primair | | secundair | | |
| Digital Innovations[21] | ICT | secundair | secundair | secundair | primair | primair | |
| Space & Scientific Instrumentation | IND | secundair | secundair | primair | secundair | secundair | |
| Semiconductor Equipment | IND | | secundair | | primair | secundair | |
| Flexible & Free-form Products | IND | | primair | | | secundair | |
| Sustainable Chemical Industry | IND | | | primair | | secundair | |
| Smart Industry | IND | | | | primair | secundair | |
| Transitions & Transformations | SAP | | secundair | primair | primair | primair | |
| Smart and Safe Traffic & Transport | T&T | | secundair | secundair | primair | secundair | |
| Sustainable Traffic & Transport | T&T | | primair | primair | | secundair | |

primaire focus

secundaire focus

20. Onder Verdienvermogen vallen ook de Sleuteltechnologieën in lijn met het MTIB en de KIA Sleuteltechnologieën.
21. Deze roadmap is voorwaardenscheppend voor alle uitdagingen.

# OVERZICHT BIJDRAGE VAN ROADMAPS PER UITDAGING

## VEILIGE SAMENLEVING

| UITDAGING | DEELVRAAG | ROADMAP | AMBITIE | LANGETERMIJNDOELEN |
|---|---|---|---|---|
| **VEILIGE SAMENLEVING**<br>'Science and innovation at the frontline' | **DEFENSIE**<br>- **Technologisch hoogwaardig**<br>- **Informatiegestuurd** | Operations & Human Factors | Defensie begeleiden en ondersteunen met kennis van militaire operaties, technologie en menselijke factoren om tot de beste oplossing voor onze strijdkrachten te komen. | - Ondersteunen van het Ministerie van Defensie en de drie krijgsmachtonderdelen bij de transformatie naar de toekomst in een onstabiele en onzekere wereld.<br>- Oplossen van de operationele en technische tekortkomingen van de krijgsmacht door analyses en directe ondersteuning. |
| | | Protection, Munitions & Weapons | Bieden van innovatieve oplossingen voor optimale, betaalbare bescherming voor degenen die ons beschermen (bijv. beschermingsconcepten, detectiesystemen, slimme munitie, laserwapens). | - Technologie om het leven van soldaten te redden en verbeteren na reguliere wapenstrijd of IED-aanval.<br>- De veiligheid van het gebruik, het transport en de opslag van reguliere munitie door de strijdkrachten verbeteren en om burgers te beschermen tegen bijkomende schade.<br>- De defensie-industrie ondersteunen bij de gezamenlijke ontwikkeling van nieuwe veiligere, effectieve en duurzame producten (munitie of beschermingssystemen) en het creëren van nieuwe economische activiteiten.<br>- Defensie ondersteunen bij de energietransitie en het terugdringen van fossiele brandstoffen en CO2. |
| | | Information & Sensor Systems | Creëren van informatiedominantie voor informatiegestuurde prestaties en onze strijdkrachten helpen uit te blinken in hun gebruik van (mis)informatie als wapen, middel en doelwit. | - Bereikbaar maken van de beste militaire technologie die er is en jaren vooruitloopt op de technologie die op de markt verkrijgbaar is.<br>- Onze krijgsmacht in staat stellen haar ambitie te verwezenlijken door het ontwikkelen en toepasbaar maken van nieuwe en bestaande technologie.<br>- Kennisontwikkeling met partners (industrie, universiteiten, internationale instituten en mkb) om nieuwe technologieën te ontwikkelen en nieuwe ecosystemen en start-ups te creëren die onze Defensie ten goede zullen komen.<br>- Nederlandse defensie industrie ondersteunen bij hun geavanceerde / nieuwe technologie ontwikkeling.<br>- Kennisverspreiding in Nederland door spin-off te creëren naar de andere economische sectoren. |
| | | Space & Scientific Instrumentation | Bijdrage aan defensie, o.a. via Laser Satellietcommunicatie. | Meer informatie over deze roadmap is te vinden bij 'Duurzame samenleving'. |
| | | Prevention & Productivity | Bijdrage aan defensie, o.a. omgaan met stress. | Meer informatie over deze roadmap is te vinden bij 'Gezonde samenleving'. |
| | | Renewable Electricity | Bijdrage aan de energietransitie van defensie. | Meer informatie over deze roadmap is te vinden bij 'Duurzame samenleving'. |
| | **JUSTITIE & VEILIGHEID**<br>- **Effectief**<br>- **Betaalbaar** | Digital Innovations | TNO investeert in technologie die zowel relevant is voor defensie als justitie en veiligheid. | - Blueprints en infrastructuur op gebied van cybersecurity, netwerktechnologie en datadelen.<br>- Meer informatie over deze roadmap is te vinden bij 'Digitale samenleving'. |
| | | National Security | Creëren van innovaties die de effectiviteit van nationale veiligheidsorganisaties (overheid en bedrijfsleven) vergroten, onder meer door samenwerking te organiseren in consortia. | - Geavanceerde data- en data-analyse-toolbox met daarin een risicobeoordeling-, selectie- en adviesinstrument voor alle nationale veiligheidsorganisaties.<br>- Voorspellende analytische tool om criminaliteit, verstoring van de openbare orde, radicalisering en terreur op te sporen en tegen te gaan.<br>- Kennisontwikkeling met partners (universiteiten en internationale instituten) om nieuwe technologieën te ontwikkelen en nieuwe ecosystemen en start-ups te creëren die de nationale veiligheid ten goede komen.<br>- Onderzoek doen naar nieuwe cryptovaluta's, adviseren over gebruik en Nederlandse samenleving beschermen tegen negatieve effecten.<br>- Weerbaarheidsmonitor en dashboard voor de nationale veiligheidstroepen ter verbetering van prestaties en weerbaarheid.<br>- Fysieke en mentale conditie en weerbaarheid van veiligheidsprofessionals versterken aan de hand van technologie en innovatie. |

# OVERZICHT BIJDRAGE VAN ROADMAPS PER UITDAGING

## GEZONDE SAMENLEVING

| UITDAGING | DEELVRAAG | ROADMAP | AMBITIE | LANGETERMIJNDOELEN |
|---|---|---|---|---|
| **GEZONDE SAMENLEVING**<br>'Na een gezonde start, langer zelfsturend in goede gezondheid leven' | **EFFECTIEVE PREVENTIE, GEPERSONALISEERDE ZORG EN SNELLERE GENEESMIDDELEN-ONTWIKKELING** | Biomedical & Digital Health | Baanbrekende en levensveranderende biomedische en digitale interventies ontwikkelen om de gezondheid in de samenleving te verbeteren en de economische groei te versterken. Gepersonaliseerde interventies bestaande uit veranderingen in leefstijl en medicijnen die sneller, beter en goedkoper worden ontwikkeld. | - Halveren van de maatschappelijke en economische last van leefstijlgerelateerde ziekten in de komende tien jaar door leefstijlinterventies te ontwikkelen die voorkomen én genezen.<br>- Bijdragen aan verlagen kosten van geneesmiddelenontwikkeling met 10% door innovatieve technologieën en modellen te introduceren die snelheidsbeperkende stappen in het ontwikkelingsproces elimineren.<br>- Ontwikkelen oplossingen en frameworks om de kloof te overbruggen tussen zorgdata en door het individu gegenereerde gezondheidsdata. |
| | | Prevention & Productivity | Jongeren in staat stellen gezond en veilig op te groeien, gelijke kansen te bieden en gezonde en productieve volwassenen te worden. | - Reductie in gezondheidsverschillen tussen verschillende sociaaleconomische groepen van 30% naar 20% door (elektronische) interventies te ontwikkelen die lage SES-groepen gelijkere kansen geven om op te groeien tot gezonde, deelnemende en productieve burgers. |
| | | Flexible and Free Form Products | 'World leading' technologieën creëren voor gezondheid, en flexibele elektronica, om samen met en ten behoeve van industriële partners een nieuw portfolio van producten mogelijk te maken. | Dankzij TNO-technologie is:<br>- De tijd die patiënten in het ziekenhuis doorbrengen in specifieke gevallen met 30% verminderd.<br>- De beschikbaarheid van medisch personeel voor patiëntenzorg met 100% verhoogd.<br>- De komende vijf jaar een minimum van vijf start-ups opgericht om deze technologieën te commercialiseren. |
| | | Semiconductor Equipment | o.a. de Nederlandse hightechindustrie positioneren om cruciale ontsluitende technologieën te leveren aan het ecosysteem van de gezondheidszorg. | Deze roadmap draagt bij aan medische technologie en daarmee fysieke gezondheid. Meer informatie over de primaire focus van deze roadmap is te vinden bij 'Digitale samenleving'. |
| | | Digital Innovations | Ontwerpen en ontwikkelen van ICT-blauwdrukken voor grote Nederlandse 'slimme' innovatie-uitdagingen. | Deze roadmap werk aan verschillende digitale technologieën die bijdragen aan gepersonaliseerde zorg. Meer informatie over de primaire focus van deze roadmap is te vinden bij 'Digitale samenleving'. |
| | | Operations & Human Factors | Toepassen van kennis over effectief presteren van mensen en mens-machine interactie. | Deze roadmap zet kennis in om bij te dragen aan preventie & gepersonaliseerde zorg. Meer informatie over de primaire focus van deze roadmap is te vinden bij 'Veilige samenleving'. |
| | **GEZONDE WERK- EN LEEFOMGEVING**<br>- **Schoon**<br>- **Beschermd**<br>- **Veilig**<br>- **Gezondheids-bevorderend**<br>- **Levenslange ontwikkeling**<br>- **Sociaal innovatief** | Prevention & Productivity | Sociale en technologische innovaties mogelijk maken om inclusieve en duurzame arbeidsparticipatie en productiviteit te bereiken. Bijdragen aan versterken van mentale gezondheid en welbevinden van werkenden. Werkenden de mogelijkheid bieden om gezond te blijven en zich levenslang te blijven ontwikkelen.<br>Meer gelijkheid in gezondheid en werk creëren. | - Aantoonbaar bijdragen aan 2% productiviteitswinst door werknemers en bedrijven te ondersteunen om digitale innovaties effectief toe te passen en hun processen zo in te richten dat mens en technologie optimaal samenwerken (industrie 5.0).<br>- Ombuigen van de trend van steeds verdere stijging van werkenden met burnoutklachten tot minimaal stabilisatie.<br>- Verminderen ontwrichting van 1,1 miljoen werknemers als gevolg van de grote maatschappelijke transities door 50% van de werkenden optimaal te kwalificeren voor het werk van de toekomst door een op vaardigheden gebaseerde aanpak. Bijdrage van werkenden aan het innovatievermogen van Nederland met 5% vergroten.<br>- Reductie van werkgerelateerde ziektelast met 5% zodat werkenden tegen pensioenleeftijd net zo actief zijn als jongere werkenden.<br>- Ontwikkelkansen van werkenden met 10% versterken zodat zij zich levenslang kunnen ontwikkelen. |

# OVERZICHT BIJDRAGE VAN ROADMAPS PER UITDAGING

## GEZONDE SAMENLEVING

| UITDAGING | DEELVRAAG | ROADMAP | AMBITIE | LANGETERMIJNDOELEN |
|---|---|---|---|---|
| **GEZONDE SAMENLEVING**<br>'Na een gezonde start, langer zelfsturend in goede gezondheid leven' | **GEZONDE WERK- EN LEEFOMGEVING**<br>**- Schoon**<br>**- Beschermd**<br>**- Veilig**<br>**- Gezondheids-bevorderend**<br>**- Levenslange ontwikkeling**<br>**- Sociaal innovatief** | Environment & Sustainability | De uitstoot van gassen die schadelijk zijn voor het milieu, het klimaat en de gezondheid verminderen en de sociaaleconomische impact te optimaliseren. | - TNO streeft ernaar om het vermijdbare deel van verlies aan mensenlevens als gevolg van luchtvervuiling en lawaai tot een minimum te beperken en de levenskwaliteit en productiviteit te verhogen.<br>- TNO biedt open emissiegegevens en modelleringstools ter ondersteuning van de ontwikkeling van strategieën voor het verbeteren van de luchtkwaliteit wereldwijd.<br>Deze roadmap draagt bij aan zowel een gezonde als een duurzame samenleving. Zie 'Duurzame samenleving' voor meer details. |
| | | Sustainable Traffic & Transport | Verkeer en vervoer duurzaam maken, met zeer lage (tot nul) uitstoot van luchtverontreinigende stoffen, geluid en CO2, aangedreven door hernieuwbare energie. | - Zorgen dat schone verbrandingsmotoren en nul-emissie elektrische en brandstofcelaandrijfsystemen beschikbaar zijn voor zware en niche-toepassingen.<br>- Fungeren als kenniscentrum voor praktijkemissies t.b.v. bron- en luchtkwaliteitsbeleid van Europese, nationale en lokale overheden. Emissiemonitoring levert 'fact-based' informatie over praktijkemissies van wegverkeer, scheepvaart en mobiele werktuigen.<br>- Verduurzaming van het stedelijk mobiliteits- en transportsysteem rekening houdend met wensen, mogelijkheden, beperkingen en randvoorwaarden voor eindgebruikers, bereikbaarheid en verkeersinfrastructuur, ruimtelijke inpassing en andere maatschappelijke en economische dimensies.<br>Deze roadmap draagt bij aan zowel een gezonde als een duurzame samenleving. Zie 'Duurzame samenleving' voor meer details. |
| | | Buildings & Infrastructure | TNO draagt bij aan veilige, comfortabele en gezonde gebouwen om in te wonen en te werken | Deze roadmap draagt bij aan een veilige en gezonde gebouwde omgeving en een goed binnenklimaat en daarmee gezondheid. Meer informatie over deze roadmap is te vinden bij 'Duurzame Leefomgeving'. |
| | | Space & Scientific Instrumentation | O.a. een wereldwijd erkende technologie-ontwikkelaar zijn voor ruimte- en wetenschappelijke instrumentatie. | Deze roadmap draagt bij aan het monitoren van vervuiling in de atmosfeer en daarmee een gezonde leefomgeving. Meer informatie over deze roadmap is te vinden bij 'Duurzame samenleving'. |
| | | Smart and Safe Traffic & Transport | Bijdragen aan de realisatie van een veilig verkeer- en vervoersysteem | - Zorgen dat slimme, veilige, efficiënte logistieke en mobiliteitssystemen bijdragen aan leefbare steden door het ontwikkelen en inzetten van monitoring- en evaluatie methodologieën en simulatiemethodieken.<br>- Zorgen dat verkeersveiligheid wordt vergroot, ondanks (en dankzij) de toename van nieuwe mobiliteitsvormen zoals 'connected automatisch rijden', light electric vehicles en verdergaande automatisering en digitalisering van verkeer en logistiek.<br>- Fungeren als kenniscentrum voor veilige en effectieve mobiliteit voor zowel overheden als (inter)nationale industrie door het bieden van kennis, fysieke en virtuele testmethodieken van zowel voertuigen als verkeer. SMRC is hét nationale onderzoekscentrum op dit gebied.<br>Deze roadmap draagt bij aan zowel een gezonde als een duurzame samenleving. Zie 'Duurzame samenleving' voor meer details. |
| | | Transitions & Transformations | De ambitie van TNO is om bij te dragen aan de maximale langetermijnwelvaart door te zorgen dat overheid, bedrijfsleven en burgers in staat zijn om te gaan met technologische veranderingen en maatschappelijke uitdagingen. | Deze roadmap draagt bij aan langetermijnwelvaart en daarmee aan een gezonde werk- en leefomgeving. |

# OVERZICHT BIJDRAGE VAN ROADMAPS PER UITDAGING

## DUURZAME SAMENLEVING

| UITDAGING | DEELVRAAG | ROADMAP | AMBITIE | LANGETERMIJNDOELEN |
|---|---|---|---|---|
| **DUURZAME SAMENLEVING**<br>“Behoud van een gezonde planeet” | **DUURZAME INDUSTRIE** | CO2 Neutral Industry | TNO ondersteunt en faciliteert de soepele, veilige en efficiënte transitie van de Nederlandse en Europese industrie naar een CO2-vrije industrie in 2050. In 2050 is de Nederlandse (energie intensieve) industrie bloeiend en klimaatneutraal. De industriële transformatie in Nederlands wordt als een goed voorbeeld gezien in andere EU landen. | - TNO ontwikkelt technologie en ondersteunen de industriële implementatie daarvan om grootschalig biobased brandstoffen en grondstoffen in Nederland te gebruiken;<br>- TNO ondersteunt de Nederlandse industrie in het spelen van een grote rol in de brede commerciële implementatie van de productie van groene waterstof en toepassingen daarvan, zoals synthetische brandstoffen en chemicaliën. TNO draagt bij aan sterke kostenreductie van electrolyzer technologie.<br>- TNO ondersteunt de ontwikkeling mogelijk van de Noordzee als een hub van hernieuwbare energie. TNO ontwikkelt een visie en helpen met het mogelijk maken van het transport van CO2 en H2 in een Noordwest-Europese context.<br>- Implementatie van Carbon Capture & Storage (CCS) in sectoren waar CO2-reductie lastiger te realiseren is, zoals de afvalsector, raffinaderijen, de cementindustrie en de staalindustrie.<br>- Aanbod van CO2-neutrale warmte, efficiënt gebruik en oplossingen voor hergebruik in de industrie.<br>- Innovaties van TNO ondersteunen de EPC- en technologiebedrijven uit Nederland bij het realiseren van een concurrerende positie op de wereldmarkt. |
| | | Environment & Sustainability | Waardeketens optimaliseren en de ecologische voetafdruk van de productie en het gebruik van materialen te verbeteren. | - TNO streeft naar reductie van 1 Mton CO2 door het sluiten van de plastic waardeketen en verbeteren van hulpbronnenefficiëntie.<br>- We bieden handelingsperspectief door kwantificeren en modelleren van de economische en ecologische impact van circulaire waardeketens. |
| | | Sustainable Chemical Industry | TNO wil bijdragen aan een duurzame chemische industrie die een duurzame samenleving mogelijk maakt. | - Door groene chemie en slimme materialen mogelijk te maken levert TNO een significante bijdrage aan de duurzaamheid van de chemische industrie. |
| | | Maritime & Offshore | Een concurrerende maritieme sector met een sterk innovatie-ecosysteem; biedt oplossingen voor duurzame en veilige ontwikkeling van de Noordzee. | De maritieme en offshore-sector staat voor een enorme duurzaamheidsuitdaging. Dit biedt kansen voor deze sector in Nederland. TNO ondersteunt scheepsbouwers, scheepsexploitanten en bedrijven die actief zijn in het ontwikkelen van producten en diensten voor deze groeiende markt.<br><br>Met activiteiten in de maritieme sector draagt TNO bij aan de kosteneffectiviteit van de offshore wind. Dat doet TNO onder meer door de ontwikkeling van technologie voor onderwaterinspectie, monitoring, betrouwbaarheid van constructies en faalmechanismen onder extreme omstandigheden.<br><br>Ook stelt TNO scheepseigenaren in staat te voldoen aan eisen op het gebied van akoestische milieu-impact, waardoor ze hun maritieme activiteiten kunnen voortzetten. |
| | | Transitions & Transformations | TNO’s ambitie is bij te dragen aan de maximale lange termijn welvaart door te zorgen dat overheid, bedrijfsleven en burgers in staat zijn om te gaan met technologische veranderingen en maatschappelijke uitdagingen. | - In lijn met de Green Deal zullen wij de energie-intensieve industrie in Nederland voorzien van nieuwe waardeketens en businessmodellen.<br>- Wij brengen de socio-economische gevolgen van artificiële intelligentie in kaart zodat publieke partners en klanten randvoorwaarden kunnen formuleren waarbinnen doorontwikkeling kan plaatsvinden.<br>- Wij ondersteunen de overheid bij het opstellen van effectieve regulering om verantwoorde(lijke) toepassing van AI mogelijk te maken.<br>- Om transities te realiseren en belemmeringen voor opschaling weg te nemen, werken wij aan nieuwe nationale afwegingskaders vanuit een regionale integrale aanpak.<br>- Wij dragen bij aan het optimaal gebruik van de beperkte ruimte waarbij de kracht van de regio’s wordt ingezet. |

# OVERZICHT BIJDRAGE VAN ROADMAPS PER UITDAGING

## DUURZAME SAMENLEVING

| UITDAGING | DEELVRAAG | ROADMAP | AMBITIE | LANGETERMIJNDOELEN |
|---|---|---|---|---|
| **DUURZAME SAMENLEVING**<br>“Behoud van een gezonde planeet” | **DUURZAME LEEFOMGEVING** | Smart and Safe Traffic & Transport | Bijdragen aan de realisatie van een duurzaam verkeer- en vervoersysteem door realisatie van slimme mobiliteitssystemen. | - Deze roadmap draagt bij aan zowel een gezonde samenleving als een duurzame samenleving. Zie ‘Gezonde samenleving’ voor meer details. |
| | | Environment & Sustainability | Reductie van gebruik van primaire grondstoffen en de sociaaleconomische impact optimaliseren. | - We maken het mogelijk om 10 tot 20% (~ 6 tot 12 miljoen ton) van de gevraagde materialen in de bouwsector te voorzien van hergebruikte materialen en voor de infra / civiele sector streeft TNO naar een CO2-reductie van 30% door een 80% afname van de primaire materiaaleisen.<br>- TNO kwantificeert en modelleert de economische en ecologische impact van circulaire waardeketens waarmee TNO handelingsperspectief en beleidsinzichten geeft. |
| | | Buildings & Infrastructure | Bijdragen aan duurzame gebouwde omgeving waar mensen wonen en werken in comfortabele en gezonde gebouwen en waarbij de civiele infrastructuur goed wordt onderhouden tegen aanvaardbare kosten. | - Er is geen (risicovol) ongepland onderhoud van bestaande infrastructuur meer; de infrastructuur is volledig circulair en er vindt autonome beoordeling plaats van de status van civiele infrastructuur.<br>- Alle bestaande gebouwen zijn CO2-neutraal en nieuwe en gerenoveerde gebouwen zijn netto producenten van schone energie (elektriciteit en warmte) en gebruikte bouwmaterialen zijn circulair.<br>- Gegarandeerde en levenslange optimale prestatie van en constructieve veiligheid gebouwen.<br>- Nederland is leidend in hightech glastuinbouw. |
| | | Space & Scientific Instrumentation | Een wereldwijd erkende technologie-ontwikkelaar zijn voor ruimte- en wetenschappelijke instrumentatie op basis van ons erfgoed in optische, opto-mechatronica en ontwerp en technologie van radarsystemen. | - Grote impact met betrekking tot een duurzame economie door een stapsgewijze verandering te realiseren in het opsporen en begrijpen van vervuiling, wat cruciaal is om de uitstoot te verminderen.<br>- Wetenschappelijke impact door leveren van nauwkeurigere, betrouwbaardere en meer capabele instrumenten voor wetenschappelijk onderzoek.<br>- Mogelijk maken van snelle en veilige communicatienetwerken.<br>Banen en economisch verdienvermogen door Nederlandse bedrijven vergroten door bedrijven te positioneren, een ecosysteem op te bouwen en serieproductie van hightech instrumenten, terminals en componenten mogelijk te maken. |
| | | Sustainable Subsurface | Ontwikkelen en beheren van onafhankelijke kennis van de diepe en ondiepe ondergrond om hiermee de energietransitie te versnellen en maatschappelijke vragen van vandaag en morgen over de ondergrond te kunnen beantwoorden als ‘world-leading’ geologische dienst. | - Ondersteunen van de decarbonisatie van de Nederlandse economie.<br>- Het ondersteunen van onderzoeken en adviezen die ervoor moeten zorgen dat de Nederlandse delta ook op lange termijn bewoonbaar blijft.<br>- Het voorspellen en het verzachten van de effecten van mijnbouw.<br>- Het ontwikkelen van een digital twin van de aarde om duurzaam management van de ondergrond te kunnen ondersteunen.<br>- Realisatie van de ambities uit het klimaat-akkoord: extra aansluitingen op collectieve warmtenetten zodat er 1,1 miljoen gebouwen in 2030 zijn aangesloten op warmtenetten (= 750.000 extra), het verder verduurzamen van warmtebronnen ten behoeve van collectieve warmtenetten. Hier werkt TNO aan een gemiddelde CO2-reductie van 70% in 2030 ten opzichte van een huidige cv-ketel op aardgas (2018). Concreet betekent deze doelstelling dat de CO2-intensiteit van de warmte geleverd door (stads)warmtenetten wordt verlaagd naar 18,9 kg CO2/GJ en een kostenreductie van 1,5% per jaar. |
| | | Transitions & Transformations | (zie P98) | (zie P98) |

# OVERZICHT BIJDRAGE VAN ROADMAPS PER UITDAGING

## DUURZAME SAMENLEVING

| UITDAGING | DEELVRAAG | ROADMAP | AMBITIE | LANGETERMIJNDOELEN |
|---|---|---|---|---|
| **DUURZAME SAMENLEVING**<br>“Behoud van een gezonde planeet” | **DUURZAME LEEFOMGEVING** | Renewable Electricity | Samen met partners in bedrijfsleven en wetenschap ontwikkelt TNO kennis en technologieën die grote bijdragen van zonne- en windenergie aan het energiesysteem mogelijk maken. Hierbij focusseert TNO zich op het verlagen van de kosten, het wegnemen van barrières, het verhogen van de economische, maatschappelijke en ecologische waarde, het verhogen van de prestaties en het verbeteren van het concurrentievermogen en de effectiviteit betrokken publieke en private partijen. | TNO’s innovaties hebben als doel:<br>- Het vergroten en het versnellen van de toepassing van hernieuwbare elektriciteitsopwekking in Nederland, Europa en wereldwijd, met grote bijdragen aan de Nederlandse economie;<br>- Het nóg betrouwbaarder en kosten-effectiever maken van hernieuwbare elektriciteitsopwekking (zonne-energiesystemen en windparken);<br>- Het ondersteunen van de integratie van grote hoeveelheden duurzame elektriciteit in het energiesysteem;<br>- Het integreren van hernieuwbare elektriciteitsopwekking in onze leefomgeving en in het ecosysteem, inclusief multifunctioneel ruimtegebruik;<br>- Het verhogen van de maatschappelijke acceptatie en betrokkenheid van burgers;<br>- Het circulair maken van hernieuwbare elektriciteitsopwekking (zonne-energiesystemen en windparken): van hernieuwbaar tot volledig duurzaam. |
| | | Sustainable Traffic & Transport | Verkeer en vervoer duurzaam maken, met zeer lage - tot nul - uitstoot van luchtverontreinigende stoffen, geluid en CO2, en aangedreven door hernieuwbare energie. | - Er is een demonstratie van hybride, elektrische en op waterstof gebaseerde voortstuwing met lage TCO en efficiënte verbrandingsmotoren die gebruik maken van duurzame brandstoffen met bijna geen uitstoot.<br>- Er zijn efficiënte logistieke en mobiliteitssystemen die bijdragen aan duurzaam verkeer en vervoer.<br>- Er is een fact-based beleidsondersteuning tooling voor het bewaken en verminderen van reële emissies van voertuigen, vaartuigen en machines.<br>- Het totale transportsysteem is geoptimaliseerd in termen van minimalisering van energieverbruik en emissies, rekening houdend met de eindgebruiker, economische en beleidsvereisten.<br>- Er is een impact assessment methodiek voor ontwikkelingen in mobiliteit en logistiek en van technische, gedrags- en beleidsmaatregelen om de duurzaamheid van verkeer en vervoer te verbeteren. |
| | **DUURZAME ENERGIEVOORZIENING** | Renewable Electricity | (zie hierboven) | (zie hierboven) |
| | | Sustainable Subsurface | (zie hierboven) | (zie hierboven) |
| | | System Transition | Voor beleidsmakers en professionals die werken aan de energietransitie ontwikkelt TNO kennis en tools zodat zij grip krijgen op de maatschappelijke, economische en gedragsvraagstukken van de energietransitie. | - Het doel voor 2050 is een betrouwbaar en inclusief energiesysteem zonder CO2-emissies. Voor 2030 zijn er belangrijke tussendoelen, die worden vertaald in een beleidsagenda.<br>- Ondertussen is de energietransitie in volle gang: zon en wind vervangen kolen en gas, de warmtevoorziening wordt aardgasvrij. Doel is om de energietransitie te versnellen en het energiesysteem duurzaam, betrouwbaar, betaalbaar en inclusief te maken.<br>- Om de doelen te halen is een transitie van het energiesysteem nodig, waar naast technologie voor opwekking, opslag en gebruik van energie in alle sectoren, ook beleid, financiering en markten onderdeel van uitmaken. Maar het energiesysteem bestaat vooral uit mensen: beleidsmakers, bewoners, consumenten, investeerders, omwonenden.<br>- Ons doel is om die mensen te helpen om het energiesysteem te verduurzamen. Dat doet TNO door bij te dragen aan effectief beleid, doelgerichte investeringsbeslissingen, maatschappelijke betrokkenheid en duurzame levensstijlen voor inwoners en bedrijven. |

# OVERZICHT BIJDRAGE VAN ROADMAPS PER UITDAGING

## DIGITALE SAMENLEVING

| UITDAGING | DEELVRAAG | ROADMAP | AMBITIE | LANGETERMIJNDOELEN |
|---|---|---|---|---|
| **DIGITALE SAMENLEVING**<br>'Nederland wordt digitale koploper' | **ONTWIKKELEN VAN VEILIGE EN VERTROUWDE SYSTEMEN** | Digital Innovations | Ontwerpen en ontwikkelen van ICT-blauwdrukken voor grote Nederlandse 'slimme' innovatie-uitdagingen. | - Blueprints en infrastructuur op gebied van snelle open infrastructuren, data delen, 'trusted ICT', systeemimplementaties en AI geïmplementeerd in praktijk.<br>- Een economische impuls van 15% groei in toegevoegde waarde bij organisaties waarmee TNO samenwerkt. |
| | | Space & Scientific instrumentation | Een wereldwijd erkende technologie-ontwikkelaar zijn voor ruimte- en wetenschappelijke instrumentatie. | - Wetenschappelijke impact door leveren van nauwkeurigere, betrouwbaardere en meer competente instrumenten voor wetenschappelijk onderzoek.<br>- Mogelijk maken van snelle en veilige communicatienetwerken.<br>- Banen en economisch verdienvermogen van Nederlandse bedrijven vergroten door bedrijven te positioneren in grote programma's, een ecosysteem te bouwen en serieproductie van hightech instrumenten, terminals en componenten mogelijk te maken.<br>Meer informatie over deze roadmap is te vinden bij 'Duurzame samenleving'. |
| | **DIGITALISEREN VAN DE MAAKINDUSTRIE** | Smart Industry | Begeleiden en ondersteunen van de Nederlandse maakindustrie (o.a. mkb) in haar transitie naar het meest flexibele, veerkrachtige en best digitaal verbonden productienetwerk in Europa voor het ontwerp, de productie en levering van hightech-producten en bijbehorende diensten. | - 'High-mix, low-volume'-fabricage van complexe producten tegen het kostenniveau van massaproductie.<br>- Hightech-industrie is in staat om haar supplychain 20% efficiënter te maken dankzij beter data delen.<br>Innovatie wordt gestimuleerd doordat productiebedrijven de soevereiniteit over hun data behouden. |
| | **STERKE ICT/ SEMICONDUCTORS INDUSTRIE** | Semiconductor Equipment | De Nederlandse hightech-industrie positioneren om cruciale ontsluitende technologieën te leveren aan de informatiegestuurde samenleving en het ecosysteem van de gezondheidszorg. Tegelijkertijd duurzame banen en groei van het nationale bruto binnenlands product nu (halfgeleiderindustrie) en in de toekomst (quantumtechnologieën) creëren. | - Omzet Nederlandse semiconductor equipmentindustrie passeert de 16 miljard euro.<br>- Nederlandse quantumtechnologie-industrie met 30.000 banen, 2-3 miljard euro van het bruto binnenlands product en 100 start-ups tegen 2040. |
| | **SLIMME MOBILITEITSSYSTEMEN** | Smart & Safe Traffic & Transport | Bijdragen aan de realisatie van een duurzaam verkeers- en vervoersysteem door realisatie van slimme mobiliteitssystemen. Digitalisering, connectiviteit en automatisering staan daarin centraal en veranderen ons verkeerssysteem de komende jaren drastisch. | - Zorgen dat slimme, veilige, efficiënte logistieke en mobiliteitssystemen bijdragen aan de duurzaamheidsdoelstellingen door:<br>- Bijdragen aan de ontwikkeling en optimalisatie van nieuwe mobiliteitsvormen zoals Mobility as a Service, Hyperloop, Light Electric Vehicles, Self organising Logistic en connected Automated Transport.<br>- Optimaliseren van slimme algoritmes (AI), digitale platformen en applicaties waardoor met deze nieuwe mobiliteitsvormen een soepeler verkeersdoorstroom wordt gerealiseerd. |
| | **DIGITALE TECHNIEKEN VOOR EEN GEZONDE SAMENLEVING** | Biomedical & Digital Health | Bijdragen aan inzet van ICT en AI voor vernieuwing van het gezondheids- en zorgsysteem. | - De roadmap 'Biological and Digital Health' richt zich onder meer op privacy-respecterend gezondheidsdatamanagement, zoals innovatieve 'health trains', meten van gezondheid, digitale en AI-ondersteunde diagnostiek waaronder vroege opsporing biomarkers, digitale interventies, digitale gedrags-veranderingtechnologieën. |

# ROADMAPS EN DE SLEUTELTECHNOLOGIEËN EN SLEUTELMETHODOLOGIEËN

In onderstaande tabel wordt de relevantie van de Sleuteltechnologieën en Sleutelmethodologieën voor TNO's roadmaps afgebeeld.

| | | TECHNOLOGIEËN | | | | | | | | METHODOLOGIEËN | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ROADMAP | UNIT | GEAVANCEERDE MATERIALEN | FOTONICA | QUANTUM TECHNOLOGIEËN | DIGITALE TECHNOLOGIEËN | NANO TECHNOLOGIEËN | CHEMISCHE TECHNOLOGIEËN | LIFE SCIENCE TECHNOLOGIEËN | ENGINEERING & FABRICAGE TECHNOLOGIEËN | VISIE, VERBEELDING EN IMPACT ASSESSMENT | WAARDECREATIE, OPSCHALING EN EXPERIMENTELE OMGEVINGEN |
| Buildings & Infrastructure | BIM | ■ | | | ■ | | | | ■ | ■ | ■ |
| Maritime & Offshore | BIM | ■ | | | ■ | | | | ■ | ▪ | ▪ |
| Environment & Sustainability | CEE | ■ | | | ■ | | ■ | | ■ | | |
| National Security | DSS | | | ▪ | ■ | | | ▪ | | ▪ | ▪ |
| Operations & Human Factors | DSS | | | ▪ | ■ | | | ■ | | ■ | ▪ |
| Information & Sensor Systems | DSS | ■ | ■ | ■ | ■ | ▪ | | | ▪ | | ▪ |
| Protection, Munitions & Weapons | DSS | ■ | | | ▪ | | ■ | ■ | ■ | | ▪ |
| Renewable Electricity | ET | ■ | ■ | | ■ | | ■ | | ■ | | |
| CO2 Neutral Industry | ET | ■ | | | ■ | | ■ | | ■ | | |
| Sustainable Subsurface | ET | ■ | | | ■ | | | | ■ | | |
| System Transition | ET | | | | ■ | | | ■ | | | |
| Prevention & Productivity | HL | | | | ▪ | ▪ | | | ▪ | ■ | ■ |
| Biomedical & Digital Health | HL | | | | ■ | | | ■ | | | ▪ |
| Digital Innovations | ICT | | | ■ | ■ | | | | ■ | | |
| Space & Scientific Instrumentation | IND | | ■ | | ■ | ■ | | | ■ | | |
| Semiconductor Equipment | IND | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | ■ | | |
| Flexible & Free-form Products | IND | ■ | ■ | | ■ | ■ | | | ■ | | |
| Sustainable Chemical Industry | IND | ■ | | | | | ■ | | ■ | | |
| Smart Industry | IND | | | | ■ | | | | ■ | | |
| Transitions & Transformations | SAP | | | | ▪ | | | | | ■ | ■ |
| Smart and Safe Traffic & Transport | T&T | | | | ■ | | | | ■ | ■ | ■ |
| Sustainable Traffic & Transport | T&T | ■ | | | ■ | | ■ | | ■ | ■ | ■ |

■ In de roadmap wordt gewerkt aan de technologie of methodologie om die verder te ontwikkelen

▪ In de roadmap wordt gebruikgemaakt van de technologie of methodologie



TNO innovation for life

TNO.NL