

Leidraad TNO Technologieverkenningen

RVO TechWatch – WP4: Methoden en Tooling

Kimberley Kruijver, Timon Osinga, Louise Vos & Sacha de Wolf - 2024

Inhoud



I.	Inleiding.....	3
II.	Leeswijzer.....	4
III.	Waarom? – Het belang van technologieverkenningen.....	5
IV.	Wat? – Diverse vormen van verkenningen.....	6
V.	Hoe? – Stappen van een technologieverkenning.....	9
VI.	Waarmee? – Ondersteunende tooling.....	16
VII.	Technologieverkenningen binnen TNO.....	17
VIII.	Bibliografie.....	18
IX.	Bijlagen.....	19

Inleiding

Dit document dient als leidraad voor het uitvoeren van TNO technologieverkenningen. Het document biedt een overzicht en algemene beschrijving van de stappen van een technologieverkenning. Daarbij biedt het tips voor het gebruik van ondersteunende tooling.

Deze leidraad zal bijdragen aan het verbeteren van de kwaliteit van TNO technologieverkenningen door deze op een consistente manier uit te voeren. Let daarbij wel op dat deze leidraad slechts dient als hulpmiddel en dat elke technologieverkenning, altijd (gedeeltelijk) maatwerk vereist.

Deze leidraad is het resultaat van Werkpakket 4: Methoden en Tooling van RVO Technologieverkenning 2023. Het is een levend document, wat inhoudt dat er constant innovatieve methoden en vernieuwingen zullen zijn in de manier waarop TNO technologieverkenningen uitvoert die opgenomen dienen te worden in dit document.

Vragen? Neem gerust contact op met Sacha de Wolf (sacha.dewolf@tno.nl).



Leeswijzer

Dit document start met het beschrijven van het *waarom* en belang van technologieverkenningen. Daarna worden verschillende typen verkenningen toegelicht in het *wat*. Vervolgens wordt er ingegaan op het *hoe* van een technologieverkenning en worden de verschillende fasen van een technologieverkenning doorlopen aan de hand van de doelstelling, aanpak, resultaat en rollen. Om een beeld te krijgen van de verschillende varianten van een technologieverkenning worden er voorbeelden gegeven van TNO technologieverkenningen. Het document sluit af met een bibliografie en bijlagen, waarin diverse hulpmiddelen voor het uitvoeren van een technologieverkenning staan beschreven.

[Navigeer naar:](#)[Waarom](#)[Wat](#)[Hoe](#)[Technologieverkenningen binnen TNO](#)[Bibliografie](#)[Bijlagen](#)

Waarom?

Het belang van technologieverkenningen

Toekomstverkenningen naar opkomende, mogelijk disruptieve technologieën zijn de laatste jaren bezig aan een opmars. Hoewel het concept van *foresight* (het vooruitkijken naar de toekomst) niet nieuw is, lijkt het belang dat wordt gehecht aan het signaleren en duiden van trends (technologisch of anderzijds) te zijn toegenomen. Dit komt mede door de toenemende complexiteit, onzekerheid en mate van verandering in de wereld om ons heen (Kohler, 2021). Juist deze mate van onzekerheid onderstreept het belang van foresight. Onder meer de NAVO, EU, maar ook individuele landen proberen niet alleen nieuwe ontwikkelingen te signaleren (verkenning), maar deze ook op waarde te schatten (assessment).

TNO onderschrijft dit belang van continue foresight en assessment, met name op het gebied van technologische ontwikkelingen. Zo doet TNO al sinds 2014 doorlopende technologieverkenningen voor het Ministerie van Defensie. In het algemeen, maar zeker voor organisaties in het Defensie- en Veiligheidsdomein is het van belang om te kunnen anticiperen op technologische ontwikkelingen. Enerzijds kunnen door die anticipatie kansen worden voorzien en gegrepen, anderzijds kunnen organisaties zich beter voorbereiden op nieuwe dreigingen. Dit noemen we de anticipatiefunctie: het inventariseren van toekomstige (technologische) ontwikkelingen en daarnaast het duiden en analyseren van deze informatie (Bastings & Lassche, 2020). Foresight en assessment kunnen zowel op strategische niveau als op operationeel en tactisch niveau gedaan worden.

Wat?

Diverse vormen van verkenningen (1/3)

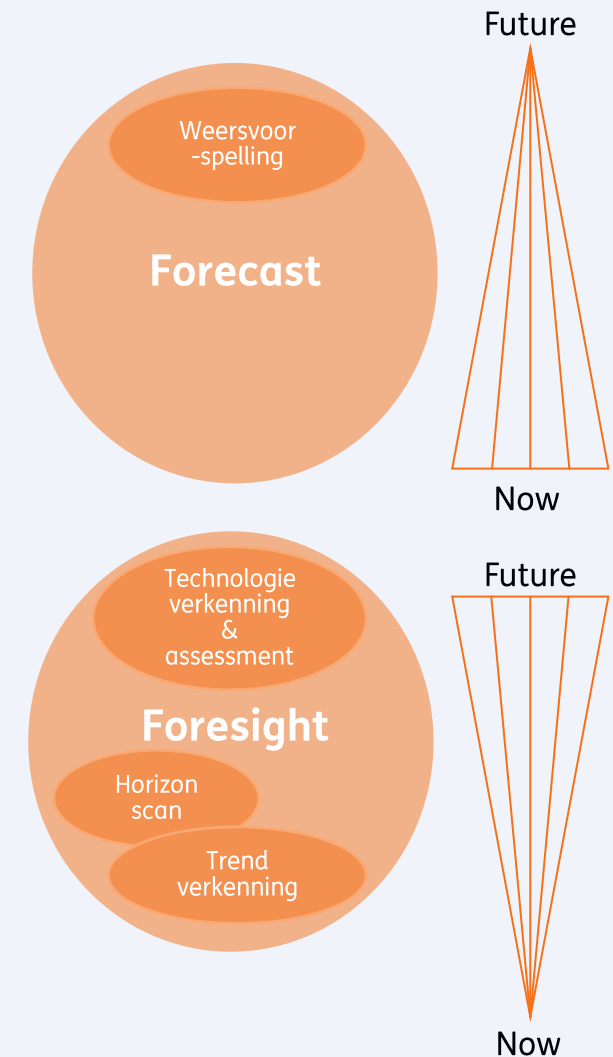
Mede door de toegenomen bekendheid van foresight op allerlei niveaus (strategisch, operationeel & tactisch,) en in uiteenlopende sectoren, wordt verschillende terminologie vaak door elkaar gebruikt, zonder een eenduidige definitie. Om consistentie te waarborgen hanteren wij vanuit TNO de volgende definities van de meest voorkomende termen binnen toekomstverkenningen. Zie hiernaast een visueel overzicht van het onderscheid tussen forecast en foresight en de hieronder beschreven typen verkenningen.

Forecast

Forecast gaat om het daadwerkelijk voorspellen van de toekomst, gebaseerd op data uit het heden en het verleden. Denk bijvoorbeeld aan de Engelse term ‘weather forecast’. Data uit het verleden wordt geëxtrapoleerd of gemodelleerd om de toekomst te kunnen construeren. Vaak wordt hierbij een gesloten keuze gebruikt (een gebeurtenis gaat zich wel of niet voordoen), of wordt er gesteld dat een bepaalde kwantitatieve waarde wordt behaald (bijvoorbeeld hoe groot het tekort aan technisch geschoold personeel zal zijn in 2025) (Kohler, 2021).

Foresight

Foresight betekent het verkennen van mogelijke toekomst(en) (vaak in scenario's), zonder dat er wordt gezocht naar definitieve antwoorden over de toekomst. Foresight poogt om organisaties weerbaarheid te geven, door inzichtelijk te maken hoe bepaalde keuzes en gevolgen er in de toekomst uit komen te zien. De term foresight is een overkoepelende term, waarbinnen verschillende activiteiten kunnen worden gevat. Een typerend foresight proces bestaat uit een dataverzamelingsproces, en een duidingsproces waarin signalen en patronen worden verwerkt. Het proces kan data gedreven of juist expert-based zijn. Afhankelijk daarvan bevatten bijvoorbeeld ontwikkelde toekomstscenario's meer of minder zonnig of voorspellingen (Cadet et al, 2022).



Wat?

Diverse vormen van verkenningen (2/3)

Binnen TNO richten wij ons met name op foresight, waaronder meerdere typen verkenningen worden geschaard. Deze worden hieronder beschreven.

Trendverkenning

Een trendverkenning kijkt naar lange termijn ontwikkelingen, die zich in de toekomst zouden kunnen doorontwikkelen. Het gaat om het extrapoleren van bestaande trends en kijken wat realistische extremen zijn. Hoewel het waardevolle inzichten kan geven, richt een trendverkenning zich niet op het identificeren van potentiële onverwachte gebeurtenissen. Een trendverkenning heeft daarom eerder een monitoring functie, dan een lange termijn signaleringsfunctie (Kohler, 2021).

Technologieverkenning

Een technologieverkenning is gericht op het identificeren van technologische ontwikkelingen en nieuwe toepassingen van technologie die mogelijk impact hebben op een organisatie, een vakgebied, of een domein (Peters & Thönissen, 2019).

Horizon scanning

Horizon scanning behelst het identificeren van verschillende typen trends en ontwikkelingen (Peters & Thönissen, 2019), die relevant zijn voor een organisatie, een vakgebied of een domein. Horizon scanning gaat over het analyseren van data om trends te herkennen (Schubert, 2021), waarbij wordt gezocht naar ‘weak signals’ (Kohler, 2021). Denk bijvoorbeeld aan het signaleren van geopolitieke verandering (nieuwe machthebbers, nieuwe geopolitieke verhoudingen) en technologische veranderingen die op termijn zouden kunnen leiden tot nieuwe (typen) digitale aanvallen (Cadet et al, 2022).

Wat?

Diverse vormen van verkenningen (3/3)

Technologie assessment

Technologie assessment behelst het evalueren van kansen (*opportunities*) en dreigingen (*threats*) van technologische trends, ontwikkelingen en toepassingen voor een organisatie, een vakgebied, of een domein (Peters & Thönissen, 2019). Het vakgebied vindt zijn oorsprong in de publieke sector, waar het dient als methode om (strategische) besluitvormingsprocessen te verbeteren. In deze context is het doel van een technologieverkenning het informeren van beleidsmakers door de korte- en lange termijn impact van nieuwe technologische toepassingen binnen diverse domeinen (zoals maatschappelijk of economisch) te beoordelen (Tran & Daim, 2008).

Technologische trends zijn vaak onlosmakelijk verbonden aan trends in andere domeinen, zoals politieke, economische en sociale trends. Daarnaast zullen technologieverkenningen bijna altijd gekoppeld zijn aan een technologie assessment. Slechts een overzicht van trends en ontwikkelingen geeft nog weinig duiding en sturing aan een organisatie. Het belang ligt juist vaak in het inschatten van de waarde en impact van de technologische ontwikkelingen specifiek voor een organisatie, vakgebied of domein.

De hiervoor genoemde termen worden veelal door elkaar gebruikt. In deze leidraad hanteren we de term technologieverkenning om te refereren naar een verkenning en assessment, aangezien deze vaak onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn.

Hoe?

Introductie – Fasen van een technologieverkenning

In de volgende sectie wordt dieper ingegaan op hoe binnen TNO een technologieverkenning en -assessment wordt uitgevoerd. Per stap wordt het doel, de aanpak, de rollen en (beoogde) resultaten beschreven. Daarnaast worden er tips gegeven voor het gebruik van ondersteunende tooling. Hieronder een visualisatie van de verschillende fasen van een technologieverkenning en assessment.



Hoe?

Fasen van een technologieverkenning (1/5)

Scoping

Verkenning

Assessment

Conclusies

Communicatie

Doelstelling

Het vaststellen van de (voorlopige) doelstelling, scope (reikwijdte) en onderzoeksvragen van de technologieverkenning samen met de opdrachtgever.

Aanpak

In dialoog met de opdrachtgever wordt de focus en de scope vastgelegd. Dit kan aan de hand van de volgende kernvragen:

- Wat is precies het thema en de afkadering (wat is het niet)?
- Wat wil de opdrachtgever bereiken met deze technologieverkenning?
- Wat zijn de doelen van de opdrachtgever binnen het thema (stip op de horizon) en wanneer zijn deze doelen behaald?
- Wat zijn de thematische onderliggende (maatschappelijke) fenomenen en trends?
- Op wat voor criteria wil de opdrachtgever de technologieën beoordelen (effectiviteit, interoperabiliteit, haalbaarheid, duurzaamheid etc.)?

Op basis van de antwoorden op deze kernvragen kan een onderzoeksvraag geformuleerd worden. Deze onderzoeksvraag kan gericht zijn op de algemene impact van een technologische ontwikkeling of specifieker op de kansen en/of dreigingen van een technologische ontwikkeling (zie [bijlage I](#) voor voorbeeld onderzoeksvragen gekoppeld aan het achterliggende doel van de technologieverkenning). Ook dient bepaald te worden op welk abstractieniveau onderzocht wordt: technologiegebied (quantum technologie of artificial intelligence), toepassingen van verschillende technologiegebieden (quantum computing of adversarial AI), of toepassingen

binnen 1 technologiegebied (quantum computing voor medische diagnostiek)

Ondersteunende tooling & tips

- [ASPI](#) technologietracker biedt snel een overzicht van technologische ontwikkelingen in diverse landen. Het is ook mogelijk om twee landen of regio's met elkaar te vergelijken op verschillende technologiegebieden. Deze tracker is handig als inspiratiebron aan het begin van een technologieverkenning.

Door wie?

TNO zal deze stap uitvoeren in nauw overleg met de opdrachtgever. Als input kunnen (TNO-) experts of de uiteindelijke gebruikers van de resultaten geraadpleegd worden.

Resultaat

Een document waarin de doelstelling, scope en de onderzoeksvraag helder zijn vastgelegd.

Hoe?

Fasen van een technologieverkenning (2/5)

Scoping

Verkenning

Assessment

Conclusies

Communicatie

Doelstelling

Het uitvoeren van een inventarisatie van geselecteerde bronnen binnen de gekozen scope en op basis daarvan een eerste selectie maken van relevante technologische ontwikkelingen.

Aanpak

- Verzamelen van informatie

In eerste instantie kan gekeken worden naar TNO materiaal zoals de TNO Innovation Radar en TNO rapporten alsook openbare bronnen, zoals academische publicaties, nieuwsberichten en openbare trendrapporten. Daarnaast kan gekeken worden naar materiaal van de opdrachtgever en het eventueel bevragen van (TNO) experts.

- Ordenen van informatie

Voor de toegankelijkheid schrijft de onderzoeker een beknopte samenvatting van de technologische ontwikkeling(en) aan de hand van een format (zie [bijlage II](#) voor een voorbeeld). Welke onderwerpen mee worden genomen is afhankelijk van de scope en onderzoeksvraag (stap 1). Het overzicht hiervan is een *long-list* met relevante technologiegebieden.

Op basis van de eerder vastgestelde scope dient er met behulp van experts een selectie gemaakt te worden van de meest relevante technologiegebieden voor de opdrachtgever. Dit kan middels een workshop waar experts input leveren voor de *short-list* of een door het laten valideren van een short-list opgesteld door het projectteam.

Ondersteunende tooling & tips

- [TNO Innovation Radar](#)
- Databases zoals Google Scholar, Scopus, ScienceDirect etc.
- [The Lens](#), database van wetenschappelijke artikelen en patenten.
- [Factiva](#), database van nieuwsartikelen.
- [ConnectedPapers](#), een tool om relevante artikelen te *mappen* o.b.v. een kernpaper.
- [ASReview](#)*, een tool om relevante artikelen versneld te scannen
- Denk voor trendrapporten bijvoorbeeld aan het [WEF](#), [DCDC](#) en het [NIC](#).

Door wie?

Het TNO project team zal in deze stap optreden als facilitator tussen de inhoudelijke, mogelijk technische (TNO) experts en de mogelijke experts intern bij de opdrachtgever.

Resultaat

Een *short-list* van technologische ontwikkelingen ten behoeve van de volgende stap; assessment.

Hoe?

Fasen van een technologieverkenning (3/5)

Scoping

Verkenning

Assessment

Conclusies

Communicatie

Doelstelling

Het bepalen van relevantie van de geselecteerde technologische ontwikkelingen op basis van vooraf bepaalde criteria in de scodingsfase (bijv. *impact*; verwachte bijdrage van de technologie voor de organisatie, *kansen*; welk verbetering kan deze technologie bieden, *dreiging*; welke dreiging vormt deze technologie voor de organisatie?).

Aanpak

Afhankelijk van het doel en de scope van het project zijn er verschillende methoden die toegepast kunnen worden in de assessment fase. Hieronder worden enkele methoden toegelicht, zie [bijlage III](#) voor een overzicht van TNO-experts per methode en de volgende slide voor een korte uitleg per methode*.

- [MARVEL](#): een semi-kwantitatieve methode om systeem-dynamische afhankelijkheden in kaart te brengen.
- [Scenarioanalyse](#): een methode waarmee mogelijke toekomstige scenario's worden opgesteld en/of geanalyseerd waar gebruik wordt gemaakt van resultaten van een horizonscan of een trendanalyse die worden gevat in bijvoorbeeld een morfologische box of de Shell matrix.
- [Modelling & Simulation](#): het modelleren of simuleren van de toekomst door bijvoorbeeld *technology assessment game*.
- [Delphi](#): experts worden op geanonimiseerde wijze middels een survey bevraagd en ontvangen de statistische representatie van de reactie van de gehele groep. Dit proces

herhaalt zich om uiteindelijk tot een expert consensus te komen.

Ondersteunende tooling & tips

- [Bibliometrix](#), voor de analyse van bibliometrische data.
- [AtlasTI](#), voor het kwalitatief coderen van bronnen en het omzetten naar kwantitatieve data.
- [Futurescraper](#), Delphi survey tool.

Door wie?

Het TNO project team zal de assessment stap faciliteren door de experts van TNO en/of de opdrachtgever de mogelijkheid te bieden om de technologische ontwikkelingen te laten beoordelen.

Resultaat

Een rapportage (format in afstemming met de opdrachtgever) met de beoordeling van de technologiegebieden in de *short-list* op basis van de vooraf bepaalde criteria.

* [TNO-2025-P12163](#) Klik op de link van de methode om een uitgebreid artikel of rapport over die methode te lezen, of ga naar FOGUS via de link op pagina 17.

Hoe?

Fasen van een technologieverkenning (3/5)

Scoping

Verkenning

Assessment

Conclusies

Communicatie

Marvel

Marvel is geschikt voor problemen die (1) beschreven kunnen worden in causale verbanden; (2) die naar verwachting feedback loops bevat; (3) die waarschijnlijk dynamisch gedrag gaan vertonen; (4) die gaan over het evalueren van interventies; (5) waarvoor algemene ideeën over de kracht en snelheid van causale relaties bestaan; (6) waarvoor slechts een eerste inzicht in tijdsgedrag acceptabel is; en (7) waarvoor inzicht in de relatieve kracht van geïdentificeerde impactloops gewenst is.

Scenarioanalyse

Scenarioanalyse gebruikt informatie van eerder uitgevoerde horizon scans of trendanalyses om de mogelijke impact van strategische keuzes of belangrijke trends te duiden door een toekomstige wereld te schetsen gebaseerd op plausibele ontwikkelingen. Het is een geschikte methode indien (1) complexe informatie aan een klant op eenvoudige wijze gepresenteerd moet worden; (2) als bewustzijn over de impact van strategische keuzes bevorderd moet worden; (3) als creatieve resultaten nodig zijn die het dagelijkse denken omzeilen; en (4) als focus aangebracht moet worden op de factoren die sterk bepalen hoe een situatie zich kan gaan ontwikkelen. Scenario's zelf zijn zelden een doel op zich maar fungeren vaak als hulpmiddel of eerste stap voor het ontplooiën van andere activiteiten.

Modelling & Simulation

Modelling & simulation kan gebruikt worden om op basis van causaal redeneren geïnformeerd door domein specifieke kennis modellen of simulaties van situaties of mogelijke toekomstbeelden te creëren. Dit kan geschikt zijn als een (voorzichtige) voorspelling gemaakt dient te worden over de ontwikkeling van een technologie, of de impact van een trend of technologische ontwikkeling. Hierbij is het belangrijk om waarden en het bijbehorende gewicht in het model nauwkeurig te bepalen.

Delphi

Delphi heeft als doel om participanten met verschillende meningen, expertise en ervaring samen te brengen tot een gemeenschappelijke visie. Het is met name geschikt voor onderzoeken die een langere periode duren omdat het de bedoeling is dat de participanten, gebaseerd op hun kennis, gedurende een bepaalde periode meermaals een survey met vragen invullen om gezamenlijk tot consensus te komen. Hierdoor is Delphi geschikt voor een grote groep deelnemers maar kan de interpretatie van de resultaten lang duren.

Hoe?

Fasen van een technologieverkenning (4/5)

Scoping

Verkenning

Assessment

Conclusies

Communicatie

Doelstelling

Het beantwoorden van de onderzoeksvraag door de analyseresultaten (opgehaald in de verkenning en assessment stap) terug te koppelen naar de scope.

Aanpak

Bij de analyse van de onderzoeksresultaten dient het oorspronkelijke doel van het onderzoek (vastgesteld in stap 1; scoping) in ogenschouw te worden genomen. Afhankelijk hiervan zal de conclusie een advies zijn, een prioritering van technologiegebieden behelzen of een waarde beoordeling geven. Hierbij dient ook nadrukkelijk te worden gelet op conclusies die van tevoren niet werden verwacht.

Als deel van de conclusie moet er altijd een aanbeveling voor vervolg zijn. Dit kan intern werk bij de opdrachtgever zijn om iets met de inzichten te doen en/of een nadere verdieping op de onderzoeksresultaten (zoals bijvoorbeeld een technology roadmap). Dit kan interessant zijn omdat:

- er eventueel door beperkingen in de scope geen diepgaand onderzoek mogelijk was, maar dit wel interessant is;
- technologieverkenningen eigenlijk doorlopend plaats zouden moeten vinden omdat technologische ontwikkelingen steeds sneller plaatsvinden;
- er kan behoefte zijn om mitigaties te onderzoeken en/of te prioriteren.

Ondersteunende tooling & tips

- [The Lens](#), voor de bibliometrische analyse en visualisaties die de tool levert o.b.v. de dataset.
- [Bibliometrix](#), voor de bibliometrische analyse en visualisaties die de tool levert o.b.v. de dataset.
- [AtlasTI](#), voor analyse o.b.v. de codering van oorspronkelijk kwalitatieve data.

Door wie?

Het TNO projectteam zal de onderzoeksresultaten gezamenlijk analyseren en de conclusies schrijven. Omdat het TNO projectteam waarschijnlijk diep in de materie zit kan het nuttig zijn om aan een geschikte TNO collega buiten het projectteam de conclusie uit te leggen om die scherp te krijgen.

Resultaat

Een rapportage (format in afstemming met de opdrachtgever, zoals een memo, rapport of powerpoint) waarin de onderzoeksvraag beantwoord wordt.

Hoe?

Fasen van een technologieverkenning (5/5)

Scoping

Verkenning

Assessment

Conclusies

Communicatie

Doelstelling

Het inzichtelijk en (visueel) presentabel maken van de onderzoeksresultaten.

Aanpak

Idealiter wordt al vroeg in het onderzoekproject met de opdrachtgever gesproken over deze stap om de verwachtingen te managen en te kunnen voldoen aan de eisen. Om het voltallige onderzoek te kunnen delen dient er een rapportage te worden opgesteld. Het format dient afgestemd te worden met de opdrachtgever, denk hierbij bijvoorbeeld aan een rapport, presentatie, of visueel (radar)model. Hierin wordt op gedetailleerde en toegankelijke wijze het doel van het onderzoek, de scope, de gebruikte onderzoeksmethoden, de onderzoeksresultaten, de conclusie (beantwoording onderzoeksvraag), de reflectie inclusief geleerde lessen, en mogelijke vervolgstappen gedocumenteerd. Het gebruik van visuals is aan te raden om de overzichtelijkheid te bevorderen.

Doorgaans worden de onderzoeksresultaten ook gepresenteerd. De presentatie dient om in een relatief korte tijd de resultaten aan de opdrachtgever over te brengen. Maak in de presentatie gebruik van visuals om in een oogopslag de belangrijkste resultaten weer te geven. Na het geven van de presentatie is ruimte voor discussie noodzakelijk om vragen van de opdrachtgever te kunnen beantwoorden.

Ondersteunende tooling & tips

- Zorg ervoor dat het rapport/memo op tijd af is zodat reviewers genoeg tijd hebben om er kritisch naar te kijken.
- Zorg dat de presentatie beknopt is, verwijs voor meer informatie naar het rapport.
- Zorg voor visuals in zowel het rapport als in de presentatie om de belangrijkste resultaten in een oogopslag te kunnen zien. Denk hiervoor bijvoorbeeld aan een kaart, een tijdsas of grafieken.

Door wie?

Het TNO projectteam zal de rapportage schrijven, laten reviewen en presenteert de resultaten aan de opdrachtgever

Resultaat

Een combinatie van bijvoorbeeld een rapport en een presentatie waarin de onderzoeksresultaten getoond worden.

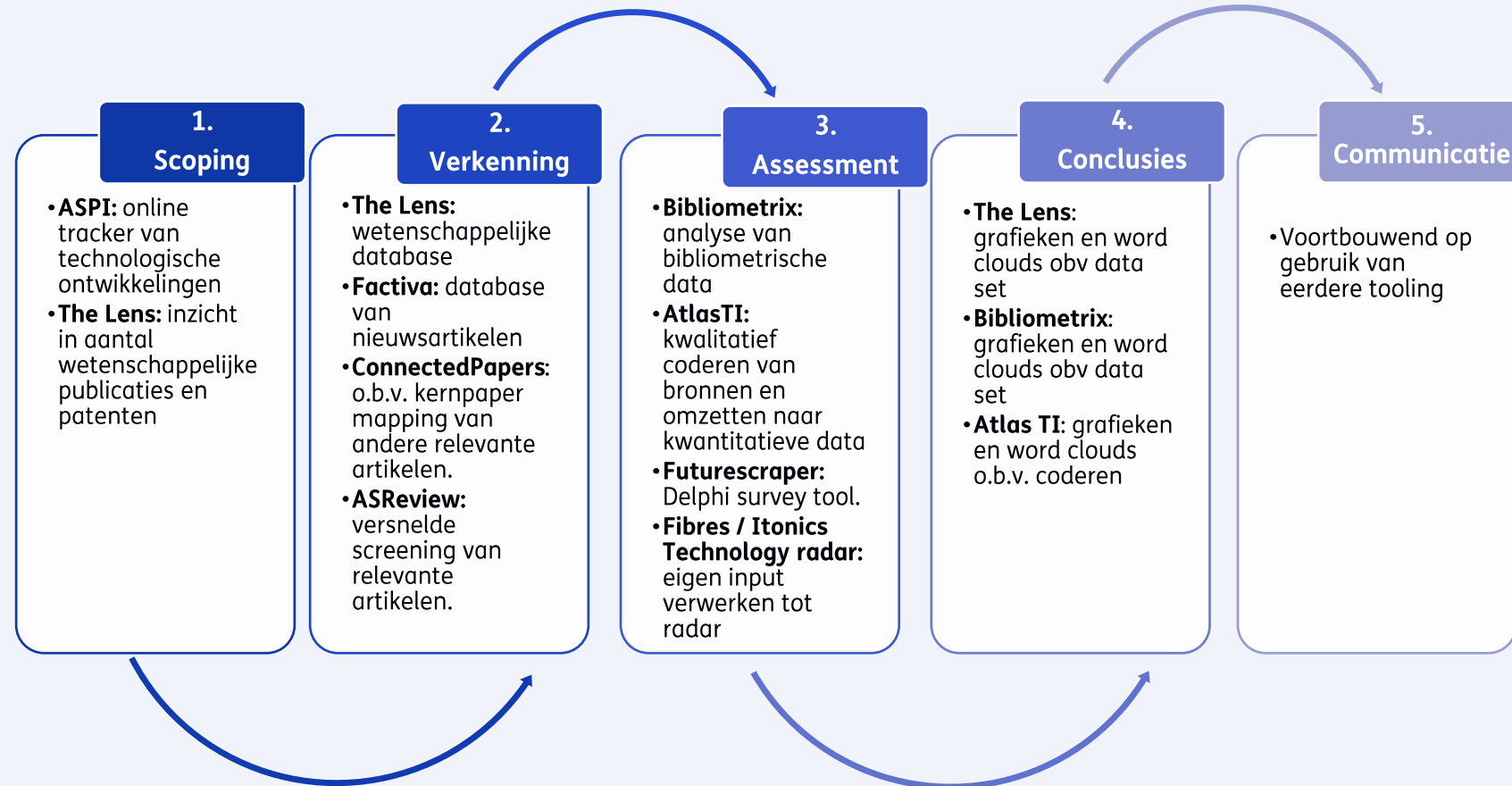
Waarnee?

Ondersteunende tooling

Binnen RVO TechWatch WP4: Methoden en Tooling is onderzoek gedaan naar verschillende type tools en hun functionaliteiten ten behoeve van het efficiënter uitvoeren van een technologieverkenning en assessment.

Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen; databases, tooling voor het analyseren van data, tooling voor het verzamelen en structureren van bronnen, online trackers, online scrapers, tooling voor horizon scanning/foresighting en survey tools.

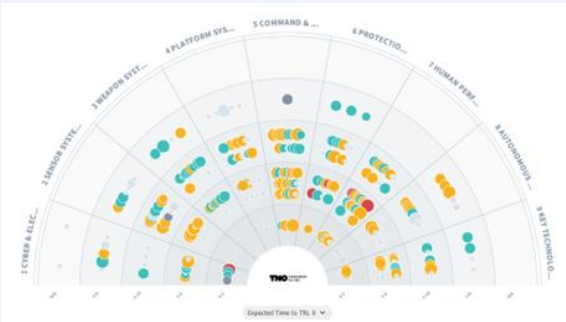
De visualisatie hiernaast geeft hoog-over weer welke tools gebruikt kunnen worden in elke stap van een technologieverkenning en assessment.



Technologieverkenningen binnen TNO

Enkele voorbeelden

TNO Innovation Radar



Sinds 2014 voert TNO in opdracht van het Ministerie van Defensie een doorlopende technologieverkenning uit. Het doel van deze verkenning is het verkrijgen van inzicht in mogelijke technologische innovaties en het doen van analyses naar de impact (kansen en dreigingen) van deze vernieuwingen. De technologieën worden door TNO, NLR en MARIN-experts beschreven in de TNO Innovation Radar. Vervolgens wordt de geschatte impact geduid door domein experts van Defensie.

Meer weten? Bezoek [hier](#) de Innovation Radar.

Strategic Alert



Als onderdeel van de Strategische Monitor van Instituut Clingendael en het Haags Centrum voor Strategische Studies is TNO gevraagd een Strategic Alert te schrijven. Het doel van deze Strategic Alert was het signaleren van belangrijke technologische ontwikkelingen binnen twee technologiegebieden en het duiden van de impact van deze ontwikkelingen op nationale veiligheid.

Meer weten? Lees [hier](#) het Strategic Alert Quantum Technology and Biotechnology.

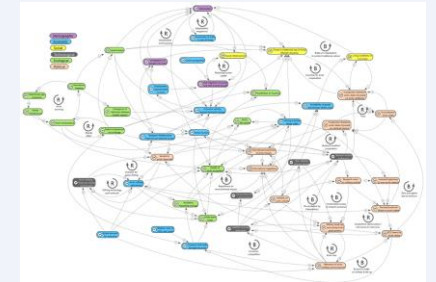
FOGUS



In opdracht van het National Cyber Security Centre (NCSC) heeft TNO een *Foresight Guide for Selecting methods* (FOGUS) ontwikkeld. Deze gids ondersteunt de gebruiker in het selecteren van- en wegwijs maken in de grote verscheidenheid aan foresight-methoden. De tool beschrijft een reeks aan methoden die vaak worden gebruikt bij foresight-activiteiten en assisteert de gebruiker bij het selecteren van relevante methoden door het aanbieden van gebruikmakend van gestandaardiseerde kenmerken.

Meer weten? Zie [hier](#) de link naar FOGUS.

Integrated Strategic Foresight



Binnen het Risico Verkennend Onderzoek Programma van het Ministerie van Defensie heeft TNO een onderzoek gedaan naar Integrated Strategic Foresight (ISF). Binnen dit project is onderzocht in welke mate de methodiek gestoeld op Complex Systems Modelling werkbaar is en meerwaarde biedt voor strategische toekomstverkenningen.

Meer weten? Lees [hier](#) de interne memo.

Bibliografie

- Bastings, I. C. L., & Lassche, D. (2020). *Strategische Anticipatie en innovatie Functie bij Defensie: van theoretisch framework tot diagnose huidige situatie (V1804)*.
- Cadet, B. D. S., Lassche, D., Molema, D., Neef, M., & Kamphuis, Y.N. (2022). *TNO 2021 R10943-v2 Op weg naar een gezamenlijke cyber foresight capaciteit (P2108)*.
- Duijnhoven, H., Hasberg, M-P., Kruijver, K., Molema, D. & van Weerd, C. (2021). *Toekomstverkenningen in het Defensie en Veiligheidsdomein*.
- Hasberg, M. P. Weima, I. & van Lier, L. (2012). *Technology Roadmapping. Waarom, wat en hoe?*
- Kohler, K. (2021). *Risk and Resilience Report Strategic Foresight: Knowledge, Tools and Methods for the Future* (Centre for Security Studies: Zürich, september 2021).
- Lucassen, O., Meessen, R. & van Weerd, C. (2023). *TNO 2023 P10203 Working paper: VISTA, a toolkit to support Strategic Anticipation for the Dutch Ministry of Defence*.
- Peters, C.E., & Thönissen, F.H. (2019). *TNO 2019 R10671 A Framework for Technology Assessment (V1804)*.
- Schubert, J., Wickenberg Bolin, U. (2021). *Cluster Management of Scientific Literature in HSTOOL* (FOI-R--5178—SE, oktober 2021).
- Tran, T. A., & Daim, T. (2008). Taxonomy review of methods and tools applied in technology assessment, *Technological Forecasting & Social Change*, 75,1396–1405.
- Van Vliet, H. & van Weerd, C. (2019). *Innovatieradar methodiek (TNO intern werkdocument)*.
- Van Vliet, H., van Weerd, C., Bonte, H. & Verweij, E.D.N. (2020). *Methodiek Technologie- en Trendradars – ‘Innovation Radar’*
- Van Waas, R., de Wolf, S., Oren, R. & van Weerd, C. (2023). *TNO 2023 M11922 RVO Challenge Integrated Strategic Foresight. Snowballing into the future*.
- Van Weerd, C. & Lassche, D. (2021). *National Security Implications of Quantum Technology and Biotechnology*. The Hague Centre for Strategic Studies.
- Zijderveld, E.J.A. (2007). *Marvel – principles of a method for semi-qualitative system behaviour and policy analysis*.

Bijlagen

- I. Bijlage I: Voorbeeld onderzoeksvragen als ondersteuning van stap 1; scoping
- II. Bijlage II: Voorbeeld template beschrijven technologie als ondersteuning van stap 2; verkenning
- III. Bijlage III: TNO-experts per methode als ondersteuning van stap 3; assessment

Bijlage II: Voorbeeld template beschrijven technologie als ondersteuning van stap 2; verkenning

[Technologiegebied]	
[Beschrijving]	
Relevante actoren [Welke belangrijke actoren spelen een vooraanstaande rol bij de technologie? (aanscherpen op sub-technologiegebied), Type actoren; landen, bedrijven, NGO's, (kennis)instituten, criminele netwerken]	Verwante technologiegebieden
Toepassingsgebieden/deelgebieden/subtechnologieën (incl. TRL/CML) - A, TRL 4 - B - C - Etc.	
[Toepassingsgebied A] [Beschrijving: state of the art en toekomstige toepassingen, belangrijke technologische doorbraken, tijdlijn van ontwikkeling, links met andere technologiegebieden en meerwaarde aan de hand van concrete toepassing: - Beter/sneller maken van de processen - Mogelijke toekomstige kansen - Mogelijke toekomstige dreigingen	
[Toepassingsgebied B] [Beschrijving: state of the art en toekomstige toepassingen, belangrijke technologische doorbraken, tijdlijn van ontwikkeling, links met andere technologiegebieden en meerwaarde aan de hand van concrete toepassing: - Beter/sneller maken van de processen - Mogelijke toekomstige kansen - Mogelijke toekomstige dreigingen	
[Toepassingsgebied C] [Beschrijving: state of the art en toekomstige toepassingen, belangrijke technologische doorbraken, tijdlijn van ontwikkeling, links met andere technologiegebieden en meerwaarde aan de hand van concrete toepassing: - Beter/sneller maken van de processen - Mogelijke toekomstige kansen - Mogelijke toekomstige dreigingen	

Bijlage III: TNO-experts per methode als ondersteuning van stap 3; assessment

Methode	TNO-experts*
Marvel	• Eefje Smits-Clijsen • Guido Veldhuis • Peter van Scheepstal • Rob van Waas • Bas Keijser
Technology Roadmapping	• Imelda van de Voorde • Deborah Lassche • Clara Peters • Thijs van Engelen • Marcel-Paul Hasberg
Scenario Analyse	• Ingrid Bastings • Carolina van Weerd • Deborah Lassche • Peter van Scheepstal
Delphi	• Carolina van Weerd • Ingrid Bastings • Thijs van Engelen • Peter van Scheepstal