

Technologie Assessment Framework

Auteurs

Timon Osinga, Lisa Soldaat,
Wieger Voskens, Sacha de
Wolf

November 2024

TNO innovation
for life

Het signaleren en duiden van toekomstige (technologische) ontwikkelingen is nodig om te kunnen anticiperen op de toenemende complexiteit, onzekerheid en mate van verandering in de wereld om ons heen. Enerzijds kunnen door die anticipatie kansen worden voorzien en gegrepen, anderzijds kunnen organisaties beter worden voorbereid op nieuwe dreigingen. Deze anticipatiefunctie is met name van belang voor organisaties in het Defensie en Nationale Veiligheidsdomein, om zowel kansen aan te grijpen als om op mogelijke toekomstige dreigingen te anticiperen.

Technologieverkenningen en –assessments

Een technologieverkenning is gericht op het identificeren van technologische ontwikkelingen en mogelijke innovaties (toepassingen van technologieën) die mogelijk impact hebben op een organisatie, een vakgebied of een domein (Peters & Thönissen, 2019). Technologieverkenningen zijn bijna altijd gekoppeld aan een technologie assessment, omdat slechts een overzicht van trends en ontwikkelingen nog weinig duiding en sturing geeft (zie figuur 1).

Een technologie assessment behelst het evalueren van kansen (*opportunities*) en dreigingen (*threats*) van technologische trends en ontwikkelingen en mogelijke innovaties 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 technologie assessment 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).



TNO 2025 P12166 Ongerubriceerd - Publiek

Figuur 1: Fases in een technologieverkenning, incl. assessment

TNO Technologie Assessment Framework

Dit document dient als framework voor het uitvoeren van TNO technologie assessments, ontwikkeld binnen het TNO Programma RVO Technologieverkenningen 2024. Het Technologie Assessment Framework is een addendum op de in 2023 opgeleverde 'Leidraad Technologieverkenningen'. Beide documenten dragen bij aan het verbeteren van de kwaliteit van TNO technologieverkenning en –assessments, door deze op een consistente manier uit te kunnen voeren. Zowel de Leidraad Technologieverkenningen als dit Technologie Assessment Framework dient als hulpmiddel: elke technologieverkenning en –assessment vereist altijd (gedeeltelijk) maatwerk.

Dit Technologie Assessment Framework is te gebruiken als startdocument voor gesprekken met (potentiële) opdrachtgevers, of als inspiratie bij het vormgeven van nieuwe projectvoorstellen. Het biedt een overzicht en een uitwerking van aspecten voor scoping, beoordelingscriteria en verschillende mogelijke invalshoeken, die kunnen ondersteunen in de assessment fase van een technologieverkenning.

Het framework maakt onderscheid tussen drie verschillende niveaus, waarbinnen keuzes gemaakt dienen te worden. Deze keuzes zullen het uiteindelijke technologie assessment vormgeven.

Overzicht

Het TNO Technologie Assessment Framework onderscheid drie verschillende (opvolgende) niveaus, waarbinnen keuzes gemaakt dienen te worden. Deze keuzes zullen uiteindelijk het technologie assessment vormgeven.

Elk niveau en de bijhorende keuzemogelijkheden zullen in opvolgende pagina's in meer detail worden toegelicht.

Niveau 1 Scoping

De keuzes die op dit eerste niveau gemaakt dienen te worden, bepaald de scope en vraagstelling die gebruikt zullen worden voor het betreffende technologie assessment. De factoren die hierbij in overweging genomen dienen te worden zijn als volgt:

- **Abstractieniveau:** gaat het om strategisch, operationeel of tactisch niveau?
- **Scope technologie:** wordt er gekeken naar een (sleutel)technologie, een sub-technologie of een toepassing van een technologie?
- **TRL:** op welke TRL-fase richt de scope zich? TRL 1-3 (verkenningfase), TRL 4-6 (ontwikkelfase), TRL 7-8 (demonstratiefase) of TRL 9 (implementatiefase)?
- **Termijn:** wat is de tijdshorizon? Wordt er gekeken naar de ontwikkeling en/of impact op korte, middellange of lange termijn?

Niveau 2 Beoordelingscriteria

Het tweede niveau beschrijft de beoordelingscriteria die bepalen of de gekozen technologie een dreiging en/of kans vormt voor de opdrachtgever. De (algemene) beoordelingscriteria die hiervoor gehanteerd worden zijn als volgt:

- **Impact:** wat is de impact wanneer een technologie wordt ingezet?
- **Haalbaarheid/waarschijnlijkheid:** in hoeverre is het haalbaar en/of waarschijnlijk dat technologieën worden ingezet?
- **Dreiging:** op basis van de impact en haalbaarheid/waarschijnlijkheid, wat is de dreiging of kans van de technologie?

Niveau 3 Invalshoeken

Het derde niveau beschrijft de invalshoeken van waaruit het technologie assessment uitgevoerd zal worden. Hierin valt een keuze te maken in diverse invalshoeken: vanuit een perspectief op de macro-omgeving (aan de hand van het DESTEP model), vanuit een nationaal veiligheidsperspectief en vanuit een organisatieperspectief (zoals specifiek ook de defensieorganisatie):

- **Macro-omgeving (DESTEP):** een model dat gebruikt kan worden om factoren die impact hebben op de macro-omgeving in kaart te brengen. Zoals; demografische-, economische-, sociaal culturele-, technologische-, ecologische-, en/of politiek juridische aspecten.
- **Nationale veiligheid:** factoren waarop technologie impact kan hebben, die mogelijk een ontwrichtend effect hebben voor de samenleving.
- **Organisatieperspectief (zoals specifiek de defensieorganisatie):** factoren waarop technologie binnen specifieke organisaties (zoals de defensieorganisatie en haar optreden) impact kan hebben.

Niveau 1: Scoping

Zoals benoemd bepalen de keuzes die op dit eerste niveau gemaakt worden, de scope en vraagstelling voor het betreffende technologie assessment. Hiervoor wordt gekeken naar abstractieniveau, scope van de technologie, TRL en termijn.

1.1 Abstractieniveau

Wat is het abstractieniveau van het technologie assessment waar het vraagstuk zich op richt?

In het algemeen, bijvoorbeeld voor nationale veiligheidsorganisaties, kijkt men naar **strategisch niveau** (lange termijn, zoals organisatiebeleid); **tactisch niveau** (middellange termijn); of **operationeel niveau** (korte termijn, zoals alledaagse bedrijfsvoering).

Binnen de defensieorganisatie hebben deze abstractieniveaus een andere definitie, namelijk:

- **Strategisch:** zowel het politiek-strategische niveau (coördinatie, ontwikkeling en aanwending van machtsmiddelen) als het militair-strategische niveau (coördinatie, ontwikkeling en aanwending van de militaire machtsmiddelen)
- **Operationeel:** het niveau dat de koppeling verschaft tussen de militair-strategische doelstellingen en de tactische inzet van eenheden waarbij in het Joint Operations Area de campagne wordt ontworpen, gepland, uitgevoerd en afgerond.
- **Tactisch:** tactiek is de wijze van inzet en optreden van formaties en eenheden om in een bepaalde samenhang en volgorde militaire activiteiten uit te voeren om (militaire) effecten te bereiken t.o.v. doelstellingen van het operationeel niveau van militair optreden.

1.2 Scope technologie

Naar welk detailniveau van de technologie zelf wordt er gekeken? Een beoordeling wordt gemakkelijker naarmate dit concreter is.

- **(Sleutel)technologie:** de (algemene) (sleutel)technologie zelf op het hoogste abstractieniveau, bijvoorbeeld 'quantum technologie'.

- **Sub-technologie:** een subcategorie van een technologie, bijvoorbeeld 'quantum computing', 'quantum computation' en 'quantum sensing'.
- **Toepassing van een technologie:** bijvoorbeeld 'quantum imaging', 'quantum enabled radar', en 'quantum computing for big data analysis'.

1.3 TRL

Welk (globaal) Technology Readiness Level (TRL) van technologieën is in scope?

- **Verkenningfase (TRL 1-3):** fundamenteel onderzoek naar basisprincipes van een innovatie; formulering van technologisch concept en de praktische toepassingen; onderzoek naar toepasbaarheid van concept op experimentele basis; toetsing en validering van hypothesen.
- **Ontwikkelfase (TRL 4-6):** testen van Proof-of-Concept (PoC), onderzoek naar werking van technologisch concept in een relevante ontwikkeling; uitgebreid testen en demonstreren van prototype in relevante testomgeving; inzicht in de werking van het concept.
- **Demonstratiefase (TRL 7-8):** testen en demonstreren van het concept in een operationele gebruikersomgeving; testen van technologische werking; certificering; bepalen van de financiële kaders voor productie en lancering.
- **Implementatiefase (TRL 9):** innovatie is technisch en commercieel gereed; productierijp en klaar voor lancering in de gewenste marktomgeving.

1.4 Termijn

Naar welke termijnen wordt er gekeken voor het technologie assessment?

- **Kort:** een korte tijdshorizon, bijvoorbeeld binnen nu en 5 jaar.
- **Middellang:** een middellange tijdshorizon, bijvoorbeeld tussen de 5 en 10 jaar.
- **Lang:** een lange tijdshorizon, bijvoorbeeld vanaf 10 jaar en verder.

Niveau 2: Beoordelingscriteria

Op basis van de keuzes die gemaakt zijn binnen niveau 1 (scoping), zullen vervolgens de te gebruiken beoordelingscriteria voor het technologie assessment moeten worden vastgesteld. Veelal wordt de impact van een technologie bepaald, samen met de (verwachte) haalbaarheid/waarschijnlijkheid van het realiseren van de innovatie. Op basis daarvan is het mogelijk om te bepalen of de technologie een dreiging of een kans vormt voor de opdrachtgever.

De criteria die hieronder kunnen vallen worden hier uitgesplitst tussen *primaire criteria* (aanbevolen) en *mogelijke additionele criteria* (mogelijk om mee te nemen, afhankelijk van het vraagstuk).

2.1 Impact

Impact gaat om de (verwachte) bijdrage van de technologie aan de doelstellingen van de behoeftesteller. Wat is de impact, in generieke termen, wanneer een toepassingsmogelijkheid van een technologie wordt ingezet?

Primaire criteria:

- **Operationele meerwaarde:** de mate van impact van de technologie toepassing op de operatie. Hoe hoog is de potentiële meerwaarde op strategisch, operationeel en/of tactisch niveau? Maakt het gebruik van een technologie toepassing iets effectiever, efficiënter, sneller, flexibeler? Wat is de impact op de *joint functions*, in hoeverre draagt de technologie toepassing bij aan het behalen van specifieke missiedoelen, hoe beïnvloedt het de organisatorische dimensie, of bedreigt het in potentie één van de nationale veiligheidsbelangen?

Mogelijke additionele criteria:

- **Duur van impact:** effecten die maar heel kort duren (uren) zullen waarschijnlijk een lagere impact hebben dan effecten die lang duren (maanden)
- **Convergentie van impact:** sommige technologieën kunnen een groter effect hebben wanneer ze gecombineerd of gekoppeld worden aan andere technologieën (ook wel de 'convergentie van technologieën'). Dit criterium heeft betrekking op het potentiële cumulatieve effect van de combinatie van technologieën. Denk aan AI, wat een krachtige impact kan hebben wanneer

bijvoorbeeld gecombineerd met quantumtechnologie (en vice versa).

- **Psychosociale impact:** de impact op de maatschappij, zelfs als de technologie niet daadwerkelijk wordt ingezet, maar alleen als afschrikking fungeert, kan groot zijn (bijvoorbeeld onrust en wantrouwen).
- **Geografische impact:** de impact van een technologie die wordt gebruikt door een actor kan variëren van alleen lokale impact tot regionale, nationale of zelfs wereldwijde impact. Denk aan specifieke cyberaanvallen die wereldwijde supply chains beïnvloeden.
- **Domein overschrijdende impact:** een technologie kan impact hebben op een specifiek sub domein, of kan effecten op meerdere domeinen (bijvoorbeeld GPS-verstoringen die een impact hebben op het financiële systeem, navigatiesysteem, etc.)

2.2 Haalbaarheid/waarschijnlijkheid

Gaat om de (verwachte) haalbaarheid van het realiseren van de innovatie. Hoe waarschijnlijk is het dat toepassingsmogelijkheden van technologieën ingezet worden, zowel door eigen of vijandelijke actoren?

Primaire criteria:

- **Absorptievermogen:** het vermogen van een organisatie tot het absorberen van kennis, het gebruik daarvan in de ontwikkeling en inzet van innovaties, en inbedding in de organisatie.
- **Kosten:** geschatte benodigde investeringen die nodig zijn om de technologie in te zetten. Het is aantrekkelijk om technologieën te gebruiken die relatief goedkoop zijn in geld (aanschaf en exploitatie) of inspanning (mankracht) en die een positieve kosteneffectiviteit hebben voor een actor.
- **Ontwikkeltijd (TRL):** geschatte benodigde tijd om een technologie operationeel haalbaar te maken. Tijd tot toepasbaarheid – van ontwikkeling tot inzet. Op welke termijn kan de innovatie praktisch toepasbaar worden geacht (onder voorwaarde van voldoende fundering en aandacht)?

- **Kennis:** de mate waarin een organisatie toegang heeft tot de juiste kennisbasis voor de ontwikkeling en uiteindelijke inzet van de technologie. Een organisatie kan toegang hebben tot de juiste kennisbasis doordat deze aanwezig is binnen de eigen organisatie, of doordat de organisatie gebruik kan maken van een aanwezige kennisbasis bij derden.
- **Koppeling industrie:** de mate waarin een organisatie kan en wil samenwerken met industrie, ten behoeve van de ontwikkeling en uiteindelijke inzet van de technologie.
- **Ethisch/juridisch:** de mate waarin de technologie binnen de huidige ethische en juridische kaders van een organisatie past.
- **Mogelijkheid tot *non-attribution*:** technologieën die, wanneer ze worden gebruikt in een toepassing, onmogelijk te detecteren zijn, of onmogelijk toe te schrijven zijn aan een specifieke actor. Technologieën die kunnen worden gebruikt in het cyber/virtuele domein of technologieën die autonome operaties/systemen ondersteunen, komen hier vaak voor in aanmerking. Ook technologieën met dual-use-toepassingen vallen hieronder, omdat ze tegelijkertijd voor goedaardige doeleinden kunnen worden gebruikt, waardoor het voor autoriteiten moeilijk is om onderscheid te maken tussen legitiem en illegitiem gebruik van de technologie.
- **Remote employment:** tewerkstelling op afstand. Technologieën die een actor in staat stellen om uit de 'gevaarzone' te blijven en snel grote afstanden te overbruggen. Technologieën die autonome lange afstand operaties ondersteunen of technologieën die in het virtuele domein kunnen worden gebruikt, bieden meestal de mogelijkheid om op afstand te werken. Een hogere mate van autonomie van een technologie kan leiden tot minder mankracht en kan onbemande/onafhankelijke besluitvorming en bediening mogelijk maken.

Mogelijke additionele criteria:

- **Internationale samenwerking:** de mate waarin een organisatie internationaal samenwerkt, of afhankelijk hiervan is, ten behoeve van de ontwikkeling en uiteindelijke inzet van de technologie.
- **Hulpmiddelen:** de mate waarin een organisatie afhankelijk is van hulpmiddelen die de organisatie zelf niet tot haar beschikking heeft, zoals grondstoffen of faciliteiten (bijvoorbeeld om de technologie te testen).
- **Toegankelijkheid:** technologieën die op grote schaal beschikbaar zijn zullen eerder ingezet worden, omdat ze gemakkelijk kunnen worden verkregen en gebruikt door vele statelijke en niet-statelijke actoren.
- **Duurzaamheid:** technologieën die lange tijd standhouden of technologieën die snel evolueren en in ontwikkeling zijn, zijn beide aantrekkelijk. De laatste omdat deze snel aangepast en gewijzigd kunnen worden naar de huidige situatie.
- **Gebruiksgemak:** technologieën die eenvoudig te gebruiken zijn en waarvoor minimale training nodig is, zijn veelal aantrekkelijker voor actoren, omdat ze snel kunnen worden ingezet en kunnen worden gebruikt om de gewenste effecten te bereiken.

2.3 Dreiging en/of kans

Naast de beoordeling van de technologie op impact en haalbaarheid/waarschijnlijkheid, is het mogelijk om een inschatting te maken of de technologie een kans en/of een dreiging vormt voor de opdrachtgever.

Of de technologie als een kans of dreiging wordt gezien, is afhankelijk van het perspectief: kijkt men naar eigen inzet, of inzet van een vijandelijke actor? Indien men de technologie beoordeeld vanuit het perspectief van vijandelijke inzet, is het mogelijk om additioneel onderzoek te doen naar de mogelijke capabilities van specifieke relevante vijandelijke actoren. Daardoor kan een meer realistische inschatting worden gemaakt van hoe reëel de dreiging is of kan worden.

Niveau 3: Invalshoeken

Na het hebben vastgesteld van de scoping (niveau 1) en de gehanteerde beoordelingscriteria (niveau 2), kunnen de specifieke invalshoeken die aansluiten op het vraagstuk worden vastgesteld. Deze invalshoeken stellen de kaders vast waarin de technologie beoordeeld zal worden.

Deze invalshoeken zijn uitgewerkt op drie niveaus, namelijk op die van de macro-omgeving, die van nationale veiligheid en die van de organisatorische dimensie van specifieke veiligheidsorganisaties. Ten behoeve van de defensieorganisatie wordt er specifiek focus gelegd op het kunnen beoordelen van een technologie binnen defensieoperaties.

3.1 Macro-omgeving (DESTEP)

Er zijn meerdere modellen mogelijk voor het in kaart brengen van de macro-omgeving, waaronder DESTEP, DIMEFIL en PMESII/ASCOPE. Binnen dit framework wordt specifiek DESTEP verder uitgelicht:

- **Demografisch:** ontwikkeling van de bevolkingssamenstelling, groei en omvang waaronder o.a. leeftijd, opleidingsniveau, etnische samenstelling, etc.
- **Economisch:** factoren die de economische gesteldheid van een land, regio of de wereld beïnvloeden, zoals o.a. koopkracht, economische groei, werkloosheid, overheidsschuld, etc.
- **Sociaal/cultureel:** factoren die de sociale en culturele normen en waarden van (individen in) een land of gebied beïnvloeden zoals o.a. religie, gedragsnormen, sociale trends, etc.
- **Technologisch:** factoren die de ontwikkeling bepalen van technologieën en wetenschap, producten en daarmee maatschappijen zoals o.a. patenten, automatisering, R&D fondsen, etc.
- **Ecologisch:** factoren die betrekking hebben op de fysieke omgeving van de aarde (land, zee, lucht en ruimte) en de impact daarvan op levende organismen waaronder mensen zoals o.a. klimaatverandering, duurzaamheid, waterspiegel, droogte, etc.
- **Politiek/juridisch:** factoren die betrekking hebben op het politieke stelsel en juridische kaders in een land, regio of de wereld.

3.2 Nationale veiligheid

Impact van de technologie op nationale veiligheidsbelangen. Indien één of meer van deze belangen ernstig worden geraakt, is er sprake van een mogelijk ontwrichtend effect op de samenleving.

- **Territoriale veiligheid:** het ongestoord functioneren van Nederland en haar EU en NAVO bondgenoten als onafhankelijke staten in de brede zin, dan wel in de territoriale veiligheid in enge zin.
- **Fysieke veiligheid:** het ongestoord functioneren van de mens in Nederland en zijn omgeving.
- **Economische veiligheid:** het ongestoord functioneren van Nederland als een effectieve en efficiënte economie.
- **Ecologische veiligheid:** het ongestoord blijven voortbestaan van de natuurlijke leefomgeving in en nabij Nederland.
- **Sociale en politieke stabiliteit:** het ongestoorde voortbestaan van een maatschappelijk klimaat waarin individuen ongestoord kunnen functioneren en groepen mensen goed met elkaar kunnen samenleven binnen de verworvenheden van de Nederlandse democratische rechtstaat en de daarin gedeelde waarden.
- **Internationale rechtsorde:** het functioneren van het internationale stelsel van normen en afspraken, gericht op internationale vrede en veiligheid.

3.3 Organisatorische dimensie

Op welke organisatorische dimensie heeft de technologie effect?

- **Mens:** richt zich op de mens binnen de betreffende organisatie, zoals: opleiding en training, beschikbaarheid van gekwalificeerde mensen en kennismanagement.
- **Operatie:** richt zich op de primaire bedrijfsprocessen (nationale veiligheidsorganisaties) en/of operatie (defensie en operationele organisaties binnen het nationale veiligheidsdomein).
- **Organisatie en proces:** richt zich op de organisatie zelf, zoals: organisatorische structuren, processen,

doelstellingen (nationale veiligheid) en/of mandaat (Defensie).

- **Materiaal:** richt zich op de benodigde middelen en materiaal die nodig zijn om primaire bedrijfsprocessen en/of operaties uit te voeren, zoals systemen of specifiek defensiematerieel.

Joint functions (invalshoek Defensie operatie)

Functies van militair optreden zijn een conceptueel hulpmiddel voor commandant en staf bij het integreren, synchroniseren en dirigeren van capaciteiten en activiteiten bij operaties. De kracht van de functies van militair optreden zit in hun integratie: gezamenlijk leveren zij het militaire vermogen van een eenheid. Ze moeten daarom altijd in hun onderlinge samenhang worden beschouwd.

- **Manoeuvre:** omvat het richten van militair vermogen waar dit het meeste effect heeft; daarbij gaat het zowel om de fysieke component van een tegenstander in positionele of geografische zin, als om het beïnvloeden van de 'wil van de vijand' of de 'perceptie van de actor' om een zo voordelig mogelijke positie ten opzichte van de tegenstander of andere actor te verwerven.
- **Slagkracht:** creëert op directe of indirecte manier een breed scala aan fysieke en psychologische effecten op actoren. Het geeft de commandant de mogelijkheid om de fysieke component van de opponent aan te grijpen, inbreuk te plegen op zijn beoordelingsvermogen en morele component.
- **Command and Control (C2):** commandovoering betreft de leiding en aansturing van een militaire organisatie om haar doelstellingen te realiseren, bestaande uit leiderschap, besluitvorming en bevelvoering. Planning, aansturing, coördinatie en controle garanderen de verticale en horizontale integratie van (militaire) eenheden en toegewezen middelen.
- **Inlichtingen:** het resultaat van kennis en begrip over de activiteiten, mogelijkheden en intenties van alle relevante actoren en factoren. Inlichtingen voorzien in een zo volledig mogelijk beeld van de situatie en zijn een randvoorwaarde voor succes in elke operatie.

- **Informatie activiteiten:** betreft het enerzijds toepassen van informatie als middel om meningen, zienswijzen en percepties van actoren te wijzigen en hun gedrag te veranderen door strategische communicatie, informatie operaties, psychologische oorlogsvoering en persvoorlichting. Anderzijds is informatie cruciaal binnen de eigen besluitvormingsprocessen.
- **Voortzettingsvermogen:** voortzettingsvermogen omvat de steun met materiële, medische, financiële en personele middelen die benodigd is om het militair vermogen op te bouwen en in stand te houden, wat van belang is voor het handhaven en voortzetten van operaties tot de opdracht is afgerond.
- **Bescherming:** het primaire doel van bescherming is het behoud van vrijheid van handelen, zodat een succesvolle uitvoering van de opdracht mogelijk blijft. Het omvat alle activiteiten rondom bedrijfsveiligheid (zowel in verdediging als beveiliging). Bescherming is gericht op het voorkomen van ongewenste effecten op de eigen troepenmacht, door risico's te beperken en zo mogelijk te neutraliseren.
- **Civiel-militaire coöperatie:** het ondersteunen van een militaire opdracht door coördinatie en samenwerking tussen het militair optreden en civiele actoren, op strategisch, operationeel en tactisch niveau. Hieronder valt onder andere de nationale burgerbevolking, plaatselijke autoriteiten, (inter)nationale en non-gouvernementele organisaties en instellingen.

Use case: praktische toepassing

Om aan te geven hoe het TNO Technologie Assessment Framework in de praktijk toegepast kan worden, is de volgende use case opgesteld. De keuzes die het technologie assessment zullen vormgeven zijn aangegeven in de kaders, met daaronder een korte toelichting op deze keuzes.

Use case: technologie assessment CLSK

- De (fictieve) vraagstelling vanuit de opdrachtgever is als volgt: *“Wat zijn in de komende 15 jaar de meest relevante technologieën voor het luchtdomein?”*
- De opdrachtgever is hierbij geïnteresseerd in zowel kansen voor eigen organisatie als dreigingen (bijv. ‘hoe haalbaar is het dat een vijandelijke actor deze technologie inzet’)
- Opgestelde Emerging Disruptive Technologies (EDT) van de NAVO worden als uitgangspunt genomen

Niveau 1 Scoping

Abstractieniveau:

- Strategisch
- **Operationeel**
- Tactisch

Aangezien de technologie beoordeling zich specifiek focust op het luchtdomein van Defensie, wordt er gekeken naar het operationeel en tactisch niveau.

Scope technologie:

- **(Sleutel)technologie**
- Sub-technologie
- Toepassing van een technologie

Omdat de EDT's van NAVO worden genomen als uitgangspunt, richt men zich op (sleutel)technologieën. De technologie beoordeling wordt gemakkelijker naarmate dit concreter is, dus wellicht zijn deze voorafgaand aan de beoordeling uit te splitsen in specifieke technologie toepassingen.

TRL

- Verkenningsfase (TRL 1-3)
- **Ontwikkelfase (TRL 4-6)**
- **Demonstratiefase (TRL 7-8)**
- Implementatiefase (TRL 9)

Omdat de tijdshorizon is vastgesteld op het heden tot de komende 15 jaar, zijn TRL 4-8 waarschijnlijk het meest relevant.

Termijn

- **Kort (bijv. heden – 5 jaar)**
- **Middellang (bijv. tussen 5-10 jaar)**
- Lang (bijv. vanaf 10 jaar)

De tijdshorizon is in dit geval al met heden tot 15 jaar vastgesteld door de opdrachtgever.

Niveau 2 Beoordelingscriteria

Impact

- Primaire criteria:
 - **Operationele meerwaarde**
- Mogelijke additionele criteria:
 - Duur van impact
 - **Convergentie van impact**
 - Psychosociale impact
 - Geografische impact
 - Domein overschrijdende impact

‘Operationele meerwaarde’ is een primaire criteria wanneer het gaat om vraagstukken voor Defensie. Daarnaast is de criteria ‘convergentie van impact’ waarschijnlijk interessant, aangezien het gaat om EDT technologieën (hoog abstractie niveau).

Use case: praktische toepassing

Haalbaarheid/waarschijnlijkheid

- Primaire criteria:
 - **Absorptievermogen**
 - **Kosten**
 - **Ontwikkeltijd (TRL)**
 - **Kennis**
 - **Koppeling industrie**
 - **Ethisch/juridisch**
- Mogelijke additionele criteria:
 - Internationale samenwerking
 - Hulpmiddelen
 - Toegankelijkheid
 - **Duurzaamheid**
 - Gebruiksgemak
 - Mogelijkheid tot *non-attribution*
 - *Remote employment*

Om de haalbaarheid/waarschijnlijkheid in te schatten van het kunnen inzetten van technologieën, zowel door de eigen organisatie als door vijandelijke organisaties, zijn de genoemde primaire criteria noodzakelijk.

Specifiek voor het luchtdomein kan het interessant zijn om bovendien aandacht te geven aan 'duurzaamheid' (doorgaans heeft CLSK te maken met lange levenscycli van platformen en wapensystemen)

Dreiging en/of kans

Binnen dit specifieke vraagstuk is de opdrachtgever geïnteresseerd in zowel de dreiging van een technologie (haalbaarheid/waarschijnlijkheid van inzet technologie door vijandelijke actoren en de daarbij verwachte impact) als de kansen van een technologie (mogelijke haalbaarheid/ waarschijnlijkheid van inzet door eigen organisatie en de daarbij verwachte impact).

Niveau 3 Invalshoeken

Macro-omgeving (DESTEP)

- Demografisch
- Economisch
- Sociaal/cultureel
- Technologisch
- Ecologisch
- Politiek/juridisch

Nationale veiligheid

- Territoriale veiligheid
- Fysieke veiligheid
- Economische veiligheid
- Ecologische veiligheid
- Sociale en politieke stabiliteit
- Internationale rechtsorde

Organisatorische dimensie

- **Mens**
- **Operatie**
 - **Manoeuvre**
 - **Slagkracht**
 - **Command and Control (C2)**
 - **Inlichtingen**
 - **Informatie activiteiten**
 - **Voortzettingsvermogen**
 - **Bescherming**
 - **Civil-militaire coöperatie**
- **Organisatie en proces**
- **Materiaal**

De invalshoek van de organisatorische dimensie spreekt het meest voor zich, aangezien het vraagstuk zich focust op het operationeel/tactisch niveau van Defensie.

Contact

Timon Osinga

Timon.Osinga@TNO.nl

+ 31 (0)6 25 30 27 39

Lisa Soldaat

Lisa.Soldaat@TNO.nl

+31 (0)6 15 30 38 03