



Toelichting op fundamenteel onderzoek, industrieel onderzoek en experimentele ontwikkeling

1. Algemene criteria

De algemene criteria of een activiteit kwalificeert als onderzoek en ontwikkeling (O&O) zijn¹:

1. Nieuw
De O&O-activiteit binnen het project moet leiden tot conclusies die nieuw zijn voor uw bedrijf. Het moet gaan om niet al bekende en gebruikte kennis binnen de sector. In de innovatieregelingen van het ministerie van EZK wordt ook vaak de internationale stand van onderzoek en techniek als de maatstaf genoemd.
2. Creatief
Een O&O-project moet zijn gericht op nieuwe ontwerpen en ideeën of bestaande kennis verbeteren.
3. Onzekerheid
Aan de start van het O&O-project weet u nog niet zeker of u de doelen gaat halen.
4. Systematisch
Dit betekent dat u het O&O-project met een plan uitvoert. Denk aan onderzoeksvragen/hypotheses, te toetsen parameters, een vooraf opgezet testprogramma. Ook de gegevens van het proces en het resultaat houdt u bij.
5. Overdraagbaar
Een O&O-project moet leiden tot de kennis die anderen kunnen gebruiken. Zij gaan aan de slag met de resultaten in hun eigen O&O-activiteiten.

2. De definities van FO, IO en EO

De staatssteunkaders en de subsidieregelingen van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat onderscheiden drie onderzoekscategorieën: fundamenteel onderzoek (FO), industrieel onderzoek (IO) en experimentele ontwikkeling (EO). De definities van FO, IO en EO uit de steunkaders staan in bijlage 1. Voor de uitleg van deze definities verwijst de Europese Commissie naar de Frascati Manual (2015)² en naar de TRL-indeling uit Horizon 2020³.

2.1 Frascati Manual

De Frascati Manual maakt een indeling in drie typen onderzoek/ontwikkeling: fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek en experimentele ontwikkeling, en beschrijft die als volgt⁴:

Fundamenteel onderzoek (FO) is experimenteel of theoretisch werk dat in de eerste plaats wordt ondernomen om nieuwe kennis te verwerven van de onderliggende fundamentele van verschijnselen en waarneembare feiten, zonder enige specifieke toepassing of gebruik in het vooruitzicht.

Toegepast onderzoek (IO) is origineel onderzoek dat wordt gedaan om nieuwe kennis te verwerven. Het is echter primair gericht op een specifiek, praktisch doel. Toegepast onderzoek wordt uitgevoerd om mogelijke toepassingen voor de bevindingen van fundamenteel onderzoek vast te stellen of om nieuwe methoden of manieren te vinden om specifieke en vooraf bepaalde doelstellingen te bereiken.

Experimentele ontwikkeling (EO) is systematisch werk, waarbij gebruik wordt gemaakt van kennis uit onderzoek en praktijkervaring en aanvullende kennis wordt geproduceerd, gericht op het produceren van nieuwe producten of processen of het verbeteren van bestaande producten of processen.

Experimentele ontwikkeling is slechts één mogelijke fase in het productontwikkelingsproces: die fase waarin generieke kennis daadwerkelijk wordt getest voor de specifieke toepassingen die nodig

¹ OECD (2015). Frascati Manual 2015 Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development.

² Kaderregeling betreffende staatssteun voor onderzoek, ontwikkeling en innovatie (2014/C 198/01), punt 75.

³ Kaderregeling betreffende staatssteun voor onderzoek, ontwikkeling en innovatie (2014/C 198/01), voetnoot 2 bij punt 75.

⁴ OECD (2015). Frascati Manual 2015, onder andere punt 2.9, 2.25, 2.29, 2.30, 2.32 en 2.34.

zijn om een dergelijk proces tot een goed einde te brengen. Tijdens de experimentele ontwikkelingsfase wordt nieuwe kennis gegenereerd en aan die fase komt een einde wanneer de O&O-criteria (nieuw, onzeker, creatief, systematisch en overdraagbaar en/of reproduceerbaar) niet meer van toepassing zijn.

Verschil IO/EO

De onderscheidende factor om industrieel onderzoek en experimentele ontwikkeling van elkaar te scheiden is dus niet of er wel of niet nieuwe kennis opgedaan wordt. Ook tijdens het proces van experimentele ontwikkeling wordt nieuwe kennis opgedaan. Het gaat primair om het doel: wordt er nieuwe kennis opgedaan, om later te vertalen naar een mogelijk product, proces of dienst (IO), of wordt dat product, proces of de dienst daadwerkelijk ontworpen en getest (EO)?

2.2 FO, **IO en EO gekoppeld aan TRL's**

Het OOI steunkader koppelt de verschillende O&O-categorieën ook aan de zogeheten 'technology readiness levels' uit het Horizon 2020-programma⁵. Dat geeft de volgende indeling die kan helpen om te bepalen welke onderzoekscategorie van toepassing is.

Onderzoekscategorie	Technology readiness level
Fundamenteel onderzoek	TRL 1 – Basic principles observed
Industrieel onderzoek	TRL 2 – Technology concept formulated
	TRL 3 – Experimental proof of concept
	TRL 4 – Technology validated in lab
Experimentele ontwikkeling	TRL 5 – Technology validated in relevant environment (industrially relevant environment in the case of key enabling technologies)
	TRL 6 – Technology demonstrated in relevant environment (industrially relevant environment in the case of key enabling technologies)
	TRL 7 – System prototype demonstration in operational environment
	TRL 8 – System complete and qualified
Marktintroductie	TRL 9 – Actual system proven in operational environment (competitive manufacturing in the case of key enabling technologies; or in space)

Hieruit is af te leiden dat in de praktijk de omgeving waarin een experiment wordt uitgevoerd bepalend is. Zodra het testen in een relevante of zelfs realistische omgeving gedaan wordt, wordt de activiteit EO. Dat er bij het testen ook nieuwe kennis opgedaan wordt, maakt niet dat de activiteit IO is zoals ook in paragraaf 2.1 is aangegeven. Op het moment dat een experiment nog in een (kleinschalige) labopstelling wordt uitgevoerd met een improvisatorisch prototype is er meestal nog sprake van IO. Op TRL 5/6-niveau kunnen laboratoria soms dusdanig groot zijn danwel realistische condities simuleren dat deze labomgeving een (gesimuleerde) relevante omgeving zou kunnen vormen.

Zie bijlage 2 voor **een uitgebreidere beschrijving van de 'technology readiness levels'**.

2.3 Softwareontwikkeling⁶

Softwareontwikkeling kan kwalificeren als O&O als de voltooiing van het project afhankelijk is van een wetenschappelijke en/of technologische vooruitgang, en het doel van het project de systematische oplossing van een wetenschappelijke en/of technologische onzekerheid is. Het moet gaan om een wetenschappelijke en/of technologische vooruitgang die leidt tot een toename van de bestaande kennis. Het gebruik van software voor een nieuwe toepassing of een nieuw doel vormt op zichzelf geen vooruitgang omdat dat niet automatisch betekent dat aan de vijf algemene criteria voor O&O wordt voldaan (zie paragraaf 1). Het feit dat een te ontwikkelen tool of platform nog niet bestaat, maakt daarom nog niet dat die ontwikkeling automatisch O&O is.

De ontwikkeling van programmatuur komt alleen in aanmerking voor subsidie indien:

⁵ Kaderregeling betreffende staatssteun voor onderzoek, ontwikkeling en innovatie (2014/C 198/01), voetnoot 2 bij punt 75 en https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/wp/2018-2020/annexes/h2020-wp1820-annex-g-trl_en.pdf

⁶ OECD (2015). Frascati Manual 2015, punt 2.68 e.v.

- o deze onderdeel is van de ontwikkeling van een innovatief fysiek proces (besturingssoftware) of
- o de ontwikkeling van de software een technisch risico inhoudt en de beoogde functionaliteit niet met bestaande technieken te realiseren is.

Softwaregerelateerde activiteiten die niet subsidiabel zijn als O&O zijn onder andere:

- o de ontwikkeling van zakelijke applicatiesoftware en informatiesystemen gebruikmakend van bekende methoden en bestaande softwaretools;
- o het toevoegen van gebruikersfunctionaliteit aan bestaande applicatieprogramma's;
- o het maken van websites of software met behulp van bestaande tools.
- o het vullen van databases.

2.4 Waar houdt O&O op?

Als het aanbrengen van verdere verbeteringen aan het product of het proces de voornaamste doelstelling is, dan vallen de werkzaamheden binnen de definitie van O&O. Wanneer echter het product, het proces of de aanpak in wezen vaststaat en de voornaamste doelstelling is het ontwikkelen van markten, het opzetten van een planning voorafgaande aan de productie of het soepel laten verlopen van een productie- en controlesysteem, dan zijn deze werkzaamheden geen O&O meer.

Er zijn dus activiteiten die, hoewel onderdeel van het innovatieproces, niet voldoen aan de criteria om als O&O te worden aangemerkt. Zo zijn octrooiaanvragen en licentieactiviteiten, marktonderzoek, het opstarten van de productie en het ontwikkelen en opnieuw ontwerpen van gereedschappen voor het fabricageproces geen op zichzelf staande O&O-activiteiten en kunnen ze niet worden verondersteld deel uit te maken van een O&O-project.⁷

2.5 Niet-technisch onderzoek

IO en EO gaan vaak om technisch onderzoek. Niet-technisch onderzoek kan echter wel degelijk goed bijdragen aan de ontwikkeling van een product of dienst. Dit moet dan wel blijken uit het projectplan. Het niet-technische onderzoek zal systematisch en degelijk moeten zijn opgezet, een wetenschappelijk onderbouwde methode gebruiken en de resultaten van dit onderzoek moeten toegepast worden in de ontwikkeling van het product of de dienst, en dus kunnen leiden tot aanpassing van het product. Dat moet ook blijken uit de timing van de verschillende onderdelen van het project. Dat kan bijvoorbeeld door een feedback-lus naar de technische werkpakketten van het project.

Implementatie onderzoek daarentegen ('hoe moet dit product in de markt gezet worden', 'welke maatschappelijke barrières zijn er', een 'use case' of 'het doorrekenen van een businesscase') waarbij de resultaten geen invloed meer hebben op het product of de dienst, voldoet hier dus niet aan.

Net als het technische onderzoek moet het niet-technische onderzoek ook een risico bevatten, bijvoorbeeld dat op basis van de resultaten er een kans is dat de productontwikkeling grondig gewijzigd moet worden of zelfs gestopt. Dat betekent ook dat inventariserende studies, waarmee wordt bedoeld het bij elkaar brengen van elders reeds bestaande kennis of het bestuderen van zaken waarvan vooraf duidelijk is dat dit wel zal slagen, zonder feedback-lus naar de productontwikkeling (geen onzekerheid/kans op mislukking), niet als IO/EO kunnen kwalificeren. Zaken die niet als IO of EO kunnen kwalificeren, mogen in sommige subsidieregelingen, zoals de MOOI, wel opgevoerd worden onder de overige projectkosten.

⁷ OECD (2015). Frascati Manual 2015, punt 2.47 e.v.

Bijlage 1: Definities van FO, IO en EO in de steunkaders⁸

„fundamenteel onderzoek“: **experimentele of theoretische werkzaamheden die voornamelijk** worden verricht om nieuwe kennis te verwerven over de fundamentele aspecten van verschijnselen en waarneembare feiten, zonder dat hiermee een directe commerciële toepassing of een direct commercieel gebruik wordt beoogd;

„industriële onderzoek“: **planmatig of kritisch onderzoek dat is gericht op het opdoen van** nieuwe kennis en vaardigheden met het oog op de ontwikkeling van nieuwe producten, procedés of diensten, of om bestaande producten, procedés of diensten aanmerkelijk te verbeteren. Het omvat de creatie van onderdelen voor complexe systemen en kan ook de bouw omvatten van prototypes in een laboratoriumomgeving en/of in een omgeving met gesimuleerde interfaces voor bestaande systemen, alsmede pilotlijnen, wanneer dat nodig is voor het industriële onderzoek en met name voor de validering van generieke technologie;

„experimentele ontwikkeling“: **het verwerven, combineren, vormgeven en gebruiken van** bestaande wetenschappelijke, technologische, zakelijke en andere relevante kennis en vaardigheden, gericht op het ontwikkelen van nieuwe of verbeterde producten, procedés of diensten. Dit kan ook activiteiten omvatten die gericht zijn op de conceptuele formulering, de planning en documentering van alternatieve producten, procedés of diensten.

Experimentele ontwikkeling kan prototyping, demonstraties, pilotontwikkeling, testen en validatie omvatten van nieuwe of verbeterde producten, procedés of diensten in omgevingen die representatief zijn voor het functioneren onder reële omstandigheden, met als hoofddoel verdere technische verbeteringen aan te brengen aan producten, procedés of diensten die niet grotendeels vast staan.

Dit kan de ontwikkeling omvatten van een commercieel bruikbaar prototype of pilot die noodzakelijkerwijs het commerciële eindproduct is en die te duur is om te produceren alleen met het oog op het gebruik voor demonstratie- en validatiedoeleinden. Onder experimentele ontwikkeling wordt niet verstaan routinematige of periodieke wijziging van bestaande producten, productielijnen, fabricageprocessen, diensten en andere courante activiteiten, zelfs indien die wijzigingen verbeteringen kunnen inhouden;

⁸ Kaderregeling betreffende staatssteun voor onderzoek, ontwikkeling en innovatie (2014/C 198/01) en algemene groepsvrijstellingsverordening (Verordening (EU) nr. 651/2014 waarbij bepaalde categorieën steun op grond van de artikelen 107 en 108 van het Verdrag met de interne markt verenigbaar worden verklaard).

Bijlage 2: Beschrijving van de 'technology readiness levels' (TRL's)

TRL	Titel Horizon 2020	Beschrijving Horizon 2020 ⁹	Beschrijving ESA 2013 ¹⁰
1	Basic principles observed	<ul style="list-style-type: none"> • Identification of the new concept • Identification of the integration of the concept • Identification of expected barriers • Identification of applications • Identification of materials and technologies based on theoretical fundamentals/literature data • Preliminary evaluation of potential benefits of the concept over the existing ones 	Lowest level of technology readiness. Scientific research begins to be translated into applied research and development.
2	Technology concept formulated	<ul style="list-style-type: none"> • Enhanced knowledge of technologies, materials and interfaces is acquired • New concept is investigated and refined. • First evaluation about the feasibility is performed. • Initial numerical knowledge. • Qualitative description of interactions between technologies. • Definition of the prototyping approach and preliminary technical specifications for laboratory test. 	Once basic principles are observed, practical applications can be invented and R&D started. Applications are speculative and may be unproven.
3	Experimental proof of concept	<ul style="list-style-type: none"> • First laboratory scale prototype (proof-of-concept) or numerical model realized. • Testing at laboratory level of the innovative technological element (being material, sub-component, software tool, ...), but not the whole integrated system. • Key parameters characterizing the technology (or the fuel) are identified. • Verification of the proof of concept through simulation tools and cross-validation with literature data (if applicable). 	Active research and development is initiated, including analytical / laboratory studies to validate predictions regarding the technology.
4	Technology validated in lab	<ul style="list-style-type: none"> • (Reduced scale) prototype developed and integrated with complementing sub-systems at laboratory level. • Validation of the new technology through enhanced numerical analysis (if applicable). • Key Performance Indicators are measurable. • The prototype shows repeatable/stable performance (either TRL4 or TRL5, depending on the technology) 	Basic technological components are integrated to establish that they will work together.
5	Technology validated in relevant environment (industrially relevant environment in the case of key enabling technologies)	<ul style="list-style-type: none"> • Integration of components with supporting elements and auxiliaries in the (large scale) prototype. • Robustness is proven in the (simulated) relevant working environment. • The prototype shows repeatable/stable performance (either TRL4 or TRL5, depending on the technology). • The process is reliable and the performances match the expectations (either TRL5 or TRL6, depending on the technology). • Other relevant parameters concerning scale-up, environmental, regulatory and socio-economic issues are defined and qualitatively assessed. 	The basic technological components are integrated with reasonably realistic supporting elements so it can be tested in a simulated environment.
6	Technology demonstrated in relevant environment (industrially relevant environment in the case of key enabling technologies)	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstration in relevant environment of the technology fine-tuned to a variety of operating conditions. • The process is reliable and the performances match the expectations (either TRL5 or TRL6, depending on the technology). • Interoperability with other connected technologies is demonstrated. • Manufacturing approach is defined (either TRL6 or TRL7, depending on the technology). • Environmental, regulatory and socio-economic issues are addressed. 	A representative model or prototype system is tested in a relevant environment.

⁹ DG RTD (2017). Technology Readiness Level: Guidance Principles for Renewable Energy Technologies Final Report. Directorate-General for Research and Innovation (European Commission). Authors: Antonio De Rose, Marina Buna, Carlo Strazza, Nicolo Olivieri, Tine Stevens, Leen Peeters, Daniel Tawil-Jamault, Table 14, page 41-42. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d5d8e9c8-e6d3-11e7-9749-01aa75ed71a1> en <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1da3324e-e6d0-11e7-9749-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-71152049>

¹⁰ ESA TEC-SHS. Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications, 1. Ed, 6th Rev., TEC-SHS/5551/MG/ap; 2008. In: Buchner, G.A., Stepputat, K.J., Zimmerman, A.W. & Schomäcker, R. (2019). Specifying Technology Readiness Levels (TRL) for the Chemical Industry. Ind. Eng. Chem. Res. 2019, 58, 6957-6969. https://pubs.acs.org/doi/suppl/10.1021/acs.iecr.8b05693/suppl_file/ie8b05693_si_001.pdf. Via ESA kwamen de TRL's in de EU in gebruik.

TRL	Titel Horizon 2020	Beschrijving Horizon 2020 ⁹	Beschrijving ESA 2013 ¹⁰
7	System prototype demonstration in operational environment	<ul style="list-style-type: none"> • (Full scale) pre-commercial system is demonstrated in operational environment. • Compliancy with relevant environment conditions, authorization issues, local/national standards is guaranteed, at least for the demo site. • The integration of upstream and downstream technologies has been verified and validated. • Manufacturing approach is defined (either TRL6 or TRL7, depending on the technology). 	A prototype system that is near, or at, the planned operational system.
8	System complete and qualified	<ul style="list-style-type: none"> • Technology experimented in deployment conditions (i.e. real world) and has proven its functioning in its final form. • Manufacturing process is stable enough for entering a low-rate production. • Training and maintenance documentation are completed. • Integration at system level is completed and mature. • Full compliance with obligations, certifications and standards of the addressed markets 	In an actual system, the technology has been proven to work in its final form and under expected conditions.
9	Actual system proven in operational environment (competitive manufacturing in the case of key enabling technologies; or in space)	<ul style="list-style-type: none"> • Technology proven fully operational and ready for commercialization • Full production chain is in place and all materials are available • System optimized for full rate production 	The system incorporating the new technology in its final form has been used under actual mission conditions

Societal readiness levels (SRL's)

Er wordt naast de TRL's ook ook weleens gesproken over de 'societal readiness levels' (SRL's).¹¹ "Met het begrip 'Society Readiness Level', dat recent door het Deense Innovatiefonds is geïntroduceerd, kan worden geduid in hoeverre een te implementeren technologie zal aansluiten bij een maatschappelijke vraag of verwachting. Het SRL-niveau bepaalt in belangrijke mate of een transitie ingezet door gebruik van een technologie kan slagen. Hoe lager het SRL-niveau, hoe groter de afstand tot de maatschappij en hoe lager de kans dat de transitie die is ingezet door het gebruik van de technologie kan slagen."¹²

SRL	Beschrijving
1	Identifying problem and identifying societal readiness.
2	Formulation of problem, proposed solution(s) and potential impact, expected societal readiness; identifying relevant stakeholders for the project.
3	Initial testing of proposed solution(s) together with relevant stakeholders.
4	Problem validated through pilot testing in relevant environment to substantiate proposed impact and societal readiness.
5	Proposed solution(s) validated, now by relevant stakeholders in the area.
6	Solution(s) demonstrated in relevant environment and in co-operation with relevant stakeholders to gain initial feedback on potential impact.
7	Refinement of project and/or solution and, if needed, retesting in relevant environment with relevant stakeholders.
8	Proposed solution(s) as well as a plan for societal adaptation complete and qualified.
9	Actual project solution(s) proven in relevant environment.

¹¹ Innovation Fund Denmark (2018). Societal Readiness Levels (SRL) defined. Geraadpleegd juli 2021. https://innovationsfonden.dk/sites/default/files/2018-08/societal_readiness_levels_-_srl.pdf

¹² Dialogic (2018). Over KEMs, KETs en Maatschappelijke Uitdagingen. Position paper over bruikbaarheid van het concept Key Enabling Methodologies (KEMs) als complement van Key Enabling Technologies (KETs) voor het programmeren van missie-georiënteerde R&D programma's. Publicatienummer 2018.067-1903. <https://www.dialogic.nl/wp-content/uploads/2018/07/Dialogic-position-paper-KEMs-FINAL-as-sent-25-01-2019.pdf>