



Kennisnotitie

Verbinden en verbeteren: kansen voor veiligheid, duurzaamheid en innovatie van geavanceerde materialen

Samenvatting

Advanced Materials, at the heart of the Commission's policy priorities, are key to deliver on EU's competitiveness, technology sovereignty and resilience. Dit is de manier waarop de [Europese Commissie](#) de rol van geavanceerde materialen ziet. In de [Nationale Technologie Strategie](#) worden geavanceerde materialen voor de energietransitie als een sleuteltechnologie benoemd. Toepassing in bijvoorbeeld computerchips of in batterijen moeten helpen om Europa concurrerend te laten blijven op de wereldmarkt en tegelijk de economie te verduurzamen. Daar bovenop brengen de veranderende internationale verhoudingen nieuwe prioriteiten, zoals het belang van meer strategische autonomie en sneller, efficiënter en effectiever innoveren. Om al deze doelen te halen moeten overheden, bedrijfsleven en kennisinstellingen meer dan ooit op verschillende vlakken met elkaar samenwerken.

Het RIVM onderzoekt hoe, tegen deze achtergrond, kennis over veiligheid en duurzaamheid zo goed mogelijk kan worden geïntegreerd in de ontwikkeling van geavanceerde materialen en hoe het innovatieve karakter van deze materialen tijdig in regelgeving en testrichtlijnen kan worden geborgd. We zien bijvoorbeeld dat academisch onderzoek gericht is op valorisatie, maar ook dat er behoefte is aan meer zicht op prioriteiten vanuit beleid. Ook is er een open houding om kennis over veiligheid en duurzaamheid te integreren in onderzoek en innovatie. Echter er is veel onbekendheid hoe dat vorm te geven of welke partijen ervoor te benaderen.

We zien deze notitie als een hulpmiddel om met belanghebbenden in gesprek te gaan over de vraag welke acties en strategieën nodig zijn om met verhoogde efficiëntie en effectiviteit, veiligheid en duurzaamheid als integraal onderdeel van de ontwikkeling van geavanceerde materialen op te nemen. Voor dit doel zetten we een aantal belangrijke ontwikkelingen op een rij. We focussen daarbij op veiligheid en innovatie (in deze rapportage zijn vraagstukken rond duurzaamheid, circulariteit en criticaliteit nog niet in beschouwing genomen). Uit deze bespreking volgen vier aanknopingspunten voor beleid:

1. **Internationaal – anticipatie op ontwikkelingen in het veld:** voor een tijdige anticipatie op mogelijke effecten op gezondheid en milieu is vroegsignalering belangrijk. Welke nieuwe typen materialen worden ontwikkeld? Zijn ze goed gedekt door de huidige regelgeving en zijn er geschikte testmethoden beschikbaar? Verbeterde coördinatie en samenwerking tussen de Europese Commissie en lidstaten zou de efficiëntie en effectiviteit van dergelijke vroegsignaleringen sterk kunnen verbeteren.
2. **Nationaal – innovatie-ecosysteemfuncties en aansluiting bij het Europese onderzoeksveld:** onderzoek en lange termijndoelen vanuit beleid worden langs verschillende lijnen georganiseerd. Een brede infrastructuur voor materiaalonderzoek kan helpen om de stap van onderzoek naar innovatie te versnellen, kennis over veiligheid en

RIVM

A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

T 088 689 89 89

Auteurs:

Bart Walhout,
Adriënné Sips

Centrum:

VSP

Contact:

KIR-nano@rivm.nl

Kenmerk:

KN-2025-0092

DOI:

10.21945/RIVM-KN-2025-0092

Datum:

11 december 2025

duurzaamheid te integreren en de aansluiting bij Europese programma's te versterken.

3. **Nationaal – experimenteren met de integratie van kennis over veiligheid en duurzaamheid tijdens innovatieprocessen:** in Europees beleid wordt SSbD genoemd als één van de elementen voor het vergroten van concurrentievermogen en strategische onafhankelijkheid. Concrete acties om tot implementatie van SSbD in innovatie-ecosystemen te komen zijn echter niet geformuleerd. De Nederlandse inzet op de ontwikkeling van geavanceerde materialen voor energietechnologie, zoals batterijen, biedt een kans om beleidsprioriteiten en onderzoeks- en innovatieagenda's bij elkaar te brengen en in Europees verband verder te brengen.
4. **Europees – inbreng in Europese gremia**
De Nederlandse vertegenwoordiging in Europese gremia en programma's op het gebied van veiligheid, duurzaamheid en innovatie van geavanceerde materialen, biedt de mogelijkheid om gecoördineerd aandacht te vragen voor de integratie van veiligheid en duurzaamheid in innovatiebeleid en draagvlak bij Europese partners te vinden. De inbreng in de European Technology Council (ETC) kan hierin een verbindende rol spelen.

Inleiding

De ontwikkeling van geavanceerde materialen ('*advanced materials*') vormt een belangrijke bijdrage aan de sleuteltechnologieën in de [Nationale Technologie Strategie](#). De ontwikkeling van materialen voor de energietransitie wordt zelf als een sleuteltechnologie voor Nederland gezien. Denk aan het belang van deze materialen voor nieuwe generaties computerchips of de ontwikkeling van nieuwe batterijen voor de energietransitie, maar ook aan nieuwe soorten kunststoffen en coatings. Vanuit maatschappelijk perspectief is het belangrijk dat deze nieuwe materialen niet alleen bijdragen aan duurzaamheid, maar zelf ook veilig, duurzaam en circulair zijn. Dat lijkt vanzelfsprekend, maar het is geen eenvoudige opgave. Het innovatieve karakter van deze materialen kan ervoor zorgen dat effecten voor gezondheid en milieu slecht zijn in te schatten of te testen. Duidelijkheid over de toepasbaarheid van huidige (regulatoir geaccepteerde) testrichtlijnen en testmethoden en de noodzaak voor aanpassingen moet tijdig in gang worden gezet. Onzekerheid over schadelijke effecten kan immers het benutten van kansen hinderen. Andersom is voor het vinden van veilige en duurzame oplossingen vaak de betrokkenheid van meerdere partijen, van ontwikkelaars en producenten tot aan afvalverwerkers, vereist.

In de werkzaamheden voor het [Kennis- en Informatiepunt Risico's Nanomaterialen](#) (KIR-nano) zien we dat de ontwikkeling van geavanceerde materialen enerzijds steeds sterker in de context wordt geplaatst van verminderde afhankelijkheid van kritieke grondstoffen, sneller innoveren, de dubbele uitdaging van verduurzaming en vergroten van het internationale concurrentievermogen. Het pakket aan acties zoals geformuleerd in de [Policy communication 'Advanced Materials for Industrial Leadership'](#) stuurt hier sterk op. Anderzijds merken we dat in deze acties 1) nauwelijks aandacht is voor kennisontwikkeling ten behoeve van veiligheid en duurzaamheid van geavanceerde materialen, 2) de werelden van onderzoek en innovatie en die van (onderzoek voor) veiligheid en duurzaamheid, nog onvoldoende op elkaar zijn aangesloten. Daarnaast zijn beleidsontwikkelingen en onderzoeksprogramma's voor geavanceerde materialen op Europees niveau, lang niet bij alle stakeholders in Nederland voldoende bekend.

In deze notitie zetten we daarom belangrijke vraagstukken en ontwikkelingen met betrekking tot innovatie, veiligheid en duurzaamheid van geavanceerde materialen op een rij. We starten met de bredere, internationale context: over welke materialen gaat het en wat zijn daarbij uitdagingen voor het verkrijgen van inzicht in effecten op gezondheid en milieu? De focus ligt op vragen over veiligheid; bredere duurzaamheidsuitdagingen zijn buiten beschouwing gelaten. Vervolgens gaan we in op het Nederlandse landschap en op ontwikkelingen op Europees niveau.

We zien deze notitie als een hulpmiddel om met opdrachtgevers en belanghebbenden in gesprek te gaan over de vraag welke acties en strategieën nodig zijn om met verhoogde efficiëntie en effectiviteit, veiligheid en duurzaamheid als integraal onderdeel van de ontwikkeling van geavanceerde materialen op te nemen. Voor dit doel benoemen we een viertal aanknopingspunten voor beleid.

De inhoud van deze notitie steunt op de signaleringen door KIR-nano, het bijhouden van literatuur en participatie in internationale gremia en in Europese onderzoeksprojecten. Aanvullend zijn gesprekken gevoerd met vertegenwoordigers van onderzoeksprogramma's (BatteryNL, biobased materialen), platformorganisaties (MaterialenNL, 4HTU) en het Ministerie van Economische Zaken.

Geavanceerde materialen

Geavanceerde materialen kennen op dit moment nog geen wettelijke definitie. Vaak worden specifieke of sterk verbeterde eigenschappen door middel van hoogtechnologisch ontwerp en productie als kenmerk aangeduid. Dit soort brede relatieve omschrijvingen laten zich moeilijk vangen in definities. Dit komt onder andere door het brede toepassingsbereik. Zo noemt de Europese Commissie als [voorbeelden](#):

- metalen nanodeeltjes die het rendement van zonnepanelen verbeteren
- zoutbatterijen voor goedkope en duurzame energieopslag
- microcapsules die licht kunnen absorberen of reflecteren voor de klimaatregeling in gebouwen
- elastomeren en nanokristallen voor flexibele elektronica in slimme apparaten

Daarnaast bouwen het hoogtechnologisch ontwerp en productie voort op verschillende wetenschappelijke onderzoeksgebieden. In plaats van een precieze definitie gebruikt de Europese Commissie daarom de [werkomschrijving](#) van de OECD:

Onder geavanceerde materialen worden materialen verstaan die op doordachte wijze zijn ontworpen om i) nieuwe of verbeterde eigenschappen en/of ii) gerichte of verbeterde structurele kenmerken te hebben, teneinde specifieke of verbeterde functionele prestaties te realiseren. Dit omvat zowel nieuw opkomende vervaardigde materialen (hightechmaterialen) als materialen die uit traditionele materialen worden vervaardigd (lowtechmaterialen)

Vanuit het oogpunt van vroegtijdig anticiperen op de ontwikkelingen in geavanceerde materialen heeft de werkomschrijving van de OECD als voordeel dat het een breed zoeklicht zet op nieuwe materiaaleigenschappen. Hiermee samenhangend kan ook worden gekeken naar de mogelijke impact van de nieuwe eigenschappen op zowel economische kansen als veiligheid en duurzaamheid. Nadeel is dat het weinig richting geeft voor onderzoekstrategieën of regelgeving. Om dit nadeel te ondervangen wordt vaak getracht om geavanceerde materialen in klassen in te delen, zoals polymeren, vezels, composieten, etc. of op basis van functionaliteiten zoals lichtgewicht materialen, hoog geleidende materialen, etc.

Voor Nederland is door het Ministerie voor Economische Zaken (MinEZ) een inventarisatie¹ gemaakt van de sleuteltechnologieën waarin geavanceerde materialen worden ontwikkeld en van betrokken hogescholen, universiteiten en bedrijven. De zeven geïdentificeerde sleuteltechnologieën zijn:

- *Energy materials*
- *Optical, electronic, magnetic and nanomechanical materials*
- *Meta materials*
- *Soft/biomaterials*
- *Thin films and coatings*
- *Construction and structural materials*
- *Smart materials*

Daarnaast spelen geavanceerde materialen een rol in andere sleuteltechnologieën, zoals *Chemical technologies, Engineering & Fabrication technologies, Nanotechnology, Life Science and Biotechnologies, Quantum technologies (quantum materials), Digital technologies* en *Photonics and optical technologies*. Daarbij is het einddoel vaak niet materiaalontwikkeling zelf, maar is wel materiaalontwikkeling en materiaalkennis nodig.

¹ Rapport voor intern gebruik binnen de Rijksoverheid

Uitdagingen voor risicobeoordeling van geavanceerde materialen

In het huidige veld van geavanceerde materialen zijn er diverse aanleidingen die een uitdaging voor de risicobeoordeling van die materialen vormen:

- a. De enorme hoeveelheid mogelijke varianten
- b. Wat is relevant om te meten? Hoe moet je ze meten?
- c. Toepassing van regulatoire kaders

Ad a. De ontwikkeling van geavanceerde materialen bouwt [in veel gevallen](#) voort op wat eerder als 'nanomaterialen' werd aangeduid. Kenmerkend voor deze materialen is dat hun eigenschappen niet alleen worden bepaald door hun chemische samenstelling, maar ook door aanpassingen in de fysieke structuur op moleculair niveau. Een voorbeeld hiervan zijn de vele vormen van [grafeen](#), die chemisch gezien uit een vergelijkbaar netwerk van koolstofatomen bestaat. Voor het inschatten van mogelijke risico's voor mens en milieu vormt dit een [grote uitdaging](#), omdat het overgrote deel van de methoden voor risicobeoordeling uitgaat van de chemische samenstelling. Ook onderzoek naar de vraag in hoeverre deze methoden moeten worden aangepast of aangevuld, wordt bemoeilijkt door het grote aantal mogelijke varianten. Onder de noemer geavanceerde materialen wordt de scope nog verder verbreed met andere en soms nog meer ingewikkelde werkingsmechanismen.

Ad b. Een basale vraag is welke [materiaaleigenschappen](#) van belang zijn om te meten en hoe je die op een valide manier kunt beoordelen. Zo moet worden vastgesteld wat een representatieve blootstelling is of met welke verschillen in vorm (bijv. één of enkele lagen) rekening moet worden gehouden. Een voorbeeld is de relatief nieuwe materialenfamilie [MXenes](#). Dit zijn zogeheten tweedimensionale materialen ('2D materials'). Sommige vormen bevatten, net als sommige vormen van het al langer bekende grafeen, scherpe randjes die schade aan cellen zou kunnen veroorzaken, bijvoorbeeld na inademing. Dit effect is echter sterk afhankelijk van vorm en rigiditeit van het materiaal en de omstandigheden van blootstelling.

Ad c. Een andere uitdaging betreft de toepassing van juridische kaders. [Nanocarriers](#) bijvoorbeeld, zijn moleculaire structuren waarmee actieve ingrediënten onder specifieke omstandigheden op de juiste plek worden gebracht om hun werking te kunnen doen. Dat kunnen geneesmiddelen zijn of bijvoorbeeld mRNA vaccins, maar ook nutriënten (voeding), pesticiden (landbouw) of cosmetica. Vanuit juridisch perspectief is bij dit soort systemen de vraag wat er gereguleerd moet worden: het actieve ingrediënt (*substance, material*), het samengestelde systeem (*article*) of de combinaties van materialen daarin (*mixture*)? Dit is in het ene kader duidelijker gereguleerd (geneesmiddelen) dan in het andere (chemische stoffen).

Het Duitse milieuagentschap UBA heeft in 2020 een poging gedaan om een eerste ordening aan te brengen in de veiligheidsvragen rondom geavanceerde materialen. Op basis van de uitkomsten van een aantal workshops is voorgesteld een aantal materiaalklassen als leidraad te nemen. Voor elk van die materiaalklassen is een [inventarisatie](#) gemaakt van economische relevantie (met het oog op toepassingsbereik) en vragen met betrekking tot risicobeoordeling. Het RIVM heeft samen met UBA een [signaleringsaanpak](#) voor geavanceerde materialen ontwikkeld. Deze is vervolgens in OECD verband als Early4AdMa methodiek [aanbevolen](#). Daarnaast draagt RIVM ook bij aan een [Early Warning System for Advanced Materials](#) dat is ontwikkeld in het Horizon Europe project HARMLESS.

Ondanks deze vorderingen stellen [zowel UBA als RIVM](#) dat de implementatie van dergelijke *risk governance* instrumenten nog sterk achterblijft. Zo wordt het belang van veiligheid en duurzaamheid wel benoemd in beleidsstukken en onderzoeksagenda's, maar is van concrete implementatie nog geen sprake.

Het Nederlandse innovatielandschap voor geavanceerde materialen

Een korte *internet search* met zoektermen voor geavanceerde materialen in Nederland levert een tweeledig beeld op. Het overgrote deel van de resultaten verwijst naar activiteiten in publiek-private onderzoeksprogramma's. Een kleiner deel verwijst naar materialen die onder de noemer *advanced materials* al op de markt zijn. Aangezien deze laatste categorie voornamelijk bekende materialen betreft, zoals silicapoeder, maar dan van zeer hoge kwaliteit (korrelgrootte, zuiverheid), richten we ons hieronder op de eerste categorie.

In de nationale publieke en publiek-private onderzoeks- en innovatieprogramma's is de ontwikkeling van nieuwe materialen in verschillende agenda's en programma's verwerkt:

- De onderzoeksprogrammering van NWO
- De topsectoren [ChemistryNL](#), [Holland High Tech](#), Energie en Agri & Food
- Het Nationaal Groeifonds
- De Kennis- en Innovatie Agenda (KIA) [Sleuteltechnologieën](#)

Deze agenda's en bijbehorende programma's overlappen elkaar deels. Daarnaast zijn op deelgebieden ook platforminitiatieven gelanceerd, zoals [M2i](#) dat kennisinstellingen en bedrijven verbindt in onderzoeksvoorstellen, [MaterialenNL](#) dat materiaalonderzoeksagenda's in de topsectoren en het nationale groeifonds bij elkaar brengt of [ARC CBBC](#) dat zich specifiek richt op *sustainable chemistry*.

In opdracht van MinEZ is de lijst met sleuteltechnologieën geactualiseerd die in 2017 was opgesteld ten behoeve van het missiegedreven innovatiebeleid. Op basis van deze herijking zijn tien sleuteltechnologieën geprioriteerd in de [Nationale Technologie Strategie](#). Hiervan zijn *Energy materials* en *Semiconductor technologies* belangrijke toepassingsgebieden in de ontwikkeling van geavanceerde materialen, maar blijkt uit de eerder genoemde inventarisatie van MinEZ dat ook voor veel andere sleuteltechnologieën geavanceerde materialen worden ontwikkeld. Hoewel deze inventarisatie nog geen direct inzicht geeft in welke geavanceerde materialen in Nederland worden ontwikkeld, geeft de inventarisatie wel een breed beeld van betrokken partijen.

Uit enkele interviews en informele gesprekken met partijen in wetenschap en beleid merken we op dat er vaak sprake is van een open houding ten aanzien van het belang om kennis over veiligheid en duurzaamheid te integreren, maar ook dat de kennis en het overzicht ontbreekt om dit te organiseren. Deels is dit inherent aan de veelzijdigheid van het veld van materiaalontwikkeling. Daarnaast zijn er verschillende logica's voor sturing. Zo variëren de argumenten in de herijking van verschillende sleuteltechnologieën van technologische clustering tot toepassingsgebieden, maatschappelijke opgaven, industriële sectoren, internationale beleidsagenda's en wetenschappelijke scores. Verder valt op dat de Europese beleidsinzet en onderzoeksprogrammering voor geavanceerde materialen weinig bekend lijkt te zijn bij Nederlandse partijen.

Ontwikkelingen op Europees niveau

Het beleid van de Europese Commissie voor geavanceerde materialen staat in het teken van het vergroten van het Europese concurrentievermogen, duurzaamheid en weerbaarheid (Draghi rapport '[The future of European competitiveness](#)') en het versnellen van innovatie door efficiënter en effectiever onderzoeks- en innovatiebeleid (Heitor rapport '[Align, Act, Accelerate](#)'). Zo worden geavanceerde materialen in de beleidscommunicatie "[Advanced Materials for Industrial Leadership](#)" als cruciaal gezien voor de aanpak van klimaatverandering, de ontwikkeling van schone technologieën en het verminderen van de afhankelijkheid van kritieke grondstoffen. Om innovatie te stimuleren stelt de Europese Commissie een pakket van strategische acties voor, geordend in vijf pijlers:

1. Europees onderzoek en innovatie op het gebied van geavanceerde materialen
2. Versnelling van de overgang van laboratorium naar productie
3. Verhoging van kapitaalinvesteringen en toegang tot financiering
4. Het stimuleren van de productie en het gebruik van geavanceerde materialen
5. Een overkoepelend governance-kader

Eén van de strategische acties uit dit pakket is het Europese partnershipprogramma [IAM4EU](#) (*Innovative Advanced Materials for Europe*) dat zich richt op de vier toepassingsgebieden die door de Europese Commissie zijn geprioriteerd²:

- Energie
- Mobiliteit
- Bouw
- Elektronica

De Europese Commissie stelt als randvoorwaarde dat de materialen veilig, duurzaam en circulair zijn. Daarbij lijkt er vanuit te worden gegaan dat aan deze randvoorwaarde kan worden voldaan als de materialen conform de principes van SSbD worden ontwikkeld. Het ontwikkelen en toepassen van geavanceerde materialen en het ontwikkelen van kennis en regulatorisch geaccepteerde testmethoden om veiligheid, duurzaamheid en circulariteit te borgen, wordt echter in aparte ecosystemen georganiseerd.

Zo worden in de [strategische onderzoeksagenda](#) van IAM4EU SSbD, duurzame productieprocessen en standaardisatie genoemd, maar zal het programma zelf zich beperken tot het exploreren van vraagstukken op deze gebieden. Tegelijkertijd is er in het Europese partnership programma [PARC](#), dat gericht is op vernieuwing van risicobeoordeling van chemische stoffen, nauwelijks aandacht voor geavanceerde materialen en de specifieke testvereisten die deze materialen met zich mee kunnen brengen.

Nederland is (bij monde van RIVM) internationaal in de OECD actief in het ontwikkelen van wereldwijd geaccepteerde test- en validatiemethoden voor nanomaterialen voor regulatorische toepassing (Working Party for Manufactured Nanomaterials (WPMN), AdMa Steering Group). In 2024 is het mandaat van de werkgroep die zich hiermee bezighoudt uitgebreid naar geavanceerde materialen. Het zogeheten [Malta Initiatief](#), verenigt het Europese onderzoek ten behoeve van standaardisatie van veiligheidstesten van nanomaterialen. Echter, de Europese Commissie is gestopt met financiering van onderzoek ten behoeve van harmonisatie en standaardisatie voor het testen van

² N.B. Inmiddels is ook het thema Health, gericht op het ontwikkelen van geneesmiddelen, medische hulpmiddelen en andere technologische gezondheidsondersteunende producten geprioriteerd, maar (nog) niet in IAM4EU opgenomen.

veiligheid. Gecoördineerde financiering en samenwerking tussen de Europese Commissie en lidstaten ontbreekt op dit moment.

Aanknopingspunten voor beleid

Voor de ontwikkeling van veilige en duurzame geavanceerde materialen kan worden voortgebouwd op ervaringen die zijn opgedaan met de *risk governance* voor nanomaterialen en de aanbevelingen die hieruit op Europees niveau zijn geformuleerd. Het RIVM heeft eraan bijgedragen om deze lessen te vertalen naar een [Safe & Sustainable Innovation Approach](#) (SSIA). Hierin worden twee sporen onderscheiden: *Regulatory Preparedness* (RP) en *Safe & Sustainable by Design* (SSbD). Voor beide strategieën zijn platformen voor uitwisseling en samenwerking tussen verschillende partijen nodig (*Trusted Environments*). Hieronder benoemen we een aantal eerste aanknopingspunten voor beleid om deze aanpak concreet vorm te geven.

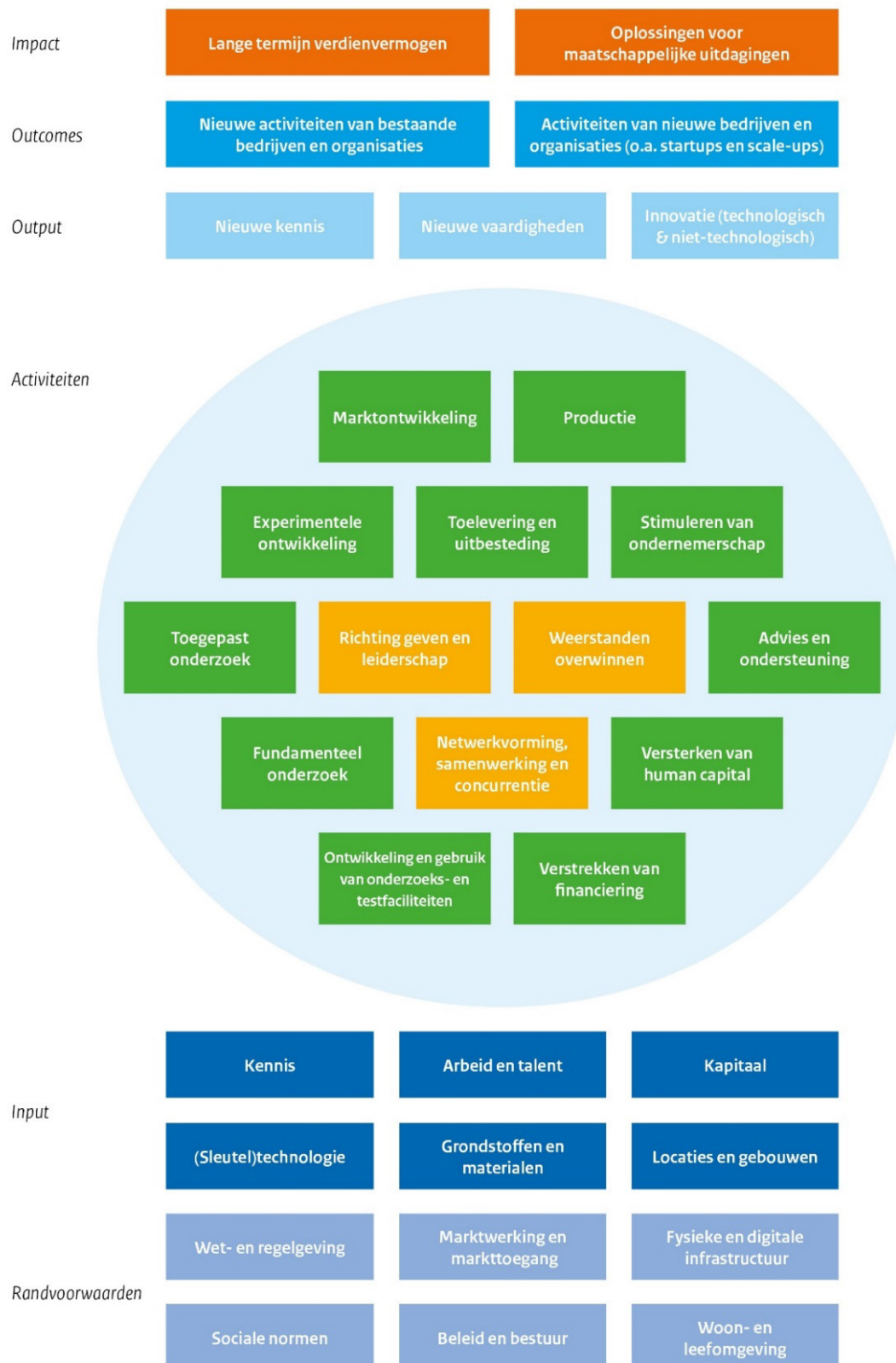
1. Internationaal – anticipatie op ontwikkelingen in het veld

De breedte van het onderzoeks- en innovatieveld voor geavanceerde materialen en de verschillende vraagstukken in het beoordelen van mogelijke effecten voor mens en milieu vormen samen een grote uitdaging. Op dit moment wordt vanuit Europese onderzoeksprojecten als [SUNSHINE](#) en [SUNRISE](#) gewerkt aan het combineren van horizon scanning en (kwantitatieve) risico-analyse als bijdrage aan de verdere ontwikkeling van de Early4AdMa systematiek. Bij implementatie van deze methoden moeten ook voorzieningen voor vervolgacties op signalen worden georganiseerd. Ook hiervoor is coördinatie in internationaal verband nuttig en is het belangrijk om de organisatie daarvan tijdig te starten.

2. Nationaal – innovatie-ecosysteefuncties en aansluiting bij het Europese onderzoeksveld

De afgelopen jaren is het inzicht gegroeid dat bij het stimuleren van onderzoek en innovatie niet zozeer lineair moet worden gedacht (van kennis naar toepassing), maar in termen van innovatie-ecosystemen en sturing op maatschappelijke opgaven. Vanwege de breedte van het veld en de verschillende sturingslogica's staat het niet op voorhand vast of dit specifiek voor geavanceerde materialen moet worden gestimuleerd of als onderdeel van andere agenda's. Het denken in innovatie-ecosystemen biedt echter wel de mogelijkheid om te onderzoeken welke elementen aandacht behoeven. Een [achtergrondstudie](#) bij de kabinetsstrategie voor het versterken van onderzoeks- en innovatiesystemen in Nederland biedt daarvoor een model, zie Figuur 1.

Figuur 1: conceptueel kader onderzoeks- en innovatiesystemen. Bron: [Dialogic](#)



Eén van de mogelijkheden is het opzetten van programma-overstijgende ondersteuning van materiaalonderzoek -en innovatie. Dit kan op technologisch vlak (digitalisering en modellering), in infrastructuur (*shared facilities*) en via het bij elkaar brengen van verschillende expertises. In eerdere onderzoeks- en innovatieprogramma's voor nanomaterialen (NanoNed en NanoNextNL) zijn hier positieve ervaringen mee opgedaan en is tevens geëxperimenteerd met modellen voor anticipatie op veiligheid voor mens en milieu en andere maatschappelijke aspecten. De vele raakvlakken van geavanceerde materialen met sleuteltechnologieën bieden opnieuw een zelfde schaalgrootte voor dit soort brede ondersteuning.

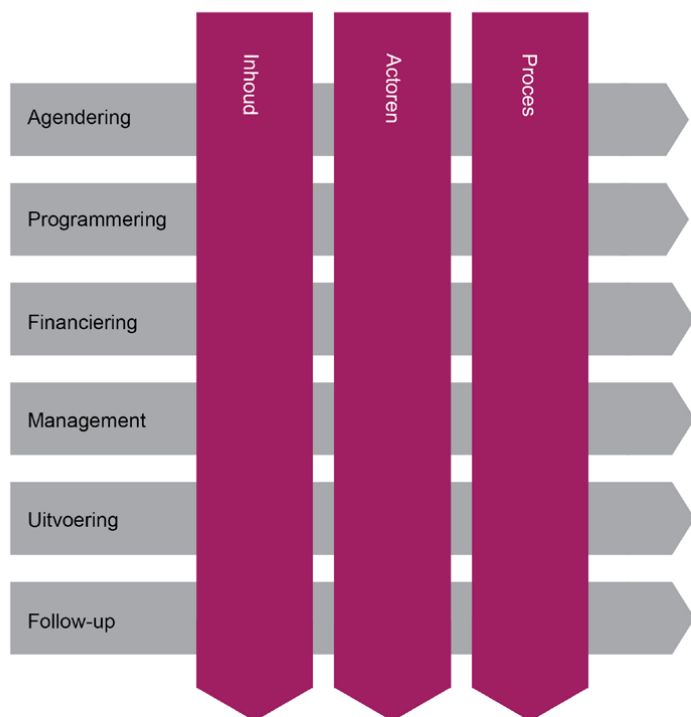
Met een brede kennisinfrastructuur voor materiaalonderzoek kan tevens een betere aansluiting op het Europese onderzoeksveld worden gezocht. Een concrete ingang daarvoor vormen de activiteiten in het recente gestarte Europese project [InnoMatSyn](#). In dit project wordt een overzicht gecreëerd van lopende nationale, regionale en Europese programma's en initiatieven voor de ontwikkeling van geavanceerde materialen. Door deze overzichten te vergelijken met relevante kennisagenda's wordt ook inzicht verkregen voor welke onderwerpen te weinig activiteiten lopen. RIVM is in dit project partner en verantwoordelijk voor overzicht van programma's en initiatieven op het gebied van veiligheid en duurzaamheid van geavanceerde materialen.

3. Nationaal – experimenteren met de integratie van kennis over veiligheid en duurzaamheid tijdens innovatieprocessen

Nederland heeft een sterke positie in gebieden die ook op Europees niveau zijn geprioriteerd: chips, lichtgewicht materialen en batterijen. Zoals hierboven besproken biedt programma-overstijgende ondersteuning in onderzoek en innovatie van nieuwe materialen ook de mogelijkheid om kennis over veiligheid en duurzaamheid te integreren. Een [analyse van de onderzoeks- en innovatieprogramma's](#) NWO-MVI, Kennis voor Klimaat, Transforum, NanoNextNL, NanoNed, CSG Next en experimenten met living labs, smart cities en een maatschappelijke incubator, laat zien dat integratie van niet technologische aspecten vorm gegeven kan worden in verschillende fasen van onderzoeks- en innovatieprogrammering en via verbreding in inhoud, betrokkenen en proces, zie Figuur 2.

Specifiek biedt de implementatie van de Nationale Strategische Aanpak Batterijen een kans om concreet aan de slag te gaan met integratie van kennis over innovatie met veiligheid en duurzaamheid. Deze strategie bestaat uit drie pijlers: economische kansen, strategische autonomie en duurzaamheid. Voor het gericht regisseren van samenwerking op deze thema's, is het nodig onderscheid te maken in het *Technology Readiness Level* (TRL) van aangesloten onderzoeksprojecten. Verder kunnen regionale clusters kansen bieden voor samenwerking. In de verschillende samenwerkingsverbanden zou kunnen worden geëxperimenteerd met een SSbD raamwerk voor batterijen dat momenteel door het RIVM wordt ontwikkeld in opdracht van de interdepartementale werkgroep Batterijen. Op Europees niveau kan aansluiting worden gezocht bij het [BIG-MAP](#) (*Battery Interface Genome – Materials Acceleration Platform*) initiatief van het Battery2030+ netwerk.

Figuur 2: raamwerk voor maatschappelijke inbedding. Bron: [Rathenau Instituut](#)



4. Europees – inbreng in Europese gremia

De Nederlandse vertegenwoordiging in Europese gremia en programma's op het gebied van veiligheid, duurzaamheid en innovatie, biedt de mogelijkheid om gecoördineerd aandacht te vragen voor de integratie van veiligheid en duurzaamheid in innovatiebeleid en draagvlak bij Europese partners te vinden. De inbreng in de [European Technology Council](#) (ETC) kan hierin een verbindende rol spelen.

Samenvattend vragen de doelstellingen voor geavanceerde materialen, zoals het versnellen van innovatie of het vergroten van het concurrentievermogen om gerichte integratie van kennis over veiligheid en duurzaamheid. Net als bij vorige generaties nieuwe materialen verloopt dit proces niet vanzelf. Bovenstaande aanknopingspunten voor beleid vormen een eerste aanzet voor coördinatie op nationaal, Europees en internationaal niveau.