

# Onderzoeksinfrastructuur voor materialen in Nederland

Knelpunten en oplossingen in beeld naar  
aanleiding van ADEM-rondetafelbijeenkomst



## **Auteurs**

Jos van den Broek, Jasper Deuten

## **Redactie**

Rathenau Instituut, afdeling Communicatie

## **Foto omslag**

Shutterstock

## **Bij voorkeur citeren als:**

Jos van den Broek & Jasper Deuten (2020). *Onderzoeksinfrastructuur voor Materialen in Nederland – Knelpunten en oplossingen in beeld naar aanleiding van ADEM-rondetafelbijeenkomst* Den Haag: Rathenau Instituut

## Voorwoord

Na een lange dag zit je in de trein, met tijd om even die e-mails te beantwoorden. En dan? Batterij leeg. De ontwikkeling van mobiele telefoons, maar ook van elektrische auto's en de opslag van duurzaam opgewekte energie, wordt momenteel gehinderd door de beperkte capaciteiten van de batterijen. Om deze beperkingen tegen te gaan werken onderzoekers aan nieuwe batterijtechnologie. Hiervoor is diepgaand onderzoek nodig naar materialen die gebruikt kunnen worden in plaats van het nu gangbare lithium-ion. Materiaalonderzoekers hebben daarvoor een uiteenlopende set aan instrumenten, apparaten en ondersteuning nodig, oftewel een onderzoeksinfrastructuur.

In dit rapport geven we op verzoek van het ADEM-programma (Advanced Dutch Energy Materials) een overzicht van knelpunten in de onderzoeksinfrastructuur voor materialenonderzoek en reflecteren we op de mogelijke verbeterpunten hierin. De basis voor dit rapport is een workshop die vanuit het ADEM-programma werd georganiseerd ter afsluiting van hun programma met onderzoekers uit het materialenonderzoeksveld.

We constateren dat er twee belangrijke knelpunten zijn. Ten eerste ontbreekt de financiering voor de bemensing, het onderhoud en de update van infrastructuur. Ten tweede is er behoefte aan coördinatie binnen de onderzoeksgemeenschap en bij de financiers. De oplossingsrichtingen kunnen worden samengevat in de noodzaak om een gedeelde brede én diepe roadmap te ontwikkelen, waarin de gemeenschap uiteenzet op welk niveau welke instrumenten en apparaten benodigd zijn, en hoe deze gefinancierd kunnen worden.

Dit is een verdieping van het huidige roadmappen dat op nationaal en Europees niveau plaatsvindt voor de grootschalige infrastructuren. Wij suggereren hier om dat ook te doen voor de basisfaciliteiten en de nationale onderzoeksinfrastructuur, specifiek voor het materialenveld. Bovendien zou dit direct gekoppeld moeten worden aan financiering omdat anders het risico bestaat van vrijblijvende wensenlijstjes met ingebakken teleurstellingen.

Dit onderzoek past in een jarenlange lijn van onderzoek naar wetenschappelijke onderzoeksinfrastructuren. Het voegt daar een verdieping van meerdere niveaus aan toe, en een blik op een specifiek onderzoeksveld met zijn wensen en noden.

**Dr. ir. Melanie Peters**

Directeur Rathenau Instituut

# Samenvatting

## Aanleiding

Het Rathenau Instituut is benaderd door het ADEM-programma om op basis van een workshop een analyse te maken van de onderzoeksinfrastructuur op het gebied van materialenonderzoek in Nederland. In de afgelopen tien jaar heeft het Advanced Dutch Energy Materials (ADEM) programma een bijdrage geleverd aan het versterken van de onderzoeksinfrastructuur voor het materialenonderzoek, specifiek gericht op energiematerialen. De materialenonderzoeksinfrastructuur in Nederland kent een aantal uitdagingen en knelpunten.

De onderliggende vraag daarbij is op welke manier onderzoeksinfrastructuur georganiseerd en gefinancierd kan worden in samenhang met een adequate bemensing. In dit rapport worden deze knelpunten benoemd en enkele oplossingsrichtingen geschetst.

## Wat verstaan we onder 'onderzoeksinfrastructuren'

*'Grootschalige wetenschappelijke infrastructuren zijn faciliteiten, hulpbronnen en diensten waarvan de onderzoeksgemeenschap gebruikmaakt om op haar gebied onderzoek te verrichten en innovatie te bevorderen. Waar relevant kan de infrastructuur ook voor andere dan onderzoeksdoelen worden aangewend, bijvoorbeeld voor onderwijs of voor openbare dienstverlening. Het betreft onder meer belangrijke wetenschappelijke apparatuur of verzamelingen van instrumenten; op kennis gebaseerde hulpbronnen zoals verzamelingen, archieven, collecties of wetenschappelijke gegevens; e-infrastructuren zoals (gekoppelde) databestanden, en computersystemen en communicatienetwerken; en elke andere unieke infrastructuur die van wezenlijk belang is om excellentie in onderzoek en innovatie te bereiken. Het kan hierbij gaan om infrastructuren die zich op één locatie bevinden, of virtuele dan wel gedistribueerde infrastructuren (in Nederland of daarbuiten).'* (NWO, 2016)

Dit rapport focust op de materialenonderzoeksinfrastructuur en met name op apparaten waarmee de structuur en de fysisch-chemische eigenschappen van materialen onderzocht kunnen worden.

We maken onderscheid tussen verschillende soorten infrastructuur:

- Basisfaciliteiten (bijvoorbeeld röntgendiffractie, NMR, SEM) die op vrijwel elke universiteit aanwezig zijn en tot 1 miljoen euro kosten.
- De gespecialiseerde nationale infrastructuur, (zoals voor vastestof-NMR, HR-TEM, RBS, ARPES), die slechts op één of enkele plaatsen aanwezig is, die 1-5 miljoen euro kost en expliciet een nationale functie heeft.
- De zeer kapitaalintensieve en gespecialiseerde infrastructuur die op specifieke plekken in Europa en de rest van de wereld beschikbaar is.

### **Twee centrale knelpunten**

Om de knelpunten en oplossingsrichtingen boven tafel te krijgen, organiseerde ADEM een workshop met deelnemers vanuit het ADEM-programma en het bredere veld van materialenonderzoek. De bijdrage van het Rathenau Instituut bestond uit het verzamelen en uitdiepen van de resultaten. Dit rapport geeft weer hoe betrokkenen uit het veld van materialenonderzoek aankijken tegen de materialenonderzoeksinfrastructuur in Nederland en welke verbetermogelijkheden zij zien. Deelnemers benoemen twee centrale problemen.

Ten eerste het ontbreken van financiering voor de bemensing, het onderhoud en de update van infrastructuur. Zowel de eerste als tweede geldstroom van universiteiten bieden (te) weinig mogelijkheden om onderzoeksinfrastructuur adequaat te bemensen. Onderzoeksfinanciers verdelen wel middelen voor de aanschaf van nieuwe apparatuur, maar ze financieren niet of nauwelijks onderhoudskosten en kosten voor updaten van apparatuur. Het resultaat is dat deze vaak niet over de gehele levensduur gedekt zijn.

Ten tweede wijzen de deelnemers aan de workshop op het gebrek aan coördinatie binnen de onderzoeksgemeenschap en de financiers. Zo hebben materialenonderzoekers slechts een beperkt overzicht van bestaande infrastructuur. Het gevolg is dat materialenonderzoekers daardoor niet optimaal gebruikmaken van elkaars faciliteiten, hoewel formeel vrijwel alle onderzoeksinfrastructuur open toegankelijk is. Bovendien ontbreekt het aan ondersteuning wanneer zij dit wel proberen te realiseren. De materialengemeenschap is dermate breed en versnipperd, dat er moeilijk overeenstemming wordt gevonden over de behoeften en prioriteiten. Mede daardoor is er geen gezamenlijke strategische visie op de behoefte aan investeringen in, en gebruik van, nieuwe infrastructuur. Dat maakt het voor financiers ook moeilijk te bepalen waar investeringen nodig en profijtelijk zijn.

### **Oplossingsrichtingen**

Ten eerste benadrukken de aanwezige onderzoekers het belang van communityvorming en het versterken en verbeteren van de eigen netwerken. Zij zien de vorming van MaterialenNL dan ook als een veelbelovend initiatief om de gemeenschap te versterken en te werken aan de zichtbaarheid van de materialensector als een onderscheidend, sterk Nederlands onderzoeksdomein.

Ten tweede zien de deelnemers een noodzaak om een nationale, gedeelde basisinfrastructuur op te zetten die wordt ondersteund door nationale servicecentra. Dit zorgt voor wederzijdse kostendeling, efficiënter gebruik van apparatuur en het zichtbaar maken van wat er al aanwezig is en bij wie men daarvoor terecht kan. Dit kan primair worden ondergebracht bij de universiteiten, maar ook organisaties zoals AMOLF en/of ECN-TNO kunnen daar een rol in spelen. Het belangrijkste is dat onderzoeksfinanciers aandacht krijgen voor deze taak en bijbehorende financiering organiseren.

Ten derde is het noodzakelijk dat universiteiten strategischer omgaan met het ondersteunend wetenschappelijk personeel. Een eigen functieprofiel voor deze medewerkers kan daarbij helpen, maar ook het vormen van een eigen community en het aanbieden van training en professionalisering.

Ten vierde constateerden de deelnemers dat de onderzoeksinfrastructuur gebaat is bij langetermijnvisie en langetermijnfinanciering waarbij deze zowel kan worden ingezet voor specifieke projecten, als voor kortdurend gebruik binnen lopende projecten en onderzoekslijnen.

Ten vijfde pleiten de deelnemers ervoor om bemensing en onderhoud van apparatuur vanaf de start mee te wegen en mee te financieren bij investeringsbeslissingen. Hiermee wordt voorkomen dat dure apparaten worden aangeschaft die na een periode van vier jaar in onbruik raken.

Een laatste oplossingsrichting van de deelnemers is dat voorstellen voor de financiering van infrastructures breder beoordeeld worden. Bijvoorbeeld door te kijken naar het aantal gebruikers, de langetermijnduurzaamheid van de investering, de toegankelijkheid voor onderzoekers en de industrie, en de relevantie van het onderzoek voor bedrijfsleven en maatschappij. Kortom, dat er bij de beoordeling een meer gebalanceerde weging van verschillende aspecten plaatsvindt.

Samengevat: het is nodig om een gedeelde brede én diepe roadmap te ontwikkelen waarin de gemeenschap uiteenzet op welk niveau welke instrumenten en apparaten benodigd zijn, en hoe deze gefinancierd kunnen worden.

# Inhoud

Voorwoord.....	3
Samenvatting .....	4
<b>2</b> <b>Inleiding</b> .....	<b>8</b>
2.1 <b>Aanleiding</b> .....	<b>8</b>
2.2 <b>Aanpak en opzet</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b> <b>Analyse door het veld</b> .....	<b>12</b>
3.1 <b>Algemene analyse</b> .....	<b>12</b>
3.2 <b>Delen van faciliteiten</b> .....	<b>15</b>
3.3 <b>Toegankelijkheid voor industrie</b> .....	<b>16</b>
3.4 <b>Bemensing</b> .....	<b>17</b>
3.5 <b>Financiering</b> .....	<b>19</b>
3.6 <b>Witte vlekken</b> .....	<b>20</b>
<b>4</b> <b>Reflectie</b> .....	<b>21</b>

## 2 Inleiding

### 2.1 Aanleiding

In de afgelopen tien jaar heeft het Advanced Dutch Energy Materials (ADEM) programma een bijdrage geleverd aan het versterken van de onderzoeksinfrastructuur voor het materialenonderzoek. Hoewel de organisatie van het ADEM-programma terugkijkt op een aantal substantiële bijdragen hieraan, met name op het gebied van zon, wind en batterijen, vraagt de huidige onderzoeksinfrastructuur volgens hen nog substantiële uitbreiding en verbetering. Als afsluiting van het ADEM-programma willen de betrokkenen dan ook graag een aanzet geven voor een discussie over de problemen en verbetermogelijkheden met betrekking tot de materialenonderzoeksinfrastructuur in Nederland.

Het Rathenau Instituut is benaderd door de organisatie van het ADEM-programma om op basis van een workshop een analyse te maken van de onderzoeksinfrastructuur op het gebied van materialenonderzoek in Nederland. Centrale vraag in deze discussie is, waar de knelpunten en oplossingsrichtingen liggen van het materialenonderzoek op het gebied van de basisonderzoeksinfrastructuur (bij universiteiten en ECN-TNO), de gespecialiseerde nationale onderzoeksinfrastructuur en de Europese onderzoeksinfrastructuur. Ook speelt de vraag op welke manier deze infrastructuur kan worden georganiseerd en gefinancierd in samenhang met een adequate bemensing.

Het Rathenau Instituut droeg bij aan de organisatie van de workshop, was daarbij aanwezig en voerde nog vier aanvullende gesprekken. Op basis van deze input hebben we in dit rapport de voornaamste knelpunten en oplossingsrichtingen gegroepeerd en geanalyseerd.

Deze vraag past goed bij de missie van het Rathenau Instituut om het debat over wetenschap en technologie in de samenleving te stimuleren en te onderbouwen, en om beleid en besluitvorming hierover te informeren. Onderzoeksfaciliteiten spelen een belangrijke rol in het vitaal houden van onderzoeksgebieden. Het is een publiek belang dat investeringen in onderzoeksinfrastructuur op een weloverwogen manier worden genomen, en dat deze op een goede manier worden beheerd en onderhouden.



**Wat verstaan we onder ‘onderzoeksinfrastructuren’?**

*‘Grootschalige wetenschappelijke infrastructures zijn faciliteiten, hulpbronnen en diensten waarvan de onderzoeksgemeenschap gebruikmaakt om op haar gebied onderzoek te verrichten en innovatie te bevorderen. Waar relevant kan de infrastructuur ook voor andere dan onderzoeksdoelen worden aangewend, bijvoorbeeld voor onderwijs of voor openbare dienstverlening. Het betreft onder meer belangrijke wetenschappelijke apparatuur of verzamelingen van instrumenten; op kennis gebaseerde hulpbronnen zoals verzamelingen, archieven, collecties of wetenschappelijke gegevens; e-infrastructures zoals (gekoppelde) databestanden, en computersystemen en communicatienetwerken; en elke andere unieke infrastructuur die van wezenlijk belang is om excellentie in onderzoek en innovatie te bereiken. Het kan hierbij gaan om infrastructures die zich op één locatie bevinden, of virtuele dan wel gedistribueerde infrastructures (in Nederland of daarbuiten).’<sup>1</sup>*

In dit rapport gaat het specifiek over de onderzoeksfaciliteiten voor materialenonderzoek. Dat zijn voornamelijk apparaten waarmee de structuur en de fysisch-chemische eigenschappen van materialen onderzocht kunnen worden. Deze infrastructuur is divers en bestaat uit een basisinfrastructuur (bijvoorbeeld voor röntgendiffractie, NMR, SEM) die op vrijwel elke universiteit aanwezig is en tot 1 miljoen euro kost; gespecialiseerde nationale infrastructuur die slechts op enkele plaatsen aanwezig is (zoals voor vastestof-NMR, HR-TEM, RBS, ARPES) die 1 tot 5 miljoen euro kost en expliciet een nationale functie heeft; en zeer kostbare, gespecialiseerde infrastructuur die verspreid is over Europa en de rest van de wereld.

## 2.2 Aanpak en opzet

Als startpunt voor de workshop, en dit rapport, maakten we samen met de ADEM-organisatie op basis van hun ervaringen een onderscheid tussen vijf soorten onderzoeksinfrastructures:

- De basisfaciliteiten of apparatuur die aanwezig is bij alle universiteiten en onderzoeksinstituten waar materialenonderzoek plaatsvindt (zoals ECN-TNO en AMOLF). Daarbij gaat het over infrastructuur die dagelijks nodig is, zoals bijvoorbeeld voor röntgendiffractie of optische spectrometrie.

---

<sup>1</sup> NWO (2016) Nationale roadmap grootschalige wetenschappelijke infrastructuur. Den Haag: NWO.

- Nationale onderzoeksinfrastructuur waarvan het gehele Nederlandse veld gebruik kan maken, maar waar gespecialiseerde apparatuur en ondersteuning maar op één plek in Nederland beschikbaar zijn. Bijvoorbeeld vastestof-NMR of een hoge resolutie transmissie-elektronenmicroscop.
- Europese infrastructuur, zoals synchotrons en neutronenbundels, die duur is en veelal gericht is op wetenschappelijke excellentie. Daarin maken we onderscheid tussen:
  - a. Infrastructuur waaraan Nederland in algemene zin cofinanciering verstrekt;
  - b. Infrastructuur waarvan Nederland een eigen, toegewezen, onderdeel heeft (zoals een eigen beamline);
  - c. Infrastructuur waaraan Nederland niet deelneemt, maar die wel toegankelijk is voor gebruikers uit Nederland.

Vervolgens hebben de organisatoren van de workshop op basis van de ervaringen in het ADEM-programma vijf discussiethema's vastgesteld. Hierin worden grote vragen gesteld. Zij gaven richting aan de discussie maar konden vanzelfsprekend niet allemaal beantwoord worden in de beperkte tijd van een dagdeel.

1. **Delen van faciliteiten**

Hoe gemakkelijk is het om collega's te vinden die hun infrastructuur willen delen? Wat zijn daarbij de beperkingen? In hoeverre heeft de gemeenschap een beeld van de beschikbare, gedeelde infrastructuur? Welke problemen doen zich voor als je infrastructuur wilt delen? Hoe kan de gemeenschap de toegankelijkheid van elkaars infrastructuur verbeteren?

2. **Toegankelijkheid voor industrie**

In hoeverre wil de gemeenschap haar faciliteiten openstellen voor de industrie, als dit al niet geval is? Voor welke soorten onderzoek en ontwikkeling is de industrie geïnteresseerd in materialenonderzoeksinfrastructuur? Wat voor soort industrie (klein/groot, welke sector, lokaal/nationaal/EU)? Onder welke condities kunnen industriële partners de academische onderzoeksinfrastructuur gebruiken? Wat voor verdienmodellen/kostentoerekeningsmodellen zijn er voor gebruik door industrie? Hoe kunnen we als gemeenschap een win-winsituatie creëren?

3. **Ondersteunend personeel**

Wat voor soort technisch-wetenschappelijke ondersteunend personeel is nodig om optimaal gebruik te maken van infrastructuur? Waarom is dit personeel nodig? Welke kwaliteiten heeft deze staf nodig? Hoe kunnen deze medewerkers worden gepositioneerd in de huidige academische omgeving? Wat zijn de consequenties als er onvoldoende ondersteuning beschikbaar is? Hoe kan de gemeenschap de juiste mensen aantrekken?

#### 4. **Financiering**

Hoe zouden financiers hun middelen kunnen inzetten voor de materialen-onderzoeksinfrastructuur? Hoeveel is er realistisch gezien nodig voor onderzoeksinfrastructuur en welk percentage is noodzakelijk voor basisinfrastructuur? Op welke criteria zouden financiers hun keuzes kunnen baseren? Hoe kan de materialengemeenschap zichzelf beter positioneren om additionele financiering te verkrijgen voor essentiële infrastructuur?

#### 5. **Witte vlekken**

Welke essentiële infrastructuur mist er? Zijn er urgente behoeften binnen de materialengemeenschap die geadresseerd moeten worden? Waarom gebeurt dat nu niet? In welke opkomende technologieën binnen de materialengemeenschap moet geïnvesteerd worden? Welke type infrastructuur moet de hoogste prioriteit hebben als toevoeging aan de bestaande infrastructuur?

De workshop besloeg een dagdeel en bestond uit een plenaire discussie over de belangrijkste sterktes, kansen en uitdagingen voor onderzoeksinfrastructuur voor materialen én vijf groepsdiscussies rondom de geselecteerde thema's.

De deelnemers aan de workshop bestonden uit deelnemers aan het ADEM-programma, aangevuld met een selectie van onderzoekers uit het Nederlandse materialenonderzoeksveld, geselecteerd door de ADEM-organisatie. Ook waren vertegenwoordigers van NWO en het ministerie van Economische Zaken en Klimaat aanwezig.

Om de opbrengsten van de workshop aan te vullen en te verifiëren, heeft het Rathenau Instituut daarnaast gesprekken gevoerd met Harm Jeeninga (TNO), Moniek Tromp (RUG), Erwin Kessels (TU/e) en Marte Bugel (TU Delft).

De rol van het Rathenau Instituut was om als onafhankelijk toehoorder en expert op het gebied van onderzoeksinfrastructuren, de ideeën van de aanwezigen op te tekenen, te groeperen en te analyseren.

## 3 Analyse door het veld

Dit hoofdstuk geeft een samenvatting van wat de deelnemers aan de workshop hebben ingebracht. De gezamenlijke zoektocht start met een algemene analyse die de deelnemers maakten in via de methode van *mindmapping*. Deze algemene analyse geeft een globaal beeld van wat als prangend wordt ervaren door de onderzoekers. Vervolgens gaan we in de paragrafen 2.2 tot en met 2.6 in op de verschillende deelaspecten die zijn besproken.

### 3.1 Algemene analyse

De deelnemers aan de workshop constateren dat het materialenonderzoeksveld zeer divers is, en dat materialenonderzoek in de brede zin in Nederland verspreid is over verschillende disciplines. Wetenschappers die zich met materialenonderzoek bezighouden, zijn versnipperd over verschillende vakgebieden. De diversiteit van het veld vraagt om een breed palet aan apparatuur en instrumenten. Individuele onderzoekers specialiseren zich in enkele technieken die ze vaak gebruiken, en daarnaast willen ze toegang tot technieken die zij niet regelmatig gebruiken, om de analyse van materialen te completeren. De versnippering van het veld maakt het lastig om behoeften te inventariseren en om te prioriteren. Bovendien is het niet duidelijk welke apparatuur waar beschikbaar is. De deelnemers achten het niet ondenkbaar dat er ergens in Nederland pareltjes op universiteiten of andere kennisinstellingen staan zonder dat collega-onderzoekers dat weten.

Deze constatering van versnippering en gebrek aan duidelijke inventarisatie is problematisch, omdat een goede onderzoeksinfrastructuur cruciaal is voor materialenonderzoek. De deelnemers constateren daarbij dat onderzoeksinfrastructuur voor materialenonderzoek in Nederland geen prioriteit lijkt te zijn voor onderzoeksfinanciers. Bovendien ontbreekt het volgens hen in het materialen-domein aan een strategische en geïntegreerde visie op de materialenonderzoeksinfrastructuur in Nederland en daarbuiten. De financiering van apparatuur en instrumenten vindt bottom-up plaats. Zij wordt in belangrijke mate bepaald op basis van onderzoeksvragen van individuen of groepen, en niet op basis van strategische overwegingen van de onderzoeksgemeenschap. Dat laatste is met name van belang voor het nationale en Europese niveau. Het ontbreekt aan een integrale roadmap vanuit de materialenonderzoeksgemeenschap die zou kunnen helpen bij het prioriteren en strategisch benaderen van onderzoeksinfrastructuur. Daarbij zijn generieke investeringen in onderzoeksinfrastructuur moeilijk te verkrijgen. Het

materialenveld weet zich van oudsher slecht te organiseren rondom een specifieke uitdaging en daarbinnen prioriteiten te stellen voor het materiaalonderzoek.

---

### **Kader 1 Infrastructuurbehoeften bij de ontwikkeling van batterijtechnologie**

Een voorbeeld van de behoefte aan onderzoeksinfrastructuur van onderzoekers in het materialenonderzoek, is de ontwikkeling van nieuwe batterijen. Het ontwikkelen van een nieuwe batterij, bijvoorbeeld met magnesium-ionen in plaats van met lithium-ionen, vraagt om het identificeren van passende elektrode- en elektrolytenmaterialen en het testen van de herlaadbaarheid. Een bescheiden infrastructuur volstaat wanneer het doel is om via trial en error geschikte elektrodes en elektrolyten te vinden. Maar voor gericht onderzoek naar de invloed van microstructurele eigenschappen op de batterij-functie, is meer diepgaande materiaalkarakterisering nodig. En dat is ook het geval bij onderzoek naar stabiliteit en oplaadbaarheid van een nieuwe batterij. Dit vergt technieken als hoge resolutie transmissie-elektronen-microscopie (HR-TEM), neutronendiffractie, SIMS, vastestof-NMR, XPS. Het is soms nodig de techniek verder te ontwikkelen voor de specifieke onderzoeksvraag.

Wat dit voorbeeld duidelijk maakt, is dat er vele soorten apparatuur nodig zijn om een nieuw materiaal te ontwikkelen én dat er kennis nodig is om deze apparatuur te gebruiken en de uitkomsten te interpreteren. De meeste materialenonderzoekers zijn expert op een beperkt aantal van deze technieken en apparaten. Voor de rest van het onderzoek zijn zij afhankelijk van de kennis en technische ondersteuning van collega's. Dat is met name lastig te verkrijgen in de exploratieve fase, waar een duidelijk perspectief op gezamenlijk publiceren nog ontbreekt. Op deze manier blijft onderzoek hangen in de verkennende fase en kan niet worden opgeschaald naar het niveau waarop grotere consortia gevormd worden.

---

De onderzoekers participeren in vele internationale consortia waarbinnen ze van elkaars faciliteiten gebruikmaken. Ze gebruiken de infrastructuur in heel Europa en daarbuiten door aanvragen voor meettijd in te dienen. Maar, zo stellen ze, we brengen voor deze Europese infrastructuur minder middelen in dan andere landen, en hebben in eigen land weinig te bieden aan onderzoekers van elders. Dat betekent dat onderzoekers moeten vertrouwen op de goodwill van anderen en op toegangsprocedures waarbij voorstellen worden geselecteerd, om toegang te

verkrijgen tot bepaalde onderzoeksinfrastructuur. Momenteel lukt dit nog goed en de internationale contacten zijn talrijk, mede dankzij de, (volgens de onderzoekers), hoge kwaliteit van het Nederlandse materialenonderzoek. Maar het betekent wel dat onderzoekers van Nederlandse instellingen veelal achteraan in de rij staan, dat er geen urgentie is voor hun onderzoek, en dat zij geen stem hebben in de ontwikkeling of het updaten van bestaande of nieuwe infrastructures. Daarbij geven enkelen aan dat een hoogwaardige eigen onderzoeksfaciliteit ook zou kunnen helpen bij het aantrekken en behouden van wetenschappelijk talent op alle niveaus.

Duitsland, Zwitserland en Zweden worden geroemd als goede voorbeelden van hoe het beter kan. Duitsland vanwege de grote betrokkenheid vanuit de industrie, met name in de exploitatie. Zweden en Zwitserland omdat ze überhaupt veel investeren in onderzoeksinfrastructures voor dit veld<sup>2</sup>. Een ander goed voorbeeld van structureel investeren in infrastructuur is de verplichting voor VITO, de Vlaamse evenknie van TNO, om een bepaald percentage van zijn basisfinanciering te investeren in apparatuur en infrastructuur<sup>3</sup>.

Een belangrijk knelpunt is dat investeringen in onderzoeksinfrastructuur bijna per definitie onrendabel zijn. Er is geen private financier te vinden voor dergelijke investeringen. De afschrijving van onderzoeksinfrastructuur is beperkt gebaseerd op de technische of economische levensduur en meer op de wetenschappelijke levensduur. Die is veelal korter dan de economische of technische levensduur. Dat zorgt ervoor dat er vaak snel na de investering alweer updates en onderhoud plaats moeten vinden. Dat is moeilijk uit te leggen aan een financier die net vele miljoenen heeft geïnvesteerd.

Er worden twee belangrijke, centrale, problemen geïdentificeerd door de aanwezigen.

Ten eerste het ontbreken van financiering voor bemensing, onderhoud en update van infrastructuur. Dit geldt voor alle infrastructuur, maar het grootste probleem doet zich momenteel voor bij de basisinfrastructuur. Zowel de eerste als de tweede geldstroom van universiteiten bieden te weinig mogelijkheden om infrastructuur adequaat te bemensen. Wat deels het gevolg is van keuzes binnen universiteiten over waar zij de eerste geldstroom aan besteden. Onderzoeksfinciers verstrekken wel financiering voor de aanschaf van nieuwe apparatuur, maar voorzien niet in financiering voor de gehele levensduur. Daardoor worden kosten voor onderhoud en update van apparatuur niet gedekt.

---

<sup>2</sup> Een kanttekening daarbij is dat Zweden ook grote risico's loopt als andere landen uiteindelijk niet meebetalen.

<sup>3</sup> Aan de andere kant ontbreekt het in België aan een roadmap voor infrastructures.

Ten tweede wijzen deelnemers aan de workshop op het gebrek aan coördinatie in het domein van materialenonderzoek. Hoewel nagenoeg alle infrastructuur formeel open toegankelijk is, ontbreekt het onderzoekers aan een overzicht van bestaande infrastructuur. Het ontbreekt aan een gedeelde strategische visie op behoefte aan nieuwe infrastructuur. Onderzoekers maken niet optimaal of niet voldoende gebruik van elkaars faciliteiten, en het ontbreekt aan ondersteuning wanneer zij dit wel proberen.

### **3.2 Delen van faciliteiten**

Volgens de workshopdeelnemers heeft Nederland op Europees niveau te weinig toewijding en aandeel in de financiering van bestaande en nieuwe faciliteiten. Het ontbreekt daarbij volgens hen een aan een geïntegreerde Nederlandse visie vanuit de onderzoeksgemeenschap en vanuit onderzoeksfinanciers op materialenonderzoeksinfrastructuur op EU-niveau. Momenteel is de kracht van het eigen netwerk van onderzoekers bepalend voor de toegang tot faciliteiten op EU-niveau. Hoewel de bereidheid en welwillendheid van internationale collega's om elkaar te helpen groot is, is dit problematisch. Het leidt namelijk tot een niet optimaal of minder goed toegangsniveau. Nederlandse onderzoekers moeten achter aansluiten in de rij. Bovendien hebben de workshopdeelnemers het gevoel dat dit niet duurzaam is, omdat ze weinig te bieden hebben aan de internationale collega's. Er is geen sprake van een wederkerige relatie. Het gevolg is ook dat er geen eigen support aanwezig is bij de faciliteiten in andere landen. Daardoor mislukken onderzoeken regelmatig, omdat ze zonder support niet op de juiste manier zijn uitgevoerd en/of veel tijd kosten.

Op nationaal niveau ontbreekt het volgens de aanwezigen aan zichtbaarheid van de aanwezige faciliteiten en aan coördinatie van gebruik en beschikbaarheid. Het is onduidelijk wie wat heeft, en op welke wijze dit door anderen gebruikt kan worden. Dat leidt tot een onderbenutting van de aanwezige infrastructuur. Hoewel er in Nederland unieke infrastructuur aanwezig is, is deze soms niet goed (inter)nationaal toegankelijk. Dat vraagt naast zichtbaarheid ook om wetenschappelijke ondersteuning, financiering en waardering.

Daarnaast is er meer waardering nodig voor de activiteiten die nodig zijn om een nationale en basisinfrastructuur te ontwikkelen, te onderhouden en te delen. Het levert individuele onderzoekers weinig waardering op wanneer zij zich inspannen voor het grotere geheel van de nationale infrastructuur. Die waardering ontbreekt zowel in tijd, geld als carrièreperspectief. Hoogwaardige technisch-wetenschappelijke ondersteuning is nodig om faciliteiten draaiende te houden en

toegankelijk te maken voor anderen. Anders kunnen faciliteiten niet in stand gehouden worden, laat staan gedeeld worden met anderen.

Een belangrijk probleem daarbij is dat samenwerking door iedereen mooi en belangrijk wordt gevonden, maar dat je voor je carrière wel geacht wordt leiding te geven aan consortia. Alleen meedoen in samenwerkingen als deelnemer of teamlid, is onvoldoende om een volgende carrièrestap te kunnen maken. Dit hangt samen met het PI-model (PI staat voor principle investigator), waarin het loopbaantraject van onderzoeker tot hoogleraar is ingebed. Dat speelt breder in de wetenschap, maar komt duidelijk naar voren wanneer het gaat over het delen van infrastructuur.

### 3.3 Toegankelijkheid voor industrie

De industrie is met name geïnteresseerd in toegang tot onderzoeksfaciliteiten van de wetenschap op het niveau van nationale en basisonderzoeksinfrastructuur. Haar interesse betreft zowel het zelf gebruik kunnen maken van deze infrastructuur als het belang dat zij heeft bij goed opgeleide studenten die bekend zijn met de nieuwste of de modernste faciliteiten. De geavanceerde, grootschalige, onderzoeksfaciliteiten zijn vaak sterk gericht op fundamenteel onderzoek. Dat is minder interessant voor bedrijven om gebruik van te maken. Wel kunnen ze een rol spelen in het bouwen en onderhouden van deze infrastructures.

Een belangrijk knelpunt voor een betere toegang van de industrie is volgens de aanwezigen het ontbreken van een gemeenschap waarin kennis en ervaring worden uitgewisseld tussen industrie en wetenschap. Dat gebeurt nu slechts beperkt. Daarnaast ontbreekt het aan een overzichtelijke database van de verschillende faciliteiten en hun relevantie. Zonder overzicht is het voor bedrijven erg lastig om überhaupt te weten dat er een mogelijkheid is om gebruik te maken van wetenschappelijke faciliteiten. Daarbij kan onderscheid gemaakt worden tussen basis- of routine-infrastructuren (waarbij het vooral gaat over *data crunching* voor de industrie) en meer gespecialiseerde infrastructuur. Afhankelijk van de behoefte en het gebruik kan een ander financieringsmodel worden toegepast.

Het gebruik van faciliteiten door de industrie kan voordelig zijn voor het bedrijfsleven omdat het dan zelf geen investeringen hoeft te doen en gebruik kan maken van de kennis van wetenschappers die betrokken zijn bij deze infrastructures. Maar de aanwezigen wijzen erop dat de wetenschap ook moet profijt moet hebben van gebruik door de industrie. Daarom stellen zij voor dat de voorwaarde waaronder de industrie hier gebruik van maakt is: betalen of publiceren. Wanneer er geen zicht is op publicatie van de resultaten wordt er een



extra vergoeding betaald. Het bedrijf dient dan namelijk te betalen voor de aanwezige kennis en interpretatie van de resultaten. Het is denkbaar dat er verschillende pakketten worden ontwikkeld die aangeboden kunnen worden aan de industrie.

Tot slot benadrukken de onderzoekers het belang voor de universiteit van industrieel gebruik van haar faciliteiten. Infrastructuren kunnen een brugfunctie vervullen richting de industrie. Dat kan zorgen voor nieuwe contacten waaruit meer geleerd kan worden over de behoeften van de industrie, en de manier waarop de universiteit daaraan tegemoet kan komen. Ook kunnen deze contacten gebruikt worden om studenten in contact te brengen met industriële partners voor stages, afstudeeronderzoeken en verdere carrières.

Specifiek voor dit thema is dat er nog veel onbekend is over de behoeften van de industrie, over welk type industrie het gaat en onder welke condities de industrie zelf gebruik zou willen maken van dit soort infrastructuur. Dat kan te maken hebben met de afwezigheid van industrie bij deze workshop (hoewel er wel enkele partijen waren uitgenodigd), maar het laat ook zien dat de aanwezige gemeenschap geen volledig beeld heeft van wat industrie nodig heeft. Terwijl de aanwezigen wel het potentieel zien van het delen van kennis en faciliteiten. Het ontbreekt aan een heldere inventarisatie van vragen vanuit de industrie en het aanbod dat de wetenschap daarvoor heeft. Tegelijkertijd zal dit sterk afhangen van het type faciliteiten en de locatie, en is het moeilijk om hier algemene uitspraken over te doen.

### **3.4 Bemensing**

Bij de bemensing van infrastructuur is het volgens de workshopdeelnemers van cruciaal belang dat er blijvend bemensing is van de infrastructuur. Direct na aanschaf van bepaalde apparatuur is kennis en kunde vaak wel beschikbaar, niet in de laatste plaats omdat apparatuur meestal op projectbasis wordt aangeschaft voor een specifieke onderzoeker of onderzoeksproject. Maar wanneer projecten eindigen of onderzoekers vertrekken en er (tijdelijk) geen projectfinanciering beschikbaar is, gaat ook de ondersteuning verloren. Apparatuur raakt snel in onbruik, en er ontstaat een barrière om deze weer in gebruik te nemen. Op dit moment wordt er minder gebruik gemaakt van beschikbare infrastructuur dan mogelijk is vanwege het gebrek aan ondersteuning. Betere ondersteuning zou leiden tot meer wetenschappelijke output en efficiënter gebruik van infrastructuur.

Het is dus van belang dat apparaten een ondersteunende staf hebben die bestaat uit technici en wetenschappers. Deze stafmedewerkers hebben zowel praktische

kennis nodig van de apparatuur, als kennis om de metingen te interpreteren. Het is van belang dat deze mensen langetermijnposities hebben, waarbij ook duidelijke carrièreperspectieven horen. Dat vraagt om strategisch personeelsmanagement. Dit probleem wordt ook gesignaleerd in het recent door de TU Delft uitgebrachte strategisch framework onderzoeksinfrastructuur, waarin zij onder meer pleit voor een specifiek functieprofiel voor ondersteunend personeel en het verbinden van deze medewerkers uit de verschillende infrastructuren van de TU<sup>4</sup>. Ook op Europees niveau vragen verschillende technische universiteiten hier aandacht voor middels een whitepaper van Cesaer, een vereniging van 53 technische universiteiten in Europa<sup>5</sup>.

In de workshop kwamen daarnaast de volgende knelpunten aan bod:

- Voor de basisinfrastructuur is continuïteit nodig in de financiering van specifiek aangesteld ondersteunend wetenschappelijk personeel en onderhoud van apparatuur. Momenteel worden voornamelijk de aanschafkosten meegenomen in de onderzoeksaanvraag, en hoewel de operationele kosten wel worden opgevoerd en bekend zijn, wordt hiervoor vaak geen of te weinig geld gereserveerd op de facultaire begrotingen.
- Op nationaal niveau is er een gebrek aan transparantie met betrekking tot de operationele kosten van het gebruik van infrastructuur. Gebruikers schatten deze kosten hoog in. Er zitten veel verborgen kosten aan het onderhouden van infrastructuur, het verzorgen van trainingen voor personeel, het vertrouwd raken met de infrastructuur etc. Wanneer de kosten lager lijken, zijn het veelal verborgen kosten of worden ze gedekt door andere financiers.
- Op internationaal niveau bestaat geen gedeelde pool van ondersteunend personeel specifiek voor ondersteuning van onderzoekers uit Nederland. Het ontbreken van ondersteuning op dit niveau leidt tot beperkte controle van wetenschappers over wat er gebeurt met de metingen. Deze worden door anderen uitgevoerd en dat gebeurt niet altijd zoals men het graag wil. Daarbij wordt ook het gebrek aan reiskostenbudget gezien als een beperking voor gebruik van internationale infrastructuur.

---

<sup>4</sup> TU Delft Strategic Advisory Group Research Infrastructures (2019) *Strategic framework research infrastructures: towards a state-of-the-art research infrastructure landscape at TU Delft*. Delft: TU Delft.

<sup>5</sup> Cesaer (2019) *Universities of s&t as engines of excellence, talent and innovation: Roles in research and innovation infrastructures*. Leuven: Cesaer. <https://www.cesaer.org/content/5-operations/2019/20190313-white-paper-rii.pdf>.

### 3.5 Financiering

Financiering van onderzoeksinfrastructuur kan grofweg worden onderverdeeld in drie onderwerpen: de omvang van de financiering, de wijze van financiering en wat er gefinancierd wordt.

De aanwezigen zijn van mening dat meer financiering van zowel de basisinfrastructuur, de nationale faciliteiten als de grote Europese infrastructuren, bij zal dragen aan de kwaliteit van het wetenschappelijk onderzoek in het materialenveld. Met name de basisinfrastructuur staat volgens de deelnemers momenteel onder druk en zou structureel meer aandacht moeten krijgen bij de financiering van infrastructuur. Daarbij denken de onderzoekers aan een aanzienlijk groter deel (in termen van 30%) van het budget dat gaat naar infrastructuur. Het heeft hun voorkeur dat dit additioneel gefinancierd wordt.

Wat betreft de wijze van financiering is er een verschil tussen de drie typen infrastructuur. De deelnemers geven aan dat de basisinfrastructuur moeilijk in stand te houden is op basis van projectfinanciering. Relatief kleine investeringen, met financiering van infrastructuur en apparaten in de orde van € 50.000 tot € 500.000, zijn moeilijk financierbaar. Deze meer generieke apparatuur is ook moeilijk toe te wijzen aan één of enkele projecten en zou daarom juist projectoverstijgend gefinancierd moeten worden. Daarnaast signaleren de onderzoekers ook dat de aanschaf van nieuwe apparatuur meestal wel gefinancierd kan worden, maar dat de exploitatiekosten niet duurzaam kunnen worden gefinancierd. Het gevolg is dat apparatuur na afloop van een project in onbruik kan raken omdat er geen financiering is voor exploitatie en onderhoud.

Voor onderzoeksinfrastructuur van nationaal belang wordt meestal vereist dat deze beschikbaar is voor andere onderzoekers. Formeel is dat ook zo, maar het ontbreekt aan daadwerkelijke vindbaarheid en actieve openstelling van dit soort voorzieningen. Hoewel de nationale infrastructuur formeel toegankelijk is en onderzoekers op basis van netwerkcontacten ook gebruik maken van deze faciliteiten, ontbreekt het aan een actieve exploitatie. Het ontbreekt aan geld en aan gevoel van eigenaarschap voor het open access gebruik van infrastructuur.

Workshopdeelnemers vinden dat de financiering van grootschaligere onderzoeksinfrastructuur in het algemeen goed georganiseerd is. Maar de onderzoekers merken wel op dat de bijdrage van Nederland beperkt is en dat er weinig eigen Nederlandse infrastructuur is die kan worden ingezet als tegenprestatie. Ook is de zichtbaarheid van wat wel in Nederland aanwezig is momenteel onvoldoende.

De onderzoeksinfrastructuur is volgens de deelnemers te veel afhankelijk van ad hoc financiering, terwijl de financiering en exploitatie juist gebaat zijn bij meer samenwerking en coördinatie. Daarmee zouden materialenonderzoekers in Nederland niet alleen meer en beter onderzoek kunnen doen, maar kunnen ze ook efficiënter omgaan met de beschikbare apparatuur en financiële middelen.

### **3.6 Witte vlekken**

De aanwezigen zien geen grote 'witte vlekken' in het landschap van onderzoeksinfrastructuren voor materialenonderzoek, hoewel er altijd wensen zijn. De meest geuite wens tijdens de conferentie was het bouwen van een eigen Nederlandse synchrotronfaciliteit. Een andere wens was om doublures van infrastructuur te vermijden en te zorgen voor scherpere inventarisatie en coördinatie van investeringen op nationaal en EU-niveau.

Aanwezigen zien wel een lacune op het gebied van de software en het onderhoud. Er is veel hardware aanwezig op verschillende plekken, maar het aanschaffen en installeren van de frequente updates en onderhoud staan onder druk. Potentieel relevante faciliteiten functioneren soms niet optimaal omdat software verouderd is, en de apparatuur daarmee nagenoeg onbruikbaar is geworden.

## 4 Reflectie

Naast het signaleren van aandachtspunten en knelpunten is er tijdens de workshop ook nagedacht over de verbetermogelijkheden voor de materialeninfrastructuur. In dit hoofdstuk reflecteren we hierop en bespreken we de twee voornaamste knelpunten: het gebrek aan coördinatie en het ontbreken van financiering voor de bemensing en onderhoud van infrastructuur.

Het gebrek aan coördinatie wordt deels toegeschreven aan de grote diversiteit van thema's die de door de onderzoeksgemeenschap wordt bestudeerd. De aanwezige onderzoekers benadrukken dan ook het belang van de vorming van een gemeenschap en het versterken en verbeteren van de eigen netwerken. Zij zien de vorming van MaterialenNL als een veelbelovend initiatief voor het versterken van de onderzoeksgemeenschap en het werken aan het verbeteren van de zichtbaarheid van het veld van materialenonderzoek als een sterk en onderscheidend onderzoeksdomein in Nederland.

Naast het versterken van de eigen gemeenschap opperden de workshopdeelnemers ook het idee om een nationale, gedeelde basisinfrastructuur op te zetten ondersteund door nationale servicecentra. In feite een vorm van roadmapping binnen de eigen gemeenschap. Het opzetten van een gezamenlijke nationale basisinfrastructuur kan zorgen voor wederzijdse kostendeling, efficiënter gebruik van apparatuur en zichtbaar maken van wat er al aanwezig is en bij wie men daarvoor terecht kan. Ook zou binnen deze structuur aandacht moeten zijn voor het verzorgen van trainingen voor, en het opbouwen van een gemeenschap van, ondersteunend wetenschappelijk personeel. Dat versterkt hun zichtbaarheid en professionaliteit en draagt ook bij aan het up-to-date houden van kennis en kunde. Een eigen functieprofiel voor ondersteunend personeel kan daarbij ook helpen.

Het aan elkaar knopen van bestaande basisinfrastructuur moet worden ondersteund door servicecentra die zorgen voor soepele toegang, begeleiding en ondersteuning. Dit kunnen universiteiten doen, maar ook bestaande organisaties zoals AMOLF en/of ECN-TNO kunnen dit. Het belangrijkste is dat er aandacht en financiering voor deze taak komen. Het Nederlandse landschap is, hoewel breed en versnipperd, ook zo overzichtelijk dat het mogelijk zou moeten zijn om het gebruik van de basisinfrastructuur te organiseren.

Een dergelijke basisinfrastructuur met servicecentra biedt bovendien de mogelijkheid om gezamenlijk een plannings- en revisieproces vorm te geven zodat

de infrastructuur ook toekomstbestendig wordt gemaakt. Een praktische suggestie is, om via deze basisinfrastructuur een 'frictiebudget' te verdelen om daarmee apparatuur die tijdelijk geen financiering heeft, toch operationeel en up-to-date te houden.

In feite gaat het bij het aanpakken van het eerste knelpunt om het ontwerpen van een specifieke roadmap, die zowel kijkt naar wat er in de breedte nodig is als naar wat dit in de diepte betekent voor de verschillende niveaus die we hebben onderscheiden. Belangrijk bij roadmapping is dat er een relatie wordt gelegd tussen dat wat wenselijk is en dat waar financiering voor zou moeten zijn. Anders bestaat het risico dat er een grote wensenlijst komt waar anderen uit gaan kiezen. Dat leidt veelal tot irrealistische verwachtingen en teleurstellingen.

Het coördinatievraagstuk hangt voor een deel samen met het tweede centrale probleem van de bemensing en onderhoud. Zo kan via centrale coördinatie, bijvoorbeeld in een samenwerkingsstructuur van universiteiten, instituten en financiers, meer aandacht komen voor training van ondersteunend personeel, en kunnen onderhoud en updates langjarig worden begroot en ingepland.

Uit de discussie in de workshop komt nog een drietal andere verbetermogelijkheden naar voren. Ten eerste constateren de deelnemers dat met name de basisinfrastructuur, en ten dele de infrastructuur op nationaal niveau, geen baat hebben bij financiering op basis van individuele onderzoeks- en projectvoorstellen. De basisinfrastructuur is gebaat bij langetermijnvisie in combinatie met financiering, zowel voor specifieke projecten als voor kortdurend gebruik binnen lopende projecten en onderzoekslijnen.

Een tweede verbetermogelijkheid is het bij de investeringsbeslissing meewegen en meefinancieren van bemensing en onderhoud van apparatuur. Dit voorkomt dat dure apparaten worden aangeschaft die na een periode van vier jaar in onbruik raken.

Tot slot pleiten de onderzoekers voor een bredere beoordeling van voorstellen voor de financiering van infrastructuren. Niet alleen op basis van wetenschappelijke excellentie van het onderzoek, maar ook op de bredere impact die een infrastructuur heeft. Dit kan door bijvoorbeeld te kijken naar het aantal gebruikers, de langetermijnduurzaamheid van de investering, de toegankelijkheid voor onderzoekers en de industrie en de relevantie van het onderzoek voor bedrijfsleven en maatschappij. Oftewel een meer integrale en gebalanceerde weging van verschillende aspecten.

**© Rathenau Instituut 2020**

Verveelvoudigen en/of openbaarmaking van (delen van) dit werk voor creatieve, persoonlijke of educatieve doeleinden is toegestaan, mits kopieën niet gemaakt of gebruikt worden voor commerciële doeleinden en onder voorwaarde dat de kopieën de volledige bovenstaande referentie bevatten. In alle andere gevallen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

**Open Access**

Het Rathenau Instituut heeft een Open Access beleid. Rapporten, achtergrondstudies, wetenschappelijke artikelen, software worden vrij beschikbaar gepubliceerd. Onderzoeksgegevens komen beschikbaar met inachtneming van wettelijke bepalingen en ethische normen voor onderzoek over rechten van derden, privacy, en auteursrecht.

**Contactgegevens**

Anna van Saksenlaan 51  
Postbus 95366  
2509 CJ Den Haag  
070-342 15 42  
info@rathenau.nl  
www.rathenau.nl

**Bestuur van het Rathenau Instituut**

Mw. Gerdi Verbeet  
Prof. dr. Noelle Aarts  
Prof. dr. Roshan Cools  
Dr. Hans Dröge  
Prof. mr. dr. Erwin Muller  
Prof. dr. ir. Peter-Paul Verbeek  
Prof. dr. Marijk van der Wende  
Dr. ir. Melanie Peters - secretaris

Het Rathenau Instituut stimuleert de publieke en politieke meningsvorming over de maatschappelijke aspecten van wetenschap en technologie. We doen onderzoek en organiseren het debat over wetenschap, innovatie en nieuwe technologieën.

**Rathenau Instituut**