

1. Titel van MJP: Medische Isotopen

x Nieuw programma dat uitgewerkt moet worden

2. Tot welk(e) van de 8 cluster(s) van technologieën behoort dit MJP: Advanced Materials (crossover), Digital technologies (big data, blockchain, AI, security, HPC: crossover), Nanotechnologies (crossover), Life science technologies, Engineering and Fabrication technologies

3. Centrale sleuteltechnologie(ën): life science technologies

Nucleaire medische technologieën zijn gericht op het ontwikkelen en toepassen van beeldvormingstechnieken die gebruik maken van radioactieve isotopen en radiotherapie. Hieronder vallen:

- De productie van medische isotopen m.b.v. nucleaire reactoren, versnellers en cyclotrons.
- Het ontwikkelen van radiofarmaceutische stoffen voor therapie en beeldvorming
- Het verrijken van isotopen.
- Het ontwikkelen van dosimetrische methodes om stralingsdosis in therapieën te bepalen en treatment planning hierop aan te passen.
- Het ontwikkelen van medische scanners voor zowel klinische als pre-klinische toepassingen.

Dit meerjarenprogramma MJP richt zich primair op het ontwikkelen van nieuwe routes voor isotopenproductie, het combineren van radiotherapieën met andere therapieën, het ontwikkelen van pre-klinische scanners, het ontwerpen van nieuwe radiotracers en radiotherapeutische stoffen en het verbeteren (optimaliseren) van externe radiotherapie, in het bijzonder protontherapie die recentelijk geïntroduceerd werd in Nederland.

4. Positie NL: Nederland heeft altijd een sterke positie gehad in de ontwikkeling van deze technologieën zowel in de EU als mondiaal. Op het gebied van productie van medische isotopen, heeft NL een leidende rol, d.w.z. NRG levert meer dan een kwart van de wereldvraag aan medische isotopen, welke wereldwijd voor rond de 14M p/j medisch procedures en in Nederland voor 0,5M p/j medisch procedures worden gebruikt. Urenco Nederland zorgt voor de productie van stabiele isotopen benodigd voor veel productie routes van medische isotopen.

Philips Healthcare speelt een grote rol in het ontwikkelen van PET/CT scanners (2700M Euro p/j) en nu in het combineren van PET en MRI (72M Euro p/j). Behalve grote Nederlandse bedrijven zijn er een groot aantal MKB's betrokken bij deze technologieën, waaronder MiLabs, een leider in het ontwerpen en bouwen van pre-klinische scanners en Quirem Medical, een pionier in radioembolisatie voor het behandelen van leverkanker. Er zijn verder veel internationale bedrijven zoals Curium (IBA dochterbedrijf) die in Nederland gevestigd zijn en profiteren van kennis en faciliteiten beschikbaar op dit gebied. Verder zijn er meerdere universiteiten (TU Delft, TU Eindhoven etc.) en de 8 UMC's (ErasmusMC, LUMC etc.) en een groot aantal van de algemene ziekenhuizen betrokken bij het ontwikkelen en toepassen van deze technologieën wat Nederland een sterke positie oplevert en zorgt dit voor het behouden van een leidende rol op het gebied van innovatie in medische technologieën. Een belangrijke recente ontwikkeling die genoemd moet worden is de komst van drie protontherapie centra in Nederland die niet alleen als doel hebben om patiënten te behandelen maar ook de technologie verder te ontwikkelen.

5. Voorgesteld meerjarenprogramma voor onderzoek en ontwikkeling:

Het meerjarenprogramma van Nucleaire Medische Technologieën heeft vooral betrekking op het gebied van Gezondheid: non-invasieve diagnostiek (PET& SPECT) voor vroege detectie van de belangrijkste ziekten, externe en interne radiotherapieën voor het behandelen van kanker.

Het meerjarenprogramma zet in op twee pijlers:

1. Onderzoek en ontwikkeling: Partijen werkend op dit thema dekken de hele 'value chain' vanaf productie van isotopen t/m diagnosticeren en behandelen van patiënten. Belangrijke ontwikkelingen zijn het optimaliseren van protontherapie, het ontwikkelen van nieuwe

tracers voor veel ziektes en radiotherapeutics waarin radiotherapeutische isotopen en hun productie een groot rol speelt, en het combineren van therapieën (bijv. chemotherapie en radiotherapie). In dit opzicht werken academische partners nauw samen met de industrie, gebruikmakend van verschillende subsidiemogelijkheden op zowel nationaal als Europees niveau.

2. **Opleiding en training:** Het versterken van opleiding en training is nodig om een snelle groei van deze technologieën in Nederland mogelijk te maken. Veel bedrijven en academische centra ervaren schaarste aan goed gekwalificeerd personeel, vooral op het gebied van Radiochemie.
6. **Ecosysteem:** Het ecosysteem heeft verschillende gezamenlijke organisaties zoals NKRv, NVNG en alle andere betrokken partijen staan in bovenstaande punten reeds beschreven. In Nederland zijn er ruim 200 private partijen actief op dit gebied, waaronder een aantal grote bedrijven (NRG, Urenco, Philips) en veel MKB's. De bedrijven zijn betrokken in de hele 'value chain', maar de grootste omzet wordt vooral gerealiseerd in de productie van isotopen en medische scanners. Daarnaast zijn ook de verschillende kennisinstellingen nauw hierbij betrokken, zoals TU Delft, TU Eindhoven, TU Twente, TNO, WUR, Radboud Universiteit, VUMC, NKI. Ook de overheid via RIVM, maakt deel uit van dit ecosysteem. Daarnaast zijn goede doelorganisaties als KWF, KICA als ook patiënt organisaties zoals NFK sterk betrokken.
7. **Organiserend vermogen:** TU Delft
8. **Maatschappelijke impact op korte en lange termijn:** Nucleaire Medische Technologieën hebben een brede impact op het thema Gezondheid en zorg.
 - **Gezondheid en zorg:** In de gepersonaliseerde zorg speelt Nucleaire Medische Technologieën een heel grote rol. Er zijn verschillende voorbeelden te noemen, bijv. SPECT en PET maken het mogelijk om bepaalde biochemische processen te volgen en de beste therapie gebaseerd op deze informatie toe te passen. In externe radiotherapieën worden behandelingen aangepast aan de eigenschappen (grootte, positie etc.) van de tumor van de patiënt zodat zo min mogelijk gezond weefsel wordt beschadigd. Hier zal 'biologische treatment planning' een steeds grotere rol gaan spelen. Verder, zijn er veel mogelijkheden in het combineren van radiotherapie met andere behandelingsmethodes (immunotherapie, chemotherapie enz.) die niet alleen kunnen leiden tot veel betere overlevingskansen voor de patiënten maar ook tot een aanzienlijk betere kwaliteit van leven.
9. **Economische impact op korte en lange termijn:** R&D is de belangrijkste bron voor groei van deze technologieën in Europa en in Nederland. Technologische ontwikkelingen voltrekken zich in een rap tempo en om de concurrentie voor te blijven is innovatie essentieel. De bedrijven die deel maken van dit thema, hebben TRL niveaus 3 tot 9, afhankelijk van de precieze toepassingsgebied. Grootschalige marktimpact is reeds aanwezig vooral op het gebied van isotopen productie en medische scanners, maar kan aankomende jaren significant toenemen, ook in relatie tot het ontwikkelen van nieuwe radiofarmaceutische stoffen.
10. **Krachtenbundeling:** Samenwerking is reeds aanwezig met nationale en internationale clusters zoals NKRv, NVNG, EANM.
11. **Cross-over karakter:** Isotopen worden al breed toegepast in de industrie. Specifiek voor medische istopen geldt dat deze samen met digital technologies, nanotechnologies, life science technologies, engineering and fabrication technologies, en advanced materials onderdeel vormen van de ontwikkelingen naar personalised medicine. Deze synergie is er ook bij het ontwikkelen van pre-klinische scanners, het ontwerpen van nieuwe radiotracers en radiotherapeutische stoffen en het verbeteren (optimaliseren) van externe radiotherapie, in het bijzonder protonentherapie.

12. Indicatie van benodigde gemiddelde jaarlijkse financiering en commitments voor periode 2020-2023

Bron	Totaalbedrag (mln EUR/jr) *	Waarvan reeds gecommiteerd *	Waarvan te mobiliseren
Private middelen	27	21	6
PPS toeslag	9	7	2
TO2 middelen	1	0,5	0,5
NWO	4	1	3
Universiteiten/hogescholen	10	6	4
Regionale middelen (provincie, gemeente)	2	1,5	0,5
Departementale middelen	10	5	5
EU middelen	4	1	3
ROMs en InvestNL	1	0,5	0,5
Anders, namelijk: Pallas*	40	0	40
Totaal bedrag (mln EUR/jr)	108	43,5	64.5

*Pallas: nieuw te bouwen kernreactor voor Medisch Isotopen ter vervanging van de HFR (Petten). Financiering a 400 miljoen door overheid en industrie. In deze een afschrijvingstermijn van 10 jaar gehanteerd.