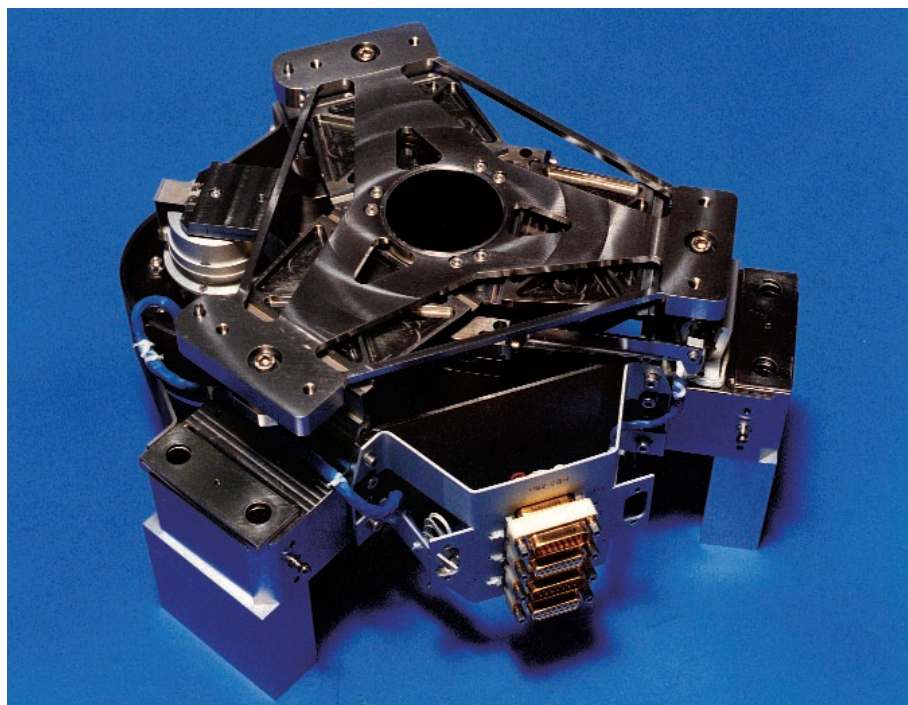


Ontwerpen voor precisie

# Optomechanica

*Optische systemen voor toepassing in de ruimtevaart vereisen een combinatie van hoge nauwkeurigheid en stabiliteit, vaak onder extreme omstandigheden. Dankzij langdurige ervaring in uitdagende ESA-projecten heeft TNO TPD zich een gevestigde internationale reputatie verworven op het gebied van het ontwerpen van optische en mechanische systemen (optomechanica) voor toepassing in de ruimte.*

*Recente voorbeelden van apparatuur die wordt gebruikt in satellieten zijn b.v. GOME, SCIAMACHY, OMI en het refocusmechanisme voor de tweede generatie Meteosat (MSG).*



De expertise en deskundigheid van TNO TPD komen ook goed van pas bij een grote verscheidenheid aan andere toepassingen waarbij een combinatie wordt vereist van optische nauwkeurigheid, mechanische stabiliteit en operationele betrouwbaarheid.

Een paar voorbeelden:

- Professionele apparatuur: kopieerapparaten, lithografie, medische systemen
- Consumentenproducten: computeronderdelen, videoapparatuur, CD-spelers
- Telecommunicatie: optische communicatie, optische gegevensverwerking
- Onderzoek en ontwikkeling: optische analyse, optische inspectie, spectrometrie



**TNO TPD levert innovatieve en complete oplossingen voor zowel grote bedrijven als het MKB en de overheid. Kennisgebieden zijn: geluid en trillingen, fysische modellen en processen, en imaging en instrumentatie. De (inter)nationale projecten variëren van systeemontwikkeling tot consultancy.**

## Ontwerpen voor precisie Optomechanica

### Kerndeskundigheden

Succesvolle toepassing van optomechanica vereist een unieke combinatie van kerndeskundigheden en ontwerpvaardigheden:

#### Kerndeskundigheden

- Optiek en optisch ontwerp
- Montagetechnieken
- Instellingen
- Mechanismen
- Precisietechnologie
- Control

#### Ontwerpbekwaamheden

- Ontwerpprincipes: isostatisch, licht en stijf
- Analyse: statisch, dynamisch en thermo-elastisch
- Constructie: materialen, elastische elementen
- Omgeving: schone ruimten, vacuümfaciliteiten

### Het MSG refocusmechanisme

Het MSG refocusmechanisme (Refocusing Mechanism of REM) moet in de ruimte het brandpunt instellen van twee spiegelreflectoren die deel uitmaken van de Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager (SEVIRI) telescoop. De SEVIRI-telescoop is het belangrijkste instrument van de tweede generatie Meteosat (Meteosat Second Generation of MSG) waarmee opnamen in het zichtbaar en infraroodlicht worden gemaakt.

Terwijl de MSG-satelliet vanuit zijn geostationaire baan de aarde en haar atmosfeer observeert, zal het REM worden gebruikt om vervormingen van de satellietconstructie te compenseren die ontstaan door invloeden van de zwaartekracht, de temperatuur en veroudering. Het mechanisme is bedoeld voor frequent gebruik en het maakt het mogelijk om in de ruimte scherp te stellen in stappen van  $1,4 \mu\text{m}$  over een bereik van 2 mm, vrijwel zonder ongewenste rotaties ( $< 5$  boogsec) of translaties ( $< 25 \mu\text{m}$ ).

Het REM is ontworpen om de grote, 3,9 kg zware spiegelmodule te dragen bij lancering met een raket van het type ARIANE 5, zonder toepassing van een klemmechaniek. Belangrijke randvoorwaarden voor het ontwerp waren een beperkt volume en een lage massa.

### ARCADE, een lineaire geleider met de nauwkeurigheid op nanometerniveau

ARCADE (ARistoteles CALibration DEVICE - Aristoteles kalibratieapparaat) is ontwikkeld voor het in de ruimte kalibreren van

de GRADIO, het belangrijkste instrument van de Aristoteles-satelliet. De GRADIO gaat metingen uitvoeren aan het zwaartekrachtveld van de aarde met een nauwkeurigheid van  $5 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$  en een resolutie van 100 km x 100 km aan het aardoppervlak. De GRADIO bestaat uit vier versnellingsopnemers die zijn gemonteerd op een vierkante plaat van 0,9 x 0,9 m. De versnellingsopnemers worden voortdurend gekalibreerd door het genereren van continue (sinusvormige) trillingen buiten de meetbandbreedte.

De ARCADE is een speciaal ontwikkeld lineair geleidingssysteem op basis van elastische elementen. In de ARCADE beweegt een massa van 0,76 kg met een amplitude van 3 mm en een maximale laterale deviatie van 15 nm, terwijl het benodigde vermogen minder is dan 2,5 Watt.

### Optische 'delay line' (vertraginglijn) voor apertuur synthese

Een onmisbare techniek voor optische apertuur synthese is het gelijk in fase maken van de bundels van de individuele aperturen. Een totaal systeem voor gelijkfasig maken omvat een aantal 'delay lines' voor het afstellen van de optische weglengtes. Het systeem moet de optische weglengte kunnen variëren zonder golf frontfouten te introduceren en zonder de bundel significant te kantelen of te decentreren. De nauwkeurigheid van het optische wegverschil moet beter zijn dan 10 nm ( $\lambda/100$ ). Er is een 'delay line' op basis van het 'cat's eye' principe gebouwd en beproefd die bestaat uit de volgende onderdelen:

### TNO TPD

Optische Instrumentatie  
Postbus 155  
2600 AD Delft

[www.tpd.tno.nl](http://www.tpd.tno.nl)

### Ben Braam

Tel: 015 269 21 80  
Fax: 015 269 21 11  
E-mail: [braam@tpd.tno.nl](mailto:braam@tpd.tno.nl)

- Optisch ontwerp: uiterst nauwkeurige primaire paraboolspiegel (voor minimale golf frontvervorming) en verstelbare secundaire spiegel (gemonteerd op een piezoactuator) in het brandpunt van de primaire spiegel.
- Een lineair geleidingssysteem met een microschröefactuator.
- Regelelektronica.

Het waargenomen patroon is van uitstekende kwaliteit en laat zien dat de golf frontfouten voldoende laag zijn. De staprespons is 1,3 ms en de fout voor de optische wegcompensatie is minder dan 4 nm (rms).

