

# STEM

## De structuur en evolutie van de kern van Mercurius

**DUUR**  
 15/12/2019 - 15/03/2022

**BUDGET**  
 196 200€

### PROJECT BESCHRIJVING

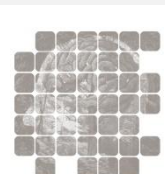
Mercurius is de enige aardse planeet van het zonnestelsel, buiten de Aarde, die een magnetisch veld heeft dat wordt opgewekt door dynamo-actie in haar kern. Gegevens van ruimtemissies hebben aangetoond dat haar kern een veel grotere fractie van de totale massa van de planeet bevat dan de kernen van de andere terrestrische planeten, en hebben ook informatie opgeleverd over de samenstelling van de kern. Veel andere, vaak zelfs algemene, kenmerken van de kern zijn nog niet gekend. Er is bijvoorbeeld nog steeds geen duidelijk bewijs voor het bestaan van een vast deel in de vloeibare kern, maar ook de algemene thermische en chemische evolutie van de kern en de werking van het dynamomechanisme blijven gehuld in mysterie.

Dit project beoogt een beter inzicht te krijgen in de kern van Mercurius door de theoretische modellen te verbeteren die worden gebruikt voor de interpretatie van geodetische gegevens. Planetaire geodesie, het studiegebied van de rotatie, het gravitatieveld en de vorm van een planeet, geeft momenteel het duidelijkste beeld van de kern van Mercurius, maar vereist theoretische modellen om de observationele gegevens aan het binnenste van Mercurius te koppelen. Hier zullen we twee complementaire en innovatieve aspecten van die modellen ontwikkelen: (1) een theoretisch model ('mixing length theory') om de thermische evolutie van de kern beter te begrijpen, en (2) een studie van de invloed van stromingen in het vloeibare deel van de kern op variaties in de rotatiesnelheid (libraties genoemd) van Mercurius door magnetohydrodynamische berekeningen. Voor het eerste objectief zullen we de lokale temperatuur en convectieve flux op elke positie in de kern berekenen, waaruit we het temperatuurprofiel van de kern kunnen bepalen en de evolutie van een mogelijke zone die stabiel is tegen convectie kunnen volgen, eender waar deze in de kern begint. Zo'n laag beïnvloedt niet alleen de evolutie van Mercurius, maar wordt ook voorgesteld als een belangrijk ingrediënt in de verklaring van het magnetische veld van Mercurius. Voor het tweede doel gaan we verder dan de klassiek gebruikte hypothese die de beweging van de kernvloeistof modelleert als een globale rotatie zoals van een star lichaam. Om de vloeistofdynamica in de kern te beschrijven, zullen we een model gebruiken dat is gebaseerd op de oplossing van de Navier-Stokes-vergelijking gekoppeld aan de magnetische inductievergelijking, die de dynamica van het magnetische veld weergeeft. We zullen onderzoeken hoe kernstromingen de rotatie van de planeet kan beïnvloeden en zullen de libraties van Mercurius berekenen voor verschillende controleparameters van het systeem, zoals de grootte van de vaste binnenkern, het traagheidsmoment van de mantel, de viscositeit van de kernvloeistof, het opgelegde magnetische veld, de magnetische diffusiviteit, en de geleidbaarheid van de mantel aan de overgang van mantel naar kern.

Beide voorgestelde onderzoekslijnen gaan veel verder dan de huidige benaderingen en bouwen voort op de bestaande expertise van de Koninklijke Sterrenwacht van België op het gebied van rotatietheorie, het modelleren van het binnenste van Mercurius, en vloeistofdynamica. De resultaten zullen de interpretatie verbeteren van de gegevens van de NASA MESSENGER-missie (in een baan rond Mercurius van maart 2011 tot april 2015) die relevant zijn voor de kern. Dit project zal in het bijzonder de conclusies over het binnenste van Mercurius verbeteren die volgen uit de libraties van Mercurius, die momenteel de belangrijkste informatiebron zijn over de kern.

Het project zal niet alleen helpen bij het optimaliseren van de wetenschappelijke resultaten van de NASA MESSENGER-missie, maar zal ook een grote troef zijn voor de interpretatie van aankomende gegevens van de ESA / JAXA BepiColombo-missie, die in 2018 naar Mercurius werd gelanceerd. Bovendien zal het ook helpen ons algemeen begrip van de evolutie van aardse planeten en natuurlijke satellieten te verdiepen. De resultaten zijn van toepassing op andere aardse planeten zoals Mars en manen, zoals Ganymedes, de grootste natuurlijke satelliet van het zonnestelsel. Onze resultaten zullen een dieper inzicht geven in de diversiteit van de aardse planeten en in de verschillende evolutiesporen die een aardse planeet kan volgen. Ze hebben daarom ook gevolgen voor de studie van rotsachtige exoplaneten, een onderwerp van intens internationaal onderzoek.

Het project zal ertoe bijdragen dat België een leidende rol speelt in de wetenschappelijke exploitatie van gegevens van BepiColombo. Het zal de bestaande expertise van de Koninklijke Sterrenwacht van België op het gebied van planetaire geodesie en geofysica versterken en het opstarten van nieuwe initiatieven op het gebied van Mercuriusonderzoek en planetair onderzoek in het algemeen vergemakkelijken. De wetenschappelijke resultaten zullen worden gepubliceerd in peer-reviewed tijdschriften in de planetaire wetenschappen en we zullen ze op grote schaal communiceren op verschillende internationale conferenties. De ontwikkelde numerieke codes zullen beschikbaar gesteld worden voor andere wetenschappers.



# STEM

## CONTACT INFORMATIE

### Coördinator

#### **Tim Van Hoolst**

Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB)

[tim.vanhoolst@oma.be](mailto:tim.vanhoolst@oma.be)