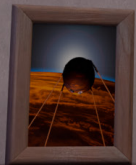


Jaarverslag

Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA)

2023-2024



Colophon

Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie Koninklijk (BIRA)

Ringlaan 3 - 1180 Brussel - België
www.aeronomie.be

Verantwoordelijke redacteur

Ann Carine Vandaele

Coördinatie en eindredactie

Karolien Lefever

Vertaling

Stéphanie Fratta - Lucie Lamort

Concept en realisatie

Adaptatie van C-Company door
Florian Moreau / Stéphanie Fratta

Wettelijk depot

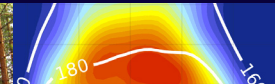
D/2025/678/3

Publicatie

November 2025

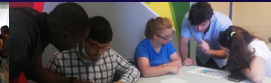
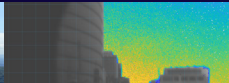
Inhoud

- p. 4** Voorwoord
- p. 8** Ruimtefysica
- p. 13** Impact van verontreinigende stoffen op de
luchtkwaliteit en het klimaat
- p. 18** Uitwisselingen tussen biosfeer en troposfeer
- p. 20** Onderzoeksinfrastructuren en -diensten



- p. 22** Samenstelling van de stratosfeer en verband met klimaat
- p. 24** Planetaire aeronomie
- p. 26** Ontwikkeling van ruimtemissies: wetenschap en technologie
- p. 30** Ontwikkeling van grond- en luchtinstrumenten: wetenschap en technologie
- p. 33** Belgian Radiometric Characterization Laboratory

- p. 35** Belgian User Support and Operations Centre
- p. 37** Burgerwetenschap, kennisverspreiding, communicatie en onderwijs
- p. 40** BIRA in cijfers
- p. 50** Dankwoord
- p. 53** Bronnen



Voorwoord

De periode 2023-2024 werd gekenmerkt door ingrijpende veranderingen binnen ons instituut. In deze korte periode hebben maar liefst drie algemeen directeuren elkaar opgevolgd. Ik wil mijn oprechte dankbaarheid betuigen aan Martine De Mazière, die twaalf jaar lang de functie van *interim*-directeur van het BIRA heeft bekleed zonder ooit te zijn benoemd of officieel te zijn erkend voor haar inzet en voortdurende steun gedurende al die jaren. Ik ben er zeker van dat alle medewerkers van het instituut zich bij mij aansluiten om haar hun dankbaarheid te betuigen. Ik wil ook Ronald Van der Linden bedanken voor het zorgen voor een soepele overgang, waardoor de benoeming en installatie van het nieuwe management vlot kon verlopen.

De afgelopen twee jaar heeft het BIRA zijn internationale erkenning en betrokkenheid bij talrijke onderzoeksprojecten bevestigd, zoals blijkt uit dit rapport en de uitgebreidere versie ervan, die te raadplegen is op onze website www.aeronomie.be. Onze onderzoeksprojecten bestrijken tal van domeinen, zoals aardobservatie vanuit de ruimte, analyse van de impact van vervuiling op de luchtkwaliteit en het klimaat, de uitwisselingen tussen de biosfeer en de atmosfeer, de evolutie van de samenstelling van de stratosfeer en de gevolgen daarvan voor het klimaat, ruimtefysica en -meteorologie, de ontwikkeling van ruimtemissies en de analyse van hun waarnemingen, en de ontwikkeling van referentielaboratoria.

Het BIRA kan trots zijn op zijn erkende expertise in de ontwikkeling van observatie-instrumenten, met name ruimtevaartinstrumenten. Onderzoekers en ingenieurs van het BIRA zijn betrokken bij twee van de drie missies die in 2023 door de ESA zijn geselecteerd om door te gaan naar fase A. Eén van deze missies zal vervolgens worden gekozen als

de volgende M-klasse missie van de ESA. De ontwikkeling van het VenSpec-H-instrument aan boord van de toekomstige EnVision-missie van de ESA wordt voortgezet. Het BIRA levert ook een bijdrage aan de Comet Interceptor-missie. Maar de ontwikkeling van instrumenten beperkt zich niet tot de ruimte: ook onze activiteiten op de grond vereisen specifieke instrumenten. Voorbeelden hiervan zijn de vooruitgang van SEMPAS voor de observatie van emissies door schepen voor onze kust, de verschillende instrumenten die zijn ontwikkeld voor de observatie van aurora's en de metingen van vluchtige organische stoffen op verschillende locaties in België.

Het BIRA bleef bijdragen aan het Europese Copernicus-programma door deel te nemen aan talrijke projecten op het gebied van aardobservatie, analyse van satellietgegevens en ontwikkeling van atmosferische modellen. Het BIRA zet zo zijn missie voort om hoogwaardige gegevens en informatie over de evolutie van de atmosfeer van onze planeet te verzamelen, te produceren en te verspreiden, in overeenstemming met

zijn engagement om 'nepnieuws' te bestrijden met behulp van betrouwbare, verifieerbare en onbetwistbare feiten.

Het BIRA speelt een essentiële rol in de Europese onderzoeksinfrastructuren ICOS en ACTRIS. Voor deze laatste coördineert ze het Belgische consortium en het onderdeel dat zich bezighoudt met de teledetectie van reactieve minderheidsgassen.

Om de samenhang te waarborgen met de wetenschappelijke boodschap die BIRA brengt over klimaatverandering en de belangrijke rol daarin van menselijke activiteiten, heeft het BIRA deelgenomen aan een eerste poging om zijn ecologische voetafdruk te bepalen. Dit initiatief zal worden voortgezet en zal ons in de toekomst in staat stellen om het effect te analyseren van toekomstige aanbevelingen op bijvoorbeeld het aantal dienstreizen of het gebruik van het openbaar vervoer.

Naast zijn wetenschappelijke activiteiten heeft het BIRA zijn activiteiten op het gebied van verspreiding en bewustmaking bij verschillende doelgroepen voortgezet door tentoonstellingen te organiseren, educatief materiaal te ontwikkelen en studenten in verschillende stadia van hun studie te ontvangen.

Het succes van de activiteiten van het BIRA hangt volledig af van zijn personeel, hun individuele talenten en vaardigheden, en hun bereidheid om in teamverband te werken. Alle resultaten die de afgelopen twee jaar zijn behaald, zijn te danken aan het harde werk en de toewijding van alle medewerkers van het BIRA, die ik hartelijk wil bedanken.

Ann Carine Vandaele
Algemeen directeur
September 2025



BIRA-IASB involvement



Foundation of the European Space Agency by the signing of the ESA convention by the founding member states, including Belgium.

1975

1983: ESA launches the first mission, Ariane 1, marking the beginning of the ESA's involvement in the development of the Ariane family of launchers.

1983

1984



Spacelab-1



ESRO

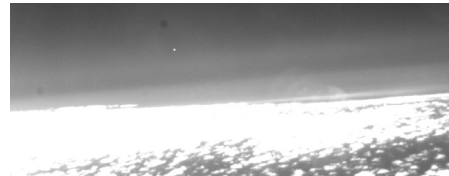
1985: ESA's first mission, Ariane 1, is launched, marking the beginning of the ESA's involvement in the development of the Ariane family of launchers.





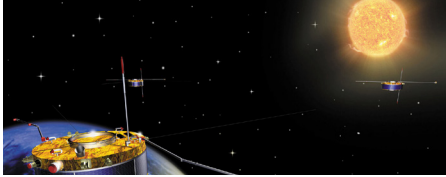
Ruimtefysica

De Cluster-missie eindigt met de gecontroleerde terugkeer van satelliet Salsa-C2



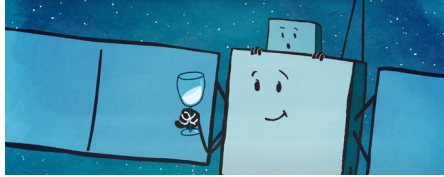
Na meer dan 24 jaar in een baan rond de aarde komt de Cluster-missie ten einde. Op zondag 8 september 2024 is de eerste Cluster-satelliet Salsa-C2, terug in de atmosfeer van de aarde gebracht boven de zuidelijke Stille Oceaan, waarmee er een einde kwam aan een uitzonderlijk lang ruimte-avontuur. Sinds de lancering in 2000, hebben de vier identieke Cluster-satellieten onderzoek gedaan naar de interactie tussen de zonnwind en de magnetische bel rond de aarde: de magnetosfeer.

GRMB-dataset: 22 jaar geolokalisatie van de Cluster-satellieten



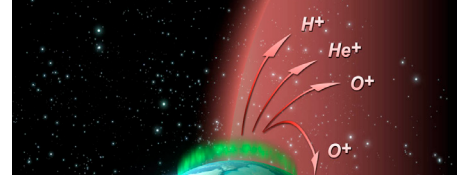
De GRMB (Geospace Region and Magnetospheric Boundary Identification)-dataset biedt voor het eerst een classificatie van de locatie van ESA's vier Cluster-satellieten in ruimte-omgeving van de aarde van 2001 tot 2022. Naast het bevorderen van lopend onderzoek, kan deze dataset de weg vrijmaken voor AI-gebaseerde classificatiehulpmiddelen. De GRMB-dataset is nu publiek beschikbaar in het ESA Cluster Science Archive.

Rosetta/ROSINA's nalatenschap



Ook tien jaar na Rosetta's historische ontmoeting met komeet 67P blijven de ontdekkingen van Rosetta's ROSINA de komeetwetenschap (her)vormen. ROSINA's waarnemingen, van onverwacht moleculair zuurstof tot fosfor en organische moleculen zoals glycine, bieden nieuwe inzichten in de oorsprong van water op aarde, de bouwstenen van het leven en het vroege zonnestelsel.

Het ontcijferen van atmosferische ontsnapping om het zuurstofverlies van de aarde te modelleren



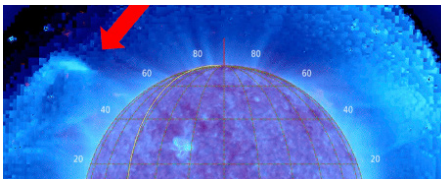
Atmosferische ontsnapping speelt een belangrijke rol in de langetermijnevolutie van planeetatmosferen en dus in de duurzaamheid van bewoonbare omstandigheden. Er zijn verschillende mechanismen die atmosferische deeltjes, in het bijzonder zuurstofneutralen en -ionen, van energie voorzien en ertoe leiden dat ze van de planeet ontsnappen. Met behulp van satellietwaarnemingen en fysische schalen extrapoleerden we de huidige ontsnappingsnelheid van zuurstof naar de omstandigheden op aarde in het verleden, rekening houdend met de evolutie van de zon en de planeet, om het zuurstofverlies van de aarde te bepalen.

Toegang bieden tot gegevens, tools en modellen met PITHIA



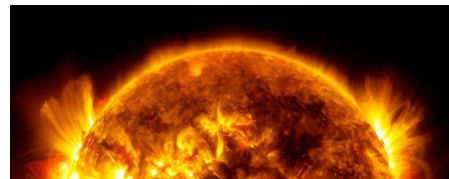
Het PITHIA-NRF-project staat voor 'een geïntegreerde onderzoeksomgeving met toegang tot diensten betreffende Plasmasfeer, Ionosfeer en Thermosfeer-geïntegreerde onderzoeksomgeving en toegangsdiensten: een netwerk van onderzoeksfaciliteiten (<https://pithia-nrf.eu>). Na 4 jaar werk biedt het e-Science Centrum (<https://esc.pithia.eu>) geformaliseerde open toegang tot experimentele faciliteiten, gegevens en modellen, gestandaardiseerde gegevensproducten en opleidingen ter ondersteuning van wetenschappelijk onderzoek aan het plasmasfeer - ionosfeer - thermosfeer systeem.

Turbulente invloed van interplanetaire plasmawolken op planetaire plasma-omgevingen



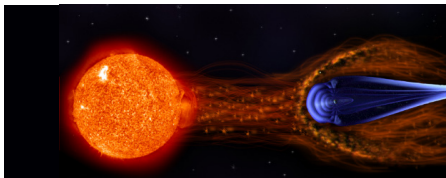
De Venus Express- en Cluster-ruimtesondes onderzochten in situ de plasma-omgeving van Venus en Aarde; de data-analyse onthult hoe een plasmawolk op 14/01/2009 verhoogde magnetische fluctuaties in de buitenste plasmalagen van Venus en sterke elektromagnetische golven in de magnetoschede van de aarde veroorzaakte. In een ander onderzoek heeft de Mavenuitruimtesonde in een baan rond Mars aangetoond dat een plasmawolk op 5 maart 2018 turbulente magnetische ruis veroorzaakte in de elektromagnetische omgeving op Mars. Dergelijke turbulente effecten kunnen technologieën aan boord van planetaire ruimtesondes bedreigen.

Gevolgen van de Moederdag-superstorm van 11 mei 2024



De sterkste geomagnetische storm van de afgelopen 20 jaar verscheen in de nacht van 10 op 11 mei 2024, veroorzaakt door een grote zonne-uitbarsting die mooie aurora's genereerde die zichtbaar waren in veel Europese landen op ongebruikelijke lagere breedtegraden. Vanwege de datum wordt het ook wel de Moederdag-gebeurtenis genoemd. Deze geomagnetische storm had belangrijke gevolgen voor de stralingsgordels, met de eerste waarneming van vier elektronengordels en de uitzonderlijke injectie van protonen in de Zuid-Atlantische Anomalie, een regio met een zwak magneetveld.

Simulaties van door protonen aangedreven instabiliteit in de zonnewind



De zonnewind is de continue stroom van elektronen en ionen die uit de Zon stroomt en de interplanetaire ruimte vult. Recente waarnemingen van NASA's ruimtesonde Parker Solar Probe hebben nu een nieuwe populatie van protonen geïdentificeerd die met zeer hoge snelheden bewegen in vergelijking met de "stille" zonnewind. Deze populatie is aanzienlijk heter in de richting loodrecht op het magnetische veld dat zich uitstrekt vanaf de Zon en de heliosfeer doordringt. Dit kenmerk veroorzaakt instabiliteit die we bestuderen met numerieke simulaties.

Voorspelling van aardse stralings gordels met behulp van deep learning



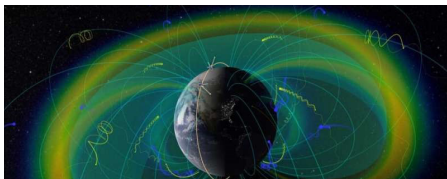
Op het BIRA werd een prototypemodel op basis van een artificieel neurale netwerk ontwikkeld om het gedrag van hoogenergetische deeltjes die dichtbij de Aarde gevangen zitten in haar magnetisch veld te onderzoeken en te voorspellen. Deze ruimtestraling is het resultaat van plotse zonne-uitbarstingen en voortdurende kosmische stralingsbuien. Het opvolgen van de evolutie van deze stralingsomgeving is cruciaal vanwege de gevaarlijke effecten op menselijke activiteiten en de gezondheid.

Effecten van kosmische straling op de aardatmosfeer



De aarde is doordrenkt met straling (hoogenergetische deeltjes) die voortdurend in wisselwerking staat met het aardmagnetisch veld en de atmosfeer. Met de Atmospheric Radiation Interaction Simulator (AtRIS) kunnen we de ionisatie en dosissen simuleren die worden veroorzaakt door kosmische straling in verschillende omstandigheden. Inzicht in het effect van ruimtestraling op de atmosfeer is erg belangrijk vanwege de rol die het speelt op de gezondheid en op de atmosfeerchemie.

“Moordende” elektronen en geladen satellieten



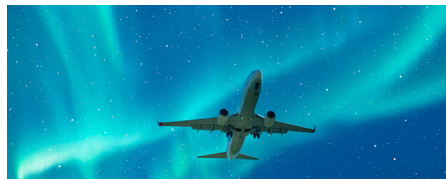
In geostationaire banen, op ongeveer 36.000 km hoogte, kunnen satellieten operationele afwijkingen ondervinden. Deze worden veroorzaakt door de elektrische ladingseffecten van hoogenergetische (>1 MeV) elektronen, ook wel “moordende” elektronen genoemd. In het kader van ESA's Ruimteweer-Diensten netwerk heeft ons ruimteweerteam een prototypedienst ontwikkeld die actuele informatie en voorspellingen biedt over het risico op elektrische lading tijdens magnetische stormen. Tijdige waarschuwingen kunnen satellietoperatoren helpen bij het nemen van risicobeperkende maatregelen en het verhogen van operationele alertheid.

Voorspellingen op zeer korte termijn van de stralingsomgeving en -effecten nabij de Maan



Het ruimteweerteam coördineert een van de vier internationale wetenschappelijke teams die vroegtijdige toegang hebben gekregen tot gegevens van de European Radiation Sensor Array en de Internal Dosimetry Array-instrumenten op het Lunar Gateway in het kader van de internationale Gateway Heliophysics and Space Radiation Working Group. Het REENOM-team richt zich op het verbeteren van het inzicht in de stralingsomgeving van de Maan en de gevolgen daarvan voor zowel hardware als mensen. Er zal een dienst worden ontwikkeld om tijdige en nauwkeurige ruimteweerinformatie te verstrekken.

Vijf jaar ruimteweer ten dienste van de burgerluchtvaart



Als één van de vier wereldwijde ruimteweercentra, benoemd door ICAO, monitort PECASUS de zonneactiviteit en verstrekt ze advies over de verwachte impact ervan op hoogfrequente radiocommunicatie, GNSS-gebaseerde navigatie- en bewakingssystemen, en over de blootstelling aan straling tijdens vliegtrips. In november 2024 vierde PECASUS haar vijfde verjaardag in het ondersteunen van de luchtvaartveiligheid.



Impact van verontreinigende stoffen op de luchtkwaliteit en het klimaat

Waarnemingen in het Amazoneregenwoud om emissies te kwantificeren



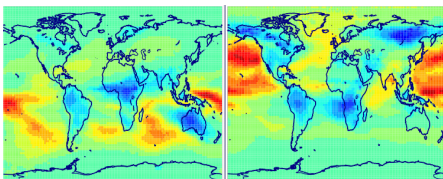
Het Amazonewoud is één van de belangrijkste emissiegebieden van vluchtige organische stoffen die de luchtkwaliteit en het klimaat beïnvloeden. Om deze stoffen en bepaalde broeikasgassen op te volgen installeerde het BIRA in 2016 een Fourier-transformatie-infrarood spectrometer in Porto Velho, Brazilië. Deze teledetectietechniek meet een hoeveelheid die vergelijkbaar is met wat de satelliet ziet (een geïntegreerde kolom van de atmosfeer), waardoor het perfect geschikt is om de kwaliteit van satellietmetingen te verifiëren.

Satellieten onthullen verschuivingen handelsroute door crisis Rode Zee



Het conflict tussen Israël en Hamas heeft geleid tot aanvallen op commerciële schepen in de Golf van Aden door de in Jemen gevestigde Houthi-beweging, waardoor handelsactiviteiten werden verstoord en schepen via Kaap de Goede Hoop werden omgeleid, weg van de Rode Zee. We hebben een methode ontwikkeld om de bijdrage van door schepen uitgestoten NO_2 te isoleren in de TROPOMI-satellietwaarnemingen van deze stof. Deze methode wordt gebruikt om de impact van de scheepvaartcrisis in de Rode Zee op NO_2 -niveaus langs belangrijke scheepvaartroutes tussen Azië, het Midden-Oosten en Europa in te schatten.

Kan de omzetting van HCHO in wolken het ontbrekende mierenzuur verklaren?



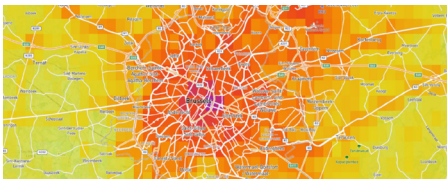
Eerdere studies onthulden een grote ongekende bron van mierenzuur in de aardatmosfeer. Onlangs werd de chemische omzetting van formaldehyde in vloeibare wolkendruppels voorgesteld als een belangrijke bron. In een nieuwe internationale studie werd echter met behulp van theorie en modellen aangetoond dat dit proces slechts voor minder dan 10% van de ontbrekende bron verantwoordelijk is. Modellsimulaties uitgevoerd op het BIRA toonden aan dat het mechanisme vooral inefficiënt is boven bossen – net daar waar de ongekende bron het sterkst aanwezig geacht wordt.

Metten van salpeterigzuur (HONO) uit de ruimte



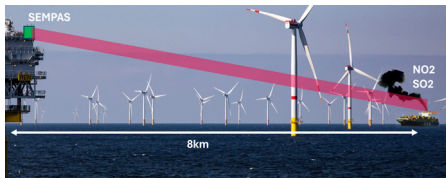
Bosbranden stoten grote hoeveelheden sporengassen en aerosolen uit, die de luchtkwaliteit kunnen verminderen en het klimaat kunnen beïnvloeden. Van de bestanddelen die door branden worden uitgestoten is salpeterigzuur of waterstofnitriet (HONO) een belangrijke chemische voorloper van atmosferische oxidanten zoals OH en O_3 . Voortbouwend op de eerste detectie van HONO vanuit de ruimte met TROPOMI, heeft het BIRA verder gewerkt aan de ontwikkeling en interpretatie van verbeterde HONO -metingen met behulp van satellieten, waaronder van het geostationaire instrument GEMS.

Sentinel-5P-producten in Terrascope



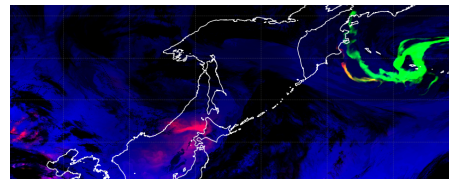
De afgelopen jaren is het aantal dataproducten op basis van satellietmetingen van de atmosfeer van de aarde snel gegroeid. Niet alle gegevens zijn echter gemakkelijk toegankelijk voor niet-professionele gebruikers. Het Terrascope-ecosysteem, beheerd door VITO, lost dit op door het doorzoeken van satellietgegevens mogelijk te maken, aangepast aan specifieke behoeften. Het BIRA werkt samen met VITO om producten op basis van Sentinel-5P-gegevens aan dit systeem toe te voegen. Eén daarvan is een op AI gebaseerd product van de concentratie van stikstofdioxide aan het aardoppervlak, een indicator voor de luchtkwaliteit.

Toezicht op scheepsemissies in de Noordzee met een UV-Vis- en IR-spectrometer



Toezicht op scheepsemissies in de Noordzee met een UV-Vis- en IR-spectrometer
SEMPAS combineert een UV-zichtbaar- en infraroodspectrometer om de uitstoot van schepen te meten via teledetectie. Scheepsemissies beïnvloeden gezondheid, luchtkwaliteit en klimaat in kustgebieden. SEMPAS wil deze emissies in de Belgische Noordzee kwantificeren en opvolgen. Het mariene milieu en de grote afstand tot de schepen maken dit een uitdaging. Na eerste testen van de UV-zichtbare component in Zeebrugge verhuist deze in 2025 naar een offshore windturbineplatform. De infrarood component is in ontwikkeling bij BIRA.

Wereldwijde monitoring van gevaren in de lucht met GEO-constellatie



Geostationaire sensoren bieden waarnemingen van hoge temporele en ruimtelijke resolutie van de atmosfeer van de aarde in het thermische infrarood. Met behulp van discriminatietechnieken ontwikkelt het BIRA een systeem om natuurlijke gevaren (vulkanische pluimen en zandstormen) op wereldschaal op te volgen vanuit een geostationaire baan. Deze mogelijkheid zal helpen bij het leveren van tijdige waarschuwingen in het geval van fenomenen die de veiligheid van de bevolking en de luchtvaart in gevaar kunnen brengen.

De derde Cabauw-campagne voor de vergelijking van UV-zichtbaar DOAS-instrumenten



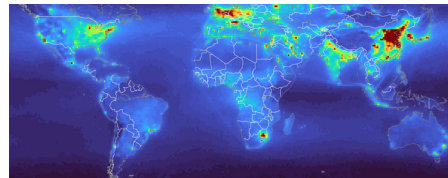
In mei-juni 2024 nam BIRA deel aan de derde "Cabauw Intercomparison of UV-visible DOAS Instruments" (CINDI-3). Het belangrijkste doel van deze campagne was om verschillende teledetectie-instrumenten te vergelijken die verontreinigende stoffen zoals NO_2 en ozon meten, en bij te dragen aan de verdere ontwikkeling van de referentiesystemen die nodig zijn voor satellietvalidatie. Samen met de 100 personen uit 18 landen die bij de operaties betrokken waren, bedienden wetenschappers van het BIRA verschillende instrumenten en waren ze nauw betrokken bij de coördinatie van de veldactiviteiten.

Evaluatie van TROPOMI NO_2 op basis van herhaalde vliegtuigmetingen



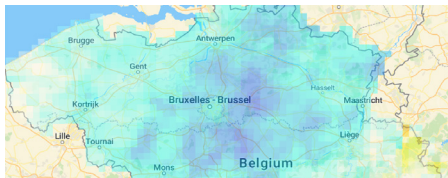
In het kader van het ESA-project SVANTE wordt het TROPOMI NO_2 -product gevalideerd via regelmatige luchtmetingen met de hyperspectrale SWING-camera. Sinds 2021 vinden deze vluchten plaats boven Berlijn en Boekarest, gelijktijdig met passages van TROPOMI. Ze brengen de verdeling van NO_x in kaart onder uiteenlopende omstandigheden, wat essentieel is voor het beoordelen van de nauwkeurigheid van TROPOMI. Daarnaast worden binnen het project geharmoniseerde tools en dataformaten ontwikkeld voor de verwerking van de gegevens van deze meetvluchten, ter ondersteuning van huidige en toekomstige ESA satellietmissies, zoals Sentinel-5 en Sentinel-4.

Nieuwe tijdreeksen van precursoren van ozon en aerosolen geschikt voor klimaatstudies



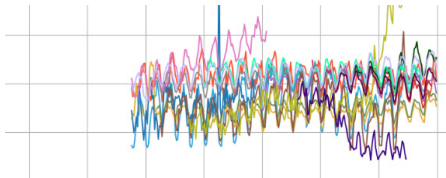
Als onderdeel van het ESA Climate Change Initiative-programma heeft BIRA de leiding over een nieuw project voor het ontwikkelen van geharmoniseerde datareeksen over langere tijd, en dit van 6 atmosferische spoorstoffen (NO_2 , HCHO , SO_2 , CHOCHO , CO en NH_3). Deze spoorstoffen zijn precursoren van de essentiële klimaatvariabelen (EKV) ozon en aerosolen. De ontwikkeling van de producten HCHO , SO_2 en CHOCHO alsook het geheel van validatie-activiteiten vallen onder de verantwoordelijkheid van BIRA. Ons troposferisch modelleringsteam voert grondige evaluaties uit, waaruit blijkt hoe waardevol de nieuwe data is voor klimaatstudies.

LEGO-4-AQ: opvolging van de Belgische luchtkwaliteit vanuit de ruimte



Het LEGO-4-AQ-systeem integreert Sentinel-5P-satellietwaarnemingen met *in-situ* referentiemetingen om bij te houden hoe NO₂-concentraties nabij het aardoppervlak reageren op lokaal, regionaal en (inter)nationaal beleid inzake luchtkwaliteit. De afgelopen vijf jaar rapporteert LEGO-4-AQ een aanzienlijke daling van NO₂ boven België, van 5% per jaar in landelijke gebieden tot 10% per jaar en meer in vervuilde stedelijke gebieden. In de lage-emissiezones die in Brussel, Antwerpen en Gent zijn ingesteld, constateert LEGO-4-AQ geen sterkere NO₂-reducties dan in de voorstedelijke delen van centraal België.

Herziening satellietgegevens voor Troposferisch Ozonbeoordelingsrapport II



Het eerste internationale Tropospheric Ozone Assessment Report (TOAR-I) bracht discrepanties aan het licht tussen satellietwaarnemingen van de verspreiding en lange-termijn veranderingen van ozon in de troposfeer, waarschijnlijk als gevolg van verschillen in verticale gevoeligheid tussen de verschillende satelliet meettechnieken. Om de onderlinge consistentie van de satellietgegevens voor de tweede TOAR-beoordeling te verbeteren, heeft het BIRA de verticale harmonisatie van 16 belangrijke wereldwijde satellietdatasets uitgevoerd. Dankzij deze harmonisatie is de spreiding tussen de datasets met 10-40% verminderd.

Ontrafelen van broeikasgasvariaties in Xianghe, China

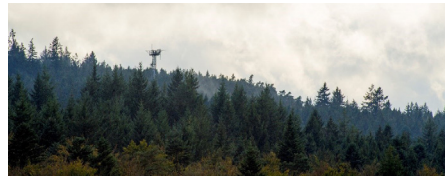


Nieuw onderzoek werpt licht op de belangrijkste bronnen van broeikasgassen bij Xianghe. Dankzij geavanceerde grondmetingen en het atmosferische transportmodel WRF-GHG konden onderzoekers sectoren aanwijzen die het meest bijdragen aan de CO₂- en CH₄-concentraties: industriële activiteiten, landbouw, energieproductie en de biosfeer. Daarnaast blijkt dat weerspatronen een grote rol spelen, bijvoorbeeld door vervuilde lucht vanaf het Chinese Laagland naar het meetpunt te transporteren. Deze inzichten helpen ons de regionale broeikasgasdynamiek beter te begrijpen en maken klimaatinschattingen nauwkeuriger.



Uitwisselingen tussen biosfeer en troposfeer

Reactieve uitwisselingen van sporen-
gassen op een gemengd-bos locatie



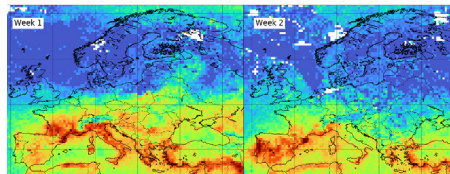
Bossen zijn wereldwijd de grootste bron van vluchtige organische stoffen (VOS) in de lucht. Hoe de uitwisseling van deze verbindingen tussen ecosystemen en de atmosfeer zich zal aanpassen aan extremere weersomstandigheden, is nog onbekend. Om een beeld te krijgen van de uitwisseling tussen een bos (en zijn componenten) en de atmosfeer, werden gedurende drie jaar uitgebreide VOS-metingen uitgevoerd in en boven de Belgische Ardennen.

Vluchtige organische stoffen in Europa

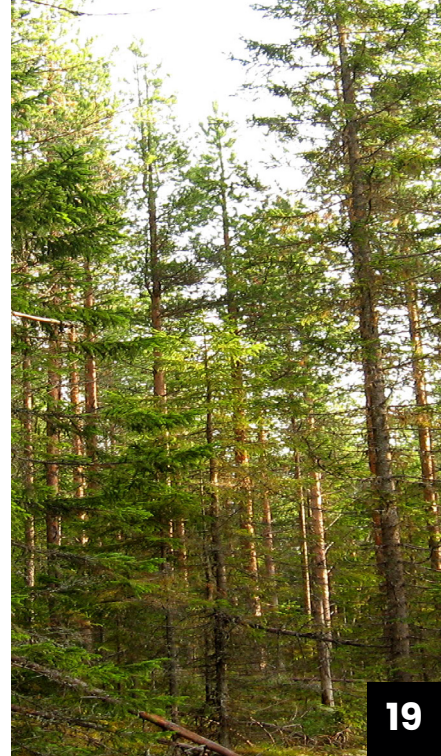


In september 2024 vond de pan-Europese EUROVOC-campagne (EUROpe-wide intensive campaign on Volatile Organic Compounds) plaats, gericht op het verkrijgen van inzichten in vluchtige organische stoffen (VOS) en hun emissies. Het BIRA leverde gegevens met hoge tijdsresolutie, verkregen met een mobiel laboratorium op de site van de Pool Ruimte in Ukkel, en op een vaste meetlocatie in Vielsalm in de Belgische Ardennen.

Betere schatting van biogene uitstoot boven Europa



Vluchtige organische stoffen (VOS) zijn belangrijke precursoren van fijn stof en troposferisch ozon. De biosfeer van de aarde is verreweg de grootste bron van VOS, maar over haar precieze uitstoot heerst nog grote onzekerheid. Met behulp van wekelijkse formaldehyde-gegevens van TROPOMI, schatten we dat biogene VOS-emissies boven Europa ongeveer twee keer hoger zijn dan volgens de huidige inventarissen. Deze toename wordt veroorzaakt door de hoge formaldehyde-niveaus waargenomen in Zuid-Europa. Bovendien geven de wekelijkse top-down emissies een beter beeld van grote emissiefluctuaties dan een inversie op basis van maandelijkse waarnemingen.





Onderzoeks- infrastructuren en -diensten

BIRA speelt een sleutelrol in de ACTRIS-
onderzoeksinfrastructuur



Op 25 april 2023 heeft de Europese Commissie officieel het European Research Infrastructure Consortium (ERIC) voor aerosolen, wolken en spoorstoffen (ACTRIS) opgericht. ACTRIS levert hoogwaardige gegevens, diensten en expertise om onderzoek naar kortlevende klimaatverontreinigende stoffen en hun variabiliteit in zowel natuurlijke als gecontroleerde omgevingen te vergemakkelijken. Het BIRA speelt hierin een sleutelrol, coördineert het Belgische ACTRIS-consortium en leidt de ACTRIS-component die zich bezighoudt met teledetectie van reactieve spoorstoffen, samen met het bijbehorend centraal expertisecentrum.

35 jaar opvolging van de samenstelling van de atmosfeer met het NDACC



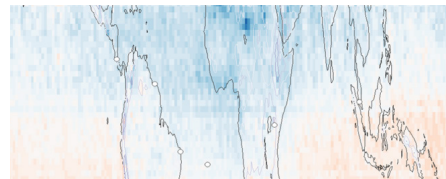
Sinds de officiële oprichting van het Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC) in 1991 heeft het BIRA bijgedragen aan het network als lid van zijn stuurgroep en met hoogwaardige grondgebaseerde metingen van ozon, klimaatvariabelen en andere sporengassen. Het NDACC viert zijn 35-jarig bestaan in 2025 met een internationaal wetenschappelijk symposium en de publicatie van een speciale uitgave om de strategie voor het komende decennium te belichten.

Dataverzameling over atmosfeersamenstelling voor klimaatdiensten



Als onderdeel van de Europese Copernicus Climate Change Service (C3S), voert het BIRA de Climate Data Store (CDS) met verschillende datareksen over de samenstelling van de atmosfeer, afkomstig van satelliet- en grondwaarnemingen: meerdere satellietreeksen over ozon, ontwikkeld binnen het Climate Change Initiative programma van ESA, over stof-aerosolen afgeleid van IASI, klimatologieën van stratosferische aerosolen van GOMOS, en een hele reeks gegevens over spoorstoffen (CO , CH_4 , O_3 , NO_2 , HCHO), komende van het NDACC-grondstation referentienetwerk.

Een gefaseerde aanpak voor de validatie van satellietconstellaties

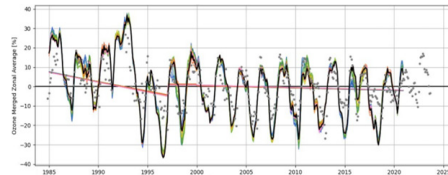


Geofysische validatie van satellietwaarnemingen is essentieel om vertrouwen te vestigen in de gegevens op wereldwijde schaal en op lange termijn. Deze activiteit was doorgaans gericht op vergelijkingen met referentiemetingen op de grond die traceerbare kwaliteitsmaatstaven opleverden, maar met een beperkt zicht op regionale en mondiale kwaliteitskenmerken. De komst van satelliet-sensoren die in constellaties worden gecoördineerd vereist de ontwikkeling van een gefaseerde aanpak voor hun validatie, waarbij ook de onderlinge consistentie van gegevens vanaf meerdere banen en op verschillende schalen aan de orde komt.



Samenstelling van de stratosfeer en verband met klimaat

De impact van El Niño op lange-termijn trends van ozon

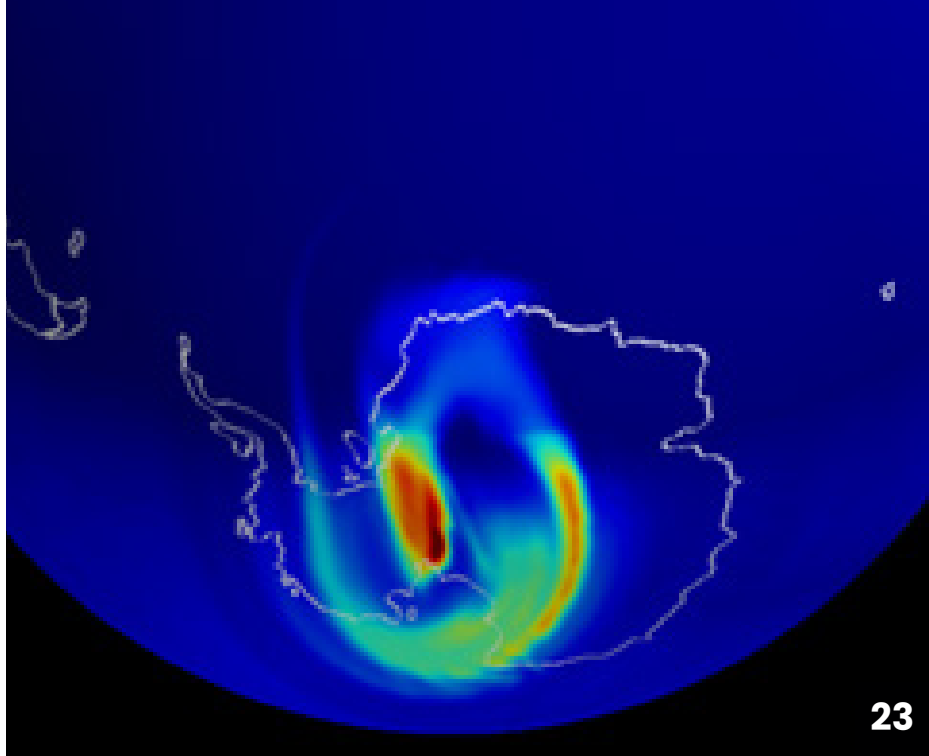


Het Montreal Protocol verbodt sinds 1987 chemische stoffen die een snel ozonverlies in de stratosfeer veroorzaakten in de jaren 1970 en 1980. De internationale evaluatie van ozon door LOTUS, onder leiding van BIRA, vond onomstotelijk bewijs dat ozon zich weer herstelt bovenaan in de stratosfeer, maar ook dat de evolutie in de lage stratosfeer zeer onzeker blijft. Een BIRA-team toonde recent aan dat deze onzekerheid geen verband houdt met een versturende wisselwerking met het El Niño klimaatfenomeen.

Voorspelling van stratosferische chemie voor Copernicus



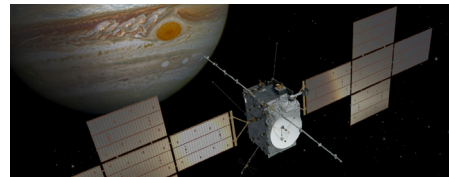
Sinds 27 juni 2023 voorspelt de Europese Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) niet alleen de gedetailleerde chemische processen in de troposfeer (de onderste 10 km van de atmosfeer), maar ook in de stratosferische ozonlaag, dankzij de bijdrage van het BIRA aan het Integrated Forecasting System (IFS) van het Europees Centrum voor middellangetermijn-weersvoorspellingen (ECMWF). We hebben het IFS uitgebreid met stratosferische chemische modules uit ons eigen modellerings- en assimilatiesysteem (BASCOE) en valideerden de verbeterde operationele voorspellingen van de stratosferische samenstelling.





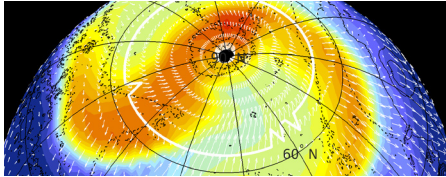
Planetaire aeronomie

ASIMUT-ALVL-code ter voorbereiding van
Jupiter-waarnemingen



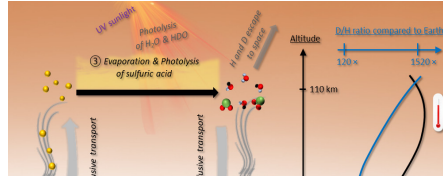
De MAJIS-spectrometer (Moons and Jupiter Imaging Spectrometer) is één van de belangrijkste instrumenten van ESA's JUICE-missie. Het is ontworpen om Jupiter en zijn ijsmanen in detail te bestuderen. Het BIRA ondersteunt het wetenschappelijke team door de mogelijkheden van het zichtbaar en nabij-infrarood kanaal (VIS-NIR) van MAJIS te evalueren voor de studie van de atmosfeer van Jupiter. Dit is mogelijk dankzij de nieuwe versie van ASIMUT-ALVL, onze code voor radiatieve overdracht, die nu in staat is om observatiescenario's van Jupiter te simuleren, naast die rond de Aarde, Mars en Venus.

Het GEM-Mars-model onderzoekt een fundamenteel chemisch probleem op Mars

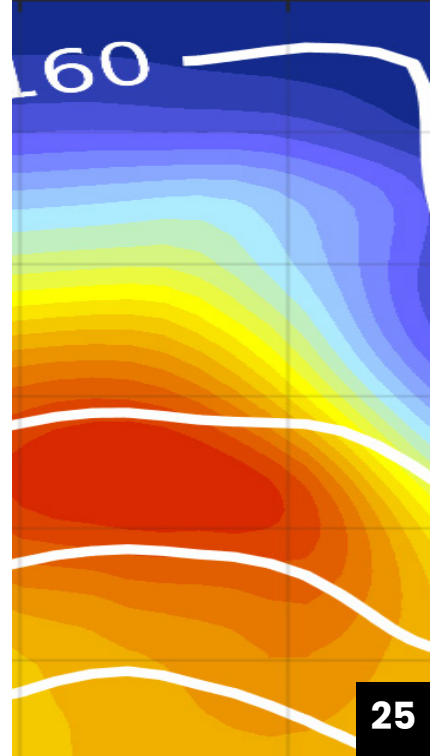


De aanhoudende onderschatting door modellen van de hoogste ozonconcentraties op Mars kan wijzen op een fundamenteel probleem in ons begrip van de chemische samenstelling van de Marsatmosfeer. Eerder werd gesuggereerd dat heterogene reacties op waterijswolken dit probleem zouden kunnen oplossen, maar er blijven belangrijke kwesties op het spel staan. Met behulp van het Mars-klimaatmodel GEM-Mars van het BIRA werd een breed scala aan processen onderzocht die kunnen bijdragen aan het oplossen van dit raadsel. Deze studie heeft bijgedragen aan aanbevelingen die de onderzoekers begeleiden bij het vinden van oplossingen.

Spectaculaire toename van de D/H-verhouding in de atmosfeer van Venus



Dankzij waarnemingen van het SOIR-instrument (Solar Occultation in the Infrared), aan boord van ESA's Venus Express-ruimtesonde, hebben onderzoekers van het BIRA een onverwachte toename vastgesteld in de abundantie van twee varianten van watermoleculen – H_2O en HDO – en in hun verhouding in de mesosfeer van Venus. Dit onverwachte fenomeen doet twijfels rijzen over onze huidige kennis van de geschiedenis van water op Venus en de factoren die in het verleden al dan niet hebben bijgedragen aan de bewoonbaarheid van de planeet. Deze doorbraak is gebaseerd op de identificatie van een mogelijk mechanisme.





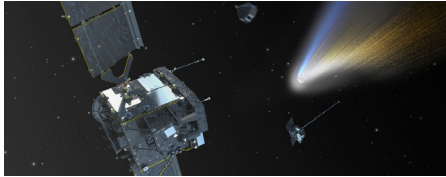
Ontwikkeling van ruimte- missies: wetenschap en technologie

Bouwen van elektrische sondes voor Comet Interceptor



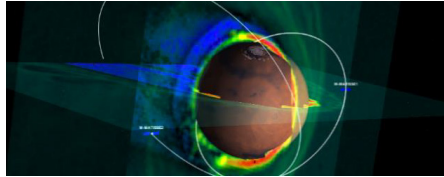
Comet Interceptor is de volgende missie van de Europese Ruimtevaartorganisatie naar een komeet. De missie bestaat uit een moederruimtevaartuig en twee dochters, waarvan er één wordt ontwikkeld door de Japanse Ruimtevaartorganisatie. Het doel is om een scheervlucht uit te voeren langs een dynamisch nieuwe komeet d.i. een komeet die mogelijk voor het eerst het binnenste deel van het zonnestelsel bezoekt. BIRA is verantwoordelijk voor de bouw van de elektrische sondes aan boord van het moederruimtevaartuig.

Plan hoe Comet Interceptor langs een komeet scheert



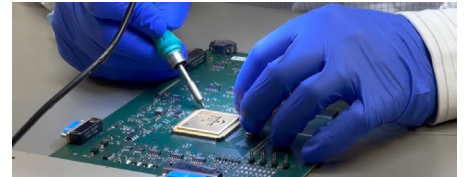
Hoe plan je een scheervlucht langs een komeet, wanneer het doelwit pas bekend zal zijn na de lancering? Veel eigenschappen van het doelwit blijven onbekend tot kort voor de scheervlucht zelf. Het Comet Interceptor-project pakt deze uitdaging heel flexibel aan. Een team van internationale planeetonderzoekers heeft onder leiding van het BIRA een techniek ontwikkeld voor het bepalen van de optimale afstand van dichtste nadering. Dit is de enige vrije parameter die de onderzoekers kunnen aanpassen tot een week voor de scheervlucht. Dit stelt hen in staat om de wetenschappelijke observaties tijdens de ontmoeting te plannen.

Vorbereiding van een ruimteweermissie naar Mars



In 2021 lanceerde het Europese Ruimtevaartagentschap ESA een oproep voor voorstellen voor haar middelgrote M7 wetenschappelijke missie. Van de 27 ingediende voorstellen selecteerde ze er 10 om een meer gedetailleerde beschrijving in te dienen. Eind 2022 kozen ze daaruit 5 kandidaten voor een fase 0 voorstudie. Slechts 3 daarvan gingen eind 2023 door naar fase A. Wetenschappers van het BIRA waren vanaf het begin betrokken bij meerdere voorstellen, in het bijzonder één gericht op ruimteweerwetenschap bij Mars.

Plasma Observatory: een multi-satelliet-magnetosferische missie



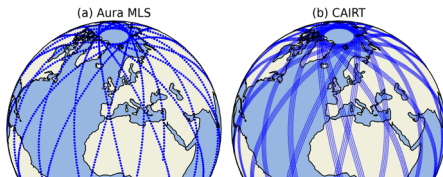
In november 2023 is het missievoorstel voor "Plasma Observatory" geselecteerd voor de fase A-studie voor middelgrote wetenschappelijke missies van ESA. Plasma Observatory bestaat uit één moederruimtesonde en zes dochterraumtesondes die in een baan om de aarde cirkelen om multischaal plasma-energiseringsprocessen op verschillende schalen in de magnetosfeer van de aarde te bestuderen. Het BIRA is verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de besturingseenheid van de IMS-M-ionenmassaspectrometer.

Stof op de maan



Op de Maan, Mars, kometen en asteroïden zijn geladen stofdeeltjes aanwezig. Deze kunnen een bedreiging vormen voor zowel menselijke als robotische verkenningssmissies. Om dit probleem aan te pakken coördineert het BIRA het door de EU gefinancierde DUSTER-project, dat tot doel heeft de eigenschappen van stofdeeltjes op de verkenningssites en hun transportmechanismen, aangedreven door elektrostatische krachten, te karakteriseren. In dit kader worden een Langmuir-sonde, een elektrisch-veldsonde en een actieve stofsonde ontwikkeld. Het BIRA ontwikkelt de eerste twee sensoren evenals de drie elektronische front-ends.

CAIRT: voorstel satellietmissie om middelatmosfeer in kaart te brengen



CAIRT is een satellietinstrumentproject om de middelste atmosfeer van de aarde te observeren en te onderzoeken hoe klimaatverandering het transport van ozon van de stratosfeer naar de troposfeer kan vergroten, waar ozon het grootste opwarmingspotentieel heeft. Het project is voorgesteld voor ESA's vlaggenschip-satelliet Earth Explorer II. We hebben CAIRT-ozongegevens gesimuleerd en geschat hoe deze een model van de samenstelling van de middelste atmosfeer kunnen sturen. In vergelijking met het MLS-instrument van NASA bevestigen de resultaten dat CAIRT een stap vooruit zal zijn voor observaties van ozon in de bovenste troposfeer.

Uitbreiding van de ALTIUS-missie: van ozon naar meer klimaatvariabelen



De ALTIUS-satellietmissie werd oorspronkelijk ontworpen om stratosferisch ozon op te volgen en in bijna reële tijd gegevens aan de wetenschappelijke gemeenschap te leveren. Nu breidt de missie zijn reikwijdte aanzienlijk uit. ALTIUS is uitgerust met een innovatief instrument met drie kanalen, dat over een breed golflengtebereik en in drie verschillende observatiemodi opereert. Hierdoor is het in staat om een breed scala aan belangrijke atmosferische moleculen te bepalen via 21 onafhankelijke verwerkingsketens.

VenSpec-H – Van concept tot demonstratiemodel



VenSpec-H is een hoge-resolutie infraroodspectrometer aan boord van ESA's EnVision missie naar Venus, met een geplande lancering in 2031. Het zal Venus' atmosfeer boven en onder het dikke wolkendek analyseren om de klimatologische en scheikundige processen beter te begrijpen. De wetenschappelijke leiding van het instrument ligt bij de afdeling Planeetatmosferen van het BIRA, met belangrijke bijdragen van het ingenieursdepartement voor het ontwerp en de realisatie. In 2023-2024 werd het concept verder verfijnd, en werd een eerste volledig demonstratiemodel gebouwd.



Ontwikkeling van grond- en lucht-instrumenten: wetenschap en technologie

Een nieuw venster voor aurora-observaties



Het observatorium in Skibotn, Noorwegen, is een uitstekende locatie voor het monitoren van de aurora-activiteit. De Polar Light Imager (PLI), die er in oktober 2024 werd geïnstalleerd, kan vanuit België op afstand worden bediend om hoge resolutiebeelden van het noorderlicht vast te leggen. De PLI is uitgerust met meerdere smalbandfilters die zijn afgestemd op belangrijke spectrale lijnen van het noorderlicht en speelt een cruciale rol bij het bestuderen van de dynamiek van het noorderlicht. De analyse van deze beelden levert waardevolle inzichten op over de eigenschappen van elektronen die de atmosfeer binnendringen en verantwoordelijk zijn voor dit fascinerende noorderlicht.

ASIS: de poollicht-spectrograaf in Skibotn, eerste 1,5 jaar waarnemingen



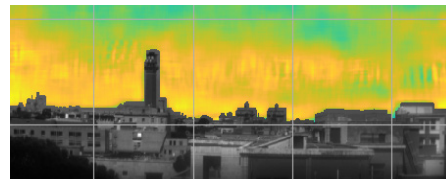
ASIS (Auroral Spectrograph In Skibotn) is een poollichtspectrograaf die geïnstalleerd werd in Noorwegen, in een samenwerking tussen BIRA, IPAG en UiT. Met een kleine astronomische lens en een optische vezel wordt poollicht opgevangen binnen een gezichtsveld van 4°, wat elke 30 seconden een spectrum oplevert. Sinds oktober 2023 draait ASIS onafgebroken in Arctische omstandigheden, volledig geautomatiseerd en op afstand bediend. Met slechts enkele gelijkaardige instrumenten wereldwijd, en op slechts 2 km van de toekomstige EISCAT_3D-radarfaciliteit, zal het waardevolle en aanvullende gegevens leveren die talrijke samenwerkingen mogelijk maken.

Autonoom mobiel FTIR-experiment



De stijgende concentraties broeikasgassen zijn de oorzaak van klimaatverandering. Om de inspanningen op het gebied van emissiereductie op te volgen en ons inzicht in de globale koolstofcyclus te verbeteren, heeft het BIRA een mobiel meetplatform ontwikkeld (infrarood-teledetectie) om de concentraties broeikasgassen in de atmosfeer te monitoren. Het compacte systeem vangt zonlicht op met behulp van een zonnensensor en analyseert dit met een spectrometer om de gasconcentraties te bepalen. Dit systeem zal worden ingezet in afgelegen gebieden en worden gebruikt om de emissies van steden en industriegebieden in Europa te meten.

Luchtvervuiling zichtbaar gemaakt met de NO₂-camera



De NO₂-camera keert dit jaar terug in het jaarverslag om de recente verbeteringen en meetcampagnes in de verf te zetten. Onze NO₂-camera is een grondinstrument, dat gebaseerd is op de ruimtetechnologie van ALTIUS. De afgelopen twee jaar is het toestel aanzienlijk geëvolueerd en heeft de camera haar kwaliteiten voor de monitoring van luchtkwaliteit bewezen.

SEMPAS – Ontwikkeling van een instrument voor operatie op de Noordzee



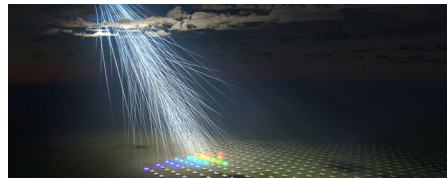
SEMPAS (“Ship Emission Monitoring by Passive Absorption Spectroscopy”) is een instrument dat ontwikkeld is voor het detecteren van emissies van schepen in de Noordzee, zoals CO₂, SO₂ en NO_x. Het instrument is ontworpen, gebouwd en geassembleerd onder verantwoordelijkheid van het ingenieursdepartement van het BIRA. Omdat het instrument zou kunnen werken in een maritieme omgeving, is het speciaal uitgerust om te weerstaan aan de belangrijke technische uitdagingen die gepaard gaan met de ruige werkomgeving, zoals corrosieweerstand en bescherming tegen extreme weersomstandigheden.





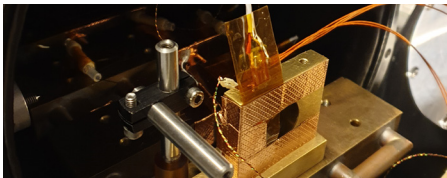
Belgian Radiometric Characterization Laboratory

Opvolging van de effecten van kosmische straling op de biosfeer



Het BIOSPHERE-project identificeert en kwantificeert de impact van kosmische straling en zonneactiviteit op de atmosferische chemie en de biosfeer van de aarde. Het zal bijdragen tot een verbetering van het beleid inzake klimaatonderzoek en menselijke gezondheid. Sinds 2023 worden op verschillende plaatsen in Europa, waaronder Brussel, campagnes uitgevoerd met gelijktijdige satellietmetingen in combinatie met monitoring vanop de grond. Het doel is de detectie van zonne-activiteit die atmosferische ionisatie veroorzaakt, van effecten op de ozonchemie op grote hoogte en biologisch actieve UV-straling van de zon op grondniveau.

B.RCLab, een essentiële tussenstop voor optische instrumenten



Het B.RCLab blijft zijn expertise uitbreiden en zijn capaciteiten vergroten met nieuwe apparatuur, waardoor de mogelijkheden voor radiometrische karakterisering verder toenemen. Een belangrijke doorbraak maakt nu UV-radiometrische karakterisering tot 90 nm mogelijk. Het lab blijft toonaangevend op het gebied van grond- en ruimte-instrumentatie en levert een bijdrage aan grote projecten, waaronder de UVSQ-SAT NG NIR-spectrograaf, de GRASS-gravimeter, SEMPAS en meer. Met het aanstaande werk aan VenSpec-H blijft het B.RCLab de grenzen van de karakterisering van grond- en ruimte-instrumenten verleggen.





Belgian User Support and Operations Centre

20 jaar operaties aan boord van het Internationaal Ruimtestation



Het B.USOC, opgericht door BELSPO, werd in 1999 geïntegreerd in het grondsegment van ESA voor gedecentraliseerde Europese payloadoperaties aan boord van het Internationaal Ruimtestation (ISS). Het centrum begeleidde de Odissea-missie van Frank De Winne in 2002, beheerde druk- en externe faciliteiten, en ondersteunde educatieve en technische validatieprojecten. Dankzij deze ervaring blinkt B.USOC uit in het voorbereiden en uitvoeren van ruimtevaartoperaties en fungeert het als een belangrijke schakel tussen payloadontwikkelaars, wetenschappelijke teams en belanghebbenden van het ISS-programma.

Heroriëntatie van het Belgische User Support and Operations Centre



In afwachting van de geplande afbouw van de ISS-payloadactiviteiten, zijn de rol en het bestuur van het Belgische User Support and Operations Centre (B.USOC) in 2023 in overleg met BELSPO opnieuw geëvalueerd. Het B.USOC is omgevormd tot een wetenschappelijk programma van het BIRA, en de doelstellingen ervan sluiten nu beter aan bij de belangen van het Instituut. Dit komt tot uiting in de bijdragen van het B.USOC aan ruimtevaartprojecten waarbij andere teams van het Instituut betrokken zijn, zoals ESA's Space Weather Service Network, de ALTIUS-missie, Comet Interceptor en het VenSpec-H-instrument.





Burger- wetenschap, kennisversprei- ding, communi- catie en onderwijs

Aurora's onder de loep:
burgerwetenschappers veranderen het
spel!



Nu de zonneactiviteit op zijn hoogtepunt is, bereiken intense aurora's lagere breedtegraden, zoals te zien was op 10 mei 2024. Amateurfotografen, uitgerust met zeer gevoelige camera's, leggen deze verschijnselen vast. Hun wijdverspreide aanwezigheid maakt grootschalige aurora-monitoring mogelijk, wat wetenschappers cruciale gegevens oplevert. Bijdragen van burgers hebben geleid tot ontdekkingen zoals STEVE, SAR's en recente opwaartse N_2 -stromingen. Door te helpen bij het classificeren van nieuwe soorten aurora's, bewijzen ze dat publieke participatie essentieel is voor het bevorderen van aurora-onderzoek.

European Space Weather and Space Climate Association



In 2022 werd de European Space Weather and Space Climate Association (E-SWAN) in België opgericht als resultaat van een gemeenschappelijke inspanning om de krachten van verschillende organisaties te bundelen en de activiteiten op het gebied van ruimteweer en ruimteklimaat verder te ontwikkelen en te bestendigen. Het ruimteweerteam van het BIRA behoort tot de oprichters van E-SWAN. Zij maken deel uit van de Raad van Bestuur, zitten de Council en de Commissie Onderwijs & Outreach voor, dragen bij aan diverse andere commissies en werkgroepen en leveren technische ondersteuning.

60 jaar aeronomie: terugblik, delen en vooruitzichten



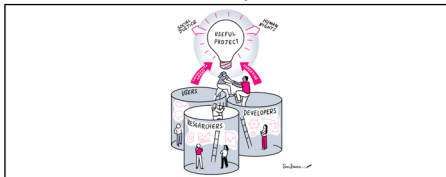
Op 25 november 2024 vierde ons Instituut zijn 60-jarig bestaan. Deze verjaardag was een mooie gelegenheid om onze prestaties uit het verleden, ons huidige onderzoek en onze toekomstperspectieven in de kijker te zetten. Er werd een vrij toegankelijke tentoonstelling opgezet, terwijl specifieke evenementen voor onze burens in Ukkel, waaronder een inhuuldiging en bezoeken aan middelbare scholen, onze band met de gemeenschap versterkten. In het Planetarium was een evenement gewijd aan onze toekomstige collega's een groot succes, wat getuigt van de inzet en het enthousiasme van onze medewerkers en van de belangstelling van het publiek.

Wetenschapsvoorlichting en -educatie kent vele vormen



Het communicatieteam heeft hard gewerkt aan online content – van het onderhoud en de vernieuwing van bestaande webpagina's, nieuwe animaties en interviews, tijdschriftartikelen over wetenschappelijke projecten tot door studenten gemaakte educatieve interactieve aeronomie-tools. Enkele tentoonstellingen reisden buiten onze grenzen ("RoadMap" in Madrid en "Shine through Mars" in Edinburgh). En niet te vergeten: de bezoeken van scholen uit de hele wereld voor de 12e en 13e editie van ASGARD. Het hoogtepunt van al die inspirerende uitwisselingen was het bezoek van Zijne Majesteit de Koning Filip van België op 31 januari 2024.

Nieuwe tool voor het opslaan van data



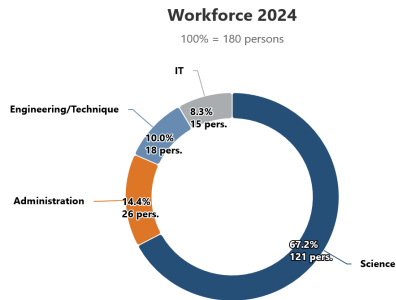
BIRA-teams hebben talloze datasets (waarnemingen en modellen) gecreëerd die vrij beschikbaar zijn op de bijbehorende projectsites. Modernisering vraagt nu dat het BIRA zijn eigen systeem voor het opslaan van data beheert. In 2024 maakte een verouderde systeem plaats voor een nieuw dat veel meer mogelijkheden biedt op het vlak van vindbaarheid in de context van open data en FAIR-principes. Het geheel zit visueel in een jasje met herkenbare elementen van de huisstijl.



BIRA in cijfers

Personeel 2024

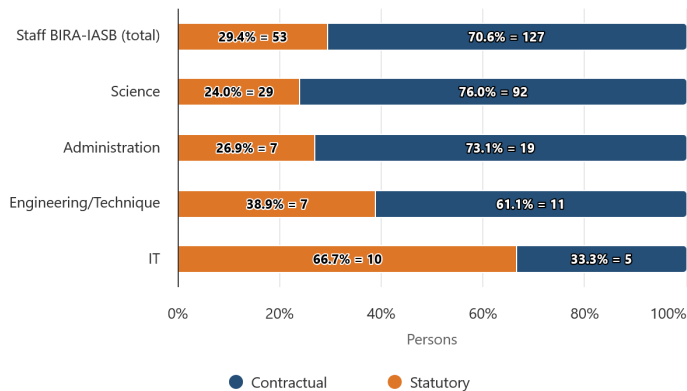
Verdeling van het personeel per categorie



Op 31 december 2024 werkten er 180 mensen bij het Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie. Tal van andere personen hebben echter bijgedragen aan de werkzaamheden van het instituut in de periode 2023-2024. Het gaat om personen met

een extern contract, zoals 3 informatici met een Egov-contract, personen met een FNRS-contract en gastwetenschappers, of personen die het instituut in deze periode van twee jaar hebben verlaten. Hun namen vindt u aan het einde van dit papieren rapport. Ze zijn niet opgenomen in onze grafieken. Tussen 2023 en 2024 is het Instituut verder gegroeid. Vooral het aantal doctoraatsstudenten is toegenomen.

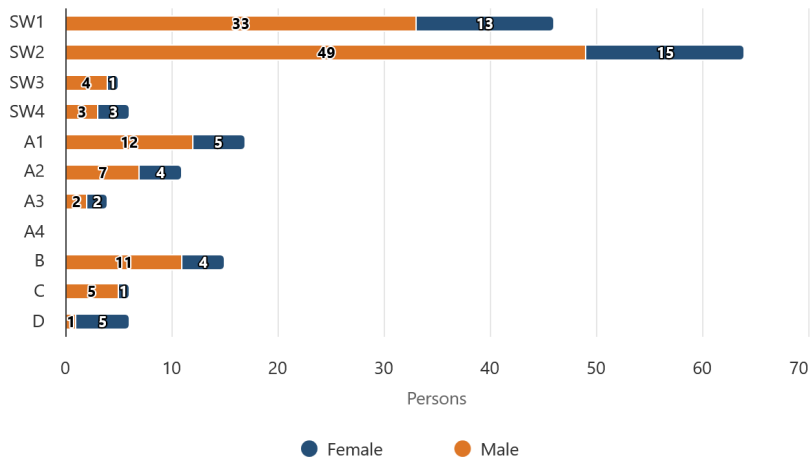
Statute per category (31/12/2024)



Aandeel contractuele personeelsleden in de verschillende categorieën

Het aandeel contractueel personeel in het totale personeelsbestand is licht gestegen. Het aandeel contractuele werknemers is bijzonder groot onder wetenschappers, waar het bijna 76 % bedraagt. Dit weerspiegelt het grote aantal wetenschappelijke projecten waaraan het BIRA deelneemt.

Distribution by pay level

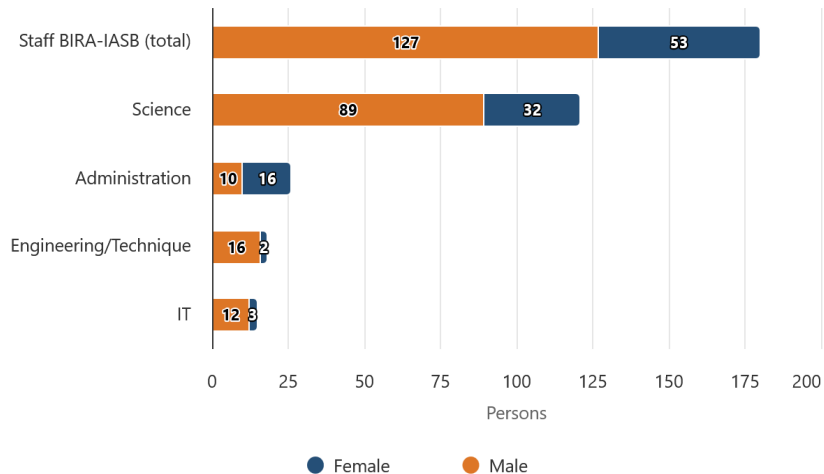


Verdeling van het personeel per niveau

Het personeel van het BIRA bestaat voor 85 % uit niveau A en SW (master of hoger), slechts 9 % uit niveau B (bachelor) en 6 % uit lagere niveaus (C en D). Dit houdt rechtstreeks verband met de fundamentele taken van het BIRA, die voornamelijk gericht zijn op onderzoek en ontwikkeling.

Diversiteit

Gender distribution by category in 2024

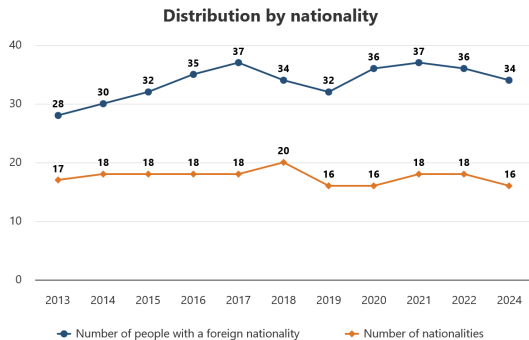


Bij het BIRA willen we het bewustzijn rond diversiteit bevorderen en maatregelen stimuleren die ervoor zorgen dat iedereen zich op zijn gemak voelt en respect heeft voor diversiteit in al haar vormen.

Gender

In reactie op recente Europese en federale regelgeving heeft het BIRA een gendergelijkheidsplan (GEP) gepubliceerd, samen met een actieplan dat aspecten behandelt als het evenwicht tussen werk en privéleven, leiderschap, loopbaanontwikkeling, onderzoek en onderwijs, en mogelijk seksistisch geweld binnen de organisatie. Er is een team voor gender- en diversiteitskwesties opgericht bij het BIRA om dit GEP uit te voeren, maar ook om andere aspecten van diversiteit aan te pakken.

Nationaliteiten



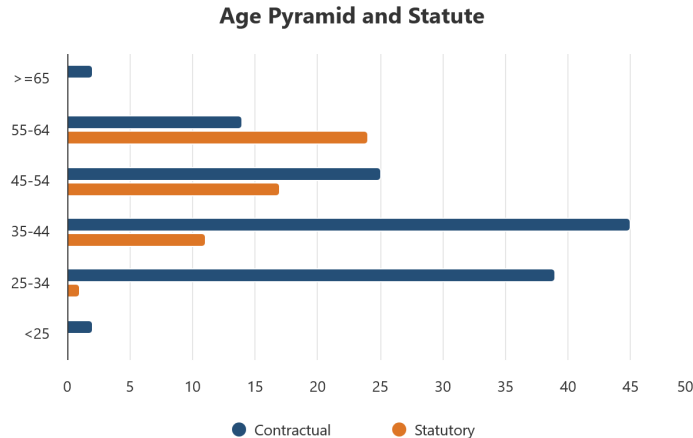
geleden slechts 30 personen waren. Eind 2024 telt het Instituut 16 verschillende nationaliteiten (inclusief de Belgische nationaliteit).

Het BIRA is trots op haar internationale erkenning en haar werkomgeving. De landen van herkomst van het personeel van het instituut getuigen van de diversiteit van de mensen die ons team vormen. Sommigen wonen al lang in België en hebben zelfs de Belgische nationaliteit verworven. Eind 2024 heeft 19 % van ons personeel (34 personen) een buitenlandse nationaliteit, terwijl dat tien jaar

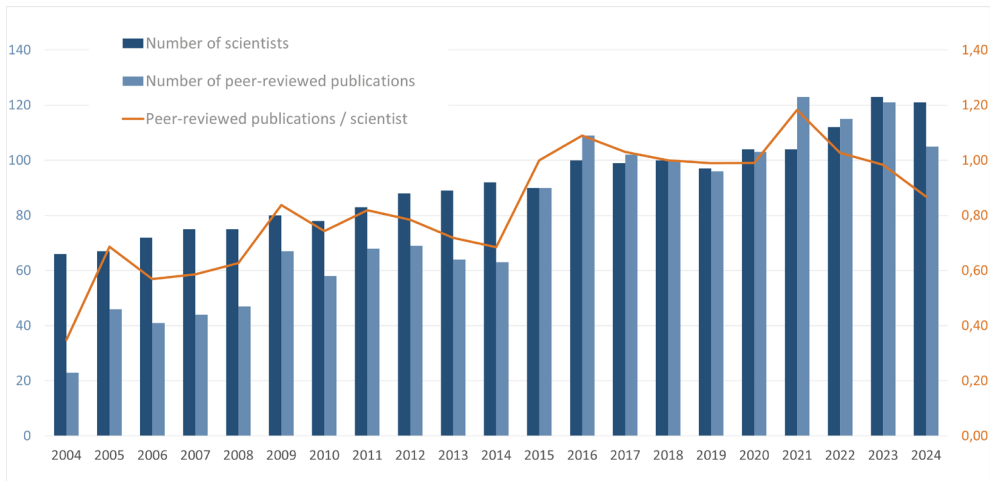


Leeftijd

Het groeiende aantal doctoraatsstudenten binnen het BIRA leidt tot een verjonging van het personeelsbestand; deze verjonging blijft echter beperkt tot het contractuele personeel. Door het gebrek aan middelen om statutair personeel aan te werven, bestaat dit laatste voornamelijk uit personen ouder dan 55 jaar. Het grootste deel van het personeel (statutair en contractueel samen) behoort tot de leeftijdsgroep 35-44 jaar, die voornamelijk uit contractueel personeel bestaat. Alleen de leeftijdsgroep 55-64 jaar wordt gedomineerd door statutair personeel.



Publicaties



In de periode 2023-2024 heeft het personeel van het BIRA 226 peer-reviewed artikelen (mede) geschreven, wat neerkomt op gemiddeld één publicatie per jaar in 2023, gevolgd door een lichte daling in 2024. Deze grafiek toont de ontwikkeling van het aantal publicaties en het aantal wetenschappers sinds 2004.

Alle publicaties worden bewaard in de federale institutionele repository met vrije toegang.

Orfeo: <https://orfeo.belnet.be/>.

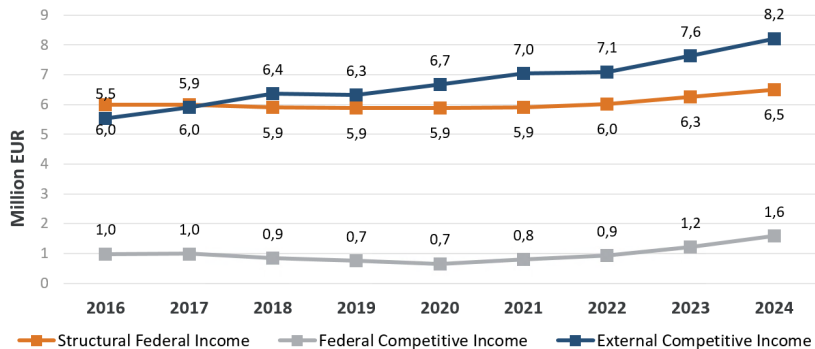
Onderzoeksprojecten en budgetten

BIRA bereikt een recordaantal lopende onderzoeksprojecten

Zoals blijkt uit de lijst van projecten, heeft het BIRA zijn financieringsbronnen gediversifieerd. De meeste van onze projecten worden echter gefinancierd door het ESA of Prodex, waardoor we afhankelijk zijn van een voortdurende financiering van ruimtevaartactiviteiten voor België.

Source of funding	2021	2022	2023	2024
Endowment	-	-	-	-
Commercial revenue	-	-	-	-
ESA	31	32	36	33
FNRS	2	0	0	0
PRODEX	14	15	13	13
Federal R&D projects	17	15	16	17
EU	11	10	11	10
EUMETSAT	2	3	2	2
ECMWF	8	4	5	6
FED-TWIN	3	5	8	8
FPS VVVL	1	1	1	1
LOTTO	1	1	1	0
EURAMET	0	1	1	1
BIRA-IASB	0	0	0	1
TOTAL	90	87	94	92

Ontwikkeling van inkomsten, gemiddeld over 4 jaar

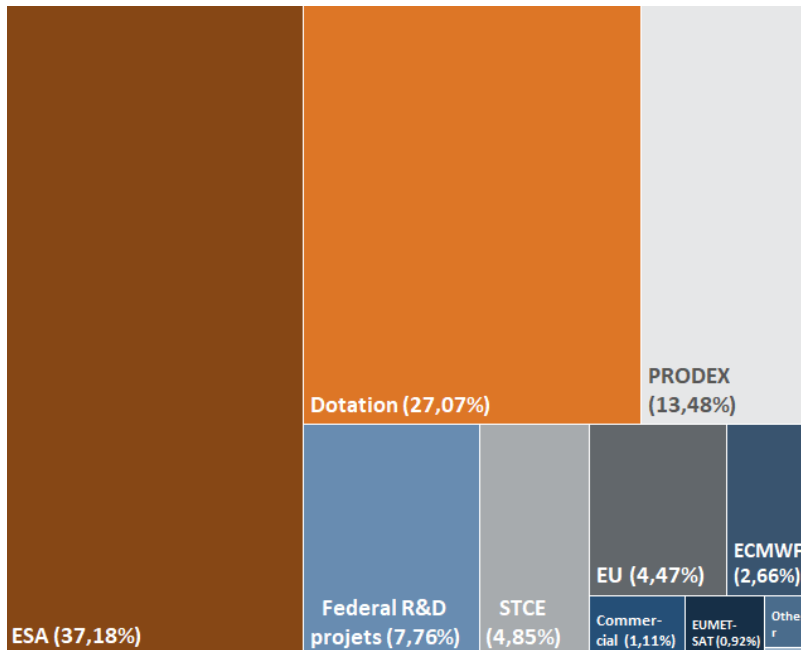


Omdat we aan meerjarige projecten werken en de uitgaven en inkomsten daaraan gekoppeld zijn, is het riskant om de budgetten per jaar te vergelijken. Daarom kozen we ervoor om gemiddelden over vier jaar te tonen, aangezien een onderzoeksproject typisch vier jaar duurt. Zo vertegenwoordigt 2024 hier het gemiddelde inkomen over 2021-2024, 2023 dat over 2020-2023, enzovoort.

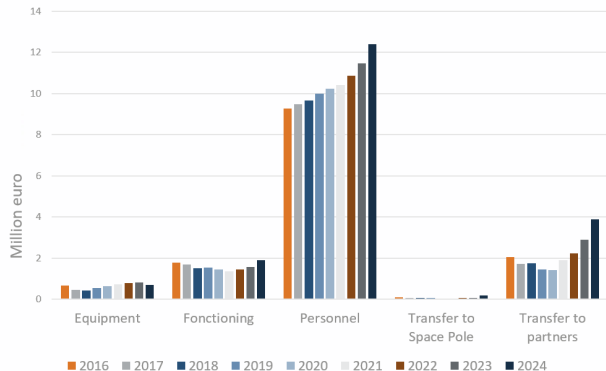
Het BIRA-onderzoekers leveren aanzienlijke inspanningen om externe financiering te verkrijgen. De middelen zijn beperkt en de concurrentie voor O&O-projecten is groot. Toch slaagden de onderzoekers erin een recordbudget te behalen voor 2023-2024, wat hun positie versterkt en nationale en internationale erkenning oplevert.

Inkomstenbronnen (liquidatiekredieten; gemiddeld over 4 jaar)

We kunnen stellen dat de structurele financiering van de overheid, bestaande uit de dotatie en het Excellentiecentrum Zon-Aarde (STCE), ongeveer een derde van ons budget uitmaakt, en dat de financiering van de ESA nog een derde vertegenwoordigt. Het resterende derde deel van het budget bestaat voor de helft uit PRODEX-financiering en voor de andere helft uit financiering van diverse nationale en Europese R&D-projecten. Afgezien van enkele jaarlijkse variaties, blijft deze verdeling door de jaren heen vrij stabiel.

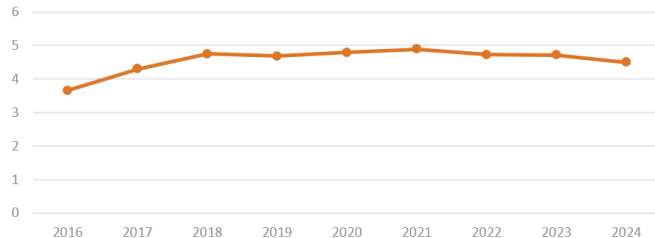


Uitgaven



Het merendeel van onze uitgaven gaat naar personeel. Deze kosten stijgen elk jaar en drukken steeds zwaarder op onze structurele federale financieringsbron die, zoals eerder vermeld, niet dienovereenkomstig is verhoogd. Dit beperkt de ruimte voor het aannemen of bevorderen van statutair personeel en schaadt de basiswerking van het Instituut.

2016-2024 Verhouding tussen de loonsom en de bedrijfskosten van de uitrusting



CO₂-voetafdruk van het BIRA voor 2024

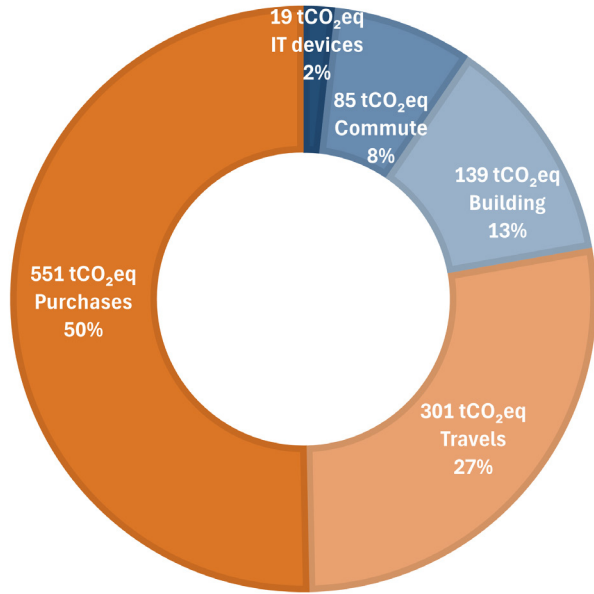
In het kader van zijn inzet om de milieueffecten van zijn activiteiten te beperken, heeft het BIRA een inventaris van broeikasgassen emissies opgesteld en zijn ecologische voetafdruk voor het jaar 2024 geschat. De voetafdruk wordt gemeten in ton CO₂-equivalent (tCO₂eq), een standaardmeeteenheid voor broeikasgassen, gebaseerd op hun opwarmingsvermogen ten opzichte van CO₂.

De geschatte totale ecologische voetafdruk bedraagt 1095 tCO₂eq, als volgt verdeeld:

- Aankopen (exclusief digitale apparaten): 551 tCO₂eq
- Zakelijke reizen: 301 tCO₂eq
- Gebouwen (energie- en waterverbruik): 139 tCO₂eq
- Woon-werkverkeer: 85 tCO₂eq
- Digitale apparaten (exclusief elektriciteitsverbruik): 19 tCO₂eq

De ecologische voetafdruk per personeelslid bedraagt 6,1 tCO₂eq en de koolstofintensiteit is 58 gCO₂eq/€.

Deze cijfers zijn indicatief en geven een orde van grootte weer. Ze bestrijken alleen de organisatorische reikwijdte, dat wil zeggen de faciliteiten die rechtstreeks door het instituut worden beheerd, waar er actiemogelijkheden zijn om de uitstoot te verminderen. De schattingen zijn gegenereerd met behulp van het open source-instrument GES 1point5, ontwikkeld door Labos 1point5, een internationaal en interdisciplinair collectief van universitaire onderzoekers.





Dankwoord!



Albrecht-Marc Michel
Alonso Tagle Luisa
Amelynck Crist
Anciaux Michel
Arijs Yenn
Aubry Aurélien
Bacchini Fabio
Baker Noel
Balis Joachim
Beeckman Bram
Berkenbosch Sophie
Berthelot Antonin
Bevernaegie Jessica
Billot Pierre
Bingen Christine
Bjorklund Robin
Bogaert Pieter
Bogaerts Brigitte
Bolsée David
Bosse Leo
Botek Edith
Brassine Ansje
Brenot Hugues

Brodu Etienne
Brouckmans Kristien
Bulcke Johan
Burssens Siemen
Busschots Cedric
Calders Stijn
Calegaro Antoine
Callewaert Sieglinde
Cardoen Pepijn
Cessateur Gael
Chabanski Sophie
Cierkens Jana
Cisneros Miriam
Cisneros Miriam
Compernelle Steven
Counerotte Frédéric
Crosby Norma
Daerden Frank
Danckaert Thomas
Darrouzet Fabien
De Brouwer Benedicte
De Cock Roderick
De Donder Erwin

De Grave Charlotte
De Harenne Christina
De Keyser Johan
De Mazière Martine
De Pauw Samuel
De Smedt Isabelle
Debosscher Jonas
Dekemper Emmanuel
Demoulin Philippe
Desmet Filip
Dhooghe Frederik
Dierckxsens Mark
Dils Bart
Dohogne Yves
Drochmans Philippe
Ducreux Emile
Echim Marius
Egerickx Tom
Ermakova Anna
Errera Quentin
Erwin Justin
Evenepoel Marie
Fabris Lorenzo

Fayt Caroline
Flimon Zachary
Franssens Ghislain
Fratta Stéphanie
Friedrich Martina
Fussen Didier
Gerard Pierre
Friedrich Martina
Fussen Didier
Gerard Pierre
Geunes Yves
Gramme Pierre
Granville José
Hemerijckx Geert
Hendrick François
Heymans Carine
Hubert Daan
Hufnagel Marco
Iterbeke Philippe
Jacobs Lars
Jonas Caroline
Kalb Nathalie
Keppens Arno

Kindarkhedia Dhiren
Kruglanski Michel
Kumps Nicolas
Lambert Jean-Chritopher
Lamort Lucie
Lamy Hervé
Langerock Bavo
Laur Johannes
Le Carrères Jean-Laurent
Leclere Fabienne
Lefebvre Arnaud
Lefever Karolien
Letocart Vincent
Liber Corentin
Libert Alexis
Litefti Karim
Maes Jeroen
Maggiolo Romain
Mahieux Arnaud
Martinez Ana
Massano Cristina
Mateshvili Nina
Merlaud Alexis

Messios Neophytos
Mettepenningen Gytha
Mezhoud Sami
Michel Alice
Middernacht Michael
Minganti Daniele
Minion Jean Louis
Miron Octavian
Moreau Didier
Muller Alexis
Müller Jean-François
Nath Oindrila
Nay Maïté
Neary Lori
Neefs Eddy
Noel Christian
Nollet Yvan
Oomen Glenn-Michael
Ooms Tim
Op de beeck Marc
Opacka Beata
Pasternak Antoine
Pauwels Dirk

Pereira Nuno
Piccialli Arianna
Pieck Gerry
Pieroux Didier
Pierrard Viviane
Pinardi Gaia
Poraicu Catalina
Queirolo Claudio
Ranvier Sylvain
Rasoanaivo Aina
Rasson Olivier
Ristic Bojan
Robert Charles
Robert Séverine
Rose Kristof
Sall Massamba
Santos Branca Claudia
Sathiyananthan Viththakhan
Sayyed Umar
Schoon Niels
Sfendla Yasmine
Sha Mahesh
Somers Tim

Sotiriadis Sotiris
Soumaré Ablaye
Stavrakou Trissevgeni
Sun Wenfu
Szabo Peter
Tack Frederik
Theys Nicolas
Thomas Ian
Trompet Loïc
Van Asselberghs Tim
Van Damme Martin
Van Doorne Cato
Van Gent Jeroen
Van Laeken Lionel
Van Passel Wouter
Van Roozendael Michel
Vandaele Ann Carine
Vandenbussche Sophie
Vanhamel Jurgen
Vanhellemont Filip
Vasquez Michel
Van der Linden Ronald
Verbracke Fabian

Verhoelst Tijn
Verreyken Bert
Vervalcke Sarah
Vigouroux Corinne
Viscardy Sébastien
Vlietinck Jonas
Wespes Catherine
Willame Yannick
Winant Alexandre
Yu Huan
Zychova Lenka



Bronnen

Het merendeel van de illustraties in dit jaarverslag komt uit de rechtenvrije beeldbanken van ESA en NASA.

Sommige foto's (genomen door onze wetenschappers of de communicatiedienst) evenals grafieken en visuals zijn intern gemaakt.

De gebruikte lettertypen zijn afkomstig van Google Fonts.

This annual report is also available in English.

Ce rapport annuel est aussi disponible en français.

Deze brochure geeft een overzicht van de boeiende projecten waaraan BIRA in 2023-2024 heeft meegewerkt.

We nodigen u uit om deze onderwerpen te verkennen en meer te weten te komen over het instituut op onze website:

www.aeronomie.be/jaarverslag

