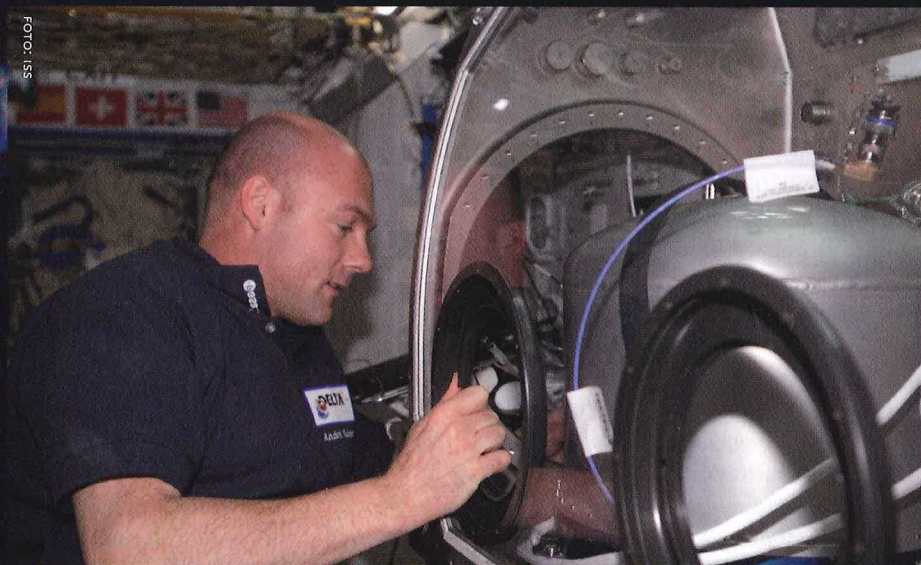


'Gewichtloze' chemie

Ruimtecapsules, satellieten en robotarmen genoeg bij het technisch centrum van de Europese ruimtevaartorganisatie. Maar is er ook chemie te vinden?



André Kuipers aan het werk voor het Arges-experiment in het ISS.

SHURAILA STOPPEL

Zomaar even langswippen op een lab bij het European Space Research and Technology Centre (ESTEC) van het European Space Agency (ESA) in Noordwijk is er niet bij. Het complex in de Noordwijkse duinen is bijna hermetisch afgesloten met slagbomen en veiligheidspersoneel dat alleen bezoekers met een afspraak binnenlaat. Eenmaal binnen begrijpt de bezoeker waarom dit walhalla van techniek niet zomaar toegankelijk is. "Hier vindt Europees toponderzoek plaats op het gebied van ruimtevaart",

vertelt chemisch ingenieur Eric Istasse, hoofd van het International Space Station Mission Science and Utilisation Planning Office bij ESA.

In de ruimte vindt geen warmteconvectie plaats

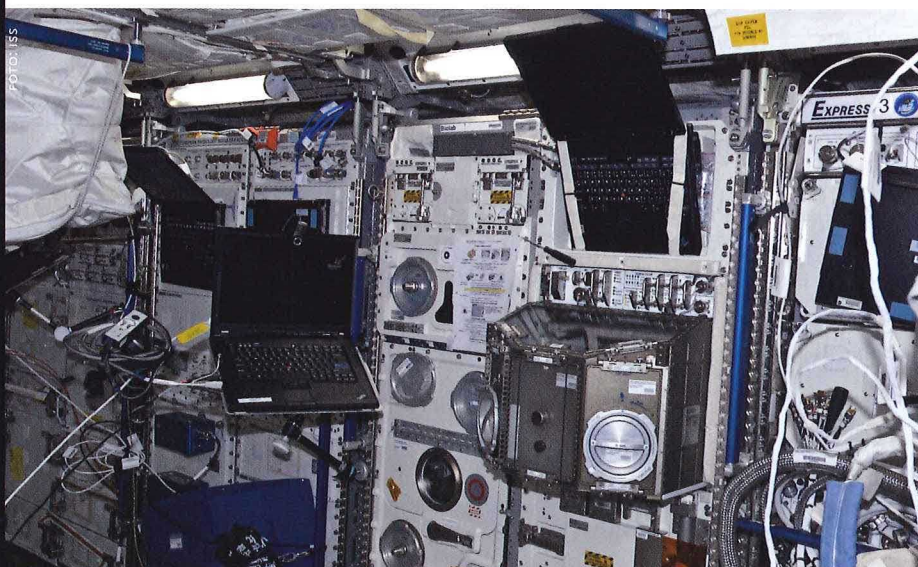
"Ik maak wetenschappers die een experiment in de ruimte willen doen, wegwijs in de enorme ESA-organisatie", aldus Istasse. Wetenschappers kunnen op gezette tijden een onderzoeksvorstel

bij ESA indienen. Na selectie op basis van wetenschappelijke relevantie en technische haalbaarheid hoort de wetenschapper of zijn proef door de selectie is gekomen en of een astronaut die in de ruimte zal uitvoeren.

OFF-GASSING

ESTEC is inmiddels de grootste locatie van ESA. Het heeft technische onderzoekslaboratoria en een enorm testcentrum. Ook produceert het satellieten, robotarmen en complete ruimtevoertuigen. Istasse: "En op het vlak van luchtanalyse doen we veel onderzoek naar de verbetering van techniek en apparatuur om de luchtkwaliteit in het ruimtestation ISS te bewaken. Bovendien willen we, als we vanaf 2016 in een baan om Mars gaan vliegen, daar luchtmonsters nemen die we met gaschromatografie (GC) en massaspectrometrie (MS) gaan analyseren. We zijn dan op zoek naar bijvoorbeeld sporen van methaan, die kunnen duiden op aanwezigheid van microbiologische activiteit. En in ons testcentrum gebruiken we chemische technieken voor off-gassing-onderzoek."

Uit materialen kunnen gassen ontsnappen. Denk aan formaldehyde dat uit spaanplaat kan vrijkomen. Materialen aan boord van ISS mogen de lucht niet vervuilen, want een raampje openzetten



SCHUIM IN DE RUIMTE

De belangrijkste eigenschap van schuim is het enorme actieve oppervlak. Daardoor is het geschikt om bijvoorbeeld gas af te vangen. Een goed contact tussen gas en vloeistof is van belang. In de ruimte is dat beter en langer te onderzoeken dan op aarde, omdat het schuim daar veel homogener is en blijft. Op aarde stort het sneller in en is er meer vloeistof op de bodem dan bovenin.

voor frisse lucht kan daarboven immers niet. Die off-gassing is niet gezond voor astronauten. Bovendien kan het materiaal zelf zijn structuur erdoor verliezen en poreus en verzwakt raken. ESA test daarom alle materialen die de ruimte in gaan. Van bemand ruimteschip tot satelliet en alles wat zich daar in en aan bevindt. Onderzoekers testen een nieuw voorwerp door het in een afgesloten ruimte bloot te stellen aan verschillende omstandigheden, waaronder temperatuur-, druk- en zwaartekrachtveranderingen. Met GC en MS bepalen ze vervolgens de mate van off-gassing en analyseren ze de vrijgekomen gassen. Op basis van die gegevens besluit ESTEC of het voorwerp daadwerkelijk meekan naar het ISS, eventueel na aanpassing.

MICROGRAVITY

"Wij spreken hier trouwens niet van gewichtloosheid maar van *microgravity*", vertelt Istasse. "De g-kracht is niet weg, maar de omstandigheden die wij creëren zorgen voor een vermindering van de uitgeoefende g-kracht tot zo'n 10^{-3} tot $10^{-6}g$." Een onderzoeker die bijvoorbeeld chemische reacties in de interfase van twee vloeistoffen onderzoekt, doet dat graag bij microgravity. Dan heeft hij meer tijd om de chemische interactie te bestuderen, want de interfase, die door zwaartekracht van vorm kan veranderen, blijft langer intact.

Sinds het ISS de ruimte in ging, alweer zo'n 15 jaar geleden, breidt het gevaarte steeds verder uit. In februari 2008 enterde het Europese ruimtelab Columbus het ISS. De onderzoeks-faciliteiten van de Columbus bevatten uittrekbare stellingkasten, *racks* genaamd, met daarin de benodigde apparatuur voor een speciaal type onderzoek. Biolab is het rack voor biologische experimenten met bijvoorbeeld micro-organismen, cellen, planten en kleine invertebraten. Het bevat centrifuges om afgenomen bloed af te draaien.

In het fysiologierack bevindt zich apparatuur om elektro-encefalogrammen van astronauten te maken voor neurologisch onderzoek.

SCIENCE GLOVEBOX

In 2002 ging de Microgravity Science Glovebox (MSG) de ruimte in. Istasse: "Dat is mijn favoriete apparatuur. Een geweldig ding. Toen de MSG gereed kwam, een product van het Nederlandse Moog Bradford, hoorde ik bij de eerste

'Bij microgravity blijft de interfase langer intact'

wetenschappers die ermee aan de slag mochten." In de afgeschermdde kast doen astronauten in Columbus baanbrekende experimenten met vloeistoffen, vluchtige, en/of giftige stoffen.

Het is nu de meest gebruikte faciliteit in het ISS en passeerde recentelijk zelfs de 12.000 uur bedrijfstijd. De MSG kan 1 kilowatt energie leveren aan apparatuur en is heel geschikt om exotherme chemische reacties, ofwel *combustion*-experimenten, te doen. De dichte kast beschermt de astronaut. Bovendien heeft de MSG een koelbare bodemplaat. Die koeling is handig, want in de ruimte vindt geen warmteconvectie plaats. Bij experimenten met hitte blijft de hete lucht dus onderin de kast hangen.

Het Arges-onderzoek, dat plaatsvond in 2004 in de MSG, betekende een doorbraak voor Philips, dat een nieuwe generatie plasmalampen wilde ontwikkelen. De hogedruk-ontladingslampen bleken te flikkeren. Onderzoekers van de TU/e besloten het onderzoek naar de ruimte te brengen. Bij de experimenten, uitgevoerd in de MSG, bleek dat convectie de oorzaak van het flikkeren was. Door convectie verandert het gasmengsel in de lamp en dat verandert de vorm

MICROGRAVITY-EXPERIMENTEN

- **Droptower:** Voor experimenten van enkele seconden. De hoogste droptower van Europa staat in het Center of Applied Space Technology and Microgravity in Bremen. De valafstand in die toren is 110 meter, waardoor de valcapsule **4,7 seconden** microgravity bereikt.

- **Paraboolvluchten:** Tijdens een paraboolvlucht legt een vliegtuig een vluchtpad af gelijk een golfbeweging. De neerwaartse versnelling van het vliegtuig is op een bepaald moment gelijk aan de zwaartekrachtversnelling. Dan heerst er gewichtloosheid en zijn er zo'n **20 seconden** beschikbaar voor het experiment.

- **Onderzoeksraket:** Deze raket voert een *suborbital* ruimtevlucht uit en het experiment kan dan wel tot **20 minuten** duren.

- **Capsule:** Als de onderzoeker een plaatsje voor zijn experiment weet te bemachtigen in een capsule, dan kan het experiment nog langer duren. De capsules kunnen wel **18 dagen** microgravity-omstandigheden bewerkstelligen. Daarbij is de microgravity ook nog van de beste kwaliteit, namelijk wel tot $10^{-6}g$.

- **ISS:** Experimenten die **maanden** moeten duren, kunnen plaatsvinden in het ISS. Datzelfde geldt voor experimenten die menselijke interventie vereisen.

van het plasma. "Door verschillende gasmengsels te testen in de ruimte, dus zonder convectie, kon Philips de efficiëntie van de lampen met 10 tot 15 procent verbeteren", aldus Istasse.

De uitgebreide wandeling door een aantal gebouwen van ESTEC is indrukwekkend. In de corridors hangen foto's van lanceringen en staan vitrines met ruimtevaartobjecten en tentoongestelde satellietmodellen. Laboratoriumliefhebbers die nog eens naar een open dag bij ESTEC gaan, kunnen er bovendien een echt *engineering*-model van de MSG zien.