



## Aflevering 3 – Augustus 2019

### Interview met ESA ingenieur Ayden Cowley

### Wetenschapper en teamleider bij “Spaceship EAC” (Keulen)

*Hieronder leest u het volledig origineel interview in het Engels en een Nederlandse vertaling daaronder. Alleen de eerste helft is te beluisteren in de podcast.*

**Cowley** So, my name is Ayden Cowley, I’m a scientist here at the ESA Astronaut Center. I’m working here for the last 4,5 years. And I come from a background of material science and energy systems. And I work here at the EAC on a project called “spaceship EAC” which looks into technologies and concepts that could be useful for human exploration beyond Low Earth Orbit.

**Pieter** OK, we’ve heard about Spaceship EAC, about the project. Of course many people wonder what exactly it means, what is it doing? Could you explain?

**Cowley** Sure, sure. So Spaceship EAC it’s kind of an innovation project. Essentially we are comprised of a number of young graduate researchers, young research fellows. Even some students are part of our team.

**Pieter** Are they all young people?

**Cowley** It tend to be young people, I am sadly the oldest person.

**Pieter** You look quite young.

**Cowley** Thank you, I’ll take the compliment. But basically we look into helping the Centre to enhance itself for future exploration and by looking into new technologies. For example we look into things like VR and AR how that can be useful for the Centre for exploration beyond the ISS. We also help ESA as well. We do work on low level technologies for example for ISRU: In Situ Resource Utilization. So basically we validate techniques and technologies that could be useful for living on the Moon for example. Producing oxygen or building bricks out of moon dust. And we also do a lot of inspirational engagements, so, we are a young team, we want to get people excited about exploration. By acting as ambassadors. We can go around in universities, and explain to the people why returning to the Moon is actually a good option for future exploration.

- Glenn** Could you elaborate a bit more about your specific role in the Spaceship EAC project?
- Cowley** For sure. So at the moment my official role is the science advisor here for EAC, and one of my main duties is as team lead for the Spaceship EAC project. So I act a little bit like the director of the orchestra. Giving direction and supporting the project the best we can.
- Pieter** But if I understand you well, the orchestra is producing some nice music, but it's actually more like a concept thing.
- Glenn** It's more like a rehearsal, so, you may call it that. And obviously we are very interested into when the orchestra is going to perform. So what kind of technologies are you working on now that might be used one day, in the near future, to facilitate human exploration of the lunar surface?
- Cowley** OK, really one of the best examples I would like to give is looking into the topic of the ISRU. If we are serious about sustainable exploration beyond LEO, we need to engage into it, we need to develop the concept further. So there's many different ways to do this. You can use resources on a planetary surface for building a habitat. Or you can use processes for extracting useful materials out of local resources. So if we look at the Moon as an example. The material that covers the Moon is regolith sand material. It's a very interesting material. It's basaltic sand in many senses. And the composition of that is over 40% oxygen.
- Pieter** Over 40 % you say?
- Cowley** Yes, it is silicate dioxide. So basically there's many different processes you can use to break that bond, and actually get the oxygen out. And this a very valuable resource. You can produce oxygen potentially of the Moon. And if you want to stay there for longer periods of time, this is very valuable. Because now you can actually resupply locally without being dependent from the logistical resupply on Earth. So there is a wide range of processes that can be deployed, and part of our job here in Spaceship EAC is to investigate some of these processes, figuring out which one is making lot of sense, which one is perhaps not working as well as we thought, and supporting ESA in its ambition to realize this technology.
- Pieter** I suppose ESA has a target, a very specific target, to be reached at a certain date, at a certain time. Could you tell something about that. Are there any results that should be on the table at a certain moment?
- Cowley** Well in terms of – for example ISRU again – there is a number of plans to have a payload on the Moon by 2028. A demonstration payload, to prove a process for production of oxygen. This is something that is talked about a lot. And we are here to help ESA to realize this ambition. And in the bigger context there is plans that humans go around the Moon again, orbiting the Moon on a deep space gateway. And that is something again that we – here in de Centre – recognize. We want to have astronauts... obviously this is an astronaut center and we are preparing that and Spaceship EAC is helping a little bit wherever we can.
- Pieter** So your project is actually the scientific support to have a later mission on the Moon, demonstrating the use of resources in situ.
- Cowley** For sure. And it's better looking into low level technologies, perhaps things that are not super obvious at the moment, but could end very valuable implications in the future.

**Glenn** I reckon that there is still a lot of work to be done for you to have a very efficient process of extracting oxygen from the lunar soil. How far long are you with this technology? What are some of the main issues you still need to overcome?

**Cowley** So, it's a really good question. There is actually - if you look at some of the reactions, for example if you look at oxygen extraction – you look at the stoichiometry of certain reactions, it looks pretty simple... and then when you actually trying to do it in the lab, you realize there's a thousand things not working the way it was meant to be, you get no production in the end, and then you are like "Why is that happening?". So there's tons of experiential knowledge that we are missing, and this is what we are trying to build up now. We understand the fundamentals perhaps, but the actual practical application of that is very very different. And everybody knows how a car engine works, but no one is able to build a car engine, and this is the distinction.

**Pieter** It's a difference like what you learn in secondary school in five minutes, and then you have to spend 10 years of your life just to make it work.

**Cowley** Right! I mean I can show anyone the basic ISRU, the basic oxygen chemical reaction, and it will make sense. But it is when you bring it into practice that it becomes very tricky. Even this ..., even something simpler like melting or sintering regolith to produce bricks. In principle it seems really simple, in fact it's not so easy. For example with producing regolith brick, it should sinter around 1000°C; And however, we found that when the composition of the regolith changes, you get different sintering behavior. This makes a difference then about where you are actually standing on the Moon when you are actually doing this process. And you also never guarantee that when you land, you going to have exactly the right composition to make a brick. So this is an experiential knowledge you have to gain.

**Glenn** So what will your approach be. Will your approach be to find a suitable landing spot, or will the approach be to develop a few technologies that you're able to deploy anywhere on the lunar surface depending on the material you will encounter?

**Cowley** I'm more of the adaptive approach, I'd rather have a technology that is flexible and that can withstand different positions. Picking one particular location for one particular reason opens up a very large risk, that you might actually not have the right material around your lander anyway.

**Glenn** And I reckon it also limits the science you can do, because you are constraint to the geographical spot that is not necessarily the most interesting place you can be from a scientific point of view.

**Cowley** Exactly, so I'd rather have technologies that are a bit more flexible.

**Pieter** But that takes more time to develop.

**Cowley** It takes more time to develop, takes more experience. But if you are looking forward to the future, and we're using the Moon as a kind of testing ground for these technologies with our eyes on somewhere like Mars as a destination, you need to develop flexibility. You can't go to Mars and have a very specific process for a very specific thing.

**Pieter** Is that what most of you are dreaming about, to develop something that one day will be used on the Martian soil instead of the lunar?

**Cowley** This is the kind of the thinking, we think of the Moon as a proving ground. So we go back to the Moon to test our concepts and test our technology with a very firm eye on Mars perhaps as the end goal.

**Pieter** So, one of the main topics that people talk about, is : there should be water somewhere on the Moon, in the craters of eternal darkness we can find some water ice. Is this project also researching some ways to use this water, to extract it?

**Cowley** Yes, we actually do a little bit of work on how you might be able to get water out of these craters. For example if you look at the literature around the consensus about whether there is water and what form it is, it is not quite certain. We believe it's probably embedded into the regolith in some capacity. The question is how do you extract it from the regolith.

**Pieter** Do you mean it is some kind of mud? Or would you rather say it's kind of chemically bound to the ...

**Cowley** Probably chemically bound, probably implanted perhaps by the solar wind, maybe in pristine ice. This is an open question to be honest. It depends on which scientist you're asking.

What we are looking into is the flexible approach for extracting it.

So one of the technologies we are looking at here at EAC is the microwave heating of regolith. So you can essentially direct some microwave energy into the regolith, and it will excite and heat up the water, and it will sublime out, and you can capture it...

**Pieter** Sounds simple again

**Cowley** Yes, sounds simple again.

**Glenn** It sounds like I could go up to the lunar surface with my microwave oven, put in a cup of regolith, and have water. At the end that is not the case, right?

**Cowley** It's never that simple, but in principle it's not far off. But it's never that simple.

**Glenn** In order to test those technologies you're constructing a lunar analogue if I'm not mistaking. What do you use as regolith analogue. I guess you can't find any lunar dust at the Earth's surface.

**Cowley** No, only about 400 kilos of real lunar material is brought back from the Apollo missions, and that's kept under lock and key at Houston. What we have to do as scientists we have to engineer what we call simulant material. That is material that is very closely matched to what we expect from the lunar regolith. We know a lot about regolith, so we can materials here on Earth that are very very similar to this material. And the trick with simulants is you have to be careful in how you pick them because you have a simulant for every specific task. For example you have the compositional simulants, which are simulants that very closely match the composition of the Moon at different locations. You have the mechanical simulants, simulants that actually have on a microscopic scale have a very different shape than what you expect.

**Pieter** We've heard about the sediment on the moon being very sharp. Not rounded.

**Cowley** Yes, correct. You have no weathering phenomena like here on Earth, no wind, no water, no rain.

**Pieter** So do you still find some simulant in Earth sediments then?

**Cowley** For mechanical simulants we actually have to make them with machines. Often we get sediment that is a lot more rounded, and then mill it to make it more angular and jagged.

**Pieter** Oh yes, so, you split the little grains so they become sharper.

**Cowley** They become sharper, exactly so. So that's an example of the mechanical simulant. You have to pick your simulant for different processes.

**Glenn** In what way is it different and will it stay different until you've got a real pristine sample?

**Cowley** So I think there is one really good example of this that I like to point out. On the Moon you find iron in a particular configuration that is not being oxidized like it has been on Earth. And that's simply because on the Moon there is no atmosphere, there is no oxygen that reacts with iron. So it exists in a more pristine state. Whereas here on Earth everything is being touched by the atmosphere .

**Pieter** So all the iron is oxidized.

**Cowley** Yes, pretty much. So this creates a big difference, and it is very difficult for us to simulate that particular property here. So a lot of our reactions may not behave on the Moon as here on Earth. And this is a strategic gap.

**Pieter** Are there any other tests that you are already planned once the facility will be built. What kind of tests will be done in this facility?

**Cowley** Well, there's a couple of tests we would like to do in this facility. We would want to use the facility for joined operations in a very combined way. For example, we want to look into perhaps how humans and rovers might be working in close proximity on the lunar surface. This is something we think in the future will be prominent.

**Pieter** Are you actually developing these kind of small rovers?

**Cowley** Not in the EAC, but my colleagues in ESTEC another technology facility are doing this. Our job is to focus more on the human element, looking how humans interact with these technologies. For example: what is an efficient interface? How do you control a rover in close proximity.

**Pieter** But this is something that is actually being built now in ESTEC?

**Cowley** There's rovers that incorporate modern technologies and cutting edge technologies, and we work with them in some capacities and to be ... the idea is in the lunar facility to bring this all together and mix it all up to see how these technologies with humans interact in a much more integrated environment.

**Glenn** And the main goal is to find the best approach for humans and rovers to work together in a very sustainable way, so we can go to the Moon and actually stay there.

**Cowley** That's exactly it, yes. So, what you don't want to do is never have a rover and human working together and send them to a mission where they have to work together. And you have a rover that is designed by perhaps rover engineers and human mission specialists, and they don't interface very well. The worst thing would be having a rover driving over an astronaut, because they didn't think about proximity.

**Pieter** If it's outside he will be wearing the Moon suit, so he will probably be safe

**Cowley** Well, we've seen too many movies with killer rovers and robots ... we don't want that.

**Pieter** But you have other challenges than that. Temperature seems to be a harsh thing. And would it be installed also in the lunar facility? What kind of Moon conditions will be simulated in the lunar facility?

**Cowley** So, temperature is something we can't do, it's very difficult to match up. But we are looking into illumination. Depending on what part of the lunar surface you are, there are different illumination profiles. At the equator you have 14 days of direct sunlight and 14 days of darkness. At the polar regions you have much lower angles of sun and you get shadows that are much much longer. This is a very difficult environment to work in. It's something very hard for us to imagine here on Earth. It is very unique. So, we will have directional lighting inside the lunar facility, where we can simulate both equatorial and hopefully polar regions as well.

**Pieter** So I should imagine a kind of roof that is dark, that doesn't let in any daylight and you have these big lamps simulating the sun at the horizon.

**Cowley** Exactly.

**Pieter** Yes, must be an exciting environment to work in, once it is finished. With the grey soil and the low sun...

**Glenn** When are you expecting the lunar facility to be operational?

**Cowley** So, the lunar facility will hopefully be under construction by the end of this year (2019). We hope to have most of the construction completed during next year. And then with an ideal opening date of either the end of next year or beginning, quarter 1 of 2021. This is the crown thinking, and I think - pretty optimistic - we are going to make that.

**Pieter** I you're talking about timing, I was wondering: is it influenced a lot by the timing that NASA is using for the cooperation between ESA and NASA for building the Moon base? I guess NASA has a big contribution, they have a bigger budget and a bigger tradition. They will probably have some timing that is kind of mandatory for ESA to follow? Or am I wrong?

**Cowley** Oh, I mean it is interesting, if you look at the history of the last few years in terms of lunar exploration, you'll probably find ESA being one of the big, people talking about this in a very positive way. And we took our inspiration from those conversations by our director general about the Moon village, and about lunar exploration being the next logical step...

**Pieter** While the Americans were still dreaming about Mars. Mars direct.

**Cowley** Yes, exactly, Mars Direct. Which is perfectly an audible goal as well. And we were being pragmatic and looking at the Moon. And the lunar facility - its original plans - were drawn

up around this time. So, we consider ourselves perhaps a little bit ahead of thinking on that one. It has been taking a while to realize it, but that's just the nature of any project like this. We look at this facility as built up of European capability, built up a capability for ESA and other exploration stakeholders in Europe here. And it is something we are going to use as ESA, but it is also going to be open for people to utilize, for our colleagues here at DLR for example. For research institutes across Europe, they can use this facility as well. So we look at it as a platform that will be open for other people to use, and as we're not really linked to any exploration time table dictated to us by NASA. This is a facility we identify as a need for Europe, and we're going to make it available.

**Nagesprek (niet gepubliceerd in de podcast).**

**Glenn** Where is this facility going to be...

**Cowley** It is right there. I can tell you that the real story behind it ... this area here last year is marked off for the construction, and what happened ...

**Pieter** So, the area with the green belt around it?

**Cowley** That's the one. We were just ready to press the "go" button, to start to build. Our colleagues from DLR then said: wait, wait, we are going to do more with it, and we'd like to invest some more money in it.

**Pieter** So the budget became bigger.

**Cowley** The budget became bigger. And what that means, we go back and restart the building permit process. So, that's what delayed it slightly. And it's no longer going to be a dome, it will actually be a hall, like our hall we have here. So it's changing shape a little bit. But the fundamental properties, with the actual regolith, are all going to be the same. It is pretty much bigger I think.

**Pieter** I guess it is not too difficult to get a building permit for this. I suppose Köln will be quite interested to have it on its...

**Cowley** Yes, yes, philosophically yes, practically it's really tricky. It's a land that is owned by the Germany ... uh ... some part of the German administration. So, DLR actually owns the land. It belongs to them

**Pieter** Do they show interest to get their part, or is it just bureaucratic?

**Cowley** Yes it's just bureaucratic.

**Glenn** We know all about that in Belgium.

**Pieter** We are the champion on that.

**Glenn** Are you going to simulate some lunar topography too? Because I can imagine of you work with rovers that you need to find at what inclination they can still drive ... so it will not be a flat plain.

**Cowley** Well it will be relatively flat, but there is some ehhh we will have a depth of half a meter of our regolith material, and there is some undulation on the ground. And also we will have like a special table where you can put a rover and put in an angle for testing.

**Pieter** And you still have the crater rim to put the solar panels on, it's not that they will rebuild all this in the facility?

**Cowley** No, this is not our focus. That's more a technological question, there's the human interaction.

**Pieter** And anything about radiation. Did you think about that?

**Cowley** Especially in the EAC we've done some work on modelling on how effective regolith is as a radiation shield. So, if you asked some questions about the why of a 3D print. This is one of the main reasons actually, to mitigate radiation. Half a meter of regolith is quite sufficient.

**Pieter** Oh really, it thought you would need about 2 meters.

**Cowley** No. this is where it gets interesting. If you just take a lot of the regolith, a meter and a half, two meters, and you compress it, then the sintering or the 3D print becomes even less. So density is the fundamental factor.

**Glenn** Obviously you cannot bring that from Earth, that kind of density and mass.

**Cowley** No, no.

**Pieter** OK, that's about the 3D printing of the regolith cover. But all the rest is actually ...

**Cowley** Oh, you bring it up. For making a hermetic seal, it's no good. There's a couple of tricks you can do to make something that is reasonably pressure tight, but I would never risk anyone's life on it.

**Pieter** And you always see these kind of tubes with windows on it. Is it actually going to have a window.

**Cowley** Well, I am a deeply pragmatic scientist, and would leave it out, that's not what you do. Why would you make all this expensive radiation shielding, and then put a hole in the top? That the best way to get cancer. You go in there and you get cancer.

**Pieter** You can look at the star sky, but you have to pay with your eyes.

**Cowley** Yeah, your eyes melt, you know. This is a bad thing to do. But you have to let the architect some room for imagining how it could look like. But the reality is probably very boring.

**Pieter** Yes, probably completely covered, and then they will be in the dark, only lightened with artificial light.

**Cowley** Yes, right. But you what you could do is having windows at a lower angle, that aren't directly ... and that'll work. But not individually ...

**Pieter** Near the surface you mean.



**Cowley** Yes, near the surface, or covered by a shed. More like a bunker type of window, you know. That'll work.

**Glenn** It seems like it differs a lot with the ISS where you do have a lot – well, not a lot – but some sunlight coming in. There are a few windows. This won't be the case, because you're outside the Van Allen belt here.

**Cowley** Yes, it's not a good idea.

**Pieter** But then again the Moon is passing every 4 weeks in the tail of the magnetic field of the Earth.

**Glenn** So at that moment they could have a look out of the windows...

**Cowley** Just chose the right time, all right. Well, this is a question that actually my colleagues of the space medicine group are looking into. It's a question you can ask: what is the acceptable radiation limit for a astronaut on the Moon? And NASA has put numbers on it, but they don't believe those numbers. And we don't believe the either. And no one really knows what the exposure risk is. It's probably more significant than it looks, but this is something that still needs to be quantified.

**Pieter** A lot of work to do.

**Cowley** Yeah. That is.

**Pieter** So, what do you believe personally? That we could have a moon base in 2030?

**Cowley** Yes, I think so. I'm very optimistic about this. What I like about this, if you look – you know like you guys probably did – if you're looking to space exploration. In the mids of 2000's you would think they are crazy in America. It still looks crazy, but ...

**Pieter** It's just America.

**Cowley** What's nice is. It's this background working plans called the ISECG. It's an international space exploration coordination group. And they have mandated, a kind of exploration road map. And I could hear a lot "this is not going to happen, road maps don't work". But actually taking it methodical in addressing this road map, it turns out it's the working level of agencies. That they contribute ...

**Pieter** Maybe they have a kind of commitment to ... maybe to the 22 member state of ESA, as they have to agree about the budgets every 3 years.

**Cowley** Yeah, but they still look at the road map too, like, what's NASA is going to do? Even something as obvious, or something as strange as the deep space gateway. You guys know about that. I mean, that was never known, turned down in Europe like: we're not going to do that. It was about ...that it was being talked about seriously. Europe just goes: what can we get into it, what can we pay into this project?

**Pieter** Do you know when ESA was connecting to the idea of the gateway?

**Cowley** It was last year, probably last year that we really bought into it.

- Pieter** Do you know James Carpenter? I followed a presentation of him twice, and if I'm not mistaking it must have been in 2016 – maybe – and he already talked about the Gateway, about building it and ESA being part of it. And I was a bit surprised because before we never heard a word about the Gateway.
- Cowley** No, this is the internal thinking. But then if you look at the road map, if you go back at 2014 or 2012, look at the road map as it was back then, then you see that the deep space gateway is listed. The massive plan is unfolding.
- Glenn** It felt a little bit strange, at first when NASA came with the deep space gateway. I thought I could put it at the same list as the Asteroid Redirect Mission and all of that. Just something to keep contractors building and employ and all of that. But suddenly, it must have been last year, it seemed that ESA jumped on the bandwagon, and there was talk about hardware being put up in space in a relatively short time frame, and you're actually building the stuff right now. It was a very oddly quick turnaround for what they would call old space. ESA and NASA don't tend to rush into things. But that's not the case at all, because you had this road map way before there was a public talk about it.
- Cowley** Yes, it turned up at conferences, we were looking at this road map, too. The big primers. And they could see like – you know – where they wanted to have the habitat module, where they wanted the air lock or energy system. And it's not that far different from what we're doing in LEO with the ISS in terms of technology. Like what we did with Columbus for example, that can be recycled and be used very quickly for the deep space gateway. For the big primers they look at this is as a kind of an easy pay check, in the sense that they are just developing what they have done before, albeit a bit updated. It's not like developing an new concept, a new lander for Mars or something, that would cost ...
- Pieter** What would be the difference you think, if you would take the Columbus Module and put it into the Gateway. What would be the difference between the current modules of the ISS and the new ones in the new station, the gateway?
- Cowley** Not as much as you think. There's different cooling systems required. Because there is a different thermal loading. Powering is a bit different. You want to have an electrical propulsion system on board for the station keeping, and so forth. But fundamentally, I think it is not that different.
- Glenn** And new constraints in size, because obviously you'll need bigger launchers to get the modules up to cis-lunar orbit.
- Cowley** There's the SLS
- Glenn** Yes, the workload has been taken off SLS and distributed to commercial launchers with high capacity right now.
- Pieter** And I guess the protection against radiation should be bigger in size.
- Cowley** This is a big question. I wish I had a good answer for that. That's why I said the guys at ESTEC honestly are looking into this, because they don't know ...
- Pieter** They don't know what to do actually.

**Cowley** I mean, you had Apollo 15 or something. If they were launched 3 weeks earlier – at the original launch time - they would have had a massive radiation storm.

**Pieter** I've heard about it.

**Cowley** They would have had a lethal dose of radiation. What if such thing happens into the deep space gateway? What can you do? Not much.

**Pieter** Well, you can come back, it can be predicted two days in advance.

**Cowley** Two days, yes.

**Pieter** Another thing is, they might probably make a shelter for astronauts to...

**Cowley** Yes, a couple of technologies are tested, it seems a kind of a body suit. It's made up of a plastic.

**Pieter** Some nanotechnology.

**Cowley** No, it's just pure. Actually anything with hydrogen is good at mitigating radiation. So this is probably one solution, perhaps, but I wouldn't want to be out there beyond magnetosphere ...

**Pieter** Me neither.

**Cowley** ... in front of a massive solar outburst, that would be a bad day, you know.

---

## NEDERLANDSE VERTALING

**Cowley** Mijn naam is Ayden Cowley, ik ben een wetenschapper hier in het ESA Astronaut Center. Ik werk hier ondertussen 4,5 jaar. En mijn achtergrond ligt in materiaalwetenschappen en energiesystemen. Ik werk hier voor een project met de naam "Spaceship EAC", dat technologieën en concepten bekijkt die nuttig zouden kunnen zijn voor bemande reizen voorbij de lage Aardbaan.

**Pieter** OK, we hebben over het project Spaceship EAC gehoord. Natuurlijk vragen veel mensen zich af: wat betekent dit project eigenlijk, wat doet men precies. Kan je dat uitleggen?

**Cowley** Zeker! Spaceship EAC is een soort innovatie project. In essentie bestaan we uit een aantal jonge onderzoekers en doctorandi. Er zijn zelf een paar studenten bij ons team.

**Pieter** Zijn het allemaal jonge mensen?

**Cowley** Daar lijkt het op, ja. Helaas ben ik de oudste persoon.

**Pieter** Je ziet er nogal jong uit.

**Cowley** Dank u voor het compliment. Maar wat we doen is voornamelijk zoeken naar nieuwe technologieën die het centrum kunnen helpen zichzelf te verbeteren voor toekomstige

ruimtereizen. Zo bekijken we bijvoorbeeld zaken zoals VR en AR, en hoe deze bruikbaar kunnen zijn voor het centrum voor de reizen verder dan het ISS. En we ondersteunen ESA. We werken bijvoorbeeld aan eenvoudige technologieën in het kader van ISRU: In Situ Resource Utilization (gebruik van hulpbronnen ter plaatse). Dus eigenlijk bereiden we technieken voor die bijvoorbeeld kunnen gebruikt worden om op de Maan te leven. Zuurstof produceren of bakstenen maken uit maanstof. En we houden ons ook veel bezig met inspiratie en motivatie. We zijn een jong team en we willen mensen warm maken voor ruimtereizen door als ambassadeurs op te treden. We kunnen rondgaan in universiteiten, en uitleggen aan de mensen waarom terugkeren naar de Maan is echt een goed idee voor de toekomst.

**Glenn** Kan je iets meer toelichten over jouw specifieke rol in het Spacehip EAC project?

**Cowley** Zeker. Dus op dit moment is wetenschappelijk adviseur mijn officiële rol hier voor EAC, en één van mijn belangrijkste taken is als teamleider voor het Spaceship EAC project. Ik functioneer dus een beetje als een dirigent van een orkest. Zo goed mogelijk ondersteuning bieden en richting aangeven voor het project.

**Pieter** Maar als ik je goed begrijp, het orkest maakt wel mooie muziek, maar het is toch eerder conceptueel.

**Glenn** Het is meer als een repetitie, zo zou je het kunnen noemen. En natuurlijk zijn wij erg geïnteresseerd in de vraag wanneer het orkest echt gaat spelen. Dus welke technologieën werk je nu aan die op een dag zullen gebruikt worden – in de nabije toekomst – om bemande ruimtevaart naar het Maanoppervlak mogelijk te maken?

**Cowley** OK, het beste voorbeeld dat ik jullie kan geven gaat over het onderwerp van ISRU. Als we ernstig zijn over duurzame ruimtereizen voorbij de lage aardbaan, dan moeten we daar echt op inzetten, we moeten het concept echt uitwerken. En er zijn vele manieren om dat te doen. Je kan plaatselijke hulpbronnen gebruiken op een planeetoppervlak om een habitat te maken. Of je kan processen gebruiken om nuttige materialen uit plaatselijke hulpbronnen te halen. Dus als we bijvoorbeeld naar de Maan kijken: het materiaal dat op de Maan ligt is zandig regoliet ('regoliet' is de benaming van bodems op manen of andere planeten dan de Aarde). Dit is een erg interessant materiaal. Het is in vele opzichten zandig basalt. En de samenstelling daarvan is meer dan 40% zuurstof.

**Pieter** Meer dan 40 % zeg je?

**Cowley** Ja, het is silicium dioxide. Dus eigenlijk zijn er meerdere processen die je kan gebruiken om die binding te breken en de zuurstof eruit te halen. En dit is een zeer waardevolle hulpbron. In principe kan je zuurstof produceren op de Maan. Als je daar langer wilt verblijven, is dat zeer waardevol. Want zo kan je ter plaatse opnieuw bevoorraden, zonder afhankelijk te zijn van de logistieke herbevoorrading vanaf de Aarde. Er is dus een brede waaier aan processen die we kunnen toepassen, en een deel van ons werk bestaat eruit dat we dergelijke processen onderzoeken, om te weten te komen welke processen zinvol zijn en welke misschien niet zo goed werken als we dachten. Daarmee ondersteunen we ESA in haar ambitie om deze technologie waar te maken.

**Pieter** Ik veronderstel dat ESA een doel heeft, een zeer specifiek doel dat bereikt moet worden op een bepaalde datum? Kan je daarover iets vertellen? Zijn er concrete resultaten die op een bepaald moment op tafel moeten liggen?

**Cowley** Wel, als het bijvoorbeeld gaat over ISRU, dan is er een aantal plannen om tegen 2028 nuttig materiaal op de Maan te hebben. Testmateriaal om het proces van zuurstofproductie aan te tonen. Daarover wordt veel gepraat. En wij zijn er om ESA te helpen dit waar te maken. In binnen een bredere context zijn er plannen om mensen rond de Maan te sturen in een deep space gateway. En ook dat erkennen we hier in het centrum. We willen hiervoor astronauten hebben, dit is tenslotte een astronauten centrum, en we bereidden dat allemaal voor. En Spaceship EAC helpt een beetje waar het maar kan.

**Pieter** Dus je project is eigenlijk de wetenschappelijke ondersteuning voor latere maanmissies waarin het gebruik van lokale grondstoffen voorzien wordt.

**Cowley** Zeker. En het beste is om eenvoudige technologieën te bekijken, mogelijks zaken die op dit moment niet zo evident zijn, maar die in de toekomst heel waardevolle toepassingen kunnen worden.

**Glenn** Ik veronderstel dat je nog veel werk hebt om tot een zeer efficiënt proces te komen om zuurstof te halen uit de maanbodem. Hoe ver sta je daarmee? Wat zijn de belangrijkste obstakels die je nog moet overwinnen?

**Cowley** Dat is een heel goeie vraag. Als je naar de reacties kijkt, zoals bijvoorbeeld de zuurstof extractie, als je naar de stoichiometrie van sommige reacties kijkt, dan ziet het er behoorlijk simpel uit. En dan, als je werkelijk probeert uit te voeren in het labo, dan stel je vast dat er duizenden dingen niet werken zoals bedoeld was, je krijgt geen productie uiteindelijk, en dan vraag je je af: Waarom is dat zo? Er is dus enorm veel experimentele kennis dat we missen, en dat is precies wat we nu proberen op te bouwen. We begrijpen misschien wel de basis, maar de concrete praktische uitvoering ervan is helemaal iets anders. Iedereen weet wel hoe een motor van een auto werkt, maar bijna niemand is in staat om er één te bouwen, dat is het verschil.

**Pieter** Net zoals in de middelbare school: iets dat je daar leert in vijf minuten, daar kan je later 10 jaar van je leven aan spenderen totdat het eindelijk werkt zoals je geleerd was.

**Cowley** Juist ! Ik bedoel: ik kan aan om het even wie de principes tonen van de ISRU, van de chemische zuurstofreactie, en men zal ze begrijpen. Maar als je het dan in praktijk brengt, wordt het zeer delicaat. Zelfs nog iets eenvoudiger zoals het smelten of samensmelten van regoliet om bakstenen te maken. In principe lijkt dat heel eenvoudig. Maar in feite is het erg moeilijk. Zo zou het regoliet moeten samensmelten rond de 1000°C. Maar we ontdekten dat als de samenstelling een beetje anders is, dan krijg je een andere gedrag bij samensmelten. Dus dat maakt een belangrijk verschil in verband met de exacte plaats op de Maan waar je terecht komt wanneer je dit proces in praktijk wilt brengen. Je kan geen garanties geven dat je precies de juiste samenstelling van regoliet zal vinden op de plaats waar je geland bent. Daarom moet je die experimentele kennis dus verwerven.

**Glenn** Hoe ga je dat dan aanpakken? Zla je ervoor zorgen dat je precies op de juiste landingsplaats terecht komt? Of ga je verschillende technieken ontwikkelen die je kan toepassen op om het even welke plek op de Maan, afhankelijk van het materiaal dat je daar tegenkomt?

**Cowley** Ik ben meer te vinden voor de aanpak waarbij we ons aanpassen. Ik verkies een technologie die flexibel is en meerdere situaties aankan. Slechts één locatie uitkiezen voor

een bepaalde reden creëert een groot risico, dat je uiteindelijk niet het juiste materiaal vindt rondom je lander.

**Glenn** En ik veronderstel dat het ook het wetenschappelijk onderzoek kan beperken die je ter plaatse kan uitvoeren. Want er zijn dan beperkingen in geografische locatie, zodat je misschien een wetenschappelijk minder interessante plek moet uitkiezen.

**Cowley** Inderdaad. Ik zou dus eerder kiezen voor technologieën die wat flexibel zijn.

**Pieter** Maar die vergen wel meer tijd om te ontwikkelen.

**Cowley** Ze vergen meer tijd en je hebt meer ervaring nodig. Maar als je vooruit kijkt in de tijd, en als we de Maanbodem beschouwen als een test voor technologieën met het oog op de bestemming Mars, dan moet je flexibiliteit inbouwen. Je kan onmogelijk naar Mars gaan met een zeer specifiek proces gemaakt voor een zeer specifiek doel.

**Pieter** Is dat waar de meesten onder jullie van dromen? Om iets te ontwikkelen dat op een dag zal gebruikt worden op de marsbodem in plaats van op de Maan?

**Cowley** Dat is inderdaad de gedachte, we zien de Maan als een testgrond. We gaan dus terug naar de Maan om onze concepten te testen met het oog duidelijk op Mars gericht als het mogelijke einddoel.

**Pieter** Eén van de belangrijkste gespreksonderwerpen is ook: is er water op de Maan. In de kraters van eeuwige duisternis kunnen we waterijs aantreffen. Is jouw project ook bezig om te kijken hoe we dat water kunnen ontginnen?

**Cowley** Ja, we doen effectief een beetje onderzoek over hoe we het water uit deze kraters zouden kunnen halen. Als je bijvoorbeeld kijkt naar de literatuur en de eensgezindheid over de vraag of er water aanwezig is en in welk vorm, dan blijkt het wat onzeker. We denken dat het waarschijnlijk in het regoliet zit in ene bepaalde hoedanigheid. De vraag is dan: hoe haal je het uit het regoliet?

**Pieter** Bedoel je dat het zoiets is als modder? Of denk je eerder dat het chemisch gebonden water is?

**Cowley** Waarschijnlijk chemisch gebonden, waarschijnlijk daar afgezet via de zonnwind, misschien wel in zuiver ijs. Dat is eerlijk gezegd nog een open vraag. Het hangt ervan af aan welke wetenschapper je het vraagt.

Wat wij doen is zoeken naar een flexibele manier om het uit de bodem te halen.

Zo is één van de technieken die we uitproberen hier in het EAC het opwarmen van regoliet een in microgolfoven. Je kan in essentie de energie van microgolven direct injecteren in het regoliet en het zal het water vanbinnen exciteren en opwarmen. Dan zal het eruit sublimeren en je kan het opvangen...

**Pieter** Dat klinkt weeral simpel.

**Cowley** Ja, het klinkt weeral simpel.

**Glenn** Het klinkt alsof ik zomaar naar het Maanoppervlak kan gaan met mijn microgolfoven, een kopje regoliet erin kan zetten, en er water uithalen. Uiteindelijk zal dat niet het geval zijn, toch?

**Cowley** Het is nooit zo eenvoudig, maar in principe is het wel ongeveer dat, ja. Maar het is nooit zo eenvoudig.

**Glenn** Om al deze technologieën te testen bouwen jullie een maan-analoog als ik mij niet vergis. Welke regoliet analoog gebruik je dan? Ik denk niet dat je hier op Aarde echt maanstof kan vinden.

**Cowley** Nee, er werd slecht ongeveer 400 kg echte maanstenen meegebracht door de Apollo missies. En die worden achter slot en grendel gehouden in Houston. Wat wij als wetenschappers moeten doen, dat is het ontwikkelen van een zogenaamd simulant materiaal. Dat is materiaal dat erg goed overeen komt met de verwachtingen die we hebben van echt maanstof. We weten veel over regoliet, dus we kunnen hier op Aarde materialen vinden die er erg goed op gelijken. En je moet weten hoe je simulant materiaal uitkiest, want elke specifieke test vereist zijn eigen 'ideale simulant'.

Bijvoorbeeld, zo heb je de samenstellings-simulanten. Die gelijke qua samenstelling erg goed op de samenstelling van de maanbodem op verschillende locaties. Je hebt ook de mechanische simulanten, die op microscopische schaal een heel andere vorm hebben dan je zou verwachten.

**Pieter** We hebben vernomen dat sedimentkorrels op de Maan erg scherp zijn, niet afgerond.

**Cowley** Ja, juist. Er zijn daar geen weersomstandigheden zoals hier, geen wind, geen water, geen regen.

**Pieter** Vind je dan toch nog geschikte simulanten hier in aardse sedimenten?

**Cowley** Om mechanische simulanten gebruiken we machines om die te maken. We starten dikwijls met meer afgerond sediment en vermalen het dan om het hoekiger en puntiger te maken.

**Pieter** Ah ja, dus je splijt de kleine korrels zodat ze scherper worden.

**Cowley** Ze worden scherper, inderdaad. Dat is dus een voorbeeld van een mechanische simulant. Maar je moet de juiste simulant uitkiezen voor elke toepassing.

**Glenn** Op welke manier verschilt het dan nog, en zal het altijd verschillen van een echt staaltje maanbodem?

**Cowley** Ik denk dat er één zeer goed voorbeeld is hiervan dat ik zou willen toelichten. Op de Maan vind je ijzer in een specifieke toestand, niet geoxideerd zoals het hier op Aarde is. Dat is gewoon omdat er op de Maan geen atmosfeer is, er is geen zuurstof dat reageert met het ijzer. Dus het bestaat daar in een meer pure vorm. Terwijl hier op Aarde alles aangetast is door de atmosfeer.

**Pieter** Dus al het ijzer is geoxideerd.

- Cowley** Ja, zoiets. Dat is dus een groot verschil. En het is heel moeilijk voor ons om dat soort omstandigheden hier na te bootsen. Dus veel van onze reacties kunnen anders verlopen op de Maan. En dat is een strategische onbekende.
- Pieter** Zijn er nog andere testen die reeds ingepland zijn eens dat de maanfaciliteit gebouwd is? Wat voor testen zullen daar uitgevoerd worden?
- Cowley** Wel er zijn enkele testen die we graag willen doen in de maanvoorziening. We willen de voorziening gebruikt voor gezamenlijke operaties in een gecombineerd opstelling. Zo willen we bijvoorbeeld nagaan hoe mensen en rovers nauw kunnen samenwerken op het maanoppervlak. Dit is iets wat in de toekomst veel zal gebruikt worden, denken we.
- Pieter** Maken jullie ook zelf van dat soort rovers?
- Cowley** Niet in het EAC, maar mijn collega's in ESTEC, een andere ESA voorziening, doen dit wel. Onze taak is het om meer te focussen op het menselijk aspect. Nagaan hoe mensen interageren met dergelijke technologieën. Bijvoorbeeld: welke interface is efficiënt? Hoe kan je best een rover besturen in je onmiddellijke omgeving?
- Pieter** Maar zulke apparaten worden wel degelijk in ESTEC gebouwd?
- Cowley** Er zijn rovers waarin moderne en de laatste nieuwe technologieën opgenomen zijn, en we werken daarmee in sommige opstellingen... Het idee is dat we dit allemaal willen samenbrengen in de maanvoorziening, en samen gaan gebruiken in 1 opstelling, zodat we zien hoe deze technologieën interageren met mensen in een meer geïntegreerde omgeving.
- Glenn** En het hoofddoel is om de beste manier te vinden voor mensen en rovers om nauw samen te werken op een duurzame wijze. Dan kunnen we naar de Maan gaan en daar ook werkelijk blijven.
- Cowley** Zo is het inderdaad. Dus wat je zeker niet wilt hebben is dat je nooit een rover en een mens nauw hebt laten samenwerken, en hen dan op missie sturen waar ze wel moeten samenwerken. En dat je een rover laat ontwerpen door rover ingenieurs en specialisten van bemande ruimtereizen, maar dat ze niet erg goed met elkaar communiceren. Het ergste zou zijn dat een rover over een astronaut heen zou rijden omdat ze niet nagedacht hebben over nabijheid.
- Pieter** Als het buiten is, dan zal hij een maanpak dragen, dus dan zal hij wel veilig zijn.
- Cowley** Wel, we hebben teveel films gezien met killer rovers en robots ... en dat willen we dus niet.
- Pieter** Maar er zijn nog andere uitdagingen dan dat. Temperatuur bijvoorbeeld blijkt een iets heel vijandig. Zou dit ook opgenomen worden in de maanvoorziening? Welke maan omstandigheden zullen worden nagebootst in de voorziening?
- Cowley** Temperaturen kunnen we niet nabootsen, dus het wordt heel moeilijk om de Maanomstandigheden te evenaren. Maar we bekijken wel de belichting. Afhankelijk van op welke plaats je bent op de Maan zie je verschillende belichtingsprofielen. Op de evenaar heb je 14 dagen direct zonlicht en 14 dagen duisternis. In de polaire regio's heb je een zon met een veel lagere invalshoek en je krijgt veel langere schaduwen. Dit is een moeilijke omgeving om in te werken. Je kan je dat hier op Aarde erg moeilijk voorstellen.



Het is erg uniek. We zullen dus gerichte belichting installeren in de maanvoorziening, zodat we zowel equatoriale als polaire regio's kunnen simuleren.

**Pieter** Dus ik moet me een donker dak voorstellen, dat geen zonlicht doorlaat, en heel grote lampen die de zon aan de horizon moeten simuleren.

**Cowley** Exact.

**Pieter** Ja, dat moet wel een opwindende omgeving zijn om in te werken, eens dat het klaar is. Met die grijze bodem en de lage zon...

**Glenn** Wanneer verwacht je dat de maanvoorziening zal klaar zijn?

**Cowley** De maanvoorziening zal hopelijk in opbouw zijn tegen het einde van dit jaar (2019). En we hopen dat de bouw grotendeels klaar is in de loop van volgend jaar (2020). En dan in het ideale geval de opening op het einde van 2020 of in het eerste kwartaal van 2021. Dit is de manier waarop gedacht wordt, en ik denk – nogal optimistisch – dat we dat zullen halen.

**Pieter** Nu je over timing praat, ik vroeg me af: wordt die beïnvloed door de timing die NASA gebruikt voor de samenwerking ESA-NASA voor het bouwen van de maanbasis? Ik veronderstel dat NASA een grote bijdrage heeft, ze hebben een groter budget en een grotere traditie. Dus hebben ze waarschijnlijk een timing die ESA min of meer verplicht dient te volgen? Of zie ik dat verkeerd?

**Cowley** Oh, het is wel interessant, als je kijkt naar de geschiedenis van enkele voorbije jaren in verband met maanreizen, dan zal je vermoedelijk ontdekken dat ESA één van de grote spelers is. De mensen praten daarover op een zeer positieve manier. En wij werden veel geïnspireerd door de retoriek van onze directeur-generaal over de Moon Village, en over maanreizen die de logische volgende stap vormen.

**Pieter** Terwijl de Amerikanen nog steeds over Mars droomden. Mars Direct.

**Cowley** Juist, ja, Mars Direct. Dat is ook een perfect valable doel. En wij waren ondertussen pragmatisch en keken naar de Maan. En de maanvoorziening – haar originele plannen – werden in die tijd uitgetekend. Dus wij beschouwen onszelf misschien een beetje als voorop lopend in het nadenken over maanreizen. Het heeft wel even geduurd voor we dat zelf beseften, maar dat is eigen aan eender welk project van dat soort. We zien deze voorziening als iets dat met Europese middelen wordt opgebouwd voor ESA en andere Europese belanghebbenden uit de ruimtevaartsector. En we zullen het als ESA gebruiken, maar het zal ook open staan voor anderen om te gebruiken. Voor onze collega's van DLR hier bijvoorbeeld (Deutsche Luft- und Raumfahrt is gevestigd op hetzelfde terrein in Keulen als het EAC van ESA). Voor onderzoekinstellingen in heel Europa, zij kunnen ook de voorziening gebruiken. We kijken er dus naar als een platform dat zal open staan voor andere mensen om te gebruiken, en we zijn niet echt verbonden aan een tijdschema voor ruimtereizen dat door NASA wordt opgelegd. Het is een voorziening die we zien als een nood voor Europa, en we zullen het ook zo aanbieden.

#### **Nagesprek (niet gepubliceerd in de podcast).**

**Glenn** Waar zal de voorziening zich precies bevinden?

- Cowley** Het is hier vlak naast. Ik kan je het achterliggende verhaal vertellen... Het terrein hier beneden (we kijken ondertussen door het raam op de eerste verdieping naar het grazig terrein naast het EAC gebouw) is vorig jaar afgezet voor het bouwproject, en toen ...
- Pieter** Het gaat dus het stuk met het groene lint rondom?
- Cowley** Dat is het, ja. We waren juist klaar om op de “go” knop te duwen, om te starten met bouwen. Dan zeiden onze collega’s van DLR: wacht, wacht, we willen er meer mee doen, en we willen er graag meer geld in investeren.
- Pieter** Dus je kreeg een groter budget.
- Cowley** Het budget werd groter. En dat betekende dat we een stap terug zetten en opnieuw de bouwvergunning aanvraagden. Daardoor werd het dus even vertraagd. En het zal niet meer een kopel zijn, het zal eerder een blok zijn, zoals de hallen die we hier hebben. Het is dus wel wat van vorm veranderd. Maar de fundamentele eigenschappen – met het eigenlijke regoliet – zullen allemaal hetzelfde blijven. Maar het is wel redelijk wat groter, geloof ik.
- Pieter** Ik vermoed dat het niet zo moeilijk was om een bouwvergunning hiervoor te krijgen. Ik denk dat Keulen best wel geïnteresseerd is om zoiets op te richten op haar bodem...
- Cowley** Ja, ja, theoretisch wel, maar in praktijk is het moeilijk. Het is land dat in bezit is van Duitslands ... uh ... één of ander deel van de Duitse overheid. Dus eigenlijk is het DLR die landeigenaar is, het is hun eigendom.
- Pieter** Willen ze hun deel verzekeren, of is het gewoon bureaucratisch?
- Cowley** Ja, het is gewoon bureaucratisch.
- Glenn** Daar weten we alles over in België.
- Pieter** Wij zijn daar kampioen in.
- Glenn** Zal je ook het maanreliëf nabootsen? Ik kan me voorstellen als je werkt met reovers, dat je moet uitzoeken welke hellingen ze aankunnen. Het zal dus niet een platte vlakte zijn.
- Cowley** Wel, het zal toch relatief vlak zijn, maar er is een soort van ... We zullen een laag van een halve meter regoliet hebben, en die wordt wat golvend aangelegd. En we zullen ook een speciale tafel hebben waar je een rover op kan zetten en in een helling zetten om te testen.
- Pieter** En je hebt op de Maan ook nog de krater rand waar de zonnepanelen op komen, dat zullen ze dus allemaal niet gaan nabouwen in de voorziening?
- Cowley** Nee, dat is niet onze focus. Dat is meer een technologische kwestie, maar er is voor ons de menselijke interactie.
- Pieter** En iets in verband met straling? Hebben jullie daar aan gedacht?
- Cowley** Vooral in het EAC hebben we wat werk gedaan over het modelleren van de efficiëntie van regoliet om je tegen straling te beschermen. Dus als je je afvroeg waarom we met 3D

printen bezig zijn, dit is eigenlijk één van de hoofdredenen, om de effecten van straling te milderen. Een halve meter regoliet kan volstaan.

**Pieter** Oh, echt? Ik dacht dat je twee meter nodig had.

**Cowley** Nee, en hier wordt het interessant. Als je een grote hoeveelheid regoliet neemt, anderhalve meter of twee meter, en je perst het samen, dan houdt je door samensmelting zelfs minder over. De dichtheid is dus fundamenteel.

**Glenn** Dat kan je duidelijk niet meebrengen vanop Aarde, zoveel massa met hoge dichtheid.

**Cowley** Nee, nee.

**Pieter** OK, dat gaat dan over het 3D printen van de regoliet bedekking. Maar als de rest is toch ...

**Cowley** Oh ja, je brengt het aan. Om iets hermetisch af te sluiten is het niet geschikt. Er zijn wel enkele truuks die je kan gebruiken om iets behoorlijk luchtdicht te maken, maar ik zou er niemand's leven op vertrouwen.

**Pieter** En je ziet dan altijd van die buisstructuren met ramen erop. Zal het echt zulke ramen hebben?

**Cowley** Wel, ik ben een volstrekt pragmatische wetenschapper, en ik zou ramen weglaten. Dat doe je gewoon niet. Waarom zou je zulke dure ingewikkelde bescherming tegen straling bouwen, en dan een gat maken in het dak? Dat is de beste manier om kanker te krijgen. Ga daarin en je hebt kanker.

**Pieter** Je kan naar de sterrenhemel kijken, maar je moeten je ogen ervoor opofferen.

**Cowley** Ja, je ogen gaan smelten, weet je. Dit is echt niet goed om te doen. Maar je moet de architecten een beetje ruimte laten voor verbeelding over hoe het er zal uitzien. Maar de werkelijkheid is waarschijnlijk veel saaier.

**Pieter** Ja, volledig bedekt waarschijnlijk, ze zullen dan wel in het donker zitten, met alleen maar kunstlicht.

**Cowley** Ja, juist. Maar je zou wel ramen kunnen hebben in de laagte, die niet direct ... En dat zou kunnen werken.

**Pieter** Vlak bij de grond bedoel je.

**Cowley** Ja, bij de grond, ofwel overdekt met een afdak. Meer zoals de raamopeningen van een bunker, dat zou werken.

**Glenn** Dat lijkt dan een groot verschil met het ISS, waar je wel veel – wel, niet echt veel – waar zonlicht toch binnen komt. Er zijn enkele ramen. Dat zal hier niet het geval zijn omdat je buiten de Van Allen gordel bent.

**Cowley** Ja, het is geen goed idee.

**Pieter** Maar de Maan passeert dan wel weer elke vier weken in de staart van het aardmagnetisch veld.

**Glenn** Op dat moment zouden ze wel eens door het raam kunnen kijken...

**Cowley** Ja kies gewoon het goede moment uit. Wel, deze vraag zou kunnen beantwoord worden door mijn collega's van de medische ruimtewetenschappen. De vraag kan zijn: wat is de aanvaardbare dosis straling die een astronaut op de Maan mag ontvangen? En de NASA heeft er cijfers op geplakt, maar die geloven ze zelf niet echt. En wij geloven ze ook niet. En eigenlijk weet niemand echt wat de gevaren van de blootstelling zijn. Het is waarschijnlijk belangrijker dan het lijkt, maar het is iets dat nog goed gekwantificeerd moet worden.

**Pieter** Nog veel werk te doen.

**Cowley** Ja, zo is het.

**Pieter** Wat denk jij persoonlijk? Zullen we een maanbasis hebben in 2030?

**Cowley** Ja, dat denk ik wel. Ik ben er erg optimistisch over. Wat ik leuk vind hieraan, als je kijkt – zoals jullie waarschijnlijk wel gedaan hebben – als je kijkt naar ruimtereizen. In het midden van de jaren 2000 zou je gedacht hebben dat ze gek waren in Amerika. Het lijkt nog steeds gek, maar...

**Pieter** Dat is gewoon Amerika.

**Cowley** Wat leuk is, zijn die achtergrond plannen met de naam ISECG. Het is een internationale ruimtevaart coördinerende groep. En ze hebben een mandaat geformuleerd in een ruimtereizen 'road map'. Ik hoor dikwijls: dat zla niet gebeuren, road maps werken toch niet. Maar dan wordt het echt methodisch zoals de road map uitgevoerd wordt, en dan blijkt dat juist de manier van werken te zijn voor ruimtevaart agentschappen. Dat ze zo bijdragen ...

**Pieter** Misschien heeft het te maken met een verplichting ook ... voor de 22 lidstaten van ESA, want ze moeten elke drie jaar de budgetten goedkeuren.

**Cowley** Ja, maar ook zij kijken naar de road map, zoals, wat zal NASA nu doen? Zelfs voor iets dat zo evident is, of juist zo vreemd als de dep space gateway. Jullie weten daarvan. Ik bedoel, dat was eerst niet gekend, en in Europa werd het gezien als: dit gaan we nooit doen. Uiteindelijk werd er ernstig over gepraat. Europa dacht gewoon: wat kunnen wij erin betekenen, wat kunnen wij erin stoppen?

**Pieter** Weet je precies wanneer ESA haar kar aan het idee van de Gateway gehangen heeft?

**Cowley** Dat was vorig jaar, waarschijnlijk vorig jaar (2018) dat we het echt accepteerden.

**Pieter** Ken je James Carpenter? Ik heb twee presentaties van hem gevolgd, als ik mij niet vergis was dat in 2016 – mogelijks – en hij praatte toen al over de Gateway. Over ESA die ze zou aan mee bouwen. Ik was toen verbaasd, want ik had nooit eerder van de Gateway gehoord.

**Cowley** Nee, dit is de interne manier van denken. Maar als je terug kijkt naar de road map, als je terug gaat naar 2014 of 2014, en je kijkt hoe de road map er toen uitzag, dan zie je de Gateway daar wel op staan. Het hele plan wordt uitgevoerd.

- Glenn** Het voelt allemaal wel vreems aan. Eerst kwam NASA aandraven met de deep space gateway. Ik dacht dat ik het op dezelfde lijst kon plaatsen als de Asteroid Redirect Mission (ARM) en dat soort concepten. Gewoon iets dat bedrijven kan in dienst houden en werkgelegenheid creëren en zo. Maar ineens, het moet ergens vorig jaar geweest zijn, bleek ESA op de kar te springen. En er werd gepraat over het zenden van hardware in de ruimte op relatief korte termijn, en nu ben je effectief die zaken aan het bouwen. Dat was een erg snelle ommekeer voor wat we “old space” zouden noemen. ESA en NASA doen dat gewoonlijk niet, zo haastig ergens in meegaan. Maar blijkbaar is dat helemaal niet zo gegaan, want je had die road map lang voordat er publiekelijk over gepraat werd.
- Cowley** Ja, we leerden het kennen op conferenties, en wij keken ook naar die road map. En de grote bedrijven. En ze bekeken zaken zoals waar de habitat module moest komen, waar ze de sluis of het energiesysteem wilden hebben. En het is allemaal niet zo erg verschillend van het ISS in de lage aardbaan als je de technologie bekijkt. Wat we bijvoorbeeld met Columbus gedaan hebben (de Europese habitatmodule van het ISS), zo iets kan zeer snel gerecupereerd worden en ingebouwd worden in de Gateway. De grote bedrijven zien dit als een gemakkelijke manier om omzet te genereren, in die zin dat ze gewoon moeten ontwikkelen wat ze eerder ook al gedaan hebben, weliswaar een beetje aangepast. Het is niet zoals het ontwikkelen van een nieuw concept, een nieuwe marslander of zo iets, dat zou veel kosten.
- Pieter** Wat zou het verschil zijn, denk je? Als je de Columbus module in de Gateway zou kunnen stoppen? Wat zou het verschil zijn tussen de huidige ISS modules en de nieuwe modules in de Gateway?
- Cowley** Niet zoveel als je zou denken. Je moet andere koelsystemen hebben. Want er is een andere thermische omgeving Stroomvoorziening is ook een beetje anders. Je moet een elektrisch aandrijfsysteem aan boord hebben, en zo verder. Maar ik denk niet dat er echt fundamentele verschillen zijn.
- Glenn** En nieuwe beperkingen in verband met de afmetingen, want je zal uiteraard grotere raketten nodig hebben om ze naar de cis-lunaire maanbaan te brengen.
- Cowley** Er is de SLS (Space Launch System, de nieuwe “grote” raket van NASA).
- Glenn** Ja, maar de taken zijn nu van de SLS weggehaald en herverdeeld aan commerciële raketten met hoge capaciteit.
- Pieter** En ik veronderstel dat de bescherming tegen straling nu ook groter in afmeting zal zijn.
- Cowley** Dit is een grote vraag. Ik wilde dat ik daar een goed antwoord voor had. Daarom zei ik ook dat de mensen in ESTEC daar echt op zitten zoeken, want ze weten momenteel niet ...
- Pieter** Ze weten niet wat ze ermee moeten doen.
- Cowley** Ik bedoel, je had de Apollo 15 geloof ik. Indien ze drie weken vroeger waren gelanceerd – wanneer het eerst gepland was – dan zaten ze in een enorme stralingsgolf.
- Pieter** Ik heb daarvan gehoord.
- Cowley** Ze zouden een dodelijke stralingsdosis gekregen hebben. Wat als zo iets gebeurt in de deep space Gateway? Wat kan je dan doen? Niet veel.

**Pieter** Wel, je kan proberen terug komen, het kan toch vooraf voorspeld worden.

**Cowley** Twee dagen, ja.

**Pieter** Of iets anders, ze zouden kunnen een schuilplaats maken voor astronauten.

**Cowley** Ja, enkele technieken worden getest. Het lijkt op een soort lichaamspak. Het wordt gemaakt van een soort plastic.

**Pieter** Met nanotechnologie.

**Cowley** Nee, het is puur plastic. Eigenlijk is alles met waterstof goed om je te beschermen tegen straling. Dit is dus één mogelijke oplossing misschien, maar ik zou niet graag daar buiten de magnetosfeer zijn ...

**Pieter** Ik ook niet.

**Cowley** ... in een enorme zonne-uitbarsting. Dat zou echt een slechte dag zijn, weet je.