



Hogere Zeevaartschool

**HOGERE ZEEVAARTSCHOOL ANTWERPEN**

**Een efficiënte en ecologisch verantwoorde  
methode voor diepzeemijnbouw in de  
Clarion-Clipperton Zone**

Tristan Vandepuut

Scriptie voorgedragen tot het behalen  
van de graad van  
Master in de Nautische Wetenschappen

Promotor: Baziel Spitaels

Academiejaar: 2021 - 2022

# Woord vooraf

Om mijn master in de Nautische Wetenschappen aan de Hogere Zeevaartschool Antwerpen te behalen heb ik als onderwerp voor mijn thesis, diepzeemijnbouw gekozen. Ik ben tot dit onderwerp gekomen door mijn interesse in zowel ecologie als diepzeemijnbouw. Voor mij lijkt diepzeemijnbouw dan ook een onvermijdelijk proces dat we zullen moeten toepassen om de overschakeling te maken naar een samenleving met een zo klein mogelijke uitstoot. Aangezien diepzeemijnbouw een effect zal hebben op het leven in de diepzee leek het mij interessant om te gaan onderzoeken hoe groot de ecologische impact van diepzeemijnbouw kan zijn en hoe we deze aan de hand van innovatie en technologie zo klein mogelijk kunnen houden.

Graag zou ik enkele personen willen bedanken die mij geholpen hebben bij het schrijven van deze thesis. Ten eerste mijn promotor, meneer Spitaels, om deskundige feedback te geven en bij te sturen waar nodig. Ten tweede zou ik graag mijn ouders bedanken, Wim Vandeput en Ragna Van Damme, voor inhoudelijke en grammaticale controle en om mij de kans te geven Nautische Wetenschappen te studeren. Ook zou ik graag mijn broer bedanken, Romeo Vandeput, om mij altijd te steunen tijdens mijn studie. Ten vierde bedank ik graag mijn tante, Christien Vandeput, voor een uitvoerige grammaticale controle en taaladvies. Ten vijfde wil ik ook Kris Van Nijen en An Lambrechts bedanken voor het interview. Tot slot zou ik ook heel graag Alain Bernard bedanken om mij al sinds jongs af aan te verdiepen in de nautische wereld en mij erg veel informatie te verschaffen over diepzeemijnbouw.

Tristan Vandeput

# Samenvatting

Diepzeemijnbouw in de Clarion-Clipperton zone zit op dit moment nog in de exploratiefase, maar men komt steeds dichterbij de exploitatiefase. Daarom zullen we in deze scriptie de huidige technieken en ontwikkelingen bekijken, alsook de ecologische impact van diepzeemijnbouw. Elk onderdeel van de diepzeemijnoperatie wordt apart besproken, gaande van de Clarion-Clipperton Zone tot de mangaanknol zelf en hoe deze wordt gevormd. We bekijken verder het diepzeemijnbouwproces en de sociale en economische relevantie van diepzeemijnbouw. Ook wordt er verder ingegaan op de milieuproblematiek die gepaard gaat met diepzeemijnbouw en wordt er specifiek gekeken naar het bedrijf GSR en het toekomstperspectief van diepzeemijnbouw. Voor al deze onderdelen zijn de meest recente bronnen gebruikt, die uitgaan van onderzoek dat de laatste jaren is uitgevoerd. Aangezien de vraag naar elementen die aanwezig zijn in de mangaanknollen de komende jaren zal blijven stijgen en de voorraden aan land hiervan steeds krimpen en moeilijker bereikbaar worden, zal men naar een alternatief moeten zoeken. Diepzeemijnbouw zou hierbij oplossingen kunnen bieden. De toekomst zal uitwijzen of de voordelen van diepzeemijnbouw opwegen tegen de nadelen en men dus overgaat tot exploitatie in de Clarion-Clipperton zone. De weg naar deze exploitatie zal vooral afhangen van verdere testen en onderzoek naar nieuwe technieken.

# Abstract

Deep-sea mining in the Clarion-Clipperton zone is currently still in the exploration phase but it is getting closer to the exploitation phase. Therefore, in this thesis we will examine current techniques and developments as well as the ecological impact of deep-sea mining. Each part of the deep-sea mine operation is discussed separately. Ranging from the Clarion-Clipperton Zone to the manganese nodule itself and how it is formed, as well as the deep-sea mining process and the social and economic relevance of deep-sea mining. The environmental issues associated with deep-sea mining are also discussed in more detail, with specific reference to the company GSR as well as the future perspective of deep-sea mining. For all these components, the most recent sources have been used, based on research carried out in recent years. Since the demand for elements present in the manganese nodules will continue to increase in the coming years and the onshore stocks thereof will shrink and become more difficult to reach, an alternative will have to be sought. Deep-sea mining could offer a solution here. The future will show whether the benefits of deep-sea mining outweigh the disadvantages so the exploitation can begin in the Clarion-Clipperton zone. The road to this exploitation will mainly depend on further testing and research into new techniques.

# Inhoudstafel

LIJST VAN FIGUREN.....	VII
LIJST VAN TABELLEN .....	IX
VERKLARENDE WOORDENLIJST .....	X
INLEIDING.....	1
1 DE CLARION-CLIPPERTON ZONE.....	3
2 MANGAANKNOLLEN.....	5
2.1 VORMING .....	6
2.1.1 <i>Het hydrogenetisch proces</i> .....	6
2.1.2 <i>Het diagenetisch proces</i> .....	7
2.2 CHEMISCHE SAMENSTELLING.....	8
3 DE SOCIALE EN ECONOMISCHE RELEVANTIE VAN DIEPZEEMIJNBOUW .....	9
4 HET DIEPZEEMIJNBOUWPROCES.....	17
4.1 HET MIJNVOERTUIG.....	18
4.2 HET VERTICAAL TRANSPORTSYSTEEM .....	24
4.3 HET PRODUCTIE-SUPPORTSCHIP.....	26
4.4 HET ECOLOGISCHE MONITORSYSTEEM .....	30
5 ECOLOGISCHE IMPACT .....	33
5.1 HET LEVEN IN DE DIEPZEE VAN DE CCZ .....	36
5.2 DE IMPACT VAN DIEPZEEMIJNBOUW .....	39
5.2.1 <i>Potentiële impact op de zeebodem</i> .....	39
5.2.2 <i>Lozing van afvalwater van de PSV</i> .....	39

5.2.3	<i>Het verwerken van de mangaanknollen</i>	39
5.2.4	<i>Vervuiling door de schepen</i>	40
5.2.5	<i>Geluid</i>	40
5.2.6	<i>Licht</i>	41
5.2.7	<i>Het wegnemen van de knollen</i>	41
5.2.8	<i>Grootte van een diepzeemijnbouwoperatie</i>	41
5.3	DE IMPACT VAN DIEPZEEMIJBOW BEPERKEN	42
5.4	LEVENSCYCLUSANALYSE	47
5.5	MORATORIUM	49
5.6	ECOLOGISCH MANAGEMENT	56
5.7	WETENSCHAPPELIJKE HIATEN	61
6	GLOBAL SEA MINERAL RESOURCES	69
6.1	PROCES	69
6.2	PATANIA II	70
6.2.1	<i>Collectie- en opslagsysteem</i>	70
6.2.2	<i>Aandrijfsysteem</i>	72
6.2.3	<i>Monitorsysteem</i>	72
6.3	TESTEN MET PATANIA II IN DE CCZ	72
6.3.1	<i>Conclusies van de testen met Patania II</i>	74
6.4	TOEKOMSTPERSPECTIEF	76
7	DE TOEKOMST VAN DIEPZEEMIJBOW	77
8	CONCLUSIE	79

<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>81</b>
<b>LIJST VAN BIJLAGEN .....</b>	<b>91</b>
<b>BIJLAGEN.....</b>	<b>92</b>
<b>BIJLAGE 1, INTERVIEW MET KRIS VAN NIJEN 22/02/2022 .....</b>	<b>92</b>
<b>BIJLAGE 2, INTERVIEW MET AN LAMBRECHTS 31/03/2022.....</b>	<b>102</b>

# Lijst van figuren

<b>Figuur 1</b>	<b>Clarion-Clipperton Fracture Zone .....</b>	<b>4</b>
<b>Figuur 2</b>	<b>Doorsnede van een mangaanknol .....</b>	<b>5</b>
<b>Figuur 3</b>	<b>Het hydrogenetisch en diagenetisch proces.....</b>	<b>7</b>
<b>Figuur 4</b>	<b>De verschillende metalen die worden gebruikt in een batterij van een elektrisch voertuig .....</b>	<b>11</b>
<b>Figuur 5</b>	<b>Concept van het diepzeemijnbouwproces .....</b>	<b>18</b>
<b>Figuur 6</b>	<b>a) Principe van het Coandă-effect b) Lay-out van een collector met de Coandă-effect-based method .....</b>	<b>20</b>
<b>Figuur 7</b>	<b>Schematische voorstelling van een mijnvoertuig.....</b>	<b>21</b>
<b>Figuur 8</b>	<b>Het mijnvoertuig concept van Impossible Mining .....</b>	<b>22</b>
<b>Figuur 9</b>	<b>Het verticaal transportsysteem ontworpen door Royal IHC 25</b>	
<b>Figuur 10</b>	<b>De Nautilus New Era in opbouw .....</b>	<b>27</b>
<b>Figuur 11</b>	<b>Het productie-supportschip de Hidden Gem.....</b>	<b>28</b>
<b>Figuur 12</b>	<b>Voorbeeld van een ultradiepwater AUV .....</b>	<b>30</b>
<b>Figuur 13</b>	<b>Buitenaanzicht van Edokko Mark 1.....</b>	<b>32</b>
<b>Figuur 14</b>	<b>De impacts die diepzeemijnbouw met zich meebrengt .</b>	<b>35</b>
<b>Figuur 15</b>	<b>Veel voorkomende megafauna in mangaanknollenvelden 37</b>	
<b>Figuur 16</b>	<b>APEIs in de CCZ (witte kaders).....</b>	<b>44</b>



<b>Figuur 17</b>	<b>Foto van natuurlijke en kunstmatige knollen .....</b>	<b>46</b>
<b>Figuur 18</b>	<b>Vereenvoudigde flowchart van het productsysteem en de limieten van het systeem.....</b>	<b>48</b>
<b>Figuur 19</b>	<b>De stapsgewijze ontwikkeling van het mijnvoertuig.....</b>	<b>70</b>
<b>Figuur 20</b>	<b>Patania II collectiesysteem.....</b>	<b>71</b>
<b>Figuur 21</b>	<b>GSR-zone in de CCZ.....</b>	<b>73</b>
<b>Figuur 22</b>	<b>BGR-zone in de CCZ.....</b>	<b>74</b>

# Lijst van tabellen

Tabel 1	Metaalgehalten (in miljoen ton) van alle mangaanknollen uit de CCZ vergeleken met reserves en middelen aan land. ....	16
Tabel 2	Mijnvoertuigen in ontwikkeling.....	23
Tabel 3	Huidige niveau van wetenschappelijke kennis met betrekking tot ecologisch management gebaseerd op bewijs voor diepzeemijnbouw.....	61

# Verklarende woordenlijst

<b>ABP</b>	Acoustic Baseline Positioning
<b>APEIs</b>	Areas of Particular Environmental Interest
<b>AUV</b>	Autonomous Underwater Vehicle
<b>CCZ</b>	Clarion-Clipperton Zone
<b>EIA</b>	Environmental Impact Assessment
<b>EMMP</b>	Environmental Management and Monitoring plan
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>Horst</b>	Het omhoog bewogen gedeelte van een afschuiving. Deze afschuiving is het resultaat van een geologische breuk waarbij delen van de planeetkorst uit elkaar waroden getrokken en waarbij de gesteente en schuift er een stuk naar beneden
<b>IMO</b>	International Maritime Organization
<b>ISA</b>	International Seabed Authority
<b>MARPOL</b>	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
<b>PSV</b>	Production Support Vessel
<b>Slenk</b>	Het naar beneden bewogen deel van een afschuiving. Deze afschuiving is het resultaat van een geologische breuk waarbij delen van de planeetkorst uit elkaar waroden getrokken en waarbij de gesteente en schuift er een stuk naar beneden
<b>SOLAS</b>	International convention for the Safety of Life at Sea

**STCW** International Convention on Standards of Training, Certification  
and Watchkeeping for Seafarers

# Inleiding

De huidige sociale en economische groei in de wereld zorgt voor een steeds groter wordende vraag naar mineralen en zeldzame aardmetalen. Deze grondstoffen worden momenteel enkel via mijnen aan land ontgonnen waarbij deze bronnen steeds meer uitgeput raken en vaak op een niet duurzame manier worden ontgonnen. Met diepzeemijnbouw zou men de druk op de landmijnen kunnen doen afnemen en mogelijks op een ecologische verantwoorde manier deze elementen ontginnen.

In deze scriptie zal echter een specifieke tak worden besproken van diepzeemijnbouw op een specifieke plek, namelijk diepzeemijnbouw door het 'oogsten' van mangaanknollen in de Clarrion-Clipperton Zone (CCZ). De CCZ is een zone die in de internationale wateren ligt tussen de westkust van Mexico en Hawaii. Deze zone is de grootste gekende oppervlakte op aarde die mangaanknollen bevat. Dit gebied staat onder toezicht van de International Seabed Authority (ISA) aangezien het in internationale wateren is gelegen. De ISA levert de contracten aan de bedrijven/staten die dan een aangewezen deel van de CCZ mogen exploreren/exploiteren. Op het moment van schrijven is er enkel nog exploratie, maar begint men zich voor te bereiden om over te gaan op exploitatie.

Het doel van dit onderzoek is om de huidige technieken en technologieën in diepzeemijnbouw te bekijken en te onderzoeken, zodat deze op een efficiënte en ecologisch verantwoorde methode kunnen worden toegepast wanneer men overgaat tot exploitatie in de CCZ. Dit wordt bekomen door de huidige informatie die hierover beschikbaar is te gebruiken. Het is evident dat dit in de komende jaren nog kan veranderen aangezien het onderzoek naar diepzeemijnbouw nog volop aan de gang is.

In het eerste hoofdstuk gaan we in detail bekijken waar de CCZ gelegen is en hoe deze is afgebakend.

In het tweede hoofdstuk zullen we de mangaanknollen bespreken. We bekijken eerst hoe ze gevormd worden en gaan dan dieper in op het hydrogenetisch en diagenetisch vormingsproces. Vervolgens bekijken we de chemische samenstelling van een mangaanknol zoals mangaan, nikkel, koper ...

In het derde hoofdstuk gaan we de sociale en economische relevantie van diepzeemijnbouw bekijken. Hier onderzoeken we waarom we het moeilijke proces dat diepzeemijnbouw is zouden willen uitvoeren. Aan de hand van de voordelen die het met zich meebrengt bekijken we voor wat soort zaken de elementen die voorkomen in de mangaanknollen kunnen worden gebruikt. Ook worden de voordelen die diepzeemijnbouw heeft tegenover mijnbouw aan land besproken.

Het vierde hoofdstuk omvat het diepzeemijnbouwproces. Hier worden de verschillende onderdelen besproken die nodig zijn om aan diepzeemijnbouw te doen. Bestaande uit het mijnvoertuig, het verticaal transportsysteem, het productie-supportschip en het ecologisch monitor systeem.

In het vijfde hoofdstuk bekijken we de ecologische impact van diepzeemijnbouw. Eerst bekijken we wat voor leven er is in de diepzee om dan dieper in te gaan op de impact die diepzeemijnbouw met zich meebrengt. Ook onderzoeken we hoe we deze impact kunnen beperken. Verder wordt er ook gekeken naar de levenscyclusanalyse, de vraag naar een moratorium, het ecologisch management en de wetenschappelijke hiaten die er nog zijn.

Het zesde hoofdstuk gaat over Global Sea Mineral Resources, een dochterbedrijf van het Belgische DEMA. Zij hebben al verschillende mijnvoertuigen getest en hebben recentelijk hun pre-prototype mijnvoertuig Patania II getest, hier wordt dan ook verder op ingegaan.

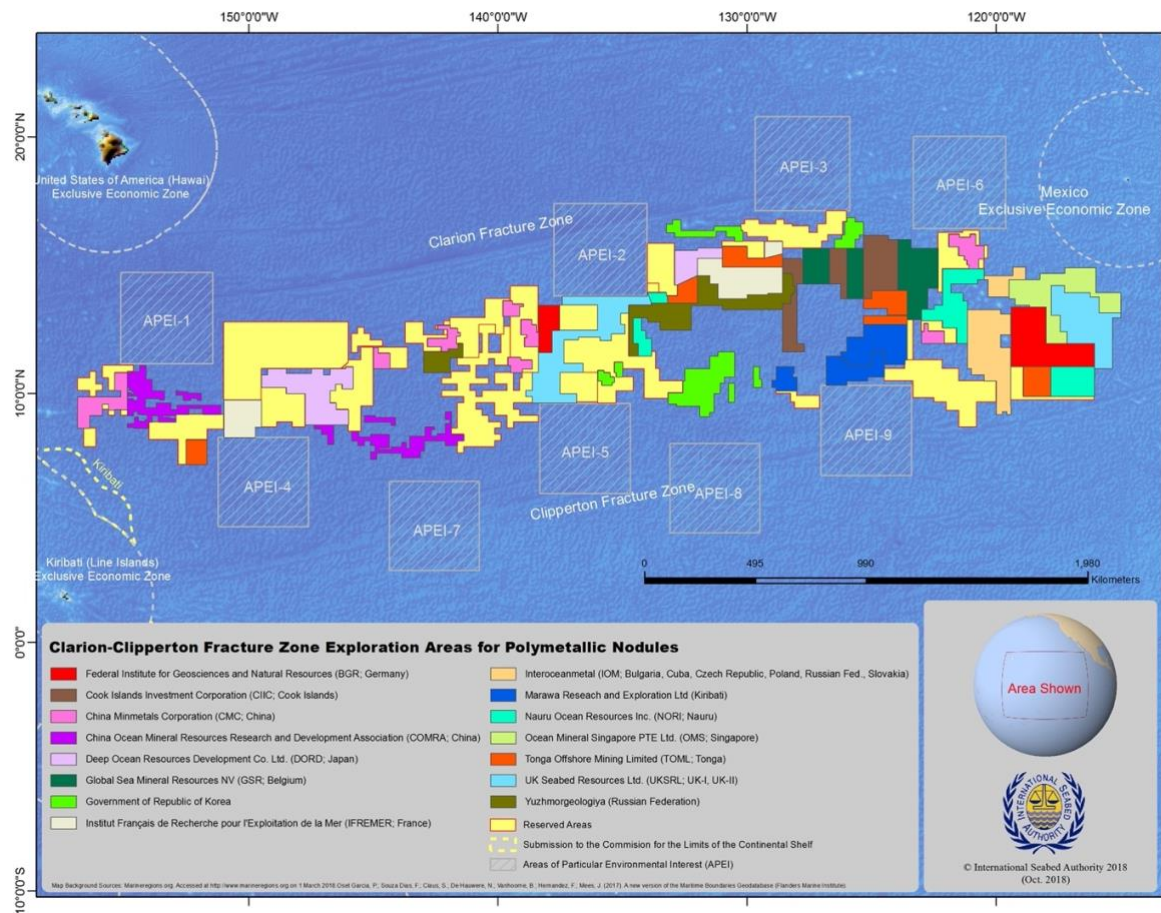
In het zevende hoofdstuk gaan we de toekomst van diepzeemijnbouw beschouwen. We bekijken hoe en wat er nog staat te gebeuren alvorens over te gaan op exploitatie.

Tot slot is er nog de conclusie die alles samenvat.

# 1 De Clarion-Clipperton Zone

De Clarion-Clipperton Zone (CCZ) is een gebied gelegen in de Noordelijke Stille Oceaan (zie Figuur 1). De CCZ spreidt zich ongeveer uit van 20°N, 120°W tot 5°N, 160°W, begrensd door de Clarion Breuk Zone in het noorden, en de Clipperton Breuk zone in het zuiden (Maciag & Harff, 2020). Dit is ongeveer tussen Hawaii en de Westkust van Mexico (Sparenberg, 2019). De CCZ omvat ongeveer 4,5 miljoen km<sup>2</sup> en is gelegen in internationale wateren waardoor het onder de bevoegdheid van de International Seabed Authority (ISA) valt (Maciag & Harff, 2020).

De breukzone's vormen zich bij de Oost-Pacifische Rug, spreiden zich vervolgens parallel uit in het centrum, en omvatten zo een uitgestrekte zeebodemvlakte bedekt met vele onderzeese bergen en NNE-SSW georiënteerde horst (omhoog bewogen zijde van een afschuiving, een geologische breuk waarbij er een deel van de planeetkorst naar beneden beweegt) en slenk (naar beneden bewogen zijde van een afschuiving) structuren (Volz e.a., 2018). De diepte in de CCZ gaat van 3800 m in het oosten tot >5000 m in het westen (Maciag & Harff, 2020). Het oppervlaktensediment in de CCZ bestaat vooral uit kiezelachtige klei (Radiolaria slib), minder rode klei en kalkhoudend slib (Maciag & Harff, 2020).



**Figuur 1 Clarion-Clipperton Fracture Zone**

Bron: International Seabed Authority (2018)



## 2 Mangaanknollen

Mangaanknollen (zie Figuur 2) of *polymetallic nodules* (wat een betere naam is aangezien de knollen meer dan alleen mangaan bevatten) zijn truffelvormige substanties die over heel de wereld op de bodem van de diepzee verspreid liggen. Ze komen voor op dieptes tussen de 4000 m en 6000 m, waar ze op de bodem liggen, half of helemaal bedekt met sediment, waarbij de grootte kan variëren tussen de 1 cm en 15 cm in diameter (Hein, Mizell, Koschinsky, & Conrad, 2013; Sharma, 2017). In de CCZ kan je rekenen op een grootte tussen de 2 cm en 8 cm met een eerder schijfvormige vorm (Sharma, 2017). Zowel de grootte van de knollen als hun voorkomen op de bodem is zeer verschillend, gemiddeld komen ze met 15 kg/m<sup>2</sup> voor in de CCZ waar het totale aantal mangaanknollen wordt geschat op circa 21 miljard ton (Sharma, 2017).



**Figuur 2** Doorsnede van een mangaanknol

Bron: Cancalosi (2014)

## 2.1 Vorming

Volgens de ISA (2021) begint de vorming van een mangaanknol met een nucleus. Deze nucleus kan gaan van een haaiantand tot een restje basalt of zelfs microfossielen. Eens deze nucleus er is, zijn er twee processen voor de vorming van de mangaanknol volgens de ISA (2021), namelijk *hydrogenetic precipitation* (hydrogenetische neerslag) en *diagenetic precipitation* (diagenetische neerslag). Sharma (2017) voegt hier nog *precipitation from hydrothermal fluids* (neerslag uit hydrothermale vloeistoffen) aan toe, deze vormingsmethode zullen we echter niet bespreken omdat dit niet van toepassing is op de CCZ. De meeste mangaanknollen die we in de CCZ vinden zijn echter ontstaan door een combinatie tussen het hydrogenetische en het diagenetische proces (zie **Error! Reference source not found.**).

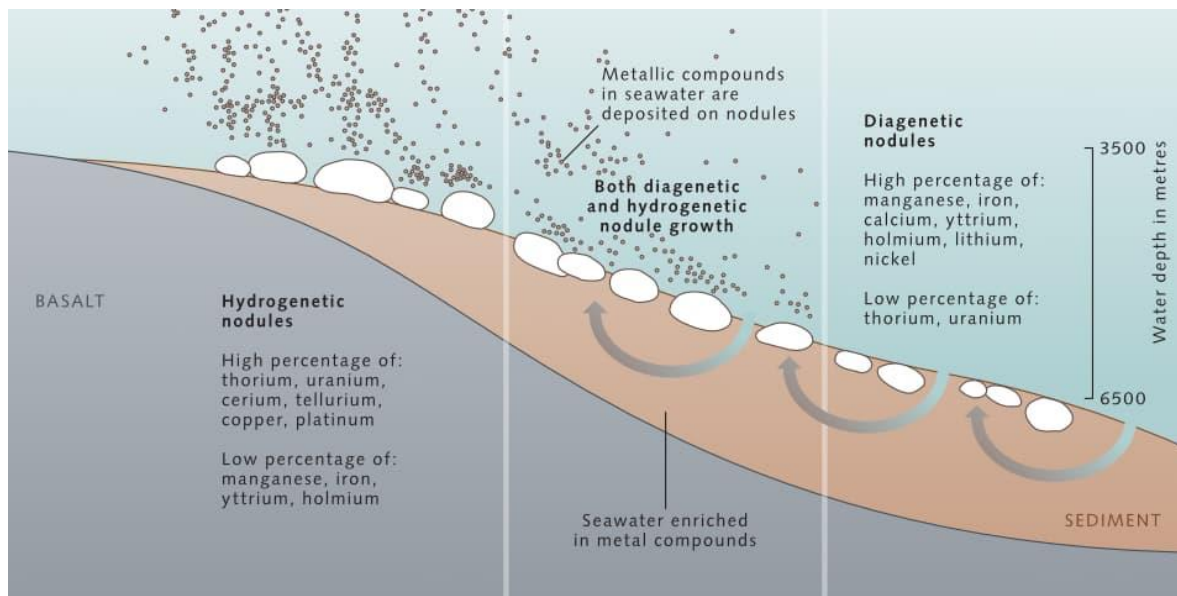
### 2.1.1 Het hydrogenetisch proces

Bij dit proces (hydrogenetic precipitation) wordt de mangaanknol gevormd doordat er traag metaalelementen uit het zuurstofrijke zeewater neerslaat en hierbij hydrogenetische lagen vormt rond de nucleus, waarbij deze lagen groeien met 1mm tot 5 mm per miljoen jaar (Sharma, 2017).

Zo krijg je een ongeveer gelijke afzetting van mangaan (Mn) en ijzer (Fe) en een relatief hoog gehalte aan kobalt (Co), nikkel (Ni) en koper (Cu) (Htike Aung, 2015; Sharma, 2017).

## 2.1.2 Het diagenetisch proces

Bij dit proces (diagenetic precipitation) wordt de mangaanknol gevormd door neerslag van elementen uit poriënwater dat zich in het sediment of aan het sediment oppervlak bevindt (Sharma, 2017). Vooral metalen zoals nikkel (Ni), koper (Cu), molybdenum (Mo), zink (Zn), barium (Ba) en lithium (Li) worden bij het diagenetisch proces vergaard (Sharma, 2017). Deze diagenetische lagen worden op een aanzienlijk sneller tempo gevormd dan bij het hydrogentische proces, maximaal tot 250mm per miljoen jaar (Sharma, 2017).



**Figuur 3** Het hydrogenetisch en diagenetisch proces

Bron: Lösckke & Lehmköster (2021)

## **2.2 Chemische samenstelling**

Zoals eerder gezegd hangt de samenstelling van een mangaanknol af van waar en hoe deze gevormd is. In de CCZ zijn de knollen gevormd door een mengeling van het hydrogenetisch en het diagenetisch proces, waarbij het diagenetisch proces een grotere invloed heeft gehad (Sharma, 2017). Deze steenvormige knollen bestaan voornamelijk zoals de naam zegt uit mangaan (Mn) maar ook ijzer (Fe), silicaten en hydroxiden. Het zijn echter vooral de sporen van metaal onderdelen zoals nikkel (Ni), koper (Cu), kobalt (Co), zeldzame aardmetalen en het mangaan die deze knollen interessant maken voor ontginning (International Seabed Authority, 2021a). Een volledige beschrijving van de elementen kan gevonden worden in het boek van Sharma (2017).

### 3 De sociale en economische relevantie van diepzeemijnbouw

De belangrijkste vraag blijft natuurlijk waarom we deze mangaanknollen van de bodem zouden willen halen. Dit heeft verschillende redenen, daarom is het belangrijk om eerst te kijken wat de toepassingen zijn van enkele elementen die voorkomen in een mangaanknol.

**Mangaan:** Het meeste mangaan op de wereld, ongeveer 90% wordt gebruikt bij het maken van staal en ijzer (Htike Aung, 2015).

**Kobalt:** Dit metaal wordt vooral voor diverse commerciële, industriële en militaire applicaties gebruikt zoals bijvoorbeeld herlaadbare batterij elektroden (Htike Aung, 2015).

**Nikkel:** Nikkel is vooral een metaal dat voor legeringen wordt gebruikt waarbij het vele commerciële toepassingen heeft zoals bijvoorbeeld roestvrij staal, oplaadbare batterijen, zelfs de snaren van een elektrische gitaar enzovoort (Htike Aung, 2015).

**Koper:** Driekwart van het koper in de wereld wordt gebruikt voor elektrische toepassingen zoals de bedrading in gebouwen, telecommunicatie, elektrische en elektronische producten en ga zo maar voort (Köller, 2016).

**Zeldzame aardmetalen:** Deze groep van metalen heeft verschillende toepassingen bij elektrische auto's, oplaadbare batterijen, wind turbines enzovoort (Köller, 2016).

Tegen het eind van de eeuw zullen er rond de 10 miljard mensen leven op deze planeet waarbij de levensstandaard alleen maar omhoog blijft gaan en de vraag naar energie, auto's, gebouwen, koelkasten,... ook zal blijven stijgen (Gates & Niessen, 2021). En laat het nu juist voorgenoemde producten zijn die gebruik maken van deze mineralen en metalen die in mangaanknollen aanwezig zijn.

A transition to a low carbon society, is a change that will require vast amounts of metals and minerals. Mineral resourcing and climate change are inextricably linked, not only because mining requires a large amount of energy, but also because 'the world cannot tackle climate change without adequate supply of raw materials to manufacture clean technologies'<sup>1</sup> (Ali e.a., 2017, p. 367)

Op het moment van schrijven worden deze elementen zo goed als alleen nog uit mijnen aan land gewonnen. Deze mijnen zijn vaak al tientallen jaren ontgonnen en de kwaliteit en de voorraad geraakt dan ook stilaan op. Het wordt dus steeds moeilijker om deze elementen aan land te vinden en te ontginnen. Zo zal er in de toekomst een potentieel tekort zijn aan kobalt, dit wordt gebruikt in batterijen (zie Figuur 4) en is erg belangrijk voor de overgang naar een elektrische mobiliteit, zelfs wanneer kobaltvrije batterijen en recyclagetechnieken worden toegepast lijkt in de korte tot middellange termijn (2028-2033) een tekort aan kobalt onvermijdelijk (Zeng e.a., 2022). De globale vraag naar kobalt is zo meer dan 5 keer toegenomen tussen 1995 en 2019, waarbij bijna de helft van het globale gebruik van kobalt ging naar batterijen in 2019 (Zeng e.a., 2022).

---

<sup>1</sup> Een overgang naar een koolstofarme samenleving is een verandering waarvoor enorme hoeveelheden metalen en mineralen nodig zijn. Minerale hulpbronnen en klimaatverandering zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden, niet alleen omdat mijnbouw een grote hoeveelheid energie vereist, maar ook omdat 'de wereld de klimaatverandering niet kan aanpakken zonder voldoende aanvoer van grondstoffen om schone technologieën te produceren'.



# THE KEY MINERALS IN AN EV BATTERY

Lithium-ion batteries harness the properties of various minerals to power electric vehicles.

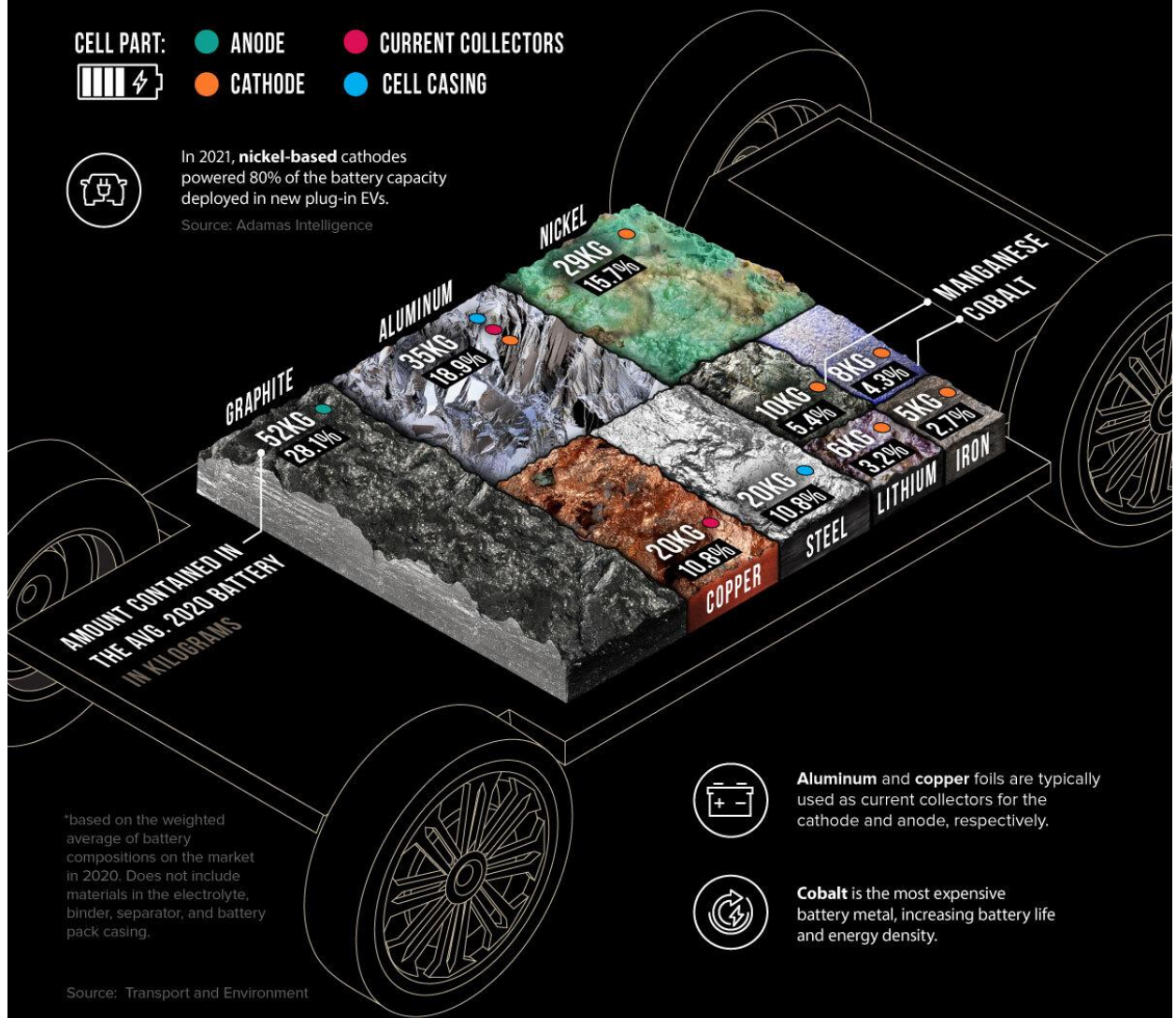
The cells in the average lithium-ion battery with a **60-kilowatt-hour (kWh)** capacity contain around **185kg\*** of minerals.

CELL PART: ● ANODE ● CURRENT COLLECTORS  
● CATHODE ● CELL CASING



In 2021, **nickel-based** cathodes powered 80% of the battery capacity deployed in new plug-in EVs.

Source: Adamas Intelligence



ELEMENTS

ELEMENTS.VISUALCAPITALIST.COM

**Figuur 4** De verschillende metalen die worden gebruikt in een batterij van een elektrisch voertuig

Bron: Bhutada (2022)

Er zijn echter ook organisaties zoals Greenpeace die een ander antwoord bieden op het tekort van metalen in de toekomst. Zo blijkt uit het interview (zie Bijlage 2) met An Lambrechts wanneer de vraag werd gesteld hoe zij het tekort aan metalen in de toekomst zouden aanpakken dat uit verschillende studies blijkt:

Ja, ik wil eerst iets zeggen over deze studies, want deze studies hanteren allemaal van die groeiscenario's die eeuwige exponentiële groei van de wereldeconomie enzovoort vooropstellen. En daar moeten we ook naar kijken, waar baseren die scenario's zich op? En wij hebben gevonden dat er niet veel scenario's zijn die kijken vanuit een ander economisch model waarbij de groei niet ongebreideld is. Ook gaan die scenario's van deze studies ervan uit dat heel de wereldbevolking zijn eigen elektrische wagen koopt, als we zo gaan redeneren is de planeet aarde niet groot genoeg voor alles wat we nodig hebben. Dus dat is ons eerste punt, je moet kijken naar welk economisch model je wil en wij kijken veel meer naar circulaire deeleconomie dan naar die typische Wereldbank groeiscenario's. Maar dan nog heb je natuurlijk mineralen nodig en is het dus ook belangrijk om te gaan kijken naar innovatie. In de sector als autobatterijen bijvoorbeeld, gaat dat bijzonder snel. Dus het is erg moeilijk om in een scenario te bevatten hoeveel lithium of hoeveel kobalt er nodig gaat zijn als je ziet dat Tesla ieder jaar met een andere toepassing komt waar ze er bepaalde metalen weer aan het uithalen zijn, het gaat allemaal bijzonder snel. Dat is voor ons ook een belangrijk deel van onze campagne om daarnaar te gaan kijken en ook met die bedrijven in gesprek te gaan. En je ziet ook dat meer en meer bedrijven in die sector zeggen dat volgens hen er geen nood is aan diepzeemijnbouw zoals Volkswagen, Renault, Rivian, Volvo,... Zij hebben al een statement publiek getekend om duidelijk te maken dat er volgens hen geen nood is voor diepzeemijnbouw, dat je ook op een innoverende manier betere batterijen kan gaan ontwikkelen.



En dat geldt ook voor andere sectoren, in IT is er wel al voldoende batterijen materiaal om meer te gaan recyclen, dus daar kan een tandje worden bijgestoken. De hernieuwbare energie moet ook nog werken aan een beter design om beter recyclebaar te zijn. Dat zijn de zaken waar er volgens ons eerst moet worden gezocht. Wij zouden ook van de Belgische overheid liever zien dat ze daar nog een grotere speerpunt van maken in plaats van contracten te sponsoren voor diepzeemijnbouw (Bijlage 2, 2022).

Het is ook belangrijk om de ecologische voetafdruk van mijnen aan land te beschouwen, hierbij worden grote stukken wegen aangelegd, gebouwencomplexen gebouwd, grote open putten gevormd, vervuilde waterwegen en miljoenen tonnen afval in de vorm van steen gecreëerd (Hein e.a., 2013). Als we dit vergelijken met diepzeemijnbouw waarbij er geen wegen moeten worden aangelegd, geen gebouwen dienen gezet te worden, en zeer weinig infrastructuur op de zeebodem nodig is, lijkt diepzeemijnbouw een logische keuze. Toch moet hierbij vermeld worden dat de ecologische impact van diepzeemijnbouw nog steeds onderzocht wordt. In het volgende hoofdstuk zal hier verder op ingegaan worden.

Een volgend verschil is dat men aan land vaak maar één primair product heeft waarbij er soms nog een secundair bijproduct is dat men kan gebruiken. Als we echter naar een mangaanknol kijken heeft dit verschillende primaire producten die allemaal gebruikt kunnen worden. Zo heb je aan land dus verschillende mijnen nodig voor dezelfde producten die je bij diepzeemijnbouw allemaal op één en dezelfde plaats vindt.

Een ander voordeel van diepzeemijnbouw in de CCZ is dat deze zone in internationale wateren gelegen is en iedereen dus aanspraak kan maken op het ontginnen van deze mangaanknollen. Zo is de wereld niet afhankelijk van één land voor een bepaald product. Dit principe werkt wel enkel als er meerdere landen mangaanknollen ontginnen, aangezien er al meerdere licenties zijn uitgegeven door de ISA zou dit normaal ook zo zijn. Ook zal iedere diepzeemijn operatie zich aan de strikte regels van de internationale wetgeving, ISA... moeten houden. Als we dit vergelijken met mijnbouw aan land is dit een erg groot contrast. We kunnen als voorbeeld Congo nemen, waar 63% van de wereldvoorziening aan kobalt vandaan komt (De Greef, 2019). Het grote probleem is dat het meeste van de inkomsten hiervan niet naar Congo gaan maar naar het buitenland vloeien terwijl de werkomstandigheden in de mijnen vaak onacceptabel zijn waarbij dit geregeld gepaard gaat met kinderarbeid (De Greef, 2019). Zo waren vorig jaar 15 van de 19 grootste industriële mijnen van Congo in bezit of gefinancierd door Chinese bedrijven (Davie, 2022). Je hebt in Congo dan ook nog erg veel 'artisanale' mijnen waar kinderarbeid normaal is en dodelijke ongevallen regelmatig voorkomen, maar ook in de grote industriële mijnen zijn de omstandigheden vaak erbarmelijk en is er een erg lakse security wat al voor meerdere dodelijke ongevallen heeft gezorgd (Davie, 2022). Hoewel bedrijven als Apple geen kobalt willen aankopen dat gewonnen is door kinderarbeid, zegt Amnesty International dat smartphone bedrijven en elektrische autoconstructeurs er niet zeker van kunnen zijn dat ze geen kobalt gebruiken dat uit mijnen komt waar er kinderarbeid is (Davie, 2022). Als we dit vergelijken met diepzeemijnbouw in de CCZ lijkt het onmogelijk dat dit zou kunnen voorkomen. Aangezien je voor je nog maar kan beginnen aan diepzeemijnbouw in CCZ een licentie moet krijgen van de ISA, deze wordt enkel toegekend indien je strikt kan voldoen aan de regels van de *Mining Code*. Daarbovenop moet elk schip in internationale wateren voldoen aan de verdragen van de IMO zoals SOLAS, STCW, MARPOL...

Ook mag de geopolitieke kwestie niet vergeten worden in het diepzeemijnbouw verhaal. Zo is het erg nefast voor de prijs en het aanbod wanneer één enkel land of een paar verschillende de grootste producenten van mineralen zijn. Wanneer er oorlog of een politiek geschil is in een producerend land kan dit de aanvoer van mineralen verstoren en zo ook de transitie naar elektrische voertuigen etc. erg verstoren. Dit is iets wat we nu ook zien door de oorlog in Oekraïne. Rusland was dan ook de 3<sup>de</sup> grootste nikkelproducent in 2021, waarbij het meer dan 200000 ton produceerde (Writer, 2022). Zoals reeds gezien wordt nikkel gebruikt in de productie van batterijen die ook voor elektrische voertuigen wordt gebruikt, en elke sanctie die op Russische nikkel wordt gelegd zal het produceren van elektrische voertuigen duurder maken en hierdoor ook de adoptie ervan bedreigen (Writer, 2022). Wanneer we dus mangaanknollen zouden oogsten uit de diepzee, wordt het aanbod vergroot en kunnen landen hun eigen metalen produceren.

Het totale aantal mangaanknollen in de CCZ is op 21 miljard ton geschat, waarvan ongeveer 6 miljard ton mangaan is (Sharma, 2017). Hiermee is het totale tonnage aan mangaan in de CCZ gelijk aan de mangaan reserves aan land en het totale geschatte tonnage aan Ni, Co, Y (Yttrium) en Tl (Thallium) overschrijdt de land reserves met enkele factoren zie Tabel 1 (Sharma, 2017).

Door de stijgende vraag naar deze metalen en mineralen wordt het dus alleen maar interessanter om over te gaan op diepzeemijnbouw dat gekoppeld is aan de bovenstaande voordelen. Naast de voordelen zien we alsook enkele nadelen verbonden aan diepzeemijnbouw. Zo is er bijvoorbeeld nog geen duidelijkheid over wat de impact zal zijn van diepzeemijnbouw op het leven in de diepzee. Ook gaat diepzeemijnbouw gepaard met innovatieve moeilijkheden waar nog steeds aan gewerkt wordt. Deze twee zaken zullen verder nog worden behandeld en zullen de toekomst van diepzeemijnbouw bepalen.

**Tabel 1 Metaalgehalten (in miljoen ton) van alle mangaanknollen uit de CCZ vergeleken met reserves en middelen aan land.**

Bron: bewerkt van Sharma (2017)

Element	Clarion-Clipperton Zone (CCZ)	Globale reserves en middelen aan land <sup>2</sup>	Globale reserves aan land <sup>3</sup>
Mangaan (Mn)	5992	5200	630
Koper (Cu)	226	1000+	690
Titanium (Ti)	67	899	414
Zeldzame aardmetalen	15	150	110
Nikkel (Ni)	274	150	80
Vanadium (V)	9.4	38	14
Molybdeen (Mo)	12	19	10
Lithium (Li)	2.8	14	13
Kobalt (Co)	44	13	7.5
Wolfraam (W)	1.3	6.3	3.1
Niobium (Nb)	0.46	3	3
Arseen (As)	1.4	1.6	1
Thorium (Th)	0.32	1.2	1.2
Bismut (Bi)	0.18	0.7	0.3
Yttrium (Y)	2	0.5	0.5
Metalen uit de platina groep	0.003	0.08	0.07
Tellurium (Te)	0.08	0.05	0.02
Thallium (Tl)	4.2	0.0007	0.0004

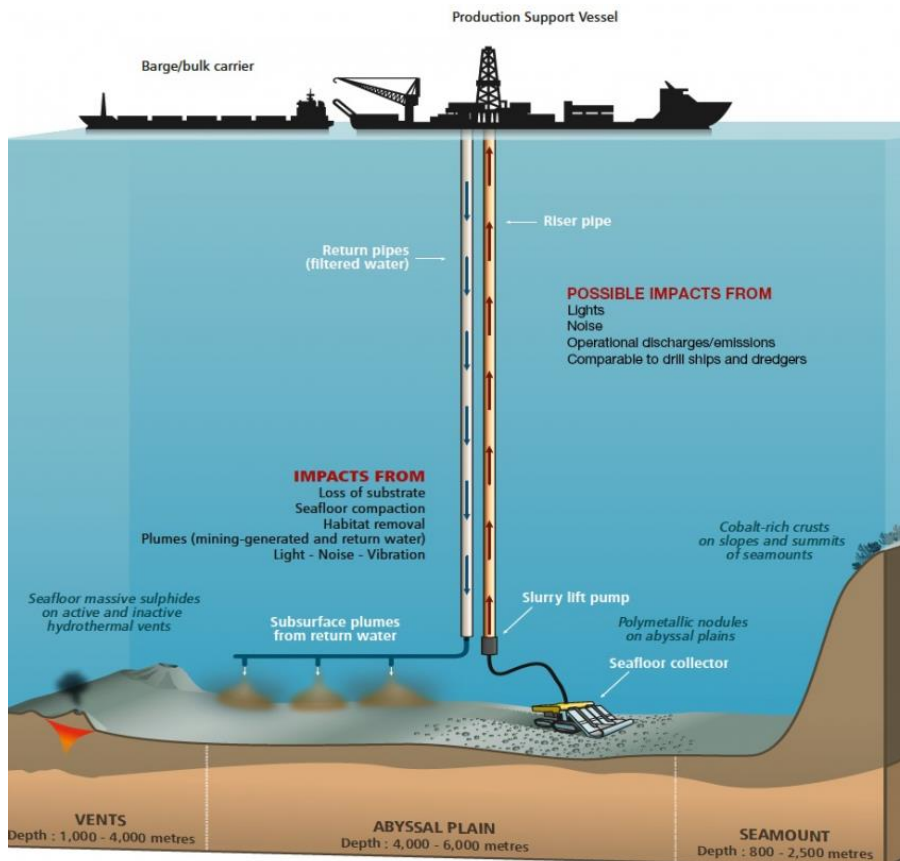
<sup>2</sup> Alle middelen die op de aarde aanwezig zijn, inclusief huidige reserves maar ook potentieel winstgevende afzettingen.

<sup>3</sup> Reserves die reeds ontdekt zijn en winstgevend zijn bevonden.

## 4 Het diepzeemijnbouwproces

Diepzeemijnbouw in de CCZ is een complex proces dat afhankelijk is van verschillende factoren. Doordat de mangaanknollen zoals reeds besproken soms op, soms half bedekt op de bodem liggen moeten de mangaanknollen dus niet echt opgegraven worden en wordt er ook wel over diepzee ‘oogsten’ gesproken (nodule harvesting). Er wordt volgens The Ocean Foundation (2021) over diepzeemijnbouw gesproken wanneer er wordt gemijnd op een diepte van 200 meter of meer. Zoals reeds besproken zitten we in de CCZ met een diepte tussen de 4000 m en 6000 m.

Eerst en vooral hebben we dus een *collector vehicle* nodig dat de mangaanknollen zal ‘oogsten’ van de diepzeebodem. Vervolgens moeten de knollen getransporteerd worden naar het wateroppervlak via een *vertical transport system*. Eenmaal aan het oppervlak komen ze aan boord van een *production/mining support vessel* van waar ze dan worden overgedragen aan een bulkcarrier. De bulkcarrier transporteert de mangaanknollen dan tot aan land, waar ze verwerkt kunnen worden. Tijdens het mijnproces wordt alles constant gemonitord met monitorapparaten zodat alles binnen bepaalde normen blijft.



**Figuur 5** Concept van het diepzeemijnbouwproces

Bron: IUCN (2018)

## 4.1 Het mijnvoertuig

Het mijnvoertuig, vaak *nodule collector* genoemd, is het voertuig dat verantwoordelijk is voor het ‘oprapen’ van de mangaanknollen die zich op het diepzeebodemoppervlak bevinden. Het mijnvoertuig is dan ook een vitaal onderdeel van het diepzeemijnbouwproces en het is dus nodig dat deze zeer effectief en efficiënt is om een economisch acceptabel en een milieuvriendelijke diepzeemijnbouw operatie te creëren (Yue, Zhao, Xiao, & Liu, 2021). Testen zijn nog volop aan de gang om zo een mijnvoertuig te creëren. Zo heeft bijvoorbeeld GSR (Global Sea Mineral Resources) in 2021 hun preprototype Patania II getest in de CCZ, zie hoofdstuk 6. Alles wat in dit hoofdstuk beschreven wordt over het mijnvoertuig is dus gebaseerd op prototypes en computermodellen.

Over de jaren heen zijn er al een groot aantal mijnvoertuigen bestudeerd en verbeterd. Hieruit zijn er drie schema's voortgekomen die worden toegepast op het mijnvoertuig die technisch en economisch haalbaar zijn: mechanisch, hydraulisch en hybride (Yue e.a., 2021). Het hydraulische mijnvoertuig blijkt echter zeer geschikt voor commercieel gebruik door zijn simpele structuur, hoge betrouwbaarheid, acceptabele efficiëntie bij het opnemen van knollen en het veroorzaakt maar een lichte verstoring van de zeebodem (Yue e.a., 2021).

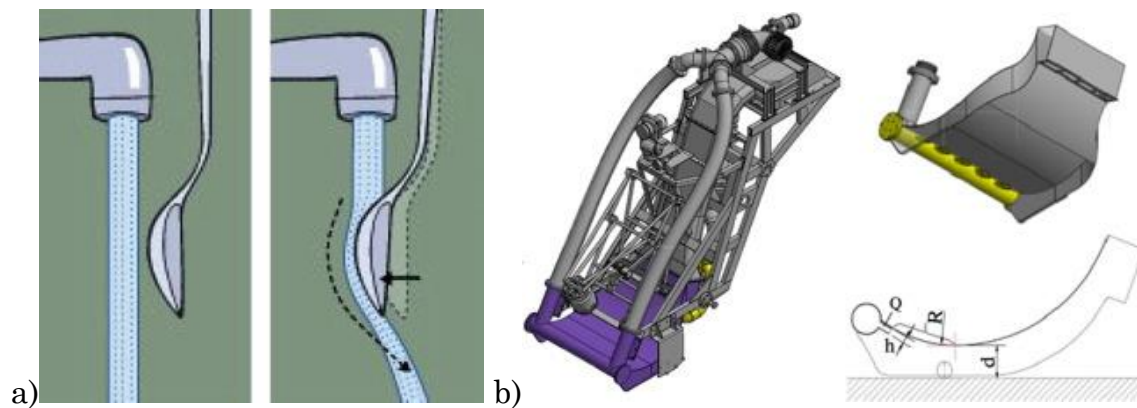
Ook voor het effectieve 'oprapen' van de mangaanknollen zijn er verschillende methodes. Voor de hydraulische opraapmethode kunnen we drie methodes onderscheiden die zijn toegepast in testen op zee (Yue e.a., 2021):

- *suck-up-based method*,
- *Coandă-effect-based method*
- *double-row hydraulic sluicing method*

Bij de *suck-up-based method* (opzuig gebaseerde methode) worden de mangaanknollen in het mijnvoertuig gezogen zoals een stofzuiger.

Voor de *Coandă-effect-based method* (Coandă-effect gebaseerde methode) worden de mangaanknollen opgeheven door gebruik te maken van het Coandă-effect, dit is het principe van een drukval in de straalstroom door het afgeronde oppervlak (Cho e.a., 2019). Men kan zich dit simpel voorstellen door water over het bolle gedeelte van een lepel te laten stromen (zie Figuur 6a). Dit is een erg goede methode voor het opnemen van knollen omdat er geen interferentie is met de diepzeebodem en de impact op de bodem wordt geminimaliseerd (Cho e.a., 2019). Bij deze methode is de afstand tussen het collectieapparaat en de diepzeebodem erg belangrijk (Cho e.a., 2019).

Vervolgens hebben we nog de *double-row hydraulic sluicing method* (dubbele-rij hydraulische sluismethode), hierbij worden de mangaanknollen opgeheven door voorste en achterste jetstromen (Yue e.a., 2021). Deze jetstromen zorgen er wel voor dat de zeebodem erg wordt verstoord, waardoor het dus een grote impact heeft op de bodem en ook het zicht voor het monitoren van de mijnoperatie wordt belemmerd (Cho e.a., 2019).



**Figuur 6 a) Principe van het Coandă-effect b) Lay-out van een collector met de Coandă-effect-based method**

Bron: Cho e.a. (2019)

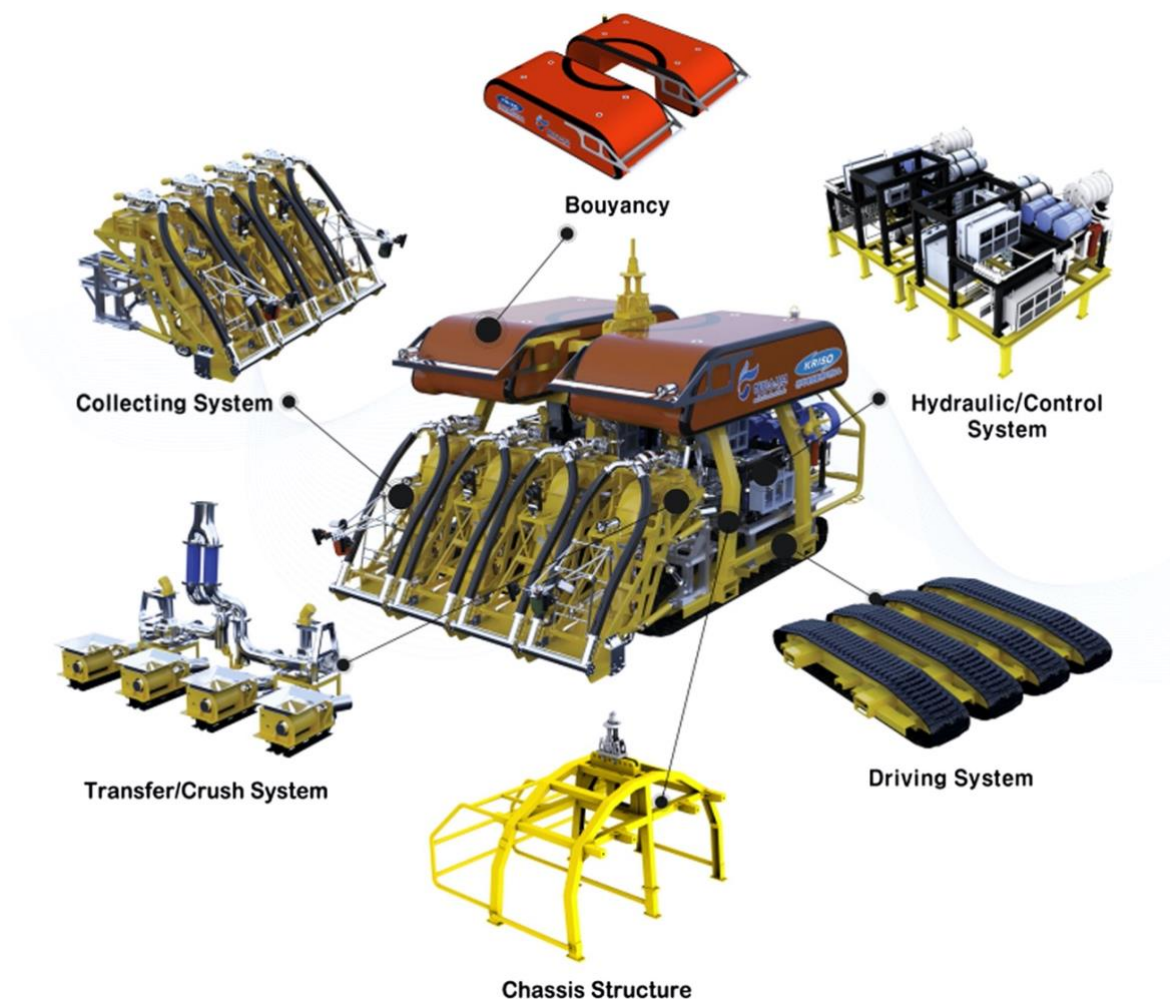
Wanneer de mangaanknollen dan ‘opgezogen’ zijn, moeten ze vervolgens verpulverd worden tot een grootte kleiner dan 30 mm zodat ze gemakkelijk vervoerd kunnen worden in de flexibele slangen naar het oppervlak (Sharma, 2017). Dit zit echter nog niet verwerkt in de huidige prototypes van GSR en er is dan ook nog erg weinig over gekend.

Wanneer de knollen opgezogen worden, zijn ze gemengd met het water en sediment van de diepzee. Bij het pre-prototype Patania II van GSR, wordt deze mengeling van water en sediment er vanachter terug uitgeblazen via een *diffuser*, wat dus samen met de tractie van de rupsbanden voor de zogeheten *plume* van het mijnvoertuig zorgt. De knollen worden verder getransporteerd in het mijnvoertuig aan de hand van nieuw ‘proper’ aangevoerd water van de diepzee, zie Hoofdstuk 6 voor een verdere beschrijving van Patania II.



Ook de rupsbanden waarmee het mijnvoertuig zich voortbeweegt, zijn van vitaal belang, zij moeten stabiel rijden op de half vloeibare grond van de diepzeebodem waarbij ze optimaal zo weinig mogelijk energie gebruiken (Cho e.a., 2019).

Huidige ontwerpen van mijnvoertuigen zijn vooral gebaseerd op *remotely operated vehicle*, zo gaat men dus het mijnvoertuig vanop afstand besturen (Leng, Shao, Xie, Wang, & Liu, 2021). Hierbij is het erg belangrijk dat het mijnvoertuig een op voorhand bepaald pad aflegt, daarom moet het mijnvoertuig dus erg precies gecontroleerd worden waarbij het nauwkeurig de weg volgt, een stabiele voorwaartse snelheid en stuurratio heeft (Leng e.a., 2021).



**Figuur 7** Schematische voorstelling van een mijnvoertuig

Bron: Cho e.a. (2019)

Voor een overzicht van de huidige mijnvoertuigen in ontwikkeling met de gebruikte collectiemethode, zie Tabel 2.

Ook is een accuraat positioneringssysteem erg belangrijk om het mijnvoertuig goed te kunnen besturen. GPS is hierbij het bekendste en veel gebruikt aan land, maar GPS werkt niet in de diepzee, gezien de snelle afname van elektromagnetische stralingen met de diepte (Leng e.a., 2021). *Acoustic baseline positioning* (ABP) wordt momenteel vaak gebruikt voor de navigatie en de positionering van het mijnvoertuig (Leng e.a., 2021). De ABP methode bestaat uit zendontvangers en een transponder, deze akoestische transponder zit op het mijnvoertuig en zal akoestische signalen sturen naar de zendontvangers op het schip (Leng e.a., 2021). Door de afstand en het faseverschil tussen de transponder en elke zendontvanger te berekenen, kan de positie van het mijnvoertuig ten opzichte van de zendontvangers worden bepaald (Leng e.a., 2021).

Er zijn ook bedrijven zoals Impossible Mining die voor een ander soort mijnvoertuig kiezen. Zo hebben zij een concept ontwikkeld waarbij het mijnvoertuig boven de oceaانبodem zweeft en aan de hand van grijparmen de knollen selectief van de bodem gaat nemen (zie Figuur 8). Door de knollen selectief van de bodem te nemen, willen zij de impact beperken en het leven beschermen dat zich op de knollen bevindt. Of dit echter realistisch en winstgevend kan zijn zal de toekomst moeten uitwijzen.



**Figuur 8 Het mijnvoertuig concept van Impossible Mining**

Bron: Impossible Mining (2022)

**Tabel 2 Mijnvoertuigen in ontwikkeling**

Bron: bewerkt van Weaver e.a. (2022)

<b>Bedrijf/Organisatie</b>	<b>Mijnvoertuig</b>	<b>Info</b>
GSR, België	Patania III	Voertuig met rupsbanden, met een hydraulisch collectie systeem gebaseerd op het Coandă effect. Patania I en II zijn reeds succesvol getest in de CCZ.
The Metals Company (namens NORI), Nauru	/	Voertuig met rupsbanden, met een hydraulisch collectie systeem gebaseerd op het Coandă effect.
Royal IHC, Nederland	Apollo III	Voertuig met rupsbanden, met een hydraulisch collectie systeem gebaseerd op het Coandă effect.
KIOST, Zuid-Korea	MINERO II	Hybride hydraulisch-mechanische (mechanische collectie + hydraulisch transport).
NIOT, Indië	/	Mechanisch mijnvoertuig
SMD, Verenigd Koninkrijk	QC2000	Voertuig met rupsbanden, met een hydraulisch collectie systeem.
COMRA, China	/	Voertuig met rupsbanden, met een dubbel jet collectie systeem

## 4.2 Het verticaal transportsysteem

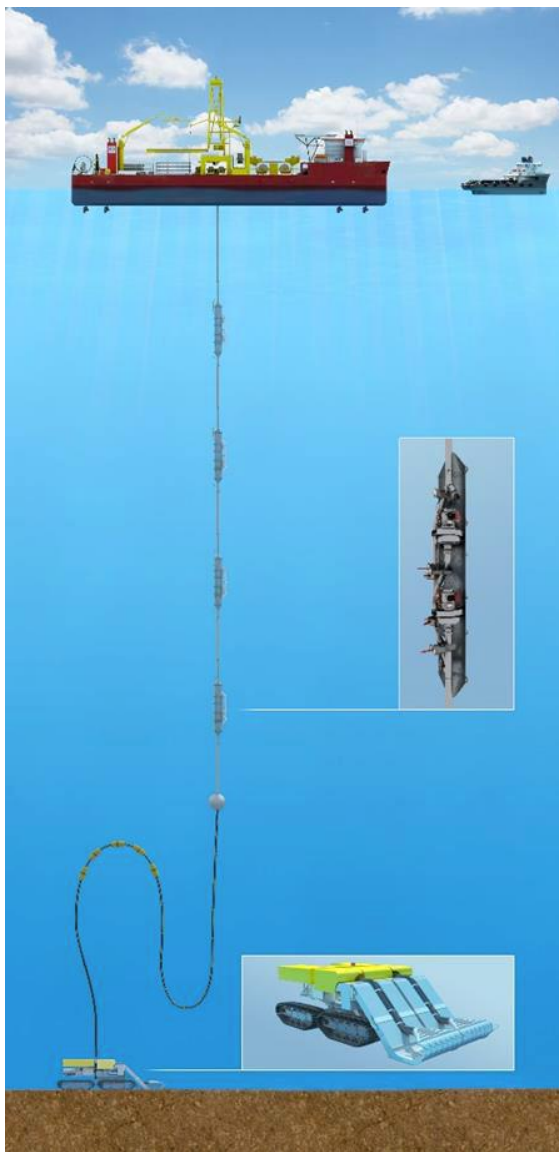
Om de mangaanknollen die door het mijnvoertuig verzameld zijn naar boven te krijgen en het overtollige sediment terug te geven, is er een verticaal transportsysteem nodig, *vertical transport system*. Ook naar het verticaal transportsysteem wordt op het moment van schrijven nog veel onderzoek gedaan. De toekomst zal uitwijzen welke methode er gebruikt zal worden voor de exploitatie van de diepzeebodem. Van de verschillende methodes zijn de volgende alternatieven het interessantst (Schulte, 2013; Wu, Yang, Lu, Lu, & Liu, 2020):

- het mechanisch transportsysteem aan de hand van een emmer/onderzeeër
- een (pneumatisch) *airlift* systeem
- een hydraulisch systeem aan de hand van (een) pomp(en)

Ook is het nog niet duidelijk wat voor soort (stijg) pijp er gebruikt zal worden om de *slurry* (mengeling van zeewater, slijk van de bodem en stukken mangaanknol) te transporteren. Er wordt getwijfeld tussen een rigide of een flexibele pijp. Hierbij is het belangrijk dat er rekening gehouden wordt met de krachten die op de pijp zouden werken, niet enkel door de druk en de stroming in de pijp maar ook door de beweging van het schip. Het is dan ook de bedoeling dat het schip mee beweegt tijdens het mijnen. Op die manier krijgt men door beweging veroorzaakte trillingen in de pijp omdat het schip beweegt, en vortex veroorzaakte trillingen door de stroming die wordt gegenereerd tijdens het varen zelf (SWZ Maritime, 2020a).

Bij Royal IHC heeft men reeds een ontwerp gemaakt voor de stijgpip van het verticaal transportsysteem (zie Figuur 9). Zij hebben een ontwerp waarbij zij gebruik maken van vijf verschillende soorten stalen pijpen die elk een respectievelijke waterdiepte hebben, hoe dieper je gaat hoe lichter de constructie van de pijp wordt zodat deze niet te zwaar is en onder zijn eigen gewicht in elkaar stort (SWZ Maritime, 2020a).

De meeste huidige concepten zijn gebaseerd op het hydraulische systeem aan de hand van pompen (Köller, 2016). Het hydraulische systeem ziet er ongeveer als volgt uit: een stijgpip, verschillende pompen die gelijk verdeeld zijn over de lengte van de pijp in “*booster stations*” of één enkele pomp die genoeg druk voorziet (Köller, 2016). Vervolgens kan er een bufferstation zijn dat als een tijdelijke opslagplaats dient voor de *slurry* indien het mijnvoertuig sneller knollen opzuigt dan de pomp (Wu e.a., 2020). De verbinding tussen het mijnvoertuig en de buffer of de pijp zal bestaan uit een flexibele slang, zodat deze mee kan bewegen met de bewegingen van het mijnvoertuig.



**Figuur 9** Het verticaal transportsysteem ontworpen door Royal IHC

Bron: SWZ Maritime (2020a)

### 4.3 Het productie-supportschip

Het productie-supportschip (*production support vessel, PSV*) is het schip vanaf waar de hele diepzeemijnoperatie wordt gemonitord, bestuurd en behandeld. Het is zowaar het kloppend hart van het diepzeemijnbouwproces. Het PSV moet dan ook uitgerust zijn met zeer veel verschillende technologieën, gaande van een *Dynamic Positioning System* tot een lancering- en ophaalsysteem voor het mijnvoertuig. Ook zal het PSV uitgerust moeten zijn met een systeem om de aan boord gekregen *slurry* van het mijnvoertuig te ontwateren en gereed te maken om mee te geven aan de bulkcarrier. Zo zal het schip dus goed gevuld zijn, met niet alleen de 5 kilometer aan pijp die ergens gestockeerd moet worden, maar zo is er ook plaats nodig voor het stockeren van 50000 ton aan mangaanknollen (SWZ Maritime, 2020b).

Het is dus duidelijk dat dit productie-supportschip een nieuw soort schip is. Het heeft echter veel overeenkomsten met schepen in de offshore zoals boorschepen, *supply* schepen... Men staat dan ook voor de keuze of men dit PSV volledig vanaf nul wil herontwerpen, of men een bestaand schip neemt en deze ombouwt tot een PSV.

Een nieuw soort schip bouwen was reeds in ontwikkeling, zo had Nautilus Minerals de opdracht gegeven om een volledig nieuw schip te laten bouwen dat geschikt zou zijn voor diepzeemijnbouw in Papua New Guinea, meer bepaald het Solwara 1 project. Belangrijk hierbij is wel dat het hier niet gaat om het mijnen van mangaanknollen waar deze scriptie over gaat. Toch kan dit schip als voorbeeld gebruikt worden, omdat het vele gelijkenissen bevat met schepen die nodig zijn voor het 'oogsten' van mangaanknollen. Er zijn echter financiële problemen opgedoken bij dit project waardoor het schip dat de naam Nautilus New Era kreeg, nooit is af geraakt. Het schip ligt nog steeds half afgewerkt in de haven. Ondertussen is ook het bedrijf Nautilus Minerals failliet gegaan. Toch blijft dit het enige PSV dat ooit in productie gegaan is en geeft het goed weer wat de omvang van een PSV inhoudt.

De Nautilus New Era (zie Figuur 10) heeft een lengte van 227 m en een breedte van 40 m met een diepgang van 13,2 m (Devos, 2017). Er zal accommodatie aan boord zijn voor 199 personen en een cargo capaciteit van 45000 t (Devos, 2017). De diesel-elektrische propulsie zal bestaan uit vijf *azimuth thrusters* (roerpropellers) en drie boegschroeven, ook zullen er twee scharnier kranen aan boord zijn en een *moonpool* (Devos, 2017).



**Figuur 10 De Nautilus New Era in opbouw**

Bron: DSM Observer (DSM Observer, 2018)

Ook de tweede optie, een bestaand schip ombouwen, is reeds in uitvoering. Zo heeft Allseas samen met The Metals Company een voormalig 228 meter lang *ultra-deepwater drillship*, Victoria 10000 (zie Figuur 11), verworven om dit om te bouwen tot een mangaanknol-collectie schip, of te wel een PSV (Subsea World News, 2020). Het schip heeft nu de naam gekregen Hidden Gem en zal het eerste schip zijn dat door de classificatiemaatschappij American Bureau of Shipping als een *subsea mining vessel* geklasserd zal worden (OEDigital, 2022). In midden 2022 staat het schip gepland om een test te doen in de Stille Oceaan als onderdeel van een test met een mijnvoertuig (OEDigital, 2022).



**Figuur 11 Het productie-supportschip de Hidden Gem**

Bron: Allseas (2022)

Ook GSR denkt erover na om een oud boorschip om te bouwen tot een productie-supportschip, zo blijkt uit het interview (zie Bijlage 1) met Kris Van Nijen, managing director van GSR:

Voor ons is dit puur in functie van een opportuniteit. Toen wij in 2012/2013 de eerste schetsen maakten van onze diepzeemijnoperatie hebben wij ook gekeken om een boorschip om te bouwen, maar dat was veel te duur en het was verstandiger om een nieuwbouwschip te kopen. Dit kwam omdat de olie en gas nog een booming business was. Maar toen in 2015 de olie- en gascrisis kwam, zijn alle prijzen in elkaar gestuikt en kwamen boorschepen voor spotprijzen op de markt. Allseas heeft toen voor het eerst zo een boorschip opgepikt. Wanneer we dus nu diezelfde analyse van in 2012 maken, zien we dat er wel opportuniteiten zijn om een oud boorschip voor een paar 10-tallen miljoenen te kopen, en dan kan een conversie wel de moeite zijn.



Dus, wanneer de prijzen zo blijven, zullen wij ook een conversie doen van een boorschip, waarbij je wel moet denken dat dit zo kan zijn voor de eerste 2 schepen, maar het 3<sup>de</sup> schip een speciaal ontworpen nieuwbouwschip zal zijn. Met een geconverteerd schip kan je dus goedkoper de markt inbreken, maar geef je toe aan een bepaalde efficiëntie. Je kan echter niet super efficiënt zijn als je een schip gaat converteren, dat is niet hetzelfde als wanneer je een schip op maat laat maken. [...] De evolutie van olie en gas boorschepen gaat ook erg snel, ze drukken dit uit in een 5<sup>de</sup>, 6<sup>de</sup>, 8<sup>ste</sup> generatie schip. Nu blijkt dat het perfecte schip voor diepzeemijnbouw een 6<sup>de</sup> generatie boorschip is, want vanaf het een 7<sup>de</sup> of 8<sup>ste</sup> generatie is het schip te geïntegreerd gebouwd en dus te moeilijk om te converteren. De 6<sup>de</sup> generatie is eerder nog een blokkendoos waar je verschillende zaken kan afnemen en vervangen door andere zaken. Ook zijn deze 6<sup>de</sup> generatie schepen te oud om nog te concurreren tegenover een 7<sup>de</sup> of 8<sup>ste</sup> generatie die veel efficiënter zijn. Hierdoor zou het kunnen dat 6<sup>de</sup> generatie schepen dus geen projecten meer kunnen binnenhalen waardoor deze goedkoop op de markt komen en het voor ons dus een opportuniteit is.

## 4.4 Het ecologische monitorsysteem

Wanneer diepzeemijnbouw eenmaal zal plaatsvinden, zal het binnen bepaalde normen moeten blijven qua *plume* alsook licht en geluid. Om dit te monitoren zijn er diepzeemonitorapparaten nodig. Maar ook nu in de exploitatiefase zijn deze monitorapparaten erg belangrijk om data te verzamelen over het diepzeemijnbouwproces. Er zijn zowel monitorapparaten die voor een langere tijd onder water blijven om over een lange periode informatie te verzamelen, als monitorapparaten die voor een korte tijd onder water zijn om zo up to date informatie te geven. Zo heb je dus aan de ene kant een soort boeien die op de bodem bevestigd worden en zo voor langere tijd informatie verzamelen. Alsook AUV (autonoom onderwatervoertuig) die rondvaren onderwater om zo informatie te verzamelen (zie Figuur 12).



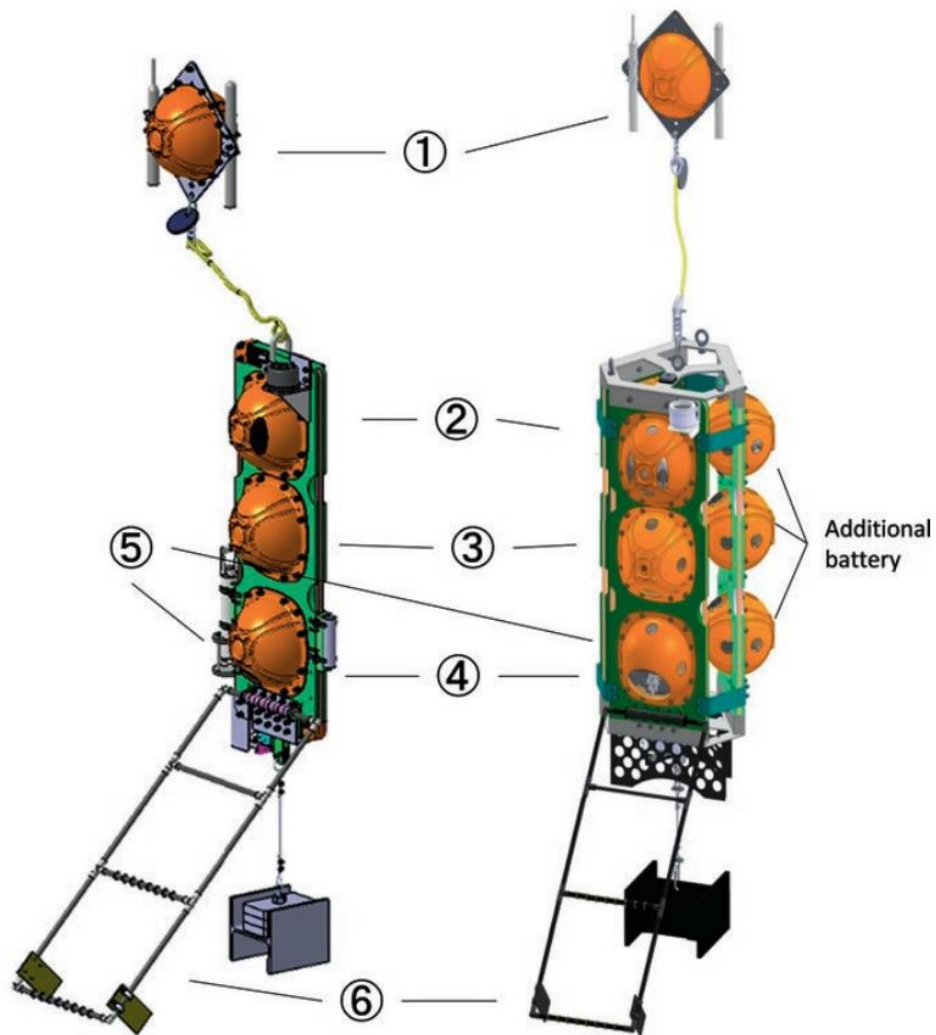
**Figuur 12** Voorbeeld van een ultradiepwater AUV

Bron: ECA Group (2022)

Zoals bijna alles zijn diepzeemonitorapparaten ook erg afhankelijk van nieuwe innovatieve technologieën. Wat ervoor zorgt dat er op het moment van schrijven nog volop wordt gewerkt om deze te ontwikkelen. Zo is er al een diepzee-observatiesysteem ontwikkeld, de Edokko Mark 1 (zie Figuur 13) (Sharma, 2019). Wanneer dit systeem op de bodem wordt geplaatst door het in vrije val naar de bodem te laten zakken, kunnen de omstandigheden van de zeebodem worden geobserveerd voor een half jaar tot 1 jaar lang (Sharma, 2019). Aan de hand van dit systeem kunnen de activiteitkenmerken van diepzeeorganismen op dagelijkse, maandelijkse of seizoensgebonden cycli bestudeerd worden, afhankelijk van het vooraf ingestelde fotografische interval (Sharma, 2019).

Ook is er recentelijk een apparaat ontwikkeld door Rocketland Scientific International Inc. dat in staat is om de turbulente stroom te meten die zich bevindt tussen het oppervlak van de oceaan en direct boven de diepzeebodem (Sharma, 2019). Men laat het apparaat in vrije val van een schip vallen, het apparaat zal dan aan een snelheid van 0,6-0,7 m/s vallen en verticaal de afschuifsnelheid van de stroom meten alsook de water temperatuur, en dit tot op een diepte van 6000 m (Sharma, 2019). Wanneer het éénmaal op de zeebodem landt, zal de sensor loskomen en zal de data logger terugkeren naar het oppervlak (Sharma, 2019).

Het ecologisch monitorsysteem zal in de toekomst nog verder moeten worden uitgewerkt en afhankelijk zijn van innovatieve uitvindingen, om zo een robuust en accuraat systeem te creëren dat het diepzeemijnbouwproces nauwkeurig zal kunnen monitoren.



**Figuur 13** Buitenaanzicht van Edokko Mark 1. De linkse is een lichtgewicht model. De rechtse is een observatiemodel voor de lange termijn. Van bovenaf, bestaat het uit offshore communicatieballen die worden gebruikt voor collectie (1), transponderballen gebruikt voor onthechting (2), verlichtingsballen gebruikt voor LED-verlichting (3) en ballen die fotograferen met een time-lapse-camera (4). CTD-meting (Conductivity-Temperature-Depth) is geïnstalleerd (5). Het onderstel zal de zeebodem observeren vanaf een hoogte van 1 m.

Bron: Sharma (2019)

## 5 Ecologische impact

De ecologische impact van diepzeemijnbouw in CCZ blijft één van de meest besproken en moeilijkste onderwerpen voordat men kan overgaan naar de exploitatie van de CCZ. Milieubewegingen roepen al jaren om een moratorium op diepzeemijnbouw omdat het een te grote impact zou hebben op het mariene milieu in de diepzee. Recentelijk hebben ook bedrijven zoals BMW, Volvo, Google en Samsung zich aangesloten bij de milieubewegingen om een moratorium te eisen, want ze vinden de effecten van diepzeemijnbouw te onvoorspelbaar (Shukman, 2021). Dit wordt op zijn beurt dan weer erg bekritiseerd door bedrijven die achter de diepzeemijnbouw staan, waarbij zij aanhalen dat diepzeemijnbouw minder impact zal hebben dan zijn equivalent aan land (Shukman, 2021). De vraag is echter niet ‘OF’ diepzeemijnbouw een effect zal hebben op het mariene milieu, maar wel hoe groot deze impact zal zijn en hoe men deze zo klein mogelijk kan houden.

Ook is er onenigheid tussen wetenschappers. Het ene kamp stelt dat diepzeemijnbouw enorme gevolgen kan hebben voor een erg fragiel diepzeemilieu (Shukman, 2021). Het andere kamp zegt precies het omgekeerde. Zo is er Dr Henko de Stigter die zegt dat zelfs wanneer er 10 diepzeemijnoperaties zouden plaatsvinden die jaarlijks 200 vierkante kilometer ontginnen waarbij er *sediment plumes* vrijkomen die verspreid worden over een totaal van 20000 vierkante kilometer, dit nog steeds maar 0,006% is van de oceaانبodem (Shukman, 2021).

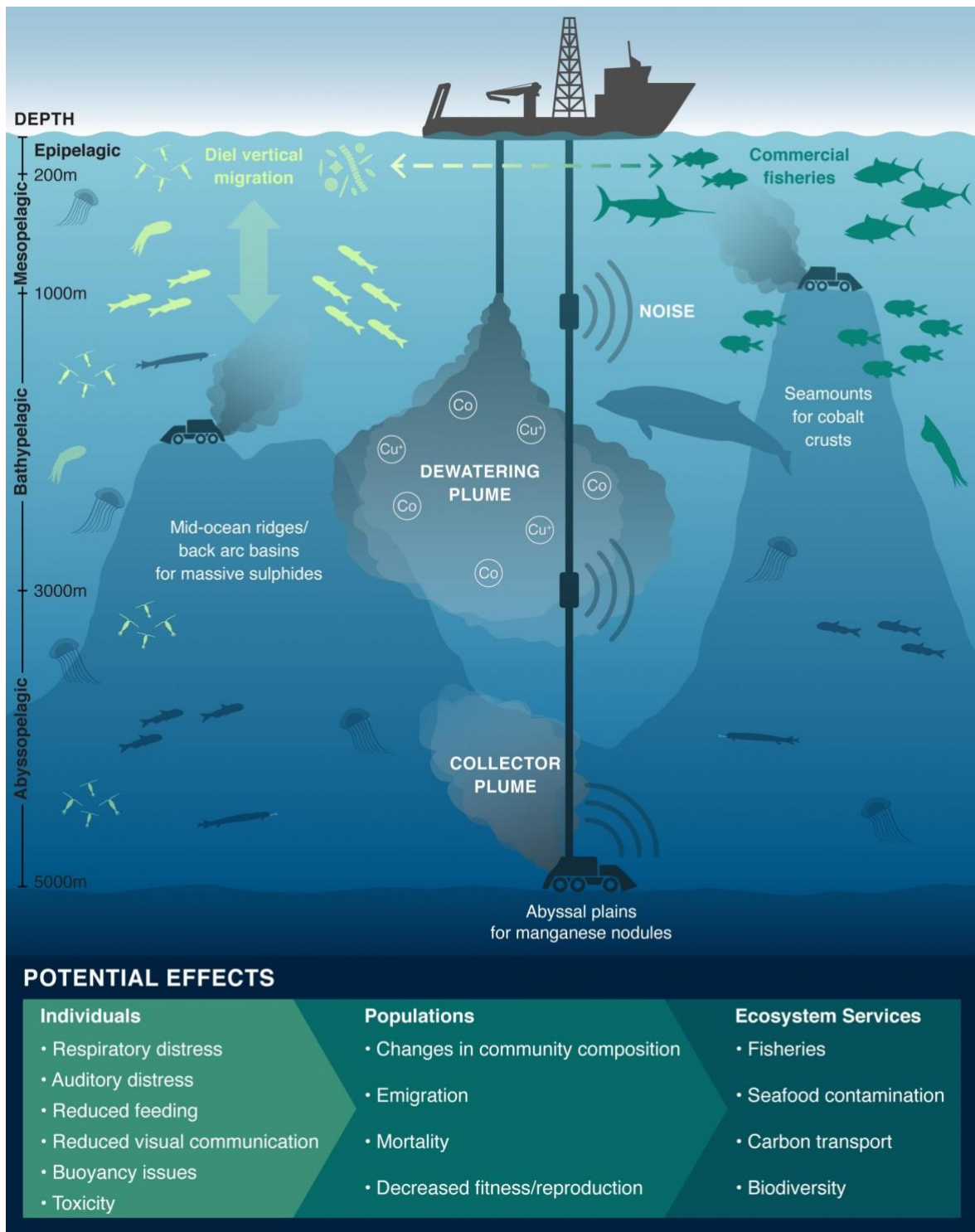
Ook is het belangrijk om Hoofdstuk 4 in ons achterhoofd te houden: wat er ook gebeurt, we zullen deze ertsen nodig hebben in de toekomst als we naar een 0/lage-emissie economie willen gaan.

Toch heeft ook het bedrijf GSR (Global Sea Mineral Resources) het volgende statement gemaakt: “GSR will only apply for a mining contract if the science shows that, from an environmental and social perspective, deep seabed minerals have advantages over the alternative – which is to rely solely on new and current mines on land”<sup>4</sup> (GSR, 2021a, para. 5).

Het is dus onvermijdelijk dat er een impact zal zijn op het mariene milieu, maar hoe groot deze zal zijn, zal afhangen van de technieken en methodes die gebruikt zullen worden bij het diepzeemijnbouwproces. We zullen daarom in dit hoofdstuk eerst kijken naar wat de mogelijke effecten kunnen zijn van diepzeemijnbouw en de gevolgen hiervan. In een volgend hoofdstuk bekijken we hoe we deze effecten kunnen beperken en/of elimineren. Toch is het niet gemakkelijk om te bepalen welke gevolgen diepzeemijnbouw met zich meebrengt. Zo weten we namelijk minder over de zeebodem dan over het oppervlak van de planeet Mars (Scheers, 2020). We zijn dus erg afhankelijk van recente onderzoeken naar de zeebodem en de resultaten van diepzeemijnbouwtesten. Het is daarom erg tegenstrijdig om te pleiten voor een moratorium, want het is enkel door deze testen dat we meer over de diepzee te weten kunnen komen en de gevaren ervan kunnen inschatten.

---

<sup>4</sup> “GSR zal alleen een mijnbouw contract aanvragen als de wetenschap aantoont dat, vanuit ecologisch en sociaal perspectief, diepzeebodemmineralen voordelen hebben ten opzichte van het alternatief – namelijk uitsluitend vertrouwen op nieuwe en huidige mijnen aan land”



**Figuur 14 De impacts die diepzeemijnbouw met zich meebrengt**

Bron: Dillon (2020)

## 5.1 Het leven in de diepzee van de CCZ

Het voorbije decennium is de kennis over de biodiversiteit in de diepzee erg toegenomen, zo zouden er in de CCZ minstens 500 soorten gevonden/geobserveerd zijn in de verschillende belangrijke faunagroeperingen (International Seabed Authority, 2021b). We kunnen de epifauna<sup>5</sup> die in de diepzee voorkomt als volgt opdelen:

**Megafauna:** zijn dieren die groot genoeg zijn zodat je ze op een foto kan zien, groter dan 2 cm (International Seabed Authority, 2013). Deze megafauna zijn de grootste klasse van dieren die voorkomen in de diepzee van de CCZ, waarbij er dieren tot 100 cm groot zijn (zie Figuur 15) (Köller, 2016).

**Macrofauna:** deze dieren zijn groot genoeg om te kunnen zien met het blote oog, met een grootte tot 2 cm lang (International Seabed Authority, 2013). Minstens 95% van de macrofauna die voorkomt op de diepzeebodem in mangaanknollengebieden is geconcentreerd in de bovenste 5 cm van het sediment (Köller, 2016).

**Meiofauna:** deze diepzeedieren bevinden zich qua grootte tussen de macrofauna en de microfauna, gedefinieerd als  $>32 \mu\text{m}$  en  $<250 \mu\text{m}$  (International Seabed Authority, 2013).

**Microfauna:** zijn organismen die niet zichtbaar zijn met het blote oog en deze zijn dus kleiner dan meiofauna,  $<32 \mu\text{m}$  (International Seabed Authority, 2013).

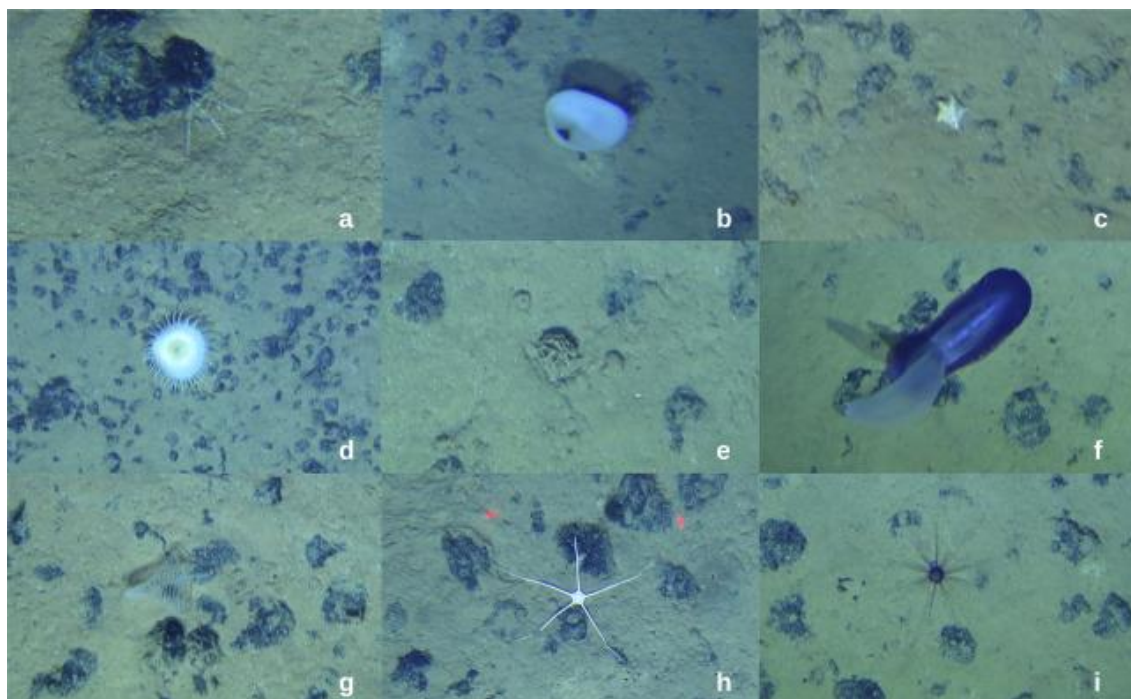
---

<sup>5</sup> Dieren die op de bodem leven, ofwel vastzittend aan de zeebodem of er vrij overheen bewegen (International Seabed Authority, 2013).



Van deze epifauna zijn er zowel dieren die vastzitten aan de mangaanknollen als dieren die vrij rondzwemmen in de diepzee. Deze biologische gemeenschappen worden direct en indirect beïnvloed door het aantal mangaanknollen en de grootte ervan (Kuhn, Uhlenkott, Vink, Rühlemann, & Martinez Arbizu, 2020). Voor de organismen die zich op een vaste ondergrond hechten is er een directe relatie met de knollen aangezien de mangaanknollen de meest voorkomende harde ondergrond vormen op de diepzeebodem (Kuhn e.a., 2020).

Ook hebben de mangaanknollen invloed op de megafauna, met betrekking tot de grotere organismen is de overvloed aan megafauna op de diepzeevlakte duidelijk hoger in de met knollen bedekte gebieden in vergelijking met nabijgelegen knollenvrije gebieden (Kuhn e.a., 2020).



**Figuur 15** Veel voorkomende megafauna in mangaanknollenvelden

Bron: Kuhn e.a. (2020)

Nu we een overzicht hebben van de soort dieren die leven in de diepzee, is het ook essentieel om te weten waarom deze dieren belangrijk zijn. Aangezien we nog erg weinig kennen over de diepzee, kennen we nog niet alle nuttige toepassingen van de diepzee. Zo kunnen we wel stellen dat de diepzee (het gaat hier niet specifiek over de CCZ) een belangrijke rol speelt bij het beperken van de klimaatverandering (Ocean & Climate Platform, 2016). Dit doet het door een groot deel van de CO<sub>2</sub>, die door mensen wordt geproduceerd en de warmte die door broeikas effect wordt gecreëerd, op te slaan (Ocean & Climate Platform, 2016). Koolstof kan dan ook worden opgeslagen in en uitgewisseld worden tussen deeltjesvormige en opgeloste anorganische en organische vormen en kan uitgewisseld worden met de atmosfeer als CO<sub>2</sub> (Schröder, 2010). De oceaan slaat veel meer koolstof op dan de atmosfeer en de terrestrische biosfeer (planten en dieren) (Schröder, 2010). Zo is de oceaan met ongeveer 38000 gigaton koolstof het grootste koolstofreservoir in de wereld en bepaalt hij in wezen het atmosferische CO<sub>2</sub>-gehalte (Schröder, 2010). Het duurt echter eeuwen voor de koolstof om in de diepzee door te dringen, omdat het mixen van de oceanen redelijk traag gaat (Schröder, 2010).

Ook bevat de diepzee een groot potentieel voor medische toepassingen, zo zijn er reeds immunotherapieën, kankerwerende producten... gecreëerd met onderdelen van diepzeeleven (Berger, 2018). Indien er dus diepzeeleven verloren zou gaan, zouden er ook potentiële medische geneesmiddelen verloren gaan. Verder onderzoek naar de diepzee moet ook andere bijdragen van de diepzee blootleggen.

## **5.2 De impact van diepzeemijnbouw**

Diepzeemijnbouw kan verschillende effecten hebben op zowel het leven in de diepzee als ook in andere lagen van de zee. We kunnen de volgende problemen bekijken.

### **5.2.1 Potentiële impact op de zeebodem**

Daar waar het mijnvoertuig rijdt, zal het sediment en de fauna die er leeft, verpletterd of verstrooid worden door de rupsbanden en de *plume* (een wolk van sediment dat ontstaat door het mijnvoertuig) (Htike Aung, 2015; Sharma, 2017). Door de *plume* die gecreëerd wordt zullen organismen half of volledig bedekt worden met sediment en de *plume* kan ervoor zorgen dat de voedselvoorzieningsketen voor diepzeeleven verstoord wordt (Htike Aung, 2015; Sharma, 2017).

### **5.2.2 Lozing van afvalwater van de PSV**

Het materiaal dat boven komt in de PSV is een mengeling van water en verpulverde mangaanknollen, wanneer deze *slurry* dan boven komt, zal er een deel water dat sporen van metalen bevat terug in zee worden gedumpt (Htike Aung, 2015). Afhankelijk van hoe diep het afvalwater terug in zee wordt gelaten, kan dit een impact hebben op zowel kleine organismen als grote zoogdieren, de metalen kunnen tevens terechtkomen in de voedselketen van de dieren (Htike Aung, 2015; Sharma, 2017). De lozing van afvalwater zorgt eveneens voor een *plume* die ook de bovengenoemde effecten met zich kan meebrengen.

### **5.2.3 Het verwerken van de mangaanknollen**

Bij het verwerken aan land zal er ook afvalwater en residuen worden gecreëerd, maar dit is vergelijkbaar met mijnoperaties die nu aan land gebeuren (Htike Aung, 2015).

## **5.2.4 Vervuiling door de schepen**

Ook de schepen die aanwezig zijn hebben een impact. Zo kan er altijd een olielek ontstaan zowel op de PSV als op de bulkcarriers die de mangaanknollen vervoeren. De schepen brengen eveneens een CO<sub>2</sub>-uitstoot met zich mee die een impact heeft op de natuur. Ook het operationele afvalwater van een schip zoals grijs water, ballast, deballast...

## **5.2.5 Geluid**

Het schip zorgt voor geluid dat zich voortplant in de bovenste lagen van de zee en zo de dieren die zich hier bevinden kan schaden. Ook de mijnapparatuur die zich onder water bevindt, zal voor geluidsuitstoot zorgen waarmee het de dieren kan schaden die zich dieper bevinden. Voor het geluid van het mijnvoertuig kunnen we de vergelijking aangaan met geluid dat vrijkomt bij het installeren van windmolenparken. Hoewel het hier over twee verschillende zaken gaat qua soort geluid, diepte en volume, is het toch interessant om te gaan kijken wat voor effecten geluid kan hebben op het leven in de zee. Zo hebben studies aangetoond dat bij verschillende soorten er verschillende effecten zijn door het geluid dat vrijkomt bij het installeren van windmolenparken, zoals sterfte, tot schade aan gehoorweefsel en andere organen (Mooney, Andersson, & Stanley, 2020). Hoe groter de vis, des te meer neemt het aantal letsels en de ernst ervan toe, maar blijft het wel erg afhankelijk van de soort (Mooney e.a., 2020). Het geluid kan zich over grote afstanden verplaatsen en zo subletaal geluid creëren over een groot oppervlak, dat effecten met zich mee kan brengen zoals veranderingen in ademhalingsfrequenties, zuurstofopname, stress, zwem- en schoolgedrag, alarmreacties en voedings- en foerageergedrag (Mooney e.a., 2020).

Dit alles toont aan dat geluid een belangrijke invloed kan hebben op het leven in de zee. Hoewel diepzeemijnbouw in de CCZ een totaal andere situatie zal zijn qua geluid en de soorten dieren die er leven, moet geluid als impact ernstig genomen worden en is onderzoek hiernaar dan ook cruciaal.

## **5.2.6 Licht**

Ook licht mag niet vergeten worden, zo is er in de diepzee geen licht en zijn de organismen die hier leven aan die conditie aangepast (Htike Aung, 2015). Wanneer men dan licht gebruikt voor het besturen van het mijnvoertuig en andere zaken, kan dit het leven in de diepzee verstoren (Htike Aung, 2015).

## **5.2.7 Het wegnemen van de knollen**

Het doel van diepzeemijnbouw is het wegnemen van de maangaanknollen die zich op de zeebodem bevinden. Deze knollen vormen echter een belangrijke natuurlijke habitat voor de dieren in de diepzee (Kuhn e.a., 2020). Het wegnemen van deze knollen kan dus rechtstreeks de dieren in de diepzee bedreigen.

## **5.2.8 Grootte van een diepzeemijnbouwoperatie**

Om een idee te hebben van de omvang van de mogelijke schade bij diepzeemijnbouw moeten we kijken naar de grootte van een diepzeemijnoperatie. Uit een schatting is gebleken dat, wanneer er mangaanknollen voorkomen met een hoeveelheid van 5 kg/m<sup>2</sup>, er een oppervlakte van 300-600 km<sup>2</sup> verstoord zou worden voor het mijnen van 1,5-3 miljoen metrische ton van knollen per jaar (Sharma, 2017). Dit is een groot oppervlak, maar het moet ook in perspectief bekeken worden, aangezien dit maar een zeer klein oppervlak is van de zeebodem. Diepzeemijnbouw brengt dus verschillende gevaren met zich mee, om aan diepzeemijnbouw te doen op een ecologisch verantwoorde manier is het belangrijk dat we deze gevaren beperken en indien mogelijk elimineren. Het is aan de andere kant ook onrealistisch om te denken aan een manier van diepzeemijnbouw waar er 0% gevaar is voor het leven in de diepzee.

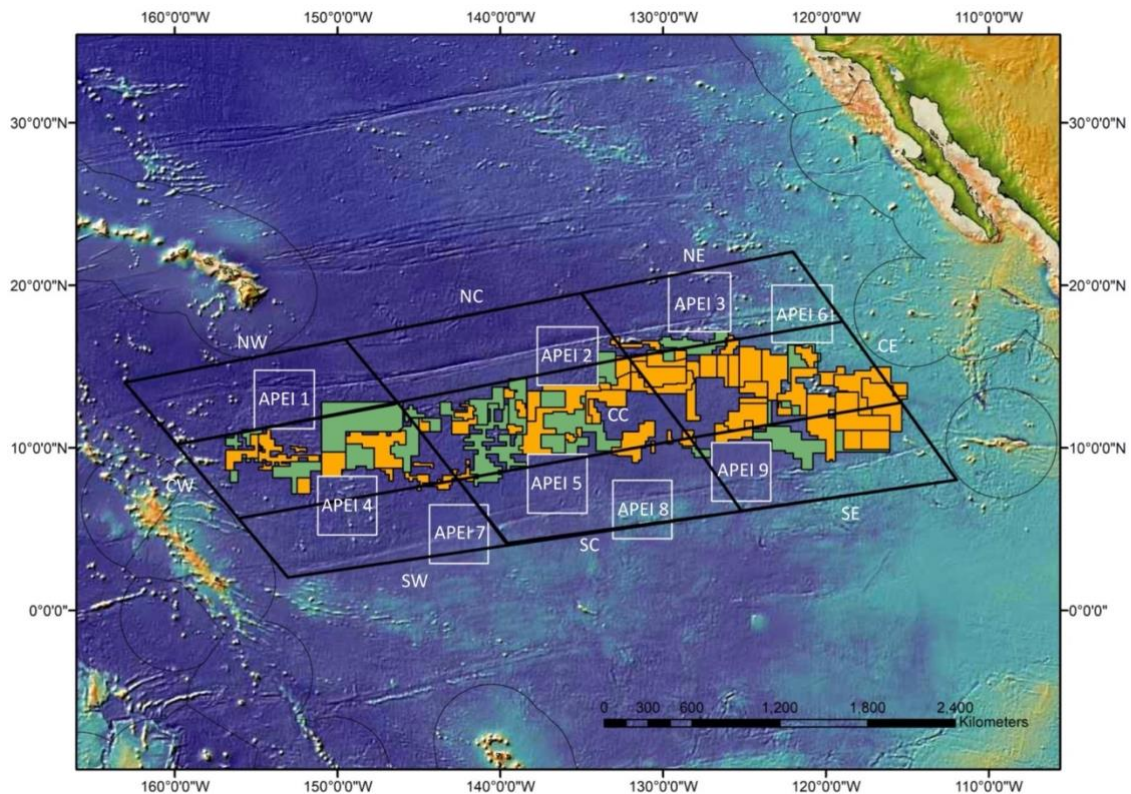
### 5.3 De impact van diepzeemijnbouw beperken

Het is reeds gebleken dat het van erg groot belang is om de ecologische impact van diepzeemijnbouw te beperken. Dit kunnen we doen door nog meer onderzoek te voeren naar de diepzee, want tot op heden is er hierover nog steeds erg weinig gekend, en is de grootte van de gevolgen van diepzeemijnbouw dan ook moeilijk in te schatten.

Een van de meest besproken zaken die diepzeemijnbouw met zich meebrengt, is de zogenoemde *plume*. Deze *plume* is een wolk van sediment die ontstaat op de zeebodem door het mijnvoertuig dat over het sediment rijdt en de knollen opraapt. Deze wolk verspreidt zich dan aan de hand van de stroming. Het kan soms erg lang duren voor dit sediment zich terug op de bodem vestigt, waarbij het sediment ver buiten het initiële mijnparcours kan belanden. Hetzelfde zien we met de *plume* die ontstaat wanneer we het afvalwater terug in zee laten. Om deze *plume* te verkleinen is er vooral verder onderzoek en een eventuele optimalisering van het mijnvoertuig nodig. Zo zijn we dus vooral afhankelijk van toekomstige technologie. Toch zou het ook kunnen dat de schadelijkheid van de *plume* te groot wordt ingeschat. Zo hebben de meeste studies zich gefocust op de lange afstand die de sedimentdeeltjes, gecreëerd door het mijnen, afleggen voor ze terug op de bodem komen, maar werd er niet gemeten vanaf wanneer de concentratie van de *plume* zo klein wordt dat deze te verwaarlozen valt tegenover de natuurlijke concentratie sedimentdeeltjes in het water (Spearman e.a., 2020).

Zo blijkt uit het interview met Kris Van Nijen (zie Bijlage 1), managing director van GSR, dat de *plume* veel kleiner is als initieel gedacht omdat er maar 3 tot 8 cm aan sediment wordt opgepikt door het mijnvoertuig. Ook kan het effect van de *plume* beperkt worden, zegt Kris Van Nijen, door aan *adaptive management* te doen. Hierbij ga je ervoor zorgen dat de *plume* op de mijnsite blijft door rekening te houden met de stromingen onderwater, zodat het verder verspreiden van de *plume* wordt tegengegaan. Ook moet er verder onderzocht worden of het niet beter is om er juist voor te zorgen dat er een dikke *plume* ontstaat zodat de sedimentdeeltjes aan elkaar gaan ‘plakken’. Zodat het zwaardere deeltjes vormt en de *plume* op deze manier sneller terug op de zeebodem terecht komt.

Zoals reeds beschreven vormen de mangaanknollen een natuurlijke habitat voor de dieren in de diepzee, waarbij er een verband is tussen de aanwezigheid van mangaanknollen en dieren. Het punt van diepzeemijnbouw is echter deze knollen weg te nemen. Dus op de plekken waar er gemijnd zal worden, zal deze natuurlijke habitat verdwijnen. Om te voorkomen dat de dieren hierdoor hun habitat zouden verliezen en vervolgens uitsterven, heeft de International Seabed Authority reeds negen ‘*Areas of Particular Environmental Interest*’ (APEIs) benoemd (International Seabed Authority, 2021c). Deze APEIs (zie Figuur 16, de witte kaders) zijn gebieden in de CCZ die beschermd zijn tegen toekomstige exploitatie van mangaanknollen en wordt er overwogen om nog additionele APEIs toe te voegen (International Seabed Authority, 2021c). De huidige negen APEIs zijn elk 400 x 400 km, waarvan 200 x 200 km de kernzone is, die dan omgeven wordt door een bufferzone van 100 km, zo omvatten de negen APEIs meer dan 30% van de totale oppervlakte van de CCZ (DeepGreen, 2019).



**Figuur 16** APEIs in de CCZ (witte kaders)

Bron: Washburn, Jones, Wei, & Smith (2021)

Deze APEIs zijn nog afhankelijk van verder onderzoek. Het is het dus belangrijk dat deze het hele ecosysteem omvatten en kunnen beschermen. Zo zouden de eventuele nieuwe APEIs ervoor kunnen zorgen dat er een betere connectie is tussen de APEIs onderling. Amon e.a. (2022) zeggen dat er best een verschuiving van bestaande APEIs of nieuwe APEIs moet komen, zodat er APEIs dichterbij het centrum van de CCZ zijn, om ervoor te zorgen dat de populatieconnectiviteit tussen APEIs en mijnsites behouden blijft en er eenzelfde hoeveelheid knollen voorkomt.

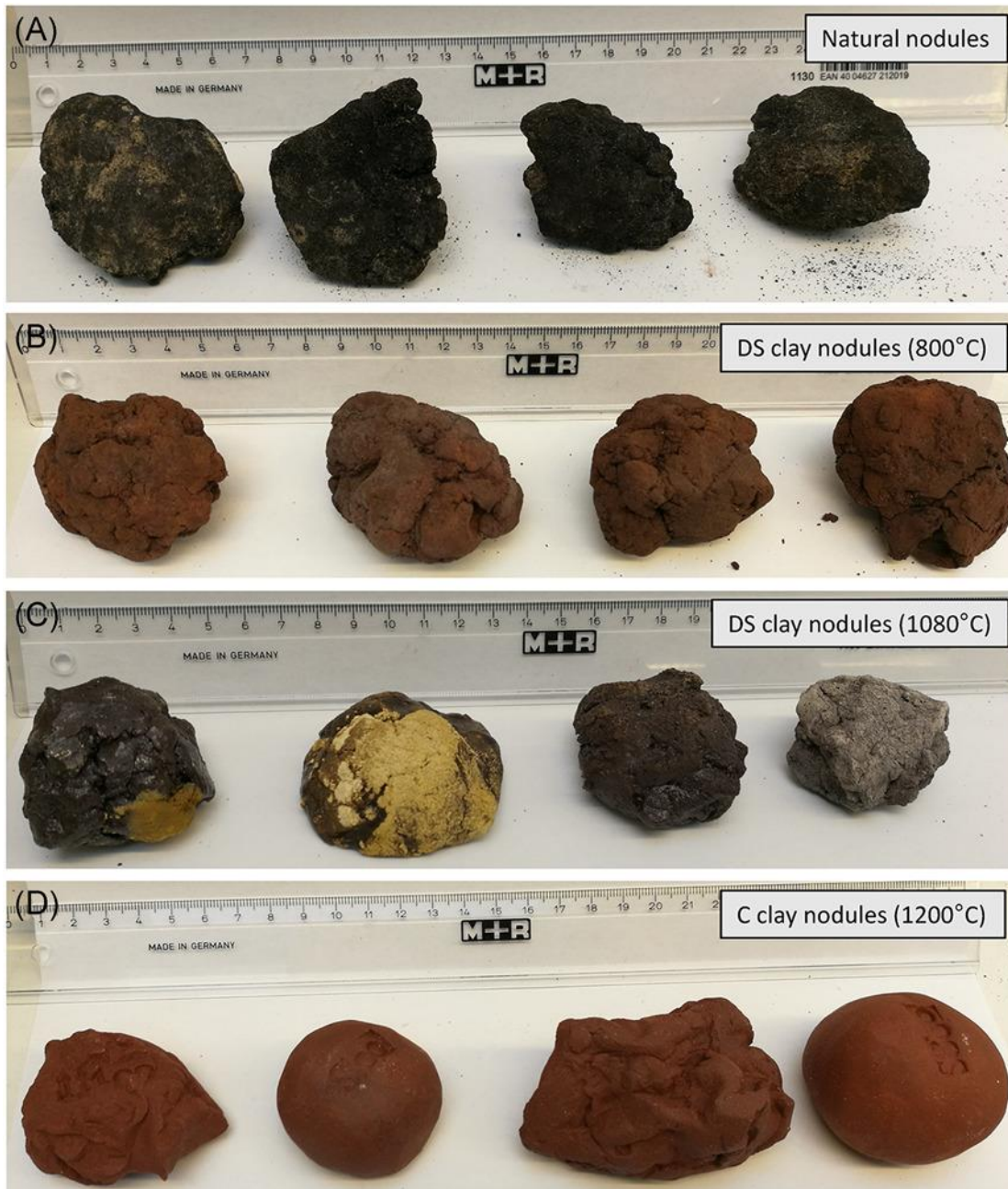


Toch blijkt uit het interview met An Lambrechts (zie Bijlage 2) dat volgens Greenpeace deze APEIs niet effectief zijn in het beschermen van het mariene milieu:

Je kan niet zeggen dat deze beschermde zones in de contractgebieden, waaronder bijvoorbeeld ook die van GSR, deze bescherming bieden. Deze gaan ook beschadigd worden, want vlak daarnaast gebeurt de ontginning. Dus die zijn eigenlijk de facto niet beschermd, want je hebt sedimentpluimen en licht en geluidsstoornis enzovoort die ook in de APEIs een impact gaan hebben. Dus de vraag is, hoe beschermd is dat? Daar worden dan misschien geen knollen weggenomen maar... (Bijlage 2, 2022).

Ook wordt er onderzoek gedaan om kunstmatig de zeebodem te gaan 'restaureren'. Zo zijn er twee experimenten aan de gang: één die kunstmatige knollen op de zeebodem plaatst na het mijnen en één die de bodem gaat 'decompacteren' na het mijnen om zo de compactie van het sediment door het mijnvoertuig tegen te gaan (Gollner e.a., 2021). Het is de bedoeling om ongeveer om de 5 jaar van deze 'decompactie'-site samples te nemen en de kunstmatige knollen te onderzoeken, met de bedoeling dat het project ongeveer 30 jaar duurt (Gollner e.a., 2021). De knollen die terug op de bodem zijn geplaatst, bestaan uit commerciële klei en klei gewonnen uit de diepzee, alsook gewone mangaanknollen als wetenschappelijke controle (zie Figuur 17) (Gollner e.a., 2021). Voor elke opstelling is er een 50 x 50 cm PVC kader gemaakt waarop een totaal van 25 knollen is bevestigd van de verschillende kleien (Gollner e.a., 2021).

Voor het 'decompacteren' van het sediment wordt er een soort riek gebruikt, een 50 x 50 cm lang stalen kader met 6 balken die alternerende rijen van vijf of zes metalen pinnen bevat die zo een totaal oppervlak van 0,25 m<sup>2</sup> omvatten (Gollner e.a., 2021). Deze pinnen worden dan in de zeebodem geduwd, wat ervoor zorgt dat het sediment herwerkt wordt en terug naar zijn originele staat gaat. Of deze twee methodes ervoor kunnen zorgen dat de zeebodem beter herstelt na het mijnen, zal moeten blijken uit de resultaten van de komende jaren.



**Figuur 17** Foto van (A) natuurlijke mangaanknollen; (B) kunstmatige knollen gemaakt van klei uit de diepzee en gebakken in een kiln (oven) op 800°C, wat het een bruin en brokkelig oppervlak geeft; (C) kunstmatige knollen gemaakt van klei uit de diepzee en gebakken op 1080°C, wat het een zwart en hard glasachtig oppervlak geeft; (D) kunstmatige knollen gemaakt van commerciële klei en gebakken op 1200°C, wat het een rood en hard oppervlak geeft

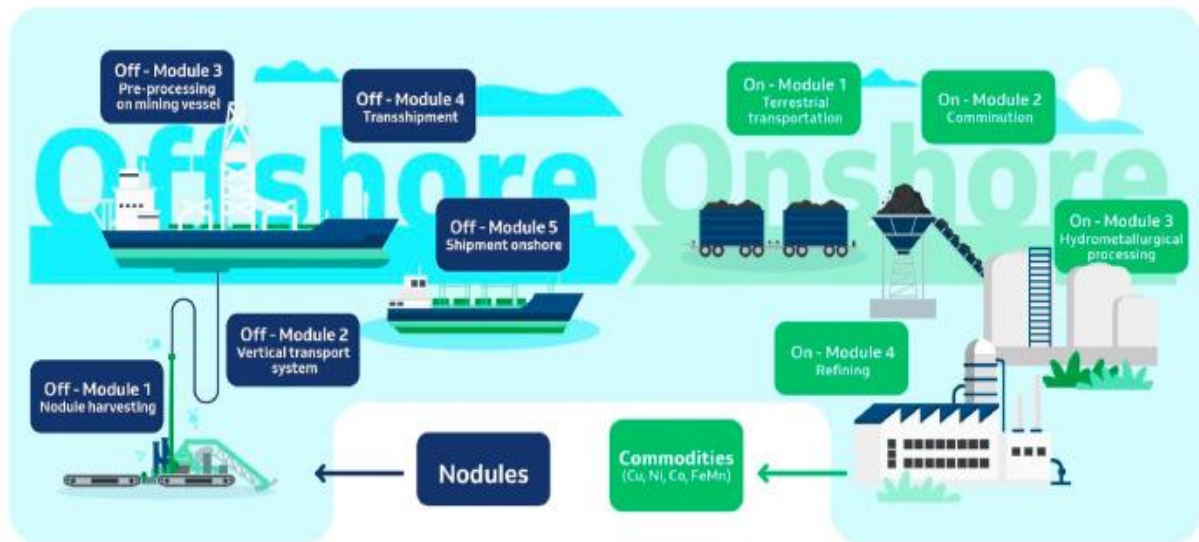
Bron: Gollner e.a. (2021)

## 5.4 Levenscyclusanalyse

Wanneer we de totale belasting van een product op het milieu willen bestuderen, bestaat er een methode die de levenscyclusanalyse wordt genoemd. Hierbij zal men beginnen bij de winning van de grondstoffen nodig voor het product, de productie, het transport... Men noemt het daarom dan ook vaak de ‘wieg tot graf analyse’.

Alvarenga e.a. (2022) hebben een levenscyclusanalyse uitgevoerd waarbij de CO<sub>2</sub>-emissie wordt onderzocht (in het kader van de opwarming van de aarde) van diepzeemijnbouw in de CCZ in tegenstelling tot zijn equivalent aan land. Men begint bij de extractie van de ertsen tot de productie van het materiaal (Alvarenga e.a., 2022). Alvarenga e.a. (2022) hebben dus een ‘wieg tot graf analyse’ (of ‘van knollen tot metaalgoederen analyse’) gedaan van het mijn- en raffinageproces van diepzeeknollen, met het oog op impact op klimaatverandering, het ontstaan van fotochemische oxidatiemiddel en verzuring.

Voor de studie werd het hele proces opgedeeld in 2 systemen, het *offshore* systeem dat is opgedeeld in 5 modules en het *onshore* systeem dat in 4 modules is opgedeeld (zie Figuur 18) (Alvarenga e.a., 2022). Er zijn twee scenario's gebruikt, A en B, waarbij de locatie van de *onshore* operatie verschillend is en hierdoor er dus een verschil is in de afstand die moet worden afgelegd en de elektriciteitsmix die gebruikt wordt in al de *onshore* processen (Alvarenga e.a., 2022). Scenario A bestaat uit een land dat 2 keer zo ver ligt van de diepzeemijnbouwoperatie, maar met een meer hernieuwbare elektriciteitsmix dan scenario B (Alvarenga e.a., 2022).



**Figuur 18 Vereenvoudigde flowchart van het productsysteem en de limieten van het systeem**

Bron: Alvarenga e.a. (2022)

Uit de studie is gebleken dat de processen aan land (zoals metallurgische verwerking) de meeste impact vertegenwoordigen van het hele diepzeemijnbouwproces, en de offshore activiteiten, die nog steeds hun eigen ecologische belasting hebben, een minimale bijdrage leveren als het gaat over klimaatverandering en het ontstaan van fotochemische oxidatiemiddel (Alvarenga e.a., 2022).

Wanneer we dus diepzeemijnbouw vergelijken met zijn equivalent aan land, hebben erts gewonnen door diepzeemijnbouw het potentieel om de ecologische voetafdruk te verlagen tot 38% voor de klimaatverandering en 72% voor de verzuring, wanneer scenario A wordt gebruikt (Alvarenga e.a., 2022). Voor de vorming van fotochemische oxidatiemiddel zijn de ecologische belastingen redelijk gelijk voor de beide scenario's, maar het zou tot een toename van 7% kunnen leiden in scenario B (Alvarenga e.a., 2022). Het blijkt dan ook uit de studie dat, als er naar een ecologisch verantwoorde methode wordt gestreefd, groene energie voor de processen aan land van cruciaal belang is (Alvarenga e.a., 2022).

De studie van Alvarenga e.a. (2022) blijft wel beperkt tot de bovengenoemde impacts die zij hebben onderzocht en andere levenscyclusanalyses moeten de andere impacts van diepzeemijnbouw nog onderzoeken, maar de studie toont wel het potentieel dat diepzeemijnbouw met zich meebrengt.

## 5.5 Moratorium

Zoals reeds vermeld, is er een steeds groter wordende vraag naar een moratorium op diepzeemijnbouw. Bedrijven zoals Google en BMW hebben hier al voor gepleit, samen met ngo's zoals Greenpeace en WWF. Zo een moratorium zou ervoor zorgen dat diepzeemijnbouwexploratie en -exploitatie voor onbepaalde tijd wordt opgeschort. De moratoria door deze bedrijven en ngo's zijn echter conditionele moratoria, wat wilt zeggen dat, wanneer er aan deze condities wordt voldaan, diepzeemijnbouw wel kan doorgaan en bedrijven zoals Google en BMW wel metalen zouden gebruiken die uit diepzeemijnbouw gewonnen zijn. Het is dan ook interessant om te gaan kijken wat deze condities zijn en ook te vergelijken met de condities die vereist worden door de International Seabed Authority.

Deep Sea Conservation Coalition (2019) zegt dat er een moratorium moet zijn op diepzeemijnbouw; de adoptie van diepzeemijnbouwwetgevingen voor exploitatie (inclusief de "International Seabed Authority Exploitation Regulations"); en het uitgeven van exploitatie en nieuwe exploratiecontracten; tenzij en tot er wordt voldaan aan:

- De ecologische, sociale en economische risico's volledig begrepen zijn;
- Het duidelijk kan worden aangetoond dat diepzeemijnbouw op zo een manier beheerd kan worden dat de effectieve bescherming van het mariene milieu gewaarborgd wordt en voorkomt dat er biodiversiteit verloren gaat;

- Waar relevant, er een systeem in werking is dat de vrije, vooraf geïnformeerde toelating respecteert van de inheemse bevolking en dat ervoor zorgt dat er toestemming is door gemeenschappen die potentieel aangetast kunnen worden;
- Alternatieve bronnen voor de verantwoordelijke productie en gebruik van de metalen die ook in diepzeemijnbouw worden gevonden volledig zijn onderzocht en toegepast, zoals een vermindering in de vraag naar primaire metalen, een transformatie naar efficiënte grondstoffen, *closed-loop* circulaire economie, en verantwoordelijke mijnbouw aan land;
- Publieke consultatiemechanisme zijn gevormd en er een brede en geïnformeerde publieke ondersteuning is voor diepzeemijnbouw, en dat elke diepzeemijnbouwoperatie die is toegestaan door de International Seabed Authority voldoet aan de verplichting *'to benefit (hu)mankind as a whole'* en de *Common Heritage of Mankind* respecteert; en
- Lidstaten de structuur en het functioneren van de International Seabed Authority hervormen, om te verzekeren dat er transparante, verantwoordelijke, inclusieve en ecologisch verantwoorde beslissingen en regelgevende processen worden toegepast om het bovenstaande te behalen.

Dit zijn dus de eisen waaraan diepzeemijnbouw moet voldoen om te mogen plaatsvinden volgens de Deep Sea Conservation Coalition. WWF sluit zich ook bij deze eisen aan, net als BMW en Google. Nu is echter de vraag of deze eisen verschillend zijn met wat er al door de International Seabed Authority wordt opgedragen. Daarvoor moeten we gaan kijken wat er in 'The Mining Code' staat, specifiek de 'Draft Exploitation Regulations'. Deze 'Draft Exploitation Regulations' zijn, zoals de naam zegt, nog een voorlopige versie van de uiteindelijke regelgeving in verband met de exploitatie.

Het eerste punt zegt dat de ecologische, economische en sociale risico's volledig begrepen moeten zijn voor er diepzeemijnbouw plaatsvindt. Wanneer we kijken naar de 'Draft Exploitation Regulations' zien we dat er iets gelijkaardigs in staat onder Regulation 47, Environmental Impact Statement:

1. The purpose of the Environmental Impact Statement is to document and report the results of the environmental impact assessment. The environmental impact assessment: (a) Identifies, predicts, evaluates and mitigates the biophysical, social and other relevant effects of the proposed mining operation; (b) Includes at the outset a screening and scoping process, which identifies and prioritizes the main activities and impacts associated with the potential mining operation, in order to focus the Environmental Impact Statement on the key environmental issues. The environmental impact assessment should include an environmental risk assessment; (c) Includes an impact analysis to describe and predict the nature and extent of the Environmental Effects of the mining operation; and (d) Identifies measures to manage such effects within acceptable levels, including through the development and preparation of an Environmental Management and Monitoring Plan [...] <sup>6</sup> (International Seabed Authority, 2019, p37)

Dit omvat dus redelijk goed wat er geëist wordt in het moratorium, hoewel in het moratorium staat dat deze risico's 'volledig begrepen' moeten zijn alvorens het starten van de diepzeemijnbouw. Aangezien dit dus een redelijk breed begrip is kan het zijn dat wat er in bovenstaand citaat staat niet goed genoeg is voor de bedrijven en groeperingen die een moratorium eisen.

---

<sup>6</sup> Het doel van het *Environmental Impact Statement* is het documenteren en rapporteren van de resultaten van het milieueffectrapport. De milieueffectbeoordeling: (a) identificeert, voorspelt, evalueert en matigt de biofysische, sociale en andere relevante effecten van de voorgestelde mijnbouwactiviteit; (b) Omvat vanaf het begin een screening- en scopingproces, dat de belangrijkste activiteiten en effecten in verband met de potentiële mijnbouwactiviteit identificeert en prioriteert, om de *Environmental Impact Statement* te concentreren op de belangrijkste milieukwesties. De milieueffectbeoordeling moet een milieurisicobeoordeling omvatten; (c) een impactanalyse omvat om de aard en omvang van de milieueffecten van de mijnbouwactiviteit te beschrijven en te voorspellen; en (d) maatregelen identificeert om dergelijke effecten binnen aanvaardbare niveaus te beheersen, onder meer door de ontwikkeling en voorbereiding van een milieubeheer- en monitoringplan.

Het tweede punt vraagt dat de effectieve bescherming van het mariene milieu en de biodiversiteit kan worden aangetoond. In de ‘Draft Exploitation Regulations’ vinden we het volgende onder Regulation 2 (e) (i,ii,iii):

(e) Provide, pursuant to article 145 of the Convention, for the effective protection of the Marine Environment from the harmful effects which may arise from Exploitation, in accordance with the Authority’s environmental policy, including regional environmental management plans, based on the following principles: (i) A fundamental consideration for the development of environmental objectives shall be the effective protection of the Marine Environment, including biological diversity and ecological integrity; (ii) The application of the precautionary approach, as reflected in principle 15 of the Rio Declaration on Environment and Development; (iii) The application of an ecosystem approach<sup>7</sup> (International Seabed Authority, 2019, p9).

Ook het tweede punt staat dus ongeveer al in de regelgeving van de ISA. Bij de eis voor het moratorium staat wel dat het aangetoond moet kunnen worden dat het milieu effectief beschermd wordt. Aangezien het bovenstaande een regel is waaraan moet worden voldaan alvorens diepzeemijnbouw te beginnen, ziet het ernaar uit dat de bedrijven dit effectief moeten aantonen.

---

<sup>7</sup> (e) overeenkomstig artikel 145 van de *Convention* te voorzien in de effectieve bescherming van het mariene milieu tegen de schadelijke effecten die kunnen voortvloeien uit Exploitatie, in overeenstemming met het milieubeleid van de *Authority*, met inbegrip van regionale milieubeheerplannen, gebaseerd op de volgende principes: (i) Een fundamentele overweging voor de ontwikkeling van de milieudoelstellingen zijn de effectieve bescherming van het mariene milieu, inclusief biologische diversiteit en ecologische integriteit; (ii) De toepassing van het voorzorgsprincipe, zoals weergegeven in principe 15 van de *Rio Declaration* over milieu en ontwikkeling; (iii) de toepassing van een ecosysteembenadering.



In het derde punt pleit het moratorium dat er toestemming moet zijn door de inheemse bevolking en bevolkingsgroepen die potentieel een impact kunnen ondervinden door diepzeemijnbouw. Ook dit vinden we terug in de 'Draft Exploitation Regulations onder Regulation 4, Protection measures in respect of coastal States:

1. Nothing in these regulations affects the rights of coastal States in accordance with article 142 and other relevant provisions of the Convention.
2. Contractors shall take all measures necessary to ensure that their activities are conducted so as not to cause Serious Harm to the Marine Environment, including, but not restricted to, pollution, under the jurisdiction or sovereignty of coastal States, and that such Serious Harm or pollution arising from Incidents in their Contract Area does not spread into areas under the jurisdiction or sovereignty of a coastal State.
3. Any coastal State which has grounds for believing that any activity under a Plan of Work in the Area by a Contractor is likely to cause Serious Harm or a threat of Serious Harm to its coastline or to the Marine Environment under its jurisdiction or sovereignty may notify the Secretary-General in writing of the grounds upon which such belief is based. The Secretary-General shall immediately inform the Legal and Technical Commission, the Contractor and its sponsoring State or States of such notification. The Contractor and its sponsoring State or States shall be provided with a reasonable opportunity to examine the evidence, if any, and submit their observations thereon to the Secretary-General within a reasonable time.
4. If the Commission determines, taking account of the relevant Guidelines, that there are clear grounds for believing that Serious Harm to the Marine Environment is likely to occur, it shall recommend that the Council issue an emergency order pursuant to article 165 (2) (k) of the Convention.

5. If the Commission determines that the Serious Harm or threat of Serious Harm to the Marine Environment, which is likely to occur or has occurred, is attributable to a breach by the Contractor of the terms and conditions of its exploitation contract, the Secretary-General shall issue a compliance notice pursuant to regulation 103 or direct an inspection of the Contractor's activities pursuant to article 165 (2) (m) of the Convention and Part XI of these regulations<sup>8</sup> (International Seabed Authority, 2019, p11).

Hoewel dit niet volledig overeenstemt met wat er gevraagd wordt in het moratorium, is er dus wel een systeem in werking waarbij gemeenschappen die mogelijks onderhevig zullen zijn aan impacts door diepzeemijnbouw, beroep kunnen doen op de ISA en het probleem onderzocht kan worden.

---

<sup>8</sup> 1. Niets in deze voorschriften doet afbreuk aan de rechten van kuststaten in overeenstemming met artikel 142 en andere relevante bepalingen van de *Convention*.

2. De contractanten nemen alle nodige maatregelen om ervoor te zorgen dat hun activiteiten die uitgevoerd worden geen Ernstige Schade aan het mariene milieu veroorzaken, met inbegrip van, maar niet beperkt tot, vervuiling, onder de jurisdictie of soevereiniteit van kuststaten, en dat dergelijke Ernstige Schade of verontreiniging als gevolg van Incidenten in hun Contractgebied niet verspreiden naar gebieden die onder de jurisdictie of soevereiniteit van een kuststaat vallen.

3. Elke kuststaat die redenen heeft om aan te nemen dat enige activiteit in het kader van een Plan van Werkzaamheden in het Gebied door een *Contractor* waarschijnlijk Ernstige Schade of er een dreiging van Ernstige schade aan de kustlijn of aan het mariene milieu onder zijn jurisdictie of soevereiniteit plaatsvindt kan de Secretaris-Generaal schriftelijk in kennis stellen van de gronden waarop een dergelijk geloof is gebaseerd. De Secretaris-Generaal stelt de Juridische en Technische Commissie, de contractant en zijn sponsorende staat of staten hiervan op de hoogte. De contractant en zijn bijdragende staat of staten krijgen de kans om het eventuele bewijsmateriaal te onderzoeken en hun opmerkingen daarover binnen een redelijke termijn aan de secretaris-generaal te laten weten.

4. Indien de Commissie, rekening houdend met de desbetreffende Richtlijnen, vaststelt dat er duidelijke redenen zijn om aan te nemen dat ernstige schade aan het mariene milieu zich waarschijnlijk zal voordoen, beveelt zij de Raad aan een noodmaatregel uit te vaardigen krachtens aan artikel 165 (2) (k) van de *Convention*.

5. Indien de Commissie vaststelt dat de Ernstige Schade of de dreiging van Ernstige Schade aan het mariene milieu die zich waarschijnlijk zal voordoen heeft voorgedaan, is toe te schrijven aan een schending door de Contractant van de voorwaarden van zijn exploitatiecontract, zal de Secretaris-Generaal een kennisgeving van naleving uitvaardigen overeenkomstig voorschrift 103 of een inspectie van de werkzaamheden van de Contractant op de grond van artikel 165 lid 2 (m) van de *Convention* en Part XI van deze regels.

Het vierde punt in de eis naar een moratorium op diepzeemijnbouw is dat eerst alle alternatieven moeten bekeken worden zoals circulaire economie enzovoort, maar ook verantwoordelijke mijnbouw aan land. Dit is iets wat erg moeilijk om te zetten is in de praktijk. Zo tonen verscheidene studies aan dat we wel degelijk met een tekort aan metalen gaan zitten in de toekomst, zelfs in de meest optimistische scenario's (Zeng e.a., 2022). Ook verantwoordelijke mijnbouw aan land is een moeilijke kwestie: verstaat men hieronder op een meer verantwoorde manier huidige mijnen verder ontginnen indien dit mogelijk is? Of is dit nieuwe mijnen creëren en deze dan op een verantwoorde manier ontginnen? Dit punt is dus erg moeilijk te realiseren en staat ook niet vermeld in de 'Draft Exploitation Regulations'.

Ten vijfde wordt er gevraagd dat diepzeemijnbouw pas plaatsvindt wanneer er een brede publieke toestemming voor is en voldoet aan de verplichting '*to benefit (hu)mankind as a whole*' en de *Common Heritage of Mankind* respecteert. We vinden in de 'Draft Exploitation Regulations' onder Regulation 3, Duty to cooperate and exchange of information het volgende:

[...] (c) The Authority shall develop, implement and promote effective and transparent communication, public information and public participation procedures; [...] (f) Members of the Authority and Contractors shall use their best endeavours, in conjunction with the Authority, to cooperate with each other, as well as with other contractors and national and international scientific research and technology development agencies, with a view to: [...] (v) Promoting the advancement of marine scientific research in the Area for the benefit of mankind as a whole [...] <sup>9</sup> (International Seabed Authority, 2019, p10).

---

<sup>9</sup> (c) De Authority ontwikkelt, implementeert en bevordert effectieve en transparante communicatie-, publieksinformatie- en publieke inspraakprocedures; (f) Leden van de Authority en contractanten stellen alles in het werk om, in samenwerking met de Authority, met elkaar en met andere contractanten en nationale en internationale bureaus voor wetenschappelijk onderzoek en technologieontwikkeling samen te werken met het oog op: [...] (v) Het bevorderen van de vooruitgang van wetenschappelijk zeeonderzoek in the Area voor '*the benefit of mankind as a whole*'.

Dit komt wederom redelijk goed overeen met wat er in het moratorium wordt gevraagd. In hoeverre deze publieke interactie en toestemming zal zijn valt nog niet goed af te leiden uit de ‘Draft Exploitation Regulations’. Dit zal de toekomst nog moeten uitwijzen.

Ten zesde wordt er gevraagd dat de structuur en het functioneren van de ISA hervormd moet worden. Hierover vinden we natuurlijk niets in de ‘Draft Exploitation Regulations’, men zal dit door publieke participatie moeten bereiken.

We zien dus dat er erg veel overeenkomsten zijn tussen wat er in de moratoria wordt gevraagd en wat er in de ‘Draft Exploitation Regulations’ staat. Wanneer een bedrijf aan diepzeemijnbouw wil doen, zal het aan deze regels moeten voldoen en zo ook bijna volledig in overeenstemming zijn met wat er gevraagd wordt in de moratoria. Op deze manier zullen bedrijven als Google en BMW toch mineralen gebruiken die door diepzeemijnbouw gewonnen zijn, aangezien ze voldoen aan de condities die zij hebben opgesteld. De vraag blijft wel of ngo’s ooit groen licht zullen geven voor diepzeemijnbouw. Zo blijkt ook uit het interview met Greenpeace (zie Bijlage 2) dat er volgens hen geen enkele mogelijkheid is dat diepzeemijnbouw ecologisch verantwoord kan zijn. Zo zien zij dus geen enkel scenario waarbij zij er mee akkoord zullen gaan dat diepzeemijnbouw plaatsvindt.

## **5.6 Ecologisch management**

Ecologisch management is een proces voor het identificeren, beoordelen en verminderen van de effecten van menselijke activiteiten op het milieu (Hyman, Stewart, Sahin, Clarke, & Clark, 2022). Eén van de belangrijkste principes van ecologisch management is de voorzorgsbenadering of het voorzorgsprincipe, wat benadrukt dat het belangrijk is om op tijd acties te ondernemen om ecologische risico’s te managen, zelfs in situaties wanneer er een grote onzekerheid is (Hyman e.a., 2022).

Ecologisch management zal erg belangrijk zijn om de impact van diepzeemijnbouw op het milieu zo klein mogelijk te houden. De ISA verwacht van elk bedrijf dat een aanvraag doet voor een contract, dat het een *Environmental Impact Assessment (EIA)* (milieueffectenbeoordeling) en een *Environmental Management and Monitoring Plan (EMMP)* (plan voor ecologisch management en monitoring) voorbereidt als onderdeel van hun *Plan of Work* van hun exploitatielicentie (Hyman e.a., 2022). Het doel van een EIA is om de basiscondities en impacts van een diepzeemijnbouwproject te omschrijven (Hyman e.a., 2022). Het EMMP zorgt ervoor dat de voorgestelde mitigerende maatregelen en monitoringsprotocollen er zijn die ervoor zorgen dat de resterende effecten van diepzeemijnbouw binnen aanvaardbare niveaus wordt gehouden (Hyman e.a., 2022).

Huidige tekortkomingen op wetenschappelijk vlak zorgen ervoor dat de effectiviteit van het EIA proces beperkt blijft (Hyman e.a., 2022). Om aan effectief ecologisch management te doen, moeten volgens Hyman e.a. (2022) de volgende zaken in verband met diepzeemijnbouw beschouwd worden:

1. Drijfveren, dit zijn de motiverende factoren om aan diepzeemijnbouw te doen;
2. Barrières, dit zijn de belemmerende factoren om aan effectief ecologisch management te doen bij diepzeemijnbouw; en
3. Mogelijkmakers, dit zijn de beste gekende praktijken om aan effectief ecologisch management te doen.

De drijfveren hebben we reeds besproken, die kan u raadplegen in Hoofdstuk 3.

Er zijn verschillende barrières die een rol spelen in diepzeemijnbouw. Aan de ene kant hebben we de epistemische onzekerheid, wat wil zeggen dat er een beperkte kennis is over feiten, nummers en wetenschap (Hyman e.a., 2022). Voor diepzeemijnbouw is er een epistemische onzekerheid als het gaat over het beoordelen van potentiële impacts op het milieu, aangezien het een van de minst bestudeerde ecosystemen op aarde is (Hyman e.a., 2022).

Aan de andere kant is er een tekort aan risicobeoordeling (EIA) die de potentiële ecologische impacts door project gerelateerde activiteiten van diepzeemijnbouw bepaalt. EAI heeft een uitgebreide basisstudie nodig van het mariene diepzeemilieu dat kan gebruikt worden om te vergelijken wanneer er een verstoring heeft plaatsgevonden (Hyman e.a., 2022). Het probleem is dat experts kennis uit de eerste hand missen voor doorslaggevend ecologische risicobeoordeling, door deze grote onzekerheden zal er een adaptieve benadering voor ecologisch management moeten worden genomen dat flexibel en responsief is voor nieuwe kennis wanneer de industrie vordert (Hyman e.a., 2022).

Ook de schadelijke effecten van diepzeemijnbouw zijn een barrière voor een effectief ecologisch management. Zo zullen er onvermijdelijke impacts zijn, dit zijn de impacts die overblijven na het implementeren van maatregelen als onderdeel van EIA (Hyman e.a., 2022). Dergelijke impacts zouden de stroom van ecosystemendiensten van de diepzee naar de samenleving kunnen beïnvloeden, daarom zal het voor een effectief ecologisch management belangrijk zijn om een ecosysteem gebaseerd management te voeren, dat dus ook centraal staat bij het EIA en EMMP (Hyman e.a., 2022).

Verder is het gebrek aan criteria om *serious harm* (ernstige schade) te evalueren een belangrijke barrière (Hyman e.a., 2022). De ISA definieert *serious harm* in haar Draft Exploitation Regulations als volgt:

Serious Harm means any effect from activities in the Area on the Marine Environment which represents a significant adverse change in the Marine Environment determined according to the rules, regulations and procedures adopted by the Authority on the basis of internationally recognized standards and practices informed by Best Available Scientific Evidence<sup>10</sup> (International Seabed Authority, 2019, p117).

---

<sup>10</sup> Ernstige Schade betekent elk effect van activiteiten in *the Area* op het mariene milieu dat een significante nadelige verandering in het mariene milieu vertegenwoordigt, bepaald volgens de vastgestelde regels, voorschriften en procedures door de Autoriteit op basis van internationaal erkende normen en praktijken geïnformeerd door het beste beschikbare wetenschappelijke bewijs

Wetenschappelijke risicocriteria zijn vereist om *serious harm* formeel te kunnen beoordelen, zonder welke de resultaten voor risicobeoordeling voor interpretatie vatbaar worden (Hyman e.a., 2022). Zo zou het behouden van ecosysteemdiensten een criteria kunnen worden om *serious harm* te evalueren, en deze incorporeren in de EIA zou kunnen helpen bij het identificeren van impacts die tot *serious harm* kunnen leiden (Hyman e.a., 2022).

Tot slot hebben we nog de sociale barrière, er moet dus eerst een sociale acceptatie zijn vooraleer diepzeemijnbouw van start kan gaan. Er moet als het ware eerst een 'sociale licentie' zijn, wat een informele manier is om de meningen van de belangrijkste belanghebbenden over diepzeemijnbouwprojecten, dit zou een cruciaal mechanisme kunnen worden voor het evalueren van de sociale acceptatie in verband met diepzeemijnbouw (Hyman e.a., 2022). Een goede betrekking met de belangrijkste belanghebbenden is cruciaal om diepzeemijnbouw te laten doorgaan en dus ook voor een goed ecologisch management en alles wat erbij komt kijken.

Er zijn ook verschillende zaken die het juist mogelijk maken om aan diepzeemijnbouw en effectief ecologisch management te doen. Het voorzorgsprincipe is hier één van, het EIA proces is dan ook het perfecte medium voor de mijnbedrijven om hun toewijding naar het voorzorgsprincipe te tonen (Hyman e.a., 2022). Risicobeoordeling staat dan ook centraal bij EIA als een manier om onzekerheden te communiceren en voorzorgsmaatregelen te identificeren (Hyman e.a., 2022). Dus, mijnbedrijven kunnen zo hun toewijding voor het voorzorgsprincipe tonen, door expliciet hun maatregelen te tonen om hoge prioriteitrisico's te voorkomen (Hyman e.a., 2022)

Ook de ecosysteembenadering vergemakkelijkt het proces van ecologisch management. De ecosysteembenadering is een geïntegreerde benadering bij het managen van natuurlijke grondstoffen die rekening houdt met hoe mensen het ecosysteem beïnvloeden, alsook hoe mensen voordelen halen uit het ecosysteem (Hyman e.a., 2022). Ook in de Draft Exploitation Regulations staat de ecosysteembenadering als een richtlijn voor ecologisch management (International Seabed Authority, 2019). Dus, het incorporeren van ecosystemendiensten in het ecologisch managementproces zal voor een kwantitatieve basis zorgen voor het maken van beslissingen door het linken van diepzee-ecosysteemstructuren en functies voor het welzijn van de mens (Hyman e.a., 2022).

Vervolgens hebben we nog adaptief management, dit kan helpen om de epistemische onzekerheid te verkleinen in het EMMP (Hyman e.a., 2022). Adaptief management is een besluitvormingsproces dat flexibele besluitvorming bevordert, dat kan worden aangepast in het licht van onzekerheden naarmate de resultaten van managementacties en andere gebeurtenissen beter worden begrepen (Hyman e.a., 2022). Adaptief management volgt een 'leren door het te doen' methode van ecologisch management waarbij experimentele acties ondernomen kunnen worden en van dichtbij worden gevolgd om zo nieuwe kennis te vergaren (Hyman e.a., 2022).

Dus, er zijn proactieve ecologische en duurzaamheidsbeoordelingen nodig om 'trial and error' te voorkomen en zo de ontwikkeling van op maat gemaakte overheidsstructuren te vergemakkelijken (Hyman e.a., 2022). De bovenbeschreven zaken die ecologisch management mogelijk maken, kunnen samenwerken om zo de geïdentificeerde barrières weer te geven en deze barrières in een grotere context te bekijken door de onderliggende drijfveren te erkennen (Hyman e.a., 2022).



## 5.7 Wetenschappelijke hiaten

Het is duidelijk dat een gebrek aan wetenschappelijke kennis over de diepzee zelf en de impacts op de diepzee door diepzeemijnbouw een struikelpunt blijft. Amon e.a. (2022) hebben onderzocht wat deze hiaten juist zijn door literatuuronderzoek en consultaties met belanghebbenden in de diepzeemijnbouw. Zij beschouwen echter wel alles wat met diepzeemijnbouw te maken heeft, dus ook ferromangaankorsten, warmwaterkraters... waar deze thesis enkel mangaanknollen in de CCZ beschouwt.

Zoals eerder vermeld zijn *baseline* studies erg belangrijk, en hoewel deze in de CCZ relatief meer gevorderd zijn dan op andere plaatsen, moeten er toch nog meer samples genomen worden om genoeg *baseline* informatie te hebben om aan management te doen dat is gebaseerd op bewijs (Amon e.a., 2022).

Voorts is er nog een tekort aan abiotische informatie. Hoewel de kennis hierover in de CCZ wederom meer is dan ergens anders, is dit nog steeds te weinig. Overigens van taxonomie en ecologie is er nog te weinig kennis, zelfs in de CCZ waar al het meeste bekend is, zijn er toch nog grote hiaten (Amon e.a., 2022). Zo zijn in de CCZ 70-90% van alle soorten die gevonden zijn, nieuw voor de wetenschap en wordt er geschat dat 25-75% van het totaal aantal soorten nog gevonden moet worden op plaatsen waar er al samples zijn genomen (Amon e.a., 2022). Van alle soorten en maten die worden verzameld, zijn de meeste divers en worden ze gedomineerd door zeldzaamheid, waarbij de meeste macrofauna- en meiofaunale soorten slechts één of twee keer zijn verzameld, wat suggereert dat de CCZ een van de meest diverse diepzee-ecosystemen ter wereld kan zijn (Amon e.a., 2022).

### **Tabel 3 Huidige niveau van wetenschappelijke kennis met betrekking tot ecologisch management gebaseerd op bewijs voor diepzeemijnbouw**

Bron: bewerkt van Amon e.a. (2022)

Belangrijke wetenschappelijke hiaten			CCZ
Milieu baselines	Abiotisch	Subtropisch	
		Hoge resolutie bathymetrie	
		Oceanografische omgeving (bijv. stromingen, zuurstof minimum zones, temperatuur,...)	
		Zeebodem eigenschappen (bijv. sediment eigenschappen, zuurstof doordringing, ...)	
		Natuurlijke verstoringsregimes	
	Biotisch	Soorten taxonomie	
		Trofische relaties	
		Levensgeschiedenissen (bijv. leeftijd van volwassenheid, levensduur, reproductie, vruchtbaarheid)	
		Ruimtelijke variabiliteit	
		Temporele variabiliteit	
		Connectiviteit (bijv. verspreidingsmechanisme, soorten variëteiten,...)	
		Ecosysteemfuncties en diensten	
Diepzeemijnbouw	Impacts	Verwijderen van bronnen	
		<i>Plumes</i>	
		Vrijkomen van giftige stoffen en toxiciteit	
		Geluid, vibratie en licht	

		Cumulatieve impacts	
	Weerstand		
	Management	Milieudoelen en doelstellingen	
		Onderzoek en monitor criteria	
		Effectiviteit van mitigatiestrategieën	

	Wetenschappelijke kennis maakt management mogelijk dat is gebaseerd op bewijs
	Er blijven enkele hiaten in wetenschappelijke kennis over om aan management te doen dat is gebaseerd op bewijs
	Hiaten in wetenschappelijke kennis domineren om aan management gebaseerd op bewijs te doen
	Er is geen of bijna geen wetenschappelijke kennis om aan management gebaseerd op bewijs te doen

Variabiliteit is ook een onderdeel waar we nog met hiaten zitten. Zo zal het goed begrijpen van natuurlijke ruimtelijke en tijdelijke trends helpen om de effecten van diepzeemijnbouw te onderscheiden van achtergrondvariabiliteit (Amon e.a., 2022). Variabiliteit is ook belangrijk voor het beoordelen van veerkracht, het prioriteren van bescherming en het karakteriseren van ernstige schade, tot nu toe blijft dit moeilijk te bepalen (Amon e.a., 2022). De gegevens over variabiliteit zijn dan ook grotendeels lukraak verzameld en niet regionaal gesynthetiseerd, wat suggereert dat gezamenlijke sampling nodig kan zijn (Amon e.a., 2022). Zo moeten toekomstige studies proberen de tijdelijke variabiliteit over alle omgevingsvariabelen en biotische grootteklassen op seizoens- en jaarschaal in de CCZ te documenteren om het ecosysteem nauwkeurig te kunnen karakteriseren (Amon e.a., 2022).

Verder is de connectiviteit ook erg belangrijk en ontbreekt hier ook nog wetenschappelijke kennis. Ecologische connectiviteit, de uitwisseling van individuen onder elkaar en tussen populaties, beïnvloedt de mogelijkheden voor uitsterven, herstel en herkolonisatie van diepzeeleven in de zee (Amon e.a., 2022). Verschillende zaken dragen ertoe bij dat connectiviteitspatronen slecht begrepen blijven, zelfs daar waar ze onderzocht zijn (Amon e.a., 2022). Het is dan ook onwaarschijnlijk dat connectiviteitspatronen bepaald zullen worden voor alle fauna, daarom is het belangrijk om te bepalen welke soorten functioneel het meest belangrijk zijn om zo de lijst te verkleinen (Amon e.a., 2022).

De functies en diensten van het ecosysteem vormen ook een erg belangrijk onderdeel van de diepzee. Functionele redundanties helpen een ecosysteem veerkrachtig te blijven onder stress (Amon e.a., 2022). Dus om geïnformeerde beslissingen te nemen, zal eerst begrepen moeten worden hoe de structuur en biodiversiteit van diepzee mariene habitats te maken heeft met hun basisfuncties, en hoe deze vertalen in belangrijke regulerende, bevoorradende en culturele diensten (Amon e.a., 2022). Tot nu toe zijn mangaanknollen gekend om ten minste twee bevoorradende diensten te hebben: een niet-hernieuwbare bron van mineralen en een habitat voor de diepzeebiodiversiteit (Amon e.a., 2022). Knollen voorzien een aparte habitat voor megafauna, macrofauna, meiofauna, foraminifera en microbes, waarbij de structuur en waarschijnlijke functie van microbiële assemblages in knollen fundamenteel anders zijn dan in omringende sedimenten (Amon e.a., 2022). De fauna in gebieden met mangaanknollen spelen een rol bij in-situ koolstoffixatie (cycli en opslag), hoewel de mechanismen hierachter nog niet goed begrepen zijn, ook dragen ze bij aan de regeneratie van nutriënten, wat gevolgen heeft voor de visserij aan het zeeoppervlak, en de fauna zou ook mariene genetische bronnen kunnen opleveren (farmaceutisch en biomateriaal) (Amon e.a., 2022). Culturele diensten van knollenregio's zijn educatieve en wetenschappelijke mogelijkheden, alsook de intrinsieke waarde van het beheer van hulpbronnen voor huidige en toekomstige generaties (Amon e.a., 2022). Er blijven vragen over de juiste methodologie voor het meten en evalueren van ecosysteemfuncties en diensten in knollenregio's, toch zullen deze regio's waarschijnlijk nieuwe en belangrijke ecosysteemprocessen, paden en mechanismen bevatten (Amon e.a., 2022).

Aan de andere kant zijn er ook wetenschappelijke hiaten in de impacts door het diepzeemijnbouwproces. De impacts en de gevolgen die ermee gepaard gaan, zijn nog niet direct geëvalueerd, hoewel de karakteristieken van het ecosysteem belangrijke inzichten tonen in de mogelijke gevoeligheden door mijnbouwverstoringen (Amon e.a., 2022).

Zoals eerder gezien is het wegnemen van de knollen één van de impacts die gepaard gaan met diepzeemijnbouw. Er wordt dan ook verwacht dat het wegnemen van de knollen die als substraat/habitat voor sessiele en half sessiele fauna dienen, en het verwijderen en compacteren van sediment zal zorgen voor de afname van beschikbaarheid van leefgebied en het verloren gaan van biodiversiteit (Amon e.a., 2022). We begrijpen onder de huidige voorstellen van mijnoperaties en hun duur, dat de directe impact (zonder *plume*) voor mangaanknollenregio's 6-15000 km<sup>2</sup> per mijn bedraagt (Amon e.a., 2022). Studies in de CCZ en het Peru Basin hebben aangetoond dat na een kleinschalige mijn-achtige operatie (het verwijderen van knollen), verminderde faunale biodiversiteit en veranderde soortensamenstelling en ecosysteemfuncties meer dan 2 tot 4 decennia later nog steeds bestaan (Amon e.a., 2022).

De veelbesproken *plume* vormt ook nog steeds een gat in de kennis over de impacts die diepzeemijnbouw zal hebben. Zowel over de *plume* die door het mijnvoertuig ontstaat als de *plume* die door het lozen van afvalwater ontstaan ontbreekt er nog kennis. Zo is de diepte waarop het afvalwater geloosd zal worden nog onbekend, dit maakt het erg moeilijk om de afstand te voorspellen dat deze *plume* zal afleggen zowel verticaal als horizontaal en hoe dit het ecosysteem zal beïnvloeden binnen en buiten het contractgebied (Amon e.a., 2022). Er zijn op dit moment dan ook nog geen publiekelijk beschikbare data over mijnapparatuurtests waardoor de kennis beperkt blijft over de hoeveelheid sediment dat geloosd zal worden door een effectieve mijnoperatie (Amon e.a., 2022). Om deze hiaten in kennis te vullen zijn er data nodig over het mijnvoertuig en het verticaal transportsysteem, alsook informatie over het scheidingsproces aan boord van het schip (Amon e.a., 2022).

Ook het vrijkomen van verontreinigende stoffen en toxiciteit zijn nog niet goed begrepen. Het vrijkomen van chemische stoffen, inclusief metalen, zal hoogstwaarschijnlijk de eigenschappen van het water aantasten en effecten op het milieu hebben, zoals het verminderen van de beschikbare zuurstof alsook bioaccumulatie in commercieel belangrijke vissoorten (Amon e.a., 2022). Andere industrieën kunnen helpen met het begrijpen van toxische effecten, hoewel deze vergelijking met voorzichtigheid benaderd moet worden, aangezien het effect van temperatuur en hydrostatische druk op toxiciteit nog niet goed begrepen is (Amon e.a., 2022).

Boven op de bovengenoemde impacts zal diepzeemijnbouw ook verontreiniging met zich meebrengen onder de vorm van geluid, trillingen en licht. Tot nu toe is er erg weinig gekend over potentiële impacts door geluid (vooral in de *Sound Fixing* en *Ranging channel*), trillingen en licht door een gebrek aan publiekelijk beschikbare kennis en kwantitatieve informatie over specifieke mijntechnologieën (Amon e.a., 2022)

Amon e.a. (2022) zien een goed management van diepzeemijnbouw als een oplossing om deze hiaten te overkomen en de toekomst van diepzeemijnbouw te bepalen. Gedefinieerde strategische milieudoelen en doelstellingen zijn dan ook het startpunt om de verantwoordelijkheden tegenover het milieu te beoordelen (Amon e.a., 2022). Tot nu toe bestaan er enkel regionale milieudoelen en doelstellingen voor de APEI (*Areas of particular environmental interest*) in de CCZ als onderdeel van het *Regional Environmental Management Plan* (REMP) (Amon e.a., 2022). Onderzoek- en monitorcriteria zullen essentieel zijn om te verzekeren dat de doelen die gezet zijn om te evalueren of de regionale milieudoelen en doelstellingen behaald worden, en om het mogelijk te maken voor mijnbedrijven en regelgevers om in te grijpen voor mijnactiviteiten *serious harm* veroorzaken (Amon e.a., 2022).

Deze wetenschappelijke hiaten worden gebruikt als één van de grootste redenen waarom diepzeemijnbouw (nog) niet kan doorgaan. Aan de ene kant is dit begrijpelijk aangezien er wordt uitgegaan van het voorzorgsprincipe en men dus eerst duidelijkheid wil over de potentiële impacts van diepzeemijnbouw. Echter is het aan de andere ook raar dat er een dubbele standaard heerst tegenover mijnbouw aan land. Aan land zijn er namelijk ook vaak wetenschappelijke hiaten en onomkeerbare impacts op het milieu. Zoals reeds gebleken komt er een tekort van metalen aan. Dit zal ervoor zorgen dat de prijzen van deze metalen ook erg zullen stijgen, wat er op zijn beurt weer voor zorgt dat meer risicovolle en moeilijk te bereiken mijnen aan land rendabel worden. En laat het nu juist deze mijnen zijn die grote gevaren met zich meebrengen. Wanneer diepzeemijnbouw zou doorgaan, zullen deze voornoemde mijnen aan land niet langer rendabel zijn. Het voorzorgsprincipe is dan ook erg goed, maar moet wel uniform worden toegepast, zowel aan land als op zee.

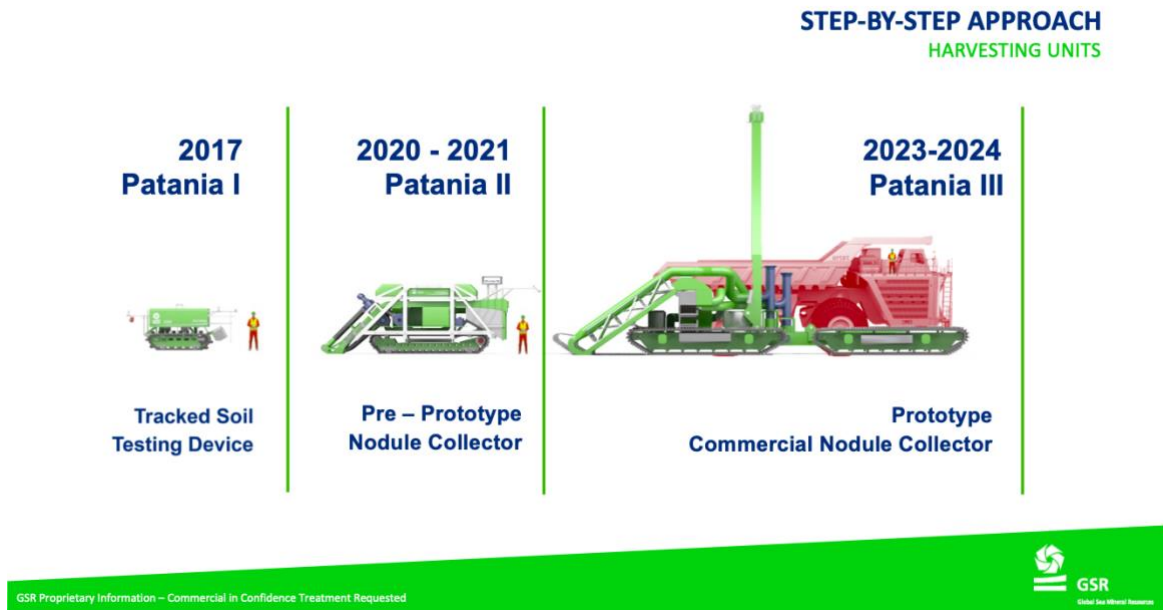


## 6 Global Sea Mineral Resources

Global Sea Mineral Resources (GSR) werd in 2012 opgericht als dochterbedrijf van de Belgische DEME Group en is sindsdien één van de leiders in het diepzeemijnbouwverhaal (GSR, 2022a). In 2013 werd een exploratiecontract toegekend aan GSR door de ISA, waarbij GSR het exclusieve recht kreeg om 75000 km<sup>2</sup> in de CCZ te onderzoeken naar mangaanknollen (GSR, 2022a; Sharma, 2022). GSR gaat te werk volgens het voorzorgsprincipe, waarbij zij stapsgewijs de technologie voor het diepzeemijnbouwproces ontwikkelen (GSR, 2022a). Het voorzorgsprincipe is zo ontworpen dat het test, leert en continu verbetert, met als doel de ecologische impact van diepzeemijnbouw te verminderen (GSR, 2022a).

### 6.1 Proces

In 2015 startte GSR met hun ProCat project (dit is afgeleid van “*Prototype Caterpillar*”) waarbij ze via de stapsgewijze methode het design, het maken en het testen van hun mijnvoertuig volbrengen (Sharma, 2022). In ProCat#1, dat van 2015 tot 2017 liep, werd apart een collectiemechanisme en een propulsiesysteem ontwikkeld waarvan Patania I onderdeel was (Sharma, 2022). Vervolgens was er ProCat#2 dat van 2018 tot 2021 liep, waarbij Patania II werd gecreëerd, een pre-prototype mijnvoertuig dat zowel een collectiemechanisme bevat als een propulsiemechanisme (Sharma, 2022). Zowel voor Patania I als II zijn er tests op de bodem van de CCZ gebeurd, waarvan de meest recente werd volbracht met Patania II in Mei 2021. De resultaten van deze laatste test zullen verder nog besproken worden.



**Figuur 19 De stapsgewijze ontwikkeling van het mijnvoertuig**

Bron: GSR (2021)

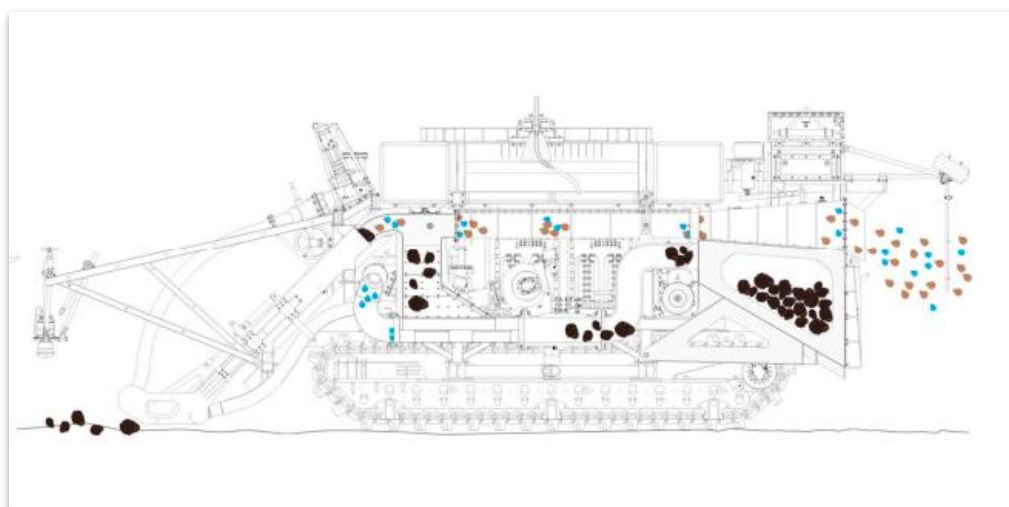
## 6.2 Patania II

De Patania II is een pre-prototype mijnvoertuig dat gecreëerd is om testen uit te voeren op de bodem van de CCZ en hierbij de ecologische impact te monitoren. Het voertuig is 12 m lang, 4 m breed, 4,5 m hoog en weegt 25 ton, waarbij het bestend is tegen een druk van over de 451 bar, zodat het kan werken op een diepte van 4,5 km (GSR, 2022a; Smith, 2021). Om de Patania II meer in detail te bekijken, kunnen we deze opdelen in het knollencollectie- en opslagsysteem, het aandrijfsysteem en het monitorsysteem.

### 6.2.1 Collectie- en opslagsysteem

Het knollencollectiesysteem bestaat uit verschillende modules, elk van 1 m breed, waarvan Patania 4 modules heeft, wat haar dus een breedte van 4 m geeft (Sharma, 2022).

Deze modules, die zich aan de voorkant van het voertuig bevinden, omvatten een zuig-kop aan het laagste punt, een afvoerkanaal, waterpompen en slangen, en een systeem dat actief de hoogte van de zuigkop verandert (Sharma, 2022). Via de zuigkop die gepatenteerd is door GSR, komen de knollen het voertuig binnen aan de hand van een waterjet die een negatieve druk creëert, zodat de knollen worden opgezogen (GSR, 2022a). Er zijn nog 4 extra waterpompen op het voertuig geïnstalleerd die voor een flow zorgen, zodat de knollen in het voertuig en uiteindelijk naar de opslagruimte in het voertuig worden getransporteerd (Sharma, 2022). Nadat de knollen zijn opgeraapt, gaan ze omhoog via het afvoerkanaal, belanden ze in de hopper en worden dan verder getransporteerd naar de opslagkamer. Het initiële water dat met de knollen mee in het voertuig is gekomen en vol zit met sediment, wordt direct terug op de zeebodem achtergelaten via de *diffuser* achteraan en zal dus geen onderdeel meer zijn van het transport- en verwerkingsysteem (het verticaal transportsysteem bij een commerciële operatie) (Sharma, 2022). In Figuur 20 is dit hele proces geïllustreerd, je ziet dat de zwarte voorwerpen, dit zijn de knollen, het voertuig binnenkomen en vervolgens via de hopper worden getransporteerd, je ziet dat dit laatste gebeurt met water dat geen sediment bevat (blauw aangegeven op de figuur). Je kan ook zien dat het sediment geladen water (bruin op de figuur) direct naar de *diffuser* wordt getransporteerd en het voertuig terug verlaat.



**Figuur 20 Patania II collectiesysteem**

Bron: GSR (2022b)

## **6.2.2 Aandrijfsysteem**

Het aandrijfsysteem van Patania II bestaat vooral uit componenten die ook op land worden gebruikt zoals rupsbanden, weg- en tussenwielen, versnellingsbakken en trackpads (Sharma, 2022). Het onderzeese gewicht is erg belangrijk voor het aandrijfsysteem, zo moet het gewicht verdeeld worden over een groot oppervlak zodat het minimaal in de bodem zakt, er geen overmatige slip is en de maximale tractie wordt benut (Sharma, 2022). Aangezien de sedimentparameters variëren op de zeebodem, kan Patania II uitgerust worden met een variabele hoeveelheid drijfvermogen, zodat er afhankelijk van de lokale zeebodem meer of minder drijfvermogen kan worden toegevoegd en Patania II dus erg flexibel is (Sharma, 2022).

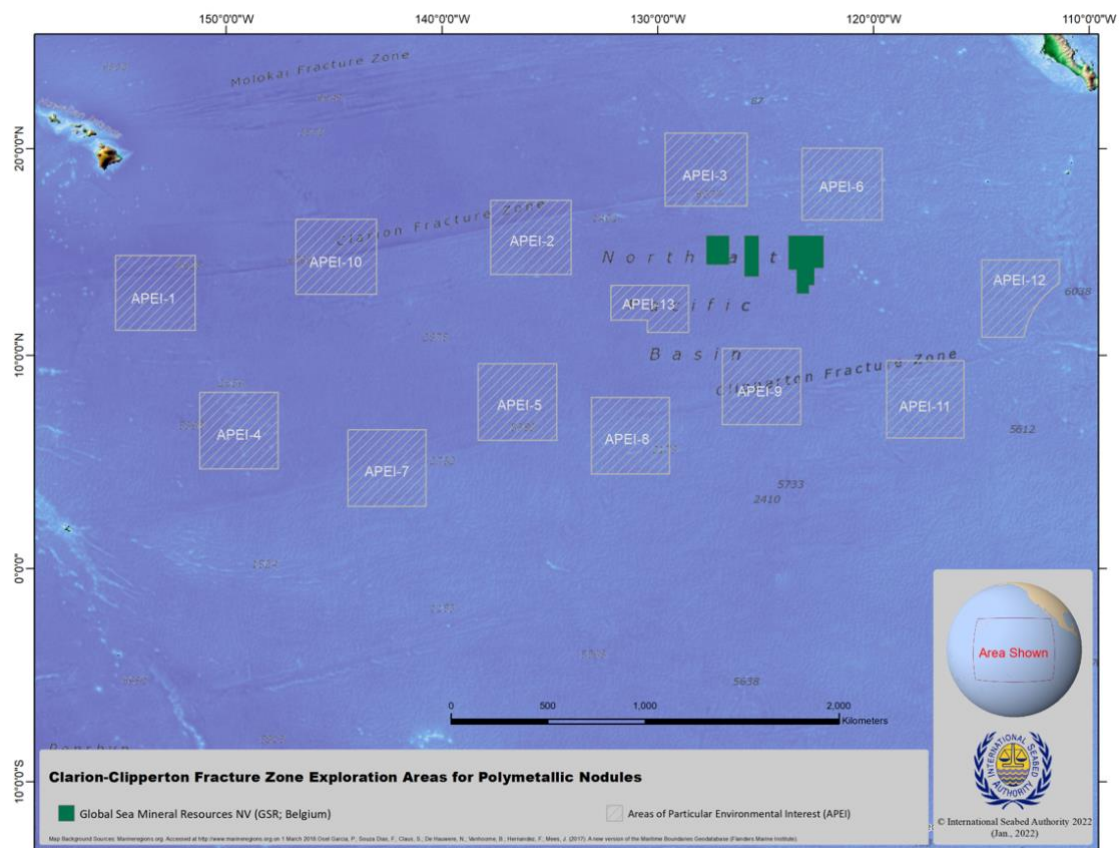
## **6.2.3 Monitorsysteem**

De Patania II heeft meer dan 170 sensoren aan boord, gaande van (hydraulische) druksensoren, temperatuursensoren, naderingsschakelaars, maar ook speciale sensoren om te manoeuvreren, een soort sonar die 3D beelden kan maken en een HD camera waarmee diepzeestromen en biologische observaties worden gemonitord (GSR, 2022a; Sharma, 2022). Tijdens de testen met Patania II in de CCZ was er ook speciale sensor bovenop de Patania II geplaatst, die speciaal ontwikkeld is door Massachusetts Institute of Technology, Scripps en Sequoia om het sediment in suspensie te monitoren (GSR, 2022b).

## **6.3 Testen met Patania II in de CCZ**

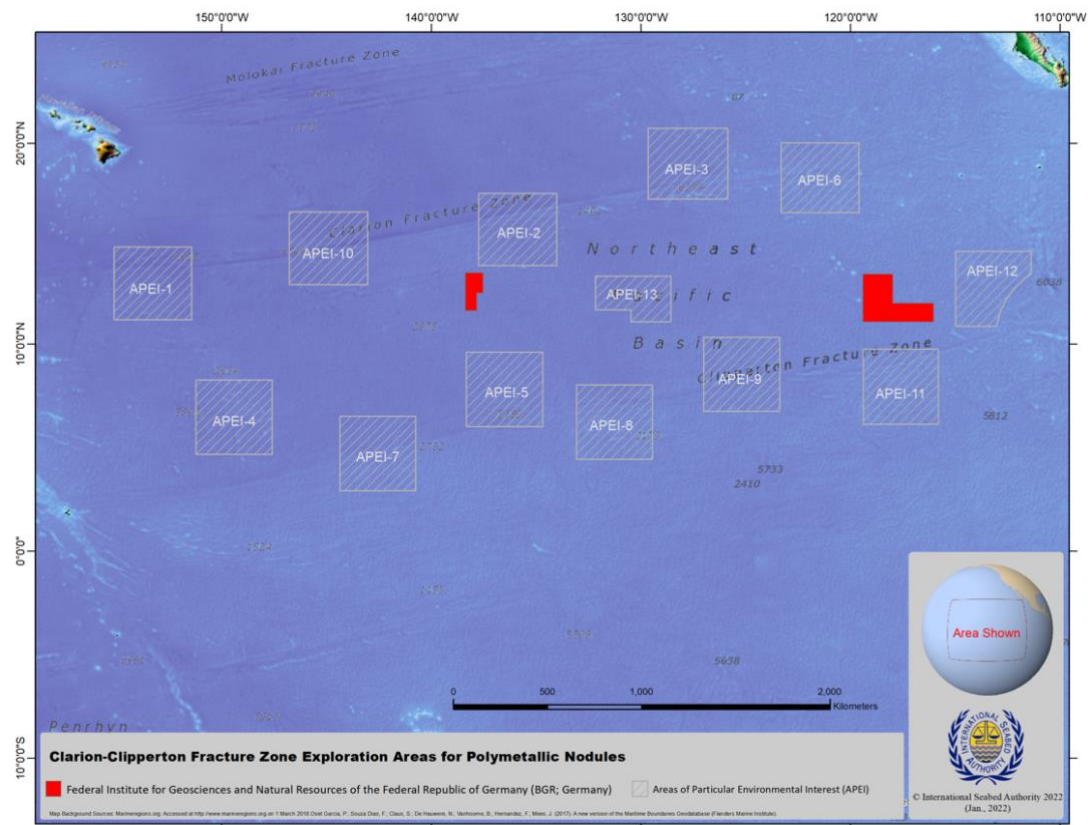
Zoals reeds gezegd heeft GSR in april en mei 2021 verschillende testen uitgevoerd op de bodem van CCZ met Patania II. Er zijn zowel testen uitgevoerd in de GSR-zone (België) (zie Figuur 21) als in de BGR-zone (Duitsland) (zie Figuur 22).

Waarvan meer dan 41 uur op de zeebodem van de GSR-zone en meer dan 26 uur op de zeebodem van de BGR-zone (GSR, 2022b). In totaal heeft Patania II meer dan 107 uur op de zeebodem doorgebracht met een gemiddelde tewaterlatingstijd van 3u 43min en een gemiddelde tijd om Patania II terug aan boord te krijgen van 4u 14min (Sharma, 2022).



**Figuur 21 GSR-zone in de CCZ**

Bron: International Seabed Authority (2022)



**Figuur 22 BGR-zone in de CCZ**

Bron: International Seabed Authority (2022b)

### 6.3.1 Conclusies van de testen met Patania II

Uit het interview (zie Bijlage 1) met Kris Van Nijen, managing director van GSR, is naar voren gekomen dat er drie belangrijke zaken zijn die we kunnen meenemen uit de testen met Patania II:

Ten eerste is er volgens de wetenschappers 5 tot 8 cm sediment opgepikt. Onze metingen zitten meer tussen de 3 en de 5 cm, een beetje minder als de wetenschappers maar zelfs 5 tot 8 cm blijft zeer weinig. Wij dachten dat dit veel meer ging zijn. Voor de testen hadden wij al computermodellen die de plume gingen voorspellen. Een belangrijke assumptie bij deze computermodellen is hoeveel sediment je opneemt, want dit heeft een groot effect op de plume.

En al onze theoretische modellen voor de testen werkten altijd met 15 cm. Dus wanneer er in een effectenrapport of een paper staat dat de plume 15 km gaat en je kan dat nu in één keer halveren is dat natuurlijk fenomenaal. Dus, we hebben nu kunnen bewijzen dat we het met veel minder sedimentopname kunnen doen. Een tweede ding dat belangrijk is, is de compactie. Volgens de wetenschappers is er geen compactie waargenomen. Er wordt een staal van de zeebodem genomen voor en nadat het mijnvoertuig is gepasseerd en ze kijken dan of er compactie heeft plaatsgevonden. Ze hebben geen compactie waargenomen, dat wil zeggen dat onze machine eigenlijk balanceert op het sediment. Zo krijgt de machine dus voldoende tractie om vooruit te gaan maar niet te diep zodat het erin zakt. En dat is heel belangrijk voor het leven in het sediment. En ten derde is er de afstand die de plume heeft afgelegd. Mathias Heckel de hoofdwetenschapper, heeft in zijn inleidende presentatie gezegd dat hij in zijn conclusies geschreven heeft dat de plume zichtbaar is tot op 500 m downstream. 500 m is heel belangrijk, want initieel dachten ze kilometers en ten tweede is downstream belangrijk, dit wil zeggen dat de plume niet naar alle kanten gaat. Je hebt natuurlijk de currents maar je hebt ook een gravity plume. Dus dit wil zeggen dat die pluim eigenlijk de topografie van de zeebodem gaat volgen en bij onze test in de GSR-zone was er een dal naast onze baggerzone, waardoor die pluim daarin ging. In de BGR-zone was het veel platter waardoor je minder effect hebt van gravity flow maar meer effecten van de current. [...] Dus als je met een plume van 500 m zit en je hebt het effect van downstream, dus met de functie van de current, dan kan je aan de hand van adaptive management, tijdens je operaties je traject aanpassen in functie van de stroming. Dus ja, wij zijn zeer tevreden met de testen die wij gedaan hebben en met de resultaten die eruit zijn gekomen (Bijlage 1, 2022).

## 6.4 Toekomstperspectief

In het interview (zie Bijlage 1) heeft Kris Van Nijen de toekomst van GSR toegelicht:

We gaan nu eerst voorbereiden voor het wetgevend kader dat zal worden aangenomen, er is nog wel wat werk dat daarin moet gebeuren; royalty regime, standards and guidelines moeten worden aangenomen. Daar zijn we nu mee bezig, als dat aangenomen wordt, dan staan wij klaar met onze tekeningen om Patania III en een riser te bouwen en een schip te converteren. Dan doen we een test in 2025 en vragen we een vergunning aan om naar exploitatie over te gaan op basis van die testen. Dan moet die vergunning goedgekeurd worden, wat ongeveer een jaar kan duren. Dan doen we de finale conversie van het schip van test naar full scale en dan bouwen we de processing plants, zodat we in 2029 operationeel zijn (Bijlage 1, 2022).



## 7 De toekomst van diepzeemijnbouw

Op het moment van schrijven zit diepzeemijnbouw nog steeds in de exploratiefase en worden er nog geen knollen geoogst voor commercieel gebruik. Het eiland Nauru heeft echter in 2021 de ‘2 jaar regel’ ingeroepen, wat ervoor zorgt dat de ISA binnen de 2 jaar een wetgevend kader moet klaar hebben voor de exploitatie van mangaanknollen in de CCZ. Dit betekent dus dat in 2023 de eerste commerciële ontginning in de CCZ een feit zou kunnen zijn. Nauru zal deze ontginning echter niet zelf doen, want het heeft een overeenkomst met The Metals Company, en zij gaan in Nauru’s plaats de extractie doen. Zo zou The Metals Company dus het eerste mijnbedrijf kunnen worden dat aan exploitatie doet in de CCZ. Het zal moeten blijken of hierdoor ook andere mijnbedrijven een versnelling hoger schakelen om niet achter te lopen op de ‘race’ naar de diepzee. Het lijkt echter wel onwaarschijnlijk dat The Metals Company al klaar zal zijn om in 2023 over te gaan tot exploitatie, aangezien zij nog zo goed als geen testen hebben uitgevoerd. Dat terwijl er bedrijven zoals GSR al jaren onderzoek en testen doen, en zij schatten dat ze pas in 2029 aan exploitatie kunnen beginnen (zie Bijlage 1).

Er zijn echter ook organisaties zoals Greenpeace die vinden dat de 2 jaar regel die Nauru in gang heeft gezet, kan zorgen voor een gevaarlijke stroomversnelling voor diepzeemijnbouw. Zo zegt An Lambrechts het volgende (zie Bijlage 2):

Het is dan ook een fabeltje dat deze mining code er moet zijn. Dat klopt helemaal niet, de ISA gebruikt dat gegeven van wat Nauru gedaan heeft, trouwens ‘Nauru on behalf of The Metals Company’. Er is dan ook niets dat zegt dat daarom dat wetgevend kader er moet zijn. En we zien veel overheden, onder meer de Belgische, op de rem gaan staan omdat dit diepzeemijnbouw in een stroomversnelling gaat steken. En wanneer dit gebeurt met een trein die niet solide is, is dat veel erger dan helemaal geen wetgeving hebben.

Het gevaar dat het nu niet solide is, is zeer groot, ook omdat wetenschappers duidelijk blijven aangeven dat ze zich niet klaar voelen om met beleidsaanbevelingen te komen en dat ze eigenlijk nog meer onderzoek willen doen (Bijlage 2, 2022).

De *mining code* zal dan ook de eerstvolgende grote mijlpaal zijn in de toekomst van diepzeemijnbouw en voor een groot stuk het verloop van diepzeemijnbouw bepalen.

Het is eveneens mogelijk, dat wanneer diepzeemijnbouw in de exploitatiefase gaat, er een trage start wordt gehanteerd, wat wil zeggen dat er maar één mijnoperatie plaatsvindt per contractgebied of over heel de CCZ. Op deze manier zou men de impact op het ecosysteem beter kunnen monitoren en eventueel ingrijpen indien dit nodig is.

## 8 Conclusie

Er is een steeds groeiende vraag naar metalen zoals kobalt, lithium, mangaan... aangezien deze worden gebruikt in batterijen voor elektrische voertuigen en verschillende belangrijke toepassingen. Om de overgang naar een groene maatschappij te maken waarbij de uitstoot van CO<sub>2</sub> nul is, zullen deze metalen van cruciaal belang zijn. Op het moment van schrijven worden deze metalen enkel gewonnen uit mijnen aan land, waarbij dit vaak een erg grote impact heeft op het milieu alsook op sociaal vlak. In de Clarion-Clipperton Zone liggen er echter mangaanknollen op de bodem van de diepzee die deze metalen bevatten. Door deze mangaanknollen te gaan 'oogsten' aan de hand van diepzeemijnbouw zou de druk op de mijnen aan land kunnen afnemen en het tekort dat er gaat zijn, elimineren. Verschillende bronnen tonen aan dat diepzeemijnbouw, wanneer juist toegepast, een mogelijk kleinere impact op het milieu kan hebben dan zijn variant aan land. Dit zal echter nog moeten blijken uit verder onderzoek en praktijktesten met mijnvoertuigen.

Als diepzeemijnbouw van start zal gaan, zal dit een heel nieuwe sector creëren in de maritieme industrie. Dit gaat gepaard met innovaties in nieuwe schepen, aangezien er hiervoor een nieuw soort schip zal nodig zijn. Evenzeer in extractietechnieken en bij *remotely operated vehicles*. Ook zullen er innovatieve technieken moeten worden gebruikt om het mijnproces van dichtbij te kunnen monitoren en te zorgen dat het binnen de limieten blijft. Diepzeemijnbouw zal op deze manier dan ook veel nieuwe technieken en innovatieve methoden toevoegen aan de maritieme industrie.

Hoewel diepzeemijnbouw verschillende voordelen met zich meebrengt, gaat het natuurlijk ook gepaard met nadelen. Het is dan ook onvermijdelijk dat diepzeemijnbouw geen impact zal hebben. Zo zal het wegnemen van de mangaanknollen zelf sowieso een impact hebben op het mariene diepzeemilieu, aangezien deze knollen vaak een habitat vormen voor verschillende organismen. Daarom zal het erg belangrijk zijn om te zorgen dat diepzeemijnbouw binnen bepaalde normen blijft en er genoeg beschermende maatregelen worden getroffen. Wanneer dan kan worden aangetoond dat diepzeemijnbouw op een ecologisch verantwoorde manier kan plaatsvinden en het hierbij nog steeds voordeliger is dan mijnbouw aan land, zal het aan de maatschappij zijn om te beslissen of diepzeemijnbouw kan plaatsvinden. Hiervoor zal verder onderzoek in de komende jaren, zowel door onafhankelijke wetenschappers als door diepzeemijnbouwbedrijven van cruciaal belang blijven.

Hoewel andere methoden om het tekort aan metalen weg te werken, zoals een circulaire economie en recyclage, zeker niet vergeten mogen worden, lijkt het onrealistisch dat dit alleen een waardige oplossing zal bieden in de nabije toekomst. De metalen zullen van ergens moeten komen en diepzeemijnbouw door het oogsten van knollen in de Clarion-Clipperton Zone lijkt hiervoor een erg waardige kandidaat.

# Bibliografie

- Ali, S. H., Giurco, D., Arndt, N., Nickless, E., Brown, G., Demetriades, A., Durrheim, R., e.a. (2017). Mineral supply for sustainable development requires resource governance. *Nature*, 543(7645), 367–372.  
doi:10.1038/nature21359
- Allseas. (2022). *Deep-sea polymetallic nodule collection*. Geraadpleegd 5 april 2022, van <https://allseas.com/activities/deep-seapolymetallicnodulecollection/>
- Alvarenga, R. A. F., Pr eat, N., Duhayon, C., & Dewulf, J. (2022). Prospective life cycle assessment of metal commodities obtained from deep-sea polymetallic nodules. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129884.  
doi:10.1016/j.jclepro.2021.129884
- Amon, D. J., Gollner, S., Morato, T., Smith, C. R., Chen, C., Christiansen, S., Currie, B., e.a. (2022). Assessment of scientific gaps related to the effective environmental management of deep-seabed mining. *Marine Policy*, 138, 105006. doi:10.1016/j.marpol.2022.105006
- Berger, O. M. (2018, 22 januari). How Scientists Use Bioluminescent Deep-Sea Creatures to Fight Cancer. *The New Humanitarian*. Geraadpleegd 13 april 2021, van <https://deeply.thenewhumanitarian.org/oceans/articles/2018/01/22/how-scientists-use-bioluminescent-deep-sea-creatures-to-fight-cancer>

- Bhutada, G. (2022, 2 mei). The Key Minerals in an EV Battery. *Elements by Visual Capitalist*. Geraadpleegd 5 mei 2022, van <https://elements.visualcapitalist.com/the-key-minerals-in-an-ev-battery/>
- Cancalosi, J. (2014). *Doorsnede van een mangaanknol*. Geraadpleegd van <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/weird-metal-balls-discovered-ocean-floor-may-be-tech-companies-dream-180954339/>
- Cho, S., Park, S., Oh, J., Min, C., Kim, H., Hong, S., Jang, J., e.a. (2019). Design optimization of deep-seabed pilot miner system with coupled relations between constraints. *Journal of Terramechanics*, 83, 25–34. doi:10.1016/j.jterra.2019.01.003
- Davie, M. (2022, 23 februari). The rush for cobalt in the Congo reveals the human cost of the world’s green energy future—ABC News. Geraadpleegd 31 maart 2022, van [https://amp-abc-net-au.cdn.ampproject.org/c/s/amp.abc.net.au/article/100802588](https://amp-abc-net.au.cdn.ampproject.org/c/s/amp.abc.net.au/article/100802588)
- De Greef, J. (2019, 18 januari). Kobalt: Het metaal dat van Congo het ‘Saudi-Arabië van elektrische wagens’ maakt. *VRT NWS*. Geraadpleegd van <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2019/01/18/cobalt-het-erts-dat-van-congo-het-saudi-arabie-van-elektrische/>
- Deep Sea Conservation Coalition. (2019). *DSCC-Position-Statement-on-Deep-Seabed-Mining\_July2019.pdf*. Geraadpleegd van [http://www.savethehighseas.org/wp-content/uploads/2019/08/DSCC-Position-Statement-on-Deep-Seabed-Mining\\_July2019.pdf](http://www.savethehighseas.org/wp-content/uploads/2019/08/DSCC-Position-Statement-on-Deep-Seabed-Mining_July2019.pdf)

- DeepGreen. (2019, 19 juli). Protect the Ocean Report Statement. *DeepGreen*.  
Geraadpleegd 3 mei 2021, van <https://deep.green/july-2019-deepgreen-statement-on-protect-the-ocean-report/>
- Devos, T. (2017). *Deep Sea Mining: Solwara 1 project*. (Masterscriptie, Hogere Zeevaartschool, Antwerpen, België).
- Dillon, A. (2020). *Mining-generated sediment plumes and noise have a variety of possible effects on pelagic taxa*. Geraadpleegd van <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2011914117>
- DSM Observer. (2018). *Despite setbacks, Nautilus Minerals struggles towards production*. Geraadpleegd 8 april 2021, van <https://dsmobserver.com/2018/08/despite-setbacks-nautilus-minerals-struggles-towards-production/>
- ECA Group. (2022). ULTRA DEEP WATER AUV. *ECA Group*. Geraadpleegd 14 mei 2022, van <https://www.ecagroup.com/en/solutions/ultra-deep-water-auv>
- Gates, B., & Niessen, I. (2021). *Hoe we een klimaatramp kunnen vermijden: De oplossingen die er al zijn en de doorbraken die we nodig hebben*. Amsterdam: Hollands Diep.
- Gollner, S., Haeckel, M., Janssen, F., Lefaible, N., Molari, M., Papadopoulou, S., Reichart, G., e.a. (2021). Restoration experiments in polymetallic nodule areas. *Integrated Environmental Assessment and Management*, ieam.4541. doi:10.1002/ieam.4541
- GSR. (2021a, 31 maart). GSR vows not to produce ocean-mined minerals before the environmental risks are comprehensively understood.

- Geraadpleegd 8 april 2021, a van <https://www.deme-gsr.com/news/article/gsr-vows-not-to-produce-ocean-mined-minerals-before-the-environmental-risks-are-comprehensively-understood/>
- GSR. (2021b). *Step-by-step approach harvesting unit*. Geraadpleegd b van [https://miningimpact.geomar.de/documents/1082101/1433168/Smith\\_StakeholderID\\_2021.pdf/392bba75-469e-41ea-af34-3f41ad1fa021](https://miningimpact.geomar.de/documents/1082101/1433168/Smith_StakeholderID_2021.pdf/392bba75-469e-41ea-af34-3f41ad1fa021)
- GSR. (2022a). GSR - Harnessing Ocean Minerals. *GSR*. Geraadpleegd 21 februari 2022, a van <https://deme-gsr.com/>
- GSR. (2022b). PATANIA II TRIAL: GSR UPDATE. Geraadpleegd 9 maart 2022, b van [https://miningimpact.geomar.de/documents/1082101/1461089/MI2\\_Feb2022\\_DeBruyne\\_GSR\\_SE\\_V2.pdf/b92164c1-d6aa-4f6e-a53e-e030fc0c3517](https://miningimpact.geomar.de/documents/1082101/1461089/MI2_Feb2022_DeBruyne_GSR_SE_V2.pdf/b92164c1-d6aa-4f6e-a53e-e030fc0c3517)
- Hein, J. R., Mizell, K., Koschinsky, A., & Conrad, T. A. (2013). Deep-ocean mineral deposits as a source of critical metals for high- and green-technology applications: Comparison with land-based resources. *Ore Geology Reviews*, *51*, 1–14. doi:10.1016/j.oregeorev.2012.12.001
- Htike Aung, H. (2015). *Deep sea mining – what makes it different to offshore oil and gas applications?* (Université de Liège, Liège, Belgique).
- Hyman, J., Stewart, R. A., Sahin, O., Clarke, M., & Clark, M. R. (2022). Visioning a framework for effective environmental management of deep-sea polymetallic nodule mining: Drivers, barriers, and enablers. *Journal of Cleaner Production*, *337*, 130487. doi:10.1016/j.jclepro.2022.130487
- Impossible Mining. (2022). *Robotic collection system*. Geraadpleegd 4 april 2022, van <https://impossiblemining.com/robotic-collection-system>



International Seabed Authority. (2013, 1 maart). *Recommendations for the guidance of contractors for the assessment of the possible environmental impacts arising from exploration for marine minerals in the Area.*

Kingston, Jamaica.

International Seabed Authority. (2018). *Clarion Clipperton Zone.*

Geraadpleegd van <https://www.isa.org.jm/map/clarion-clipperton-fracture-zone>

International Seabed Authority. (2019, 22 maart). *Draft regulations on exploitation of mineral resources in the Area.* Kingston, Jamaica.

International Seabed Authority. (2021a). Minerals: Polymetallic Nodules.

*Minerals: Polymetallic Nodules.* Geraadpleegd 9 maart 2021, a van <https://www.isa.org.jm/exploration-contracts/polymetallic-nodules>

International Seabed Authority. (2021b). Protection of the Marine

Environment. *International Seabed Authority.* Geraadpleegd 12 april 2021, b van <https://www.isa.org.jm/our-work/protection-marine-environment>

International Seabed Authority. (2021c). Environmental Management Plan.

*International Seabed Authority.* Geraadpleegd 16 april 2021, c van <https://www.isa.org.jm/minerals/environmental-management-plan-clarion-clipperton-zone>

International Seabed Authority. (2022a). *Global Sea Mineral Resources NV* |

*International Seabed Authority.* Geraadpleegd 17 maart 2022, a van <https://www.isa.org.jm/map/global-sea-mineral-resources-nv>

- International Seabed Authority. (2022b). *Federal Institute for Geosciences and Natural Resources of Germany* | *International Seabed Authority*.  
Geraadpleegd 17 maart 2022, b van <https://www.isa.org.jm/map/federal-institute-geosciences-and-natural-resources-germany>
- IUCN. (2018). *Potential impacts from deep-sea mining*. Geraadpleegd 1 april 2021, van <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/deep-sea-mining>
- Köller, F. (2016). *Mitigating Turbidity Impact of Deep Sea Nodule Harvesting*. (TU Delft, Delft, Nederland).
- Kuhn, T., Uhlenkott, K., Vink, A., Rühlemann, C., & Martinez Arbizu, P. (2020). Manganese nodule fields from the Northeast Pacific as benthic habitats. *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat* (pp. 933–947). Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-814960-7.00058-0
- Leng, D., Shao, S., Xie, Y., Wang, H., & Liu, G. (2021). A brief review of recent progress on deep sea mining vehicle. *Ocean Engineering*, 228, 108565. doi:10.1016/j.oceaneng.2020.108565
- Löschke, S., & Lehmköster, J. (Red.). (2021). *The Ocean, Guarantor of Life—Sustainable Use, Effective Protection*. World ocean review [Englische Ausgabe]. Hamburg: maribus gGmbH.
- Maciag, Ł., & Harff, J. (2020). Application of multivariate geostatistics for local-scale lithological mapping – case study of pelagic surface sediments from the Clarion-Clipperton Fracture Zone, north-eastern equatorial Pacific (Interoceanmetal claim area). *Computers & Geosciences*, 139, 104474. doi:10.1016/j.cageo.2020.104474

- Mooney, A., Andersson, M., & Stanley, J. (2020). Acoustic Impacts of Offshore Wind Energy on Fishery Resources: An Evolving Source and Varied Effects Across a Wind Farm's Lifetime. *Oceanography*, 33(4), 82–95. doi:10.5670/oceanog.2020.408
- Ocean & Climate Platform. (2016). The Deep Sea: A key Player to be protected for climate and ecosystems. *Ocean & Climate Platform*. Geraadpleegd 13 april 2021, van <https://ocean-climate.org/en/awareness/the-deep-sea-a-key-player-to-be-protected-for-climate-and-ecosystems/>
- OEDigital. (2022, 25 februari). Seatools Delivers Deep-sea mineral Collection Equipment for Allseas' 'Hidden Gem'. *Offshore Engineer Magazine*. Geraadpleegd 5 april 2022, van <https://www.oedigital.com/news/494597-seatools-delivers-deep-sea-mineral-collection-equipment-for-allseas-hidden-gem>
- Scheers, R. (2020, 22 januari). Planeet Oceaan is nog lang niet verkend. Geraadpleegd van <https://www.eoswetenschap.eu/natuur-milieu/planeet-oceaan-nog-lang-niet-verkend>
- Schröder, T. (Red.). (2010). *Living with the oceans*. World ocean review. Hamburg: Maribus gGmbH.
- Schulte, S. (2013). *Vertical transport methods for Deep Sea Mining*. (TU Delft, Delft, Nederland).
- Sharma, R. (Red.). (2017). *Deep-Sea Mining: Resource Potential, Technical and Environmental Considerations*. Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-52557-0

- Sharma, R. (Red.). (2019). *Environmental Issues of Deep-Sea Mining: Impacts, Consequences and Policy Perspectives*. Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-030-12696-4
- Sharma, R. (Red.). (2022). *Perspectives on Deep-Sea Mining: Sustainability, Technology, Environmental Policy and Management*. Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-030-87982-2
- Shukman, D. (2021, 4 april). Companies back moratorium on deep sea mining. Geraadpleegd van <https://www.bbc.com/news/science-environment-56607700>
- Smith, D. S. (2021). GSR | Update on the Patania II Trial and Monitoring Plans, 28.
- Sparenberg, O. (2019). A historical perspective on deep-sea mining for manganese nodules, 1965–2019. *The Extractive Industries and Society*, 6(3), 842–854. doi:10.1016/j.exis.2019.04.001
- Spearman, J., Taylor, J., Crossouard, N., Cooper, A., Turnbull, M., Manning, A., Lee, M., e.a. (2020). Measurement and modelling of deep sea sediment plumes and implications for deep sea mining. *Scientific Reports*, 10(1), 5075. doi:10.1038/s41598-020-61837-y
- Subsea World News. (2020, 3 maart). Allseas Transforming Drillship to Seafloor Mining Vessel. *Offshore Energy*. Geraadpleegd 7 april 2021, van <https://www.offshore-energy.biz/allseas-transforming-drillship-to-seafloor-mining-vessel/>
- SWZ Maritime. (2020a, 23 januari). Royal IHC develops six-kilometre riser system for deepsea mining. *SWZ Maritime*. Geraadpleegd 6 april 2021, a

- van <https://www.swzmaritime.nl/news/2020/01/23/royal-ihc-develops-six-kilometre-riser-system-for-deepsea-mining/>
- SWZ Maritime. (2020b, 6 februari). Royal IHC is ready to take on deepsea mining. *SWZ Maritime*. Geraadpleegd 7 april 2021, b van <https://www.swzmaritime.nl/news/2020/02/06/royal-ihc-is-ready-to-take-on-deepsea-mining/?gdpr=accept>
- The Ocean Foundation. (2021). Seabed mining. *Seabed mining*. Geraadpleegd 31 maart 2021, van <https://oceanfdn.org/seabed-mining/>
- Volz, J. B., Mogollón, J. M., Geibert, W., Arbizu, P. M., Koschinsky, A., & Kasten, S. (2018). Natural spatial variability of depositional conditions, biogeochemical processes and element fluxes in sediments of the eastern Clarion-Clipperton Zone, Pacific Ocean. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 140, 159–172.  
doi:10.1016/j.dsr.2018.08.006
- Washburn, T. W., Jones, D. O. B., Wei, C.-L., & Smith, C. R. (2021). Environmental Heterogeneity Throughout the Clarion-Clipperton Zone and the Potential Representativity of the APEI Network. *Frontiers in Marine Science*, 8, 661685. doi:10.3389/fmars.2021.661685
- Weaver, P. P. E., Aguzzi, J., Boschen-Rose, R. E., Colaço, A., de Stigter, H., Gollner, S., Haeckel, M., e.a. (2022). Assessing plume impacts caused by polymetallic nodule mining vehicles. *Marine Policy*, 139, 105011.  
doi:10.1016/j.marpol.2022.105011
- Writer, S. (2022, 10 maart). Sanctioned Russian nickel could slow global EV adoption – report. *MINING.COM*. Geraadpleegd van

<https://www.mining.com/sanctioned-russian-nickel-could-slow-global-ev-adoption-report/>

Wu, Q., Yang, J., Lu, H., Lu, W., & Liu, L. (2020). Effects of heave motion on the dynamic performance of vertical transport system for deep sea mining. *Applied Ocean Research*, *101*, 102188.

doi:10.1016/j.apor.2020.102188

Yue, Z., Zhao, G., Xiao, L., & Liu, M. (2021). Comparative Study on Collection Performance of Three Nodule Collection Methods in Seawater and Sediment-seawater Mixture. *Applied Ocean Research*, *110*, 102606.

doi:10.1016/j.apor.2021.102606

Zeng, A., Chen, W., Rasmussen, K. D., Zhu, X., Lundhaug, M., Müller, D. B.,

Tan, J., e.a. (2022). Battery technology and recycling alone will not save the electric mobility transition from future cobalt shortages. *Nature*

*Communications*, *13*(1), 1341. doi:10.1038/s41467-022-29022-z

# **Lijst van bijlagen**

<b>Bijlage 1, Interview met Kris Van Nijen</b>	<b>92</b>
<b>Bijlage 2, Interview met An Lambrechts</b>	<b>102</b>

# Bijlagen

## Bijlage 1, Interview met Kris Van Nijen 22/02/2022

- 1. Om te beginnen is het misschien interessant dat u zichzelf even voorstelt en het bedrijf GSR?**

(Kris Van Nijen:) Mijn naam is Kris Van Nijen, ik ben 21 jaar bij DEME. Ik ben hier direct begonnen na het school. Ik heb ingenieursstudies gedaan aan de Paardenmarkt (Antwerpen) en ben dan hier begonnen. Eerst 10 jaar in het buitenland en de laatste jaren op kantoor. En ondertussen ben ik al 11 jaar full time bezig met diepzeemijnbouw, sinds oktober 2010. Dus in 2010 vroegen ze aan mij of ik is niet wou kijken naar dat diepzeemijnbouwverhaal want de afgelopen jaren was er door bedrijven zoals Nautilus Minerals toch wel interesse getoond in dat topic, en vonden ze dat wij daar ook eens naar moesten kijken. Ik was toen area manager van Afrika en ik had toen al contact met De Beers, Rio Tinto en BHP omdat die in zuidelijk Afrika werkten, en dan dachten ze laat de Kris daar maar eens naar kijken. Ik heb dat vastgenomen en dan 2 jaar lang gekeken naar wat zijn de opties in diepzeemijnbouw, je kan knollen doen maar ook seafloor massife sulfides, cobalt crust irons, diamanten, fosfaatknollen,... Dan hebben wij een keuze gemaakt om ons te focussen op de mangaanknollen in de CCZ en dan is de bal aan het rollen geweest en dat is al 11 jaar zo.

- 2. Hebben de recente testen met Patania II hoop gegeven dat een ecologisch verantwoorde methode voor diepzeemijnbouw mogelijk is of juist niet?**

(Kris Van Nijen:) Jawel, het zit eigenlijk zo, als je testen doet, zie je ook dat Patania II niet het finale ontwerp is. Wij hebben dat opgesplitst in 3 stukken, Patania I, Patania II die we nu hebben getest en Patania III die we in 2024/2025 gaan testen. Dus het is nooit echt de bedoeling dat die machines, of toch niet I en II, dat deze optimaal zijn. Om een voorbeeld te geven, er is heel veel discussie rond de pluimen: hoe groot is die pluim en hoe ver gaat die pluim en wat is daar dan de impact van.



Maar je moet daarvoor eerst een pluim creëren om ze te kunnen meten en om ze dan te kunnen optimaliseren. Dus, als je kijkt naar het ontwerp van Patania II, dan hangt daar vanachter een diffuser op. Dus de knollen worden opgezogen samen met het omringende sediment, dan wordt dat gescheiden in de machine, de nodule wordt dan opgeslagen en het sediment wordt er vanachter terug uitgeblazen. Je zou denken, kun je dat niet beter doen, kan je dat niet delicaat terug op de zeebodem laten. Maar dat is nu juist niet het moment om dit te testen. We laten nu juist een pluim creëren, we laten die meten, we weten dan ook wat de karakteristieken zijn van die uitlaat, van die snelheid enzovoort. En hoeveel de densiteit is en dan kunnen we met theoretische modellen en computermodellen dat gaan optimaliseren en dan gaan testen. Dus we hebben nu een pluim gecreëerd en op 1 en 2 februari hebben we de stakeholder sessie gevolgd en wat ik vooral onthoud van die sessie is: ten eerste is volgens die wetenschappers 5 tot 8 cm sediment opgepikt. Wij zitten meer tussen de 3 en de 5 cm, dus wij zitten een beetje lager, maar oké, het blijft zeer weinig. Initieel hadden wij gedacht, dus vooraleer we die testen gedaan hebben hadden we al computermodellen die de pluim gingen voorspellen. Een belangrijke assumptie in die computermodellen is natuurlijk: hoeveel sediment pak je op, want als je 15 cm sediment oppakt en je blaast dat er langs achter uit is dat natuurlijk veel meer dan als je de helft hiervan doet. En alle theoretische modellen voor onze test hebben altijd met 15 cm gewerkt. Dus, als er dan in een effectenrapport of een of andere paper die verschenen is, staat dat die pluim 15 km gaat en je kan dat in 1 keer halveren, is dat natuurlijk ongelofelijk. Dus dat hebben we bewezen, dat we het met veel minder sediment opnemen kunnen doen. Een 2<sup>de</sup> ding dat belangrijk is, is de compactie. Volgens de wetenschappers is er geen compactie waargenomen. Dus die machine rijdt over de zeebodem, die is achteraf weg en ze pakken voor en nadien een test en ze kijken naar dat sediment of dat gecompacteerd is of niet. Er is geen compactie waargenomen dus dat wil zeggen dat onze machine eigenlijk zowaar balanceert op het sediment. Zo krijgt de machine dus voldoende tractie om vooruit te gaan maar niet te diep zodat het erin zakt. En dat is heel belangrijk voor dat leven in het sediment. En ten 3<sup>de</sup> is de afstand dat de pluim heeft afgelegd. Dus Mathias

Heckel de hoofdwetenschapper, heeft in zijn inleidende presentatie gezegd dat hij in zijn conclusies geschreven heeft dat de pluim zichtbaar is tot op 500 m downstream. 500 m is heel belangrijk want initieel dachten ze kilometers en ten tweede downstream is belangrijk, dat de pluim niet naar alle kanten gaat. Je hebt natuurlijk de currents maar je hebt ook, ze noemen dat een gravity plume. Dus dat wil zeggen dat die pluim eigenlijk de topografie van de zeebodem gaat volgen en bij onze test in de GSR-zone was er een dal naast onze baggerzone waardoor die pluim daarin ging. In de BGR-zone was het veel platter waardoor je minder effect hebt van gravity flow maar meer effecten van de current. Nu je kan je inbeelden dat als de tafel de baggerzone is en dit is onze collector en de stroming staat op een gegeven moment naar daar, dan ga je hier beginnen baggeren. Zodat de pluim op je baggerzone belandt. Als die stroming dan draait dan ga je naar daar. Dus als je met 500 m zit en je zit met het effect van downstream dus met de functie van de current, dan kan je, en dat noemen ze dan adaptive management, je kan dan tijdens je operaties uw traject aanpassen in functie van de stroming. Dus ja wij zijn zeer tevreden met de testen die wij gedaan hebben en met de resultaten die eruit komen. Ik denk dat dit nu once and for all heel veel van die fantasietjes gaat van tafel vegen. Als nu mensen komen met het argument dat de pluim honderden kilometers ver gaat. Wel moeten we nog altijd bewust zijn dat 95% tot 98% van die pluim settlet. Maar dan heb je nog heel fijne particles en die gaan natuurlijk wel verder. Maar de vraag is hebben die een impact, volgens ons hebben die geen impact dus het is echt om te beperken van die 500 m en hoe kunnen we dat op onze zone houden en hoe kunnen we die 500 m mogelijks naar 300 m brengen.

**Dus patania III zou het eigenlijk alleen nog maar beter moeten doen?**

(Kris Van Nijen:) Die zou het nog beter moeten gaan doen, absoluut. Het is ook zo dat die zuigkop vooraan Patania II ook al in realistische schaal was. Dat kan niet anders want je kan geen knollen oppakken als die te klein is. Het enige is dat deze 4 m breed is terwijl dat die in werkelijkheid misschien 12 m breed gaat zijn. Dus voor 4 m breed komt er een bepaalde pluim uit langs achter, die gaat dan nog is maal 3 in breedte maar dat wil niet noodzakelijk zeggen in dikte en in lengte. Dus ze zal breder worden maar niet noodzakelijk verder gedragen

worden. Dus effectief door die theoretische modellen nu verbeterd en bijgestuurd te hebben. Niet alleen door de assumptie hoeveel sediment erin gaat maar ook van puur de algoritmes van die pluim perfect te evenaren hoe die in werkelijkheid is. Laat ons toe om straks met Pattania III te gaan zeggen, dit is de pluim die wij verwachten. En als we die andere test doen en die pluim is perfect dezelfde, dan kom je wel heel dichtbij bij het perfect voorspellen van wat de impact gaat zijn. En dan kan je een milieueffectenrapport schrijven. Ze noemen dat een environmental management en monitoring plan schrijven en dan zeggen mijn activiteiten doen dit en dat en dan is het natuurlijk aan de samenleving om te gaan zeggen, we gaan hiermee akkoord, dit is aanvaardbaar. Want in de wet, in de UNCLOS staat er dat we mogen geen serious harm doen. En die serious harm heeft te maken met het feit of we de impact kunnen beperken. Kunnen we zeggen deze impact is toelaatbaar als we daar die metalen voor krijgen. En dat is eigenlijk de essentie.

### **3. Heeft covid-19 een grote impact gehad op de toekomst van diepzeemijnbouw, zijn hierdoor deadlines verlaat, ...?**

(Kris Van Nijen:) Wel nee, ik denk het niet, er zijn natuurlijk een paar vertragingen opgelopen links en rechts. Wij hebben gelukkig verder kunnen werken. Wij hadden meer problemen technisch dan covid omdat we met onze umbilical gesukkeld hebben maar dat is nu uiteindelijk opgelost geraakt. En voor de rest zijn er natuurlijk collega's of concurrenten die een beetje vertraging hebben opgelopen links en rechts. En dan puur vanuit wetgevend perspectief heeft onze concurrent vorig jaar, ze noemen dat 'artikel 15' gebruikt. Nauru zijn sponsoringstaat heeft artikel 15 afgeroepen. Artikel 15 laat toe dat wanneer er een land klaar is voor over te gaan naar exploitatie. Dat zij eigenlijk een soort bel kunnen rinkelen en als die bel gerinkeld wordt, moet de wetgever in de komende 2 jaar zijn wet stemmen om naar exploitatie te kunnen gaan. En dat is vorig jaar ingezet, er is natuurlijk wel wat discussie want sommige ngo's en policy makers zeggen ja maar ja wij hebben nog niet de tijd gehad want wij konden niet bijeen komen en nu is het ook nog niet allemaal rozengeur en maneschijn.

We zullen dus heel veel vanop afstand moeten werken, want we hebben maar 2 jaar om dit af te werken. Op die manier krijg je wel impact van covid en dat zal de zaak niet vergemakkelijken, maar langs de andere kant de wereld gaat door he, het is niet omdat je niet bijeen kan komen dat er geen beslissingen kunnen genomen worden. Dus noem het misschien een jaar of 18 maanden vertraging, maar als je al met een 15 jaar lange ontwikkelingstijd zit, is dat geen drama.

**4. Is GSR er al over uit wat voor een schip zij gaan gebruiken voor het diepzeemijnbouwproces? Zo is bijvoorbeeld The Metals Company samen met Allseas een oud boorschip aan het ombouwen, is dit iets wat GSR ook gaat doen of gaan zij een volledig nieuw schip laten bouwen?**

(Kris Van Nijen:) Ja, dat is puur in functie van een opportuniteit. Toen wij in 2012/2013 de eerste schetsen aan het maken waren, hebben wij ook gekeken naar het ombouwen van zo een schip en dat was gewoon te duur en was het dus beter om een nieuwbouwschip te kopen. Maar ja toen was de olie en gas nog boomig business en dan hebben we in 2015 de olie en gas crisis gehad en is die prijs in elkaar gestuikt en als gevolg daarvan kwamen die schepen beschikbaar aan spotprijzen en dan heeft ALLSeas er voor de eerste keer één opgepikt. En als we nu diezelfde analyse terug doen van 2012 dan zien we dat er wel opportuniteiten zijn om schepen te kunnen kopen voor een paar 10 miljoen en dan is dat evident, dan is de conversie de moeite waard. Dus ja als dat zo blijft zullen wij ook een conversie doen van een drillship en je moet ook denken dat kan mogelijks de eerste 2 schepen zo zijn maar het 3<sup>de</sup> zal dan purpose-built zijn. Maar op die manier kan je goedkoper de markt inbreken maar geef je toe aan een bepaalde efficiëntie, je kan niet super efficiënt zijn als je een schip gaat converteren, dat is niet hetzelfde als een purposely built vessel. Om de industrie te starten is dat zeker een optie. Nu neemt natuurlijk die olie en gas terug toe dat zien we ook wereldwijd dus als die prijzen beginnen stijgen is dat natuurlijk wel een probleem.

Langs de andere kant gaat bij olie- en gas-drillschepen de evolutie zeer snel. En ze drukken dat uit in een 5th, 6th, 8th generation vessel en het blijkt dat de sweet spot voor een diepzeemijnbouw schip een 6th generation drillship is. Waarom? Wel, vanaf dat die 7th of 8th generation zijn, zijn die veel te geïntegreerd gebouwd en dan is het zeer moeilijk om die te gaan converteren. Maar die 6th generation zijn zo echt nog een blokkendoos, je pakt dat en dat eraf en je zet dat en dat erop en je bent vertrokken. En die 6th generation vessels zijn dan ook weer te oud om te kunnen concurreren in die olie- en gasvelden waarbij die 7th en 8th veel goedkoper en efficiënter zijn. Dus het zou wel is kunnen dat al die 6th generation vessels nooit meer aan den bak gaan kunnen komen en dan is het natuurlijk ook weer een opportuniteit voor ons. Dus puur opportunistisch.

**Maar dat is wel pas iets voor in de exploitatiefase?**

(Kris Van Nijen:) Nee, dat zullen we ook nodig hebben voor de system integration test. Dus we hebben Patania I en II gedaan, het volgende is Patania III en die zal eigenlijk gebruikt worden als deel van een system integration test waarbij we dus een full scale collector bouwen, een full scale riser bouwen, een schip gaan converteren maar enkel maar voor die geïntegreerde testen te doen. Als die test dan succesvol is dan gaan we een full scale conversion doen, en dan gaan we heel het schip ombouwen voor diepzeemijnbouw. Maar voor de test te doen moet je nog niet alles gaan ombouwen.

##### **5. Wat als jullie er klaar voor zijn om aan commercieel mijnen te beginnen maar de regelgeving nog niet?**

(Kris Van Nijen:) Wij zullen niet klaar zijn want wij gaan nooit een system integration test doen als het wetgevend kader er niet is want dat kost veel te veel geld. Dus nu wachten wij op juli 2023 tot het wetgevend kader zal worden aangenomen, hopelijk hé want dat is die 2 jaar sinds vorig jaar. En dan kunnen wij zeggen oké, nu maken wij de volgende reeks investeringen, zijnde alles voor de system integration test. Dat is altijd een beetje parallel, wij zien dat zo.

Maar The Metals Company ziet dat anders, die hebben hun schip al en die gaan een soort pilot mining test doen, maar ja die hebben natuurlijk patania I en II niet gehad dus die kunnen een beetje surfen op onze kennis die gedeeld is geweest en zij slagen die stappen over. Zij gaan ineens naar dat want het is en blijft natuurlijk wel concurrentie en wie gaat er dus de eerste zijn. En zij nemen ook andere risico's waarbij dat wij als DEME die risico's niet willen nemen, wij gaan niet een system integration test doen zonder een wetgevend kader en zij zeggen ja wij doen dat wel. Ja goed, zij hadden getracht om naar de beurs te gaan om daar al dat geld op te halen om al die testen te doen, ja dat is een beetje mislukt dus ik weet niet of zij nog succesvol gaan zijn om al dat geld op te halen om die testen te doen maar time will tell.

**6. Omdat de CCZ in internationale wateren ligt, is ze onderhevig aan internationale wetgevingen, er zijn echter ook landen die polymetallic nodules in hun EEZ hebben. Overweegt GSR om ook op deze plekken te mijnen en zo ja, zou dit sneller kunnen starten dan in de CCZ?**

(Kris Van Nijen:) We hebben nu morgen een signing ceremonie van een concessie die we hebben bekommen in de Cook Islands, zij hebben knollen in de EEZ. Wij werken al sinds 2012 samen met de Cook Islands en wij hebben daar sinds 2016 een zone opzij kunnen zetten. En zij hebben dan gezorgd voor een wetgevend kader en noem maar op en dat wetgevend kader is dan in 2020 gestemd geweest en nu hebben wij dat door een publieke tender procedure maar ook een joint venture met Boskalis en een joint venture met een Amerikaans bedrijf alle 3 een concessie gekregen. Maar dat is nog altijd maar een exploratieconcessie en nu zullen de Cook Islands ook een exploitatieconcessie stemmen, ze zeggen tegen het eind van het jaar, dus wij doen dat in parallel. Het één is ook een soort de-risking van het andere, als het internationaal niet komt dan hebben we het nationaal en vice versa. Dus effectief, wij zetten daar al jaren op in. Nu die knollen in de Cook Islands zijn net iets anders, die zijn veel meer kobalt dan nikkel.

Dus eigenlijk is de Cook Islands een kobalt deposit en de internationale wateren meer een nikkel deposit maar oke, dat is die diversificatie en dat ik ook interessant. Dus wij zetten daar allebei op in en we gaan zien wie dat de eerste is.

### **7. Wat is uw reactie op de groeiende vraag naar een moratorium op diepzeemijnbouw door bedrijven zoals Google, BMW, ... ?**

(Kris Van Nijen:) Je gaat altijd zien in elke call voor een moratorium, dat zijn eigenlijk conditionele moratoria. Dat wil zeggen als ze zeggen dat dit en dit en dit gebeurt is dan is het oké voor ons. En dat is voor mij ook goed want als ik dan die regels lees is dat eigenlijk hetzelfde wat de Seabed Authority ook vraagt. De Seabed Authority gaat diepzeemijnbouw niet zomaar toelaten je kunt daar niet zomaar naar toe gaan en vragen geef mij is een vergunning en ik ga beginnen. Je moet aan een aantal condities voldoen en als je die gaat vergelijken zijn dat dezelfde condities. Dat gaat bijvoorbeeld over dat je voldoende moet kunnen aantonen dat je het milieu genoeg kan beschermen, ja dat zijn we aan het doen en aan het testen. Je moet kunnen aantonen dat er geen serious harm is, ja daar waren we mee bezig. Dus dat zijn eigenlijk een soort greenwashing initiatieven van google en BMW, dat is hetzelfde als BMW zou zeggen ik wil geen bloed kobalt, ja dat snap ik dat ga je willen vermijden. Ik ga ook geen diepzeemineralen kopen als dat niet gereguleerd is. Volledig mee eens, dus dat is allemaal show en degene die effectief de moeite doen om te lezen wat ze hebben getekend, maar niemand doet dat natuurlijk en ze gaan er vanuit wat The Times of eender wat zegt. Die journalist die leest dat ook niet want die heeft liever een headline die zegt Google zal nooit diepzeemijnbouw metalen gebruiken, dat is flauwekul, lees wat die geschreven hebben. En voor hen is dat een soort branding bescherming. Dus volledig mee eens met dat moratorium. Er is er één van ICN, één van WWF dat ze hebben opgetekend er is er één van de Deepsea Conservation Coalition, er is er één van Seas at Risk en noem maar op en als je die allemaal gaat lezen zijn die allemaal hetzelfde in essentie.

Sommige zetten er ook bij en dat is natuurlijk zeer moeilijk te behalen, ja we moeten ook alle alternatieven op land hebben benut zoals bijvoorbeeld een circulaire economie en duurzame consumptie en verantwoordelijke landmijnbouw. Ja oké, dat zijn natuurlijk allemaal zaken waarop wij inzetten maar dat zijn niet de oplossingen, het is een en-en-en verhaal. Het is bijvoorbeeld niet dat recyclage alles gaat oplossen of een circulaire economie. Binnen 50 jaar misschien maar zeker vandaag nog niet, dus dat zijn allemaal dingen die tegelijkertijd gedaan moeten worden. En als je daaruit dan concludeert dat er nog primaire metalen nodig zijn en dat recyclage en verantwoordelijke landmijnbouw niet genoeg zijn dan moet je je afvragen waar gaan we dat nog halen. En dan krijg je opties, je kan ofwel een diepzeemijnbouw starten of ik ga naar Nieuw-Caledonië, ik ga nog een tropical rainforest omploegen want ik begrijp beter wat de impact daar is. Dan zeggen wij nee, dan lijkt het ons beter om naar de zee te gaan. Wij hebben nu ook een publicatie in december rond de life cycle assesment gepubliceerd waarin dat we aantonen dat we 40% minder CO2 produceren met op zee te gaan dan aan land. Dat is wel belangrijk in de battle against climate change en als je die metalen nodig hebt om batterijen te maken en de climate change aan te pakken en je weet dat je voor die metalen te produceren 40% minder CO2 gaat produceren dan is dat toch evident. Vorig jaar in oktober hebben wij ook een think tank gehad in Oostende daar hebben 13 sprekers 4 topics komen toelichten eerst over hoeveel metalen hebben wij eigenlijk nodig van het demand perspectief. Dan van een supply perspectief, waar komt dat allemaal vandaan. Dan innovatie wat zijn de alternatieven, circulaire, recyclage, batterijtechnologie en noem maar op. En dan ten vierde hoe maak je nu keuzes en dat is door life cycle assessments. Deze presentaties kan je terugvinden op onze site.



## **8. Wat zijn de toekomstplannen van GSR, zowel op korte als lange termijn?**

(Kris Van Nijen:) Een beetje toegelicht al, dus we gaan nu eerst voorbereiden voor dat wetgevend kader dat zal worden aangenomen, er is nog wel wat werk dat daarin moet gebeuren, het royalty regime moet aangenomen worden, standards and guidelines moeten worden aangenomen. Dus daar zijn we nu mee bezig, als dat aangenomen wordt dan staan wij klaar met onze tekeningen om patania III te gaan bouwen, een riser te gaan bouwen en een schip te gaan converteren. Dan doen we die test in 2025, dan vragen we een vergunning aan om naar exploitatie te gaan op basis van die testen en dan moet die vergunning goedgekeurd worden, dat duurt misschien een jaar. Dan doen we de finale conversie van het schip van test naar full scale en dan bouwen we de processing plants zodat we in 2029 operationeel.

## **Bijlage 2, Interview met An Lambrechts 31/03/2022**

### **1. Om te beginnen lijkt het mij misschien interessant dat u zichzelf even voorstelt?**

(An Lambrechts:) Ik werk voor Greenpeace International, eigenlijk nog maar sinds september, mijn rol is nu breder ik ondersteun nog altijd ons werk rond diepzeemijnbouw en de projecten die onze kantoren daarrond hebben. Maar iets minder hands on dan dat ik vorig jaar deed, toen werkte ik nog voor ons Belgisch kantoor en toen was ikzelf een van de campaigners aan boord van een schip, dus dat is een beetje een andere rol maar nog altijd dicht bij het onderwerp. Onder andere mijn focus is ook breder naar biodiversiteit, internationale biodiversiteitconventie toe dus niet alleen in de mariene gebieden maar ook op land bijvoorbeeld. En mijn achtergrond zit ook voor een stuk in onze bossencampagne.

### **2. Waarom is Greenpeace juist tegen diepzeemijnbouw?**

(An Lambrechts:) Omdat het niet duurzaam is, de diepzee is het grootste ecosysteem van de planeet maar is ook nog voor een groot stuk onaangeroerd, ondanks het feit dat er natuurlijk wel impact is van industrieën die we al kennen. Zoals diepzeevervisserij, klimaatverandering, verzuring in de oceanen, opwarming van de oceanen dat speelt allemaal mee en heeft daar natuurlijk een impact op. Dus des te meer reden om daar niet nog meer stressors te gaan bij te pakken, zeker als er alternatieven zijn. En ik denk dat wij het zeer moeilijk hebben met die business as usual groeilogica waarbij dat we onze planeet steeds verder en verder moeten gaan uitputten en als onze planeet niet meer genoeg is dan gaan we naar de ruimte als het moet want ook die debatten zijn al bezig, eerder dan te kijken wat zijn onze planetaire grenzen. Niet alleen klimaat maar ook ecosystemen en hoe blijven we daarbinnen en hoe gaan we aan onze noden voldoen en hoe gaan we onze noden definiëren binnen de grenzen van wat dat er mogelijk is zonder die ecosystemen verder te blijven beschadigen en te vernietigen. Er is relatief weinig onderzoek nog naar de diepzee omdat dat natuurlijk zeer duur is en weinig toegankelijke omgeving.

Dus dat is ook één van onze vragen dat er meer geld komt voor echt fundamenteel wetenschappelijk onderzoek dat niet in functie staat van één of andere industrie. Waar dat er nu in functie van diepzeemijnbouw wel veel onderzoek gebeurd is in de CCZ en daar zien we toch hoe meer wetenschappelijk onderzoek er gepubliceerd wordt hoe weer dat blijkt dat die schade daar onomkeerbaar en onherstelbaar is, zeker als je dat op een menselijke tijdspanne bekijkt. Dus wij zien niet goed hoe je dat kan doen op een ecologisch verantwoorde manier. Want zo een ecosysteem herstellen is bijna niet mogelijk en we weten nog niet eens hoeveel soorten daar eigenlijk zitten en hoe die distributie van die soorten is, hoe sterk vertegenwoordigd zijn die, kunnen die zich herstellen, dat zijn allemaal zo een grote onbekenden. En we merken dat de industrie heel snel vooruit wil gaan en ja we hebben een heel belangrijk principe, dat heet het voorzorgsbeginsel, wat zegt dat je er niet mee door moet gaan als je ziet dat er schade is. En we zien dat er schade is, dus als je dat principe toepast dan is de conclusie heel duidelijk. Wij zien dus niet hoe dat dit duurzaam kan zijn, ook niet uit sociaal perspectief omdat je ziet de bedrijven die zeer actief zijn, zijn bijna allemaal vanuit de global north of hebben sponsorstaten in onze kant van de wereld. Niet allemaal maar toch nog heel veel, dus waar gaat die winst naartoe, dat gaat ook niet ten goede komen van gemeenschappen in de Pacific. Die trouwens ook steeds meer in het verzet komen omdat hun artisanale visvangst bedreigd kan worden door die diepzeemijnbouwactiviteiten en voor hen is dat een heel belangrijke bron van voedsel. Dat is nog echt kleinschalige visvangst die weinig impact heeft op het milieu. Dat is die mensen hun overleving eigenlijk dus die voelen zich ook bedreigd, dus ook op sociaal vlak moet die vraag gesteld worden.

**3. Zijn de recente testen met Patania II voor u/Greenpeace een bewijs dat er misschien wel een mogelijke ecologisch verantwoorde methode is voor diepzeemijnbouw of juist helemaal niet?**

(An Lambrechts:) GSR denkt natuurlijk in functie van 'hoe kunnen we de impact beperken' maar als we de schaal van die impact nog niet goed bevatten dan zie ik niet goed hoe ze dat kunnen doen. En dat beperken zijn ook ingrepen in een ecosysteem en een ecosysteem is geen machine. Dus als je aan 1 aspect raakt dan heeft dat onvermijdelijk gevolgen voor andere aspecten dus ik vind dat nog niet zo eenvoudig om daaraan te remediëren. Het zou interessant zijn om de publicaties die er nu aankomen van de wetenschappers die dat onderzoek hebben gedaan ook te zien. Want zij geven duidelijk aan in Mining Impact welk onderzoek er nog verder nodig is om daar echt conclusies over te trekken. Dus mij lijkt het eerder dat er nog verder onderzoek nodig is voordat we kunnen zeggen dat die impacts veel kleiner gaan zijn. Ik vind dat een beetje gevaarlijk en GSR is zeker niet de enige die dat doet maar de industrie die daar zowat uithaalt en weergeeft zonder de volledige scope van die wetenschappers weer te geven van wat die werkelijk hebben gezegd en die zijn duidelijk niet klaar om beleidsaanbevelingen te geven. Daar zitten de wetenschappers heel hard mee gewrongen dat ze het gevoel hadden dat ze dat moesten doen maar dat ze eigenlijk nog meer onderzoek willen doen.

**4. Zorgt een moratorium op diepzeemijnbouw er niet juist voor dat we nog minder over het leven in de diepzee te weten komen of een potentieel ecologisch verantwoorde methode verloren gaat?**

(An Lambrechts:) Ja dat is wat de industrie daar graag van maakt om die vraag te ondermijnen. Maar wij vragen geen moratorium op wetenschappelijk onderzoek, maar een moratorium op diepzeemijnbouw. En wij willen juist dat dat wetenschappelijk onderzoek los daarvan wel kan blijven gebeuren. Dat is vooral door de secretaris-generaal van de International Seabed Authority zo gedraaid in een hoorzitting voor het Belgisch parlement, dat dat een moratorium op wetenschappelijk onderzoek zou betekenen.

Maar dat is natuurlijk niet waar en natuurlijk hebben wetenschappers angst dat er misschien minder fondsen gaan komen maar ik denk dat het dan ook aan ons is om mee te helpen zorgen dat er genoeg druk is om te zorgen dat die fondsen er wel zijn. Ik vind dat een beetje een drogredenering om te zeggen dat er geen onderzoek meer zou zijn omdat er een moratorium is. En dat bedrijven zelf onderzoek doen is dan ook geen fundamenteel wetenschappelijk onderzoek, dat is onderzoek in functie van het ontginnen van die metalen op de zeebodem natuurlijk.

**Maar door dat onderzoek kunnen ze misschien wel een manier vinden om minder schade toe te brengen of niet?**

(An Lambrechts:) Ja zoals ik al gezegd heb, dat is bijna onmogelijk om daar niet fundamenteel schade toe te brengen als je die knollen wegneemt waar het meeste leven op zit, hoe kan je dan minder schade toebrengen. Ja door ze niet weg te nemen natuurlijk. En ook die voertuigen die op de zeebodem gaan rondrijden, dat gaat ook zorgen voor zeer veel schade en wij hebben GSR bijna een jaar geleden beelden gevraagd om te tonen dat wat wij op het oppervlak zagen niet klopt met dat wat wij vrezen. En zij willen die beelden niet geven dus voor mij betekent dat ook dat zelfs dat pre-prototype dat ze nu getest hebben behoorlijk wat sporen achterlaat en behoorlijk wat sedimentverstoring veroorzaakt. Dus dat is voor ons een openstaande vraag van toon ons dan hoe dat dat daar uitziet, want zij hebben die beelden zeker wel. Wat ons ook verontrust is dat op een bepaald moment de Patania tijdelijk verloren was. Ook bij hun vorige experiment is het een keer fout gegaan omdat de kabel gebroken is. Dus ja als de industrie niet eens zijn machines kan controleren, hoe moeten wij dan geloven dat dat op een duurzame manier gaat gebeuren. Ik ben daar lang niet van overtuigd als ik zie wat dat ik gezien heb op zee. En ja het blijft een feit dat die schade op het ecosysteem onherstelbaar gaat zijn op een termijn die wij ons kunnen voorstellen en daar kan je niet rond. Wat ik ook altijd zo een drogreden vind is “ja maar op de landmijnbouw veroorzaakt ook veel schade en ontbossing enzovoort”. Ja dat klopt, maar moeten wij dan de oceaan gaan vernietigen om een bos te redden, dat klopt ook niet. En we vooral moeten

kijken, hoe blijven we binnen onze planetaire grenzen, zowel op land als in de zee.

**Dus u ziet niet dat er een mogelijkheid is dat er methode van diepzeemijnbouw zou zijn die minder impact heeft dan mijnen aan land?**

(An Lambrechts:) Er zijn zeker veel problemen op land, niemand gaat dat ontkennen. Maar volgens ons zien wij geen diepzeemijnbouw mogelijk zonder dat dat ecosysteem zwaar aangetast wordt. En moeten wij de fouten die aan land gebeurt zijn ook niet gaan herhalen in de diepzee.

**5. Uit verschillende studies blijkt dat we in de toekomst een tekort zullen hebben aan metalen. Wat is volgens Greenpeace de oplossing om op een duurzame manier aan deze metalen te geraken in de toekomst?**

(An Lambrechts:) Ja, ik wil eerst iets zeggen over die studies, want die studies hanteren allemaal van die groeiscenario's die eeuwige exponentiële groei van de wereldeconomie enzovoort vooropstellen. En daar moeten we ook naar kijken, waar baseren die scenario's zich op en wij hebben niet veel scenario's die kijken vanuit een ander economisch model waarbij de groei niet ongebreideld is. En die scenario's gaan ervan uit dat heel de wereldbevolking zijn eigen elektrische wagen koopt, als we zo gaan redeneren is de planeet aarde niet genoeg voor alles dat we nodig hebben. Dus dat is ons eerste punt, je moet kijken, naar welk economisch model wil je en wij kijken veel meer naar circulaire deeleconomie dan naar die typische Wereldbank groeiscenario's. Maar dan nog heb je natuurlijk mineralen nodig dus het is ook belangrijk om te gaan kijken naar innovatie. In de sector als autobatterijen bijvoorbeeld, gaat dat bijzonder snel. Dus het is erg moeilijk om in een scenario te bevatten hoeveel lithium of hoeveel kobalt gaat er nodig zijn als je ziet dat Tesla ieder jaar met een andere toepassing komt waar ze er bepaalde metalen weer aan het uithalen zijn, het gaat allemaal bijzonder snel. Dat is voor ons ook een belangrijk deel van onze campagne van daarnaar te gaan kijken en ook met die bedrijven in gesprek te gaan.

En je ziet ook dat meer en meer bedrijven in die sector zeggen dat volgens ons is er geen nood aan diepzeemijnbouw zoals Volkswagen, Renault, Rivian, Volvo,... Zij hebben al een statement publiek getekend om duidelijk te maken dat er volgens hen geen nood is voor diepzeemijnbouw, dat je ook op een innoverende manier betere batterijen kan gaan ontwikkelen. En dat geldt ook voor andere sectoren, in IT is er wel al voldoende batterijenmateriaal om meer te gaan recyclen, dus daar kan een tandje worden bijgestoken. De hernieuwbare energie moet ook nog werken aan een beter design om beter recyclebaar te zijn. Dat zijn de zaken waar er volgens ons eerst moet worden gezocht. Wij zouden ook van de Belgische overheid liever zien dat ze daar nog een grotere speerpunt van maken in plaats van contracten te sponsoren voor diepzeemijnbouw. Maar ook de geopolitieke context is belangrijk om mee te bekijken, zeker nu ook met de oorlog in Oekraïne. Dat iedereen een beetje in een kramp schiet, wij moeten onze eigen toegang voorzien tot olie maar ook mineralen en metalen. En dat dat ook het spel is dat op de achtergrond speelt, als je ook ziet wat China doet in de Zuid-Chinese Zee en met Taiwan, dat gaat over de controle over dat stuk van de zee en misschien gaan ze daar nooit iets ontginnen of misschien wel maar ze willen strategisch die controle behouden. En natuurlijk China heeft veel mijnen, maar je hebt ook andere landen zoals Congo die zeer politiek onstabiel zijn waardoor een geopolitieke, geostrategische reflex is bij veel regeringen om te zeggen, wij moeten onze eigen toegang gaan verzekeren. En waar kunnen we dan gaan kijken? Naar de internationale wateren want die zijn van iedereen en niemand. Maar dat is ook zeer niet-koloniaal want zo krijg je natuurlijk westerse landen en bedrijven die zich de toegang tot die metalen gaan toe-eigenen via contracten om hun eigen toegangen tot grondstoffen te gaan verzekeren en dat is ook een kwalijke dynamiek. **Er is wel een royalty principe ingezet zodat ook ontwikkelingslanden een gelijke aanspraak kunnen doen op de mineralen in de internationale wateren?** (An Lambrechts:) Nee, dat is het groot probleem met de Ocean Governance, met het beheer, en zeker met de ISA, zij zijn niet echt geschikt voor wat zij moeten doen. De tendens is daar erg sterk om de industrie te steunen en niet te kijken

naar het deel van hun mandaat dat betrekking heeft op de plicht om de zeebodem te beschermen. En zij hebben een Secretaris-Generaal die zeer dicht staat bij de industrie en waar dat verschillende overheden toch in toenemende mate problemen mee hebben. En zonder een grondige hervorming van die organisatie is dat gewoon bijzonder gevaarlijk om op die manier, zoals het nu gebeurt verder te gaan met de ontwikkeling van een regelgevend kader enzovoort. Omdat het niet in goede handen ligt en het niet goed beheerd wordt, en het is zeer intransparant. Ik heb al vele multilaterale fora gezien maar nog nooit iets dat zo intransparant is als de ISA en waar zodanig het mandaat wordt genegeerd om de zeebodem te beschermen en zo hard gekeken wordt naar het stuk dat zegt 'management' en dat dan helemaal vertaald als exploitatie. Je kan ook niet zeggen dat de beschermde zones in die contractgebieden waaronder die van GSR bijvoorbeeld, dat die beschermen. Die gaan ook beschadigd zijn hé, aan ja want vlak daarnaast gebeurt de ontginning dus die zijn eigenlijk de facto niet beschermd want je hebt sedimentpluimen en licht en geluidsstoornis enzovoort die daar ook impact gaan hebben. Dus de vraag is, hoe beschermd is dat? Daar worden dan misschien geen knollen weg genomen maar... **De oppervlakte die uiteindelijk ontgonnen wordt is niet zo groot in vergelijking met de oppervlakte van de zeebodem?**

(An Lambrechts:) Dat is niet zo klein zoals de industrie dat graag voorstelt, dat is een groot gebied. Als je kijkt naar de hoeveelheid metaal die ze daaruit kunnen halen is dat een gigantisch groot oppervlak. In verhouding met wat eruit kan gehaald worden en de vraag is zelfs of dat winstgevend kan zijn, gezien de grote investeringen die ervoor nodig zijn. Maar dat is nog een andere dimensie van het debat natuurlijk.

**6. Als er wetenschappelijk aangetoond kan worden dat er een ecologisch verantwoorde methode is voor diepzeemijnbouw, zal Greenpeace dit dan aanvaarden?**

(An Lambrechts:) Ik zie niet goed in hoe dat dan kan worden aangetoond, hoe het ecologisch verantwoord is om één van de meest kwetsbare ecosystemen van de planeet onherstelbaar te gaan aantasten.



Dat lijkt mij op zich gewoon niet ecologisch verantwoord, ik zie niet hoe dat dat plots ecologisch verantwoord kan. Dat is een beetje als zeggen hoe kan je het amazonewoud ecologisch omkappen om daar veeweiden van te maken, ja dat gaat niet want je bent dat kwijt. Dat kan regenereren en veel sneller dan de zeebodem maar ja de schaal aan wat dat daar wordt gekapt, kan ook niet ecologisch genoemd worden. Dat is een beetje gelijkaardig he, dat is een beetje greenwashing om te doen alsof het dan wel ecologisch verantwoord zou zijn. **Er is onlangs een studie verschenen die aantoont dat diepzeemijnbouw 60% minder CO2 zou uitstoten dan mijnen aan land, is dit ook niet iets waarmee je rekening moet houden?**

(An Lambrechts:) Dat is een veel te beperkte kijk op CO2-uitstoot, en ik denk dat je alle parameters moet bekijken en niet alleen CO2-uitstoot maar ook de impact op de biodiversiteit, op de habitat, op het ruimer ecosysteem. En dat dat allemaal belangrijke factoren zijn om rekening mee te houden. En ja de mijnbouw aan land is niet duurzaam en dat daar ook niet dringend dingen moeten gebeuren om de situatie te verbeteren, ook sociaal trouwens. **Maar u denkt dus wel dat mijnbouw aan land op de een of andere manier duurzamer kan zijn dan in de zee?**

(An Lambrechts:) Dat heb ik niet gezegd, en dat zullen wij ook nooit beweren. Wij zeggen alleen, wij moeten de fouten die op land zijn gemaakt niet herhalen in de diepzee door telkens in dat groeiscenario te blijven vastzitten van we moeten steeds meer mineralen gaan ontginnen. En daar zit volgens ons de eerste denkfout, dat er telkens vanuit dat groeimodel wordt geredeneerd. In plaats van te gaan kijken hoe kunnen we onze economie op een andere leest gaan schoeien zodanig dat we diezelfde fout niet moeten gaan herhalen telkens op nieuwe plaatsen, op land of in de zee. **Maar zelfs met een circulaire economie enzovoort, moet er toch, zeker op korte termijn, nog een stroom van mineralen blijven komen?**

(An Lambrechts:) Ja maar je moet alleen rekenen, diepzeemijnbouw en mijnbouw op zich is een trage logge industrie, dus hoe ga je dat op korte termijn inschakelen. Eens dat die ontginning is begonnen is die vertrokken, en dat is ook een illusie om te denken dat die diepzeemijnbouw in de plaats gaat komen

van die landmijnbouw. Dat zijn andere bedrijven in een andere sector die een ander businessmodel hebben voor een stuk. Die mijnbouwbedrijven op land gaan niet stoppen omdat er andere bedrijven de diepzee gaan ontginnen. Er gaat gewoon een bijkomend marktsegment krijgen, dat is denk ik een illusie om te denken dat er minder mijnbouw zal zijn op land omdat er diepzeemijnbouw zal zijn.

### **7. Hoe ziet u de toekomst van diepzeemijnbouw, zowel op korte als lange termijn?**

(An Lambrechts:) Voor ons is dat iets dat beter helemaal geen toekomst heeft en best zo snel mogelijk kan stoppen. Maar dat het onderzoek naar de diepzee wel wordt voortgezet om beter te begrijpen hoe dat ecosysteem functioneert en welke biodiversiteit daar aanwezig is. We weten minder op de diepzee dan over het oppervlak van de maan en van mars dus ja dat onderzoek moet absoluut blijven doorgaan. En ik begrijp ergens de vrees van de wetenschapper dat daar minder middelen voor zouden komen als er geen industrie achter zit die daar ook veel geld voor over heeft. Maar ja dat is dan ook aan onze overheden om dan boter bij de vis te doen en als zij dat ook belangrijk vinden, daar wel die financiering voor te blijven voorzien. **Dit jaar zou wel al de mining code er moeten zijn omdat Nauru het belletje heeft gerinkeld?**

(An Lambrechts:) Dat is nog zo een fabeltje dat die mining code er moet zijn. Dat klopt helemaal niet, de ISA gebruikt dat gegeven van wat dat Nauru gedaan heeft, trouwens Nauru on behalf of The Metals Company. Maar niets zegt dat daarom dat wetgevend kader er moet zijn en we zien veel overheden, onder meer de Belgische ook op de rem gaan staan omdat dat in een stroomversnelling gaat steken en met een trein die niet solide is, dat is veel erger dan er geen hebben. Dat gevaar is nu zeer groot dat het niet solide is, ook omdat wetenschappers duidelijk blijven aangeven dat ze zich niet klaar voelen om met beleidsaanbevelingen te komen en dat ze eigenlijk nog meer onderzoek willen doen.

En dat is dus wel belangrijk om naar te luisteren en ja voor ons is een moratorium de beste oplossing, wij zetten daar ook geen tijd op, sommige doen dat wel, een moratrium van 10 jaar ofzo. Wij doen dat niet, ik denk dat dat geen zin heeft om daar een tijd op te zetten, je moet gewoon genoeg tijd voorzien om dat ecosysteem te leren kennen voordat daar gelijk welke industriële activiteit gepland wordt. En wat dat niemand ook weet is de combinatie van al die verschillende stressoren op die ecosystemen, wat gaat daar de impact van zijn en dat gaat dan zelfs verder dan wat mariene biologen in de diepzee kunnen onderzoeken. Dat gaat ook over impacts van klimaatverandering, van vervuiling, van overbevissing enzovoort. En je moet al die dingen eigenlijk optellen om het totaalbeeld te zien van wat gaat dat betekenen voor dat diepzee ecosysteem.

