OORSPRONG

OVER HET ONTSTAAN EN DE EVOLUTIE VAN LEVEN

DRIE HOOFDLIJNEN IN ONDERZOEK p. 12

ONDERZOEKSAGENDA IN BEELD p. 26

MAATSCHAPPELIJKE IMPACT p. 30

Origins Center

2022 / Speciale uitgave

Het leven is een geestig iets
Zichzelf van grot naar Maan genegen
Nu is het er, maar ooit was er niets
Tot het één het ander deed bewegen

Introductie.

Hoe ontstond het leven op aarde? Hoe is meercellig leven ontstaan? Kun je evolutie voorspellen? Het zijn fundamentele vragen die wetenschappers al eeuwen bezighouden. Waarom? Omdat kennis over de oorsprong en de evolutie van het leven ons meer leert over onze rol en betekenis in het universum en bijdraagt aan het beantwoorden van de vraag waar alles mee begint: waarom zijn we hier?

Het Origins Center, opgericht in 2017 dankzij een Startimpuls-financiering van de Nationale Wetenschapsagenda, ondersteunt wetenschappers bij het beantwoorden van deze vragen. Het is een kennisinstituut dat astronomen, biologen, aardwetenschappers, ecologen, chemici, fysici, informatici en wiskundigen aan elkaar koppelt. We ondersteunen hun werk en ontsluiten hun kennis voor iedereen die geïnteresseerd is in verleden, heden en toekomst van leven op aarde en in het universum.

> *Het Origins Center wil het begrip over de oorsprong en evolutie van leven op aarde en in het universum verbeteren door baanbrekend Nederlands onderzoek te stroomlijnen en zichtbaar te maken*

Deze uitgave neemt u mee in de wereld van deze wetenschappers en geeft betekenis aan de integrale rol van het Origins Center als expertisecentrum voor de Nederlandse wetenschap. Allemaal met één helder doel: samen met onderzoekers van Nederlandse universiteiten en kennisinstituten een beter begrip realiseren over de oorsprong en evolutie van leven op aarde en in het heelal.

Inhoud.

P. 4 | Onderzoeksvragen

P. 6 | Origine ontdekken

P. 8 | Zoeken naar de oorsprong

P. 10 | Levende netwerken

P. 12 | Drie hoofdlijnen in onderzoek

P. 14 | Een geschikte planeet

P. 18 | Het allereerste leven

P. 22 | Ongekende biodiversiteit

P. 26 | Onderzoeksagenda

P. 28 | Coördineren, verbinden & faciliteren

P. 30 | Maatschappelijke impact

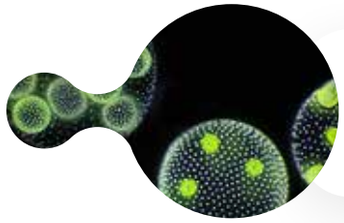
P. 32 | Partners

P. 34 | Colofon

Onderzoeksvragen.

Waar ontstond het eerste leven op aarde?

Heeft al het leven één gemeenschappelijke voorouder?



Hoe ontstond meercellig leven?

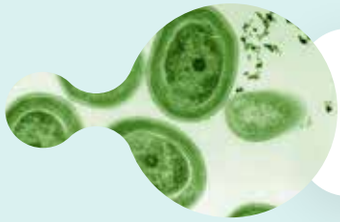
Wat is er nodig om leven te laten ontstaan?

Is er leven geweest op Mars?

Wat komt er na de mens?

Kunnen we leven maken?

Hoe kunnen we buitenaards leven herkennen?

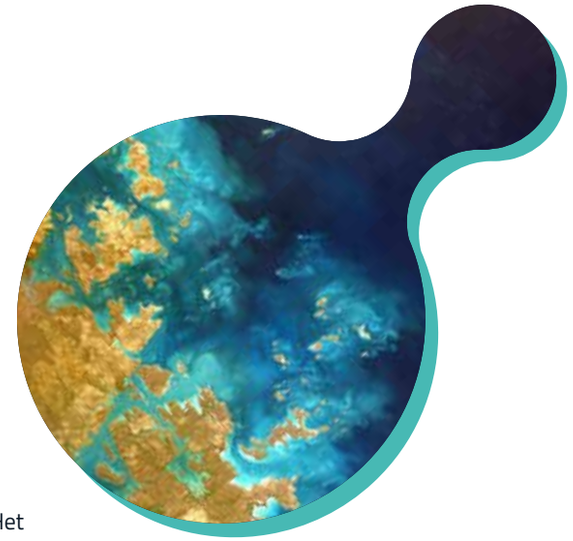


Hoe voorspelbaar is evolutie?

Wat maakt een planeet leefbaar?

Origine ontdekken.

IN HET SPOOR VAN LEVEN EN EVOLUTIE



***Perseverance* verkent Mars, de ruimtetelescoop James Webb belooft nieuwe ontdekkingen en het ruimtetoerisme van Blue Origin en SpaceX brengt de wereld buiten de dampkring live op ieders scherm. Maar de zoektocht naar leven reikt veel verder dan dat. Baanbrekende ontdekkingen over het leven beginnen vaak als ontdekking op de vierkante nanometer. Het Origins Center helpt onderzoekers bij die zoektocht.**

WAAROM HET ORIGINS CENTER

Nederland geldt als een internationale 'kenniskoploper' op het gebied van onderzoek naar het ontstaan en de evolutie van leven. Om deze voorname positie te behouden zijn wetenschappelijke samenwerking, goed onderwijs en technologische doorbraken nodig. Het Origins Center faciliteert dit, met elan. We doen eigen onderzoek, behartigen de belangen van de Nederlandse *'origin of life'*-gemeenschap en bevorderen de kwaliteit van wetenschappelijk onderwijs en onderzoek op het gebied van het ontstaan en het creëren van leven. Als nationaal expertisecentrum voor onderzoek naar de oorsprong en evolutie van leven verbinden we onderzoekers, helpen we wetenschapstalent vooruit, delen we kennis en best practices en maken we baanbrekende studies zichtbaar. We verbinden het werk van onderzoekers aan existentiële vragen die in de maatschappij leven, tonen beleidsbeslissers en publiek wat we in Nederland doen om mysteries rondom de ontwikkeling van leven te ontrafelen en geven interdisciplinaire samenwerking in het wetenschapsveld een krachtige impuls.

> *"We weten nu dat ons sterrenstelsel boordevol planeten zit, maar zit het ook boordevol met leven? Die vraag is belangrijk voor het perspectief van de mensheid en het antwoord zal verstrekkende gevolgen hebben."*

— Ewine van Dishoeck, hoogleraar moleculaire astrofysica, Universiteit Leiden en winnaar van de Kavli Prijs voor Astrofysica 2018

HOE WERKT HET ORIGINS ENTER

Het Origins Center is een expertisecentrum met een eigen Onderzoeksagenda. De basis van deze agenda wordt gevormd door een reeks vragen van burgers aan de wetenschap, in het kader van de Nationale Wetenschapsagenda. Het Nederlandse publiek staat hiermee aan de basis van alle onderzoeksprojecten die het Origins Center faciliteert en coördineert. In de Onderzoeksagenda zijn de publieksvragen door wetenschappers uitgewerkt tot twaalf grote thema's. Deze onderwerpen geven richting aan zes interdisciplinaire kennisnetwerken die zich rondom deze onderwerpen verenigen. Het Origins Center begeleidt deze interdisciplinaire netwerken, inspireert en faciliteert excellent onderzoek, brengt leden bij elkaar en vraagt aandacht voor deze thema's in vak- en publieksmedia.

WAT DOET HET ORIGINS CENTER

Het Origins Center initieert kruisbestuiving tussen wetenschapsdisciplines en inspireert technologische vooruitgang en kennisinnovaties. Integraal samenwerken is de norm. Bij deze unieke onderzoeksbenadering is open science een voornaam uitgangspunt, vanuit de visie dat het beantwoorden van existentiële publieksvragen een toegankelijke wetenschappelijke benadering en methodiek vergt. Zo brengen we elkaar verder in het verbeteren van het begrip over de oorsprong en evolutie van leven op aarde en in het universum - onze missie. Het is een boodschap die we actief ondersteunen, met ons jaarlijkse congres, drukbezochte netwerkevenementen en webinars en informatieve digitale nieuwsbrieven. Voor elkaar en met elkaar. Omdat nieuwe kennis over de oorsprong van het leven ons allemaal raakt.

> *"We verbinden wetenschapsvelden, faciliteren kennisgroei en uitwisseling en delen het Nederlands onderzoek naar de oorsprong en evolutie van leven met iedereen."*

— Inge Loes ten Kate, universitair hoofddocent planeetwetenschappen, voorzitter stuurgroep Origins Center, Universiteit Utrecht

> *"Het is een uitdaging om de impuls die het Origins Center heeft gegeven aan samenwerking in ons wetenschappelijke werkveld om te zetten in een blijvende beweging."*

— Sijbren Otto, hoogleraar systeemchemie, Rijksuniversiteit Groningen

PUBLIEKSINFORMATIE

Het Origins Center maakt studies over het ontstaan en de evolutie van leven zichtbaar voor de academische gemeenschap, maar is ook een actieve inspirator voor beleidsmakers en publiek. Doorbraakstudies naar de oorsprong van leven op aarde, op manen en op planetoïden, de rol die bacteriën of microben spelen in ons dagelijks leven - het team van het Origins Center brengt de zoektocht naar antwoorden dichterbij. Dat doen we via onze website, op kanalen als NEMO Kennislink en de Universiteit van Nederland, maar ook met doorlopende activiteit op LinkedIn, Facebook en Twitter. Zo creëren we dialoog, inspireren we interactie en vergroten we begrip.

WAAR SPEUREN WE NAAR EN WAAROM?

Zoeken naar de oorsprong.

Waarom kon leven op aarde ontstaan? Welke omstandigheden maakten dat mogelijk? Het Origins Center probeert te ontrafelen welke factoren tijdens het ontstaan en de evolutie van planeten bepalend zijn voor de uiteindelijke omstandigheden op die planeet.

Waar komen we vandaan?
Is er leven buiten de aarde?
Waar herken je leven aan?

Het zijn bekende vragen die de mens zich al lang stelt, maar ons nog altijd voor grote intellectuele uitdagingen plaatsen. Dat is niet verwonderlijk. De vragen hebben betrekking op historische gebeurtenissen op een tijdschaal die voor ons nauwelijks te bevatten is, in een omgeving waar we nog weinig van weten. We kunnen het ontstaan van de kosmos, de totstandkoming van de aarde en de ontwikkeling van het eerste leven bovendien niet overdoen.

ENTHOUSIAST VERKLARINGEN ZOEKEN

We tasten in het duister, letterlijk en figuurlijk. Maar dat is juist een uitdaging voor de wetenschap. Dat iets ondoorgrondelijk en complex lijkt, is juist een aansporing voor onderzoekers om met nog groter enthousiasme te zoeken naar een verklaring. Door grote vragen op te knippen in kleinere problemen en vervolgens de puzzelstukjes bij elkaar te voegen ontstaat langzaam maar zeker een beter begrip van de wereld om ons heen.

VRAAG IS LEIDEND

Deze vooruitgang vraagt niet alleen diepgaande kennis van de natuurkundige, scheikundige, geologische, biologische, astronomische, wiskundige en ecologische principes die al deze fenomenen sturen. Het vereist vooral dat al die kennis en zienswijzen worden samengebracht, in één samenhangend systeem. De natuur maakt geen onderscheid tussen natuurkunde en biologie.

Daarom kijken onderzoekers die zijn verbonden aan het Origins Center standaard vanuit allerlei wetenschappelijke disciplines naar een fenomeen. De vraag is hierbij leidend. Het leidt tot vruchtbare kruisbestuivingen tussen voorheen gescheiden vakgebieden. Geologen werken samen met wiskundigen, astronomen met biologen en chemici met ecologen. Alleen zo is het mogelijk de complexe interacties te begrijpen die ten grondslag liggen aan wat er nu is en wat -wellicht- ooit is geweest. Vanuit die integrale benadering krijgen we misschien ook een beter idee van wat er nog gaat komen.

VERBONDEN WETENSCHAP

Levende netwerken.

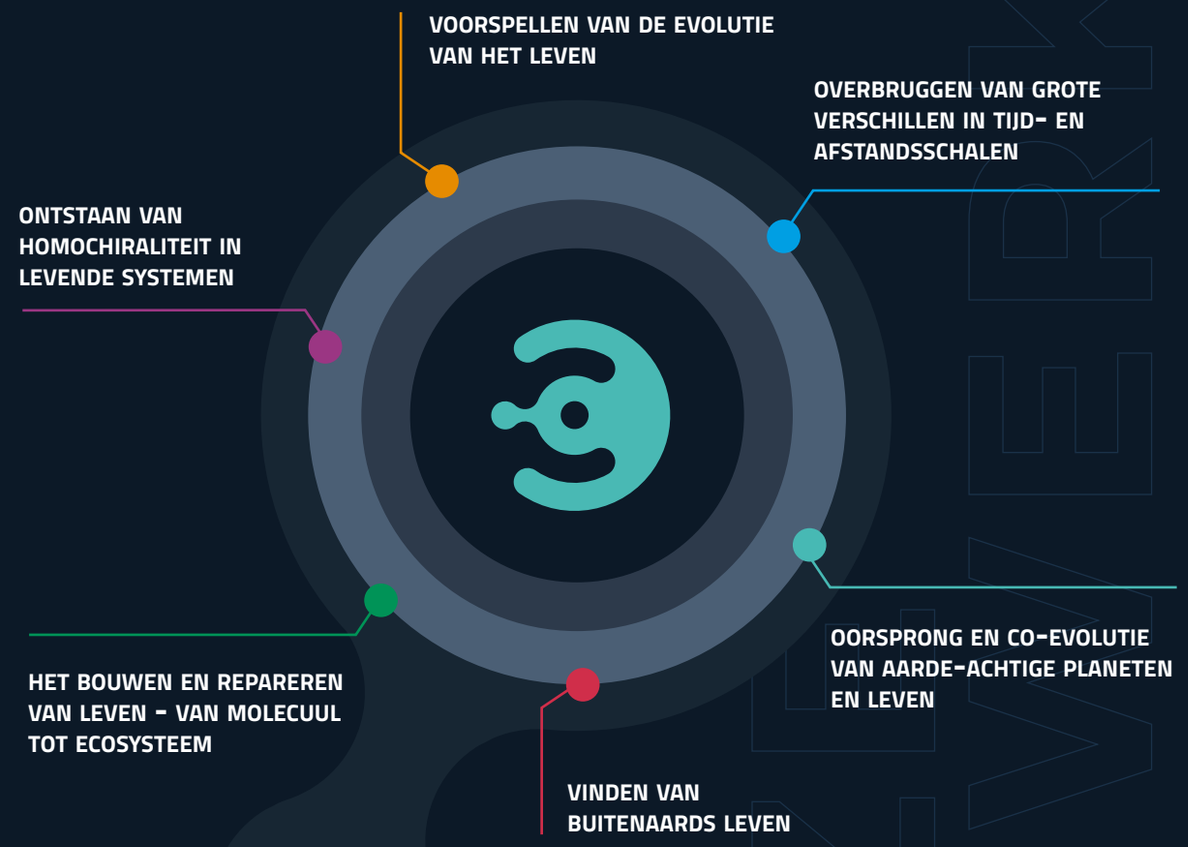
Het Origins Center verbindt wetenschappelijke netwerken van Nederlandse universiteiten en kennisinstituten en is een centrum van kruisbestuiving, mede dankzij de zes actieve netwerken van het centrum zelf. Zo verbeteren we de uitwisseling tussen wetenschappers en creëren we een sterke positie voor onderzoek naar de oorsprong en evolutie van leven in ons land – ook internationaal.

SPANNENDE ONDERZOEKSVRAGEN

In Nederland zijn ruim 380 wetenschappers iedere dag bezig met onderzoek dat een relatie heeft tot de oorsprong van leven. Zij werken verspreid over universiteiten en onderzoeksinstituten door het hele land, maar vinden elkaar in het Origins Center. Deze netwerkfunctie van het Origins Center zorgt voor spannende, onverwachte samenwerkingsverbanden waarin geheel nieuwe onderzoeksvragen naar boven komen.

> *"De spannendste wetenschap vindt plaats aan de grenzen van vakgebieden, maar om die grenzen te overstijgen heb je netwerken nodig die de contacten met onderzoekers uit andere velden mogelijk maken. Goede netwerken bouw je niet zomaar, maar ze zijn essentieel voor wetenschappers die zich op nieuw, onbekend terrein wagen."*

— Wim van Westrenen, hoogleraar planetaire evolutie, VU Amsterdam en coördinator van het PEPSci netwerk dat aardwetenschappers en astronomen verbindt



WAAR SPEUREN WE NAAR EN WAAROM?

Origins Center: drie hoofdlijnen in onderzoek.

Samen met Nederlandse universiteiten en kennisinstituten richt het Origins Center zich in onderzoek op drie belangrijke hoofdthema's die ieder nauw samenhangen met de vroegste ontstaansgeschiedenis van planeten, het eerste leven en de evolutie van biodiversiteit.

HOOFDLIJN 1

Een geschikte planeet.

Hoe is de aarde een goede omgeving voor leven geworden en wat vertelt ons dit over de leefbaarheid van andere planeten?

> *"De meest interessante, nieuwe inzichten verkrijg je door nieuwe combinaties te maken van invalshoeken. Daarom moet je onderzoekers uit allerlei disciplines apart en samen aan deze vragen laten werken."*

— Paulien Hogeweg, hoogleraar theoretische biologie en bioinformatica, Universiteit Utrecht

HOOFDLIJN 2

Het allereerste leven.

Ooit is het een keer gelukt: de overgang van levenloze materie naar iets dat de aarde voorgoed zou veranderen. Hoe kon dat eerste leven ontstaan?

HOOFDLIJN 3

Ongekende biodiversiteit.

Wie al het leven op aarde ziet, kan zich nauwelijks voorstellen dat het ooit begon met een eenvoudige, kleine cel. Wat zette de evolutie in gang en gaat dat proces eigenlijk volgens vaste principes?

HOOFDLIJN 1

Een geschikte planeet.

Is er elders in het heelal ook leven (geweest)? Een intrigerende vraag, maar hoe en waar zoek je in dat immense heelal naar dat mogelijke, andere leven? Daarvoor is het ook essentieel om te weten waarom nou juist op aarde leven kon ontstaan. Als we dat weten, biedt het aanknopingspunten voor de zoektocht naar leven buiten de aarde.

NIEUW INZICHT

Zware elementen in de ster.

De chemische samenstelling in de kern van aardachtige planeten heeft invloed op de ontwikkeling van koolstofdioxide in hun atmosfeer. De aanwezigheid van enkele zware, radioactieve elementen in de mantel van de planeet bevordert de koolstofkringloop. Dat heeft weer een gunstige stabiliserende invloed op het klimaat. In de zoektocht naar leefbare exoplaneten is het daarom belangrijk om, in de bijbehorende ster, de gehaltes aan deze zulke elementen te bepalen. Onderzoek van het Origins Center wijst uit dat deze benadering een zinvolle aanwijzing kan zijn in het onderzoek naar exoplaneten.

WAAR SPEUREN WE NAAR EN WAAROM?

Een geschikte planeet.

Waarom kon leven op aarde ontstaan? Welke omstandigheden maakten dat mogelijk? Hoe kwamen die omstandigheden op aarde tot stand? Want ook al is de aarde tot dusver de enige planeet waarvan we weten dat er leven is ontstaan, de ontstaansgeschiedenis van de aarde zelf is verre van uniek. Alle planeten en manen zijn ooit begonnen als een klein stofdeeltje dat gaandeweg is uitgegroeid tot een groot, stabiel hemellichaam dat in een baan om een ster of een andere planeet ging draaien.

OMSTANDIGHEDEN PLANEETVORMING METEN

Het Origins Center probeert te ontrafelen welke factoren tijdens het ontstaan en de verdere evolutie van planeten bepalend zijn voor de uiteindelijke omstandigheden op die planeet. Welke rol speelt de chemische samenstelling van het eerste stofdeeltje en van alle andere deeltjes en brokken waarmee het botst? Welke rollen spelen de gassen in de ster, de afstand tot de ster en de vorm van de baan rond de ster? Wat is het verband tussen de verschillende planeten die rond dezelfde ster ontstaan? Wat is de rol van latere, grote botsingen van planetoïden? En: hoe bepalend zijn deze factoren voor de mogelijke 'leefbaarheid' van een planeet?

> *"Onderzoek naar andere planeten en hun manen is essentieel om het ontstaan en voortbestaan van leven te begrijpen, want ook daar kunnen werelden met vloeibaar water zijn of zijn geweest."*

— Bert Vermeersen, hoogleraar planetaire exploratie, TU Delft

SPORENONDERZOEK EXOPLANETEN

Aan de oorsprong van leven ging de oorsprong van planeten vooraf - een logisch startpunt. Bovendien is planeetvorming een cruciaal onderwerp voor het onderzoek naar mogelijk leven, of sporen ervan, buiten de aarde. Relevant op planeten en manen 'dichtbij', maar ook voor het onderzoek naar exoplaneten, waarvan er inmiddels al duizenden zijn opgespoord. Op welke kenmerken van een planeet moeten we letten in deze uitdagende zoektocht? Binnen het Origins Center werken astronomen, geologen, (astro)chemici, biologen en natuurkundigen aan deze prikkelende vragen.

HOOFDLIJN 2

Het allereerste leven.

Op tenminste één plek in het heelal kreeg leven een kans: de aarde. Dat staat vast. Maar welke factoren speelden mee bij de overgang van levenloos gesteente naar de eerste, eenvoudige levensvormen? Dat vraagt om praktische, concrete experimenten die dit proces nabootsen en duidelijk maken wat je nodig hebt om leven tot stand te brengen.

Het allereerste leven.

Piepkleine stofdeeltjes staan aan de basis van talloze planeten en andere hemellichamen die zich in de loop van miljarden jaren hebben gevormd. Op tenminste een daarvan, onze aarde, gebeurde vervolgens iets spectaculairs: er ontstond leven. Maar wanneer was dat precies? Waar gebeurde dat? Hoe zag dat eerste leven eruit? Het zijn allemaal vragen waar we een antwoord op zoeken. Of dat ooit lukt is onzeker. Want de aarde zelf is, door de opkomst van leven, enorm veranderd. Of er nog sporen zijn van dat allereerste leven en of we die zouden herkennen als we ze zagen kan niemand met zekerheid zeggen.

GEORGANISEERDE MATERIE

Onderzoekers binnen het Origins Center proberen inzicht te krijgen in de omstandigheden die het mogelijk maken dat onsamenhangende, levenloze materie opeens een georganiseerd, stabiel geheel vormt dat heel nieuwe eigenschappen laat zien, dat zichzelf intact kan houden, kan groeien en meer van zichzelf kan maken. Hun werk geeft zicht op een heel eenvoudige eerste versie van een levende cel, die zich toch al revolutionair anders gedraagt dan de levenloze omgeving waar deze cel uit voortkwam.

JONGE AARDE

We weten dat er op de nog levenloze aarde van alles aanwezig was om chemische processen te laten plaatsvinden. Aan bouwstenen geen gebrek: alle chemische elementen waren al gevormd. De jonge aarde bevatte verschillende mineralen, metaalverbindingen en gassen. Bovendien was er vloeibaar water. Temperatuurverschillen, vulkaanuitbarstingen, platentektoniek, bliksem en intense ultraviolette straling van de zon zorgden voor een dynamische omgeving waarin allerlei chemische reacties mogelijk waren. Maar wat is er nodig om uit willekeurige, toevallige reacties iets te laten ontstaan dat vervolgens blijft bestaan en zichzelf in stand houdt? Iets dat aan het toeval en de willekeur ontstijgt. Iets dat we 'leven' noemen.

NIEUWE AANPAK

De diepzee simuleren in het lab.

In een laboratorium van de Universiteit Utrecht staat sinds eind 2020 iets heel bijzonders: een oorsprong-van-leven-simulator. Deze opstelling bootst een hydrothermale bron op de bodem van de diepzee na. Zo'n opening in de zeebodem, waar hete vloeistoffen en gassen vanuit het binnenste van de aarde mengen met het koude, licht zure oceaanwater, is een van de kansrijke plaatsen voor het ontstaan van het eerste leven. Het onderzoeksteam van het Origins Center onderzocht met deze simulator wat er precies gebeurt als de twee vloeistofstromen mengen. Welke nieuwe moleculen worden vervolgens geproduceerd? Met behulp van praktische experimenten proberen we aan te tonen welke reacties en processen er mogelijk zijn bij zo'n diepzeebron en of die relevant zijn voor de eerste stappen op weg naar leven.

NIEUW INZICHT

Zonder sterfte geen nieuw leven.

Een belangrijke vraag rond het ontstaan van leven is hoe je van enkele eenvoudige moleculen spontaan komt tot een verzameling met veel verschillende, grotere moleculen met nieuwe eigenschappen. Chemici van de Rijksuniversiteit Groningen, waaronder ook wetenschappers die zijn verbonden aan het Origins Center, gebruiken daar 'replicatoren' voor; kleine moleculen die zichzelf kunnen kopiëren en samen grotere strengen vormen. Als je kleine en grotere replicatoren bij elkaar brengt in competitie om bouwstenen, winnen de kleinere altijd omdat ze sneller meer van zichzelf kunnen maken. Zo kom je niet tot nieuwe, meer ingewikkelde structuren. Maar, zo ontdekten de onderzoekers, als je een stof toevoegt die de replicatoren afbreekt - de 'dood' in het systeem - zijn vooral de eenvoudige moleculen de klos. De grotere replicatoren zijn beter beschermd. Zo krijgt de broodnodige complexiteit van het leven een kans. Dankzij het afsterven van eenvoudige moleculen.

> *"'Wat is de moleculaire oorsprong van het leven?' is voor mij de allerbelangrijkste fundamenteel wetenschappelijke vraag. Het bouwen van een moleculair systeem in het lab dat kenmerken van een levende cel vertoont, zal een mijlpaal voor de wetenschap betekenen en ons inzicht in de complexiteit en het functioneren van het leven dramatisch verhogen!"*
>
> **— Ben Feringa, hoogleraar organische chemie, Rijksuniversiteit Groningen, Nobelprijs voor scheikunde 2016.**

CHEMISCHE EXPERIMENTEN

Om grip te krijgen op die spontane overgang van levenloos naar primitief leven, kiest het Origins Center voor een praktische benadering waarin chemische experimenten een grote rol spelen. Tijdens deze proefnemingen wordt bekeken welke moleculen in staat zijn om zichzelf te kopiëren. Het is een reproductieve eigenschap die bij het eerste leven effectief was. Bovendien onderzoekt het Origins Center wat er gebeurt als er kopieën ontstaan. Kunnen deze moleculen dan weer geheel nieuwe moleculen maken? Is het mogelijk uit een klein aantal bouwstenen steeds nieuwe mogelijkheden te ontwikkelen? Kunnen we in het laboratorium de omstandigheden creëren waardoor vanuit een levenloze verzameling moleculen stapjes worden gezet richting een 'levend' geheel? Inmiddels zijn er eerste stappen in die richting gezet. Hoelang deze ontdekkingsreis naar het grensgebied tussen levenloos en leven zal duren is niet te voorspellen, maar dat we gaandeweg onze kennis over de stoffelijke wereld enorm uitbreiden staat vast.

HOOFDLIJN 3

Ongekende biodiversiteit.

Vanuit de eerste, piepkleine eencelligen is een onvoorstelbare rijkdom aan leven voortgekomen. Deze biodiversiteit is het resultaat van een overbekend, maar tegelijkertijd grotendeels onbegrepen fenomeen: evolutie. Als we evolutie beter doorgronden, krijgen we wellicht ook zicht op oplossingen voor enkele grote problemen waar we als mensheid voor staan.

NIEUW CONSORTIUM

oLife Fellowship Programma.

Achttien postdoctoral fellows werken aan vragen voortvloeiend uit de Origins Center Onderzoeksagenda. Dit doen ze samen met onderzoekers van de Rijksuniversiteit Groningen, de Technische Universiteit Eindhoven en Universiteit Leiden in een driejarig consortium gefinancierd door de Europese Unie en de deelnemende instituten (COFUND, grant agreement 847675, €5,9 miljoen).

NIEUW ONDERZOEK

Grenzen aan de celgroei.

Wat bepaalt hoe groot een cel kan worden? Zijn er grenzen aan de groei van een cel? Chemici, biologen en natuurkundigen van Rijksuniversiteit Groningen, verbonden aan het Origins Center, zoeken uit welke factoren de groei van een cel bepalen. Voor dit project is eind 2020 €1,8 miljoen toegekend vanuit de NWA-ORC subsidies.

HET ALLEREERSTE LEVEN

Ongekende biodiversiteit.

Hoe het allereerste leven is ontstaan blijft vooralsnog een mysterie. Toch weten we wel dat toen er eenmaal leven was, dit leven zich in hoog tempo heeft ontwikkeld en over de hele aarde heeft verspreid. Eerst breidde dit leven zich uit als een verzameling eencelligen, later kwamen daar meercellige levensvormen bij. De huidige veelvormigheid van het leven is duizelingwekkend.

GENETISCHE STAMBOMEN MAKEN

We weten dat uit de eerste levende organismen een variëteit aan levensvormen is ontstaan die tot op de dag van vandaag nieuwe soorten voortbrengt. Toch is de evolutie nog omgeven door vragen. Zijn er vaste patronen? Hoe snel gaat zo'n proces? Is evolutie te voorspellen? Wat bepaalt of een verandering beklijft? Heeft al het leven dezelfde 'voorouder' of waren er meerdere? Hoe ziet de stamboom van het leven er precies uit?

Binnen het Origins Center wordt op verschillende niveaus getracht de evolutie beter te begrijpen. Zo worden genetische stambomen ontwikkeld die miljarden jaren teruggaan in de tijd. Op die manier krijgen we een beeld van de historie en de verwantschap, maar ook van de demografie van al het leven op aarde. Daarnaast proberen onderzoekers van het Origins Center via computermodellen na te bootsen hoe meercellige levensvormen zijn ontstaan vanuit hun eencellige voorgangers. Ze brengen in het laboratorium evolutieprocessen op gang en proberen evolutie te voorspellen. Al dit onderzoek werpt niet alleen licht op hoe we tot het heden zijn gekomen, maar helpt ons ook om te zien hoe huidige veranderingen inwerken op het leven om ons heen en van onszelf. Leven is altijd onderdeel van een groter geheel. De evolutie gaat door.

ONGRIJPBARE EVOLUTIE

Wat wellicht nog duizelingwekkender is dan de hoeveelheid, is het inzicht dat al die biodiversiteit geheel spontaan is voortgekomen uit dat allereerste, eenvoudige leven. Wat ooit begon als een nieuw fenomeen in een levenloze omgeving, is de bron van al het leven – ook dat van ons. Dit proces, dat we allemaal kennen als de evolutie, is tastbaar en ongrijpbaar tegelijkertijd.

> *"Evolutie begrijpen is juíst nu belangrijk. Het stelt ons in staat om effectief te reageren op nieuwe virusvarianten of antibiotica resistentie, en aanpassing van de natuur aan klimaatverandering te bevorderen."*

— Jacintha Ellers, hoogleraar evolutionaire ecologie, VU Amsterdam

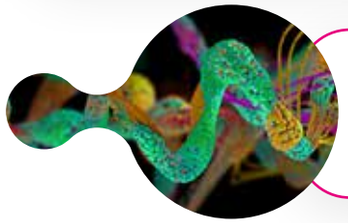
Origins Center Onderzoeksagenda.

OVER WETENSCHAPSESSENTIES, PLANNEN EN WENSEN

De Origins Center Onderzoeksagenda is ons wetenschapsmanifesto. De stuurgroep van het kenniscentrum brengt hierin het Nederlandse onderzoekslandschap in kaart, formuleert doelen en schetst de wetenschappelijke kernvragen rondom twaalf internationale onderzoeksthema's. Dit is het ijkpunt voor onderzoek binnen het centrum en bundelt onderzoek op basis van internationale standaarden. De wetenschapsthema's, die in de Onderzoeksagenda zijn geformuleerd, zijn samengesteld op basis van duizenden vragen die Nederlandse burgers in 2015 stelden in het kader van de Nationale Wetenschapsagenda. Met dit unieke initiatief van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijke Onderzoek (NWO) werden actuele wetenschappelijke vragen die bij Nederlanders leefden geïdentificeerd. Deze aanpak is uniek, verbindt burgers en bedrijfsleven met de wetenschap en heeft vanuit het buitenland lof geoogst.

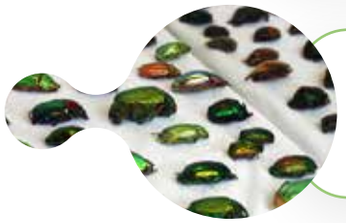
De vorming en vroege evolutie van aardachtige planeten en manen

Het ontstaan van de juiste omstandigheden die leven mogelijk maken

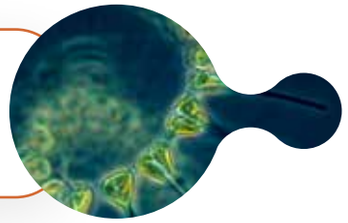


Het ontstaan van relevante moleculen voor het leven

Het ontstaan van levensechte functies



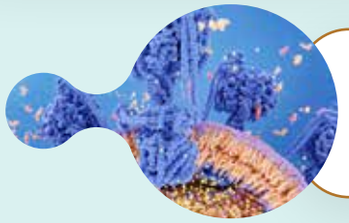
Het ontstaan van de Darwinistische evolutie



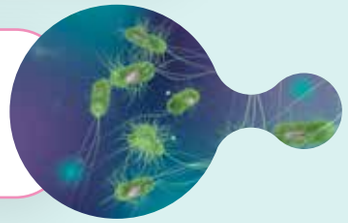
Het ontstaan van leven

De interactie tussen leven en de omgeving

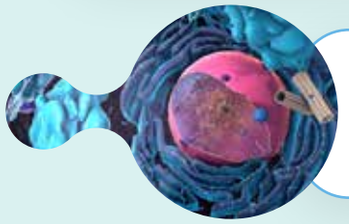
De ontwikkeling van verschillende niveaus van biologische organisatie



De opkomst van de hedendaagse biochemie

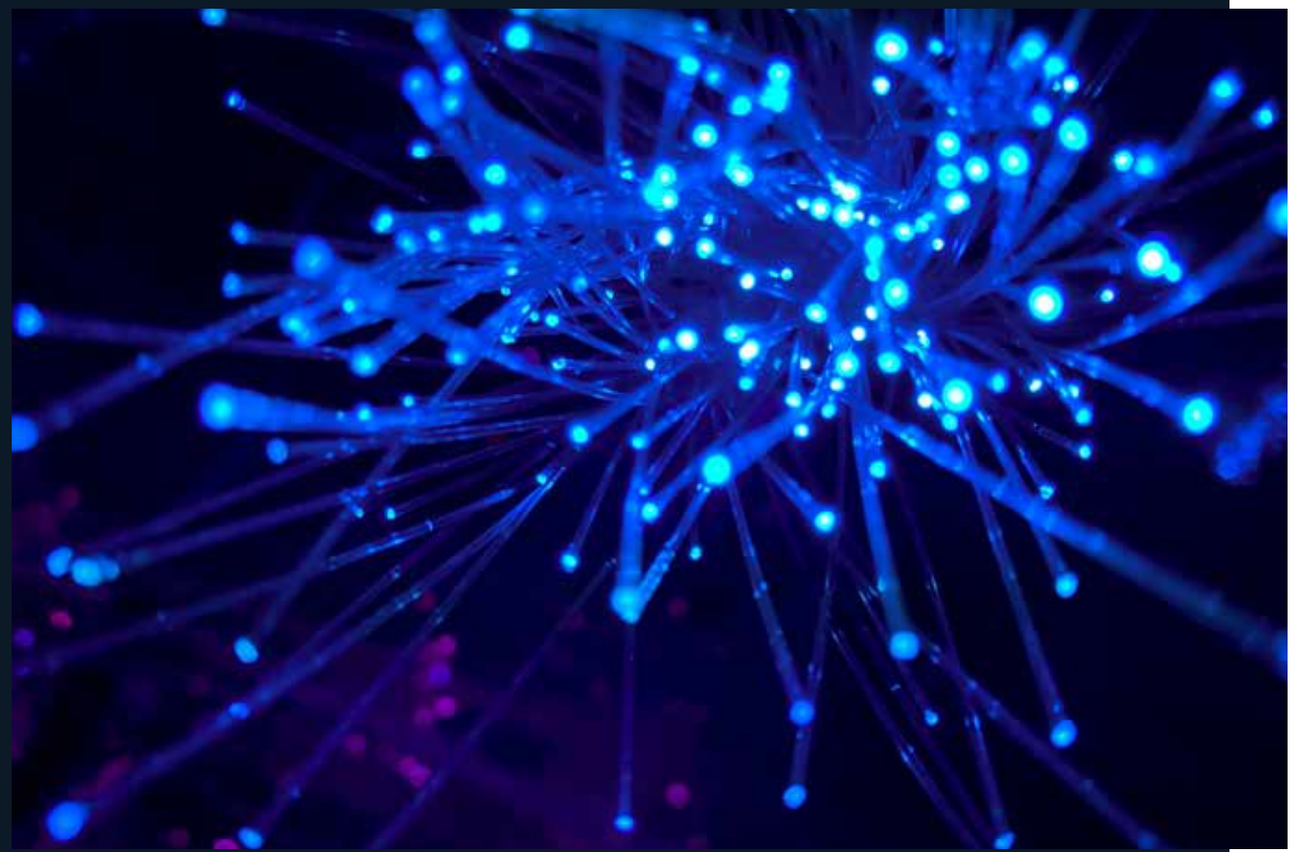


De opkomst van de prokaryoten: levende cellen



Het ontstaan van eukaryoten: cellen met een kern

Het ontstaan van meercellig leven



Coördineren, verbinden en faciliteren.

Dankzij de Startimpuls van de Nationale Wetenschapsagenda en de inzet van een betrokken stuurgroep, actieve partners en leden heeft het Origins Center in amper drie jaar tijd een waardevolle positie in het wetenschapsveld verworven. De naamsbekendheid van het kennisinstituut onder wetenschappers is hoog. Het verbindende werk heeft sterke netwerken en een nieuwe generatie onderzoekers opgeleverd: de Origins Center Fellows.

Wat is de gewenste rol van ons kennisinstituut nu Nederland internationaal volop meedoet in de voorhoede van evolutiewetenschap, chemie en en exoplanetair en planetair onderzoek? Het is een essentiële vraag, juist nu de rol en betekenis van interdisciplinair onderzoek naar leven en evolutie groeit. Dit is ook onderschreven in de Sectorbeelden bètawetenschappen 2020 *Voor een Sterker Fundament*; een sectorplan voor aard- en milieuwetenschappen, astronomie, biologie en farmaceutische wetenschappen. Verdere internationalisering van financiering en projecten vraagt bovendien om centrale coördinatie. Hiermee wordt het mogelijk de waardevolle kennis over leven en evolutie - die aangesloten wetenschappers en hun netwerken ontwikkelen – beter zichtbaar te maken.

SAMEN MET NEDERLANDSE BEDRIJVEN

Onderzoekers van het Origins Center willen graag weten hoe het leven zich aanpast aan zijn omgeving en werken hiertoe samen met Nederlandse farmaceuten en voedingsbedrijven. In de farmacie en voedingsindustrie wordt dezelfde flexibiliteit van levende organismen onderzocht. Medicijnen zoals antibiotica worden geproduceerd door micro-organismen en in de productie van voedingsdrankjes en bier worden wiskundige technieken gebruikt om microben goed te laten samenwerken.

In de sterrenkunde en het ruimteonderzoek is eveneens een hechte band tussen onze wetenschappers en het bedrijfsleven. Samenwerking gaat hierbij verder dan het bouwen van spiegels voor telescopen of antennes voor communicatie met satellieten. Moderne astronomische meetapparatuur zit vol met hoogtechnologische systemen, zoals intelligente sensoren, actieve optica, en micro-elektronische componenten. En wat te denken van software? Het bedienen van deze elementen speelt een steeds grotere rol: ook in de chemie en geochemie. Hier vereist het nabootsen van omstandigheden op de vroege aarde specialistische apparatuur die kleine hoeveelheden vloeistoffen bij elkaar brengt om reacties op te wekken. Het Origins Center deelt deze onderzoekskennis met diverse ondernemingen en staat zo aan de basis van innovaties die hun bestaande technologie verder brengen.

> *"Dankzij de ondersteuning door en expertise binnen het Origins Center hebben we een bijzonder, nieuw project kunnen opzetten waarbij we fundamenteel onderzoek doen naar celgroei en tegelijkertijd, in samenwerking met kunstenaars, nieuwe manieren van publieksparticipatie en wetenschapscommunicatie ontwikkelen en in de praktijk brengen."*

— Matthias Heinemann, hoogleraar moleculaire systeembiologie, Rijksuniversiteit Groningen en leider van het ORC-project 'Limits to growth: the challenge to dissipate energy'

INTERNATIONALE POSITIE

Wereldwijd bestaan er tal van initiatieven die onderwerpen, gerelateerd aan oorsprong en evolutie van leven, onderzoeken, waaronder het Earth and Life Science Institute in Tokio, het Origins of Life Initiative in München, het NASA Astrobiology Institute en zijn opvolger Network for Life Detection, NfoLD en het SETI Institute. Tussen deze gerenommeerde onderzoekscentra bekleedt het Origins Center een onderscheidende positie.

Het nationale kenniscentrum en de onderzoeksthema's zijn ontstaan uit vragen van het Nederlands publiek. Bovendien worden alle relevante wetenschapsdisciplines in onze onderzoeksbenadering gelijkwaardig gewaardeerd – een interdisciplinaire standaard met toekomst.

Maatschappelijke impact.

ALLE NEDERLANDERS OVER DE SCHOUDERS LATEN MEEKIJKEN

Het Origins Center is een kennisinstituut voor wetenschappers, maar wil ook alle andere nieuwsgierige Nederlanders deelgenoot maken van de baanbrekende ontdekkingen die onderzoekers doen. Over leven, onze oorsprong, steeds weer in het voetspoor van de evolutie die onze aarde maakt tot de planeet die het vandaag is.

- Grote collectie artikelen op NEMO Kennislink
- Veelbekeken webinars op YouTube-kanaal
- Maandelijkse nieuwsbrief voor algemeen publiek

Onderzoekers verbonden aan het Origins Center zoeken elke dag naar de bron waar het leven of de evolutie mee begon. Het vinden van antwoorden op complexe vragen is hun levenswerk. Ze zijn gebiologeerd door het onbekende en hebben dezelfde vragen als iedereen: hoe is het leven ontstaan? En: *zijn we alleen?*

ZELF VRAGEN STELLEN

Het Origins Center maakt onderzoekswerk inzichtelijk, categoriseert en deelt publicaties en sluit nieuwsgierige Nederlanders aan op een constante stroom nieuwsberichten over onderzoek naar de ontwikkeling van leven. Via onze website heeft iedereen direct toegang tot de laatste wetenschappelijke publicaties en video's.

Zelf vragen aan wetenschappers stellen? Dat kan. Video's bekijken op ons eigen YouTube-kanaal, waar wetenschappers uitleggen wat ze nou precies doen? In vier minuten bent u bij. Onze berichten ontvangen via Facebook, Twitter en LinkedIn? Schrijft u in. Speciale thema's doorgronden over de oorsprong van leven? Op NEMO Kennislink en Universiteit van Nederland vindt u tientallen artikelen en interviews.

BETER BEGRIP CREËREN

We willen blijvend energie geven aan onze missie: het begrip over de oorsprong en evolutie van leven op aarde en in het universum verbeteren. Zo geven we, samen met universiteiten en andere kennisinstituten, betekenis aan de doorbraken die Nederlandse onderzoekers realiseren. Altijd vanuit een integraal perspectief waarin verschillende wetenschapsdisciplines elkaar kracht geven.

Bezoek onze website:
originscenter.nl

SAMENWERKEN LOONT

Partners van het Origins Center.

Het Origins Center staat voor nieuwe, interdisciplinaire samenwerkingsvormen. De Nederlandse wetenschap loopt wereldwijd voorop in onderzoek naar de oorsprong en evolutie van het leven. We laten zien dat samenwerken loont.

Colofon.

ORIGINS CENTER STUURGROEP

Inge Loes ten Kate	- Voorzitter, Universiteit Utrecht
Liedewij Laan	- Lid, TU Delft
Aaike van Oord	- Adviseur wetenschapscommunicatie
Jim Ottelé	- Financieel coördinator, Rijksuniversiteit Groningen
Sijbren Otto	- Lid, Rijksuniversiteit Groningen
Bob Planqué	- Lid, Vrije Universiteit Amsterdam
Floris van der Tak	- Lid, SRON, Rijksuniversiteit Groningen
Bregje Wertheim	- Lid, Rijksuniversiteit Groningen

ORIGINS CENTER FELLOWS (2018-2021)

Karen Bisschop	- Universiteit van Amsterdam
Thomas Blankers	- Universiteit van Amsterdam
Eloi Camrubí-Casas	- Universiteit Utrecht
Enrico Sandro Colizzi	- Universiteit Leiden
Dennis Höning	- Vrije Universiteit Amsterdam
Ken Kraaijeveld	- Universiteit van Amsterdam
Omer Markovitch	- Rijksuniversiteit Groningen
Shraddha Shitut	- Universiteit Leiden
Renske Vroomans	- Universiteit van Amsterdam
Meike Wortel	- Universiteit van Amsterdam

CREATIVE DIRECTION
<JNSN> Creative Agency

ARTDIRECTION / GRAFISCH ONTWERP / DTP
Wessel Kramer, Hans van Dijk (DTP)

REDACTIE
Arold Jansen & Esther Thole

AAN DEZE UITGAVE WERKTEN VERDER MEE:
Inge Loes ten Kate, Liedewij Laan, Aaike van Oord, Jim Ottelé, Sijbren Otto, Bob Planqué, Floris van der Tak, Bregje Wertheim

MET BEELDBIJDRAGEN VAN:
Boris Baldinger, Bra¬no, Cerqueira, Toby Elliot, Tom Fisk, Casey Horner, Paul IJsendoorn, JR Korpa, Marcus Lange, Malcolm Lightbody, Sijbren Otto, Aviv Perets, Lucas Pezeta, Pexels, Pixabay, Frank Snik, Zoltan Tasi, Benjamin Voros, Wikipedia, Susan D Williams, Unsplash, JJ. Ying. We danken NASA en ESA voor hun beeldbijdrage.

Alle rechten voorbehouden, Rijksuniversiteit Groningen, 2022.

Origins Center
E: info@originscenter.nl I: www.originscenter.nl

Het Origins Center is het nationale, interuniversitaire kenniscentrum voor onderzoek, onderwijs, kennisuitwisseling en netwerken die de oorsprong en evolutie van het leven centraal stellen. We ondersteunen onderzoekers bij het opzetten van vernieuwende samenwerkingsverbanden, organiseren congressen, webinars en netwerkevents en maken de fantastische resultaten die zij behalen voor iedereen zichtbaar. Omdat de voortgang die zij samen boeken ons allemaal aangaat.