

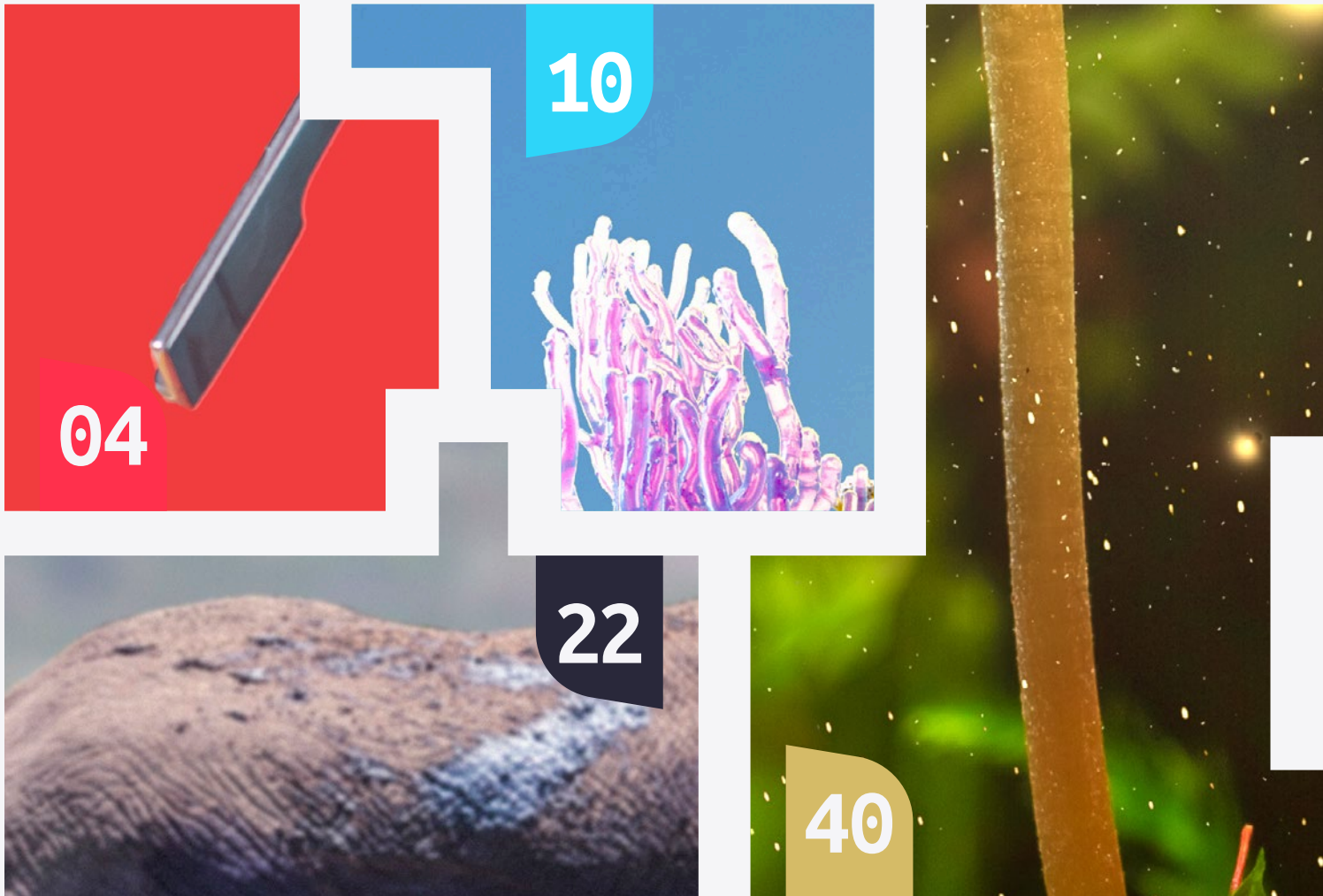
Een ontdekkingsstocht naar

regeneratieve intelligentie



Schaarste in **Overvloed**

Inhoud

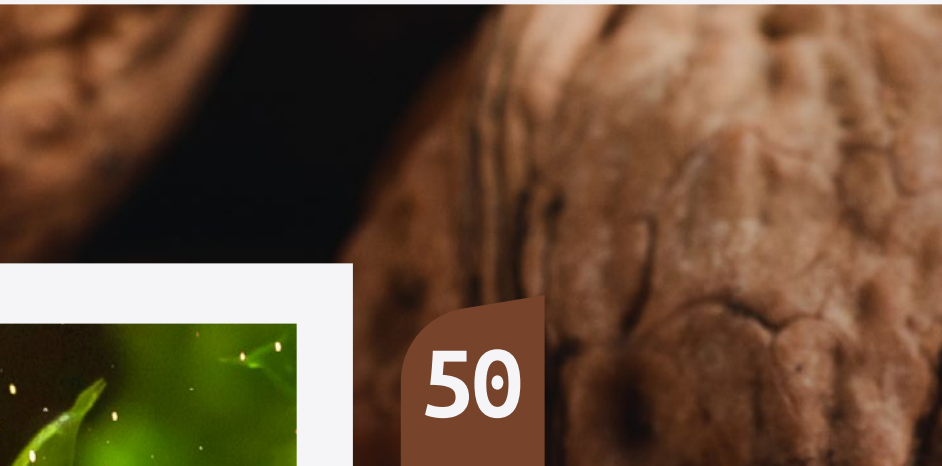
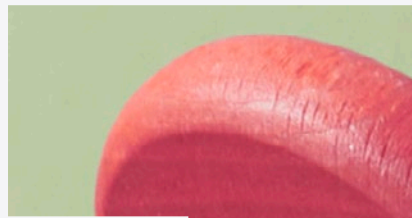
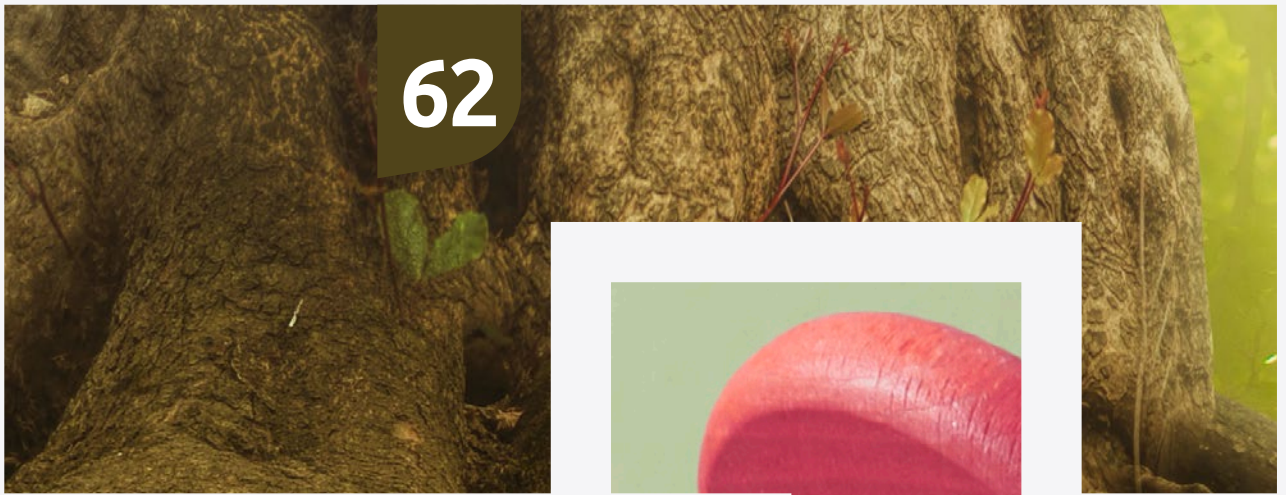


04 – 2125

10 – H1 Introductie: regeneratieve intelligentie

22 – H2 Natuurlijke intelligentie: de Circle of Life

40 – H3 Slimme dieren, planten, schimmels, cellen en microben

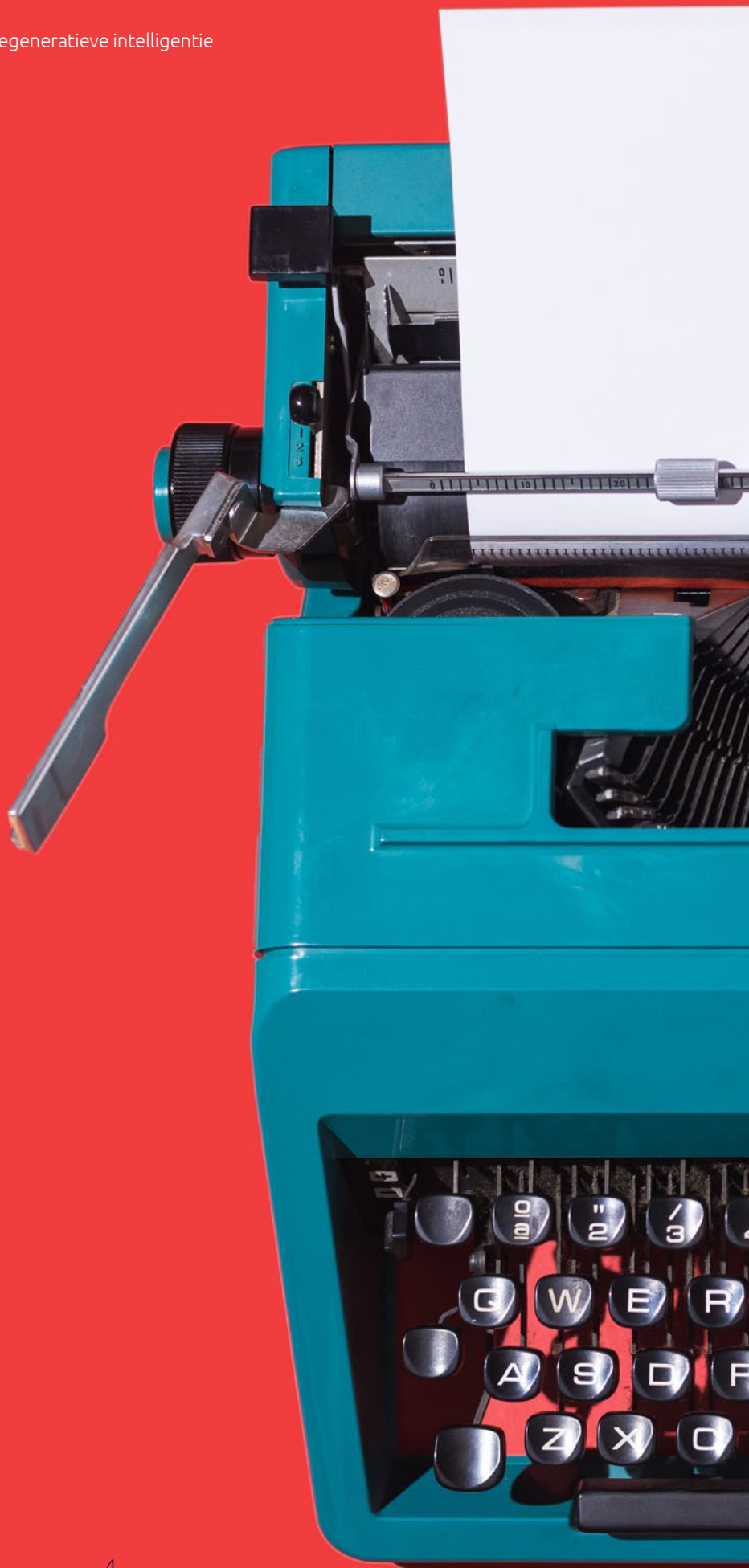


50

74

- 50 – H4 Menselijke intelligentie: oerbreinen in hyper tijden
- 62 – H5 Hoe intelligent kunnen we worden?
- 74 – H6 Het vijfde paradigma en bijbehorend ongemak

2125



Bent u op zoek naar houvast voor de langere termijn, dan zit u met dit rapport comfortabel op uw stoel. Denk gerust aan een termijn van vijftig, zestig, mogelijk zelfs honderd jaar of meer. Laten we 2125 maar eens als uitgangspunt nemen.

De hype-cycle van AI

Wie in dat jaar terugkijkt naar vandaag, zal met verwondering de laatste hype-cycle van Gartner gadeslaan. We zien dat de Large Language Models, die achter kunstmatige intelligentie schuilgaan, in 2024 net over hun top heen zijn. Iedereen kijkt op dat moment nog gespannen uit naar het 'plateau van productiviteit' zoals Gartner dat noemt. Ofwel, wat kunstmatige intelligentie echt gaat doen om organisaties productiever te maken als de hype over is.

Veranderende perspectieven

De woorden 'productiviteit' en 'kunstmatige intelligentie' komen ons in 2125 nog maar vaag bekend voor. Het leven honderd jaar van nu heeft ons geleerd anders naar deze concepten kijken. Levensstijlen zijn veranderd, hoe wij 'zijn' is veranderd. Terugkijkend op de huidige tijd constateren we dat we veel te danken hadden aan technologische doorbraken, maar dat we niet echt slim bezig waren. Hoe dan ook, echt grip krijgen op hoe het leven er in 2024 precies uitzag, lukt steeds moeilijker. We weten dat er rond die tijd steeds vaker gesproken werd over computers die net zo intelligent zouden worden als de mens, of dat punt zouden overstijgen. De langetermijnvoorspelling luidde dat dit een enorme transformatie teweeg zou brengen die men 'technologische singulariteit' is gaan noemen. Het zou het moment zijn waarop kunstmatige intelligentie zichzelf zo snel zou ontwikkelen dat deze de menselijke controle en het begrip zou verliezen. Dit stamde allemaal nog uit de tijd dat mensen dachten dat de natuur een bijkomstigheid was. Iets dat de technologie moest dienen. Het is de gevaarlijke blinde vlek van techno-determinisme.

De beperkte kijk op intelligentie

Wat wisten we in 2024 überhaupt over dat veel misbruikte begrip intelligentie? Regeneratieve intelligentie, het vermogen om te herstellen en te vernieuwen in harmonie met natuurlijke systemen, was destijds nog een onbekend concept. We kunnen ons er maar moeilijk in verplaatsen wat er in 2024 door ons hoofd ging. Het is alsof we nu opeens door het oude familiealbum bladeren uit de jaren 20 van de vorige eeuw. We zien daar overgrootoma op de foto, als twaalfjarig meisje als dienstertje in de kost bij een rijke familie. Je had er wel eens van gehoord, maar hoe zat dat ook weer precies? Het vrouwenkiesrecht was toen nog maar net ingevoerd, er was veel verzet tegen. Je kunt het je niet meer voorstellen. Begrippen vervagen over tijd. Als je met beide voeten in de geschiedenis staat, zijn er altijd blinde vlekken.

Het Ego-tijdperk

De blinde vlek van de huidige tijd is dat we te veel met onze eigen soort bezig zijn. We beleven de hoogtijdagen van het Mens-tijdperk. Je kunt het ook het Ego-tijdperk noemen. We hebben het over onze intelligentie, onze economie, en het zijn onze uitvindingen en onze grondstoffen. We hebben onszelf vervreemd van de gedachte dat we onderdeel zijn van iets veel groters. Inmiddels zijn we zelfs zo met onszelf bezig dat aardwetenschappers serieus overwegen om het beestje maar een naam te geven: het Antropoceen, het tijdperk van de mens. Het wordt steeds waarschijnlijker dat we nog tijdens ons leven gaan meemaken dat we het Holoceen, waarin we nu leven, gaan omdopen tot het Antropoceen. En dat is geen compliment.

De verschuiving naar een holistisch wereldbeeld

Het besef dat we onderdeel zijn van iets veel groters is in 2125 wel geland. We hebben ontdekt dat er cycli zijn die al honderden miljoenen jaren meegaan en waar de cyclus van Gartner bleek bij afsteekt. We hebben het bijvoorbeeld over de voedsel- en de koolstofcyclus. Ze zorgen voor een prettig bestaan op aarde. Het is het natuurlijke *operating system*, dat het allemaal draaiende houdt. Dat we iedere tweede hap zuurstof die we inademen te danken hebben aan het plankton in de oceanen, daar waren we ons lang niet van bewust. Een dwaling uit het Ego-tijdperk waarvan we in 2125 al lang afscheid hebben genomen. We zijn zelfs het Eco-tijdperk ontgroeid. Het mantra is 'dienend aan de natuur', een concept dat in het Sanskriet 'seva' heet. De cycli waar wij het hier over hebben, zijn minder hyperig en al miljoenen jaren productief. Het is de *Circle of Life*, waar wij een vergeten onderdeel van zijn. Maar dat beeld is nu aan het kantelen. We ontdekken steeds meer over onze verbondenheid met de natuur. Hoe onze eigen hersenen werken ten opzichte van andere intelligente soorten bijvoorbeeld. En hoe intelligent de natuur zelf is. Die toont haar veerkracht door symbiotische relaties aan te gaan met andere levensvormen.





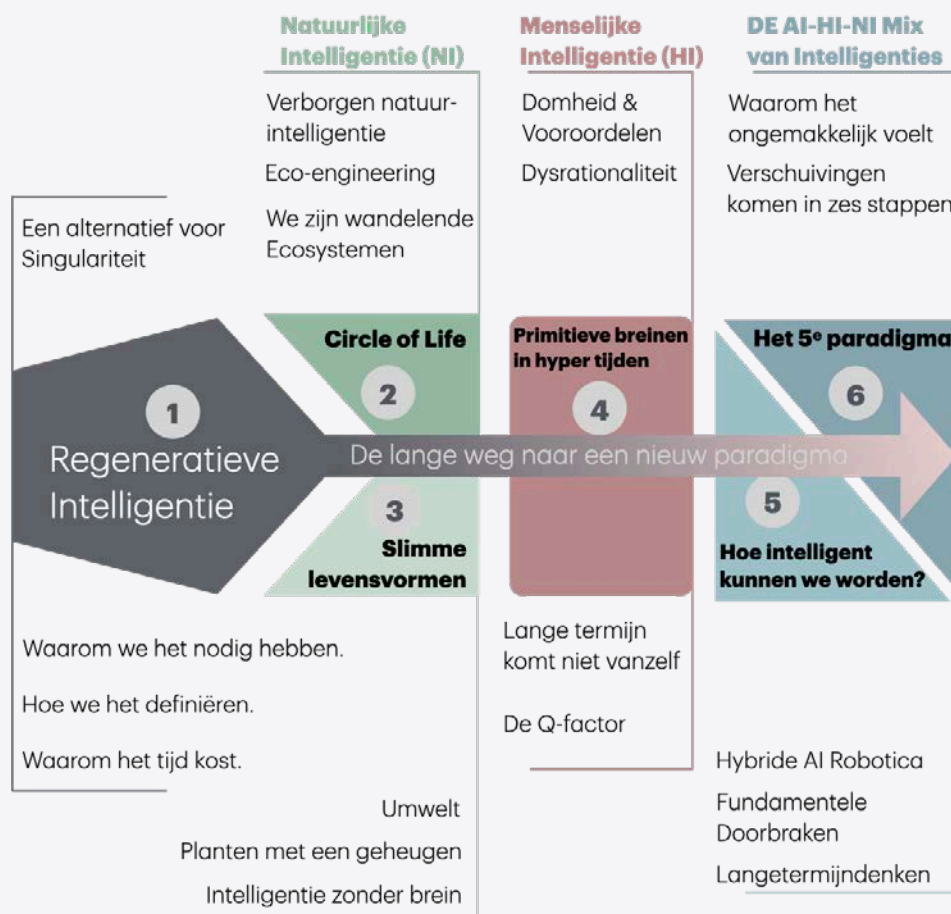
Een nieuwe kijk op intelligentie

Deze verborgen en expliciete intelligentie in de natuur zet de menselijke intelligentie in een heel ander daglicht. Primitieve levensvormen bestaan op onze planeet al miljarden jaren. Planten verschenen zo'n 500 miljoen jaar geleden en hebben dus de tijd van dinosauriërs (250 miljoen jaar geleden) nog meegemaakt. We kunnen niet anders dan diep respect hebben voor deze 'overlevers'. Ze hebben zich weten aan te passen aan veranderende omstandigheden, zijn geëvolueerd en ... hebben hun eigen intelligentie ontwikkeld. De moderne mens verscheen, als relatieve nieuwkomer, pas zo'n 300.000 jaar geleden op het toneel. Als we over intelligentie spreken, moeten we ons realiseren dat de natuur een enorme voorsprong heeft.

We ontdekken ook dat de echte kracht van AI niet is de menselijke intelligentie te kopiëren, maar om de manco's daarvan te compenseren. De belangrijkste ontdekking is dat we alle vormen van intelligentie nodig hebben om dit tijdperk te ontgroeien. Die van de natuur, de mens en van de machines. Deze leiden tot een verschuiving van paradigma: van degeneratief naar regeneratief intelligent.

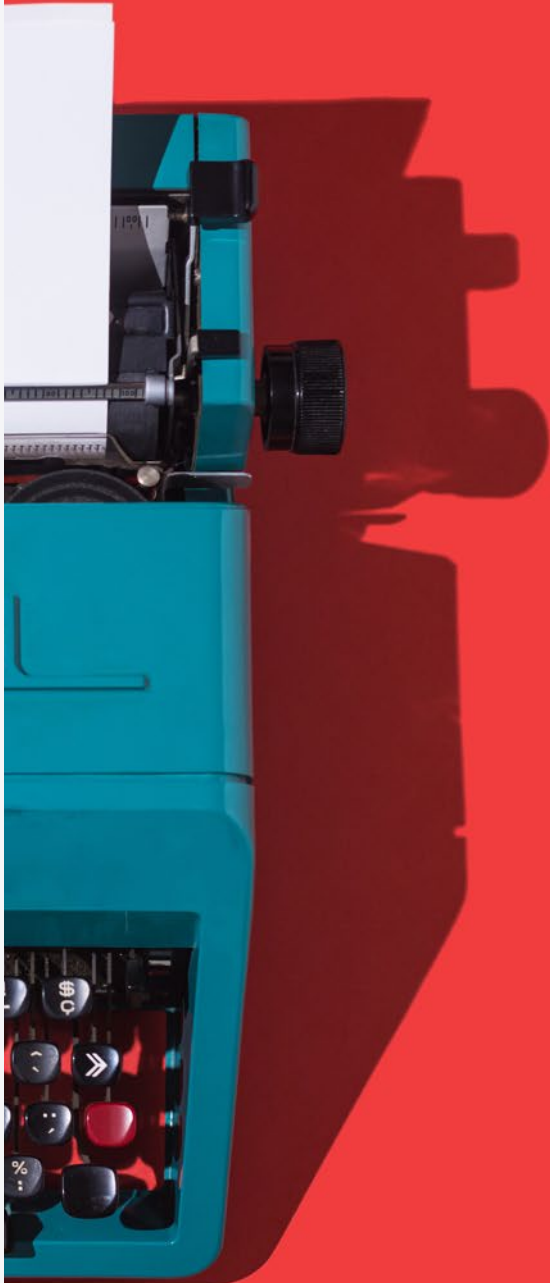
In dit rapport

De term regeneratieve intelligentie in dit rapport staat voor een ommezwaai in ons denken over intelligentie en creëert daarmee een kans om 'echt slim' te gaan handelen. We gooien alles in de mix: de kersverse kunstmatige intelligentie, de oeroude intelligentie in de natuur en de intelligentie van de mens. We presenteren het resultaat als de welbekende metafoor: iemand wijst met zijn vinger naar de sterrenhemel, maar wij kijken niet verder dan zijn vinger. De pijl in de leeswijzer op de volgende pagina is de vinger die wijst naar de lange weg richting dit nieuwe paradigma.



Leeswijzer voor dit rapport. Zes hoofdstukken die de weg naar een nieuw paradigma beschrijven.

Maar zo'n nieuw wereldbeeld is makkelijker opgeschreven dan gedeeld, zoals Galileo Galilei, de vader van de moderne wetenschap, aan den lijve heeft ondervonden. Er zal weerstand ontstaan, niet alleen bij aandeelhouders, maar ook bij de lezer die een 'andere manier van zijn' als onverenigbaar ziet met de eigen bestaande levensstijl. Niettemin hopen wij dat, met het lezen van dit rapport, de intellectuele ruimte ontstaat om u anders te laten denken over een intelligente toekomst. Mogen in de volgende hoofdstukken de eeuwenoude natuur en de innovatieve machine-intelligentie uw voorstellingsvermogen prikkelen.



• **Hoofdstuk 1:** We beginnen met de vraag waarom we regeneratieve intelligentie nodig hebben, wat het is en hoe we het definiëren. In dit rapport richten wij ons op een vorm van intelligentie die in harmonie is met de natuur, waarbij de focus verschuift van 'smart' naar 'werkelijk intelligent' oftewel 'echt slim'. Dus geen AI als menselijke copycat of als een 'stochastische papagaai' die ons naar de mond praat.

• **Hoofdstuk 2 en 3:** Er volgen twee hoofdstukken over de intelligentie die we aantreffen in de natuur. Een over de intelligentie die we aantreffen in ecosystemen en een over de intelligente levensvormen om ons heen. Onze breingerichte visie op intelligentie blijkt haar langste tijd gehad te hebben nu blijkt dat intelligente oplossingen voor complexe problemen kunnen voortkomen uit onverwachte bronnen, zelfs uit de meest primitieve levensvormen. Organismen zoals de slijmzwam en zelfs planten, die geen hersenen hebben, blijken over cognitieve vermogens te beschikken. Ecosystemen vertonen ongrijpbaar intelligent gedrag terwijl noch de systemen, noch de individuele levensvormen hersenen bezitten. We hopen dat deze bijdragen aan uw eigen bio-intellectualiteit. Het zou immers helpen als we meer begrip ontwikkelen voor de werking van de natuur en als we meer 'biofiel' zouden worden.

• **Hoofdstuk 4:** In 'Menselijke intelligentie: oerbreinen in hyper tijden' schetsen we de beperking van menselijke intelligentie door 'ratiodylexie'. We leren het brein kennen als overlevingsmachine, vol met zogenaamde 'biases'. Het denken over een langere termijn, een noodzakelijke kwaliteit van regeneratieve intelligentie, blijkt voor mensen heel lastig te zijn.

• **Hoofdstuk 5 en 6:** Hoe intelligent kunnen we worden? En hoe zien de stappen eruit die leiden tot een paradigmaverschuiving? Dit zijn de leidende vragen voor de twee afsluitende hoofdstukken. We schetsen hoe 'hybride AI robotics' voor fundamentele doorbraken kunnen gaan zorgen en we introduceren het concept 'longtermism'. Denken op lange termijn, met hulp van AI en kennis van de natuur, is een cruciaal onderdeel van regeneratieve intelligentie.



Hoofdstuk 1

Introductie:

regeneratieve

intelligentie

‘We have named our species Homo sapiens – the wise human. But it is debatable how well we have lived up to the name.’

Yuval Noah Harari, historicus

Hoofdeconoom van ABN Amro, Sandra Phlippen, kan er met het hoofd niet bij. De wereldeconomie dreigt minimaal 20% te krimpen als gevolg van klimaatveranderingen. Voor Phlippen is de businesscase dan ook eenvoudig gemaakt: iedere euro die we investeren om dit te voorkomen, betaalt zich dubbel en dwars uit. Schijnbaar een no-brainer. Maar in plaats van dat we er alles aan doen, gebeurt er veel te weinig. Sterker nog, we vechten elkaar de tent uit als het op voorgestelde duurzaamheidsmaatregelen aankomt. Haar verhaal is simpel. We moeten definitief uit het fossiele tijdperk stappen. Dat is niet alleen belangrijk om naderend natuurgeweld af te wenden, maar ook omdat het met de economie rap bergafwaarts zal gaan.¹ In een openhartig interview in *de Volkskrant* bindt ze de kat de bel aan.² Ze zegt dat we collectief het slachtoffer zijn van kortetermijndenken. Phlippen: ‘De mens is ertoe geneigd ongeremd CO₂ uit te stoten, ook al weet iedereen dat dit leidt tot desastreuze opwarming.’

¹ Het World Economic Forum gaat uit van een daling van het wereldwijde GDP van 11% als het klimaat met twee graden opwarmt. Bron: Marchant, N. (2021, 28 juni). This is how climate change could impact the global economy. <https://www.weforum.org/agenda/2021/06/impact-climate-change-global-gdp/>

² Sitalsing, S. (2024, 4 juli). Sandra Phlippen: ‘Mijn grote zorg is dat de maatschappij uit elkaar zal vallen’. *de Volkskrant*. https://www.volkskrant.nl/volkskrant-magazine/sandra-phlippen-mijn-grote-zorg-is-dat-de-maatschappij-uit-elkaar-zal-vallen~bc591a1f/?utm_campaign=shared_earned&utm_medium=social&utm_source=copylink



FIGURE C

Global risks ranked by severity over the short and long term

Please estimate the likely impact (severity) of the following risks over a 2-year and 10-year period.

Risk categories

- Economic
- Environmental
- Geopolitical
- Societal
- Technological

2 years



10 years



Het World Economic Forum (WEF) vroeg 1490 experts (uit onder andere de academische wereld, het bedrijfsleven en de overheid) naar de belangrijkste globale risico's. In de komende jaren schuiven technologierisico's naar beneden en klimmen klimaatrisico's naar de top.

Onnavolgbaar

De inschattingen over hoe desastreus dat gaat worden, volgen elkaar steeds sneller op. Na de publicatie van ons rapport over de ecologische staat van de planeet, *De opkomst van de ervarings-ecologie*, worden maand na maand wereldwijde warmterecords gebroken. NASA-cijfers tonen aan dat de klimaatverandering aan het versnellen is. Klimaatwetenschapper Frank Selten kan het, net als Phlippen, niet bevatten. 'De meest recente klimaatgrafieken zouden op de voorpagina van de krant moeten staan', zegt hij.³ Klimaatinstututen zoals de NASA, Berkeley Earth en het Global Climate Change Initiative (GCCl) tuimelen over

elkaar heen om de alarmerende boodschap te brengen. Volgens het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) zou de opwarmingslimiet van 1,5 graad al binnen 15 jaar bereikt kunnen worden, direct gevolgd door de limiet van 2 graden, die door de internationale gemeenschap als 'gevaarlijk' wordt beschreven.⁴ Er wordt gesuggereerd dat de schonere lucht een van de oorzaken van de versnelling is.⁵ In China is er minder zwaveluitstoot en ook de internationale scheepvaart is schoner geworden. Zo onnavolgbaar als de versnelling van klimaatopwarming plaatsvindt, zo onnavolgbaar zijn ook sommige verklaringen daarvoor: vieze lucht dempt de opwarming door de zon.

³ Keulemans, M. (2024, 23 juli). De klimaatverandering versnelt: 'Hiervan zou iedereen rechtop in zijn stoel moeten zitten'. *de Volkskrant*. <https://www.volkskrant.nl/wetenschap/de-klimaatverandering-is-in-een-stroomversnelling-gekomen~bc4551ce/>

⁴ Hausfather, Z. (2024, 4 april). Factcheck: Why the recent 'acceleration' in global warming is what scientists expect. *Carbon Brief*. <https://www.carbonbrief.org/factcheck-why-the-recent-acceleration-in-global-warming-is-what-scientists-expect/>

⁵ Hansen, J., Kharecha, P. & Sato, M. (2024, 16 mei). Comments on Global Warming Acceleration, Sulfur Emissions, Observations. <https://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2024/MayEmail.2024.05.16.pdf>



We moeten dus 'eco-wijzer' worden. De agenda is omvangrijk, de actielijst lang. Maar er zijn ook veel voortekenen dat ecosysteemveranderingen de komende jaren aan belang winnen op de agenda van organisaties. Dit komt onder andere tot uitdrukking in de risicorapporten van het World Economic Forum (WEF). Ieder jaar vragen ze aan experts welke globale risico's zij de komende jaren voorzien. Het meest recente rapport van januari 2024 toont een opvallende verschuiving. Voor de komende twee jaar wordt de top vier nog gevormd door te verwachten vraagstukken als cyberonveiligheid, maatschappelijke polarisatie, desinformatie en misinformatie. Maar wanneer naar de grootste bedreigingen over tien jaar wordt gevraagd, dan maken deze risico's plaats voor zaken als extreem weer, het verlies van biodiversiteit, het instorten van ecosystemen en tekorten aan natuurlijke materialen. De risicotabel kleurt groen. En in dit geval is dat niet positief.

Zijn we wel intelligent genoeg?

Maar zijn we dan wel zo slim als we denken? Met alle kennis die we in huis hebben, zouden we het roer toch makkelijk moeten kunnen omgooien? Maar ergens stukt de redentatie. Begrijpen we die natuur nog wel? En begrijpen we de aard van onze intelligentie wel goed genoeg?

Dat existentiële vragen over de mens en zijn natuur zich precies nu aandienen is geen toeval. Niet alleen drukt de natuur ons nu met de neus op de feiten,

Ratiodysllexie

In de cognitieve wetenschap is steeds meer consensus dat ons brein 'predictably irrational' is, of 'dysrational' (een vorm van ratiodysllexie).⁶ Een van die dysrationaliteiten is het kortetermijndenken waar Phlippen zich zo over opwindt. We begrijpen de eigen intelligentie en de tekortkomingen daarvan steeds beter. Vanuit de computerwetenschap wordt dat beeld nog eens bevestigd. Zo zijn de plaatjes die we met AI maken niet neutraal of 100% rationeel, maar hebben ze een 'bias'. Die bias zijn wij zelf. Met AI kijken we in de ziel van de menselijke intelligentie.

⁶ *Predictably irrational* is een term en boek van Dan Ariely. Hij is professor psychologie en gedragseconomie aan Duke University en was van 2015 tot 2020 Chief Behavioral Officer van het AI-gedreven verzekeringsbedrijf Lemonade. *Dysrational, of dysrationalia*, is een term van John Vervaeke, professor in de psychologie en cognitieve wetenschap aan de Universiteit van Toronto.

ook de wetenschap laat van zich horen. Het ons zo oude en vertrouwde begrip intelligentie wordt opgerekend en uitgedaagd door ontdekkingen in onder andere de computerwetenschap, cognitieve wetenschap, (micro)biologie en kwantumfysica. De menselijke intelligentie blijkt slecht een subset te zijn van iets veel groters, een reeks van verschillende vormen van intelligentie. We zeiden het al: 4 miljard jaar aan evolutie is voorafgegaan aan de intelligentie van de natuur. De mysterieuze werking daarvan

wordt door de wetenschap steeds beter doorgrond. Nu voegen we met kunstmatige intelligentie een nieuwe vorm toe. Maar daarmee is het begrip intelligentie, zoals tot nog toe gehanteerd, aan een upgrade toe. Noem het intelligentie 2.0, of, zoals wij doen in dit rapport, 'regeneratieve intelligentie'.

Er gebeuren namelijk vreemde dingen. De ooit zo vanzelfsprekende natuur wordt via de wetenschap opnieuw mystiek gemaakt. Wetenschappers onderzoeken met behulp van AI de communicatie tussen dieren en het immense aardse ecosysteem krijgt een digitale AI-tweeling. Nadere bestudering van fotosynthese in planten laat zien dat er kwantumeffecten in cellen plaatsvinden die de superefficiënte energieomzetting verklaren. Waar wetenschap altijd de magie, en misschien zelfs de verwondering, uit een fenomeen haalde, lijkt het nu haast omgekeerd. Dankzij deze golf van inzichten en doorbraken wordt steeds duidelijker hoe de mens met de natuurlijke wereld verbonden is. Noem het de grote ontrafeling van de *Circle of Life*. Ooit bezongen door Elton John in de Disneyfilm *De Leeuwenkoning*, nu een dankbaar onderzoeksobject voor AI-wetenschappers en biologen. In deze frontlinie zijn vragen als 'Moeten we AI meer gaan baseren op de hersenen van een libelle?' normaal geworden.⁷ Via deze invalshoek ontwikkelt neurowetenschapper Frances Chance zogenaamde biologisch geïnspireerde algoritmen. En in talrijke experimenten is aangetoond dat planten kunnen

'zien' en een geheugen bezitten en dat bomen kunnen 'luisteren' (later leggen we uit wat daaronder verstaan moet worden). Chimpansees blijken in sommige cognitieve taken superieur aan de mens.⁸ Maar intelligentie treffen we in de natuur vooral ook in de onderlinge relaties aan, *tussen* de dieren-, schimmel- en plantensoorten in, en in de collectief intelligente ecosystemen.

Dat er ook vreemde dingen gebeuren in de computerwetenschap is al tot een breed publiek doorgedrongen. Generatieve AI en magie gaan hand in hand. Van een briljante speech op een huwelijksplechtigheid tot ontdekkingen in fundamentele wetenschap: we staan er al lang niet meer van te kijken als blijkt dat niet de mens maar de computer de bron was. Diezelfde kunstmatige intelligentie rekt de grenzen op van het menselijk bevattingsvermogen. We kunnen opeens twintig stappen vooruit denken en we zien ineens dingen en verbanden die tot nog toe verborgen zijn gebleven. AI maakt als het ware het onzichtbare zichtbaar.

Regeneratieve intelligentie

Menselijke intelligentie wordt dus nu, heel klinisch, naast kunstmatige en natuurlijke intelligentie gepositioneerd. Als deze verschillende vormen van intelligentie optimaal samenwerken aan een regeneratieve toekomst, noemen we dat nieuwe begrip regeneratieve intelligentie.



⁷ Chance, F. S. (2022, april). *Are insect brains the secret to AI?* [Video]. TED. <https://www.npr.org/2024/03/08/1236671158/can-the-insect-brain-help-us-develop-smarter-faster-ai>

⁸ Pomeroy, R. (2023, 3 maart). Chimps beat humans in these cognitive tests. *Big Think*. <https://bigthink.com/life/chimpanzees-beat-humans/>

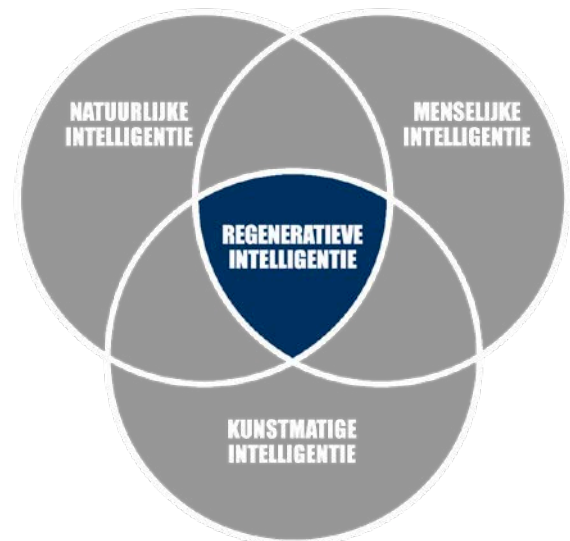
Regeneratieve intelligentie is de synergetische integratie van natuurlijke, menselijke en kunstmatige intelligentie, gericht op het creëren van duurzame, zelfherstellende systemen die bijdragen aan het welzijn van alle levensvormen en ecosystemen.

Als we het begrip in een formule uitdrukken, zou die er als volgt uit kunnen zien:

$$RI = (NI + HI + AI) \times S \times R$$

RI = regeneratieve intelligentie
NI = natuurlijke intelligentie
HI = menselijke intelligentie (human intelligence)
AI = kunstmatige intelligentie (artificial intelligence)
S = synergiefactor
R = regeneratieve impact

Je kunt het ook de 'echt slim-formule' noemen. Immers, andere vormen van intelligentie benutten om de huidige degeneratieve ecologische spiraal te doorbreken is het slimste wat de mensheid op dit moment kan doen.



In dit rapport staan drie vormen van intelligentie centraal: de natuurlijke, menselijke en kunstmatige intelligentie. Alle drie zijn uniek en hebben hun sterke en zwakke punten. Een ultieme symbiose tussen deze drie vormen van intelligentie noemen we regeneratieve intelligentie.

Een nieuw paradigma

De woorden ‘baanbrekend’ en ‘doorbraken’ vallen steeds vaker op tal van wetenschappelijke terreinen. Ze gaan hand in hand met nog veel grotere woorden. Vorig jaar betoogde *The Economist* bijvoorbeeld dat een nieuwe periode van ‘verlichting’ tot de mogelijkheden behoort. De argumentatie was dat AI nieuwe kennis blootlegt die voor de mens tot nog toe verborgen is gebleven.⁹ Ze schrijven over de veelbelovende benadering ‘literature-based discovery’ (LBD), die, zoals de naam al doet vermoeden, tot doel heeft nieuwe ontdekkingen te doen door wetenschappelijke literatuur te analyseren. Met kunstmatige intelligentie worden dwarsverbanden gelegd tussen verschillende wetenschappelijke onderzoeksrapporten, waaruit nieuwe kennis ontstaat. Yann LeCun, een van de peetvaders van de moderne kunstmatige intelligentie, sluit zich hierbij aan. Ook hij stelt dat de versterking van menselijke intelligentie met AI een nieuwe renaissance teweeg kan brengen, misschien zelfs een nieuwe fase van de verlichting. Dit twitterde hij op 1 april 2023, terwijl hij zich haastte om erbij te zeggen dat het geen 1 aprilgrap was.

Woorden van een gelijke strekking komen uit de hoek van de biologen. Zij spreken over een paradigmaverschuiving: een heel andere kijk op de natuur, waarbij ‘regeneratief’ het centrale woord is. Leen Gorissen, auteur van *Natural Intelligence: Building the Future of Innovation on millions of years of Natural Intelligence* is hiervan een belangrijke zeggsvrouw. Uit haar boek leren we de oude logica van de natuur. Hoe ‘miljarden jaren aan research en design’

heeft geleid tot een natuur die ontwerpt, produceert en innoveert zonder uitputting, vervuiling en degeneratie. Ze vertaalt dit paradigma naar tien principes. Noem het de gezonde leefregels van de natuur, of het operating system van natuurlijke intelligentie.

- 1 Er is geen nemen zonder geven.
- 2 Het vereist een ecosysteem om een ecosysteem in stand te houden.
- 3 Onderlinge afhankelijkheid heerst; niets gebeurt in isolatie.
- 4 De bijproducten die worden gegenereerd zijn net zo fundamenteel voor evolutie als de innovaties zelf.
- 5 Diversiteit, decentralisatie en redundantie bouwen veerkracht; monoculturen en monopolies bouwen broosheid.
- 6 Sleutelsoorten creëren gunstige omstandigheden, omstandigheden die regeneratie van onderaf mogelijk maken.
- 7 Het is het vermijden van competitie dat evolutie drijft.
- 8 Investeer in de gezondheid van anderen om uw eigen gezondheid te verzekeren.
- 9 Laat het beter achter dan dat u het vond.
- 10 Neem nooit alles.

⁹ The Economist (2023, 13 september). Could AI transform science itself? <https://www.economist.com/science-and-technology/2023/09/13/could-ai-transform-science-itself>



Nu zijn paradigmaverschuivingen er in vele soorten en maten. Er zijn er die beginnen met de hoofdletter R van Revolutie. Een aantal van dat soort revoluties ligt achter ons¹⁰ en we sorteren voor op de volgende. Het karakter van zo'n 'R'-revolutie, zo'n nieuw paradigma, is dat deze de mens uit het centrum van het wereldbeeld haalt. Zo dachten we ooit dat alles letterlijk en figuurlijk om onze aarde draaide. Copernicus toonde aan dat we slechts een klein onderdeelje zijn van een veel groter geheel en dat wij helemaal niet in het centrum staan.

Het zijn meeslepende gedachten dat we gaan *overstappen* op een nieuw paradigma. Maar het zijn makkelijke woorden voor een moeilijke periode waarin diepe wonden kunnen worden geslagen in individuele ego's en collectieve identiteiten. De wereld blijkt namelijk opeens anders in elkaar te zitten dan dat we tot dan toe dachten. Het oude verhaal over de plek die we ons hadden toegedicht, klopt niet meer. Dit maakt dat paradigma-veranderingen altijd samengaan met een hoge dosis van onvoorstelbaarheid, want carrières, oude rituelen en gebruiken, machtsposities en ego's staan op het spel. Dat maakt dat het heel stroperige processen zijn waarin veel weerstand moet worden overwonnen. Tegelijkertijd hebben paradigma-veranderingen ook iets stoïcijns. De ontdekking dat de aarde niet in het centrum van het heelal staat (de eerste wetenschappelijke revolutie), is doodgezwegen, belachelijk gemaakt, en voorstanders werden verketterd. Maar uiteindelijk overwon de waarheid.

¹⁰ Floridi, L. (2016). Hyperhistory, the emergence of the MASs, and the design of infraethics. In M. Hildebrandt & B. van den Berg (eds.), *Information, Freedom and Property: The Philosophy of Law Meets the Philosophy of Technology*. Routledge. <https://philarchive.org/rec/FLOHTE-2>



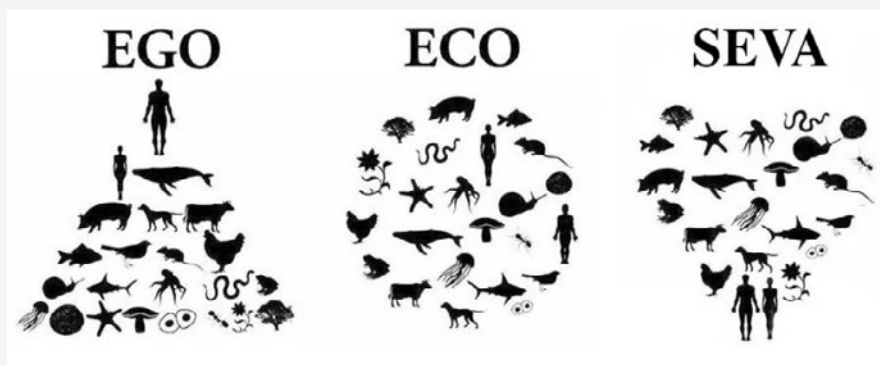
‘The major problems of the world are the result of the difference between the way nature works and the way people think.’

Gregory Bateson, systeemtheoreticus en auteur van *Mind and Nature: A Necessary Unity*

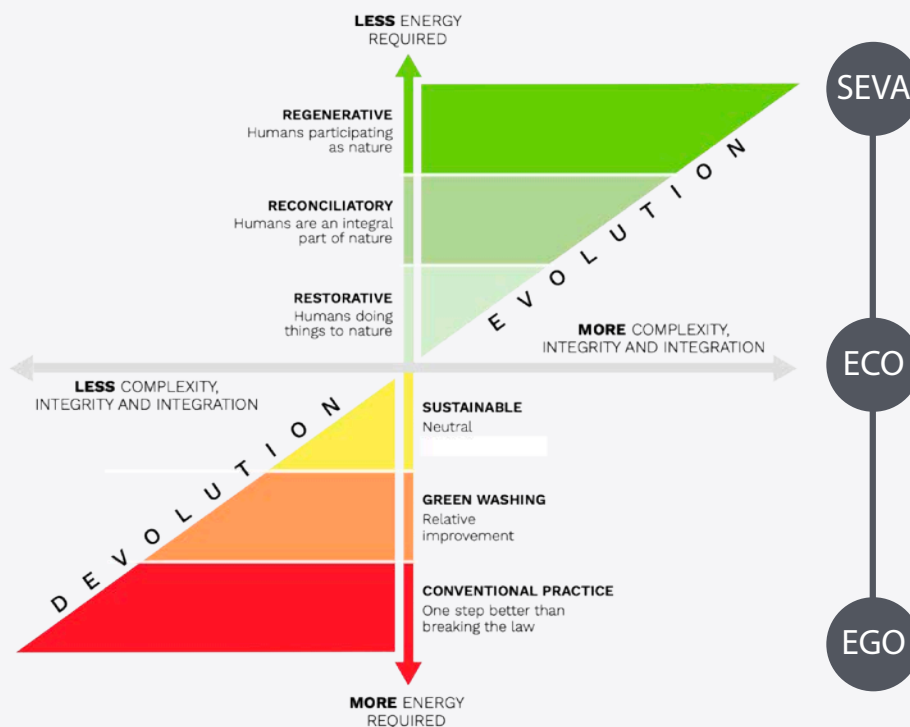
Van devolutie naar evolutie

In het nieuwe paradigma verschuift het wereldbeeld van devolutie naar evolutie, en van degeneratief intelligent naar regeneratief intelligent. Gedacht in te onderscheiden tijdperken is een overgang gaande van het Ego-tijdperk via het Eco-tijdperk naar uiteindelijk het Seva-tijdperk.

- 1 Ego: een wereldbeeld volgens welke we de natuur zien als iets om te beheersen en te exploiteren ten bate van onze eigen doeleinden.
- 2 Eco: hier erkennen we dat we een integraal onderdeel zijn van het ecosysteem en niet superieur aan de natuur. We streven naar harmonie en duurzaamheid.
- 3 Seva: dit is het hoogste niveau, waar we onszelf zien als dienstbaar aan het grotere geheel. We handelen vanuit een diepe verbondenheid met en respect voor alle leven.



Het oude Sanskrietwoord ‘seva’ (सेवा) wordt meestal vertaald als ‘dienst’ in de zin van ‘in dienst staan van een groter geheel’ en ‘meer dan één keer geven’. Het resoneert sterk met het doel om ‘co-evoluerende wederkerigheid’ te koesteren, iets dat regeneratief werken beoogt te bevorderen.

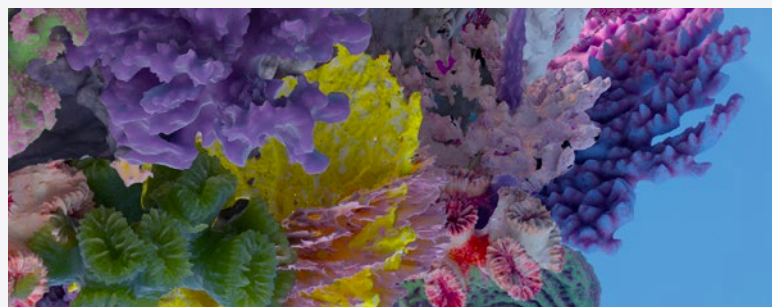


In opdracht van de Europese Unie is voor deze overgang een visie uitgewerkt die zes manieren beschrijft van hoe wij (en organisaties) kunnen omgaan met de natuur.¹¹ Van conventioneel, misschien net één stap beter uw best doen dan wat wettelijk vereist is, tot regeneratief, waarbij het in dienst staan van een groter geheel de gedachte is. Het is een visie die met een evolutiebril op is uitgewerkt. Er zijn drie 'devolutionaire' niveaus. Daar zien we ook de greenwashpraktijk voorbijkomen

en de bekende term duurzaamheid die volgens dit framework het evolutiedenken niet heeft geïntegreerd. De drie evolutionaire niveaus hebben ieder een eigen vertrekpunt. De natuur terugbrengen in de oude staat, goede dingen doen voor de natuur, noemt men 'restorative'. Onderkennen dat mensen een integraal onderdeel zijn van de natuur, wordt 'reconciliatory' genoemd. U gedragen als de natuur en daar dienend aan zijn, staat hier dus voor 'regenerative'.¹²

¹¹ Belgian presidency Council of the European Union (2024, 17 juni). Regenerative Development: improving governance and planetary health. <https://belgian-presidency.consilium.europa.eu/en/news/regenerative-development-improving-governance-and-planetary-health/>

¹² Federal Public Service (FPS) Health, Food Chain Safety and Environment (2024, 13 juni). Regenerative development and design. <https://www.health.belgium.be/en/news/regenerative-development-and-design>



Geef de natuur een plek in uw boardroom

U herinnert het zich wellicht nog. Rond 2017 was het heel 'hot' om te zeggen dat AI een zetel aan de directietafel had. Inmiddels wordt er een nieuwe vorm van intelligentie aan tafel uitgenodigd, die van de natuur. Dat kan door een zogenaamde 'zoöp' te worden. Het idee hierachter is eenvoudig maar krachtig: de natuur krijgt daadwerkelijke zeggenschap in het besluitvormingsproces.¹³ Dit gebeurt via een vertegenwoordiger van de natuur, een zogenaamde 'nature proxy', die in de boardroom zit om de belangen van ecosystemen en biodiversiteit te behartigen.

¹³ Nieuwe Instituut (2024). Zoöp Model. <https://nieuweinstituut.nl/en/projects/zoop/zoop-model>

BUSINESS

Artificial intelligence gets a seat in the boardroom

Hong Kong venture capitalist sees AI running Asian companies within 5 years



BUSINESS

Natural intelligence gets a seat in the boardroom

Hong Kong venture capitalist sees AI running Asian companies within 5 years





Conclusie

1 Kortetermijndenken als obstakel voor duurzame vooruitgang. De mens heeft de neiging tot kortetermijndenken, ofwel 'dysrationaliteit', wat een belangrijke oorzaak is van de huidige ecologische en economische crises. Ondanks de duidelijke voordelen van proactief handelen tegen klimaatverandering, blijven veel beslissingen gebaseerd op onmiddellijke voordelen in plaats van duurzaamheid op lange termijn.

2 De opkomst van regeneratieve intelligentie. Regeneratieve intelligentie is als een nieuwe manier van denken die verder gaat dan de traditionele, menselijke intelligentie. Ze richt zich op de integratie van natuurlijke, menselijke en kunstmatige intelligentie om duurzame en zelfherstellende systemen te creëren die het welzijn van alle levensvormen bevorderen.

3 Synergie tussen verschillende vormen van intelligentie. Regeneratieve intelligentie is een synergie tussen natuurlijke intelligentie (NI), menselijke intelligentie (HI) en kunstmatige intelligentie (AI). Deze combinatie moet leiden tot innovatieve oplossingen voor de complexe uitdagingen van het huidige tijdsgewricht, waarbij de nadruk ligt op samenwerking en wederzijdse versterking.

4 Uitdagingen bij het omarmen van een nieuw paradigma. De overgang naar regeneratieve intelligentie is niet eenvoudig. Deze paradigmaverschuiving zal gepaard gaan met weerstand, zowel op individueel als collectief niveau. Dit komt doordat bestaande machtsstructuren, identiteiten en levensstijlen worden uitgedaagd en opnieuw moeten worden uitgevonden.

5 Het belang van bio-intellectualiteit. Mensen moeten leren om in harmonie met de natuur te denken en te handelen. Dit houdt in dat we de diepere intelligentie van natuurlijke systemen gaan begrijpen en waarderen en deze inzichten toepassen op menselijke technologie en op beleid.



Hoofdstuk 2
Natuurlijke
intelligentie:
de Circle of Life

Leen Gorissen stelt in haar gezonde leefregel nummer 3 (uit het eerdere rijtje van tien) dat onderlinge afhankelijkheid de regel is in de natuur en dat niets in isolatie gebeurt. Deze natuurles komt steeds meer op de voorgrond. Alles is met alles verbonden. Samenwerking is een cruciaal gegeven in de evolutie. Fytoplankton in de zee dat CO₂ uit de lucht haalt, gedijt goed dankzij walvissen. Mieren floreren door met schimmels te communiceren. En mensen gedijen dankzij andere micro-organismen die in groten getale in en op ons lichaam zitten. Zo zijn we allemaal onderdeel van de *Circle of Life* van voedsel- en koolstofketens. Dankzij de wetenschap begrijpen we eigenlijk steeds meer van de natuur en het einde is nog niet in zicht. Communiceren met andere diersoorten? Het behoort straks tot de mogelijkheden. Ziektes herleiden tot aan de start van de voedselketen? Het kan nu al. Het zijn patronen die door kunstmatige intelligentie steeds beter worden herkend. Zo'n holistische kijk is voor de mens best lastig. Mede omdat er zoveel verschillende factoren een rol spelen, gaat het ons de pet snel te boven. Ecologische AI is wellicht een deel van de oplossing. De Artificial Intelligence Agency informeert ons over de staat van de natuur. Het principe dat alles met alles verbonden is en deel uitmaakt van dezelfde levenscyclus, zouden we ons meer ter harte moeten nemen. Mede omdat de risico's die het World Economic Forum voor ons in kaart heeft gebracht, erop duiden dat juist de essentiële ecosystemen enorm onder druk staan. Vandaar dat het beschermen van ecosystemen met behulp van AI en eco-engineering hierdoor steeds meer in de belangstelling staat.



Alles is met alles verbonden

In de tijd van Aristoteles was dit nog de gebruikelijke manier om de wereld te beschouwen. In zijn 'holismefilosofie' pleit hij ervoor om steeds het grotere geheel voor ogen te houden. Een systeem moet in zijn geheel bestudeerd worden en juist de connecties tussen de onderdelen, in plaats van de afzonderlijke delen, dienen centraal te staan. Het belang van 'holisme' hebben we allemaal wel eens ervaren. U komt bijvoorbeeld bij de specialist in het ziekenhuis en u schetst het hele plaatje. Maar de specialist concentreert zich op dat deel van het plaatje waar hij wat mee kan en laat de overige klachten buiten beschouwing. Maar het een heeft vaak met het ander te maken. Het lichaam bestaat uit verschillende onderdelen die met elkaar samenwerken. Een holistische kijk op hoe die samenwerking verloopt, kan tot een andere diagnose leiden. Zo'n samenwerking treffen we ook aan tussen verschillende organismen, bijvoorbeeld de bloem en de bij.

Volgens evolutionair bioloog professor Lynn Margulis is samenwerking de essentie. Organismen zijn met elkaar verbonden in wat 'symbiose' genoemd wordt,¹⁴ een nauwe en langdurige interactie tussen verschillende soorten. Symbiose kan verschillende vormen aannemen: mutualisme, waarbij beide soorten voordeel hebben; commensalisme, waarbij één soort voordeel heeft zonder de andere te beïnvloeden; en parasitisme, waarbij één soort voordeel heeft ten koste van de andere. In ons eigen lichaam zien we bijvoorbeeld mutualistische symbiose in de samenwerking tussen de bacteriën en schimmels in ons darmstelsel en de menseigen cellen. Het domein van deze specifieke samenwerking wordt ook wel het holobiont genoemd (*holos*: geheel; *biont*: kleinste deel).

Margulis heeft aangetoond dat de kracht van ecosystemen in de samenwerking zit en niet in de concurrentie. Ze wordt ook wel de moeder van de symbiose genoemd, zoals Darwin de vader van de evolutie genoemd wordt. Met haar betoog dat evolutie en het leven op aarde niet alleen om competitie draaien maar ook om samenwerking, stuitte ze aanvankelijk op veel scepsis. Maar nu, bijna dertien jaar na haar dood, is haar gedachtegoed populairder dan ooit.

¹⁴ Dit heeft ze beschreven in haar boek *Symbiosis as a Source of Evolutionary Innovation*. De term symbiose is veel ouder en komt van Albert Bernhard Frank (1839-1900).

2.1 De levenscirkel van de *Leucoagaricus*



We reizen af naar het tropisch regenwoud, waar we meer te weten komen over de samenwerking tussen de verschillende levensvormen in een ecosysteem. We kijken en luisteren naar Sir David Attenborough. Als bioloog en documentairemaker voor de BBC sleept hij ons onvermoeibaar mee naar buiten om ons de wonderbaarlijke verschijnselen van de natuur te tonen. Het zonlicht schijnt langs het groen van de bladeren en verlicht zijn schoenen. Een paar keer stampt hij op de grond. Hij vertelt dat vijf meter diep onder de grond zich iets bevindt waar hij ons graag meer over wil vertellen. En zo begint hij het verhaal over een ecosysteem met in de hoofdrol noch een plant noch een dier, maar een schimmel die *Leucoagaricus* heet. Die bevindt zich ver weg van de bladeren die hij nodig heeft om te overleven. Om toch bij de bladeren te kunnen, beschikt de schimmel over een huurlingenleger van bladsnijdersmieren die over een vernuftige knipfunctie beschikken. Met hun kaken kunnen ze de bladeren van een boom of struik aan stukken knippen. Miljoenen van die mieren zorgen ervoor dat de *Leucoagaricus* aan zijn bladeren komt. In ruil daarvoor kweekt de schimmel kleine pakketjes die als voedsel voor de hongerige mieren dienen. De schimmel heeft zo zijn voorkeuren en geeft chemische signalen af die duidelijk maken aan welk soort bladeren hij behoefte heeft. Mierenscouts gaan vervolgens op ontdekkingsstocht. Werkmieren volgen en leggen honderden meters af naar de plek waar de gewenste bladeren te vinden zijn. In dit geval naar een jonge orleaanboom, een boom waarvan de bloemen rode kleurstof bevatten die gebruikt wordt in lippenstift. De mieren zetten met gemak hun snijgerei in het blad. Een voor een vallen de bladeren op de grond. Het geluid van het snijden van de bladeren trekt nog meer mieren aan

en zo dijt het leger uit. Er vormt zich een colonne van mieren die de bladeren huiswaarts brengt. Met een snelheid van twee meter per minuut en met tien keer het eigen lichaamsgewicht aan bladeren op hun nek vormen ze een groene rivier door de jungle. Per uur gaan zo duizenden stukjes boomblad vijf meter de grond in, waar de schimmel de prooi in ontvangst neemt. Maar de orleaanboom zet tijdens de mierenoverval direct de tegenaanval in. Terwijl de mieren de eerste bladeren afsnijden, laat de boom het blad vollopen met toxische stoffen. De schimmel wordt aangetast door de giftige stof en begint stante pede door chemische signalen nieuwe marsorders te geven aan de mieren. Op zoek naar andere bladeren! De reacties van de planten en de schimmel zorgen ervoor dat de mieren steeds van plant moeten wisselen. Het gevolg daarvan is dat er voor iedere plant voldoende blaadjes overblijven om te overleven en het ecosysteem intact blijft.

Er zijn ontelbare van dit soort voorbeelden in de natuur. Niet verwonderlijk, want het is de essentie. Soms zijn het heel expliciete communicatielijnen die de samenwerking stroomlijnen, zoals de *Leucoagaricus* die de marsroute uitstippelt voor de mier. Soms is de samenwerking meer verborgen, zoals duidelijk werd toen wolven in 1995 in het Yellowstone National Park werden geïntroduceerd. Door hun aanwezigheid moesten elanden en herten vaker van graasplek veranderen, waardoor de vegetatie makkelijker kon herstellen. Er kwamen meer bosschages. Dat had weer tot effect dat vele andere diersoorten konden floreren, waaronder de otter. De oevervegetatie verbeterde, waardoor rivieren gingen meanderen. Er ontstonden diepere geulen en poeltjes, wat weer ander leven aantrok ... Enzovoort. De natuur herstelt zich door dit soort verborgen vormen van samenwerking binnen een ecosysteem.



2.2 De Ecological Intelligence Agency

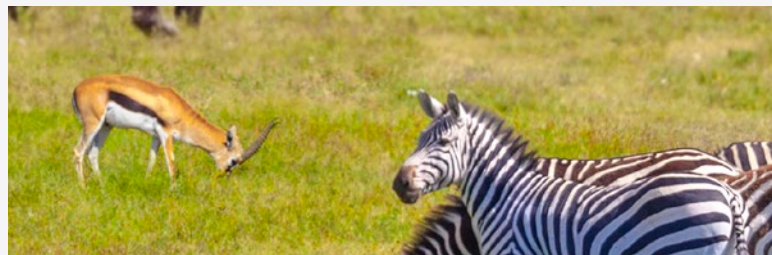
Aristoteles had het graag anders gezien, maar met het zien van het grotere plaatje zijn we niet dagelijks bezig. Het lijkt er eerder op dat we steeds specialistischer bezig zijn en onszelf opsluiten in de eigen bubbel. Voor nadenken over de Circle of Life van de natuur is dan even geen plek in onze bovenkamer. Het ontwerp bureau Superflux heeft nagedacht hoe met behulp van AI die aandacht voor de natuur weer kan worden teruggebracht. Het heeft een prototype gebouwd van wat het 'ecologische AI' noemt. Wat moeten we ons daarbij voorstellen? Bijvoorbeeld dat u namens de rivier naast uw huis een bericht ontvangt: 'De lokale ijsvogels hebben net hun nest gebouwd. Over een paar weken zullen de jongen te zien zijn!' Of: 'Het water raakt vervuild, er moet actie ondernomen worden!' Of: 'Er zou een groene doorgang voor dieren tussen de vijver en de nabije rivier gecreëerd moeten worden.' In dit speculatief concept fungeert AI als pleitbezorger voor ecologische gezondheid van de rivier. Superflux doopte deze vorm van AI om tot *Ecological Intelligence Agency*.

'To create a foundation for Ecological AI, we considered an alternate intelligence that does not claim unlimited access to knowledge systems, does not assume only one way to understand the world and does not perpetuate dominant extractive paradigms.'

Superflux

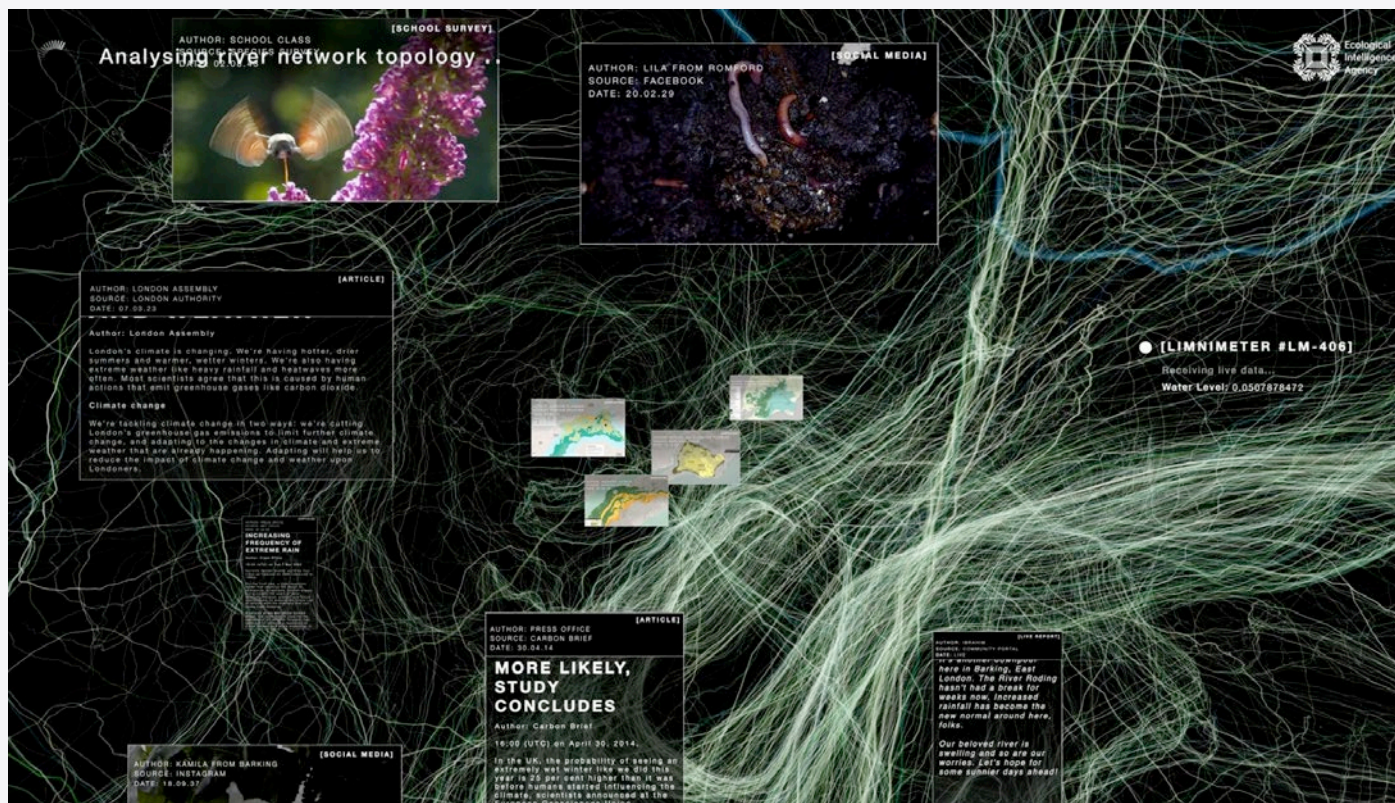
Superflux deed onderzoek naar de vervuiling van de Rodingrivier in Londen. Het ontwerp bureau richtte zich op de invloed van PFAS, dat vanwege de langdurige effecten 'forever-chemicaliën' worden genoemd. Het team gebruikte kunstmatige intelligentie om de Roding een 'echte' stem te geven. Deze AI-stem werd gebruikt om de ecologische databronnen om te zetten in berichten op sociale media. De visualisaties daarvan worden gemaakt met generatieve AI.

Zo leren we de natuur beter kennen en de onderliggende ecosystemen beter begrijpen. AI visualiseert haar status op het scherm in de broekzak of in de



huiskamer. Ook het volgende voorbeeld illustreert dat er veel te winnen is met beter informeren. Als we de verborgen samenwerking in de natuur verkeerd 'lezen', leidt dat tot de verkeerde conclusie, zoals dat bij de observatie van de walvis het geval was.

Ontwerpbureau Superflux ontwierp de Ecological Intelligence Agency – een alternatieve intelligentie die geen onbeperkte toegang tot kennisystemen opeist, en niet uitgaat van slechts één manier om de wereld te begrijpen.



2.3 De levenscirkel van walvissen

We beschouwden walvissen als plunderslaars. Als grote, logge beesten die met hun gigantische bek door de oceanen zwemmen om zich tegoed te doen aan enorme hoeveelheden vis of plankton. Nemen, nemen, en niets geven. Maar de walvis staat centraal in een ecosysteem dat floreert zodat de walvis zelf weer kan gedijen. En de mens profiteert mee. We projecteerden echter ons eigen degeneratieve gedrag op de walvis, want achteraf blijkt dat we de cruciale rol van deze bijzondere zoogdieren helemaal verkeerd begrepen. Natuurlijk is het waar dat ze nogal wat vis en plankton verorberen. Sommige walvissen kunnen 33 meter lang zijn en maar liefst 190.000 kilo wegen. Om zo'n gigantisch lichaam warm te houden is nogal wat energie nodig. Maar dat walvissen feitelijk meer leven creëren dan ze tot zich nemen, was haast onmogelijk te zien met de kennis van die tijd.

We praten over de jaren zeventig, een tijd waarin mensen dachten dat een afname van de walvispopulatie zou leiden tot een toename van de hoeveelheid vissen en plankton.¹⁵ De gedachte was simpel: zonder de warmbloedige giganten zouden de vissen en het plankton niet meer worden opgegeten en dus zouden de aantallen stijgen. Voor de mens was de commerciële jacht op de walvis een duidelijke win-winsituatie: én walvisvlees en andere bijproducten, én ook nog eens meer vissen om later te vangen. De jacht was erg succesvol en leidde uiteindelijk tot een kritisch punt waarop de walvis dreigde uit te sterven.

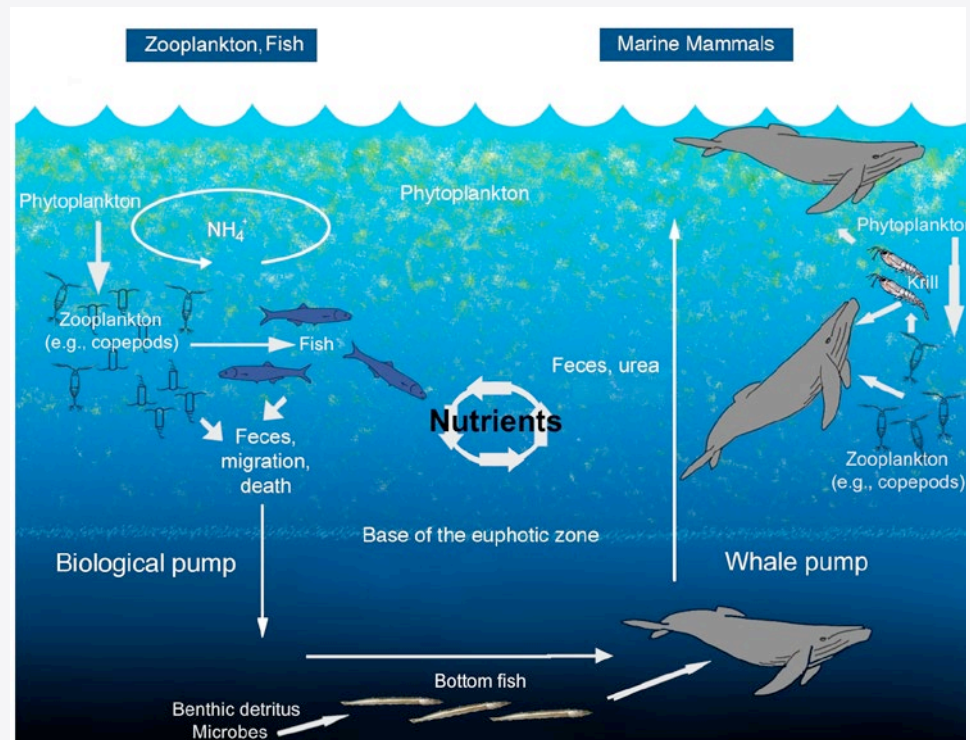
Gek genoeg bleef de toename van vis- en planktonpopulaties uit en groeide de overtuiging dat we de relatie tussen walvissen en hun voedsel helemaal verkeerd begrepen. Nu weten we dat juist het omgekeerde het geval is: in oceanen waar walvissen worden beschermd en hun aantallen toenemen, groeit ook de populatie van plankton en vis. Het blijkt dat het plantaardige deel van plankton nutriënten zoals stikstof en ijzer nodig heeft die juist veel voorkomen in walvispoep. Zonder walvispoep geen plantaardig plankton. Geen plantaardig plankton, geen dierlijk plankton. En zo heeft de aanwezigheid van de walvis invloed op de hele voedselketen. Maar net zo opmerkelijk als het effect op de voedselketen, is het effect van de walvis op de koolstofketen. Het fytoplankton dat gedijt door de walvis, bevat chlorofyl en gebruikt zonlicht om kooldioxide en water om te zetten in glucose en zuurstof. Dit proces is essentieel voor het produceren van een aanzienlijk deel van de zuurstof in de atmosfeer – naar schatting zelfs rond 50% van de zuurstofproductie wereldwijd. En walvissen leggen tijdens hun leven maar liefst 33 ton CO₂ vast in hun lichaam. Dit zinkt na de dood van een walvis weer naar de zeebodem waardoor het eeuwenlang uit de atmosfeer blijft.¹⁶ Beetje bij beetje begrijpen we deze regeneratieve relaties in de natuur beter. Maar we staan nog maar aan het begin van het begrijpen van deze Circle of Life.

Laten we teruggaan naar de verrassende dingen die gebeuren in de wetenschap en er een paar nader bekijken. Al jaren proberen wetenschappers walvissen beter te begrijpen en nu komen ze zelfs tot de overtuiging dat we binnen enkele jaren een vloeiende conversatie met ze kunnen hebben. Beter gezegd, kunstmatige intelligentie kan tegen die tijd een

¹⁵ Lavery, T. J. et al. (2014, 6 mei). Whales sustain fisheries: Blue whales stimulate primary production in the Southern Ocean. *Marine Mammal Science*, 30(3), 888-904. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/mms.12108>

¹⁶ Chami, R. et al. (2019, december). Nature's solution to climate change. IMF. <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2019/12/natures-solution-to-climate-change-chami>

Wetenschappers begrepen de walvis totaal verkeerd. Door nieuwe inzichten moesten ze hun wereldbeeld bijstellen..



vloeiende conversatie met ze voeren. Een dergelijke Whale.AI zou zo wellicht nog meer inzicht verwerven in de werking van het ecosysteem van walvissen, mits er ook daadwerkelijk geluisterd wordt.

Inmiddels zijn de eerste testen gedaan. Net zoals we met Large Language Models (LLM's) als ChatGPT en Claude de menselijke taal hebben ontrafeld, kunnen we met dezelfde technologie de communicatie tussen dieren proberen te doorgronden. Dit is het werkterrein van de start-up Earth Species Project (ESP). De verwachtingen zijn dat we over drie tot vijf jaar inderdaad een vloeiende conversatie met dieren kunnen voeren.¹⁷ Het ESP beschikt over verschillende databases, onder andere een met meer dan een miljoen geluidsopnames van 28.000 verschillende diersoorten. Ze hebben een basismodel gepubliceerd

– een GPT (Generative Pre-trained Transformer) voor het dierendomein – dat veelbelovend presteert en waarmee wordt geëxperimenteerd met een breed scala aan diersoorten. In mei 2024 werd aangekondigd dat de taal van walvissen nog uitgebreider is dan we dachten. Wetenschappers van de Carleton Universiteit in Ottawa hebben een soort fonetisch alfabet opgebouwd dat walvissen gebruiken om te communiceren. Duizenden uren aan geluiden van zestig verschillende potvissen zijn onderzocht over een tijdspanne van vijftien jaar. Hun geluiden, die bekendstaan als codas, zijn met hulp van kunstmatige intelligentie geanalyseerd en vastgelegd in een bibliotheek. Het zijn bouwstenen die op verschillende manieren vrij kunnen worden gecombineerd om veel meer soorten vergelijkbare codas te maken dan eerder werd gedacht.¹⁸

¹⁷ Rutz, C. et al. (2023, 14 juli). Using machine learning to decode animal communication. *Science*, 381(6654). https://pure.mpg.de/rest/items/item_3517984_6/component/file_3519870/content

¹⁸ Moran, P. (2024, 16 mei). What are whales saying to each other? Scientists are a step closer to finding out. CBC. <https://www.cbc.ca/radio/thecurrent/sperm-whale-communication-1.7205012>



Dieren-AI-ethiek?

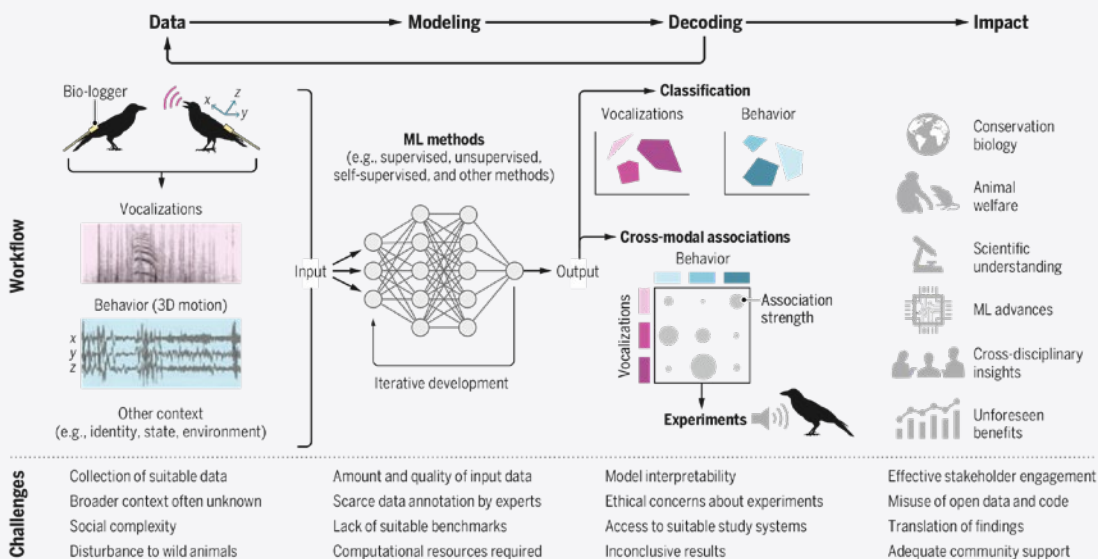
Op het ESP kwam ook kritiek toen onderzoekers geluiden van walvissen onderwater afspeelden om te zien hoe de dieren zouden reageren. Toen een van de walvissen tijdens het afspelen onrustig en atypisch gedrag vertoonde, is er nogmaals goed naar de data gekeken. Het bleek dat ze de naam van deze specifieke walvis aan het afspelen waren. Het dier werd voortdurend geroepen en daardoor raakte het van streek.

Dit is de roadmap van het ESP dat in vaktijdschrift *Science* is gepubliceerd. De collectie van data waar het proces mee begint, is uiteraard cruciaal. Met hulp van verschillende vormen van machine learning worden basismodellen gebouwd om diertaal beter te begrijpen. Het doel is vijfledig: meer wetenschappelijke inzichten verzamelen, kruisbestuivingen realiseren tussen diverse vakgebieden, vooruitgang boeken in machine learning, natuurbehoud en het welzijn van dieren.

SPECIAL SECTION A MACHINE-INTELLIGENT WORLD

Using multimodal data and experiments to understand animal signals

Machine-learning (ML) methods can be used to integrate information on sender, receiver, and communication context, revealing patterns that may inform hypotheses about signal function and, in turn, the design of controlled experiments. ML-assisted research on animal communication will likely generate important benefits, such as improving animal conservation and welfare, but is not without its challenges; addressing ethical concerns is a top priority.



Downloaded from <https://www.science>



Meer data, meer inzichten

Het ESP richt zich niet alleen op geluiden, maar ook op het gedrag van dieren. Door geluid en gedrag te combineren kan meer betekenis worden afgeleid uit de diertaal. Zo'n multi-modale aanpak is onderdeel van de roadmap die het ESP in *Science* heeft gepubliceerd.

Ecosystemen beschermen met geo-AI

Hoewel een AI-conversatie met dieren veelbelovend lijkt, wordt AI nu al op andere manieren ingezet voor het behoud van ecosystemen. In Noord-Alberta, Canada, heeft een groep inheemse ouderlingen, kennisbewaarders en bontjagers een non-profitorganisatie opgericht (ShagowAskee) die de traditionele kennis verzamelt en deze inzet om hun habitat, hun bossen en de dieren die er leven (zoals deze bedreigde Wabasca wood buffalo¹⁹) te beschermen.

¹⁹ Het betreft een zeldzame ondersoort van de bizon. Het oorspronkelijke leefgebied van deze ondersoort, de *Bison bison athabascae*, was noordelijker, in de Canadese wouden. De soort leeft in kleinere groepen en de dieren zijn zwaarder dan de normale bizons.

Of in hun eigen woorden:

‘We want to protect the Land, the Trees, the Forest for another 100 years so our next generations, them too, will benefit from what we had benefited before. We were given the Land to use Whatever Life that is within, should be protected By protecting the animals, we protect the forest By protecting the forest, we protect the water and the air we all use. The only way it will work is if we work all together’

'Het is één ding om te praten over hoeveel houtkap en andere zakelijke praktijken het land en de bosbizonkudde die daar leeft beïnvloeden', zegt Sugu Thuraisamy, managing director bij ShagowAskee.

'Maar het is iets heel anders om de effecten op een specifiek leefgebied te kunnen visualiseren en kwantificeren. En zonder dat te doen, wordt het pleidooi voor serieuze beleids- en praktische veranderingen veel minder tastbaar. We willen beleidsmakers, exploitanten en gemeenschappen duidelijk bewijs geven van hoe deze leefgebieden in de loop der tijd zijn veranderd en hoe ze vandaag de dag nog steeds veranderen.'

Door gebruik te maken van Geo Satellite Intelligence en AI visualiseren en analyseren zij nu de degeneratieve impact van houtkap en bosbranden sinds de jaren tachtig. Gewapend met die bewijslast bepleit ShagowAskee bij de Canadese regering een meer verantwoorde bosbouw met respect voor het ecosysteem, zodat ook volgende generaties van de natuurlijke rijkdom zullen profiteren. De technologie is dus geen doel of antwoord op zichzelf, maar

ondersteunt hun missie om ecologisch verantwoord beleid te promoten door duidelijke bewijslast te leveren voor de veranderingen in het landschap.²⁰

Het project is onderdeel van een relatief nieuwe stroming binnen AI-ethiek: Inheemse AI (in het Engels: Indigenous AI). Deze stroming houdt zich bezig met vragen als: Hoe kunnen inheemse manieren van kennisverwerving en opvattingen over het bestaan bijdragen aan het wereldwijde gesprek over de samenleving en AI? Hoe kunnen we de discussies over de rol van technologie in de samenleving verbreden, voorbij de grotendeels cultureel homogene onderzoekslaboratoria en de start-up-cultuur van Silicon Valley? En hoe kunnen we ons een toekomst met AI voorstellen die bijdraagt aan het welzijn van alle mensen en niet-mensen?²¹ Veel raakvlakken dus met regeneratieve intelligentie.

Eco-engineering met NI en AI

Eco-engineering is een veld dat zich richt op het ontwerpen, ontwikkelen en beheren van systemen die de natuurlijke ecosystemen gebruiken en ondersteunen om milieuproblemen op te lossen. Het combineert principes uit de ecologie, milieuwetenschappen en ingenieurswetenschappen om duurzame oplossingen te creëren die de gezondheid van zowel de natuurlijke omgeving als de menselijke samenleving bevorderen. Het doel van eco-engineering is om met de natuur samen te werken in plaats van tegen de natuur te werken,



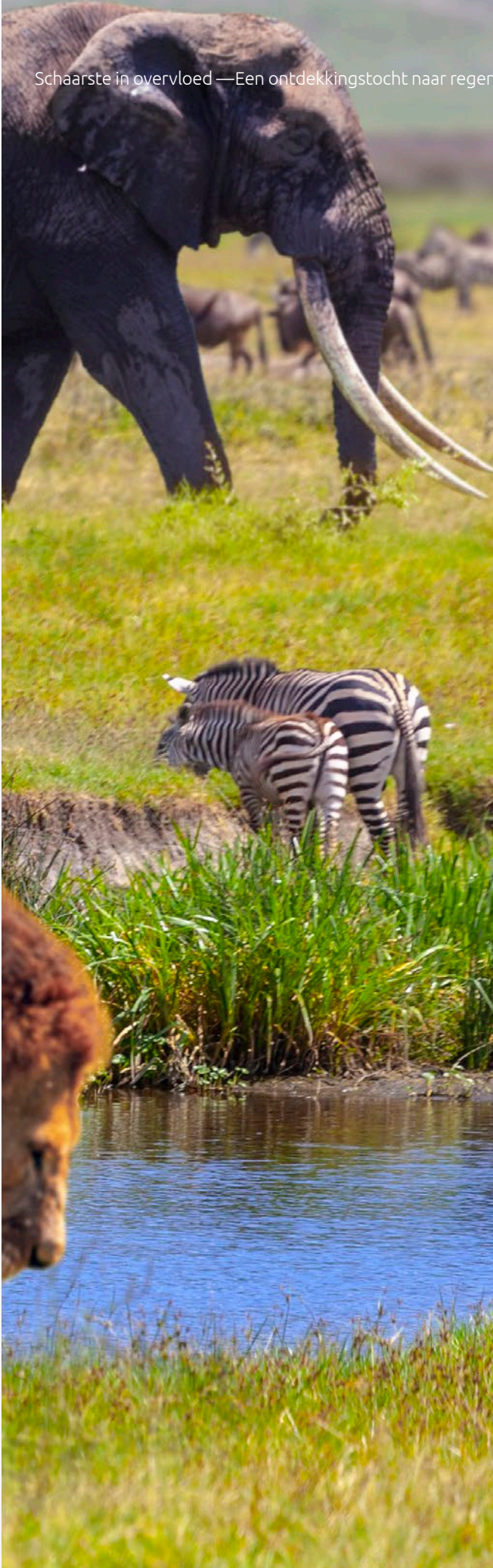
Inheemse AI-kunst

Hiernaast ziet u een still van een bewegend AI-kunstwerk van Refik Anadol en de Yawanawá-gemeenschap. Het kunstwerk combineert weergegevens uit het Braziliaanse dorp van de inheemse Yawanawá-gemeenschap met de kunst van een jonge groep Yawanawá-illustratoren die werken in hun traditionele inheemse kunststijl.²²

²⁰ Sogeti (2024). ShagowAskee protects the wood buffalo with an eye in the sky. <https://www.sogeti.com/why-us/proven-expertise/shagowaskee/>

²¹ Suhairk (2024, 8 juli). Indigenous frameworks for AI. <https://suhairk.substack.com/p/indigenous-frameworks-for-ai>

²² Sharma, M. (2023, 7 augustus). Refik Anadol collaborates with Yawanawá community to create 'Winds of Yawanawa'. *Stir World*. <https://www.stirworld.com/see-features-refik-anadol-collaborates-with-yawanawa-community-to-create-winds-of-yawanawa>



waardoor duurzamere en veerkrachtigere oplossingen worden gecreëerd.

Zo helpt de Japanse oester ons op twee manieren uit de brand. We introduceerden deze exoot ooit in Nederland nadat de platte oester door intensieve visserij zo goed als uitgestorven was. De Japanse oester blijkt veel beter bestand tegen het opwarmende water. De introductie van deze exoot lijkt ook te leiden tot een grotere biodiversiteit in leefgebieden, maar dat is meer geluk dan wijsheid.²³ Nu wordt deze oester ook ingezet in de strijd tegen een stijgende zeespiegel. Een 'zeemuur' gebouwd van Japanse oesters is beter bestand tegen stormen. Een stormvloed zou een traditionele zeemuur kunnen beschadigen, maar de natuurlijke zeemuur groeit terug.²⁴ Daar hoeven wij niets aan te doen, immers, de natuur werkt regeneratief. Traditionele technieken kosten bovendien veel geld, zijn soms tijdelijk (zoals zandsuppletie aan stranden) en hebben vaak een negatieve impact op ecosystemen en biodiversiteit. De Japanse oester kent al die nadelen niet.

Eco-engineering met gebruik van AI is nog interessanter. Er zijn ontwerp bureaus, zoals het Canadese Maket, die generatieve AI inzetten om natuuroplösungen te bedenken. Zo willen ze met generatieve AI groene daken ontwerpen met een juiste mix van vegetatie en bodem die zich kunnen aanpassen aan verschillende weersomstandigheden. Bovendien wordt het gebruik van hulpbronnen zoals water en energie geoptimaliseerd en wordt de ecologische voetafdruk van gebouwen gereduceerd.

²³ Ysebaert, T., Walles, B., Haner, J., & Hancock, B. (2019). Habitat modification and coastal protection by ecosystem-engineering reef-building bivalves. In: A. C. Smaal, J. G. Ferreira, J. Grant, J. K. Petersen & Ø. Strand (Eds.), *Goods and services of marine bivalves* (pp. 253-273). Springer.

²⁴ Morris, R. L., et al. (2018). From grey to green: Efficacy of eco-engineering solutions for nature-based coastal defence. *Global Change Biology*, 24(5), 1827-1842.

2.4 De levenscirkel van de mens

Onze eigen levenscirkel verschilt eigenlijk niet zo veel van die van de *Leucoagaricus*-schimmel waarover we eerder spraken. Wij functioneren, net zoals de *Leucoagaricus*, dankzij levend materiaal dat niet van onszelf is. De mens is een wandelend ecosysteem. We doelen dan op de eencellige organismen, schimmels en bacteriën die op onze huid zitten, in onze mond en in ons darmstelsel. Bij elkaar opgeteld zijn dat zelfs meer cellen dan die van onszelf. Wij bestaan grofweg uit 69 biljoen cellen waarvan de verdeling menselijke en niet-menselijke cellen ongeveer fiftyfifty is. Maar als we het DNA gaan tellen, komen we uit op een verhouding 1 : 500. Het menselijk DNA maakt een vijfhonderdste uit van al het DNA-materiaal in ons lichaam. DNA is erfelijk materiaal dat staat voor samengebalde kennis en ervaring, de databank van het menselijk operating system. Die databank bevat

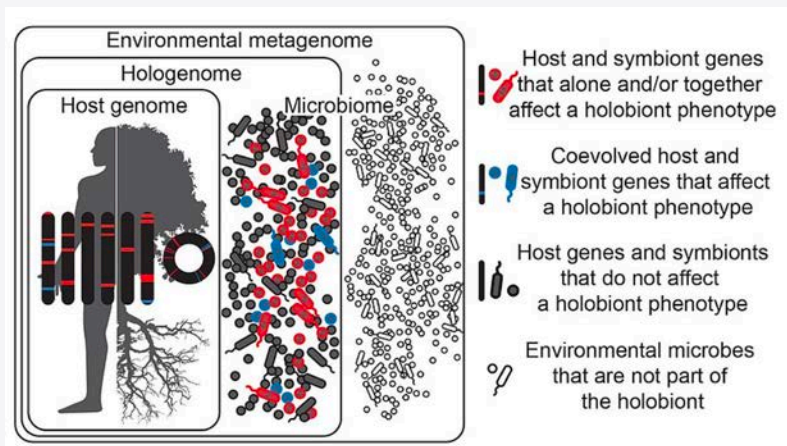
dus niet alleen menselijke kennis, maar ook kennis van andere levensvormen. De mensen die hier onderzoek naar doen, hebben het steevast over 'de gastheer', dat zijn wij, het lichaam dat plaats biedt aan al het andere leven. Dat andere leven noemen we het 'microbioom'. Het microbioom van de mens kan het best gezien worden als een extra orgaan. De laatste jaren is het onderzoek naar dit microbioom verschoven van de relatie met immuniteit, ziektes en voeding, naar aandoeningen van de geest (zoals ADHD en Alzheimer) en intelligentie. Sommigen noemen het microbioom zelfs ons 'tweede brein'. Dit tweede brein bestaat uit dezelfde soort cellen als de zenuwcellen in onze hersenen. Via de nervus vagus, een belangrijke hersenzenuw, is het zenuwstelsel van de darmen rechtstreeks verbonden met het centrale zenuwstelsel in onze hersenen. Zo wisselen onze darmen gegevens uit met onze hersenen.





AI versnelt onze kennis

Onderzoek naar al die dwarsverbanden en causale relaties is uitermate complex en kan eigenlijk niet zonder kunstmatige intelligentie. Van DNA-sequencing die de code van leven in kaart heeft gebracht tot 'shotgun metagenome sequencing' die in één klap kan vertellen waar uw microbiom uit bestaat, AI is onmisbaar gebleken. Voorheen ging dergelijk onderzoek uiterst moeizaam en traag. Bacteriën werden in petrischaaltjes opgekweekt en daarna geanalyseerd. Tegenwoordig gaat het dankzij AI razendsnel. In het wetenschappelijk paper 'Metagenomics and artificial intelligence in the context of human health'²⁵ lezen we hoe belangrijk AI is in het ontdekken van relaties tussen gezondheid en 'de natuur'. Zo is met de inzet van AI binnen het jonge vakgebied 'metagenomics' onderzoek naar chemische stoffen in relatie tot onze voedselketen in een stroomversnelling gekomen. We weten nu dat bereiding van voedsel in een pan met een antiaanbaklaag van PFAS ongezond is. Maar de grootste hoeveelheden – die echt schadelijk kunnen zijn – krijgen we via het drinkwater binnen. Verschillende onderzoeken tonen aan dat het microbiom van samenstelling verandert door een te hoge blootstelling aan PFAS.²⁶ Een mogelijk gevolg van die blootstelling is een te hoge concentratie van de Methanobrevibacter-bacterie die in verband wordt gebracht met ziektes als MS en obesitas.



De optelsom van het DNA-materiaal van de gastheer (in dit geval de mens) en het microbiom wordt 'hologenoom' genoemd. Het plaatje wordt rondgemaakt door het metagenoom dat zich buiten ons lichaam bevindt.

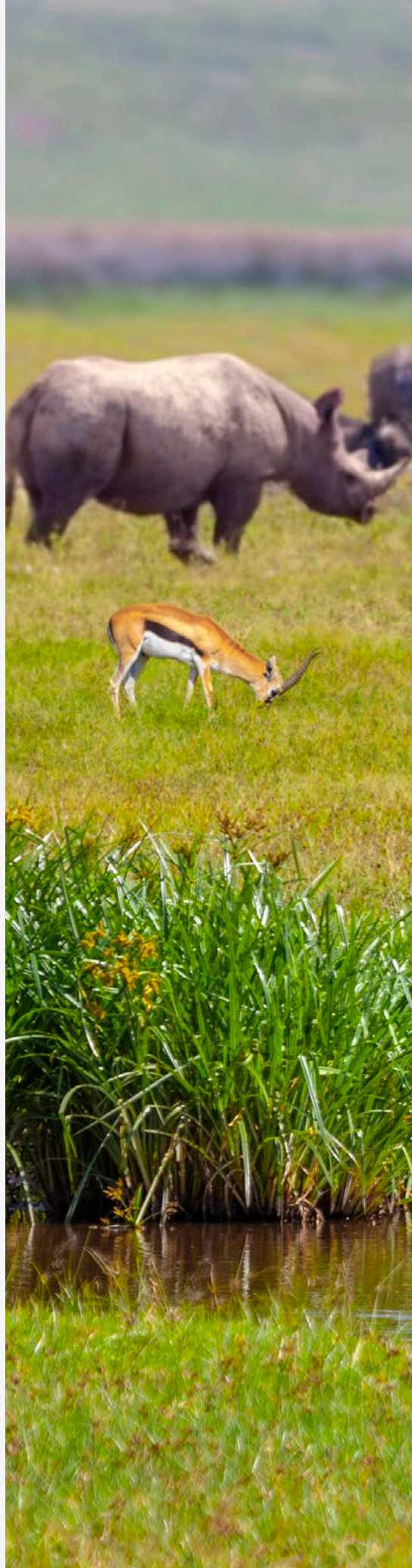
²⁵ Wani, A. K., Roy, P., Kumar, V., & ul Gani Mir, T. (2022, 12 maart). Metagenomics and artificial intelligence in the context of human health. *Infection, Genetics and Evolution*, 100(June 2022), 105267. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567134822000648>

²⁶ Lamichhane, S., Härkönen, T., Vatanen, T., Hyötyläinen, T., Knip, M., & Orešič, M. (2023, 19 mei). Impact of exposure to per- and polyfluoroalkyl substances on fecal microbiota composition in mother-infant dyads. *Environment International*, 176(June 2023), 107965. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412023002386>

Hoewel dit soort onderzoek nog in de kinderschoenen staat, trekken wetenschappers aan de alarmbel. Een vergelijkbare situatie doet zich voor in het geval van glyfosaat, een bekend onkruidbestrijdingsmiddel. Maar het zit onder andere ook in katoenen kleding, tampons en babyluiers.²⁷ Canadese wetenschappers leggen een verband tussen de significante toename van depressiviteit en de explosie in het gebruik van glyfosaat. Ze pleiten voor een meerjarenstudie waarin specifiek wordt gekeken naar de effecten van glyfosaat op het microbioom. Nu al is bekend dat glyfosaat bij muizen parkinson veroorzaakt. En ook is bekend dat het microbioom van parkinsonpatiënten afwijkend is van dat van niet-parkinsonpatiënten. Voorts is bekend dat glyfosaat zelfs ingrijpt op het microbioom van planten. Kortom, er is heel veel over bekend. Dit leidde tot de verzending van een brandbrief²⁸ van 156 wetenschappers, waaronder neurologen, evolutionair biologen en toxicologen, aan de Nederlandse regering. In de brief vroeg men om de wetenschap serieus te nemen en op 16 november 2023 tegen het besluit te stemmen om glyfosaat nog tien jaar in Europa toe te staan. Inmiddels is het besluit genomen om met glyfosaat door te gaan. We citeren uit de genoemde brief:

²⁷ Zie: Medisch Dossier (2021, 23 november). Ziek makende onkruidverdelger. <https://medischdossier.org/archief/ziekmakende-onkruidverdelger/>Zie ook: Shearston, J. A., Upson, K., Gordon, M., Do, V., Balac, O., Nguyen, K., Yan, B., Kioumourtzoglou, M.-A., Schilling, K. (2024, 3 juli). Tampons as a source of exposure to metal(loid)s. *Environment International*, 190(August 2024). 108849. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412024004355>

²⁸ Rozemuller, A. et al. (2023, 13 november). Neem de onafhankelijke wetenschap serieus bij het besluit over glyfosaat. [Brief]. <https://www.pan-netherlands.org/wp-content/uploads/2023/11/brandbrief.pdf>



‘Resten van glyfosaat tasten mogelijk ook de bacteriën in de longen en de darmflora van mensen aan. Dat kan de weerstand verminderen, waardoor de vatbaarheid voor ziekten toeneemt. Ook is het mogelijk dat een dergelijke aantasting van de darmflora leidt tot een cascade van neurodegeneratieve processen. Deze negatieve effecten op het darm microbioom en de algehele gezondheid blijken ook uit onafhankelijke studies van honingbijen en vogels.’

Waar het mogelijk ook toe kan leiden is dat we collectief dommer worden. Onderzoekers aan de universiteiten van Mannheim en Baltimore hebben een relatie aangetoond tussen de samenstelling van de darmflora en het IQ van kinderen.²⁹ Uit de match tussen de darmflora en de IQ-scores werd een sterke correlatie vastgesteld met een bepaalde bacterie uit de familie van de enterobacteriën. Chinees onderzoek van de Xi'an Jiaotong

Universiteit onderzocht de relatie tussen het microbioom en de intelligentie van volwassenen.³⁰ Er deden ruim 18.000 personen mee aan het onderzoek, dat interessante resultaten heeft opgeleverd. Zo bleek dat bij een overdaad aan een bepaalde bacterie, in dit geval de Oxalobacter, een lager IQ geconstateerd werd. Een overdaad aan de Fusicatenibacter correleert met een hoger IQ en een groter brein.

²⁹ Streit, F. et al. (2021, 20 augustus). Microbiome profiles are associated with cognitive functioning in 45-month-old children. *Brain, Behavior and Immunity*, 98(November 2012), 151-160. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889159121002919>

³⁰ Yao, S. et al. (2023, 15 mei). Mendelian Randomization analyses identify causal associations of human gut microbiome composition on intelligence. MedRxiv. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2023.05.11.23289760v1.full.pdf>

Worden we onvruchtbaar?

Hoe alarmerend de berichten ook mogen zijn, soms kan een glimlach niet worden onderdrukt als wederom blijkt dat we de natuur onvoldoende begrijpen. Neem nu microplastics. Recent werd duidelijk dat de kleine bolletjes zelfs in onze teelballen zitten en dat dit de vruchtbaarheid bij mannen in de Verenigde Staten met 50% heeft gereduceerd.³¹ Dat plastic deze invloed heeft op onze Circle of Life, komt wellicht als een verrassing, maar is dat in feite niet. Wat eindigt met een ziekte, een lager IQ of onvruchtbaarheid, begint met het voedsel en water uit de grond. De mens is onlosmakelijk onderdeel van de voedselcirkel. Het zijn symptomen van het proces van grond tot mond.

Diezelfde natuur laat zich in de context van microplastics ook van de slimste kant zien. Japanse onderzoekers hebben op een vuilnisbelt een bacterie ontdekt die zich tegoed deed aan plastic flesjes.³² De plastichonger van de bacterie kan wel eens de oplossing zijn voor een van de grootste problemen waar we nu mee te maken hebben. Kohei Oda is de microbioloog die het Japanse onderzoek naar de bacterie leidde. Hij stelt dat welk wetenschappelijk probleem u ook wilt tackelen, u eerst naar microben moet kijken. Ze bezitten immers miljarden jaren aan ervaring en hebben zeer waarschijnlijk al een oplossing bedacht.

‘I say to people, watch this part of nature very carefully. It often has very good ideas.’

Kohei Oda

Dat ook AI met goede ideeën kan komen, blijkt uit het bericht dat de Universiteit van Texas met behulp van AI een enzym heeft ontwikkeld dat hetzelfde doet als de Japanse bacterie op de vuilnisbelt: het verteert plastic.³³

In het volgende hoofdstuk gaat onze ontdekkingsstocht naar de natuurlijke en kunstmatige intelligentie verder. Intuïtief denken we bij intelligentie in de natuur niet meteen aan een ecosysteem maar veel eerder aan een intelligente diersoort zoals de aap of misschien wel uw eigen hond. De fout die we daarbij maken is dat we al heel snel geneigd zijn om onze eigen intelligentie te projecteren op die andere levensvormen. Daarmee beperken we onszelf, omdat we de ware intelligentie van de soort niet zien en daardoor een veel te beperkt beeld hebben van wat intelligentie allemaal omvat.



31 Levine, H. (2022, 15 november). Temporal trends in sperm count: a systematic review and meta-regression analysis of samples collected globally in the 20th and 21st centuries. *Human Reproduction Update*, 29(2), 157-176. <https://academic.oup.com/humupd/article/29/2/157/6824414?login=false>

32 Buranyi, S. (2023, 28 september). ‘We are just getting started’: the plastic-eating bacteria that could change the world. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/environment/2023/sep/28/plastic-eating-bacteria-enzyme-recycling-waste>

33 Vetter, D. (2022, 29 april). This AI-Designed Enzyme Can Devour Plastic Trash In Hours: Video. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/davidvetter/2022/04/28/scientists-use-ai-to-make-an-enzyme-that-eats-plastic-trash-in-hours-video/>



Conclusie

- 1 Onderlinge afhankelijkheid in de natuur.** Natuurlijke ecosystemen functioneren door complexe netwerken van wederzijdse afhankelijkheid, waarbij elk organisme, van fytoplankton tot walvissen, een cruciale rol speelt in het behoud van het evenwicht in het ecosysteem.
- 2 Holistische kijk op ecosystemen.** In lijn met de filosofie van Aristoteles is een holistische benadering nodig om de natuur te begrijpen. Dit betekent dat we ecosystemen als geheel moeten bekijken en de relaties tussen verschillende componenten moeten waarderen in plaats van ze geïsoleerd te bestuderen.
- 3 Regeneratieve relaties in de natuur.** Natuurlijke systemen hebben ingebouwde mechanismen om zichzelf te herstellen en te regenereren. Walvissen bijvoorbeeld spelen een cruciale rol in het bevorderen van planktonproductie en het opnemen van CO₂, wat niet alleen hun eigen voortbestaan bevordert, maar ook dat van andere soorten en het klimaat ten goede komt.
- 4 Leren van natuurlijke intelligentie voor menselijke innovatie.** Het begrijpen van natuurlijke intelligentie, zoals de manier waarop schimmels en mieren samenwerken of hoe de walvis bijdraagt aan het ecosysteem, levert nieuwe inzichten die kunnen worden toegepast op menselijke technologieën en systemen. Dit moet leiden tot duurzamere en veerkrachtigere oplossingen.

Hoofdstuk 3

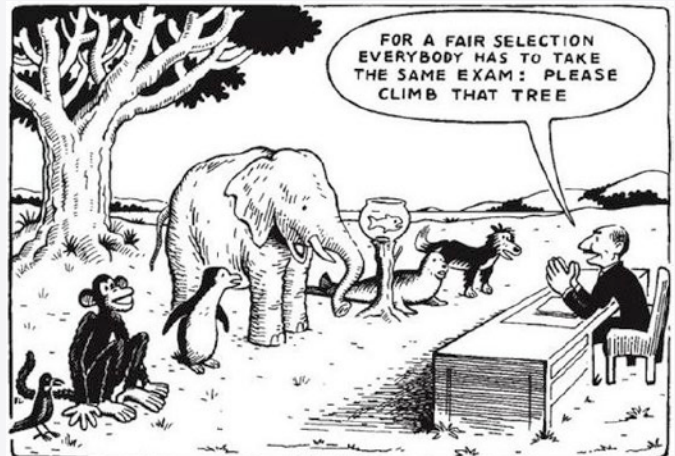
Slimme dieren, planten, schimmels, cellen en microben

‘We all believe that our brains and nervous systems are the seat of cognition, but the fact is that biology was doing memory, learning, problem-solving and decision-making long before brains and neurons evolved. We now know that single-celled organisms – slime moulds, yeasts, plants, bacterial biofilms – are able to make decisions to anticipate future events in their environment from a history of past experiences.’

Michael Levin

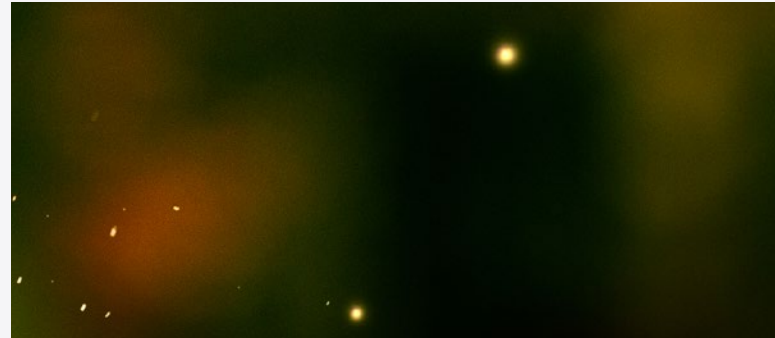
Stap eens in de wereld van een inktvis, een tomatenplant, een olifantsvis. Dat is wat we doen in dit hoofdstuk: in de 'Umwelt' van een ander organisme stappen. Het Umwelt-concept werd voorgesteld door de bioloog Jakob von Uexküll (1864-1944). Het suggereert dat ieder dier in zijn eigen perceptuele wereld – Umwelt – leeft. Sommige leven onder de grond en verkennen de wereld voornamelijk via geur, andere vliegen door de lucht en vertrouwen op ultrasoon geluid. Het is extreem moeilijk om ons in te leven in zo'n radicaal andere vorm van zijn. Uexküll was de eerste die ons erop wees dat ieder levend organisme de wereld beleeft op een eigen manier en dat we het leven op aarde beter kunnen

begrijpen als we in de huid van de ander kruipen. Zie het als een vingeroefening voor de toekomst, waarin we niet alleen kunstmatige menselijke intelligentie creëren, maar ook niet-menselijke kunstmatige intelligentie. Met de intelligentie van de olifantsvis zouden we door elkaars ogen kunnen kijken. Kunt u zich er al iets bij voorstellen? En als we beter begrijpen hoe slim en efficiënt planten zonlicht omzetten in energie, dan zou er al een wereld gewonnen zijn. Of kunt u zich iets voorstellen bij 'bio-inspired' algoritmes? Misschien wel, maar dat een slijmzwam die inspiratie levert omdat hij de intelligentie van een ingenieur heeft, klinkt ons toch vreemd in de oren.



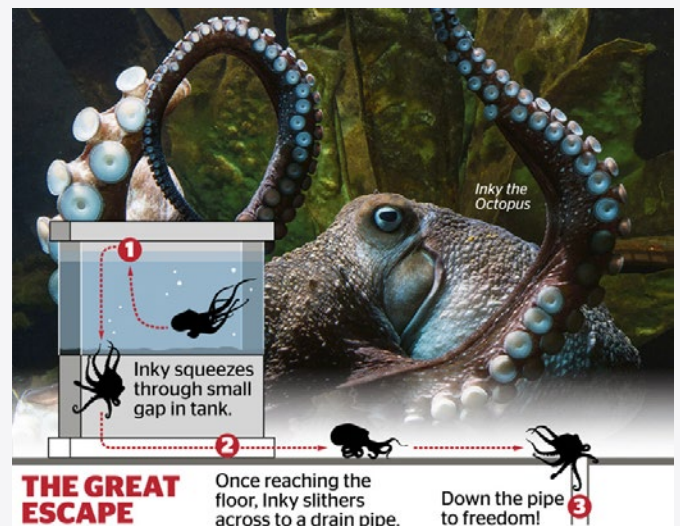
Ook als het aankomt op intelligentie, moeten we ons niet afvragen: kun je zoals ik denken? Maar: hoe is het om als jou te denken?

De natuur is intelligent op andere manieren dan de mens. Een andere bioloog, Frans de Waal, heeft zich zijn hele leven lang verwonderd over de overschatting van de menselijke intelligentie ten opzichte van de intelligentie van dieren. We nemen de beesten steeds de maat door ons af te vragen: lijk jij op mij? Maar we moeten ons gaan afvragen: hoe is het om jou te zijn? De kortzichtigheid van onderzoekers naar dierenintelligentie kwam onder andere aan het licht toen werd aangetoond dat gibbons minstens zo intelligent zijn als andere apen. Maar omdat ze niet dezelfde trucjes konden uitvoeren als andere apen, werden ze lang beschouwd als de dommere apensoort. Wat de onderzoekers over het hoofd zagen is dat deze gibbons alleen hoog in de bomen leven en niet als andere apen ook op de grond. Pas toen de intelligentietest werd aangepast aan de habitat van de gibbon – van op de grond naar hoog in de bomen – bleken de apen over vergelijkbare intelligentie te beschikken. De Waal grapt hierover dat de meeste dierenexperimenten meer zeggen over de menselijke domheid dan over de intelligentie van het beest. De Waal is een wereldberoemde bioloog die gespecialiseerd was in de ethologie en de primatologie. Hij schreef het boek met de veelzeggende titel *Zijn we slim genoeg om te weten hoe slim dieren zijn?* Hij hield zich bezig met vragen als: Weten chimpansees wat eerlijkheid is? Kan een vogel raden wat een andere vogel weet? Of: Voelen ratten empathie voor hun soortgenoten? De Waal concludeerde al snel dat we inderdaad iets kunnen zeggen over intelligentie bij dieren, mits we vechten tegen onze scepsis en openstaan voor andere vormen van intelligentie.



3.1 Stap eens in de Umwelt van de ander

In 2016 stonden wetenschappers in het National Aquarium of New Zealand voor een raadsel. Inky, een octopus in hun zorgopvang, was op spectaculaire wijze ontsnapt. Hij was uit zijn tank geklommen, had zich door een kleine opening geperst en was via een afvoerpijp naar de oceaan gevlucht. Wat de onderzoekers nog meer verbaasde, was de schijnbare planning achter Inky's vlucht. Hij had gewacht tot de bewakers weg waren, had gereedschap gebruikt om zijn ontsnapping te vergemakkelijken en had zelfs een dwaalspoor achtergelaten als afleidingsmanoeuvre.



Waar de hiaten in ons denken steeds duidelijker worden, zien we ten aanzien van dieren het omgekeerde in de wetenschap: het wordt steeds duidelijker dat veel dieren intelligenter zijn dan we tot nog toe aannamen, ook al zijn ze soms op een andere manier intelligent dan de mens. Hoewel het nu een middel-eeuws idee lijkt, geloofden veel wetenschappers tot enkele decennia geleden dat dieren geen pijn of emoties konden ervaren. De geest was toch het exclusieve domein van de mens. En echt nadenken, dat was al helemaal uitgesloten. Een dier was eenvoudigweg een actie-reactiemachine. Het getuigde van kinderlijke, menselijke projectie als onderzoekers spraken over dierlijk denken en dierlijke emoties. Inmiddels is sprake van een enorme wending, dankzij zorgvuldige bestuderingen, pleidooien en experimenten.

Dieren zoals dolfijnen, mensapen en raven blijken veel intelligenter te zijn dan tot recent gedacht werd. En die intelligentie is breed op te vatten, inclusief bijvoorbeeld empathische intelligentie. U kent wellicht het experiment van Frans de Waal met de kapucijnaapjes.³⁴ Twee kapucijnaapjes krijgen een simpele taak: ze moeten een steentje in hun kooi oppakken en overhandigen aan de onderzoeker. Als beloning hiervoor krijgen ze een schijfje komkommer. Telkens weer pakken de aapjes de komkommer gretig aan en lijken ze meer dan tevreden te zijn met deze ruilhandel. Totdat een van de twee aapjes in het zicht van het andere aapje een zoete druif als beloning krijgt in plaats van de groene groente. Nadat het andere aapje opnieuw komkommer krijgt, kijkt het meewarig naar zijn smaakloze groente, begint om zich heen te slaan en gooit het stukje komkommer verontwaardigd terug naar de onderzoeker. Bij het volgende steentje dat ze in haar

handen heeft, slaat ze ermee tegen de muur alsof ze wil testen of de onrechtvaardigheid misschien aan het steentje ligt. Voor de kijker is het duidelijk: hier gebeurt iets intelligents in het brein en de belewingswereld van dit aapje.

Electric boogiewoogie-zintuigen

Plaatst u zich eens in de wereld van de olifantsvis, een bijzonder diertje dat we pas recentelijk beginnen te begrijpen. De vis 'danst' om zijn omgeving waar te nemen en kan zelfs 'zien' wat andere vissen zien. Hij heeft namelijk receptoren in zijn huid die het mogelijk maken om via elektrische signalen te communiceren.



De vissen gebruiken ook bewegingen zoals draaien, heen en weer ijsberen en slingeren om objecten waar te nemen door de veranderingen in het elektrische veld om zich heen te interpreteren. Het is in wezen een electric boogiewoogie, zo grapt *Scientific American*.³⁵ Op deze manier kunnen ze hun vaak donkere en troebele omgeving verkennen. De

³⁴ TED Blog Video (2013, 4 april). *Two Monkeys Were Paid Unequally: Excerpt from Frans de Waal's TED Talk*. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=meiU6TxysCg>

³⁵ Brown, E. A. (2023, 6 november). Elephantnose Fish 'Sees' by Doing an Electric Boogie. *Scientific American*. <https://www.scientificamerican.com/article/elephantnose-fish-sees-by-doing-an-electric-boogie/>

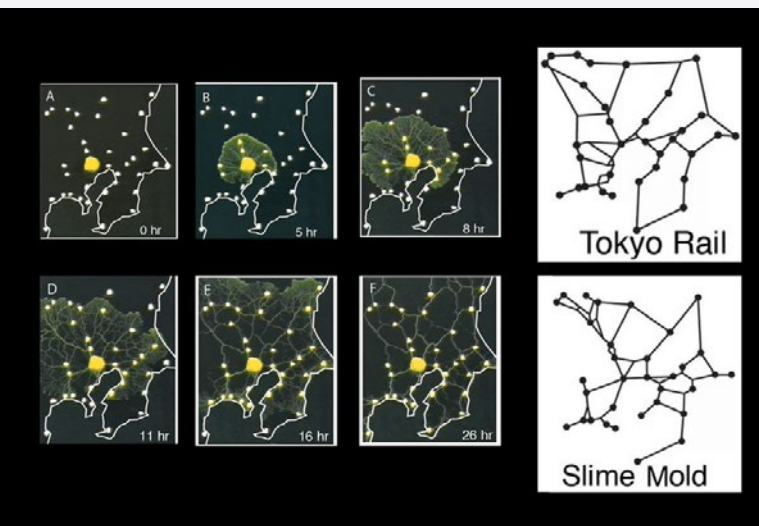


onderzoekers vermoeden dat olifantsvissen tijdens hun evolutie eigenschappen hebben ontwikkeld die hen in staat stellen om collectief objecten of andere organismen van grotere afstanden beter te detecteren dan een individuele vis zou kunnen.³⁶ Onderzoek toonde aan dat de elektro-zintuiglijke systemen van de vissen reageren op hun eigen signalen en op die van andere individuen. Ze reageerden ook op gesimuleerde signalen in het lab. Gezamenlijk waren ze tot drie keer (!) beter in staat om obstakels te detecteren. Dit is vergelijkbaar met het kunnen kijken door elkanders ogen ... Het is een vorm van zwermintelligentie, of collectieve waarneming, zoals de onderzoekers het noemden.

Intelligentie zonder hersenen

De slijmzwam *Physarum polycephalum* rekt ons begrip van intelligentie op door te laten zien dat complex, adaptief gedrag mogelijk is zonder hersenen of zelfs een zenuwstelsel. Twee

baanbrekende studies naar dit organisme tonen aan dat intelligentie veel fundamenteeler kan zijn dan we ooit dachten. Aan de Hokkaido Universiteit in Japan toonde *Physarum polycephalum* een verbluffend vermogen om complexe netwerken te creëren zonder enige vorm van centrale besturing. Onderzoekers plaatsten havervlokken, het favoriete voedsel van deze slijmzwam, in een patroon dat overeenkwam met de belangrijkste steden rond Tokio. Binnen 26 uur had de slijmzwam een netwerk gecreëerd dat opvallend veel leek op het bestaande spoorstelsel. Dit netwerk bleek niet alleen efficiënt in het verbinden van de 'steden', maar ook opmerkelijk veerkrachtig. De slijmzwam bouwde eerst een fijn netwerk, om het daarna uit te breiden en te verstevigen, vergelijkbaar met hoe ingenieurs een transportsysteem zouden ontwerpen. Dit experiment demonstreert dat intelligente optimalisatie en probleemoplossing mogelijk zijn zonder de aanwezigheid van een brein. De slijmzwam creëerde een efficiënt en veerkrachtig netwerk, vergelijkbaar met het werk van ervaren menselijke ingenieurs, maar dan zonder enige vorm van bewuste planning. Een complementair onderzoek, uitgevoerd aan het Centre de Recherches sur la Cognition Animale in Toulouse, toont aan dat dezelfde slijmzwamsoort kan leren van ervaring, ondanks het ontbreken van een zenuwstelsel. In een negendaags experiment moesten exemplaren van *Physarum polycephalum*, om bij hun voedsel te komen, een brug oversteken die was ingesmeerd met een ongevaarlijke maar bittere stof. Aanvankelijk waren de slijmzwammen terughoudend, maar naarmate het experiment vorderde, leerden ze dat de stof ongevaarlijk was. Na zes dagen bewogen



³⁶ Pedraja, F. & Sawtell, N. B. (2024, 6 maart). Collective sensing in electric fish. *Nature*, 628, 139-144. <https://www.nature.com/articles/s41586-024-07157-x>

ze net zo snel over de brug met de bittere stof als andere slijmzwammen over een brug zonder de stof. Dit aanpassingsvermogen, een kernaspect van intelligentie, werd vertoond door een organisme zonder neuronen of synapsen.

Intelligentie bij dieren is één ding, bewustzijn is van een heel andere orde. In april 2024 ondertekenden tientallen wetenschappers de New York Declaration on Animal Consciousness.³⁷ Hierin stellen ze dat er 'op zijn minst de realistische mogelijkheid' bestaat van bewuste ervaring bij alle gewervelde en ongewervelde dieren, waaronder in ieder geval inktvissen, kreeftachtigen en insecten. De wetenschappers benadrukken dat de aanwezigheid van bewustzijn in dieren niet los kan worden gezien van hoe we ze behandelen. Een van de onderzoeken die de wetenschappers aanhalen is dat naar hommels en hun speelgedrag. In een experimentele setting werd gekeken of de hommels kleine houten balletjes zouden rollen zonder extrinsieke beloning. Het gedrag voldeed volledig aan de definitie van 'spel' en de onderzoekers zagen zelfs dat jonge hommels meer spelgedrag vertoonden dan oudere. Het is gedrag dat we ook bij mensen en andere zoogdieren zien, maar nu, we noemen het nogmaals expliciet, is het ook waarneembaar als spelgedrag van insecten.

³⁷ Andrews, K. et al. (2024). The New York Declaration on Animal Consciousness. <https://sites.google.com/nyu.edu/nydeclaration/declaration>



3.2 Planten met leervermogen en geheugen

Planten blijken in staat tot complexe interacties met hun omgeving, zoals het herkennen van verwante planten, het reageren op geluiden en het opslaan van herinneringen die hun levenscyclus beïnvloeden. Hoewel sommige wetenschappers terughoudend zijn om termen als 'intelligentie' en 'bewustzijn' te gebruiken als het gaat om planten, suggereert de groeiende bewijslast dat planten misschien wel een parallel systeem van intelligentie hebben ontwikkeld, weliswaar anders dan dat van dieren, maar niettemin net zo indrukwekkend.

Kersenbomen die geluid waarnemen

In een zonnige kersenboomgaard dreigt gevaar: een zwerm hongerige rupsen nadert. Tot voor kort dachten we dat de bomen weerloos zouden zijn tegen een dergelijke aanval. Maar recent onderzoek heeft aangetoond dat kersenbomen over een verrassend vermogen beschikken: ze kunnen het geluid van knagende rupsen waarnemen en daarop reageren. Dit fascinerende fenomeen werd voor het eerst aangetoond in een baanbrekende studie uit 2014 door Heidi Appel en Rex Cocroft van de Universiteit van Missouri.³⁸ Vervolgstudies hebben aangetoond dat dit vermogen wijdverbreid is onder planten. Door het in de natuur opgenomen geluid van knagende rupsen af te spelen in een laboratorium ontdekten de onderzoekers dat planten geluid kunnen waarnemen. Tot

hun verbazing reageerden de planten op dit geluid door hun bladeren te vullen met chemische stoffen die onaangenaam of zelfs giftig zijn voor rupsen. Het fascinerende is dat de planten dit alleen deden bij het geluid van de knagende rupsen en niet bij andere geluiden zoals wind of vogelgezang.

Mimosaplanten die leren

De mimosaplant, ook wel bekend als kruidje-roermij-niet, staat bekend om zijn gevoelige bladeren die dichtklappen bij de minste aanraking. Dit is een verdedigingsmechanisme dat de plant beschermt tegen mogelijke schade of vraat. Lange tijd werd dit gezien als een eenvoudige reflex, vergelijkbaar met hoe wij onze hand terugtrekken van een hete kachel. Maar onderzoekers ontdekten iets verbazingwekkends toen ze een experiment uitvoerden. Ze lieten de planten herhaaldelijk van een korte afstand vallen – een ervaring die ongewoon maar ongevaarlijk is voor de plant. In het begin reageerden de mimosaplanten zoals verwacht: bij elke val klapt hun bladeren dicht. Maar na een tijdje gebeurde er iets opmerkelijks: de planten 'leerden' dat de val geen echte bedreiging vormde en hielden hun bladeren open, zelfs wanneer ze vielen.³⁹ Dit vermogen om te leren en gedrag aan te passen op basis van ervaring is iets wat we normaal gesproken alleen met dieren associëren. Het suggereert dat planten een vorm van geheugen hebben en in staat zijn om onderscheid te maken tussen verschillende soorten prikkels. Het is alsof de plant dacht: 'O, dit weer. Geen paniek, het is ongevaarlijk.'

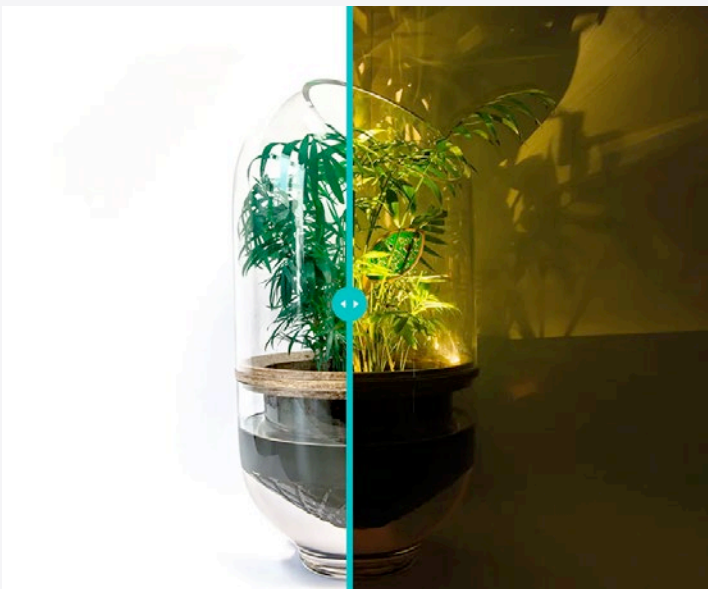
³⁸ Mishra, R. C., Ghosh, R., & Bae, H. (2016). Plant acoustics: in the search of a sound mechanism for sound signaling in plants. *Journal of Experimental Botany*, 67(15), 4483-4494.

³⁹ Gagliano, M. et al. (2014, mei). Experience teaches plants to learn faster and forget slower in environments where it matters. *Oecologia*, 175(1). https://www.researchgate.net/publication/259587596_Experience_teaches_plants_to_learn_faster_and_forget_slower_in_environments_where_it_matters



Planten die licht geven

In een opmerkelijke fusie van natuur en technologie maken twee Nederlandse bedrijven gebruik van de kracht van planten om schone, hernieuwbare elektriciteit op te wekken. Plant-e, een spin-off van Wageningen University & Research, heeft een gepatenteerd systeem ontwikkeld dat elektronen opvangt die vrijkomen door bacteriën tijdens het afbreken van organisch materiaal dat door plantenwortels wordt uitgescheiden. Deze innovatieve technologie maakt continu, 24/7, energieproductie mogelijk met een levensduur van 50 tot 100 jaar, terwijl ze ook de methaanemissie vermindert en CO₂ opslaat.⁴⁰ De energie kan onder meer worden gebruikt voor verlichting. Zo is Plant-e momenteel bezig met het opzetten van een plant-aangedreven draadloos signaleringsproject in een veengebied in Sumatra, Indonesië, om het waterniveau te meten. De foto hieronder toont hun vlaggenschip-product: de living-light lamp. Deze lamp wekt via fotosynthese zijn eigen elektrische voeding op, wat een mooi voorbeeld is van hoe we in harmonie met de natuur in onze moderne behoeften kunnen voorzien.



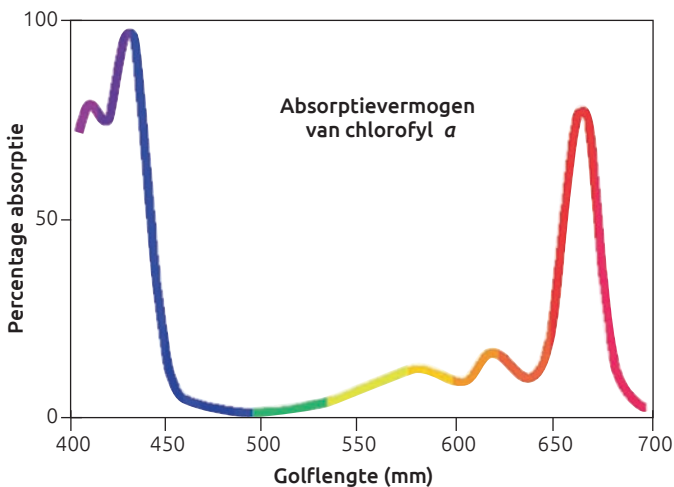
Kwantumintelligentie bij planten

Plant-e maakt gebruik van fotosynthese, maar hoe zit dat precies? We hebben allemaal op school geleerd dat door zonlicht en opname van koolstof en water planten in staat zijn om energie en zuurstof te produceren. Wat op school onvermeld bleef, is hoe ongelooflijk efficiënt dit proces plaatsvindt in vergelijking met bijvoorbeeld zonnecellen.

Lichtdeeltjes van de zon (fotonen) worden geabsorbeerd door chlorofyl in plantencellen, waarbij elektronen worden geactiveerd en een reeks reacties wordt geïnitieerd die uiteindelijk energie opslaan in de vorm van suiker. In dit proces moet de energieoverdracht plaatsvinden met minimaal verlies. Opmerkelijk genoeg wordt deze overdracht ondersteund door kwantumcoherentie, waarbij excitonen (geëxciteerde toestanden van elektronen) zich gedragen als een kwantumveld. Dit fenomeen, bekend als kwantumsuperpositie, stelt excitonen in staat om alle mogelijke energieoverdrachtspaden tegelijkertijd te verkennen, wat de efficiëntie optimaliseert. In ons klassieke begrip van de fysica lijkt dit absurd – hoe kan iets meerdere paden tegelijk bewandelen? Zoals Niels Bohr, een van de grondleggers van de kwantummechanica, ooit zei: 'Iedereen die niet geschokt is door de kwantumtheorie, heeft het niet begrepen.' Deze uitspraak benadrukt hoe contra-intuïtief kwantumprincipes zoals superpositie, kwantumverstrengeling en het onzekerheidsprincipe zijn in vergelijking met dagelijkse ervaringen en de Newtoniaanse fysica.

⁴⁰ <https://plant-e.com>

Percentage van het absorptievermogen van chlorofyl van een lichtdeeltje (foton), dat verschillende golflengten en bijpassende kleuren kent. In de blauwe golflengte van het licht is het absorptievermogen 95% en in het rode spectrum 80%.



Maar voor heel kleine deeltjes zoals een exciton, maar ook het higgsdeeltje en andere subatomaire deeltjes, is de superpositie mogelijk. Hier gelden namelijk de wetten van de kwantummechanica. De kwantumbiologie, want daar hebben we het hier eigenlijk over, is nog een zeer jonge wetenschap. Zo onderzoeken ze bijvoorbeeld aan de Universiteit van Surrey kwantumeffecten in de ogen van vogels die het mogelijk maken het magnetisch veld in de aarde te kunnen voelen en koers te houden.

Conclusie

1 Intelligentie zonder hersenen. Intelligentie is niet beperkt tot organismen met hersenen. Voorbeelden zoals de slijmzwam *Physarum polycephalum*, die zonder zenuwstelsel complexe netwerken kan ontwerpen en kan leren van ervaringen, laten zien dat intelligentie een veel bredere en fundamenteelere eigenschap is dan voorheen gedacht.

2 Het Umwelt-concept. Het Umwelt-concept, geïntroduceerd door Jakob von Uexküll, benadrukt dat elk levend wezen de wereld op een unieke manier ervaart. Door te proberen de perceptuele wereld van andere organismen te begrijpen, zoals de elektrische zintuigen van de olifantsvis, kunnen we nieuwe inzichten verkrijgen over hoe intelligentie zich in verschillende levensvormen manifesteert.

3 Dierenintelligentie heroverwogen. Dieren zoals inktvissen, dolfijnen en zelfs insecten zoals hommels vertonen vormen van intelligentie die voorheen werden onderschat of niet werden herkend. We moeten voorbij de menselijke maatstaven kijken en de unieke vormen van intelligentie in het dierenrijk waarderen.

4 Plantenintelligentie en geheugen. Planten blijken te beschikken over geheugen en het vermogen om te leren. Voorbeelden zoals de mimosaplant, die leert om niet te reageren op herhaalde niet-bedreigende stimuli, laten zien dat planten op hun eigen manier complexe informatie kunnen verwerken en opslaan.

Hoofdstuk 4 Menselijke intelligentie: oerbreinen in hyper tijden

‘Human beings are to thinking as cats are to swimming. They can do it, but they prefer not to.’

Daniel Kahneman

Noem het een uitvergoting of gewoon een grap. Matthijs van Boxsel etaleert met verve zijn theorie dat onze domheid en de daarbij behorende ‘domdaden’ de mens het beste karakteriseren. Het constante zelfcorrigerende karakter om onze stupiditeit te overwinnen noemt hij vooruitgang. En intelligentie ziet hij niet als het tegenovergestelde van domheid, maar als iets van een andere orde. Juist de combinatie van onze domheid en intelligentie vormen de giftige cocktail waarvoor we moeten oppassen. Dat is in een notendop zijn theorie waarmee hij zich, sinds zijn cum laude afstuderen, tot op de dag van vandaag bezighoudt.⁴¹

Van Boxsel is geen hersenwetenschapper maar een cultuurhistoricus. Hersenwetenschappers nemen niet vaak het woord ‘dom’ in de mond. Ze beschikken wel over theorieën die de grenzen van onze cognitieve vermogens verklaren. Laten we de twee zienswijzen eens naast elkaar leggen aan de hand van een voorbeeld dat Van Boxsel gebruikt om zijn beweringen kracht bij te zetten.

Ons gevecht tegen het water

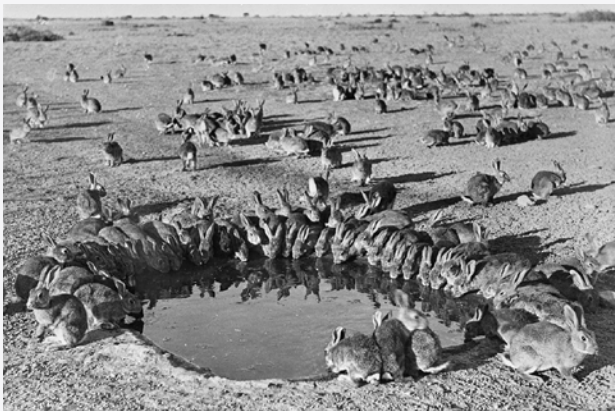
Rond het jaar duizend lag Nederland nog meters boven zeeniveau. Mensen trokken toen van het oosten naar het westen van het land, verder naar de kust. We gingen het land gebruiken voor landbouw en veeteelt waardoor er vocht uit de grond werd onttrokken en de grond ging inklinken.⁴² In een periode van driehonderd jaar veranderde het land daardoor in een badkuip die Nederland vervolgens in de ban hield van het gevecht tegen het water. Dom! Paniek! Dijken en windmolens waren de reddende engelen. Innovatie volgde op de oorspronkelijke ‘domdaad’. Het maakt dat de wereld met veel respect spreekt over de Hollanders als het intelligente volkje dat twintig meter onder zeeniveau nog een prachtig bestaan weet te realiseren.

⁴¹ Hij schreef er talrijke boeken over die in zeventien talen zijn vertaald, waarvan *De Encyclopedie van de Domheid* de bekendste is.

⁴² *Geschiedenis van Zuid-Holland* (2024). De grote ontginning van Zuid-Holland. <https://geschiedenisvanzuidholland.nl/verhalen/verhalen/de-grote-ontginning-van-zuid-holland/>

Wat Van Boxsel hier 'dom' noemt, wordt door hersenwetenschappers en psychologen afgedaan als een gebrek aan langetermijndenken. In vaktaal noemen we dat een 'bias'. De term 'ratiodylexie' die we aan het begin van het rapport introduceerden, is hierop van toepassing. Het zou logisch zijn de langetermijngevolgen van onze daden te onderzoeken voordat we aan iets gaan beginnen. Maar we zijn nu eenmaal veel beter in korte- dan in langetermijndenken. Daarom verliezen we inmiddels in ieder spel, van schaken tot het veel complexere Go, van de computer. Kunstmatige intelligentie is in deze contexten beter in langetermijndenken.

En toch is die domheid of dysrationaliteit best oké, althans, als we de klok terugdraaien naar vroegere tijden. Met al onze inschattingfouten waren we gek genoeg beter in staat te overleven. Voordat we ingaan op de verklaring hiervan, schetsen we ter lering ende vermaak nog twee voorbeelden van de grenzen van onze rationaliteit.



Konijnen in het Australische landschap.

Konijnenplaag

In 1859 bracht de Brit Thomas Austin 24 Europese konijnen naar zijn broer William in Australië. Het was een 'leuk' ideeetje voor de jachthobby van zijn broer. Wat volgde was echter geen schilderachtig tafereel van man versus natuur, maar eerder een ongekende, destructieve kracht die zich over het continent zou verspreiden. Binnen enkele decennia vermenigvuldigden de nakomelingen van deze 24 konijnen zich tot een verbijsterende 200 miljoen, een explosie van leven die zich uitstreckte over 5000 km² van het Australische continent.⁴³ Deze 'indrukwekkende dierlijke kolonisatie', zoals het later

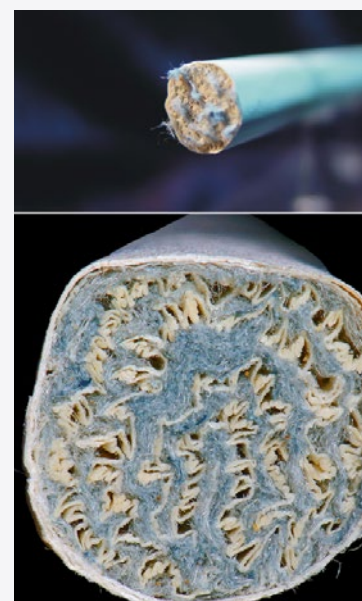
zou worden omschreven, staat symbool voor de onvoorziene langetermijngevolgen van menselijk handelen op de korte termijn. Achteraf is het altijd makkelijk praten, maar hoe fijn zou het geweest zijn als Thomas even had nagedacht over het grotere ecosysteem waarin hij die 24 konijntjes introduceerde.

⁴³ Tamisiea, J. (2022, 22 augustus). A 19th century farmer may be to blame for Australia's rabbit scourge. *Science*. <https://www.science.org/content/article/19th-century-farmer-may-be-blame-australia-s-rabbit-scourge>



De Kent-sigaret

Een ander voorbeeld van ons beperkte langetermijndenkenvermogen is de introductie van de sigaret in West-Europa. Ongeveer tegelijk met de onfortuinlijke introductie van de konijnen in Australië, kwamen de sigaretten naar West-Europa vanuit Zuidoost-Europa en het Midden-Oosten. Decennialang won de sigaret aan populariteit, maar pas na zo'n honderd jaar werden de eerste onderzoeken gepubliceerd dat roken mogelijk schadelijk voor de gezondheid kon zijn. Met veel trots en bombarie werd in reactie daarop in 1952 de Kent-sigaret geïntroduceerd. Deze sigaret had een geavanceerd hightech 'micronite' filter dat een betere rookervaring zou geven en de 'grootste gezondheidsbescherming in de geschiedenis' zou bieden. De verkoop schoot omhoog en in 4 jaar tijd werden er zo'n 13 miljard van deze 'veilige' sigaretten verkocht. De filter bevatte echter asbest, dat nog een veel groter risico voor de gezondheid betekende.



4.1 Ieder nadeel heeft zijn voordeel

Dat de menselijke intelligentie steken laat vallen, is door breinwetenschappers al ontelbare keren aangetoond en inmiddels ook behoorlijk compleet in kaart gebracht. Waarom de mens de plank vaak mislaat heeft verschillende oorzaken, maar in wetenschappelijke kringen bestaat er verrassend genoeg consensus dat dit juist een prima overlevingsstrategie is. Een eenvoudig voorbeeld hiervan is de neiging om dingen te zien die er niet zijn. De wind die door het struikgewas waait, kan bijvoorbeeld de suggestie oproepen dat er een slang kruipt. Onder het motto 'better safe than sorry' is de logische reactie om afstand te houden en, afhankelijk van hoe we het risico inschatten, het op een lopen te zetten. De kans dat het echt een slang is, is echter veel kleiner dan we denken. Onze 'negativity bias' – uitgaan van het slechtste scenario – helpt ons te overleven in de vrije natuur. Met voorzichtigheid troef komen we een heel eind, ook al hebben we het vaak bij het verkeerde eind.

Zo'n windvlaag in het struikgewas kan makkelijk een vuistregel als 'wegwezen bij geritsel' worden. We beschikken over tal van die ervaringsregels, noem het afsnijroutes (we hoeven niet echt na te denken) of noem het wetenschappelijk eleganter een heuristiek. Afsnijroutes om tot een resultaat te komen zijn handig en efficiënt, maar niet zonder gebreken. U kent er wellicht enkele uit Kahnemans beroemde boek *Thinking, Fast and Slow*, of uit *Nudge*, de bestseller van Nobelprijswinnaar Richard Thaler en Cass Sunstein. Er zijn meer dan honderd van dergelijke vooroordelen ('biases') geïdentificeerd.⁴⁴ Bijvoorbeeld de bevestigingsbias waarin we vooral informatie opzoeken of interpreteren die ons bestaande wereldbeeld bevestigt. Of de beschikbaarheidsheuristiek, de neiging om ons oordeel te baseren op informatie die direct beschikbaar is in ons geheugen, wat kan leiden tot een vertekend beeld van de realiteit.

We kunnen nog wel even doorgaan. In zijn boek *Innumeracy: Mathematical Illiteracy and Its Consequences* beschrijft John Allen Paulos hoe slecht mensen zijn in het begrijpen en inschatten van grote getallen. Hij legt uit hoe dit gebrek aan numerieke geletterdheid ('innumeracy') leidt tot misverstanden en verkeerde beslissingen in zowel het dagelijks leven als in beleidsvorming. Hij beschrijft onder andere het

⁴⁴ Wikipedia (2024, 30 juni). Cognitive bias. https://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive_bias



verschijnsel van ‘number numbness’, een term die doelt op het fenomeen dat mensen ongevoelig zijn voor grote getallen die het voorstellingsvermogen te boven gaan. Wanneer getallen zo groot worden dat ze moeilijk te bevatten zijn, verliezen ze hun betekenis en worden ze als abstracte concepten behandeld. Bijvoorbeeld bij zo’n getal als 195.000.000.000 (195 miljard), het geschatte vermogen van Elon Musk in dollars.⁴⁵ Als Musk dit vermogen zou delen over het aantal jaren dat de aarde oud is, 4.540.000.000, dan zou hij voor 4,54 miljard jaar elk jaar 42,90 dollar kunnen besteden. Dat is niet slecht, maar wel onder de armoedegrens van 65 dollar per maand. Volgt u het nog?

‘Maar als een haperend brein ons heeft geholpen te komen waar we nu zijn, waar zou ik me dan druk over maken?’ vraagt u zich misschien af. Als natuurmens kwamen we er nog wel mee weg. Want als u in een schijnrealiteit leeft – de cult dat de aarde plat is bijvoorbeeld – en u doet dat samen met de rest van uw clan, dan levert dat geen enkel probleem op. Sterker nog, die schijnrealiteiten zijn een perfect bindmiddel om groepen bij elkaar te houden en tot de clan behoren was dé manier om te overleven. Historicus Yuval Harari hamert voortdurend op dit punt. Maar clans werden dorpen, dorpen werden steden en steden werden geglobaliseerde samenwerkingsverbanden met hightech industrieën waarvan de werking en de consequenties ons voorstellingsvermogen te boven gaan. Als we iets nodig hebben in deze steeds complexer wordende wereld, is het grip te krijgen op deze nieuwe realiteit. Hiervoor moeten we onze oeroude relaties met de natuur beter begrijpen en de langetermijnconsequenties van ons handelen beter inschatten.



4.2 Onze g-factor en viervoudig weten

Het brein is veel meer dan een optelsom van onze biases. Wij zijn intelligent op onze eigen manier, zoals de mimosaplant en de olifantsvis dat zijn op hun manier. Hoewel we niet in staat zijn de lange termijn te overzien, zijn we wel in staat fantastische uitvindingen te doen zoals de espressomachine, de Deltawerken of ChatGPT.

Onze intelligentie, het vermogen om problemen op te lossen, is een complex en veelzijdig concept. We hebben het over het vermogen om: overeenkomsten en verschillen te herkennen, ons te oriënteren in de ruimte, te redeneren, plannen te maken, problemen te analyseren, problemen op te lossen, in abstracties te denken, ideeën en taal te begrijpen en te produceren, informatie in het geheugen op te slaan en deze later op te halen, en te leren van ervaringen. Aangeboren slimheid of intelligentie wordt vaak aangeduid als begaafdheid of talent. Intelligentie is bovendien een aspect van de persoonlijkheid, waarbij bij de ene persoon de intelligentie, of bepaalde aspecten ervan, sterker ontwikkeld is dan bij de andere. Zo kan de ene persoon bijvoorbeeld gemakkelijker een taal leren, terwijl een ander zich sneller kan oriënteren in een ruimte. Wilt u een pakkender definitie, dan houden we het op:

⁴⁵ LaFranco, R., Chung, G. & Peterson-Withorn, C. (eds.). (2024). Forbes World's Billionaires List: The Richest in 2024. *Forbes*. <https://www.forbes.com/billionaires/>

Intelligentie is het vermogen doelgericht te handelen, rationeel te denken en effectief met de omgeving om te gaan.⁴⁶

Deze definitie lenen we van David Wechsler, de Amerikaanse psycholoog die de vaak gebruikte intelligentietest Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS) ontwierp. Aan de basis van zulke IQ-testen ligt de theorie van de g-factor van de Britse psycholoog Charles Spearman.⁴⁷ Deze stelt dat er een algemene cognitieve vaardigheid ten grondslag ligt aan alle mentale activiteiten. Deze g-factor, of algemene intelligentie, vertegenwoordigt een aangeboren vermogen om problemen op te lossen en effectief te redeneren over verschillende soorten informatie. Het slechte nieuws is dat deze g-factor zo'n beetje vaststaat na de eerste levensjaren. Het goede nieuws is dat die g-factor beter tot uiting komt als we de Circle of Life serieus nemen: een gezonde geest in een gezond lichaam doet wonderen voor onze intellectuele prestaties.

Waar we meer grip op hebben is hoe die intelligentie vorm krijgt in ons weten en handelen. Want die g-factor leidt uiteindelijk tot vier vormen van kennis waarop we ons handelen baseren. John

Vervaeke, professor en directeur van het Cognitive Science-programma aan de Universiteit van Toronto, gaat uit van vier varianten van kennis.⁴⁸ Hij onderzoekt hoe we boven onszelf kunnen uitstijgen en onze eigen vormen van intelligentie en kennis verder kunnen ontwikkelen. Dat maakt het voor ons extra interessant, omdat ons concept van regeneratieve intelligentie juist oproept om onze intelligentie verder te ontwikkelen door machine-intelligentie en natuurlijke intelligentie op hun afzonderlijke kwaliteiten te benutten. Volgens Vervaeke zijn we voortdurend in strijd met de hiervoor genoemde biases, die hij zelfdeceptie noemt. Rationeler denken vraagt volgens hem veel aandacht, energie en empathie. Onderstaand de vierdelige intelligentie van Vervaeke:

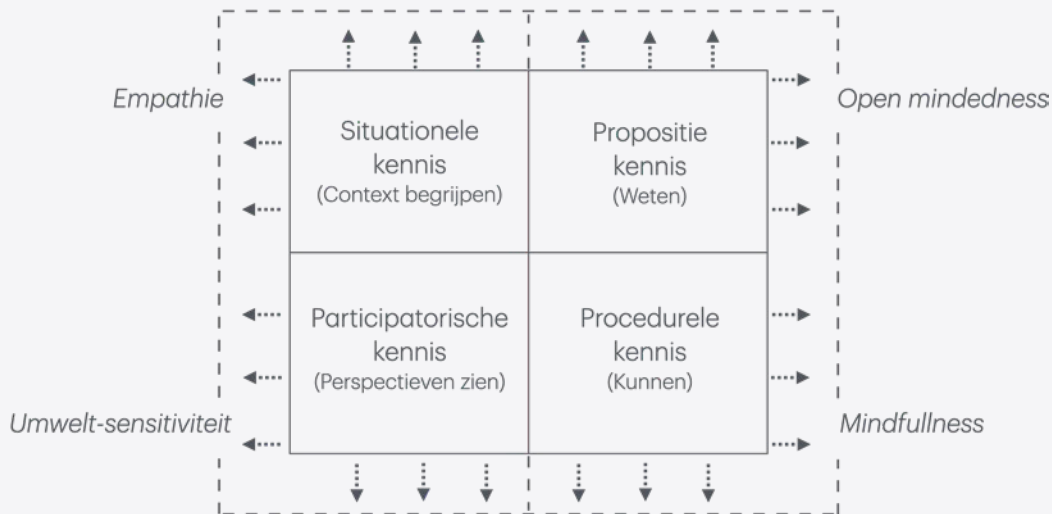
Propositiekennis: iets weten

De capaciteit om iets te kunnen weten. Australië is een continent, een lynx is een wilde kat, er bestaat links- en rechtsdraaiende yoghurt. Dit verwijst naar het vermogen om abstracte, logische en symbolische representaties te begrijpen en te manipuleren, zoals taal en wiskunde. Het gaat om het denken in termen van feiten, regels en proposities, wat ons helpt in wetenschappelijke en theoretische contexten. Deze vorm van weten groeit zolang u niet voortdurend op zoek gaat naar bevestiging van uw eigen overtuigingen, de zogenaamde bevestigingsbias die eerder al aan de orde kwam. Een plaatje van een lynx zal in uw brein als kat geïnterpreteerd worden als u niet een open en nieuwsgierige houding aanneemt.

⁴⁶ Plucker, J. A., & Esping, A. (Eds.). (2014). David Wechsler. <http://intelltheory.com/intelli/david-wechsler/>

⁴⁷ Jensen, A. R. (1999). The g Factor: the Science of Mental Ability. *Psychology*, 10(023). <https://www.cogsci.ecs.soton.ac.uk/cgi/psy/newpsy?intelligence-g-factor.1>

⁴⁸ Vervaeke, J. (2023, 20 december). Four Kinds of Knowing and Personality, Formal Cause, and Purpose with Sam Tideman. [Podcast]. <https://podcasts.apple.com/no/podcast/four-kinds-of-knowing-and-personality-formal/id1680606350?i=1000639259182>



Onze intelligentie resulteert in vier soorten van kennis. Deze kunnen we vergroten door empathie, een open houding naar kennis, mindfulness en onze Umwelt-sensitiviteit.

Procedurale kennis: iets kunnen

De capaciteit om iets te kunnen, zoals een bal vangen, gitaar spelen of iemand troosten. Deze vorm van weten heeft te maken met praktische kennis en het vermogen om taken uit te voeren door middel van geautomatiseerde vaardigheden en routines. Deze variant omvat de kennis die we hebben over hoe we dingen moeten doen. Deze procedurele kennis vereist aandacht. Dus waar de capaciteit om te weten gaat om een open mind, wordt onze procedurele kennis beter door bijvoorbeeld een vorm van mindfulness (aandacht).

Situationele kennis: context begrijpen

De capaciteit om de context te begrijpen. Weten dat u niet over het dunne ijs kunt lopen bijvoorbeeld, dat als de stoppen eruit springen dit kan komen doordat er twee apparaten tegelijk aanstaan die veel stroom gebruiken, of dat u op een begraving niet te luid mag praten. Het is een vorm van kennis die naar de voorgrond springt al naar gelang de situatie. U weet hoe te handelen door het perspectief te zien.

Participatorische kennis: interactie

De capaciteit om een ander perspectief te zien. Vervaeke vertaalt dit ook wel in 'knowing to be someone, to take a particular role'. Participatorische kennis betreft de wijze waarop we onszelf en de wereld om ons heen waarnemen en er interactie mee hebben. Het is de kennis die we gebruiken om betekenisvolle relaties met anderen en onze omgeving op te bouwen, en het speelt een centrale rol in hoe we onszelf situeren in de wereld en hoe we betrokken zijn bij culturele en sociale praktijken. Wij herkennen hier het begrip Umwelt uit het vorige hoofdstuk. Hier werken internalisatieprocessen. Een kind verplaatst zich in de ouder om de wereld beter te begrijpen en verder te komen. De ober verplaatst zich in de gast, de tandarts in de patiënt, de politicus in Jan Modaal. Wanneer egocentrisme de boventoon vormt, blijft deze vorm van kennis steken.



4.3 RI = (NI + HI + AI) × S × R

James Lovelock schreef op honderdjarige leeftijd nog een boek. Hij beschouwde onze planeet Aarde als een levend systeem, iets dat bekend is komen te staan als de 'Gaia-theorie'. In het boek, dat hij vlak voor zijn dood schreef, wordt kunstmatige intelligentie gepositioneerd als de redder van onze planeet. Kunstmatige intelligentie stijgt boven het menselijke denkvermogen uit en komt met tal van originele oplossingen om de planeet leefbaar te houden. Zelfs de uitvinding van hitteschilders, die nodig zijn als over een miljoen jaar de zon verder is opgewarmd, wordt erin genoemd. *Welkom in het Novaceen* is de titel van het boek: welkom in het nieuwe tijdperk waarin kunstmatige intelligentie ons als redder in nood te hulp snelt. Waar gaat dat het verschil maken op de viervoudige niveaus van intelligentie? Allereerst uiteraard door het algemene kennisniveau op te krikken met AI (kennis nummer 1). Met GPT's in de hand begint het er al aardig op te lijken. HI (human intelligence) + AI is dan meer dan de som der delen. Bij de tweede vorm van kennis, iets kunnen, komt nog weinig AI om de hoek kijken. Dat AI ons *kan* helpen om ons beter te kunnen verplaatsen in anderen (kennis nummer 3) is evident. Nu al is in studies aangetoond dat de AI-dokter empathischer wordt gevonden dan een echte dokter.⁴⁹ Als AI zich zo goed kan inleven in ons, dan zou die ook goed moeten zijn in het zich inleven in de wereld van anderen. Van mens tot walvis tot plant.

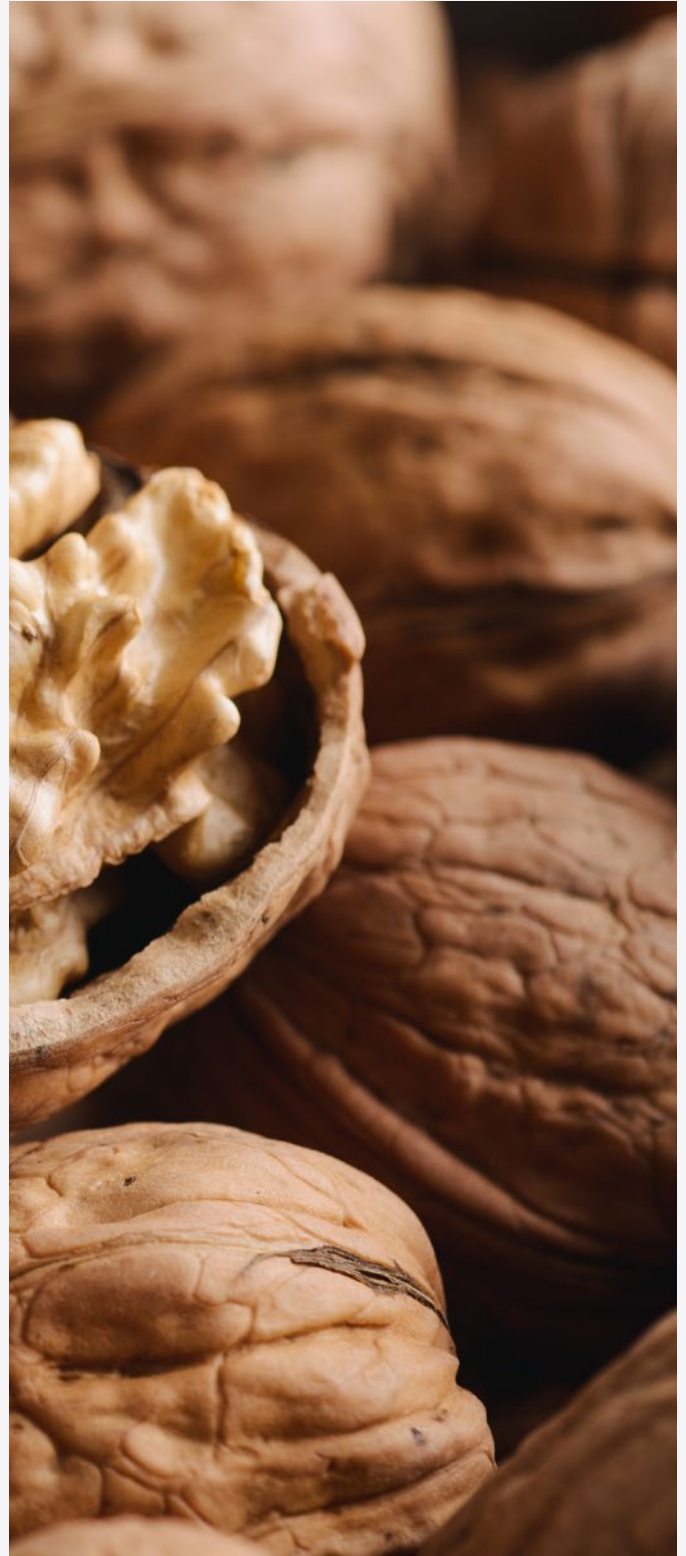
⁴⁹ Devlin, H. (2023, 28 april). AI has better 'bedside manner' than some doctors, study finds. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/technology/2023/apr/28/ai-has-better-bedside-manner-than-some-doctors-study-finds>

Onze Umwelt kan vergroot worden met AI-empathie voor planten, dieren en eco-systemen en daarmee zouden we makkelijker meerdere perspectieven kunnen zien, de laatste vorm van kennis. Kortom, minder ego-intelligentie en meer eco-intelligentie. Dat biedt de mogelijkheden om onze regeneratieve intelligentie verder te ontwikkelen. De Ecological Intelligence Agency uit hoofdstuk 2 is daarvan een inspirerend voorbeeld.

Interessanter wordt het als AI nieuwe dingen kan gaan uitvinden, daadwerkelijk creatief wordt. We kijken in het volgende hoofdstuk onder andere naar een volledig geautomatiseerde uitvindmachine. Die creatieve oplossingskant van AI biedt perspectief voor wetenschappelijke doorbraken die, als ze gericht zijn op de leefbaarheid van Gaia, ook weer rechtstreeks bijdragen aan de regeneratieve intelligentie.

Maar kunstmatige intelligentie kan ook een sta in de weg vormen voor verdere ontwikkeling van onze intelligentie. Op AI-gebaseerde marketing en de bijbehorende 'Attention Economy' slurpen onze aandacht op. Mindfulness wordt steeds lastiger in deze knotsgekke wereld waarin iedere minuut een notificatie op de telefoon binnenkomt.

En hoe zit het dan met de rol van natuurlijke intelligentie? De akelige kant van de natuur laat steeds vaker van zich horen. Van klimaatopwarming tot 'flash floods' en van pandemieën en mislukte oogsten tot vakanties die door weersextremen moeten worden afgebroken. Deze verschijnselen hebben we in het eerste rapport in de reeks 'Schaarste in overvloed' uitgebreid behandeld. We



plakten er in dat rapport de term 'Experience Ecology' op. De interesse in de werking van de natuur neemt toe naarmate we natuur in extrema vaker ervaren. Daarmee zal ook de kennisontwikkeling van regeneratieve systemen toenemen. Met natuurlijke intelligentie staan we slechts aan het begin van de ontdekkingsstocht. De synergie tussen AI en NI leidt tot kennisdoorbraken die ons begrip van bewustzijn en intelligentie op de grondvesten doet schudden. Het leven zal meer van zijn geheimen prijsgeven. Van kwantumeffecten op celniveau tot de metafysica die de kip-en-ei-discussie doet oplaaien van wat er eerst was: bewustzijn of materie?

Deze ontdekkingsstocht zijn we net begonnen. Sommigen eerder dan anderen. Vooroplopers zijn de onderzoekers aan de Carnegie Mellon Universiteit. Hun autonome uitvindmachine is waar we het volgende hoofdstuk mee beginnen. Microbioloog Michael Levin is ook zo'n voorloper. Hij schijnt met zijn door AI ontworpen xenobots een heel nieuw licht op de vraag waar leven begint.



Conclusie

1 Beperking van menselijke intelligentie door 'ratiodylexie'. De mens heeft de neiging om slecht te presteren in langetermijndenken. Dit concept verklaart waarom mensen vaak domme fouten maken, bijvoorbeeld het niet anticiperen op de gevolgen van acties zoals het ontwateren van land of het introduceren van invasieve soorten.

2 Het brein als overlevingsmachine. Historisch gezien heeft het menselijk brein zich ontwikkeld om te overleven in plaats van om rationeel te denken. Dit heeft geleid tot vooroordelen die ons in de moderne tijd parten spelen, maar in het verleden effectief waren voor overleving.

3 Intelligentie versus domheid. De combinatie van menselijke intelligentie en domheid heeft geleid tot zowel vooruitgang als rampen. Dit dualisme is een kenmerkend aspect van de menselijke conditie.

4 Vooruitgang dankzij falen. Menselijke vooruitgang wordt vaak geboekt door fouten en mislukkingen. Voorbeelden zoals het gevecht van Nederland tegen het water tonen aan dat innovaties vaak voortkomen uit noodzaak na mislukking, wat een cruciale drijvende kracht achter menselijke ontwikkeling is.

5 De dreiging van AI voor menselijke zwakheden. Kunstmatige intelligentie, die beter is in langetermijndenken en het vermijden van menselijke vooroordelen, kan ons overtreffen, maar kan ons ook bedreigen als we onze eigen zwakheden niet onder ogen zien en aanpakken.

Hoofdstuk 5 Hoe intelligent kunnen we worden?

‘Wij geloven nog steeds dat wij de enige wezens zijn met een hoog bewustzijnsniveau. Dit maakt deel uit van de hele Copernicaanse reis dat we niet uniek zijn. Wij staan niet in het centrum.’

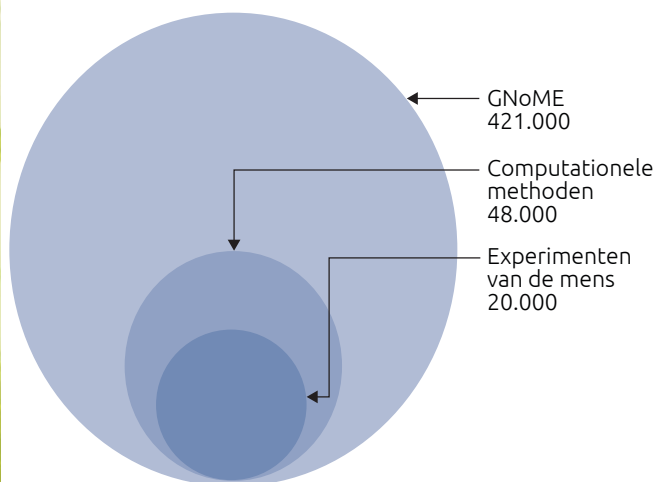
Marcus du Sautoy, wetenschapsprofessor

Wie wil wegdromen over hoe intelligent we als mens kunnen worden, zou een boek van Ray Kurzweil moeten lezen. U neemt dan kennis van zijn singulariteitsconcept, bijvoorbeeld in zijn meest recente boek, *The singularity is nearer*. Kurzweil claimt hierin dat we in twintig jaar (van nu tot 2045) miljoenen keren intelligenter worden dankzij nieuwe herseninterfaces die gevormd worden door ‘niet-invasieve nanobots’. Hoewel de breininterface van Kurzweil tot de verbeelding spreekt, hebben we net geleerd dat in een hersenloos dier als de slijmzwam het intellect van een ingenieur schuilt. En dat in natuurlijke ecosystemen collectieve intelligentie verborgen zit die niet aan een specifieke soort is toe te wijzen. De ‘natuurloze’ visie van Kurzweil sluit niet alleen heel veel potentie uit (het negeren van natuurlijke intelligentie), maar is ook gevaarlijk. Het risico is dat we blind blijven voor de cycli van de natuur waar wij zelf een onderdeel van zijn. Over de gevaren daarvan hebben we het gehad in dit rapport. Onze regeneratieve intelligentie moge net als Kurzweils singulariteit een dromerig vergezicht zijn, maar de begrippen leggen duidelijk verschillende accenten. Een belangrijk verschil is Kurzweils wereldbeeld dat alles om de mens draait (singulariteit) en ons paradigma dat alles met alles verbonden is (regeneratieve intelligentie). Wij zijn onderdeel van een intelligentie die veel groter is dan wij zelf. Dat onderkennen, ons verplaatsen in die andere Umwelt, dat is het pad richting regeneratieve intelligentie. In dit hoofdstuk willen we wegdromen met robotachtige voorbeelden, maar het woord ‘singulariteit’ parkeren we liever even. Het is eerder de vraag of en hoe deze voorbeelden onderdeel van regeneratieve intelligentie kunnen zijn.

In deze context is het ook interessant om te kijken naar een andere AI-tool, GNoME van Google DeepMind. Deze uitvindrobot heeft 2,2 miljoen nieuwe kristallen ontdekt, wat een enorme belofte behelst voor vooruitgang op gebieden zoals hernieuwbare energie en geavanceerde simulaties. Hoewel veel van deze kristallen niet stabiel zijn, zullen de 381.000 meest stabiele nieuwe materialen worden gedeeld met wetenschappers wereldwijd. Om dit in perspectief te plaatsen: tot nog toe zijn door mensen ongeveer 20.000 stabiele kristallen geïdentificeerd. Computationale simulatiemethoden verhoogden dit aantal later naar 48.000. De ontdekking van GNoME breidt onze kennis uit naar een verbijsterende 421.000 stabiele materialen. DeepMind vergelijkt deze prestatie met 800 jaar aan wetenschappelijke

kennis. Het doet denken aan hun revolutionaire AlphaFold,⁵¹ dat in recordtempo nieuwe proteïestructuren voorspelt.

De recente toename van dit soort geautomatiseerde experimentele technieken heeft geleid tot de opkomst van zelfsturende laboratoria (Self-Driving Laboratories: SDL's). Deze intelligente robotassistenten helpen onderzoekers om het tempo van fundamenteel en toegepast onderzoek te verhogen door snel de chemische ruimte te verkennen. De hoop is dat het versnellen van de ontdekking van nieuwe moleculen en materialen zal bijdragen aan het aanpakken van wereldwijde uitdagingen op het gebied van energie, duurzaamheid en gezondheidszorg. Veel wetenschappers zien AI als een essentiële tool die de komende jaren alleen maar belangrijker zal worden in hun vakgebied.⁵² Deze tools bieden snellere manieren om data te verwerken, versnellen berekeningen die voorheen onhaalbaar waren en besparen tijd en geld. Tegelijkertijd roept de integratie van AI in de wetenschap vragen op over de kwaliteit en de integriteit van onderzoek. Er zijn bijvoorbeeld zorgen over een grotere afhankelijkheid van patroonherkenning door AI zonder daadwerkelijk begrip bij de wetenschapper, de mogelijkheid dat resultaten vooringenomenheid of discriminatie in data kunnen versterken, en het leiden tot niet-reproduceerbaar onderzoek.



Zo intelligent kunnen we worden. De mens ontdekt 20.000 stabiele kristallen en computationale methoden en GNoME voegen daar nog eens 400.000 kandidaten aan toe.

⁵¹ Jumper, J. et al. (2021, 15 juli). Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold. *Nature*, 596, 583-589. <https://www.nature.com/articles/s41586-021-03819-2>

⁵² Van Noorden, R. & Perkel, J. M. (2023, 27 september). AI and science: what 1,600 researchers think. *Nature*. <https://www.nature.com/articles/d41586-023-02980-0>

5.2 Het bio-energielab dat met Gen AI robots maakt

Ook voor fundamenteel onderzoek naar de oorsprong van het leven wordt AI ingezet. In de microbiologie wordt interessante vooruitgang geboekt. Nieuwe inzichten over de ontwikkeling van levende cellen roepen vragen op over bewustzijn en cognitie. Het zet alles weer even in het teken van de Umwelt leren begrijpen en verdiept het begrip van regeneratieve intelligentie. We laten Michael Levin hier aan het woord. Hij is de directeur van het centrum voor regeneratieve ontwikkelingsbiologie aan de Tufts Universiteit in Amerika.

‘I think one way to achieve general intelligence may be to back off from the very specific architecture of brains, and ask how all cell groups implement learning and problem solving in the control of growth and form.’

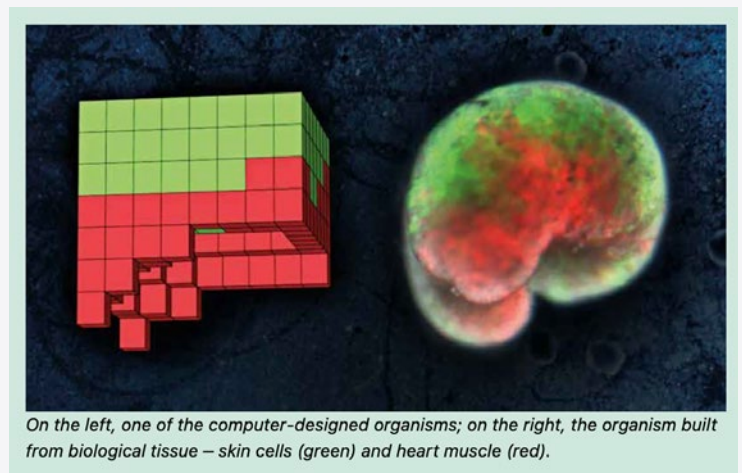
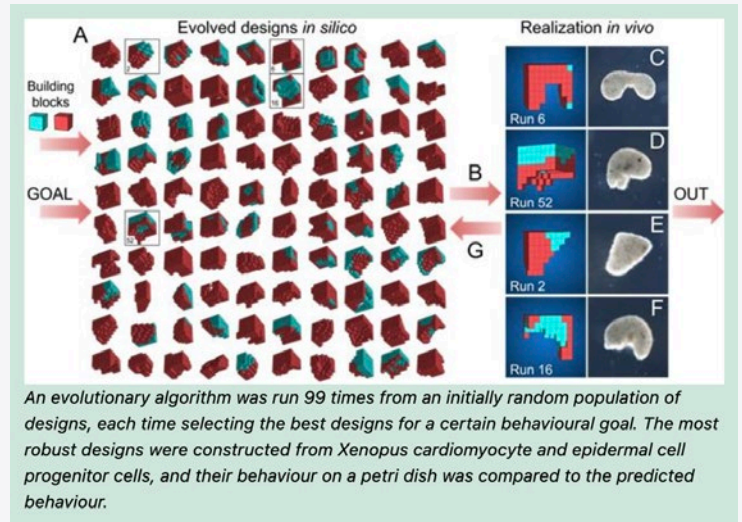
Michael Levin

Michael Levin bouwt xenobots. Een xenobot is een organisch levende robot die gemaakt is van de stamcellen van de Afrikaanse klauwkikker (*Xenopus laevis*). Levins specialisme is regeneratieve biologie, het vakgebied dat de degeneratieve processen in cellen, weefsels en organen uiteindelijk zo goed mogelijk probeert te begrijpen. De xenobots zijn, in de woorden van Levin zelf, ‘de enige levende wezens die hun evolutionaire geschiedenis volledig aan de computer te danken hebben’. Met een geavanceerd AI-algoritme worden in zijn lab tal van xenobots



ontworpen. Het zijn de ‘evolved designs in silico’ die het eerste plaatje links illustreert. Deze lego-achtige computerontwerpen worden vervolgens omgezet in levend materiaal.⁵³ Het plaatje daarnaast toont vier levende versies daarvan ‘in vivo’.

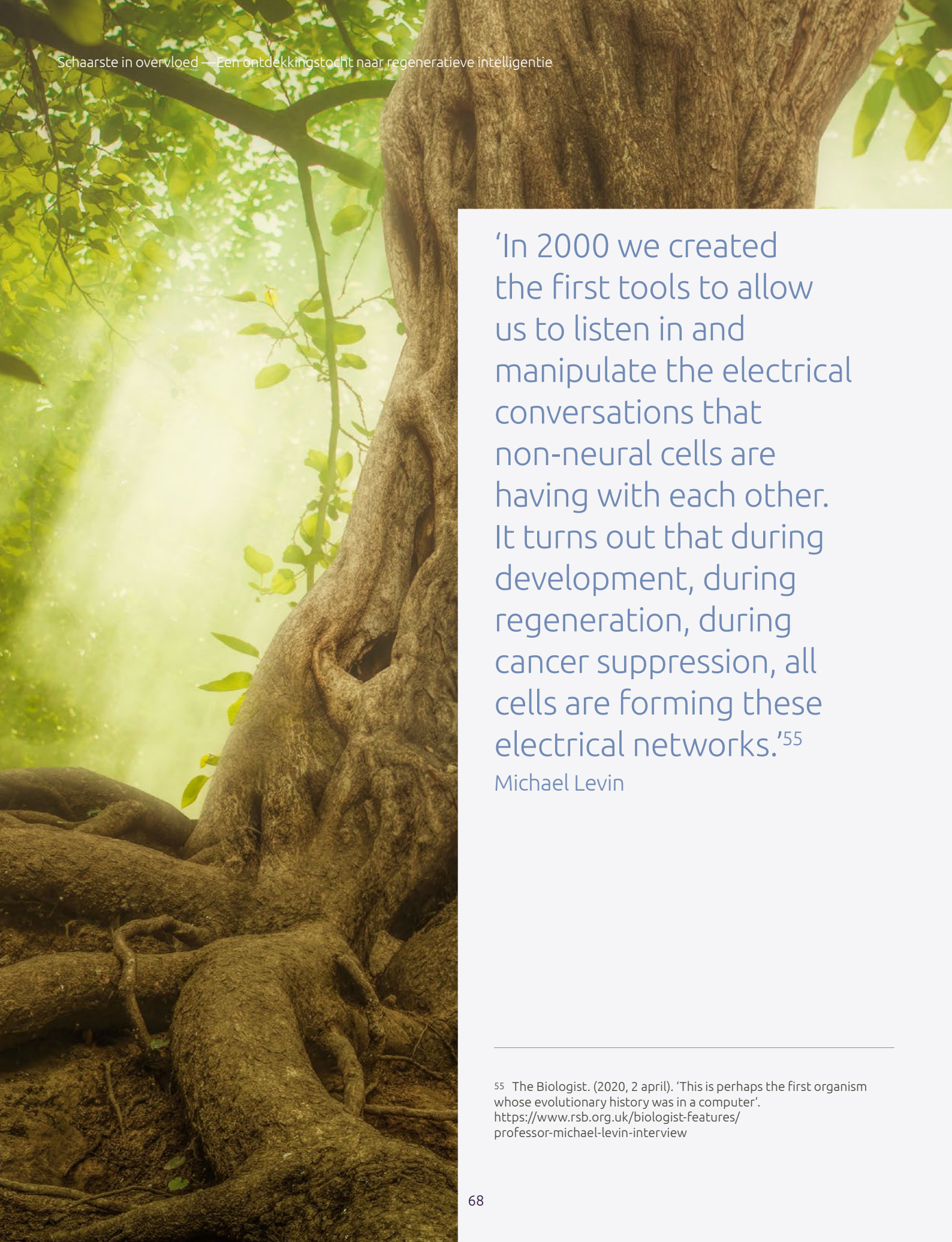
Een uitvergroting van een van de nanobots, inclusief een hartspier, ziet u op het plaatje eronder. De magie van het maakproces zit in de combinatie van evolutionaire algoritmes, een vorm van AI, kikkercellen, en bio-elektriciteit.⁵⁴ We kennen de bio-elektriciteit in de geneeskunde natuurlijk van het electrocardiogram dat de elektrische activiteit van de hartspier meet, of van het elektro-encefalogram dat activiteit in de hersenen registreert. Maar dit is natuurlijk andere koek. Hier wordt via bio-elektriciteit opdracht gegeven aan de kikkercellen om de door AI ontworpen constructies te vormen. Eenmaal gevormd, beginnen de xenobots zich spontaan te organiseren en vertonen ze zelfstandig gedrag. Ze kunnen bijvoorbeeld in vloeistoffen bewegen, kleine objecten transporteren en zelfs zichzelf repareren als ze beschadigd raken. Voor alle duidelijkheid, het gaat hierbij niet om genetisch gemanipuleerd materiaal. Al het oorspronkelijke DNA blijft dus intact. Het zelforganiserende gedrag ontstaat door de interacties tussen de cellen en de manier waarop ze zijn gestructureerd, zonder dat er sprake is van een traditioneel zenuwstelsel of brein. Het ‘geheugen’ van cellen om te weten wat ze moeten worden, zit puur verpakt in de gemanipuleerde bio-elektriciteit. Bij mensen werkt het vergelijkbaar.



Bio-elektriciteit is medebepalend voor het feit of een cel een levercel wordt of een cel van het netvlies van het linkeroog. Die kan als het ware de cel in een bepaalde richting duwen. Luisteren en werken met bio-elektriciteit opent de deuren naar een nieuwe tak in de geneeskunde, die van regeneratieve therapieën.

⁵³ Ramanujam, E. & Kamal, N. A. (2022, januari). Xenobots: A Remarkable Combination of an Artificial Intelligence-Based Biological Living Robot. *International Journal of Sociotechnology and Knowledge Development*, 14(1), 1-11. https://www.researchgate.net/publication/363212743_Xenobots_A_Remarkable_Combination_of_an_Artificial_Intelligence-Based_Biological_Living_Robot

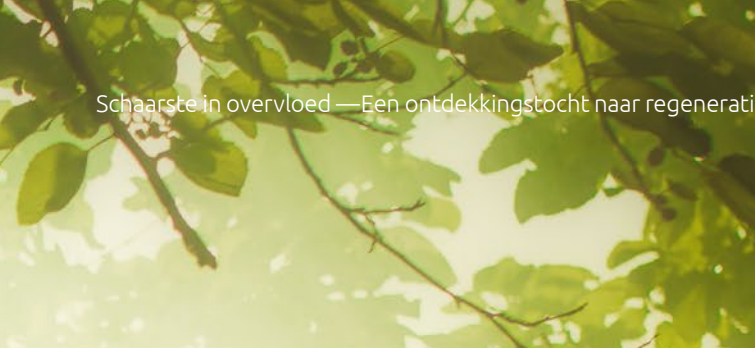
⁵⁴ Ibid. Zie ook: Tran, L. (2024, 14 juni). From Code to Creature. *The Scientist*. <https://www.the-scientist.com/from-code-to-creature-71877>



'In 2000 we created the first tools to allow us to listen in and manipulate the electrical conversations that non-neural cells are having with each other. It turns out that during development, during regeneration, during cancer suppression, all cells are forming these electrical networks.'⁵⁵

Michael Levin

⁵⁵ The Biologist. (2020, 2 april). 'This is perhaps the first organism whose evolutionary history was in a computer'. <https://www.rsb.org.uk/biologist-features/professor-michael-levin-interview>



De relevantie van dit fundamentele onderzoek heeft betrekking op de mysterieuze vraag van waar in het lichaam intelligentie, kennis en bewustzijn zich precies bevinden. In het schemergebied van cellen en bio-energievelden ontstaat het levende materiaal. Het roept ook de vraag op waar intelligentie ontstaat en hoe de wisselwerkingen tussen celorgaan en brein precies verloopt. Daar is nog geen definitief antwoord op te geven.

De praktische relevantie van dit onderzoek strekt zich uit van het herstellen van geboorteafwijkingen en celbeschadigingen, het een halt toeroepen van verouderingsprocessen, het bestrijden van degeneratieve ziektes tot het herprogrammeren van tumoren. Daarmee naderen we het terrein van de Kurzweils singulariteit. Hij streeft met zijn singulariteit namelijk naar menselijke onsterfelijkheid. Maar onsterfelijkheid – als we die ooit bereiken – zal zonder florerende ecosystemen een onmogelijkheid blijken te zijn. Hoewel regeneratieve gezondheidszorg een prettig vooruitzicht vormt, begint regeneratieve intelligentie en regeneratief leven bij het voorkomen van problemen in plaats van ze te creëren.

5.3 Zo intelligent kunnen we worden

We begonnen dit rapport met stevige waarschuwingen over de status van de planeet en de repercussies die die heeft op ecologisch, economisch en existentieel vlak. In reactie daarop zouden we regeneratief intelligent moeten worden, wat begint met de realisatie dat in de natuur alles met alles verbonden is in regeneratieve ecosystemen die in gezamenlijkheid staan voor de intelligentie van de natuur. Het besef dat menselijke intelligentie onlosmakelijk onderdeel is van die natuurlijke intelligentie dwingt ons om meer respectvol met de natuur om te gaan en in plaats van voor degeneratieve kortetermijnoplossingen te kiezen voor het regeneratieve pad. Kunstmatige intelligentie kan hier een essentiële rol spelen omdat die ons begrip van de wereld om ons heen, onze Umwelt en de Umwelt van alle andere organismen op aarde enorm kan vergroten. Maar dit is geen gegeven, dit gaat niet vanzelf.

Inmiddels lijken we ons zo ver van de natuur verwijderd te hebben dat we een fenomeen als 'bosbaden' adopteren. Dit 'shinrin-yoku' vindt haar oorsprong in Japan en refereert aan een kort en ontspannen bezoek aan een bos. Deze activiteit wordt beschouwd als een vorm van natuurlijke aromatherapie. Uit een reeks studies concludeerden onderzoekers dat bosbaden ons immuunsysteem aanzienlijk kan versterken, bijvoorbeeld door het verhogen van het aantal witte bloedcellen.⁵⁶ En het is misschien niet verbazend: zo'n bosbad kan ook onze gemoedstoestand op korte en lange termijn positief beïnvloeden. Uit een onderzoek bleek dat het risico op latere psychische aandoeningen voor mensen die

⁵⁶ Li, Q. (2010, januari). Effect of forest bathing trips on human immune function. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 15(1), 9-17. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2793341/>





Het Antropoceen en het Symbioceen zijn termen voor toekomstige tijdperken. Op dit moment leven we in het Holoceen. Het Antropoceen betekent een door de mens gedefinieerd tijdperk (van het Grieks *antropos* = mens, *cene* = nieuw). Daarmee wordt bedoeld de door de mens gerealiseerde ontregeling van de natuur, zoals de opwarming van het klimaat. Het Symbioceen staat voor een tijdperk waarin we in symbiose leven met de natuur (zoals het eerder genoemde *seva*) en de natuur dus niet ontregelen. Over de naamgeving gaan formele wetenschappelijke instituties. In 2023 is de term Antropoceen in stemming genomen maar heeft geen formele status gekregen. Het zou uniek zijn als wij een nieuwe tijdperknaam zouden meemaken tijdens ons leven, want het gebeurt zelden.

tijdens hun kindertijd opgroeiden met weinig groen, tot 55% hoger was vergeleken met degenen die opgroeiden met veel groen om zich heen.⁵⁷

Als we ons in filosoof Glenn Albrecht verplaatsen, dan is hij waarschijnlijk blij met de term bosbaden en vindt hij die functioneel. Volgens hem hebben we nog meer nieuwe woorden nodig om onze veranderende relatie met de natuur te duiden. Deze nieuwe woorden van Albrecht helpen ons niet alleen om de psychologische en emotionele gevolgen van ecologische veranderingen beter te begrijpen, maar ook om een taal te ontwikkelen die nodig is voor een duurzamer leven. In ieder geval mag zijn concept en door hem bedachte woord Symbioceen niet ontbreken, als meer wenselijk alternatief voor de term Antropoceen waar we in sneltreinvaart op af lijken te denderen. 'Antropoceen' staat voor het door mensen gedomineerde tijdperk waarin we definitief afscheid nemen van het klimaatstabiele Holoceen.

⁵⁷ Engemann, K. et al. (2019, 25 februari). Residential green space in childhood is associated with lower risk of psychiatric disorders from adolescence into adulthood. PNAS. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1807504116>





Solastalgie - De pijn of melancholie die men ervaart wanneer de eigen omgeving en het thuisland worden vernietigd door milieuveranderingen zoals klimaatverandering of verstedelijking. Het is een combinatie van "troost" (solace) en "pijn" (algia).

Psycho-terratische identiteit – Het idee dat onze mentale gezondheid en identiteit diep geworteld zijn in de aarde en de landschappen waarin we leven. Verlies of aantasting van deze landschappen kan leiden tot psychologische en emotionele problemen.

Eutierria – Een positief gevoel van verbondenheid met de aarde en de natuur, wat leidt tot een gevoel van welzijn en balans. Het woord is afgeleid van het Griekse "eu" (goed) en "terra" (aarde).

Symbioceen – De periode na het Antropoceen, gekenmerkt door wederzijds voordelige relaties tussen mensen en de natuurlijke wereld. Deze periode legt de nadruk op samenwerking, herstel en duurzaamheid.

Symbioment – Een omgeving die wordt gekarakteriseerd door symbiotische relaties tussen alle levensvormen, inclusief mensen. Het benadrukt een harmonieuze co-existentie waarbij alle elementen van het ecosysteem elkaar ondersteunen en verrijken.

Glenn Albrecht
Filosoof nieuwe "psycho-terratische" emoties

Naast bosbaden hebben we volgens filosoof Glenn Albrecht nog meer nieuwe woorden nodig om onze veranderende relatie met de natuur te kunnen duiden.





Zeven generaties, ofwel 'longtermism'

Eén woord ontbreekt nog in het plaatje van Albrecht. Het filosofische concept dat 'longtermism' wordt genoemd. Het staat ook wel bekend als het langetermijndenken van 'The Seventh Generation Principle'. We bespreken al dat onze intelligentie tekortschiet als het de lange termijn betreft – we hebben een blinde vlek als het aankomt op langetermijnprocessen in de Circle of Life. Het is ook de frustratie van Sandra Phlippen waarmee we dit rapport zijn begonnen. Longtermism staat daarentegen voor het ethische standpunt dat het positief bijdragen aan een langetermijntoekomst de morele verplichting is waar de samenleving zich op moet richten. Het belangrijkste knelpunt hiervoor wordt meteen duidelijk als we de totale fascinatie van de aandelenbeurs voor kwartaalcijfers in ogenschouw nemen. Het Zevende-generatieprincipe is gebaseerd op een eeuwenoude filosofie van het inheemse Haudenosaunee-volk dat in de Verenigde Staten en Canada leeft en die al gereflecteerd werd in het gedachtegoed van de eerder genoemde ShagowAskee-organisatie.

Het Zevende-generatieprincipe wordt tegenwoordig algemeen genoemd als het gaat om het nemen van beslissingen over onze energie, ons water en onze natuurlijke hulpbronnen, om te bewerkstelligen dat deze beslissingen zeven generaties lang duurzaam zijn. Maar het kan ook worden toegepast



De Haudenosaunee die langetermijndenken cultureel hebben omarmd.

op relaties: elke beslissing moet zeven generaties in de toekomst resulteren in duurzame relaties.

Op korte termijn AI inzetten om lange termijn te gaan denken

AI lijkt precies op het juiste moment te komen. AI geeft een inkijk in onze biases, drukt ons met de neus op de feiten en heeft de potentie om onze blinde vlek met betrekking tot langetermijndenken kleiner te maken. De AI-assistent, de Ecological Intelligence Agency, helpt ons te herinneren dat naar de natuur moet worden geluisterd. Via AI krijgt de natuur in het geval van een rivier in Engeland een stem. Klimaatvoorspellingen zijn abstracter en daardoor accepteren we ze ook moeilijker. Maar ook hier is het AI die de stem van de natuur vertegenwoordigt. Toch is AI op zichzelf niet regeneratief en menselijke intelligentie in combinatie met AI ook niet. Blind vertrouwen in technologie zorgt er niet alleen voor dat de positieve effecten vaak worden overschat, maar ook dat de negatieve effecten regelmatig worden onderschat. Want hoewel kunstmatige intelligentie zeker de potentie heeft om onze Umwelt te vergroten via nieuwe apparatuur en kennis en kan

helpen de CO₂-uitstoot te verminderen, lijkt ze door haar enorme energieverbruik voorlopig juist het tegenovergestelde effect te hebben.⁵⁸ Microsoft en Google zien hun klimaatdoelen steeds verder wegdrijven door de enorme adoptie van Generative AI. En door diezelfde technologie zitten we soms verder van de waarheid en dieper in complottheorieën en desinformatie dan daarvoor. Een ecologische, holistische en regeneratieve benadering van technologie is daarom hoognodig.

We beginnen te begrijpen dat wij niet alles weten en dat AI de lange termijn naar voren kan halen door te versnellen. En waar AI en natuurlijke intelligentie samenkomen, zoals in de eerder genoemde xenobots, gebeurt er iets onverwachts. Dankzij de met bio-elektriciteit tot leven gewekte AI-uitvindingen ontdekken we veel meer over de essentie van het leven zelf. Het bewustzijn, het mysterieuze broertje van intelligentie, laat zich hier van een heel andere kant zien. Het mysterie is nog lang niet ontrafeld. Wanneer twee natuurfenomenen samenkomen, kan het opeens nog veel sneller gaan: DNA en kwantummechanica. We lezen in *Nature* dat deze combinatie de perfecte computer kan opleveren: 'DNA as a perfect quantum computer based on the quantum physics principles'.⁵⁹ Hoewel delen van de puzzel nog 'in an early stage' zijn, zien we dat ons oude wereldbeeld steeds meer wordt opgerekt en begint te kraken. Wat tot nu toe als zoete koek werd aangenomen, wordt opeens ter discussie gesteld. Uiteindelijk zal het oude wereldbeeld kantelen dankzij dit soort doorbraken. De nieuwe verlichting waar *The Economist* over sprak, zou zomaar eens

waarheid kunnen worden. Laten we afsluiten met een korte beschouwing over een 'ander kijken naar' en de zes stappen die de bedenker van de theorie dat wereldbeelden kunnen kantelen, Thomas Kuhn, hiervoor heeft uitgetekend.

Conclusie

1 De grenzen van menselijke intelligentie. Het is essentieel om te erkennen dat de menselijke intelligentie beperkt is om verder te kunnen groeien. De menselijke intelligentie is slechts een subset van een groter geheel van natuurlijke en kunstmatige intelligentie. We moeten de synergie tussen menselijke, natuurlijke en kunstmatige intelligentie leren benutten.

2 Co-evolutie van mens en machine. De toekomst ligt in de co-evolutie van mens en machine, waarbij AI wordt gezien als een partner die menselijke beperkingen kan aanvullen en versterken, mits deze samenwerking op een ethische en duurzame manier wordt ontwikkeld.

⁵⁸ NOS (2024, 3 juli). Energieslurpende AI zorgt voor forse stijging CO₂-uitstoot Google. <https://nos.nl/artikel/2527239-energieslurpende-ai-zorgt-voor-foerse-stijging-co2-uitstoot-google>

⁵⁹ Aroche, R. R. et. al. (2024, 21 mei). DNA as a perfect quantum computer based on the quantum physics principles. *Scientific Reports*, 14, 11636. <https://www.nature.com/articles/s41598-024-62539-5>

Hoofdstuk 6
Het vijfde
paradigma en
bijbehorend
ongemak



Het ongemak van een paradigmaverschuiving heeft vele gezichten. Neem bijvoorbeeld de eerste babystapjes die we nu zien. Er zijn bedrijven die experimenteren met regeneratieve businessmodellen. Zo heeft Albert Heijn een experiment gedaan met 'true pricing', dat net niet helemaal aansloeg.⁶⁰ Er zijn ook bedrijven die onverwachte sprongen maken, zoals Spotify, dat 'De Natuur' een artiestenstatus geeft en royalties aan haar uitkeert.⁶¹ Een mooie stunt, maar het voelt wat ongemakkelijk. Er ontstaan succesvolle start-ups dankzij dit nieuwe paradigma. Zoals het Nederlandse Loop Biotech. Deze start-up gebruikt mycelium, een netwerk van schimmelsestrengen dat meestal ondergronds groeit, om doodskisten en urnen te laten groeien. 'De eerste levende doodskist' noemen ze het. Met een vrij radicale vraag werven ze klanten: 'Ben je afval of ben je compost?' Hoe ongemakkelijk voelt dat? Maar ook dat is ook de Circle of Life.

Elke sector staat voor haar eigen uitdagingen. Van regeneratieve fashion⁶² tot regeneratieve landbouw en toerisme. In de IT-sector probeert het vermaarde ontwerpbureau Frog een helpende hand te bieden aan ontwerpers die op een regeneratieve manier producten willen ontwerpen. Hun 'Regenerative Compass' is een laagdrempelige manier om ecologische principes toe te passen bij het ontwerpen van producten en diensten.⁶³ Het is een kleine stap, maar het is tekenend dat een ontwerpbureau dat erom bekendstaat steeds weer voorop te lopen, deze stap zet. Het is zeker niet uit te sluiten dat de gesprekken naar aanleiding van dit kompas ongemakkelijk zullen verlopen. Het oude denken is immers nog alomtegenwoordig.

⁶⁰ Circular X (2024). Regenerative Business Case Database. <https://www.circularx.eu/en/tool/30/regenerative-business-case-database>

⁶¹ CBC Music (2024, 30 april). Nature is officially an artist on Spotify. <https://www.cbc.ca/music/spotify-nature-artist-david-bowie-brian-eno-1.7189052>

⁶² Minney, S. (2022). *Regenerative Fashion*. Quercus.

⁶³ Frog (2024). The Regenerative Compass. https://go.frog.co/the-regenerative-compass?utm_source=Organic+Social&utm_medium=LinkedIn&utm_campaign=DesignMind

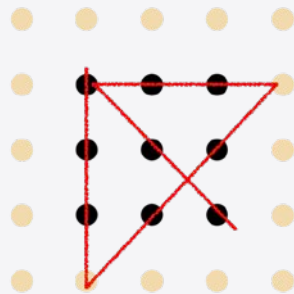


Van oud denken naar nieuw in zes stappen

De breinbreker hieronder heeft u vast wel eens ergens voorbij zien komen. De opdracht die erbij hoort, luidt: trek, zonder de pen van het papier te halen, vier rechte lijnen die alle stippen doorkruisen. De puzzel is alleen op te lossen door buiten het gegeven kader te treden. Blijft u binnen het kader dan lukt het niet. Maar als u denkbeeldig het stippenbeeld vergroot en lijnen doortrekt buiten het zwarte kader, dan lukt het wel.



Oude wereldbeeld



Nieuwe wereldbeeld

Een leuke eyeopener voor out-of-the-box denken. Denk buiten uw eigen kaders en beperkingen! In managementland is zulk denken de laatste decennia erg gestimuleerd. Maar écht andere inzichten vindt men vaak te spannend. En te ongemakkelijk. Want aan die negen punten in het oude wereldbeeld hangen geloofsovertuigingen en carrières vast. De bedenker van de theorie over 'anders kijken naar' (een paradigmaverschuiving), Thomas Kuhn, had er zo zijn gedachten over. In zijn boek *The Structure of Scientific Revolutions* uit 1962 deelt hij zijn gedachtegoed en legt hij uit hoe we in zes stappen van iets dat we normaal vinden – via abnormaal – komen tot een nieuw soort normaal. Hij richtte zich tot zijn vakgenoten, de wetenschappers, maar inmiddels is het breed geaccepteerd dat paradigmaverschuivingen een maatschappelijk fenomeen zijn.





1 Normale wetenschap. In deze fase werken wetenschappers binnen een geaccepteerd paradigma. Kuhn vergelijkt dit met het oplossen van een puzzel. Wetenschappers proberen nieuwe observaties en experimenten in te passen in het bestaande kader van theorieën en methoden.

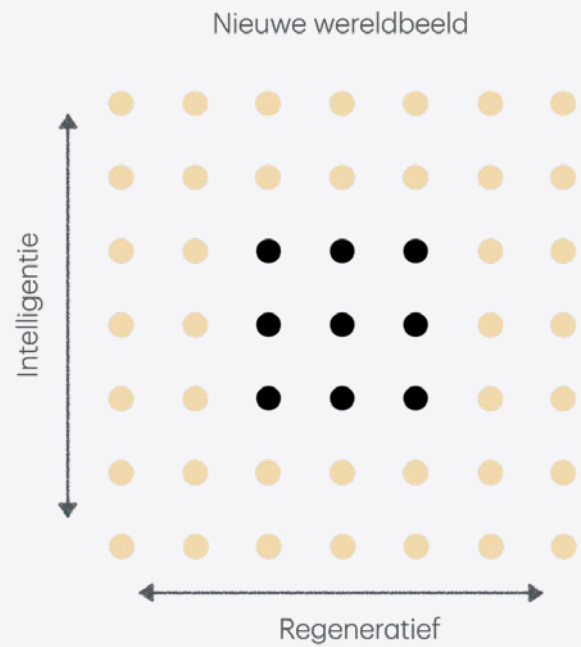
2 Anomalieën. Geleidelijk stuiten wetenschappers op verschijnselen die niet goed te verklaren zijn vanuit het huidige paradigma. Deze ‘puzzelstukjes’ die niet willen passen, noemt Kuhn anomalieën.

3 Crisis. Als er steeds meer onverklaarbare anomalieën opduiken, ontstaat er een crisis. Het vertrouwen in het heersende paradigma begint af te brokkelen en wetenschappers zoeken naar alternatieve verklaringen.

4 Revolutionaire wetenschap. In deze fase ontstaan radicaal nieuwe ideeën die de bestaande problemen op een geheel nieuwe manier benaderen. Er is vaak heftige discussie en controverse rond deze nieuwe theorieën.

5 Paradigmaverschuiving. Als een nieuw idee overtuigend genoeg is en voldoende steun krijgt, kan het leiden tot een complete paradigmaverschuiving. Het oude wereldbeeld maakt plaats voor een nieuw kader waarbinnen wetenschappers werken.

6 Nieuwe normale wetenschap. Na de verschuiving begint een nieuwe periode van ‘normale wetenschap’, waarin wetenschappers werken binnen het nieuwe paradigma.



In het nieuwe wereldbeeld is ons begrip van intelligentie en regeneratieve processen uitgebreid.

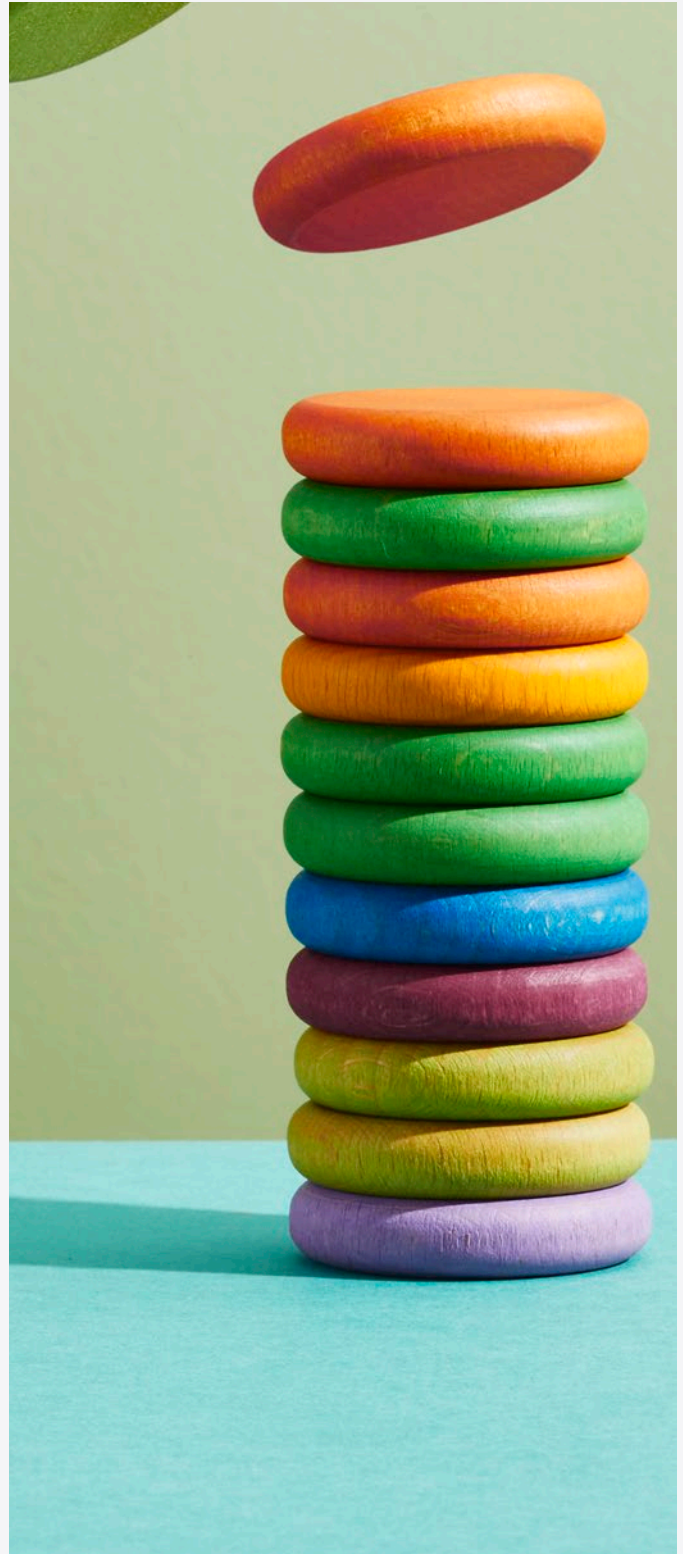
Voor regeneratieve intelligentie geldt dat we het beeld dat we hadden over intelligentie en over hoe we waarde genereren, inruilen voor een ander wereldbeeld. De negen zwarte stippen staan voor onze Umwelt. Dit rapport nodigt uit om daarbuiten te treden.

Degeneratief wordt regeneratief

De heersende overtuiging over hoe dingen in elkaar zitten, wordt ondermijnd door de puzzelstukjes die niet meer passen. De afwijkingen nemen de overhand. Scan de krantenkoppen en het beeld wordt duidelijk. 'Extreem weer een steeds groter probleem voor appel- en perenoogst in Nederland', 'Onvruchtbaarheid door microplastic in teelballen', 'Neurologen bang voor Parkinsonpandemie vanwege glyfosaat' of 'Wereldeconomie krimpt met 20%', langzaam ontstaat het besef dat we onderdeel zijn van de Circle of Life en dat alles met alles is verbonden. Het degeneratieve wereldbeeld – de huidige dominante zienswijze – maakt plaats voor regeneratief denken.

Dysrationeel wordt echt slim

Met ons boerenverstand komen we er niet meer uit. De wereld is te complex geworden. De spiegel die AI en de natuur ons voorhouden, toont de beperkingen van het menselijk brein. We zitten vol met biases en rationeel denken kost veel moeite. Tegelijkertijd ontdekken we dat onze intelligentie onderdeel is van een veel groter geheel. Planten blijken over een geheugen te beschikken, door kwantumeffecten weten vogels koers te houden. In ecosystemen bevindt zich de intelligentie tussen de levensvormen in. In bio-energie ligt het geheugen van het leven verborgen. Kunstmatige intelligentie wordt ingezet voor wetenschappelijke doorbraken op tal van terreinen die zich buiten de negen zwarte stippen bevinden.





Het zou de vijfde grote paradigmaverschuiving zijn in de geschiedenis van de mensheid. Een Revolutie met hoofdletter R. Voorgaande vergelijkbare revoluties hebben we te danken aan de historische ontdekkingen van Galileo Galilei, Charles Darwin en Sigmund Freud. Professor Luciano Floridi voegde daar nog een hedendaagse ontdekking aan toe. We nummeren ze voor het gemak even van 1 tot 4. We weten nu dat de aarde niet het centrum is van het heelal (1), dat de mens een diersoort is en onderdeel van de evolutie (2), dat we een vat vol emoties en onbewuste en onderbewuste gedragingen zijn (3) en dat we ‘informatieorgs’ zijn die leven in een informatiemaatschappij (4). We ontdekken nu ook dat wij wandelende ecosystemen zijn, ingebed in grotere ecosystemen. En dat we de uitdagingen waarvoor we ons gesteld weten, alleen kunnen overwinnen als we erkennen dat we niet de enige vorm van intelligentie hier op aarde zijn en leren samen te werken met die miljarden jaren aan evolutie. Dat we boven onszelf kunnen uitstijgen als we met dat besef menselijke, natuurlijke en kunstmatige intelligentie laten samenvloeien via de formule:

$$RI = (NI + HI + AI) \times S \times R$$

RI = regeneratieve intelligentie

NI = natuurlijke intelligentie

HI = menselijke intelligentie (human intelligence)

AI = kunstmatige intelligentie (artificial intelligence)

S = synergiefactor

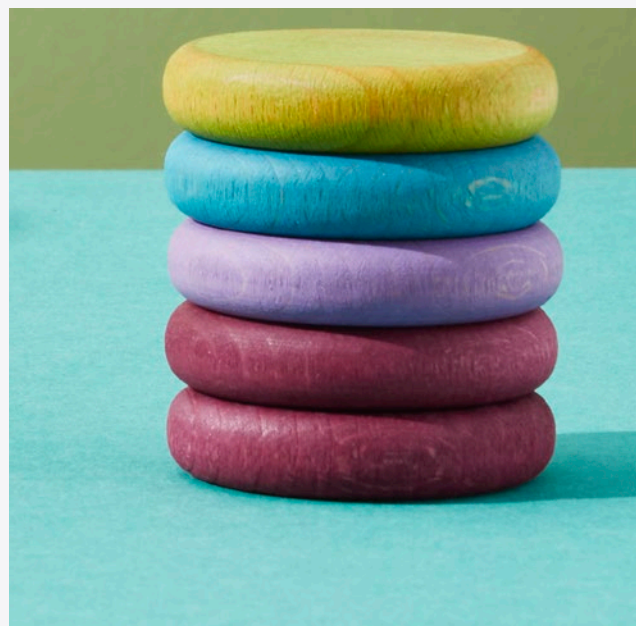
R = regeneratieve impact

2125 revisited

We begonnen dit rapport niet voor niets met een terugblik uit 2125: een paradigmaverschuiving kost tijd. Het 'dienend aan de natuur' leven klinkt mooi, maar staat zo ver weg van hoe de samenleving nu opereert. En hoe waarschijnlijk is het? Laten we eerlijk zijn, de trend lijkt andersom. Het gaat steeds slechter met de natuur, de aarde warmt sneller op. Voor nu is het ingewikkeld te overzien dat we over honderd jaar fundamenteel anders over de wereld en onszelf denken.

Momenteel knettert en vonkt het in de samenleving en botsen traditionele waarden en nieuwe ideeën voortdurend op elkaar. Het schuurt tussen oude economische modellen die gericht zijn op uitputting

en nieuwe visies die regeneratie centraal stellen. Sandra Phlippen ging er in ons eerste hoofdstuk dwars tegen in. Dat de ecologie de economie in de staart bijt en de economie zal doen krimpen, is een mooie 'conversation starter'. Het doet je afvragen hoe intelligent we nu eigenlijk zijn. We beginnen de juiste vragen te stellen. De weg voorwaarts is zowel die van introspectie als verbinding met het grotere geheel. Met iedere paradigmaverschuiving ontdekken we weer meer over onszelf. Daarom moeten we deze leerzame wrijving niet vermijden, maar juist omarmen. Want juist het omarmen en aangaan van het ongemak is de eerste stap naar een wereld waarin regeneratieve intelligentie de koers bepaalt.



Verder lezen

Dit rapport is onderdeel van het onderzoeksproject 'Schaarste in Overvloed'. De centrale vraag daarin is hoe twee trends die de wereld veranderen, die van klimaatdisruptie en een overvloed aan kunstmatige intelligentie, in reactie op elkaar zullen uitspelen. U kunt de rapporten downloaden op de website van SogetiLabs.



Woordenlijst

Antropoceen: Een voorgesteld tijdperk waarin de invloed van de mens op de aarde zo groot is geworden dat het de geologische en ecologische processen op globale schaal heeft veranderd, met name door klimaatverandering, biodiversiteitsverlies en vervuiling.

Bio-intellectualiteit: Het vermogen om te denken en handelen in harmonie met de natuur, door de intelligentie van natuurlijke systemen te begrijpen en toe te passen op menselijke technologie en beleid.

Circle of Life: Een holistische kijk op de natuurlijke wereld, waarbij alle levensvormen en ecosystemen met elkaar verbonden zijn en elkaar beïnvloeden in een voortdurend proces van wederzijdse afhankelijkheid en regeneratie.

Eco-engineering: Het ontwerpen en beheren van systemen die gebruik maken van natuurlijke ecosystemen om milieuproblemen op te lossen, zoals het inzetten van natuurlijke oplossingen om overstromingen of klimaatverandering tegen te gaan.

Intelligentie: Het vermogen om informatie te verwerken, problemen op te lossen, te leren en aan te passen aan nieuwe situaties. In dit rapport wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende vormen van intelligentie: menselijke, natuurlijke en kunstmatige intelligentie, waarbij ze allemaal essentieel zijn voor een regeneratieve toekomst.

Kennis: De verzameling van informatie, ervaringen en inzichten die een individu of samenleving heeft opgebouwd. Kennis is essentieel voor het begrijpen en toepassen van intelligentie, en in een regeneratief kader gaat het om de kennis van zowel menselijke technologie als de eeuwenoude wijsheid van de natuur.

Kunstmatige intelligentie (AI): Technologie die menselijke intelligentie nabootst of aanvult, met toepassingen variërend van machine learning tot data-analyse, met het potentieel om complexe problemen op te lossen en menselijke tekortkomingen te compenseren.

Longtermism: Een concept waarbij AI en andere technologieën worden ingezet om te denken en handelen op de lange termijn, met als doel duurzame en regeneratieve oplossingen te creëren voor toekomstige generaties.

Menselijke intelligentie: De cognitieve vermogens van mensen, inclusief het vermogen tot logisch denken, probleemoplossing en leren, maar ook gekenmerkt door beperkingen zoals kortetermijndenken en cognitieve vooroordelen.

Natuurlijke intelligentie: De intelligentie die voortkomt uit natuurlijke systemen en processen, waarbij organismen samenwerken en zich aanpassen aan veranderende omstandigheden zonder hersenen of bewust planmatig gedrag.

Paradigma-shift: Een fundamentele verandering in het dominante denkkader of wereldbeeld binnen een bepaalde discipline of samenleving. Het markeert een verschuiving van een oud paradigma naar een nieuw paradigma dat nieuwe perspectieven en benaderingen biedt, zoals de overgang van een ego-gericht naar een regeneratief intelligentie-denken.

Ratiodylexie: Een term die de menselijke neiging beschrijft om irrationeel of kortzichtig te denken, wat vaak leidt tot suboptimale beslissingen, vooral op lange termijn.

Regeneratieve intelligentie: De synergetische integratie van natuurlijke, menselijke en kunstmatige intelligentie, gericht op het creëren van duurzame, zelfherstellende systemen die het welzijn van alle levensvormen en ecosystemen bevorderen.

Seva: Een Sanskrietwoord dat staat voor 'dienstbaarheid', in dit geval aan de natuur, waarbij men handelt in dienst van het grotere geheel en werkt aan co-evoluerende wederkerigheid met de natuurlijke wereld.

Symbioceen: Een voorgesteld toekomstig tijdperk waarin de relatie tussen de mens en de natuur symbiotisch is, gebaseerd op wederzijds voordeel en regeneratie, in plaats van uitputting en destructie van natuurlijke hulpbronnen.

Symbiose: Een nauwe en langdurige interactie tussen verschillende soorten organismen die elkaar helpen overleven, zoals mieren en schimmels of walvissen en plankton, met wederzijdse voordelen.

Synergie: De samenwerking van verschillende vormen van intelligentie (natuurlijk, menselijk en kunstmatig) om gezamenlijk betere, duurzamere resultaten te bereiken dan elk afzonderlijk zou kunnen.

Wereldbeeld: De manier waarop mensen de wereld begrijpen en interpreteren, inclusief hun overtuigingen, waarden en percepties van de natuur en de mensheid. Een wereldbeeld beïnvloedt hoe mensen handelen, hun relatie met de natuur en hun begrip van hun rol in het grotere geheel.

Over de auteurs



Menno van Doorn

Directeur van het Onderzoeksinstituut van SogetiLabs, met een carrière die een kwart eeuw beslaat in toekomststudies. Zijn onderscheidingen omvatten het benoemd worden als 'IT-onderzoeker van het jaar' door *Computable*, een vooraanstaand IT-magazine. Van Doorns academische inspanningen zijn diep geworteld in gedragseconomie en de wetenschap van reclame.



Sander Duivestein

Keynote spreker, trendanalist, internetondernemer en strategieconsultant over de impact van digitale technologie op mensen, bedrijven en onze samenleving. Hij is een veelgevraagde gast bij verschillende radio- en televisieprogramma's.



Thijs Pepping

Een technologie-filosoof die zich richt op de relatie tussen mensen, de planeet en technologie. Zijn bijzondere interesse ligt bij de kunst van het leven en de ervaringen van natuur, tijd en werkelijkheid. Hij is regelmatig gastdocent aan universiteiten en hogescholen en schrijft over de ethische en filosofische implicaties van opkomende technologieën.

Over VINT

Het Verkenninginstituut Nieuwe Technologie van Sogeti, VINT, is onderdeel van SogetiLabs. VINT geeft invulling aan de koppeling tussen bedrijfsprocessen en nieuwe IT. In elke rapportage over een verkenning die het instituut heeft uitgevoerd, zoekt VINT het juiste midden tussen feitelijke beschrijving en beoogde toepassing. Op die manier inspireert VINT organisaties om nieuwe technologie in beschouwing te nemen of zelfs te gaan gebruiken.

De onderzoeken van VINT worden uitgevoerd onder auspiciën van de Commissie van Aanbeveling bestaande uit: • K. Smaling, Chief Technology Officer Continental Europe Aegon (voorzitter) • Jørgen Behrens, Vice President and General Manager Google Maps Automotive • M. Boreel, Chief Technology Officer Sogeti Group • Paul Dirix, Chief Executive Officer Port of Moerdijk • L. Holierhoek, Director Offshore Energy at Royal IHC • D. Kamst, Founder en Chief Executive Officer Klooker en Smyle • M. Krom, Associate Anderson MacGyver • T. van der Linden, Group Information Officer Achmea • Prof. dr. ir. R. Maes, Professor Information & Communication Management Academy for I & M • P. Morley, Lecturer Computer Science, University of Applied Science Leiden • J.W.H. Ramaekers, Hoofd van Sogeti Nederland • E. Schuchmann, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties • R. Visser, CIO NN Group • J.P.E. van Waayenburg, voormalig Hoofd van Capgemini Nederland

Over SogetiLabs

SogetiLabs is een netwerk van meer dan 150 technologieleiders binnen Sogeti wereldwijd. SogetiLabs biedt een breed scala aan deskundigheid op het gebied van digitale technologie: van embedded software, cyber security, deep learning, simulaties en cloud tot business information management, mobiele apps, business analytics, IoT, testen en blockchainoplossingen. Bezoek labs.sogeti.com

Over Sogeti

Sogeti, onderdeel van de Capgemini Group, creëert en voegt waarde toe door middel van technologie. Dit doet de IT-dienstverlener voor organisaties die sneller willen innoveren en samenwerken met een lokale partner met wereldwijde schaal. Met een hands-on cultuur en dichtbij de klant, implementeert Sogeti oplossingen die organisaties helpen sneller, beter en slimmer te werken. Dankzij de combinatie van wendbaarheid en implementatiesnelheid met een DevOps-aanpak, levert Sogeti innovatieve oplossingen op het gebied van quality engineering, cloud en applicatieontwikkeling. Allemaal aangedreven door AI, data en automatisering. Meer informatie is beschikbaar op www.sogeti.nl.