

Inhoud

—

<i>Lijst met kaarten</i>	7
<i>Tijdperken</i>	9
<i>Inleiding: Het huis der miljoenen jaren</i>	11
1 Dooi: Northern Plain, Alaska, vs – pleistoceen	25
2 Oorsprong: Kanapoi, Kenia – plioceen	47
3 Zondvloed: Gargano, Italië – mioceen	67
4 Thuisland: Tinguiririca, Chili – oligoceen	85
5 Cycli: Seymour Island, Antarctica – eoceen	107
6 Wedergeboorte: Hell Creek, Montana, vs – paleoceen	127
7 Signalen: Yixian, Liaoning, China – krijt	149
8 Fundament: Zwaben, Duitsland – jura	169
9 Mogelijkheden: Madigen, Kirgizië – trias	189
10 Seizoenen: Moradi, Niger – perm	207
11 Brandstof: Mazon Creek, Illinois, vs – carboon	223

12	Samenwerking: Rhynie, Schotland, VK – devoon	239
13	Diepten: Yaman-Kasy, Rusland – siluur	259
14	Transformatie: Soom, Zuid-Afrika – ordovicium	277
15	Consumenten: Chengjiang, Yunnan, China – cambrium	295
16	Opkomst: Ediacara Hills, Australië – ediacarium	315
	Nawoord: Een dorpje met de naam Hoop	333
	<i>Noten</i>	355
	<i>Dankwoord</i>	393
	<i>Verantwoording citaten</i>	399
	<i>Register</i>	401

Lijst met kaarten

1. Noordelijk halfrond, 20.000 jaar geleden	24
2. Aarde tijdens het plioceen, 4 miljoen jaar geleden	46
3. Middellandse Zeebekken, 5,33 miljoen jaar geleden	66
4. Aarde tijdens het oligoceen, 32 miljoen jaar geleden	84
5. Antarctica en de Zuidelijke Oceaan, 41 miljoen jaar geleden	106
6. Noord-Amerika, 66 miljoen jaar geleden	126
7. Aarde tijdens het vroeg-krijt, 125 miljoen jaar geleden	148
8. Europese archipel, 155 miljoen jaar geleden	168
9. Aarde tijdens het trias, 225 miljoen jaar geleden	188
10. Pangea en de Tethysoceaan, 253 miljoen jaar geleden	206
11. Aarde tijdens het carboon, 309 miljoen jaar geleden	222
12. Het Oude Rode Continent, 407 miljoen jaar geleden	238
13. Aarde tijdens het siluur, 435 miljoen jaar geleden	258
14. Zuidelijk halfrond, 444 miljoen jaar geleden	276
15. Aarde tijdens het cambrium, 520 miljoen jaar geleden	294
16. Aarde tijdens het ediacarium, 550 miljoen jaar geleden	314

Tijdperken

EON	ERA	PERIODE	TIJDVAK	JAREN GELEDEN
Fanerozoïcum	Cenozoïcum	Kwartair	Pleistoceen	2,28 mlj. – 12.000
		Neogeen	Pliocene	5,333 – 2,58 mlj.
			Mioceen	23,03 – 5,333 mlj.
		Paleogeen	Oligoceen	33,9 – 23,03 mlj.
			Eoceen	56 – 33,9 mlj.
			Paleoceen	66 – 56 mlj.
	Meso- zoïcum	Krijt		145 – 66 mlj.
		Jura		201,3 – 145 mlj.
		Trias		251,9 – 201,3 mlj.
	Paleozoïcum	Perm		298,9 – 251,9 mlj.
		Carboon		358,9 – 298,9 mlj.
		Devoon		419,2 – 358,9 mlj.
		Siluur		443,8 – 419,2 mlj.
		Ordovicium		485,4 – 443,8 mlj.
		Cambrium		541 – 485,4 mlj.
Proterozoïcum	Neoproterozoïcum	Ediacarium		635 – 541 mlj.

INLEIDING

Het huis der miljoenen jaren

Laat niemand zeggen dat het verleden dood is.

Het verleden is overal om ons en in ons.

– Oodgeroo Noonuccal, *The Past*

Welke storm me naar die diepe oceaan van voorbije tijden blaast,
ik weet het niet.

– Ole Worm

Vanuit mijn raam kijk ik over velden, huizen en parken uit op een plek die al honderden jaren bekendstaat als World's End. Deze plek heet zo omdat hij in het verleden ver van Londen lag, maar de stad is inmiddels zo uitgebreid dat hij World's End heeft opgeslokt. Maar niet zo heel lang geleden was dit echt het einde van de wereld. De bodem werd afgezet in de laatste ijstijd, een grindpakket dat was achtergelaten door rivieren die ooit uitmondde in de Theems. Toen de gletsjers oprukten, verlegden zij de loop van de Theems, die nu meer dan 150 kilometer zuidelijker in zee uitmondt dan indertijd. Vanaf de glooiende heuvels – klei die verfrommeld is door het gewicht van het ijs – kun je nog net de hagen, de tuinen, de straatlantaarns wegdenken en je een voorstelling maken van een ander land, een koude wereld aan de rand van een ijsvlakte die zich honderden kilometers ver uitstrekt. Onder de grindlaag uit die ijstijd ligt de London Clay, waarin

overblijfselen van nog oudere bewoners van dit gebied bewaard zijn gebleven: krokodillen, zeeschildpadden en vroege verwanten van het paard. Het landschap waarin ze leefden, kenmerkte zich door mangrovepalm- en pawpawbossen, en wateren vol zeegras en reusachtige plompenbladen. Het was een warm tropisch paradijs.

Verleden werelden kunnen soms onvoorstelbaar ver weg lijken. De geologische geschiedenis van de aarde is zo'n 4,5 miljard jaar oud. Het leven op aarde bestaat zo'n 4 miljard jaar, en meercellig leven zo'n 2 miljard jaar. De landschappen die in die tijd hebben bestaan, en die ons bekend zijn dankzij het paleontologisch archief, zijn gevarieerd en soms behoorlijk verschillend van de huidige. In een beschouwing over de lengte van geologische tijdschalen heeft de Schotse geoloog en schrijver Hugh Miller ooit gezegd dat alle jaren van de menselijke geschiedenis 'slechts een fractie vormen van de geschiedenis van de aarde; ze is niets in vergelijking met het onmetelijke aantal tijdperken voor de komst van de mens'. Die geschiedenis is zonder meer lang. Als we alle 4,5 miljard jaren van de geschiedenis van de aarde zouden comprimeren tot een film van één dag, zou er per minuut drie miljoen jaar verstrijken. We zouden ecosystemen snel zien opkomen en verdwijnen, en de soorten die erin leefden zien ontstaan en uitsterven. We zouden continenten zien verschuiven, klimaten in een oogwenk zien veranderen en aloude gemeenschappen vernietigd zien worden door plotselinge dramatische gebeurtenissen met verwoestende gevolgen. De uitstervingsgolf die het einde betekende voor pterosauriërs, plesiosauriërs en alle dinosauriërs, met uitzondering van enkele vogels, zou 21 minuten voor het einde plaatsvinden. De geschreven geschiedenis van de mens zou zich in de laatste tiende van een seconde afspelen.¹

Halverwege die laatste tiende van een seconde van dat gecomprimeerde verleden werd in Egypte, vlak bij de huidige stad Luxor, een funerair tempelcomplex gebouwd, het graf van farao Ramses II. Wie een blik werpt op dit zogeheten Ramesseum, vangt slechts een glimp op van de duizelingwekkende afgrond van de enorme geologische tijdschalen. Toch staat dit gebouw bekend als een spreekwoordelijk symbool van vergankelijkheid. Het Ramesseum vormde de inspiratiebron voor Percy Bysshe Shelleys gedicht

Ozymandias, dat de bombastische woorden van een almachtige farao plaatst tegenover een landschap dat in Shelleys tijd slechts één grote zandbak was.²

Toen ik dat gedicht voor het eerst las, wist ik niet waar het over ging en nam ik ten onrechte aan dat *Ozymandias* de naam van een of andere dinosauriër was. De naam was lang en ongebruikelijk, en ik wist niet goed hoe ik hem moest uitspreken. De beschrijvende taal in het gedicht was die van tirannie en macht, van steen en van koningen. Het beeld sloot kortom aan bij de geïllustreerde boeken over de prehistorie die ik in mijn jeugd had gelezen. Bij de woorden 'Ik trof een reiziger uit een oud land die zei: twee enorme stompers van stenen benen staan in de woestijn' dacht ik dat de resten van een vreselijk prehistorisch beest in gips werden ingepakt. Misschien een heuse despotische sauriërkoning die nu was uiteengevallen tot botten en botfragmenten in een Noord-Amerikaanse steenwoestijn.

Niet alles wat kapot is, is verloren. Kijk maar naar de regels 'Op het voetstuk staan de woorden: "Mijn naam is *Ozymandias*, koning der koningen. Kijk naar mijn werken, Machtige, en wanhoop!" Daarbuiten zal niets blijven.' Daarin kun je ook lezen dat de tijd het laatst lacht om een opgeblazen heerser, maar dat de wereld van die farao wel degelijk in de herinnering voortleeft. Het standbeeld is een bewijs voor het bestaan van die wereld; de inhoud van de woorden en de details van zijn stijl zijn aanwijzingen voor zijn context. Als je *Ozymandias* op deze manier leest, biedt het gedicht een kader om na te denken over gefossiliseerde organismen en de omgevingen waarin ze hebben geleefd. Als je de hybris eruit haalt, kun je in het gedicht lezen hoe je de realiteit van het verleden kunt afleiden uit de achtergebleven restanten. Zelfs een fragment kan op zichzelf een verhaal vertellen, een bewijsstuk zijn voor iets voorbij de eenzame zandvlakten, voor iets anders dat hier vroeger ooit was. Voor een wereld die niet langer bestaat maar nog steeds waarneembaar is, waarvoor we aanwijzingen vinden tussen de rotsen.

Het Ramesseum was oorspronkelijk bekend onder een naam die zich laat vertalen als Het Huis der Miljoenen Jaren, een toenaam die we ook zomaar aan de aarde kunnen geven. Het verleden van onze planeet ligt ook verborgen onder het stof. De aarde draagt de littekens van zijn ontstaan en ontwikkeling in zijn korst en ook de aarde is een graftombe die zijn bewo-

ners herdenkt in steen, waarbij fossielen fungeren als grafsteen, dodenmasker en lichaam.³

Die werelden, die oerlanden, kunnen we niet bezoeken, althans niet in fysieke zin. We kunnen de omgevingen waarin de titanische dinosaurussen rondstapten nooit bezoeken, we kunnen nooit over dezelfde grond lopen of in hetzelfde water zwemmen. We kunnen ze alleen maar ervaren door middel van steen: we kunnen de afdrukken in het bevroren zand lezen en ons een voorstelling maken van een verdwenen aarde.

In dit boek onderzoek ik de aarde zoals die ooit heeft bestaan, de veranderingen die zijn opgetreden tijdens zijn geschiedenis en de manieren die het leven heeft gevonden om zich aan te passen – of niet. Aan de hand van het fossielenarchief bezoeken we in elk hoofdstuk een site uit het geologisch verleden om de planten en dieren te observeren, onszelf onder te dompelen in het landschap en via deze uitgestorven ecosystemen zo veel mogelijk over onze wereld te leren. Door uitgestorven sites te bezoeken met de instelling van een reiziger, een safariganger, hoop ik de afstand tussen het verleden en het heden te overbruggen. Als een landschap zichtbaar wordt gemaakt, als een bestaand iets, is het gemakkelijker een idee te krijgen van de vaak bekende manieren waarop organismen er leven, concurreren, paren, eten en sterven.

Ik heb één site gekozen voor elk geologisch tijdvak tussen het heden en de laatste van de vijf grote uitstervingsgolven 66 miljoen jaar geleden, een era die we het cenozoïcum noemen. Uit de tijd vóór die uitstervingsgolf heb ik één site uitgekozen voor elke geologische periode (die elk uit diverse tijdvakken bestaat) tot aan het ontstaan van het meercellig leven in het ediacarium, meer dan 500 miljoen jaar geleden. Sommige sites zijn gekozen vanwege hun opmerkelijke biologie, andere vanwege hun ongebruikelijke omgeving, en weer andere omdat ze zo goed zijn bewaard en ons een ongewoon heldere blik gunnen op levensvormen uit het verleden en hun interacties.

Elke reis moet thuis beginnen, en deze reis begint in het heden en voert ons terug in de tijd. We belanden eerst in de relatief vertrouwde omgevingen van de pleistocene ijstijden, toen een groot deel van het water op aarde

lag opgeslagen in gletsjers, waardoor het zeeniveau wereldwijd een stuk lager was. Daarna gaan we steeds verder terug in de tijd. De levensvormen en de geografie zullen steeds minder vertrouwd aandoen. De geologische tijdvakken van het cenozoïcum zullen ons terugbrengen naar de begindagen van de mensheid, naar de grootste waterval die ooit op aarde heeft bestaan en naar een gematigd, bebost Antarctica. Vandaar reizen we rechtstreeks naar de uitstervingsgolf aan het einde van het krijt.

Vorbij die mijlpaal ontmoeten we de bewoners van het mesozoïcum en het paleozoïcum. We bezoeken bossen vol dinosaurussen, een glazen rif van duizenden kilometers lang en een door de moesson doorweekte woestijn. We zullen onderzoeken hoe organismen zich aanpassen aan volkomen nieuwe ecologieën, hoe ze het land en de lucht veroveren, en hoe het leven de deur naar nog meer diversiteit opent door nieuwe ecosystemen te creëren.

Na een kort bezoekje aan het proterozoïcum, zo'n 550 miljoen jaar geleden, in de geologische eon voor de onze, keren we terug naar onze eigen aarde, die van het heden. De landschappen van de moderne wereld veranderen in rap tempo door toedoen van de mens. Als we onze situatie vergelijken met de radicale milieumwentelingen in het geologische verleden, wat kunnen we dan verwachten in de nabije en verdere toekomst?

We kunnen niet zomaar experimenten uitvoeren op onze planeet om te ontdekken welke veranderingen op continentale schaal zullen plaatsvinden als het CO_2 -gehalte van de atmosfeer stijgt. En we hebben ook niet genoeg tijd om de langetermijneffecten van de instorting van het wereldwijde ecosysteem te bestuderen voordat we er iets aan gaan doen. Onze voorspellingen moeten gebaseerd zijn op nauwkeurige modellen van hoe de wereld werkt. De dynamiek van de aarde in de loop van zijn geologische geschiedenis biedt ons dan ook een natuurlijk laboratorium. Antwoorden op langetermijnvragen kunnen we alleen vinden door te kijken naar perioden waarin de aarde in het verleden een afspiegeling vormt van de aarde die we in de toekomst verwachten. Er zijn vijf grote uitstervingsgolven geweest, er zijn continentale landmassa's van elkaar gescheiden en weer samengeklonterd, er hebben veranderingen plaatsgevonden in de chemische samenstelling en circulatie van oceanen en atmosfeer. En kennis van al die gebeurtenissen

vergroot ons begrip van de manier waarop het leven op aarde op geologische tijdschalen functioneert.

We kunnen de aarde vragen stellen. De biologie van het verleden is niet slechts een curiosum waar we met een verbijsterde blik naar kunnen kijken, en evenmin is ze vreemd en bovennatuurlijk. Ecologische principes die van toepassing zijn op moderne tropische regenwouden en de korstmossenwereld van de toendra waren ook van toepassing op de ecosystemen van het verleden. De spelers zijn anders, maar het toneelstuk is hetzelfde.

Op zichzelf kan een fossiel een fantastische les leren over anatomische variatie, over vorm en functie, over wat een organisme kan doen als het simpele aanpassinkjes doorvoert met behulp van het instrumentarium uit de algehele evolutionaire gereedschapskist. Maar net zoals sculpturen uit de oudheid binnen de context van een cultuur bestonden, heeft geen enkel fossiel – of het nu van een dier, plant, schimmel of microbe is – ooit in een isolement bestaan. Ze hebben allemaal binnen een ecosysteem geleefd, in interactie met ontelbare andere soorten en hun omgeving, een complexe mengelmoes van leven, klimaat en scheikunde die ook afhankelijk was van de draaiing van de aarde, de positie van de continenten, de mineralen in de bodem of het water, en de beperkingen die de vroegere bewoners van een gebied hadden opgelegd. Sinds de achttiende eeuw hebben paleontologen geprobeerd de werelden waarin gefossiliseerde organismen hebben geleefd te reconstrueren, pogingen die in de afgelopen decennia steeds talrijker en gedetailleerder zijn geworden.

Recente ontwikkelingen in de paleontologie hebben het prehistorische leven blootgelegd op een detailniveau dat tot voor kort voor onmogelijk werd gehouden. Door diep door te dringen in de structuur van fossielen kunnen we nu iets zeggen over de kleuren van hun veren, keverschilden of schubben en over de ziekten waaraan deze dieren en planten leden. Door ze te vergelijken met huidige organismen kunnen we ons een beeld vormen van hun interacties in voedselnetwerken, de kracht van hun beet of de sterkte van hun schedel, hun sociale structuur en voortplantingsmethoden en in zeldzame gevallen zelfs de klank die ze voortbrachten. De landschappen van het fossielenarchief zijn niet langer slechts verzamelingen

van afdrukken in gesteente en taxonomische lijsten met namen. Het meest recente onderzoek heeft levendige en bloeiende gemeenschappen ont-huld, de overblijfselen van werkelijk bestaande organismen die zich voortplantten en ziek werden, felgekleurde veren of bloemen droegen, geluid produceerden en zoemden, werelden bewoonden die gehoorzaamden aan dezelfde biologische principes als die van ons.⁴

Dit is misschien niet wat mensen in hun hoofd hebben als ze denken aan paleontologie. Nog steeds heerst het beeld van de victoriaanse gentleman-verzamelaar die naar andere landen en culturen reist om met zijn hamer in de grond te kappen. Toen de natuurkundige Ernest Rutherford alle wetenschap nogal neerbuigend zou hebben bestempeld als ‘ofwel natuurkunde ofwel postzegels verzamelen’, dacht hij ongetwijfeld aan opgezette beesten, laden vol vlinders met onberispelijk gespreide vleugels en opgehangen skeletten die met industrieel ijzer aan elkaar waren geschroefd. Maar tegenwoordig brengen paleobiologen net zo gemakkelijk hun dagen door achter een computer of in een laboratorium waar ze in een deeltjesversneller fossielen met röntgenstralen bestoken als in de hitte van de woestijn. Mijn eigen wetenschappelijke werk heeft zich hoofdzakelijk afgespeeld in ondergrondse museumcollecties en binnen computeralgoritmen: aan de hand van gemeenschappelijke anatomische kenmerken heb ik geprobeerd de relaties tussen de zoogdieren van na de laatste uitstervingsgolf te ontrafelen.⁵

Het is absoluut niet onmogelijk om alleen aan de hand van hedendaagse levensvormen inzichten te verwerven in de geschiedenis van het leven, maar het is alsof je de plot van een roman probeert te begrijpen door alleen de laatste bladzijden te lezen. Je zult wel bepaalde conclusies kunnen trekken over wat er allemaal is gebeurd en een inschatting kunnen maken van de huidige situatie van de personages die het eind hebben gehaald, maar de rijkdom van de plot, de talrijke personages en de grotere verhaalwendingen zullen je ontgaan. Zelfs met fossielen blijft voor niet-specialisten het grootste deel van de geschiedenis van het leven in duister gehuld. Dinosaurussen en Europese en Noord-Amerikaanse dieren uit de ijstijden zijn wel algemeen bekend, en mensen die iets meer vertrouwd zijn met het vakgebied hebben ongetwijfeld gehoord van trilobieten en ammonieten of misschien

van de cambrische explosie. Maar dit zijn fragmenten van het hele verhaal. In dit boek wil ik enkele lacunes opvullen.

Dit boek is noodzakelijkerwijs een persoonlijke interpretatie van het verleden. Het verre verleden betekent voor allerlei mensen iets anders. Voor sommigen is deze zogeheten ‘diepe tijd’ iets opwindends; het duizelt hun als ze denken aan de tijd die het triljoenen planktonorganismen heeft gekost om de kalkrotsen van Kent en Normandië op te bouwen, landschappen die uit skeletten bestaan. Voor anderen is het een vlucht, een mogelijkheid om te denken aan andere levenswijzen dan de huidige, aan een tijd waarin er nog geen zorgen bestonden over de door de mens veroorzaakte uitstervingsgolf, toen de dodo nog slechts een toekomstige mogelijkheid was. Alles wat we in dit boek tegenkomen, is niettemin op feiten gebaseerd. Ofwel is het op basis van krachtige aanwijzingen rechtstreeks af te lezen uit het fossielenarchief, ofwel is het – waar onze kennis tekortschiet – op plausible wijze gebaseerd op wat we zeker menen te weten. Waar geleerden het niet eens zijn, heb ik een van de concurrerende hypotheses als uitgangspunt genomen. Desondanks is een gefladder van vleugels in een bosje, een halfgeziene vacht of de sensatie van een bewegend dier in het donker een integraal onderdeel van onze natuurbeleving. Een vleugje dubbelzinnigheid kan evenveel verwondering wekken als een vaststaande waarheid.

De reconstructies hier zijn het resultaat van het werk dat duizenden wetenschappers in meer dan tweehonderd jaar tijd hebben verricht. Hun interpretaties van fossiele resten zijn uiteindelijk de bron voor de feitelijke elementen in dit boek. De knobbels, ribbels en gaten in botten, exoskeletten en hout geven paleobiologen de aanwijzingen die ze nodig hebben om zich een beeld te vormen van een individueel organisme bij leven, of dat organisme nu uitgestorven is of niet. Als je de schedel van een hedendaagse zoetwaterkrokodil bekijkt, lees je als het ware een karakterbeschrijving. De versterkte uitsteeksels en bogen doen denken aan gotische architectuur; ze dienen hier echter niet om het gewicht van het dak van een kathedraal te dragen, maar om de enorme kracht van de kaakspieren te verwerken. De hooggeplaatste ogen en neusgaten duiden erop dat ze vlak boven het wateroppervlak kijken en ademen terwijl de rest van het lichaam grotendeels

onder water blijft; de lange reeks puntige maar ronde tanden en de lange snuit duiden op een manier van eten waarbij ze hun prooi grijpen, meesleuren en vasthouden, uitstekend geschikt om glibberige vissen te vangen. Je ziet ook de littekens van het leven, met botbreuken en al. Levens laten op gedetailleerde en reproduceerbare wijze hun stempel achter.

In de paleobiologie is het tegenwoordig gebruikelijk om verder te kijken dan het individuele specimen en de kenmerken van oude ecosystemen te ontrafelen, zoals de interacties, de niches, de voedselnetwerken en de stroom van mineralen en voedingsstoffen. Gefossiliseerde hollen en voetafdrukken kunnen details over beweging en levensstijl onthullen die je niet uit de anatomie kunt afleiden. Relaties tussen soorten helpen ons vertellen welke factoren belangrijk waren voor hun biologie en distributie en welke factoren de drijvende kracht achter hun evolutie vormden. De patronen en chemische samenstelling van zandkorrels in sedimentair gesteente zeggen iets over de omgeving: was deze rotswand ooit een meanderende rivierdelta waarin rivieren in modderige vlakten voortdurend hun loop verlegden of de bodem van een ondiepe zee? Was die zee een beschutte lagune waarin fijn slib in stilstaand water langzaam naar de bodem dwarrelde of een plek met een hevige golfslag? Wat was de temperatuur van de atmosfeer in die tijd? Hoe hoog was het wereldwijde zeeniveau? Wat was de heersende windrichting? Met de noodzakelijke kennis zijn al deze vragen eenvoudig te beantwoorden.⁶

Het is niet zo dat al deze soorten informatie op elke locatie beschikbaar zijn, maar soms komen veel brokjes zodanig bij elkaar dat een paleo-ecoloog zich een goed beeld van een landschap kan vormen, van klimaat en geografie tot de planten en dieren die er leefden. Deze reconstructies van oude omgevingen, die net zo levendig waren als die van vandaag de dag, bieden vaak belangrijke lessen voor onze eigen benadering van de hedendaagse wereld.

Veel dieren en planten die we tegenwoordig doodgevoond vinden, zijn relatief recente nieuwkomers. Grassen, de belangrijkste component van de grootste hedendaagse ecosystemen, zijn pas helemaal aan het eind van het krijt ontstaan, nog geen 70 miljoen jaar geleden, als zeldzame onderde-

len van de Indiase en Zuid-Amerikaanse bossen. Door gras gedomineerde ecosystemen zijn pas zo'n 40 miljoen jaar geleden ontstaan. Er zijn nooit graslanden met dinosaurussen geweest en op het noordelijk halfrond bestond gras gewoonweg niet. We moeten vooroordelen over landschappen opzijzetten, of die nu zijn ontstaan doordat we moderne soorten plaats in een tijd waarin ze nog niet bestonden of doordat we organismen bij elkaar hebben gegooid die weliswaar uitgestorven zijn, maar miljoenen jaren na elkaar hebben geleefd. Er is meer tijd verstreken tussen het leven van de laatste *Diplodocus* en de eerste *Tyrannosaurus* dan tussen de laatste *Tyrannosaurus* en ons. Dieren uit de jura, zoals de *Diplodocus*, hebben niet alleen nooit grassen gezien maar ook nooit bloemen. Bloeiende planten zijn pas in het midden-krijt tot ontwikkeling gekomen.⁷

Dankzij de biodiversiteitscrisis als gevolg van de vernietiging en versnippering van leefgebieden in combinatie met de aanhoudende effecten van klimaatverandering zijn we tegenwoordig heel vertrouwd geraakt met het idee dat steeds meer soorten uitsterven. Er is al vaak gezegd dat we ons midden in een zesde uitstervingsgolf bevinden. We zijn gewend aan verhalen over de wijdverbreide verbleking van koraalriffen, de smelt van het poolijs of de ontbossing in Indonesië en het Amazonebekken. Je hoort minder vaak praten over de gevolgen van de verdorrings van natte gebieden of de opwarming van de toendra, hoewel ook die verschijnselen uiterst belangrijk zijn. De wereld die wij bewonen, verandert op landschappelijk niveau. De schaal en de gevolgen hiervan zijn vaak moeilijk te bevatten. De gedachte dat zo'n uitgestrekt landschap als het Groot Barrièrerif, met al zijn opwindende biodiversiteit, op een dag misschien verdwenen is, klinkt dan ook onwaarschijnlijk. Het fossielenarchief toont echter aan dat dergelijke radicale veranderingen niet alleen mogelijk zijn, maar in de loop van de geschiedenis van de aarde herhaaldelijk hebben plaatsgevonden.⁸

Tegenwoordig bestaan riffen uit koraal, maar in het verleden werden ze gebouwd door mosselachtige weekdieren, armpotige schelpdieren en zelfs sponzen. Pas toen de mosselriffen bij de laatste uitstervingsgolf verdwenen, hebben koralen de positie van dominante rifbouwende organismen overgenomen. Die rifbouwende mosselen waren ontstaan in de late jura,

toen ze het stokje overnamen van sponzen, die uitgestrekte riffen hadden gebouwd. Op hun beurt hadden de sponzen de niche van rifbouwers ingenomen nadat de riffen van armpotigen waren weggevaagd door de uitstervingsgolf aan het einde van het perm. Op de lange termijn kunnen de gigantische koraalriffen ook een van die ecosystemen blijken die nooit meer terugkeren, een specifiek cenozoïsch verschijnsel waaraan een einde kwam dankzij de door de mens veroorzaakte uitstervingsgolf. Tegenwoordig staat de toekomst van koraalriffen en andere bedreigde ecosystemen op het spel, en het fossielenarchief fungeert als een gedenkteken en als een waarschuwing. Het laat immers zien hoe snel een dominant systeem kan verouderen en verdwijnen.⁹

Op het eerste gezicht zijn fossielen misschien niet een voor de hand liggend instrument om inzichten te verwerven over het leven in de toekomst. De vreemde vormen van fossiele afdrukken, biologische hiërogliefen, verlenen het verleden een zekere afstand. Ze scheppen een soort onoverschrijdbare grens waarachter een verleidelijk andere wereld ligt die we nooit kunnen bereiken. In haar gedicht *Nature is taxonomy which all small bones resist* verwoordt de dichter en academicus Alice Tarbuck deze afstand: ‘Geef me leviathaanse sporen, geef me kronkelende zeebeesten.’ Ze snakt naar ‘voetstappen die eeuwen ver terugvoeren, naar de grondslag van wat zou kunnen zijn’ en verwerpt de gewoonte van musea om plant en dier te classificeren: ‘Laat niemand taxonomie bezingen.’

In mijn werk ben ik vooral bezig organismen in de hokjes ‘stam’, ‘klasse’ en ‘orde’ te plaatsen, maar ik heb meer affiniteit met levende wezens dan met hun classificatie. Een naam kan suggestief of betekenisvol zijn, maar geeft toch nooit een beeld van een organisme. Latijnse namen zijn slechts aanduidingen, de Dewey Decimale Classificatie van de biologie. Een cijfer volstaat, en dit is inderdaad hoe het systeem in principe werkt. Voor elke soort en ondersoort bestaat er ergens in de wereld een individueel specimen dat bepaalt wat het betekent om bijvoorbeeld een Italiaanse rode vos te zijn. Het bepalende individu van *Vulpes vulpes toschii* is ZFMK 66-487 en bevindt zich in het Alexander Koenig Museum in Bonn. Wil een dier worden beschouwd als lid van deze ondersoort, dan moet het anatomisch en

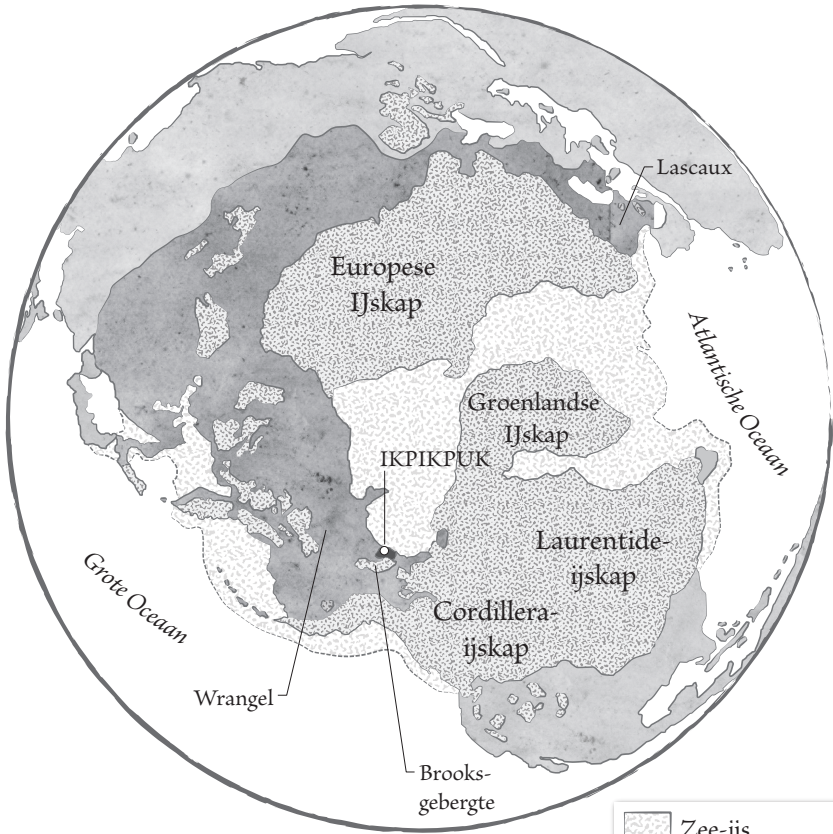
genetisch gezien voldoende lijken op deze specifieke platonische vos, een volwassen vrouwtje dat in 1961 op de Monte Gargano werd gevangen. Dit mag dan een praktische gewoonte zijn, maar zo'n naam zegt niets over de balanceerkunsten van een stadsvos op een gammel tuinhek, over de vastberaden haast van dravende volwassen dieren, over de legendarische sluwheid van Reinaert of over de zorgeloze buitenslaap van welpen. En dit is een dier dat we zelf kunnen waarnemen. Wat hopen we dan te kunnen afleiden uit de naam van dieren die verdwenen zijn? Ik heb me voorgenomen in dit boek de kloof tussen de naam van een plant of dier en de werkelijkheid te overbruggen, de kloof tussen het slaan van een munt en het goud. Ik wil uitgestorven levensvormen zien als gewone bewoners van onze wereld, als huiverende, bruisende beesten van vlees en instinct, als krakende takken of vallende bladeren.¹⁰

Uitgestorven dieren worden tegenwoordig regelmatig afgeschilderd als monsters, als gemene beesten met een onverzadigbare honger. Dit hebben we mede te danken aan de mensen die in het begin van de negentiende eeuw de geologie met de nodige sensatiezucht wilden omkleeden. Sommigen waren er zo op gebrand hun visie van een dramatisch en wreed verleden te promoten dat ze wolharige mammoeten en grondluiaards voorstelden als vraatzuchtige vleeseters, ook al was toen al bekend dat zij planteneters waren. Ze omschreven de mammoet bijvoorbeeld als een machtig roofdier dat zich onheilspellend schuilhield in meren om schildpadden te verschalken; en de gedweë herbivore grondluiaard als 'gigantisch als een dreigende rotswand, wreed als een bloeddorstige panter, snel als een jagende arend en verschrikkelijk als een engel van de nacht!' Zelfs nu nog zien we in talloze films, boeken en tv-programma's prehistorische dieren afgeschilderd als stompzinnige, barbaarse en agressieve wezens. Maar de roofdieren uit het krijt waren niet bloeddorstiger dan een leeuw vandaag de dag. Ze waren gevaarlijk, zeker, maar het waren dieren, geen monsters.¹¹

Wat het bedwaard verzamelen van fossielen als curiosum en het afschilderen van uitgestorven organismen als monsters gemeen hebben, is een gebrek aan ecologische context. Planten en schimmels zijn doorgaans af-

wezig en voor ongewervelde dieren is nauwelijks aandacht. Toch bevat het gesteentearchief van de aarde die context: het onthult de omstandigheden waarin uitgestorven wezens hebben geleefd, omstandigheden die bepalend zijn geweest voor de lichaamsvormen die wij tegenwoordig zo ongewoon vinden. Dit archief is een encyclopedie van het mogelijke, van landschappen die zijn verdwenen, en dit boek is een poging om die landschappen opnieuw tot leven te wekken, om afstand te nemen van het stoffige, starre beeld van uitgestorven organismen of van de sensatiebeluste weergave van de grauwendende *Tyrannosaurus* uit *Jurassic Park*. Ik wil mijn lezers de werkelijkheid van de natuur laten ervaren zoals we dat in het heden zouden doen.

Wie onderzoek doet naar lang verdwenen landschappen moet graag door de tijd willen reizen. Ik hoop dat u dit boek zult lezen als een soort reisverslag van een natuurliefhebber, al bezoeken we landen die ver weg liggen in de tijd, en niet in de ruimte. En ik hoop dat u de laatste 500 miljoen jaar niet meer zult zien als een eindeloze uitgestrektheid van ondoorgrondelijke tijd, maar als een reeks werelden die zowel onwerkelijk als vertrouwd aandoen.



Dooi

Northern Plain, Alaska
Pleistoceen – 20.000 jaar geleden

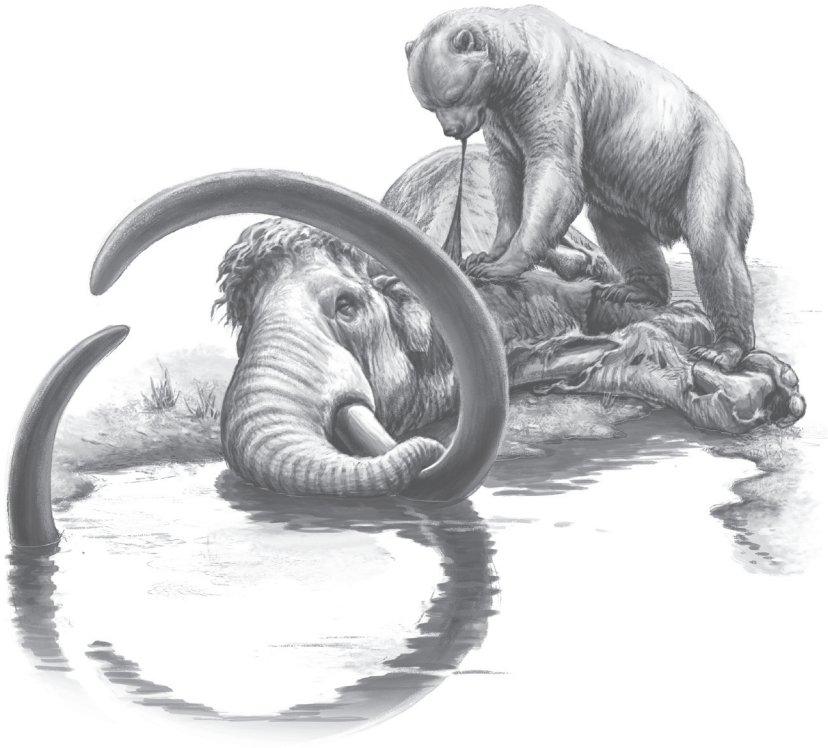
Dag en nacht, zomer en winter, slecht weer of mooi weer,
de steppe getuigt van vrijheid. Als iemand zijn vrijheid heeft
verloren, zal de steppe hem eraan herinneren.

– Vasili Grossman, *Life and Fate*

Ook Telipinu liep het moeras in en werd één met het moeras.
Boven hem groeide de halenzu-plant.

– Hettitische mythe (naar de Engelse vertaling van H.A. Hoffner)

In Alaska loopt de nacht ten einde. Een kleine kudde paarden, vier volwassen dieren en drie veulens, kruipt bij elkaar om zich te beschermen tegen de ijsskoude noordoostenwind. De zon is inmiddels al meer dan tien uur onder, en het is door en door koud. Twee merries houden om beurten de wacht in het donker, terwijl de rest van de kudde rust of foerageert. Ze staan dicht bij elkaar, flank tegen flank, neus tegen staart, een goede manier om de stress te verminderen: ze houden elkaar warm en kunnen nog steeds in alle richtingen kijken. Het is voorjaar, maar zelfs in de winter is de grond niet met sneeuw bedekt geweest. Hij is bekleed met grote hoeveelheden dood gras en stuifzand. De vlakten tussen het Brooksgebergte in Noord-Alaska en de kust van de eeuwig bevroren Noordelijke IJszee zijn uitzonderlijk droog. Regen en sneeuw zijn grotendeels aan dit gebied voorbijgegaan. Het ge-



Arctodus simus en *Mammuthus primigenius*

luid van een grillig, karig stroompje dat van hoger gelegen land naar beneden sijpelt en noordwaarts zijn weg zoekt over kiezels, stijgt nauwelijks boven de wind uit. Zelfs dit beekje geeft het op voordat het de zee bereikt en wordt volledig opgeslokt door oprukkende duinen. De hoeveelheid water verschilt van dag tot dag, maar zal in de komende paar maanden haar piek bereiken dankzij het smeltwater uit de heuvels. 's Winters is er weinig te eten; het gebied bestaat voor vier vijfde uit kale grond, voor een vijfde uit droge bruine grashalmen. En het kleine beetje voedsel dat er is, ligt onder een laagje schurend zand. Niettemin zijn de uitgedroogde restanten van het welige zomergras voldoende om diverse kleine kudden van deze kortpotige paarden te voeden. In de verkleumende temperaturen die op het hoogtepunt van de laatste ijstijd in de North Slope worden aangetroffen, lopen dieren met langere poten het risico onderkoeld te raken. De Alaskaanse paarden lijken qua formaat meer op pony's en hebben meer weg van moderne przewalskipaarden, maar ze beschikken over dunnere poten. Hun vacht is ruig en grijsbruin, hun manen zijn kort, zwart en borstelig. De paarden die slapen zijn toch in beweging; onbewust zwiepen ze met hun staart in het vage licht van het ochtendgloren. Dit zijn de meest waarachtige bewoners van het droge noorden: zij blijven hier, onder welke omstandigheden dan ook. De dieren die in de zomer naar de North Slope komen – grote kudden bizons en kariboes en zeldzame, verspreide groepen muskusossen, elanden en saiga-antilopen – zijn nu elders. Ze zijn minder goed in staat op zulk armzalig voedsel te teren dan de paarden. Maar zelfs voor de paarden is het moeilijk de winters in het noorden goed door te komen, en het wordt alleen nog maar lastiger doordat een van de merries drachtig is. Elke kleine kudde bestaat uit één hengst en enkele merries, en de veulens worden aan het einde van de lente geboren. De mortaliteit is hoog en deze Alaskaanse paarden worden maar half zo oud als hun moderne wilde tegenhangers. Ze worden doorgaans een jaar of vijftien, doordat ze op het randje van hun mogelijkheden leven, met hun kop in de huilende wind.¹

Die wind komt aangewaaid vanuit een 7000 vierkante kilometer grote zandzee in het oostelijk deel van wat later Alaska zal worden; in het westen wordt die vlakte begrensd door de Ikpikpuk, een rivier die nog steeds

bestaat. 30 meter hoge duinen kruipen in 20 kilometer lange rijen over deze ijzige woestijn. Hun zand wordt westwaarts over de steppe geblazen, waar het de uitlopers van het Brooksgebergte bedekt met een glaceerlaag van zand en slib, een rul mengsel dat we löss noemen. In de koude delen van de pleistocene wereld is er in de wintermaanden zo weinig voedsel dat elke planteneter, van kariboe tot mammoet, ophoudt met groeien. Net als bomen vertonen hun botten en tanden groeiringen, een seizoenafhankelijk litteken waaraan je kunt aflezen hoeveel winters het dier heeft meegemaakt. Ze leven van wat ze kunnen vinden, verbruiken maar weinig energie en vertrouwen op hun buffer om het vol te houden totdat betere tijden wederkeren. Overal waar planteneters zijn, liggen ook roofdieren op de loer. Op elk moment kan een stel grijpgrage klauwen uit het kreupelhout tevoorschijn schieten of kan een beet in de nek het einde van een paardenleven betekenen. In dit met struikgewas begroeide landschap zwaaien enkele troepen leeuwen de scepter over grote gebieden. Ze patrouilleren stilletjes door de steppe, waarbij hun schouders bij elke voetstap op en neer deinen. Paarden kunnen maar moeilijk bepalen of ze in de buurt zijn. Jagende leeuwen proberen hun prooi ongezien te besluipen, zodat de duisternis meer kansen biedt. De merries zijn op hun hoede, bij elk geluid spitsen ze hun oren boven hun gewelfde bleke voorhoofd.²

In het pleistoceen dwalen drie leeuwensoorten rond op de aarde, en de Afrikaanse leeuw – de enige soort die nu nog bestaat – is daarvan het elegantst. Aan de andere zijde van de Laurentide-ijskap, in heel Noord- en Midden-Amerika, leeft de Amerikaanse leeuw, de grootste van de drie. Deze licht gevlekte, stofrode beesten kunnen tweeënhalve meter lang worden en zijn vrij recente immigranten. Ze stammen af van voorouders die zo'n 340.000 jaar voor het heden vanuit Eurazië zijn overgestoken. Maar op de steppen van Europa en Azië, en hier in Alaska, vormt de Euraziatische holenleeuw, de *Panthera leo spelaea*, de grootste bedreiging voor paarden en kariboes, een leeuwensoort die zich zo'n 500.000 jaar voor het heden heeft afgesplitst van de hedendaagse leeuw. Veel informatie over hun uiterlijk hebben we ontleend aan de honderden gedetailleerde rotsschilderingen en beelden van Noord-Euraziatische mensen, die veel soorten van de

mammoetsteppe hebben afgebeeld. De Euraziatische holenleeuw is zo'n 10 procent groter dan de Afrikaanse leeuw en heeft een blekere, ruigere, ruwe, grove vacht over een dichte golvende, bijna witte ondervacht, twee lagen isolatie tegen de kou. Geen van beide seksen heeft manen, hoewel ze allebei een korte baard hebben; en mannetjes zijn een stuk groter. Doordat resten van dieren zich dikwijls in grotten opstapelen en daar onaangeroerd blijven, kennen we deze dieren als 'holenleeuwen', maar de openlucht is hun natuurlijke habitat. In kleine sociale groepen dwalen ze door de steppen, op jacht naar kariboes en paarden.³

Alle katachtigen jagen vanuit een hinderlaag. Ze besluipen hun prooi en proberen die met een sprong of hooguit een korte spurt te verrassen; hun hele anatomie is daarop aangepast. Dit soort sluipgedrag is alleen mogelijk als je onopvallend een prooi kunt benaderen, maar in de openheid van de steppe is dat moeilijk. In vergelijking met andere katten zijn holenleeuwen dan ook relatief goed in staat achter prooien aan te jagen. Op schilderijen van holenleeuwen is vaak de tekening van hun vacht te zien: ze hebben, net als jachtluipaarden, donkere lijnen die vanuit hun ooghoeken over de wang lopen, waardoor ze minder snel verblind raken door zonlicht; en ze vertonen een duidelijke scheiding tussen hun donkerder rug en lichtere onderbuik.⁴

Tegenwoordig associëren we leeuwen, olifanten en wilde paarden niet met de noordelijke delen van Noord-Amerika. Maar dat doen we ook niet met sneeuwloze landschappen, regenloze luchten of zeeën van zand. Als we ons een voorstelling maken van stukken natuur, zien we die vaak als een geheel, waarbij elk deel van het ecosysteem bijdraagt aan de sfeer die een gebied oproept. Wat zou de Sonorawoestijn in het zuidwesten van Noord-Amerika zijn zonder de gigantische saguarocactussen, de tarantula's en de ratelslangen? Als je een gebied goed kent, bezitten de elementen ervan een soort intrinsieke correctheid. Hoewel dit opgeroepen gevoel sterk is, zijn ecosystemen stukje bij beetje opgebouwd. De verzameling soorten die een gebied een bepaalde sfeer verlenen, geeft ook een gevoel van tijd. Een gemeenschap – de verzameling van alle organismen, van microben tot bomen en reusachtige planteneters – is een tijdelijk verbond van levende wezens dat afhankelijk is van evolutionaire geschiedenis, klimaat, geografie en toeval.