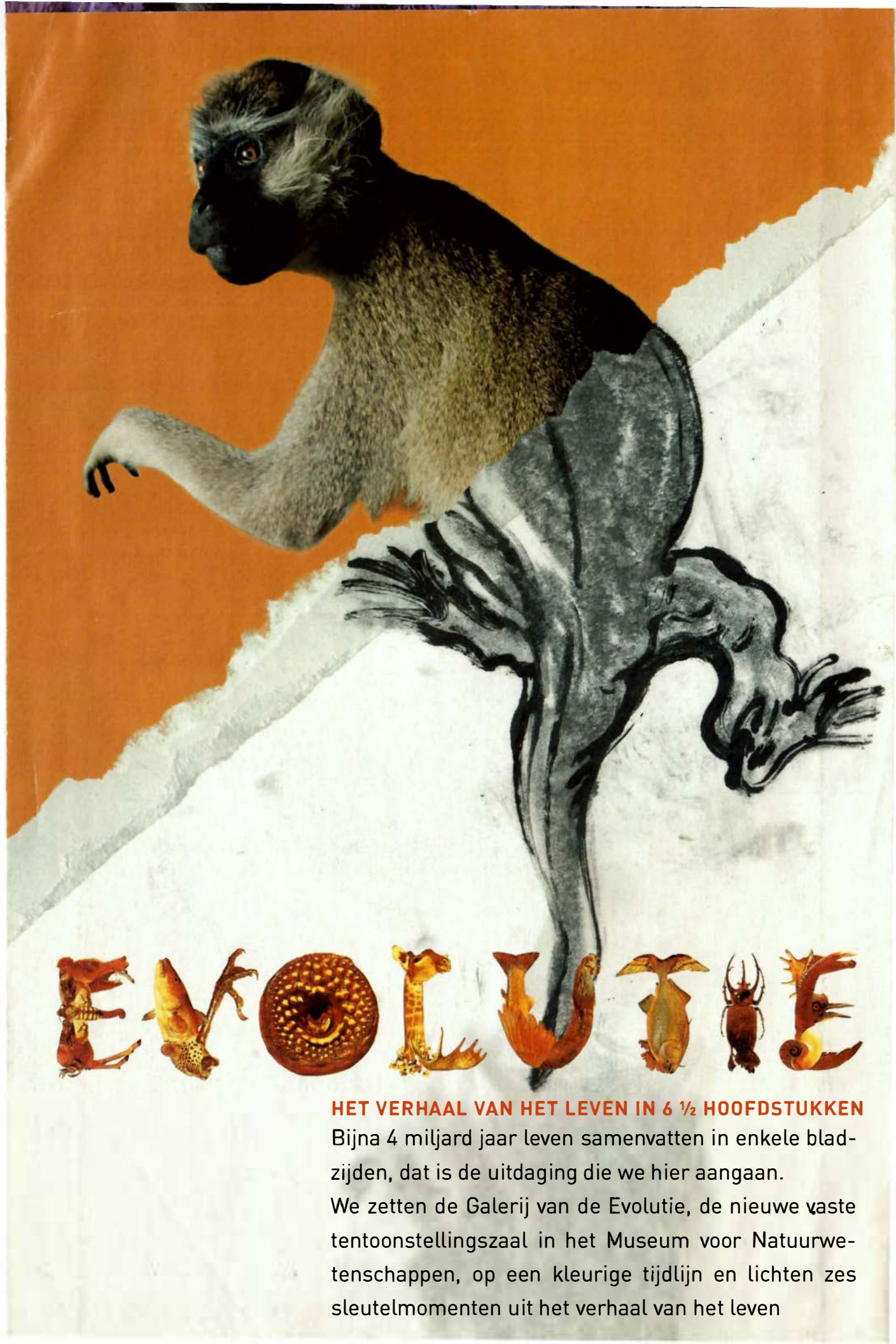




EVOLUTIE

HET VERHAAL VAN HET LEVEN IN 6 ½ HOOFDSTUKKEN

Bijna 4 miljard jaar leven samenvatten in enkele bladzijden, dat is de uitdaging die we hier aangaan.

We zetten de Galerij van de Evolutie, de nieuwe vaste tentoonstellingszaal in het Museum voor Natuurwetenschappen, op een kleurige tijdlijn en lichten zes sleutelmomenten uit het verhaal van het leven

ZIN IN WETENSCHAP? KIJK DAN EENS IN DIT MENU

EOS

MAANDBLAD OVER WETENSCHAP EN TECHNOLOGIE



Grote wetenschappelijke doorbraken bepalen ons dagelijks leven. Wie ze wil volgen kan terecht bij Eos.

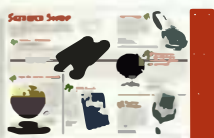
U leest er alles over de nieuwste ontwikkelingen in wetenschap en technologie, geschreven in een bevattelijke taal en rijk geïllustreerd. Eos ligt 11 keer per jaar in de krantenkiosk. Opteert u voor het gemak van een abonnement?

SURF DAN NAAR WWW.EOSMAGAZINE.EU

SCIENCE SHOP

WETENSCHAPSWINKEL

Scientific American en Eos selecteren elke maand een aantal unieke en wetenschappelijke producten of gadgets speciaal voor hun lezers. Verras uzelf of iemand anders met een van deze cadeaus. U kunt al deze producten bestellen via de Science Shop.



BEKIJK ONZE SELECTIE IN EOS OP BLZ. 104-108

PSYCHE&BREIN

ALLES OVER DE MENSELIJKE GEEST



Wat is er belangrijker dan ons brein? Wat zijn de nieuwste inzichten in het onderzoek naar de fascinerende wereld in ons hoofd? Het nieuwe populairwetenschappelijk blad Psyche&Brein geeft u het antwoord. Een fraai geïllustreerde uitgave met de laatste inzichten in de psychologie, neurologie en de geneeskunde. Psyche&Brein verschijnt 6 keer per jaar en is te koop in de krantenkiosk. Voor informatie over abonnementen surft u naar www.psycheenbrein.eu

WWW.PSYCHEENBREIN.EU

SCIENTIFIC AMERICAN

NEDERLANDSTALIGE EDITIE

Bent u geïnteresseerd in losse feitjes, of wilt u écht weten hoe het zit? In Scientific American richten wetenschappers zich rechtstreeks tot u. Over de nieuwste ontdekkingen. Met groot gevoel voor nuance en detail. Zelf voegen wij daar ijersterk beeldmateriaal aan toe.



WWW.SCIENTIFICAMERICAN.EU

SCIOLOGS

BLOGPORTAAL VOOR WETENSCHAP

Scilogs is het blogportaal voor wetenschap van Eos-magazine en zijn zusterbladen Psyche&Brein en Scientific American (Nederlandstalige editie). Het is de biotoop van een 25-tal wetenschappers en wetenschapsjournalisten, die bloggen over (hun) wetenschap. Scilogs bevat drie thema's. Weetlogs is de breedste categorie en gaat van biologie over gezondheid tot wiskunde, Breinlogs bundelt de blogs over neurowetenschap, psychologie en sociologie, en Ruimtelogs geeft u meer inzicht in astronomie, kosmologie en ruimtevaart.

WWW.SCIOLOGS.EU



NIEUWSBRIEF

WETENSCHAPSNIEUWS IN UW MAILBOX

Eos dropt elke week het wetenschapsnieuws in uw elektronische brievenbus.

Registreer u nu op de gratis nieuwsbrief via www.eosmagazine.eu

ABONNEMENTEN

CADEAUS VOOR ABONNEES

Eos verwent zijn nieuwe abonnees met interessante geschenkböeken, een wetenschappelijke documentaire op dvd, een telescoop of andere hebbelingen. Bekijk alle aanbiedingen en combinatievoorwaarden op www.eosmagazine.eu

VACATURES

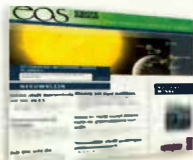
JOBBS VOOR WETENSCHAPPERS

Op zoek naar een nieuwe uitdaging? In Eos vindt u elke maand vacatures voor wetenschappers en technische experts.

WEBSITE

NIEUWS HEET VAN DE NAALD

De vernieuwde website van Eos is dé hotspot van de wetenschap, met nieuws, achtergrond, blogs, video's en ruimte voor discussie.



WWW.EOSMAGAZINE.EU

START TO KNOW

EXPERT IN VIJF STAPPEN

Sinds september 2008 verschijnt tien maanden lang de bijlage Start to Know bij Eos.

In telkens twee afleveringen wordt u een expert in klimaatologie, kosmologie, genetica, ICT en evolutie. Vijf jonge Vlaamse onderzoekers duiken op als gids, zowel in de bijlage als in een videoblog op www.eosmagazine.eu



WWW.EOSMAGAZINE.EU

U WENST EEN ABONNEMENT TE NEMEN?

- ✓ Bel naar 014-43 59 06 (enkel voor België) of naar 0161-45 95 80 (enkel voor Nederland)
- ✓ Surf naar: www.eosmagazine.eu
- ✓ Mail naar: lezersservice@impress.be (enkel voor België) of eos@betapress.audax.nl (enkel voor Nederland)

U WENST EEN VACATURE TE PLAATSEN?

- ✓ Bel naar +32 3 328 18 92
- ✓ Mail naar peter@cprojects.be
- ✓ Surf naar: www.eos.be/vacatures

Voor al uw vragen over de shop en/of nabestellingen van losse edities kan u bellen naar onze promotie-afdeling op +32 3 680 25 67 (ma-vrij tussen 9u - 12u)

PALEOZOÏC

TRIOBIET (38 mm)



MARELLA SPLENDENS (20 mm)



CAMBRIUM

VREEMDE DIEREN

Het leven op aarde ontstond zo'n 4 miljard jaar geleden, lang voor het cambrium. Maar het verhaal krijgt pas vaart bij de cambrische explosie, die de grondslagen legt van de huidige fauna. De vormenrijkdom kondigt de huidige groepen aan: sponzen, wormen, weekdieren, geleedpotigen en chordadieren (die onder meer de gewervelden omvatten). Ze hebben al hetzelfde 'algemeen bouwplan' als hun hedendaagse verwanten.

BEWAPENINGSWEDLOOP

Alleen in zee komt leven voor. Primitieve geleedpotigen vertonen sporen van een pantsers. Andere dieren staan vol met stekels of hebben een schelp. Ze halen veel voordeel uit het ontwikkelen van harde delen (steun, voortbeweging, bescherming). Als gevolg van natuurlijke selectie ontstaan verdedigingssystemen bij de prooien: doornen, dikke schelpen, platen, pinnen, stekels. De rovers reageren op hun beurt met steeds krachtiger 'wapens' zoals tangen, scherpe tanden en grijporganen, waartegen de prooien dan weer stevigere pantsers ontwikkelen ... Een heuse bewapeningswedloop.

-540 M

—3500 M	ARCHEICUM	—2500 M	PROTEROZOICUM	—540 M	CAMBRIUM	—490 M	ORDOVICIUM	—445 M	SILUUR	—
Eerste (chemische) sporen van leven		Eerste algen, eerste ongewervelden		Cambrische explosie		Eerste primitieve vissen Eerste landplanten			Eerste echte vis met kaken en vinnen	

DEVOON

WELIG WATERLEVEN

In de warme, ondiepe zeeën leven trilobieten, schaaldieren, slakken, kwallen ... Op het land staan boomvarens en de eerste zaadplanten. Ook geleedpotigen, slakken, wormen en zelfs de eerste gewervelden voelen zich goed in deze nieuwe habitat.

VINNEN EN POTEN

Bij sommige van de kaakloze gepantserde vissen van het devoon veranderen de kraakbenige kieuwbogen – die de kieuwen ondersteunen – in kaken, vaak met tanden. Deze nieuwigheid schudt de voedselketen grondig door elkaar, want dankzij hun kaken veranderen deze vissen in actieve jagers.

Bij veel vissen is het voorste deel door een pantser beschermd, heel nuttig tegen rovers die de zee teisteren, zoals reusachtige zeeschorpioenen. Naast die kraakbeenvissen ontstaan de beenvissen, een nieuwe groep die meer op de huidige vissen lijkt. Daaruit ontstaan weer twee groepen, waarbij de vinnen het verschil maken. De eerste, de straalvinnigen, hebben dunne en soepele vinnen. De meeste vissoorten behoren hiertoe. De tweede groep, de spiervinnigen, omvat vissen met dikke, vlezige vinnen. Die kwastvinnen evolueren bij sommige van die vissen in poten. Zo ontstaan de viervoeters of Tetrapoda (waaronder de mens), die zich aan wal kunnen wagen.

-420 M



DUNKLEOSTEUS

Deze schrikwekkende prehistorische pantservis leefde lang voor de dinosauriërs, zo'n 380 miljoen jaar geleden. Hij kon tien meter lang en vier ton zwaar worden. Zijn massieve schedel bestond uit dikke beenplaten.

UM

PIKAIA

De schalie van Burgess in het Canadese Rotsgebergte is ongeveer 525 miljoen jaar oud. Bij de ontdekking in 1909 geeft de vindplaats - door de uitzonderlijk goed bewaarde fossielen van dieren met een week lichaam - een schat aan informatie prijs over de cambrische fauna. Ook Pikaia, een vermoedelijke voorouder van de gewervelde dieren, is er gevonden. Het is een soort worm met een primitieve ruggengraat van zo'n 5 cm lang.



20 M DEVOON -360 M

Eerste amfibie
Eerste beenvissen
Eerste zaadplanten & boomvarens

CANTHOSTEGA GUNNARI

(overgangsvorm vis-amfibie)



BOTHRIOLEPIS CANADENSIS

Deze goed bewaarde Bothriolepis lijkt op een stevig juwelenkistje met zijn zwaar bepantserde kop en schild. Deze pantservis zocht zijn voedsel in de modder.

MESOZOÏC

CARBOON

HET LEVEN VEROVERT DE HELE WERELD

Tijdens het carboon neemt het leven, dat uitsluitend in zee ontstond, de hele wereld in. De dieren volgen de planten op de voet. Het land vol steenkoolwouden laat zich echter niet zomaar veroveren. Overleven kan alleen met aanpassingen tegen uitdroging, met het vermogen om in lucht te ademen en ondanks de zwaartekracht overeind te blijven. Insecten zijn de eerste organismen die ook de lucht in gaan, dankzij de vleugels die ze ontwikkelen.

DE VLUCHT VAN INSECTEN

De oorsprong van vleugels is nog niet helemaal duidelijk. Sommigen vermoeden dat ze ontstaan zijn door het uitgroeien van lobjes op het borststuk. Anderen denken dat de nieuwe organen aanpassingen zijn aan beweegbare kieuwen, zoals we die vinden bij de nimfen van eendagsvliegen. Initieel zouden vleugels kunnen worden gebruikt als zeilen, zoals bij steenvliegen. De eerste vliegiers leken waarschijnlijk veel op libellen en waterjuffers.

-360 M

CARBOON -300 M PERM -250 M TRIAS

Eerste reptielen
Vliegende insecten
Sommige reptielen ontwikkelen zoogdierachtige kenmerken
Eerste dinos



ARCHEOPTERYX



ZOICUM



MEGANEURA MONYI

Meganeura monyi is een prehistorische libel die leefde in de moerassen van Europa en Noord-Amerika. Met een lengte van 40 cm en een spanwijdte van 70 cm was het waarschijnlijk het grootste insect ooit. Deze rover voedde zich met andere insecten en met hagedissen en kleine amfibieën.

BENEDICTHYS DENEENSIS



JURA
-200 M

Eerste vogel
Eerste zoogdier

KRIJT
-145 M

Eerste planten met
bloemen

Dino's sterft
vis met
nen

JURA

-200M



STENOPTERYGIUS

BLOEIPERIODE VAN REPTIELEN

Vijftig miljoen jaar na het einde van het carboon verdwijnt 95 procent van alle soorten, waaronder vele insecten. Dit is het grootste uitsterven ooit. De overlevenden vormen de kiem van een nieuwe fauna: de bloeiperiode van de reptielen en in het bijzonder de dinosauriërs. De 'reptielen' veroveren de aarde (verschillende soorten dinosauriërs), de lucht (bv. Pterodactylus) en de zee (bv. Ichthyosaurus en Stenopterygius).

ONTSTAAN VAN VOGELS

Naast de insecten hebben nog een aantal andere groepen het luchtruim veroverd: de vliegende reptielen en de vleermuizen. Maar de kampioenen van de luchtacrobatie zijn ongetwijfeld de vogels. Hun directe voorouders moeten we zoeken onder de kleinere roofdinosauriërs (vleesetende theropode dinosauriërs). Archeopteryx wordt gezien als de missing link tussen dinosauriërs en vogels. Hij heeft kenmerken van vogels (veren, primitief vorkbeen) en van 'reptielen' (tanden, lange staart, handstructuur met drie vingers en klauwen).

Er zijn verschillende theorieën die het ontstaan van de vlucht verklaren. Zo hebben we de cursorische hypothese waarbij vlucht gekoppeld wordt aan snel lopende dinosauriërs met voorpoten die evolueerden tot vleugels. Een andere is de arboreale hypothese die stelt dat vliegen is ontstaan via een tussenfase van zweven, waarbij in bomen klimmende dinosauriërs van tak tot tak zweefden, gebruik makend van primitieve vleugels.

CENOZO

EOCEEN

1-56 M JAAR GELEDEN TOT -34 M JAAR GELEDEN

HET SUCCES VAN DE ZOOGDIEREN

Het eoceen betekent letterlijk 'de dageraad van een nieuwe wereld'. 65 miljoen jaar geleden sterven opnieuw massaal veel soorten uit, waaronder de dinosauriërs. De vrijgekomen niches worden weer ingenomen en de grote overwinnaars zijn de zoogdieren. Na het verdwijnen van de dinosauriërs zijn ze immers verlost van hun belangrijkste belagers en concurrenten. Het zijn oorspronkelijk landdieren, maar nu veroveren sommige groepen het lucht-ruim (de vleermuizen), andere koloniseren de bomen (de primaten) en nog andere wagen zich in het water (zeeroofdieren en walvisachtigen).

EVOLUTIE VAN DE WALVIS: VAN HET LAND NAAR DE ZEE

Walvissen stammen af van zoogdieren met hoeven, die van landdieren tot echte specialisten van het mariene milieu evolueren. De achterpoten van deze voorvaders krompen in en verdwijnen. Hun voorpoten veranderen in zwemvinnen, maar ze behouden de botstructuur zoals die van een hand met vingers. Hun neusgat migreert naar de top van de kop, wat de ademhaling in het water vergemakkelijkt.

-56M



PALEOGEEN

-23 M

NEOGEEN

-10 000

HEDEN

Paleoceen

EOCEEN

Oligoceen

Mioceen

Pliocene

Pleistoceen

Holoceen

Zoogdieren nemen plaats van dino's in, eerste primaten

Eerste mensapen

Impact van de mens op het milieu

HEDEN

-10 000

DIVERSITEIT VAN HET LEVEN

De laatste ijstijd eindigt 11 600 jaar geleden. Grote dieren als mammoeten en wolharige neushoorns verdwijnen. De moderne mens (die zich vanaf -200 000 jaar ontwikkelde onder de primaten) is nu gesetteld, gaat jagen, doet aan landbouw en ontwikkelt zich cultureel en sociaal. Vandaag leven er bijna 1,6 miljoen soorten dieren en planten op aarde. Deze rijkdom draagt ertoe bij dat ecosystemen stabiel zijn en kunnen voorbestaan. Maar voor hoe lang nog? Ongebreidelde stadsgroei, klimaatveranderingen, verwoesting van natuurgebieden ... hebben de oorspronkelijke ecosystemen grondig verstoord of zelfs vernietigd, waardoor veel soorten in gevaar komen. Eén op de vier zoogdieren, één op de acht vogels en één op de drie amfibieën is bedreigd.



DE PARADOX VAN DE ANTIBIOTICA

Antibiotica worden gebruikt om bacteriën massaal te doden. Ze zijn uiterst efficiënt, maar er zijn altijd enkele bacteriën met een mutatie die ze voor een bepaald antibioticum immuun maakt. Die enkele resistente individuen overleven, vermenigvuldigen zich en geven hun mutatie aan hun nakomelingen door. Zo ontstaan resistente stammen, waartegen nieuwe antibiotica gebruikt moeten worden. Deze wapenwedloop houdt nooit op!

ZIEKENHUISBACTERIE

ICUM



DORUDON & RHODOCETUS

Dat walvissen op het land leefden, zie je aan deze Rhodocetus (links), een waterdier met vier poten. De achterste poten van Dorudon (boven), een recenter dier, zijn al sterk ingekrompen.



MESSEL

Een van de bekendste vindplaatsen van eocene fossielen is de 50 miljoen jaar oude Messelgroeve in Duitsland, met fossielen van primitieve paardjes (foto), talrijke zoogdiersoorten zoals vleermuizen, vogels, krokodillen, kikkers (foto), vissen, insecten en planten met bloemen. De fossielen zijn op de bodem van een kratermeer uitzonderlijk goed bewaard. De unieke Messelgroeve en haar fossiele fauna worden in 1995 tot werelderfgoed uitgeroepen.

erne

0 jaar



GIRAF

+50 M

DIXONIAAN

De evolutie blijft aan de gang en stopt niet in het heden. Hoe zullen de soorten die nu op aarde leven eruitzien over 50 miljoen jaar (een periode die we dixoniaan hebben genoemd)?



PROPELLONECTES

De mens zal er misschien niet meer zijn... Wel dit vreemdsoortig, maar geloofwaardig dier, een vogel die zich in het water voortstuwt met zijn achterpoten? (zie ook p. 51 in Eos)

EVOLUTIE EN MAATSCHAPPIJ

Meer dan 50 jaar geleden gaf Theodosius Dobzhansky, een van de vaders van de moderne evolutietheorie, een voordracht met als titel *Nothing in Biology Makes Sense, Except in Light of Evolution*, vrij vertaald als 'zonder evolutie begrijpen we de biologie niet'. Evolutie is inderdaad essentieel voor alle takken van de biologische wetenschappen. Zonder evolutie kan de biologie niet uitleggen hoe de giraf aan zijn lange nek komt of de pauw aan zijn prachtige staart, en wat er zo leuk is aan seks ...

De huidige evolutietheorie is grotendeels gebaseerd op de zogenoemde 'Moderne Synthese', ook Neodarwinisme genoemd. Deze basis van de evolutietheorie wordt nog grotendeels aanvaard door vrijwel alle biologen. Wel is er discussie over de universaliteit van deze mechanismen. De Moderne Synthese voert aan dat alle evolutie gradueel is (geleidelijk, zonder bokkensprongen) en dat alle kenmerken, zoals de lange giraffennek, door selectie ontstaan, dus door de *survival of the fittest*. Intussen zijn er voorbeelden bekend van niet-graduele evolutie, een sprongsgewijze evolutie dus (bv. een plantencel die ontstaat door versmelting van verschillende bacterie-achtige organismen), van evolutie van kenmerken die



'intelligent design', maar dat is dezelfde koek in een andere verpakking. Nog steeds omhelst het pseudowetenschap. Nog steeds is er geen objectieve werkwijze.

De evolutietheorie heeft intussen ook de ivoren torens van de fundamentele biologie al verlaten. De huidige impact van het evolutionair denken op de maatschappij is niet meer weg te denken. Zo is de evolutionaire psychologie - en aanverwanten -, na een wat verwarde start momenteel een stevig onderzoeksterrein geworden. Selectionistisch denken maakt ook ophef in economische modellen, bijvoorbeeld het 'overleversprincipe' van Stigler, en een hele nieuwe vorm van geneeskunde, onder andere bij het ontwikkelen van vaccins, baseert zich

'De evolutietheorie is al lang niet meer het exclusieve terrein van de biologie'

niet adaptatief zijn, enzovoort. Maar deze mechanismen moeten gezien worden als aanvullend op de Moderne Synthese, niet als aanval hierop. De verschillende generaties evolutiebiologen sinds Dobzhansky hebben echt niet met hun vingers zitten draaien en dus is het normaal dat ons begrip van evolutionaire mechanismen breder wordt.

Deze zogenaamde dissidentie binnen de evolutiebiologie wordt al jaar en dag aangegrepen door de verschillende creationistische scholen, die geloven dat de wereld en al het leven in zijn huidige vorm is 'ontworpen' door een schepper, als argument tegen evolutie: 'zelfs de biologen zijn het onder elkaar niet eens!', klinkt het. Fout: alle ernstige biologen aanvaarden evolutie als een feit en zien de Moderne Synthesemechanismen als fundamentele processen. Maar zonder meningsverschillen geen discussie, en zonder discussie geen vooruitgang in de wetenschap! Tegenwoordig noemen creationisten zich aanhangers van

in grote mate op evolutie.

Het is daarom van het grootste belang dat evolutietheorie op alle niveaus in het onderwijs aan bod komt en blijft komen, zowel in het basis- als in het secundair onderwijs en uiteraard in alle universitaire wetenschappelijke opleidingen. Het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen pleit er sterk voor dat de evolutietheorie in de scholen een essentieel onderdeel van het wetenschappelijk curriculum is en blijft en benadrukt dat zienswijzen zoals creationisme en intelligent design in het onderwijs niet als wetenschap mogen worden voorgesteld.

Evolutie is fundamenteel voor het leven en iedereen moet dit fundamenteel kennen. De Galerij van de Evolutie in het Museum voor Natuurwetenschappen wil hier een belangrijke bijdrage toe leveren.

Koen Martens

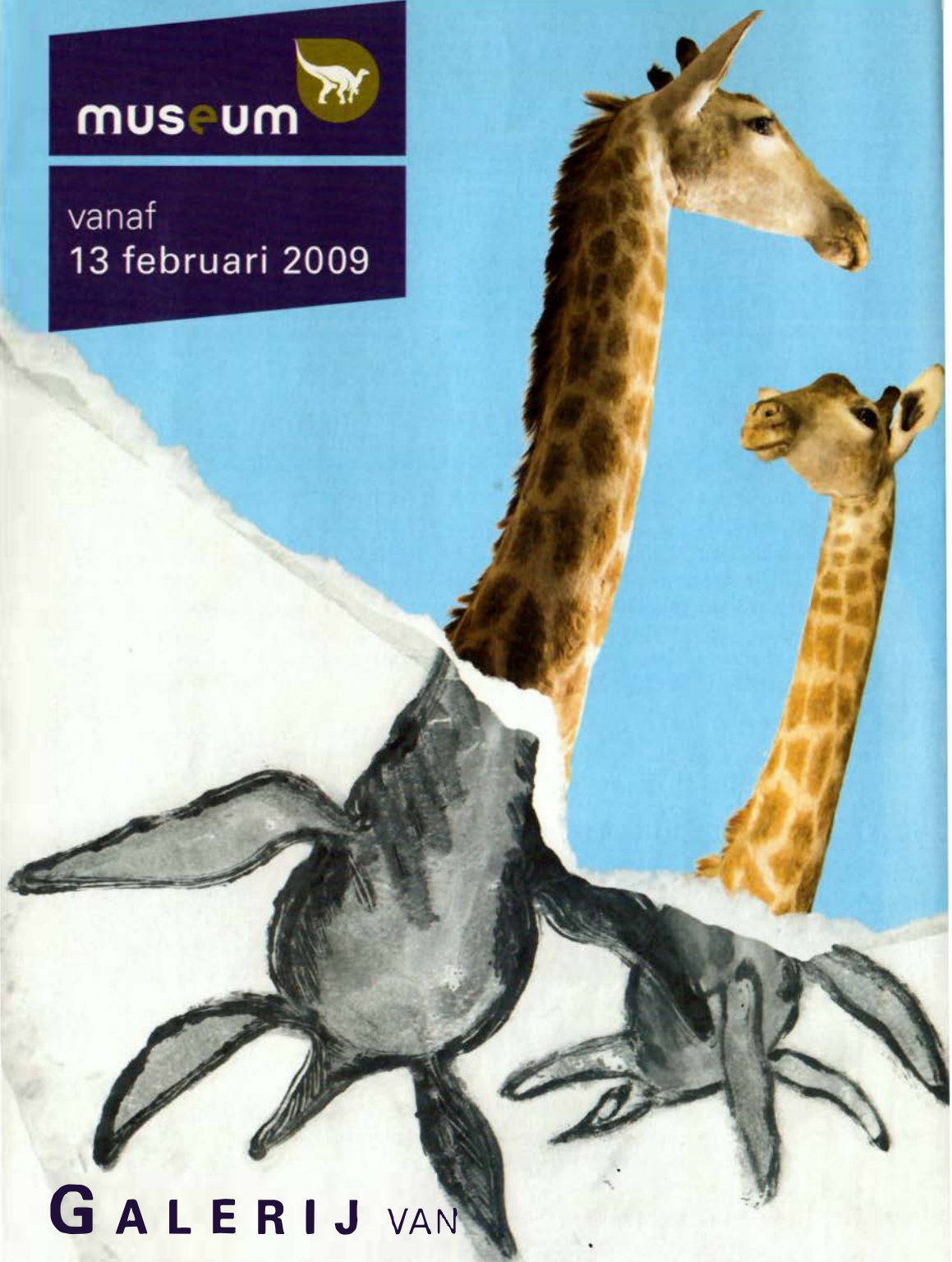
Evolutiebioloog aan het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

museum



vanaf

13 februari 2009



GALERIJ VAN DE EVOLUTIE

Museum voor Natuurwetenschappen

Vautierstraat 29 - 1000 Brussel

www.natuurwetenschappen.be



GALERIJ VAN DE



De Galerij van de Evolutie, de nieuwe vaste tentoonstellingszaal in het Museum voor Natuurwetenschappen in Brussel, vertelt je over de geschiedenis van het vroegere, huidige en toekomstige leven en over de evolutie en de veranderingen die levende organismen in de loop van de tijd ondergaan.

Niet minder dan 600 fossielen en 400 opgezette dieren getuigen van de biodiversiteit op aarde en tonen hoe ongelooflijk rijk, verfijnd en complex het leven is. Om de miljarden jaren te doorlopen, vanaf het prille begin van het eerste leven op aarde tot nu, nodigen we je uit op een boeiende chronologische reis.

Je houdt halt bij zes belangrijke periodes in de evolutie: het cambrium, het devoon, het carboon, de jura, het eoceen en het heden. En het laatste hoofdstuk loopt zelfs door in de toekomst, want de evolutie stopt niet vandaag!

In de Galerij van de Evolutie worden de evolutiemechanismen op interactieve manier duidelijk gemaakt. Je ontsluit er de geheimen van de DNA-structuur van het leven, geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting, natuurlijke selectie, mutaties, genetische drift ...

Is de giraf een neef van de sla? De olifant een verre voorouder van de microbe? Aan jou om dit te ontdekken in de Galerij van de Evolutie.

De Galerij van de Evolutie is een leerrijke ontdekkingsocht. Voor kinderen vanaf 8 jaar. Vanaf 13 februari in het Museum voor Natuurwetenschappen

MAKING MOVIES GOES DARWIN

Het Museum voor Natuurwetenschappen en Jekino slaan de handen in elkaar voor een online filmpjeswedstrijd.

Maak je eigen filmpje rond evolutie (5 minuten), stuur het in en win mooie prijzen. De wedstrijd loopt van 30 maart tot eind augustus. Je inzending zal te zien zijn op YouTube, waar iedereen kan stemmen op zijn favoriete filmpjes.

Voor meer informatie over Making Movies goes Darwin, het wedstrijdreglement en andere activiteiten ter gelegenheid van het Darwinjaar en de opening van de Galerij van de Evolutie kan je terecht op www.natuurwetenschappen.be



Teksten en redactie: Yannick Siebens, Koen Martens, Hugo Vandendries
Illustraties: Vinciane Lowie, Claude Desmedt, Lies Op de Beeck
Foto's: Thierry Hubin
Vormgeving: Thomas Lagrange

eos
museum