

HOE DIEREN DE WERELD ZIEN

HOE
DIEREN
DE
WERELD
ZIEN

FRANK JOSEPH GOES

STERCK & DE VREESE

© 2020 Frank Joseph Goes | Uitgeverij Sterck & De Vreese

Omslagontwerp **Barbara Jonkers**
Boekverzorging **Peter Boersma**
Omslagbeeld **Barbara Jonkers**
Beeldredactie **Johan Geleyns (Roscan)**

ISBN 978 90 5615 537 7
NUR 430

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Uitgeverij Sterck & De Vreese, postbus 234, 8400 AE Gorredijk, Nederland – info@sterckendevreese.nl.

De uitgeverij heeft ernaar gestreefd alle copyrights van de in deze uitgave opgenomen illustraties te achterhalen. Aan hen die desondanks menen alsnog rechten te kunnen doen gelden, wordt verzocht contact op te nemen met Uitgeverij Sterck & De Vreese.

Sterck & De Vreese is onderdeel van
20 leafdesdichten en in liet fan wanhoop bv

www.sterckendevreese.nl
www.goes.be

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	13
INLEIDING	17
DANKWOORD	19
HOOFDSTUK 1 GEOLOGISCHE TIJDSCHAAL - HET ONSTAAN VAN LEVEN	21
1.1 DE AARDE	21
1.2 ONTSTAAN VAN DIEREN EN MENSEN	21
1.3 PRECAMBRIUM	23
1.4 PALEOZOÏCUM	24
1.4.1 Cambrium	24
1.4.2 Ordovicium	26
1.4.3 Siluur	27
1.4.4 Devoon	27
1.4.5 Carboon	30
1.4.6 Perm	30
1.5 MESOZOÏCUM	31
1.5.1 Trias	32
1.5.2 Jura	33
1.5.3 Krijt	35
1.6 CENOZOÏCUM	37
1.6.1 Paleogeen	38
1.6.2 Neogeen	39
1.6.3 Kwartair	39
1.6.4 Pleistoceen en Holoceen	40
HOOFDSTUK 2 HOE ONTSTOND HET LEVEN EN HET DOG?	43
2.1 INLEIDING	43
2.2 ONTSTAAN VAN HET LEVEN	44
2.3 DE VORMING VAN EEN DOG	46

2.4 EVOLUTIE VAN HET DOG	47
HOOFDSTUK 3 INDELING DIERENRIJK	51
3.1 ALGEMEEN	51
3.2 INDELING DIERENRIJK - MEER IN DETAIL	52
3.2.1 Algemeen	52
3.2.2 Stammen – voorbeeld gewervelden	52
3.2.3 Klassen – voorbeeld zoogdieren	55
3.2.4 Orden – voorbeeld roofdieren	55
3.2.5 Families – voorbeeld katachtigen	55
3.2.6 Geslachten – voorbeeld panthers	56
3.2.7 Soorten – voorbeeld leeuw	56
3.3 PRIMATEN	56
HOOFDSTUK 4 HOE WERKT HET DOG BIJ MENS EN DIER?	59
4.1 ANATOMIE - FYSIOLOGIE	59
4.1.1 Algemeen	59
4.1.2 Cornea – hoornvlies	59
4.1.3 Sclera – harde oogrok	61
4.1.4 Uvea – druifvlies	61
4.1.5 Pupil	62
4.1.6 Lens	63
4.1.7 Glasvocht – vitreum	65
4.1.8 Retina – netvlies	66
4.1.9 Optische zenuw	66
4.1.10 Staafjes en kegels	67
4.1.11 Orbita – Oogkas	71
4.1.12 Traanwegsysteem	71
4.1.13 Oogleden	72
4.1.14 Oogstand – motiliteit	73
4.1.15 Afmetingen van het oog	73
4.2 REFRACTIE - BREKINGSAFWIJKINGEN	74
4.2.1 Emmetropia – ametropie	74
4.2.2 Astigmatisme	74
4.2.3 Afakie	74
4.3 ACCOMMODATIE	75
4.3.1 Wat is het?	75
4.3.2 Accommodatie bij mens en dier	75
4.3.3 Brekend vermogen van het oog in en uit het water	75
4.3.4 Accommodatiemechanismen	77
4.3.5 Mogelijkheden van accommodatiemechanismen	78

HOOFDSTUK 5	DETAILS DOGFUNCTIE MENS EN DIER	83
	5.1 GEZICHTSVELD	83
	5.1.1 Algemeen	83
	5.1.2 Positie ogen	84
	5.1.3 Binoculair gezichtsveld	84
	5.1.4 Stereopsis (dieptezicht)	86
	5.1.5 Vorm herkennen	86
	5.2 GEZICHTSSCHERPTE	87
	5.2.1 Definitie	87
	5.2.2 Contrastgevoeligheid	87
	5.2.3 Resultaten	88
	5.2.4 Meten resultaten	89
	5.3 DOGBEWEGINGEN	90
	5.3.1 Algemeen	90
	5.3.2 Maken alle dieren deze corrigerende beweging?	91
	5.3.3 Bewegen de ogen van alle dieren?	92
	5.4 EXTRA-OCULAIRE FOTORECEPTIE	94
	5.4.1 Algemeen	94
	5.4.2 Hoe wordt dat gemeten?	94
	5.5 SAMENGESTELDE OGEN	95
	5.5.1 Algemeen	95
	5.5.2 Soorten en werking van een samengesteld oog	96
	5.5.3 Appositie versus superpositie samengestelde ogen	97
	5.5.4 Waarom hebben samengestelde ogen zwak zicht?	99
	5.6 TRANEN	100
	5.6.1 Kunnen dieren huilen?	100
	5.6.2 Krokodillentranen huilen	101
	5.7 DAGDIEREN EN NACHTDIEREN	102
HOOFDSTUK 6	DOGAANDOENINGEN BIJ DIEREN	105
	6.1 ERFELIJKE EN AANGEBOREN AANDOENINGEN	105
	6.2 VERWORVEN DOGAANDOENINGEN	106
	6.3 DOGMANIFESTATIE VAN SYSTEEMZIEKTEN	107
	6.4 DOGCHIRURGIE	108
	6.4.1 Hoornvlies	108
	6.4.2 Lens	108
	6.5 DOGONTSTEKINGEN	108
	6.6 DOGONDERZOEK	109
	6.7 FARMACOLOGIE	110

6.8 SPECIFIEKE OOGAANDOENINGEN BIJ DE HOND	111
6.9 SPECIFIEKE OOGAANDOENINGEN BIJ DE KAT	113
6.10 SPECIFIEKE OOGAANDOENINGEN BIJ HET PAARD	114
6.10.1 Functie	114
6.10.2 Oogziekten	115
6.11 ANDERE DIEREN	116
HOOFDSTUK 7 ZIEN DIEREN BEWUST?	119
7.1 SPIEGELTEST	119
7.2 ZELFBEWUSTZIJN OF ZELFHERKENNING	120
7.3 HOE EN WAAROM REAGEREN DIEREN OP VISUELE PRIKKELS?	121
7.4 LEERGEDRAG	122
7.5 EMOTIES	124
7.6 IS HET MENSELIJK BEWUSTZIJN UNIEK?	124
HOOFDSTUK 8 WELKE OGEN BIJ WELKE DIEREN	127
8.1 INLEIDING	127
8.2 INVERTEBRATA	127
8.3 PROTOCHORDATA	132
8.4 VERTEBRATA	133
8.4.1 Evolutie	133
8.4.2 Het oog wordt belangrijker	134
8.4.3 Refractie – visus	134
8.4.4 Vissen	135
8.4.5 Amfibieën	137
8.4.6 Reptielen	138
8.4.7 Vogels	141
8.4.8 Zoogdieren	147
HOOFDSTUK 9 LICHT	153
9.1 DE ZON	153
9.2 KENMERKEN VAN LICHT EN ZICHT	154
9.3 ULTRAVIOLET EN INFRAROOD LICHT	156
9.4 FYSICA - OPTICA	157
9.5 EXTRA-OCULAIRE FOTORECEPTIE OF HET CIRCADIAANS RITME	158
9.6 GEPOLARISEERD LICHT - NAVIGATIE	159
9.7 BIOLUMINESCENTIE	161
9.8 FOTOSYNTHESE - FOTOTAXIE - FOTOTROPISME	162
9.9 DAGDOEG VERSUS NACHTDOEG	163

HOOFDSTUK 10	KLEURZICHT BIJ DIEREN	167
	10.1 HOE ONTSTAAT KLEUR?	167
	10.2 KLEURZICHT BIJ DE VERSCHILLENDE DIERGROEPEN	169
	10.2.1 Kegels	169
	10.2.2 Spectrumbreedte	169
	10.2.3 Pigmenten	169
	10.2.4 UV-licht	169
	10.2.5 Kleurzicht per groep	170
	10.3 ZIEN DE DIEREN DE KLEUREN EN DE WERELD ZOALS WIJ?	171
	10.4 FYLOGENIE - WANNEER BEGONNEN DE OGEN KLEUREN TE ZIEN?	172
HOOFDSTUK 11	SOORTEN OGEN	175
	11.1 OPTISCH GOED OOG	175
	11.1.1 Algemeen	175
	11.1.2 De ooglens	177
	11.1.3 De pupil	179
	11.1.4 Beeldvormen	180
	11.1.5 Verschillende soorten ogen	181
	11.1.6 Hoe kunnen wij een oog gevoeliger maken?	183
	11.1.7 Aanpassing van de retina aan natuurlijke omgeving	184
	11.2 SPECIALE OGEN - GROTE OGEN - VALSE OGEN	184
	11.2.1 Speciale ogen	185
	11.2.2 Grote ogen	192
	11.2.3 Valse ogen	193
	11.3 RUDIMENTAIRE EN BLINDE OGEN	194
	11.3.1 Inleiding	194
	11.3.2 Rudimentaire ogen	194
	11.3.2 Blinde ogen	196
HOOFDSTUK 12	OGEN VAN MEER BEKENDE DIEREN	203
	12.1 DE HOND	205
	12.1.1 Algemeen	205
	12.1.2 Afstamming	205
	12.1.3 Zintuigen	206
	12.2 DE KAT	211
	12.2.1 Algemeen	211
	12.2.2 Zintuigen	212
	12.2.3 Het oog	213
	12.2.4 Verschillen met de mens	216

12.3 DE KAMELEON	219
12.3.1 Algemeen	219
12.3.2 Verspreidingsgebied	219
12.3.3 Ogen	219
12.3.4 Tong	221
12.3.5 Andere zintuigen	222
12.3.6 Hoe en waarom verandert een kameleon van kleur?	222
12.4 HET KONIJN	225
12.4.1 Algemeen	225
12.4.2 Leefwijze	225
12.4.3 Ogen	226
12.5 DE MOL	231
12.5.1 Algemeen	231
12.5.2 De blinde mol?	231
12.5.3 Waarom ogen onder de grond?	232
12.5.4 Andere zintuigen	233
12.5.5 Hoe ademt de mol?	233
12.5.6 Molsgangen	233
12.5.7 Circadiaans ritme en netvlies	233
12.5.8 De sterneusmol	234
12.6 DE SLANG	237
12.6.1 Algemeen	237
12.6.2 Soorten	238
12.6.3 Evolutie	238
12.6.4 Prooi en gif	239
12.6.5 Zintuigen	239
12.6.6 Oog	240
12.7 DE SPIN	245
12.7.1 Algemeen	245
12.7.2 Evolutie	245
12.7.3 Prooi	245
12.7.4 Soorten	246
12.7.5 Ogen	247
12.7.6 Andere zintuigen	250
12.7.7 Springspinnen	250
12.8 DE UIL	255
12.8.1 Algemeen	255
12.8.2 Mythe	255
12.8.3 Afkomst	256
12.8.4 Prooi	256
12.8.5 Gehoor	257
12.8.6 Ogen	257

12.9 DE VLINDER	261
12.9.1 Algemeen	261
12.9.2 Ontwikkeling	262
12.9.3 Zintuigen	262
12.9.4 Ogen	264
12.9.5 Antennes	267
12.9.6 Oriëntatie	267
12.9.7 Dagvlinders en nachtvlinders	267
12.9.8 Voeding en verdediging	269
VERKLARENDE WOORDENLIJST	271
WOORDENLIJST ANATOMIE	282
BIBLIOGRAFIE	285
ILLUSTRATIEVERANTWOORDING	303

VOORWOORD

Onlangs had ik het genoeg kennis te mogen maken met een Vlaamse popgroep die mij niet bekend was: Mooneye. Ze bleek te zijn genoemd naar een Noord-Amerikaanse zoetwatervis die zuiver water nodig heeft en bijgevolg zeldzaam geworden is. Het moet zowat de saaiste vis zijn waar ik me ooit in verdiepte, want er viel werkelijk niets boeiends over op te sporen.

Behalve dan de grote prachtige zilverwitte ogen die de soort haar naam hebben gegeven. Het soort ogen waar je spontaan voor valt. De band kende de vis overigens niet, ze had de naam gewoon gekozen omdat hij zo goed klonk en zo romantisch was, en ze had pas achteraf ontdekt dat het ook de naam van een vis was. Een officiële Nederlandse naam is er nog niet. Bij deze: de maanoog (*Hiodon tergisus*).

Ogen kunnen bekoren, zelfs vissenogen. Waarom vinden wij de reuzenpanda zo'n aantrekkelijk dier? Omdat zijn kleine ogen sterk vergroot worden door zwarte vlekken en hij op die manier een babyachtig karakter krijgt, hoewel het norske dieren zijn met een weinig aansprekende levensstijl van veel bamboe vreten en veel groenachtige uitwerpselen produceren.

Waarom zijn jonge hondjes zo leuk? Omdat ze zo schaaplichtig vertederend kunnen kijken met hun grote ogen. De persoon die de genetica blootlegt achter neotenie – het hele leven lang bewaren van kinderlijke kenmerken – is meteen schatrijk: de huisdierenmarkt zal er wel bij varen. Behoud van grote kindrogen zou een klassieker zijn in zo'n verhaal.

Ogen zijn op veel plaatsen in het dierenrijk ontstaan. Ze zijn een schoolvoorbeeld van wat wetenschappers convergente evolutie noemen: eigenschappen die op diverse plekken in het dierenrijk onafhankelijk van elkaar ontstaan zijn, omdat kunnen zien een hoge overlevingswaarde heeft. Hoewel, dat 'onafhankelijk' is een rekbaar begrip, zo bleek uit wetenschappelijke experimenten, waarvan Frans 'Sus' Verleyen, de man die als

hoofdredacteur het weekblad Knack groot maakte, vond dat ze verboden moesten worden, toen ik hem vertelde dat ik er een verhaal over wilde maken.

Wat bleek namelijk uit de experimenten van onder meer Belgische wetenschappers? Dat je het gen aan de basis van de oogvorming bij fruitvliegen perfect in muizen kunt inplanten, waar het dan perfecte muizenogen vormt. Omgekeerd kan het gen aan de basis van een muizen oog in een vlieg vliegenogen vormen. Het gen (*Pax-6* geheten) is namelijk in beide gevallen hetzelfde.

Dat is bizar, want de ogen van muizen en vliegen zijn compleet verschillend: vliegen hebben facetogen, muizen netvliesogen (net als wij, wat impliceert dat het vliegen ook onze oogvorming zou kunnen initiëren). Er komt natuurlijk veel meer kijken bij het maken van een oog dan puur dat ene gen, maar de inwisselbaarheid illustreert dat kunnen kijken héél vroeg in de evolutie van het leven ontdekt en gecultiveerd moet zijn geweest als oplossing om het er beter vanaf te brengen dan de voorgangers.

Ogen hebben ook de ontdekker van de mechanismen voor de evolutie van het leven, de Brit Charles Darwin, beziggehouden, bijna noodgedwongen. Critici van zijn theorie van natuurlijke selectie – het leven evolueert door kleine veranderingen waarvan de nuttige uitgeselecteerd en bewaard worden – gebruikten het oog namelijk als voorbeeld voor hun stelling dat natuurlijke selectie onzin was, want je kon in hun visie niet half zien. Zo'n oog moest dus wel in zijn geheel door een briljante Schepper gecreëerd zijn.

Maar Darwin counterde dat argument met de stelling dat je wél half kunt zien. Als je in complete duisternis leeft en je krijgt enkele celletjes die lichtgevoelig zijn, kun je daar als dier een (klein) voordeel uit halen. Je kunt dus een evolutie hebben van altijd iets beter kunnen zien tot je op den duur uitkomt bij complexe

ogen, zoals onze netvliesogen of de facetogen van ongewervelden. Wetenschappers hebben berekend dat je daarvoor niet eens zoveel tijd nodig hebt: zo'n tweeduizend generaties als alles een beetje vlot verloopt. Naar evolutionaire normen is dat peanuts.

Het is de verdienste van oogarts Frank Goes dat hij de veelzijdigheid van ogen en kunnen kijken in het dierenrijk in een ruim geïllustreerd boek heeft samengevat – hij heeft ondertussen al een kleine traditie in het publiceren van zulke boeken. Het boek doorploegt het dierenrijk op zoek naar gewone én speciale gevallen, waardoor het inzicht biedt in hoe het leven steeds meer in kunnen kijken geïnvesteerd heeft, en hoe de aanpassingen aan de diverse oogtypes zijn gebeurd. De veelzijdigheid van het leven, die mogelijk wordt gemaakt door dat uiterst flexibele mechanisme dat natuurlijke selectie is, spat van de vele bladzijden van dit boek.

Het heeft ook aandacht voor praktische vragen, zoals de kwesties wat uw hond of kat precies ziet in uw leefomgeving en hoe oogziekten bij huis- en boerderij-

dieren bestreden kunnen worden. Het gaat de echte 'speciale gevallen' niet uit de weg, zoals de hemelkijker en de sterrenkijker: twee lelijke vissoorten met een mooie naam en met naar boven gerichte ogen (in feite drie, want er is een gekweekte variant van de goudvis die naar boven gerichte telescoopogen heeft, waarmee hij zo slecht kan zien dat hij in de natuur niet lang zou overleven).

Het boek focust her en der ook op de weg terug die in de natuur is ingeslagen door de evolutie van blindheid in dieren die aanvankelijk konden zien, maar zich een leven in de duisternis van grotten of de diepzee eigen hebben gemaakt, waar ze geen ogen meer nodig hebben. De natuur investeert niet in iets wat niet nuttig is – dat is energieverspilling.

Maar u kunt gerust zijn: dit is een nuttig boek waar veel tijd en energie aan gependeed is. Proficiat aan de auteur!

Dirk Draulans



*De hemelkijker met
telescoopogen*

ON
THE ORIGIN OF SPECIES

BY MEANS OF NATURAL SELECTION,

OR THE
PRESERVATION OF FAVOURED RACES IN THE STRUGGLE
FOR LIFE.

By CHARLES DARWIN, M.A.,

FELLOW OF THE ROYAL, GEOLOGICAL, LINNÆAN, ETC., SOCIETIES;
AUTHOR OF 'JOURNAL OF RESEARCHES DURING H. M. S. BEAGLE'S VOYAGE
ROUND THE WORLD.'

LONDON:
JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.

1859.

The right of Translation is reserved.

FIGUUR 1

Het titelblad van
het wereldberoemde
On the Origin of
Species by Means of
Natural Selection, or
the Preservation of
Favoured Races in
the Struggle for Life

INLEIDING

In vergelijking tot de dierenwereld doet de mens het zintuigelijk erg goed: alleen de vogels overtreffen ons wat het zicht betreft, en sommige dieren (zoals de hond) ruiken en horen beter dan wij.

Drie vierde van de informatie komt bij ons binnen via onze ogen. Licht, kleur en zicht domineren de wereld en de meeste levende wezens hebben ogen die op de een of andere manier beelden verwerken.

Gedurende een periode van miljoenen jaren evolueerden die ogen, langs verschillende wegen, van basispots naar uiterst gecompliceerde registratiesystemen. Dat dwingt bewondering af voor de complexiteit van alle levende wezens.

Veel lezers weten dat insecten andere ogen hebben dan wij, maar weinigen zullen een antwoord hebben op de volgende vragen: ziet een insect één beeld of verschillende beelden, welke kleuren ziet mijn hond, waarom hebben vissen andere ooglenzen dan wij? Er zijn ongeveer tien verschillende manieren waarop een oog een beeld kan vormen: spiegels, telescoopsystemen, *pinhole*-systemen en groeperingen van lenzen zijn er slechts enkele van. Veronderstellen dat een oog met al zijn finesses om de hoeveelheid licht door te laten, om de sferische en chromatische aberratie te corrigeren, om te accommoderen en om kleuren te onderscheiden tot stand zou gekomen zijn door natuurlijke selectie, lijkt absurd en toch is het zo. Zelfs Darwin was daarover verwonderd toen hij in 1859 de logica van 'het leven op aarde' beschreef.

Een paar ogen vooraan in het hoofd is een bekende en efficiënte oplossing om te kijken, maar absoluut niet de enige: kokkels en mosselen hebben ogen op de mantel, keverslakken hebben ogen over hun hele rug, zeesterren hebben ogen op de uiteinden van hun armen, sommige kwallen hebben geen hersenen maar toch complexe ogen, veel spinnen hebben vier paar ogen, enz.

Jagers zoals de katachtigen (leeuw, tijger, kat) hebben ogen vooraan op de kop geplaatst en dat helpt hen goed om de prooi te zien. De opgejaagden (konijnen, hoefgangers) daarentegen, hebben ogen die zijdelings ingeplant zijn en dat is nuttig om het gevaar tijdig te zien naderen. Een sedentair schelpdier leeft in een andere wereld dan een vliegend insect en heeft dus een ander optisch apparaat nodig.

Welke ogen bij welke dieren kwamen wanneer tevoorschijn? De volgorde en de logica ervan hebben wij getracht aan te tonen.

Een inleiding langs de geologische tijdschaal en op welk moment bepaalde dieren verschenen, een uitgebreide beschrijving van de functie en anatomie van het oog en een reflectie rond bewustzijn bij dieren mochten, volgens mij, ook niet ontbreken.

Als afsluiter heb ik de ogen en ook enkele andere functies van dieren beschreven die wij goed kennen of soms zelfs vrezen.

Frank Goes

DANKWOORD

Graag bedank ik hierbij Dirk Draulans, die een aantal hoofdstukken kon nakijken en mij kon adviseren.

Het werk zou zeer moeilijk te realiseren zijn geweest zonder het internet en de vele beelden en nuttige informatie die ik daar heb gevonden: dank daarvoor aan Google, Wikipedia en Wikimedia. De talrijke boeken die ik raadpleegde heb ik in de bibliografie gezet. Indien nuttig heb ik in de verschillende hoofdstukken aanvullende referenties vermeld. Die vindt de lezer dan terug achteraan.

Voor de opmaak, het inbrengen van mooie illustraties en de erg mooie verzorging: dank u Uitgeverij Sterck & De Vreese.

Ook werd er veel aandacht geschonken aan het verkrijgen van de noodzakelijke rechten om de gepaste beelden en schema's te mogen reproduceren. Dank daarvoor aan de beeldredacteur Johan Geleyns. Ook de tekenaar Peter Frison wil ik graag hier bedanken.

Dank ook aan mijn echtgenote, die mij steunde in de realisatie van dit boek.

Frank Goes

FIGUUR 1
Over 100 miljoen
jaar zal de oceaan
krimpen en de
continenten dichter
bij elkaar komen

