

## 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](mailto: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](http://www.sterckendevreese.nl)  
[www.goes.be](http://www.goes.be)

---

# INHOUDSOPGAVE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>VOORWOORD</b>  | <b>13</b> |
| <b>INLEIDING</b>  | <b>17</b> |
| <b>DANKWOORD</b>  | <b>19</b> |
| <b>HOOFDSTUK 1 GEOLOGISCHE TIJDSCHAAL - HET ONSTAAN VAN LEVEN</b> | <b>21</b> |
| <b>1.1 DE AARDE</b>   | <b>21</b> |
| <b>1.2 ONTSTAAN VAN DIEREN EN MENSEN</b>                          | <b>21</b> |
| <b>1.3 PRECAMBRIUM</b>  | <b>23</b> |
| <b>1.4 PALEOZOÏCUM</b>  | <b>24</b> |
| 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        |
| <b>1.5 MESOZOÏCUM</b>   | <b>31</b> |
| 1.5.1 Trias   | 32        |
| 1.5.2 Jura  | 33        |
| 1.5.3 Krijt   | 35        |
| <b>1.6 CENOZOÏCUM</b>   | <b>37</b> |
| 1.6.1 Paleogeen   | 38        |
| 1.6.2 Neogeen   | 39        |
| 1.6.3 Kwartair  | 39        |
| 1.6.4 Pleistoceen en Holoceen                                     | 40        |
| <b>HOOFDSTUK 2 HOE ONTSTOND HET LEVEN EN HET OOG?</b>             | <b>43</b> |
| <b>2.1 INLEIDING</b>  | <b>43</b> |
| <b>2.2 ONTSTAAN VAN HET LEVEN</b>                                 | <b>44</b> |
| <b>2.3 DE VORMING VAN EEN OOG</b>                                 | <b>46</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>2.4 EVOLUTIE VAN HET DOG</b>                        | <b>47</b> |
| <b>HOOFDSTUK 3 INDELING DIERENRIJK</b>                 | <b>51</b> |
| <b>3.1 ALGEMEEN</b>                                    | <b>51</b> |
| <b>3.2 INDELING DIERENRIJK - MEER IN DETAIL</b>        | <b>52</b> |
| 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        |
| <b>3.3 PRIMATEN</b>                                    | <b>56</b> |
| <b>HOOFDSTUK 4 HOE WERKT HET DOG BIJ MENS EN DIER?</b> | <b>59</b> |
| <b>4.1 ANATOMIE - FYSIOLOGIE</b>                       | <b>59</b> |
| 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        |
| <b>4.2 REFRACTIE - BREKINGSAFWIJKINGEN</b>             | <b>74</b> |
| 4.2.1 Emmetropia – ametropie                           | 74        |
| 4.2.2 Astigmatisme                                     | 74        |
| 4.2.3 Afakie   | 74        |
| <b>4.3 ACCOMMODATIE</b>                                | <b>75</b> |
| 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        |

|                    |  |            |
|--------------------|--|------------|
| <b>HOOFDSTUK 5</b> | <b>DETAILS DOGFUNCTIE MENS EN DIER</b>                 | <b>83</b>  |
|                    | <b>5.1 GEZICHTSVELD</b>                                | <b>83</b>  |
|                    | 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         |
|                    | <b>5.2 GEZICHTSSCHERPTE</b>                            | <b>87</b>  |
|                    | 5.2.1 Definitie  | 87         |
|                    | 5.2.2 Contrastgevoeligheid                             | 87         |
|                    | 5.2.3 Resultaten                                       | 88         |
|                    | 5.2.4 Meten resultaten                                 | 89         |
|                    | <b>5.3 DOGBEWEGINGEN</b>                               | <b>90</b>  |
|                    | 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         |
|                    | <b>5.4 EXTRA-OCULAIRE FOTORECEPTIE</b>                 | <b>94</b>  |
|                    | 5.4.1 Algemeen   | 94         |
|                    | 5.4.2 Hoe wordt dat gemeten?                           | 94         |
|                    | <b>5.5 SAMENGESTELDE OGEN</b>                          | <b>95</b>  |
|                    | 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         |
|                    | <b>5.6 TRANEN</b>                                      | <b>100</b> |
|                    | 5.6.1 Kunnen dieren huilen?                            | 100        |
|                    | 5.6.2 Krokodillentranen huilen                         | 101        |
|                    | <b>5.7 DAGDIEREN EN NACHTDIEREN</b>                    | <b>102</b> |
| <b>HOOFDSTUK 6</b> | <b>DOGAANDOENINGEN BIJ DIEREN</b>                      | <b>105</b> |
|                    | <b>6.1 ERFELIJKE EN AANGEBOREN AANDOENINGEN</b>        | <b>105</b> |
|                    | <b>6.2 VERWORVEN DOGAANDOENINGEN</b>                   | <b>106</b> |
|                    | <b>6.3 DOGMANIFESTATIE VAN SYSTEEMZIEKTEN</b>          | <b>107</b> |
|                    | <b>6.4 DOGCHIRURGIE</b>                                | <b>108</b> |
|                    | 6.4.1 Hoornvlies                                       | 108        |
|                    | 6.4.2 Lens   | 108        |
|                    | <b>6.5 DOGONTSTEKINGEN</b>                             | <b>108</b> |
|                    | <b>6.6 DOGONDERZOEK</b>                                | <b>109</b> |
|                    | <b>6.7 FARMACOLOGIE</b>                                | <b>110</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>6.8 SPECIFIEKE DOGAANDOENINGEN BIJ DE HOND</b>               | <b>111</b> |
| <b>6.9 SPECIFIEKE DOGAANDOENINGEN BIJ DE KAT</b>                | <b>113</b> |
| <b>6.10 SPECIFIEKE DOGAANDOENINGEN BIJ HET PAARD</b>            | <b>114</b> |
| 6.10.1 Functie  | 114        |
| 6.10.2 Oogziekten   | 115        |
| <b>6.11 ANDERE DIEREN</b>                                       | <b>116</b> |
| <b>HOOFDSTUK 7 ZIEN DIEREN BEWUST?</b>                          | <b>119</b> |
| <b>7.1 SPIEGELTEST</b>  | <b>119</b> |
| <b>7.2 ZELFBEWUSTZIJN OF ZELFHERKENNING</b>                     | <b>120</b> |
| <b>7.3 HOE EN WAAROM REAGEREN DIEREN OP VISUELE PRIKKELS?</b>   | <b>121</b> |
| <b>7.4 LEERGEDRAG</b>   | <b>122</b> |
| <b>7.5 EMOTIES</b>  | <b>124</b> |
| <b>7.6 IS HET MENSELIJK BEWUSTZIJN UNIEK?</b>                   | <b>124</b> |
| <b>HOOFDSTUK 8 WELKE OGEN BIJ WELKE DIEREN</b>                  | <b>127</b> |
| <b>8.1 INLEIDING</b>  | <b>127</b> |
| <b>8.2 INVERTEBRATA</b>   | <b>127</b> |
| <b>8.3 PROTOCHORDATA</b>  | <b>132</b> |
| <b>8.4 VERTEBRATA</b>   | <b>133</b> |
| 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        |
| <b>HOOFDSTUK 9 LICHT</b>  | <b>153</b> |
| <b>9.1 DE ZON</b>   | <b>153</b> |
| <b>9.2 KENMERKEN VAN LICHT EN ZICHT</b>                         | <b>154</b> |
| <b>9.3 ULTRAVIOLET EN INFRAROOD LICHT</b>                       | <b>156</b> |
| <b>9.4 FYSICA - OPTICA</b>                                      | <b>157</b> |
| <b>9.5 EXTRA-OCULAIRE FOTORECEPTIE OF HET CIRCADIAANS RITME</b> | <b>158</b> |
| <b>9.6 GEPOLARISEERD LICHT - NAVIGATIE</b>                      | <b>159</b> |
| <b>9.7 BIOLUMINESCENTIE</b>                                     | <b>161</b> |
| <b>9.8 FOTOSYNTHESE - FOTOTAXIE - FOTOTROPISME</b>              | <b>162</b> |
| <b>9.9 DAGDOEG VERSUS NACHTDOEG</b>                             | <b>163</b> |



|              |   |            |
|--------------|---|------------|
| HOOFDSTUK 10 | <b>KLEURZICHT BIJ DIEREN</b>                                      | <b>167</b> |
|              | <b>10.1 HOE ONTSTAAT KLEUR?</b>                                   | <b>167</b> |
|              | <b>10.2 KLEURZICHT BIJ DE VERSCHILLENDE DIERGROEPEN</b>           | <b>169</b> |
|              | 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        |
|              | <b>10.3 ZIEN DE DIEREN DE KLEUREN EN DE WERELD ZOALS WIJ?</b>     | <b>171</b> |
|              | <b>10.4 FYLOGENIE - WANNEER BEGONNEN DE OGEN KLEUREN TE ZIEN?</b> | <b>172</b> |
| HOOFDSTUK 11 | <b>SOORTEN OGEN</b>   | <b>175</b> |
|              | <b>11.1 OPTISCH GOED OOG</b>                                      | <b>175</b> |
|              | 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        |
|              | <b>11.2 SPECIALE OGEN - GROTE OGEN - VALSE OGEN</b>               | <b>184</b> |
|              | 11.2.1 Speciale ogen  | 185        |
|              | 11.2.2 Grote ogen   | 192        |
|              | 11.2.3 Valse ogen   | 193        |
|              | <b>11.3 RUDIMENTAIRE EN BLINDE OGEN</b>                           | <b>194</b> |
|              | 11.3.1 Inleiding  | 194        |
|              | 11.3.2 Rudimentaire ogen  | 194        |
|              | 11.3.2 Blinde ogen  | 196        |
| HOOFDSTUK 12 | <b>OGEN VAN MEER BEKENDE DIEREN</b>                               | <b>203</b> |
|              | <b>12.1 DE HOND</b>   | <b>205</b> |
|              | 12.1.1 Algemeen   | 205        |
|              | 12.1.2 Afstamming   | 205        |
|              | 12.1.3 Zintuigen  | 206        |
|              | <b>12.2 DE KAT</b>  | <b>211</b> |
|              | 12.2.1 Algemeen   | 211        |
|              | 12.2.2 Zintuigen  | 212        |
|              | 12.2.3 Het oog  | 213        |
|              | 12.2.4 Verschillen met de mens                                    | 216        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>12.3 DE KAMELEON</b>                                | <b>219</b> |
| 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        |
| <b>12.4 HET KONIJN</b>                                 | <b>225</b> |
| 12.4.1 Algemeen  | 225        |
| 12.4.2 Leefwijze                                       | 225        |
| 12.4.3 Ogen  | 226        |
| <b>12.5 DE MOL</b>                                     | <b>231</b> |
| 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        |
| <b>12.6 DE SLANG</b>                                   | <b>237</b> |
| 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        |
| <b>12.7 DE SPIN</b>                                    | <b>245</b> |
| 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        |
| <b>12.8 DE UIL</b>                                     | <b>255</b> |
| 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        |

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| <b>12.9 DE VLINDER</b>              | <b>261</b> |
| 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        |
| <br>                                |            |
| <b>VERKLARENDE WOORDENLIJST</b>     | <b>271</b> |
| <b>WOORDENLIJST ANATOMIE</b>        | <b>282</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIE</b>                 | <b>285</b> |
| <b>ILLUSTRATIEVERANTWOORDING</b>    | <b>303</b> |



---

# 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

