

HOOFDSTUK 6 SAMENGEVAT: DE NEDERLANDSE BIODIVERSITEIT BESTAAT UIT WORMEN EN INSECTEN

JINZE NOORDIJK
PETER KOOMEN
ERIK J. VAN NIEUKERKEN
ROY M.J.C. KLEUKERS

De groepsteksten in het vorige hoofdstuk laten een bijna onvoorstelbare diversiteit zien in uiterlijk, levenscyclus, voorkomen, voedingswijze, schadelijkheid en nut voor de mens. Van deze diversiteit is nog ontzettend veel onbekend; voor veel soorten blijft het gissen naar de levenswijze of het voorkomen in Nederland. In dit hoofdstuk wordt de groepsinformatie samengevat. De soortaantallen per groep staan overzichtelijk bij elkaar in een tabel.

Bij 'natuur' en de bescherming daarvan wordt vooral gedacht aan de 'populaire groepen' bloemplanten, vogels en zoogdieren, en misschien aan wat vlinders en libellen. Bij elkaar zijn dit ongeveer 2000 soorten. Dat lijkt een respectabel aantal, maar het is slechts een fractie van de circa 47.800 soorten die in Nederland voorkomen. Elk van deze soorten is uniek en heeft haar eigen bijzonderheden. Zo zijn we in de groepsbesprekingen hand-in-hand vliegende galmijten, op paddenstoelen parasiterende paddenstoelen, stampvoetende stofluizen, slavenhoudende mieren, met haakjes aan vissen hangende tweekleppigen en levendbarende dopluizen tegengekomen. Elk van deze soorten heeft een 'reden' om in Nederland aanwezig te zijn, al is die niet altijd tot in alle details bekend. Van veel soorten weten we eigenlijk nog niet zoveel. Er is nog veel te ontdekken in Nederland. Bij sommige groepen zijn veel soorten wel verwacht, maar nog niet gevonden. Wie niet zoekt, zal niet vinden. Neem nou de kransdiertjes (Cycliophora). Deze vormen een kleine groep, die pas in 1995 ontdekt is. Dit is ook niet verwonderlijk want de minuscule diertjes leven op de monddelen van kreeften. Ze waren wel al uit de Noordzee bekend, maar nog niet uit Nederland. Geïnspireerd door de werkzaamheden voor dit boek, onderzocht Charles Fransen (kreeftenspecialist van NCB Naturalis) de collectie op het voorkomen van kransdiertjes. En inderdaad, hij vond diverse exemplaren (fig. 1). Wie nu de middendiartjes (Mesozoa), of honderden onbeschreven cyanobacteriën, goudwieren of sluipwespen in Nederland wil vinden, zal er eerst naar moeten zoeken. Vaak zal het veel tijd en moeite kosten om zich in deze groepen te verdiepen. Wie gaat dat doen? Is het belangrijk om te weten of zulke organismen in Nederland voorkomen en of het goed of slecht met ze gaat? Dat weten we dus nog niet. Er zijn echter aanwijzingen dat het niet verstandig is ons blind te staren op alleen maar planten met bloemen, gewervelde dieren met haren en veren, en insecten met mooi gekleurde vleugels. De Nederlandse biodiversiteit zit vol bijzondere en mooie soorten. Allemaal hebben ze hun plek in de ecosystemen. Er zijn vele soorten die op enige manier een relatie met de mens hebben. Het is daarom goed om een brede kennis van de Nederlandse soorten te hebben.

DIVERSITEIT IN UITERLIJK

Zo'n 15% (ca. 7000) van de soorten in Nederland past helemaal niet in het gangbare beeld van planten en dieren, omdat ze een zeer basale vorm hebben: slechts één enkele cel.

Binnen deze eencelligen zijn er echter al enorme verschillen te zien. De eenvoudigste eencelligen (bacteriën) hebben geen celkern. Het erfelijk materiaal (DNA) is niet afgescheiden van de rest van de celinhoud. Toch bestaan er binnen deze groep al vele onderscheidende kenmerken, die in dit boek slechts zeer kort worden besproken. Het gaat hierbij vooral om verschillen in celvorm, chemische samenstelling van het celomhulsel en (on)mogelijkheden om aan energie te komen via biochemische omzettingen. Het imago van bacteriën is niet best, omdat ze vooral bekend staan als voedselbedervers en ziekteverwekkers. Ze zijn echter als massale afbrekers van allerlei afval onmisbaar om natuurlijke kringlopen rond te krijgen. Een losse bacterie is zonder dure apparatuur niet te zien, maar door hun massale voorkomen kan de diversiteit van bacteriën wel degelijk in het veld worden waargenomen, bijvoorbeeld als allerlei wittige en groenige laagjes op water, als geleïachtige klonten in water, als rode of paarse verkleuring van water, als vergroeiingen op bomen, als stinkende modder en als borrelend geluid (DYER 2003).

De overige eencelligen beschikken over een celkern en behoren daarmee tot de eukaryoten. Vroeger werden ze opgevat als een aparte groep, de 'eencelligen' (protisten of protoctisten genoemd), tegenwoordig als eencellige vertegenwoordigers van verschillende supergroepen die ook meercellige organismen omvatten: Plantae, Chromalveolata, Excavata en Unikonta. In deze diverse miniwereld komen alle ecologische rollen voor die we van grotere organismen gewend zijn. Er zijn eencelligen met bladgroen die net als planten primaire producent spelen. Deze worden opgegeten door andere eencelligen ('herbivoren') die op hun beurt



Figuur 1
Kransdiertje (*Symbion pandora*), aangetroffen op een kreeft van Nederlands grondgebied in de collectie van NCB Naturalis. Dit is de eerste vondst van het fyllum Cycliophora in Nederland.

door weer andere eencelligen worden verslonden ('predatoren'). Er zitten ook veel afvalverwerkers bij, en natuurlijk een paar parasieten. Hiermee samenhangend laten de Nederlandse 'eencelligen' een grote diversiteit aan uit- en inwendige vormen zien, die voor het grote publiek verborgen blijft.

Het meercellige leven laat een nog veel grotere diversiteit in uiterlijk toe, omdat groepen cellen binnen een organisme zich kunnen richten op specifieke taken. Bij planten is deze taakverdeling duidelijk te zien. De groep cellen die voor verankering zorgt en water en voedsel opneemt, is herkenbaar als 'wortel'. Cellen die voor stevigheid en verticaal transport zorgen, vormen de 'stengel'. Een groep cellen die zonne-energie omzet in suikers is een 'blad', en een celgroep met als hoofddoel 'voortplanting' herkennen we als een bloem. Ieder onderdeel kan in uiterlijk variëren; de mogelijke combinaties zijn helemaal divers. Binnen de meercellige schimmels (Fungi) is de specialisatie van cellen wat minder. In de duidelijkste gevallen zijn er vooral cellen die voor de voedselopname zorgen (mycelium of zwamvlok) en cellen die de voortplantingsorganen (paddenstoelen) vormen.

Dieren zijn altijd meercellig. Bij hen is celspecialisatie leidend tot afzonderlijke organen het duidelijkst te zien. Sponzen hebben weliswaar geen organen, maar beschikken wel over zes tot tien celtypen, elk type met zijn eigen taak. Holtedieren, met circa 14 celtypen, zijn de eenvoudigst gebouwde dieren met duidelijke organen. 'Wormen' van verschillende taxonomische groepen lijken ook niet zo complex gebouwd, maar pas op. Van de buitenkant zijn het allemaal langwerpige, pootloze, ongewervelde dieren, maar van binnen is de opbouw zeer gevarieerd, van relatief eenvoudig tot behoorlijk complex met veel verschillende organen, lichaamsholten, zintuigen en segmenten met taakverdeling. Het aantal celtypen blijft echter bij enkele tientallen. Ongeveer 8% van de Nederlandse soorten verdient de titel 'worm'. Als iemand er nog even een paar nematoden bij vindt, is één op de tien Nederlandse soorten een worm. De meest complexe dieren, waaronder vogels en zoogdieren, hebben ongeveer 200 (VALENTINE ET AL. 1994) tot 400 celty-

pen (VICKARYOUS & HALL 2006), al naar gelang wat er als apart celtype beschouwd wordt. Blijkbaar zijn de celtypen bij deze dieren niet gemakkelijk te classificeren. Dit geeft op zich al aan dat de specialisatiegraad hoog is.

Elke groep organismen heeft zo zijn eigen kenmerkende structuren. Bloemplanten hebben bijvoorbeeld altijd meeldraden en stampers. Kiezelwieren hebben altijd een extern skelet van kiezelzuur van het type bonbondoos: een in elkaar passende doos en deksel. Vogels hebben altijd veren. Het meest voorkomende bouwplan is dat van de dieren die altijd zes pootjes hebben: de insecten. Hiervan zijn in Nederland bijna 20.000 varianten aanwezig (zie ook hoofdstuk 2), met een enorme variatie aan vormen en kleuren. Er zijn bijvoorbeeld in de loop van de evolutie allerlei gespecialiseerde structuren aan de buitenkant van het harde exoskelet ontstaan. Samen maken de insecten ongeveer 42% van de Nederlandse soorten uit. Als we daar nog de geleedpotige dieren bij optellen die in de volksmond ook tot de insecten worden gerekend (nl. spinachtigen, duizendpootachtigen en pissebedden), blijken insecten c.s. maar liefst 47% (ruim 22.000 soorten) van alle Nederlandse soorten te beslaan, en 80% van alle diersoorten. 'Nederland, insectenland' zou dus een prima slogan zijn.

De verscheidenheid in afmetingen van de Nederlandse organismen is enorm: er zijn joekels en micromini's. Bij de laatste horen bacteriesoorten die niet met het blote oog gezien kunnen worden omdat ze niet groter zijn dan 1 µm. De Myxozoa zijn de kleinste meercellige dieren, met afmetingen rond de 15 µm. Onder de grootste organismen bevinden zich de boomsoorten beuk *Fagus sylvatica* en de douglasspar *Pseudotsuga menziesii*: van deze soorten zijn exemplaren van meer dan 45 m hoogte bekend (fig. 2). Hier moet de diepte van het ondergrondse wortelstelsel dan nog bij opgeteld worden. Maar waarschijnlijk zijn schimmels nog groter. Er zijn exemplaren bekend waarvan de grootste lengte van het ondergrondse (secundaire) mycelium veel langer is dan een omgevallen boom. De snoerworm *Lineus longissimus* is ons langste dier met een maximale lengte van 30 m (zie foto op p. 133). Grote organismen zijn het meest opvallend. Van veel kleine organismen weten we amper dat ze bestaan. Enkele kleine organismen doen wel hun best om op te vallen, zoals de lichtgevendende vuurvliesjes (kevers) en de zeevonk *Noctiluca scintillans* (een pantservier). Andere kleine organismen kunnen onder bepaalde omstandigheden zo massaal voorkomen, dat ze toch zichtbaar worden, zoals bij de bloei van cyanobacteriën, de 'flabwolven' van draadalgen (Zygnematales), waterverkleurende dichtheden aan roeipootkreeftjes of massaal zwermende dansmuggen.

DIVERSITEIT IN LEVENSCYCLUS

De variatie aan levenscycli binnen onze soorten is groot. Eigenlijk komen alle mogelijke vormen van voortplanting voor: simpele celdelingen, ongeslachtelijke voortplanting door parthenogenetische vrouwtjes, geslachtelijke voortplanting tussen mannetjes en vrouwtjes of tussen compatibele myceliumdraden, en allerlei combinaties of tussenvormen daarvan. Een extreem voorbeeld van een gecompliceerde levenscyclus is die van gewone bladluizen (Aphidoidea, p. 215). Wij zijn gewend aan inwendige bevruchting



Figuur 2

Oude exemplaren van de beuk *Fagus sylvatica* behoren tot onze grootste en oudste organismen.



met direct contact, maar uitwendige bevruchting, waarbij mannetjes en vrouwtjes geen direct contact hebben, is de regel onder 'algen', planten en dieren.

De levensduur van een organisme hangt vaak samen met de grootte. Onze oudste organismen zijn zeer waarschijnlijk weer te vinden onder de bomen en de schimmels. Exemplaren hiervan kunnen vele honderden jaren tot meer dan 1000 jaar oud zijn. Uit Duitsland is een mosplant van 1860 jaar oud bekend en uit IJsland een noordkromp *Arctica islandica* (een weekdier) van 400 jaar oud. Het leeuwendeel van de soorten leeft veel korter. Van veel soorten is de levensduur moeilijk te bepalen; eencelligen kunnen zich soms zeer snel (binnen enkele minuten) voortplanten door een simpele deling. De (moeder)cel gaat daarbij over in twee dochtercellen en is daarmee verdwenen, maar niet overleden. De vraag is dan wat de levensduur van een individuele cel is. De kortst levende dieren zijn de buikharigen (Gastrotricha). Deze kleine wormpjes kunnen zich al twee dagen na hun geboorte voortplanten en sterven kort daarop. Een eendagsvlieg (Ephemeroptera) houdt het aanzienlijk langer uit, als we tenminste de leeftijd van de larve en het ei meetellen.

Nederland kent een jaarlijkse ritmiek van seizoenen, waarbij de winter voor veel organismen het moeilijkst is om door te komen. Er zijn dan ook bijzonder veel planten, 'algen' en dieren die een levenscyclus hebben die één jaar duurt. Ze overwinteren altijd in hetzelfde stadium (zaad, spore, ei, larve, pop, volwassen), dat speciale aanpassingen heeft om het winterse weer in winterrust te doorstaan. Bij veel soorten, zoals sabelsprinkhanen en grote libellen, kunnen de eieren vele malen overwinteren en leven de jonge en volwassen dieren maar enkele maanden. Veel warmbloedigen (zoogdieren en vogels) zijn goed aangepast om als volwassen dier meer jaren te leven.

DIVERSITEIT IN AANTALLEN

Bij elke groepstekst is door de auteur(s) per organismegroep een getal gegeven voor het totaal aantal beschreven soorten ter wereld, het aantal gevestigde soorten in Nederland, de

verwachte soorten voor Nederland, en het aantal exoten dat zich in ons land gevestigd heeft. Deze soortenaantallen worden samengevat in tabel 1 en 2.

Volgens deze gegevens zijn er in totaal ruim 1,9 miljoen soorten in de wereld beschreven en daarmee voor de wetenschap 'bekend'. Er zijn vele aanwijzingen dat slechts een klein gedeelte van alle bestaande soorten bekend is. Het totale aantal zal een veelvoud van twee miljoen zijn. Een schatting van vijf tot acht miljoen is zeker niet onredelijk. In elke groep zijn nog onbeschreven soorten. In de regel geldt: hoe kleiner de organismen, des te groter het aantal onbeschreven soorten. Dus zijn er onder de bacteriën nog ontelbare onbeschreven soorten, terwijl het bij deze organismen ook nog eens moeilijk is te bepalen waar precies de grenzen van een soort liggen. Binnen de dieren zit nog een enorme verborgen biodiversiteit bij enkele grote groepen kleine organismen, zoals nematoden, weekdieren, mijten, cicaden, kevers, vliegen en muggen, vlinders en vliesvleugeligen (PEETERS ET AL. 2003).

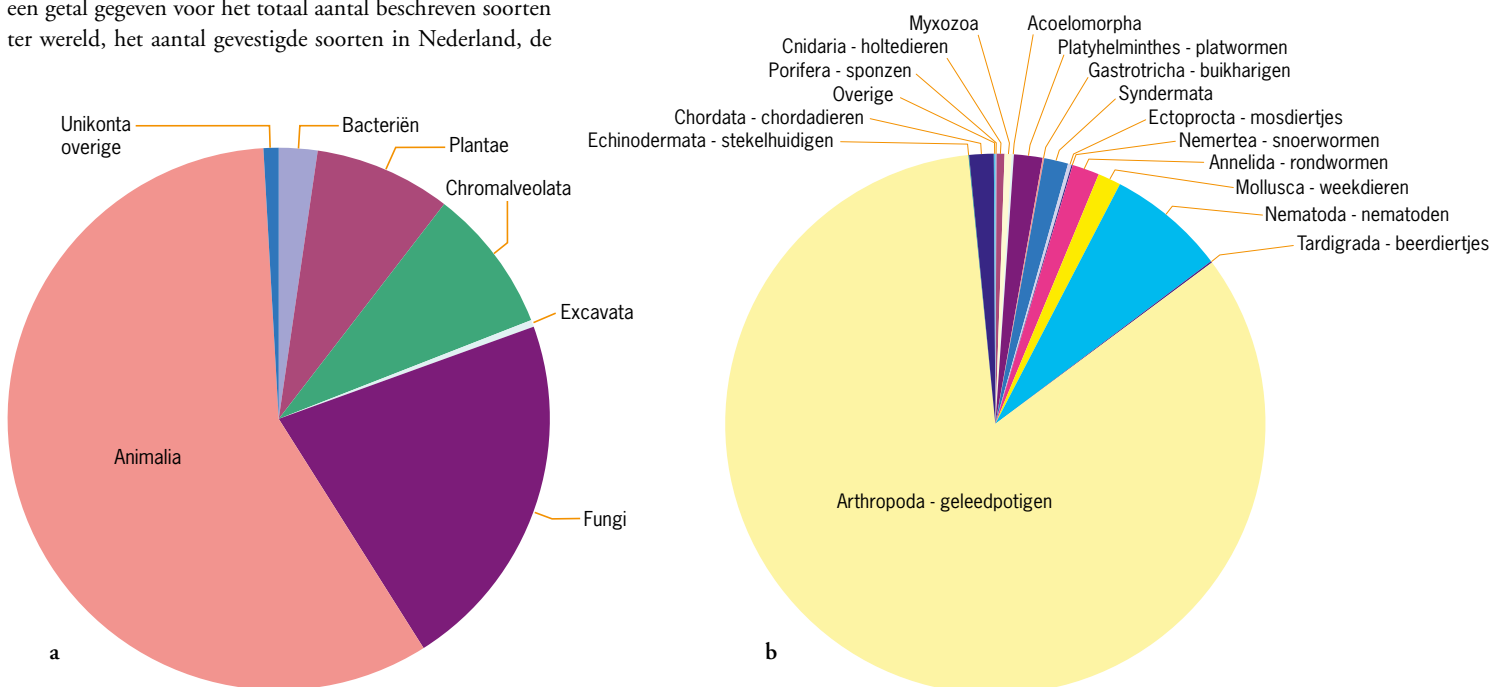
In Nederland zijn zo'n 47.800 gevestigde soorten bekend; soorten dus die zich meer dan tien jaar in ons land hebben voortgeplant. De verhouding tussen de grote groepen dieren, planten, schimmels en overige groepen wordt weergegeven in figuur 3. Als we op fyllumniveau kijken, zijn de grootste groepen de nematoden (met 2000 gevestigde soorten), de bruinwieren met aanverwante eencellige alges (Heterokontophyta, met ruim 2900 soorten), de basidiomyceten (Basidiomycota, met ruim 3000 soorten), en vooral de geleedpotigen (met ruim 23.000 soorten).

Daarnaast wordt nog van vele soorten verwacht dat ze wel in Nederland voorkomen, maar nog niet ontdekt zijn. De specialisten geven in de groepsteksten aan hoeveel soorten ze nog verwachten. Deze getallen zijn schattingen en de onzekerheid is groot. Als we de getallen toch (grofweg) optellen, dan zouden er zo nog maar eens duizenden bacteriesoorten en nog 13.000 andere soorten bij de gevestigde soor-

▼
Figuur 3

a. De aantalsverhouding tussen de in Nederland gevestigde supergroepen. Voor de bacteriën (Eubacteria en Archaea) kon geen schatting gegeven worden voor de veronderstelde soorten, dus dit aandeel is een flinke onderschatting.

b. De aantalsverhouding van de fyla binnen de gevestigde dieren. Fyla met minder dan tien vertegenwoordigers zijn samengevoegd onder 'overige' en dit betreft de Ctenophora (ribkwallen), Chaetognatha (pijlwormen), Gnathostomulida (kaakmondjes), Cycliophora (kransdiertjes), Entoprocta (kelkdierpjes), Phoronida (hoefijzerwormen), Kinorhyncha (stekelwormen), Priapulida (priapuliden), Nematomorpha (paardenhaarwormen) en de Hemichordata. Voor de achterliggende gegevens kunnen tabel 1 en 2 geraadpleegd worden.



ten moeten worden opgeteld. Hieronder bevinden zich ongeveer bijna 4000 diersoorten. Koomen et al. (1995) gaven nog bijna 10.000 verwachte diersoorten. Deze auteurs sloten hun tekst over de zoölogische diversiteit van Nederland af met de zin 'De auteurs hopen dat bij een volgend fauna-overzicht het aantal met zekerheid uit ons land bekende soorten hoger is geworden ten koste van het aantal nog te verwachten soorten, en dat die kennis dan gebaseerd zal zijn op een beter toegankelijke basis'. Gelukkig is de faunistische kennis voor veel groepen inderdaad flink toegenomen. Dat blijkt ook uit de afgenomen onzekerheid over het aantal soorten in ons land.

Van de gevestigde soorten zijn er ongeveer 1100 exoot (ruim 2%): soorten die zonder toedoen van de mens niet in ons land zouden voorkomen. Er zijn ook nog vele niet-gevestigde exoten die nauwelijks in dit boek aan de orde komen. Dit zijn soorten die af en toe geïmporteerd worden, uit tuinen ontsnappen of zich simpelweg nog geen tien jaar in ons land voortplanten. Daarnaast zijn vele groepen zo onbekend, dat er niet bekend is of zich daar exoten onder bevinden, bijvoorbeeld weer bij de bacteriën. Het aantal gevestigde exoten is dus zonder twijfel hoger dan we hier melden.

DIVERSITEIT IN VOORKOMEN

De hogere zandgronden, het Zuid-Limburgse heuvelland, matig voedselrijke wateren en de kustwateren zijn soortenrijke regio's voor veel groepen. In hoofdstuk 7 komen de patronen van de Nederlandse biodiversiteit ruim aan de orde en wordt van veel goed onderzochte groepen een samenvatting gegeven van de waarnemingen. Daar komt grofweg hetzelfde patroon van soortenrijke gebieden naar voren (zie de figuren 17 en 18 in hoofdstuk 7). Twee typisch Nederlandse biotopen, zeekleigebieden en voedselrijke laagveengebieden, zijn armer aan soorten.

De specialisten konden ook aangeven of er bepaalde biotopen zijn waarin de vertegenwoordigers van hun groep in hoge aantallen of met veel soorten voorkomen. Voor de bacteriën is hierover weinig bekend, maar astronomische dichtheden van duizenden soorten en tienduizenden individuen per gram grond lijken normaal. Bij de iets grotere organismen waar meer van bekend is, lijkt met name de strooisellaag van bosbodems in trek te zijn. Hier zijn ontelbare exemplaren te vinden van vele soorten springstaarten, mijten en andere ongewervelden die leven van dood plantenmateriaal. Ook in de wadbodem kunnen ongekende dichtheden aan organismen optreden, waarbij vooral de grote hoeveelheid nematoden opvalt (tot 50 miljoen per m² – BONGERS 1994), samen met vele soorten algen, weekdieren en (andere) wormen. Sommige soorten floreren in verstoorde of verontreinigde situaties. Voorbeelden zijn bepaalde algen die aan het woekeren slaan als er (te) veel voedingstoffen in het water voorkomen, of zweefvlieglarven die zich massaal te goed doen aan de voedseloverdaad in gierputten. Opvallend grote dichtheden treden natuurlijk alleen in uitzonderlijk gunstige omstandigheden op, die niet zelden door de mens zijn veroorzaakt, maar deze incidenten geven wel een indicatie over het gemak waarmee veel kleinere organismen plaatselijk enorme aantallen kunnen bereiken. Het zijn dan ook vooral dit soort nauwelijks zichtbare en minder bekende organismen die een hoofdrol spelen bij het op gang hou-

den van de natuurlijke processen waar ecosystemen van afhankelijk zijn.

Onze biodiversiteit is dynamisch. Soorten komen en gaan, en nemen in dichtheid en verspreiding toe of af. In Nederland worden steeds meer soorten ontdekt dankzij onderzoek en toegenomen inventarisatieactiviteiten van professionals en amateurs. In elke volgende publicatie over de Nederlandse biodiversiteit zal een groter aantal bekende soorten voor Nederland gemeld kunnen worden. Onderzoek naar onze 'verborgen' biodiversiteit zal nog lange tijd een lonende bezigheid zijn. Toch betekent een stijging van het aantal ontdekte soorten niet dat het aantal aanwezige soorten ook echt toeneemt. In tegendeel, er zijn zeer verontrustende berichten over soorten die uit ons land verdwijnen. Deze achteruitgang is duidelijk zichtbaar bij enkele goed gedocumenteerde groepen: 16 van de 27 steenvliegsoorten (ca. 60%), 24 van de 78 dagvlindersoorten (ca. 31%) en 30 van de 350 bijensoorten (ca. 9%) zijn verdwenen uit Nederland. Voor veel andere groepen ongewervelden is het slechts gissen naar de achteruitgang. Hier staat tegenover dat er ook soorten bijkomen: exoten die door de mens worden aangevoerd en warmteminnende soorten waarvoor Nederland steeds gerieflijker wordt. Het is zeer goed mogelijk dat Nederland door klimaatopwarming en verstedelijking de komende tijd juist soortenrijker wordt, omdat er steeds meer planten en dieren vanuit het soortenrijkere zuiden van Europa zullen oprukken (zie ook BUNDESAMT FÜR UMWELT 2009). Daarbij moet niet alleen gedacht worden aan leuke vogels zoals bijeneters *Merops apiaster*, maar ook aan minder aangename gasten als schorpioenen en termieten. Gelukkig zijn er ook soorten die na een periode van verminderde aanwezigheid terugkomen, bijvoorbeeld door vergroting of verbetering van de kwaliteit van onze natuurgebieden, of door het stopzetten van bejaging of bestrijding (UDO DE HAES ET AL. 2009). Door het verminderen van de jachtdruk gaat het bijvoorbeeld goed met ganzen en herten en veel korstmossen profiteren van de verbeterde luchtkwaliteit. Het verminderde pesticidengebruik is gunstig geweest voor roofvogels en door de verbetering van de waterkwaliteit van de grote rivieren is de rivierrombout *Gomphus flavipes* (een libel) teruggekeerd. Door het vergroten of het verbinden van natuurgebieden lijken soorten als boomarter *Martes martes*, das *Meles meles* en riviergebonden plantensoorten een oppepper te krijgen. Toch ontstaat langzaam maar zeker het algemene beeld dat de kritische en zeldzamere soorten verdwijnen en dat de weinig kritische en algemenere soorten aan terrein winnen (zie ook BUNDESAMT FÜR UMWELT 2009). Als deze trend zich doorzet, zal de soortensamenstelling van verschillende regio's of landen een eenheidsworst worden. Een verdergaande vereenvoudiging van onze landschappen, de daarmee gepaard gaande eenvormigheid en het gesleep met soorten via al onze internationale transporten zal steeds duidelijker weerspiegeld worden in een weinig afwisselende flora en fauna. In hoofdstuk 8 worden de veranderingen in onze biodiversiteit uitgebreid omschreven.

DIVERSITEIT IN INTERACTIES

Een organisme staat nooit op zichzelf. Elke soort heeft interacties met andere soorten. Sommige soorten zijn zelfs compleet afhankelijk van een andere soort. Voedselrelaties

zijn overal aanwezig. Voedselketens beginnen bij de primaire producenten, de organismen die met behulp van zonlicht organische stoffen kunnen maken. Hieronder vallen bijna alle planten, enkele bacteriën (Cyanobacteria) en vele bladgroen bevattende organismen uit de groepen Harcobia, Stramenopila, Alveolata en Rhizaria. De bekendste primaire producenten zijn de vaatplanten. Op het land zijn zij levend of dood een belangrijke voedselbron voor een veelheid aan dieren. In zoetwatermilieus zijn ook vaatplanten aanwezig, naast een veelheid aan 'algen'. In zee zijn vaatplanten zeer zeldzaam. Hier vormen allerlei eencelligen de primaire producenten, met name kiezelwieren (Bacillariophyceae) en pantserwieren (Dinoflagellata). Primaire producenten worden gegeten door herbivoren, variërend van eencelligen zoals trilhaardiertjes (Ciliophora) tot roeipootkreeftjes tot rupsen tot grote grazers. Deze herbivoren worden op hun beurt door predatoren gegeten, ook weer van klein (hydroïdpoliepen) tot groter (spinnen) tot groot (roofvogels). Predatoren kunnen eventueel weer ten prooi vallen aan predatoren op een hoger niveau. Al deze groepen produceren afval, dat door afbrekers (reducenten) wordt verkleind en uiteindelijk wordt omgezet in stoffen die weer door primaire producenten opgenomen kunnen worden. Zo is de kringloop rond. In principe komt in elk ecosysteem dezelfde 'rolverdeling' voor van primaire producenten, herbivoren, predatoren en afbrekers. De rollen worden echter steeds door andere organismen gespeeld. Als één van de hoofdrollen niet (meer) wordt ingevuld, stagneert de kringloop en lopen andere soorten het gevaar eveneens van het toneel te verdwijnen. Daarom is het zorgelijk dat er bij natuurbescherming nauwelijks aandacht is voor de instandhouding van organismen die de rol van reductent invullen. Hieronder bevinden zich nauwelijks gewervelde dieren, maar wel enorme hoeveelheden insecten, springstaarten, mijten, wormen, slakken, schimmels en eencelligen. Ze doen hun werk vaak onopvallend, maar zijn daarom beslist niet minder essentieel dan zeearenden en zeehonden.

Veel soorten gedragen zich als parasiet. Parasieten brengen hun gastheer altijd schade toe maar laten hem in leven. Diverse foto's bij de groepsteksten laten iets van deze bijzondere samenlevingsverbanden zien (bv. p. 123, 153, 275-276). Van sommige groepen zijn alle vertegenwoordigers parasitair (bv. sporendiertjes - Apicomplexa, lintwormen - Cestoda, krabbenzakjes - Rhizocephala en waaivleugeligen - Strepsiptera), van sommige andere groepen houdt slechts een gedeelte er een parasitaire levenswijze op na (bv. de nematoden, trilhaarwormen, mijten en vliegen). De koekoek *Cuculus canorus* legt zijn eieren in de nesten van andere vogelsoorten, en op dezelfde wijze leggen koekoekswespen, koekoeksbijen en koekoekshommels hun eieren bij verwante soorten in het nest. Zo zijn er meer soorten die op vertegenwoordigers van hun eigen groep parasiteren, zoals op schimmels parasiterende schimmels, op vaatplanten parasiterende vaatplanten en op roodwieren parasiterende roodwieren. Als de parasitaire levenswijze zo ver gaat dat de gastheer er uiteindelijk aan bezwijkt, spreekt men van parasitoïden. Een parasitoïd is van dezelfde grootte als zijn gastheer, en is alleen als larve in of op de gastheer aanwezig. Sluipwespen vallen onder de parasitoïden. Onder hen zitten soorten die parasitoïd zijn op een andere sluipwesp, en deze

heet dan een hyperparasitoïd. Deze hyperparasitoïd kan weer een hyper-hyperparasitoïd hebben en deze kan zelfs een hyper-hyper-hyperparasitoïd hebben.

Commensalen zijn strikt gebonden aan een gastheer, maar brengen die geen schade toe. Ook zij komen geregeld voorbij in de groepsteksten. Zo leven de eencellige Opalinata in amfibieën, reptielen en vissen. Sommige trilhaardiertjes (Ciliophora) logeren in de darm van ringwormen (Annelida). Branchiobdelle wormen (Branchiobdellida) bevinden zich op het skelet van kreeftachtigen, waar ze zich met aangroeisel voeden. Veel korstmossen kunnen alleen op boomstammen groeien.

Diverse soorten leven op zo'n manier samen dat beide er voordeel van ondervinden. Ongeveer 85% van de landplanten leeft samen met mycorrhizaschimmels, waarbij voedingsstoffen worden uitgewisseld. Een korstmos is een samenlevingsverband tussen een schimmel en een alg of cyanobacterie. Ook radiolariën (Radiolaria), Acoelomorpha en trilhaarwormen (Turbellaria) kunnen fotosynthetiserende 'algen' in het lichaam hebben.

De voorbeelden in deze tekst geven slechts zeer beperkt weer hoe verschillende soorten met elkaar samenleven. Veel vormen van symbiose zijn waarschijnlijk nog niet bekend, vooral (weer) als het om kleine organismen gaat. Er zijn naar alle waarschijnlijkheid zeer veel meer interacties dan we nu kennen. Toch laten de bekende interacties al duidelijk zien dat er in de natuur sprake is van een ongekende samenhang van organismen. Als één soort organisme door menselijk toedoen verdwijnt, kan dat grote gevolgen hebben voor diverse andere organismen. Elke soort telt.

DIVERSITEIT EN DE MENS

De mens *Homo sapiens* neemt een bijzondere plek in te midden van de (overige) biodiversiteit (fig. 4). Eigenlijk zijn we ook gewoon maar een van de vele soorten, maar wel een waarbij het een beetje uit de hand gelopen is: een soort met een enorme invloed op de gehele aarde. De mens beïnvloedt



Figuur 4

De mens te midden van de biodiversiteit.



vloedt (de kwaliteit van) allerlei biotopen, de samenstelling van lucht en water, en het klimaat. Die beïnvloeding pakt nogal eens slecht uit voor vele andere soorten organismen. Hun mogelijkheden tot voortbestaan worden steeds beperkt. In hoofdstuk 8 worden de veranderingen in de Nederlandse flora en fauna besproken, waarbij ruim aandacht uitgaat naar door de mens toegebrachte veranderingen in het landschap, milieu en klimaat.

Maar ook de mens heeft allerlei relaties met andere organismen. Wij eten vele organismen waaronder natuurlijk planten, zoogdieren, weekdieren, vissen, kreeftachtigen en vogels, en in het buitenland ook nog insecten en spinnen. Als tegenprestatie dienen ook wij als voedselbron voor vele ongewervelden zoals steekmuggen, teken, vlooiën, luizen, bedwantsen, etcetera. Na onze dood kunnen miljoenen bodemorganismen zich te goed doen aan ons. Enkele soorten zijn zo nauw met ons verbonden dat we eigenlijk niet zonder ze kunnen. Het gaat hierbij niet om honden en katten, maar om meer dan duizend soorten bacteriën in onze darmen. Zij helpen ons om ons voedsel te verteren. Tijdens ons leven zijn er allerlei ziekteverwekkers en parasieten die ons belagen. In de groepsteksten komen

diverse voorbeelden langs, zoals lintwormen, nematoden, schimmels en bacteriën.

Naast deze zeer directe relaties van 'eten en gegeten worden', zijn we ook indirect afhankelijk van onze biodiversiteit. Allerlei soorten verzorgen talloze 'diensten' die ons leven mogelijk of makkelijk maken (bv. HASSAN ET AL. 2005). Zo zuiveren planten onze lucht en voorkomen ze erosie van dijken en zeeweringen. Oeverplanten zijn goed te gebruiken in helofytenfilters voor het zuiveren van matig verontreinigd afvalwater. In de landbouw kunnen allerlei geleedpotigen nuttig zijn (VAN RIJN ET AL. 2007). Zo worden roofmijten, lieveheersbeestjes en parasitaire wespen actief ingezet voor de biologische bestrijding van plagen in kassen. In de vollegrondsteelt kunnen van nature voorkomende predatoren als spinnen, loopkevers, kortschildkevers, gaasvliegen en zweefvliegen helpen plagen in toom te houden. Bloembezoekende insecten zoals bijen en zweefvliegen zijn essentieel voor de bestuiving van allerlei gewassen en fruitbomen. Wij maken gebruik van vele producten die uit de natuur afkomstig zijn: hout is nog altijd een belangrijk bouw-materiaal, allerlei dieren en planten leveren grondstoffen of voorbeeldstoffen voor medicijnen, planten kunnen dienen

Tabel 1

Totaaloverzicht van de in de wereld beschreven en in Nederland gevestigde soorten niet-dieren.

		Fylum
Eubacteria		
Archaea		
Eukarya	Plantae - planten	Glaucomphyta
		Rhodophyta - roodwieren
	Viridiplantae - groene planten	
		Chlorophyta - groenwieren
	Streptophyta	
	Embryophyta - landplanten	Marchantiophyta - levermossen
		Bryophyta - bladmossen
		Anthocerotophyta - hauwmossen
		Tracheophyta - vaatplanten
		Tracheophyta (totaal)
	Embryophyta (totaal)	
	Streptophyta (totaal)	
	Viridiplantae (totaal)	
	Plantae (totaal)	
Chromalveolata	Hacrobia	[Katablepharida]
		[Telonemia]
		Centroheliozoa
		Haptophyta
		Cryptophyta
	Hacrobia (totaal)	
	Stramenopila	Opalinata
		Bicosoecida
		Labyrinthulomycota - slijmnetten
		Hyphochytriomycota - bolletjesslijmschimmels

als brandstof, etcetera. Vanzelfsprekend zijn er ook soorten die als lastig ervaren worden, zoals Coloradokevers die aan onze aardappelplanten knagen, muskusratten die gaten in onze dijken graven, bacteriën die de houten heipalen van onze gebouwen aantasten, of knutten die blauwtong overdragen. Vaak is de mens daar mede schuldig aan, omdat hij nogal eens, alle intelligentie ten spijt, onbezonnen de voorkeursbiotoop van een bepaald organisme aanbiedt in een veelvoud van wat in de natuurlijke situatie beschikbaar was. Het betreffende organisme weet vroeg of laat het luilekkerland te bereiken en kan zich ongebreideld voortplanten – en wordt vervolgens als een plaag beschouwd. Maar als we alle diensten die onze biodiversiteit nu ongemerkt voor ons verzorgt zelf zouden moeten regelen, zou dat voor Nederland alleen al miljarden euro's per jaar kosten (bv. www.teebweb.org). Hoe meer organismen we voor de toekomst weten te behouden, des te meer keus we in die toekomst hebben om een organisme te vinden dat ons van dienst kan zijn. Biodiversiteit loont.

Misschien is de menselijke neiging om alles in geld uit te drukken in dit geval niet zo'n gelukkige. Geld is een waar-

desysteem dat alleen betekenis heeft voor de soort mens. Een andere vaak aangevoerde reden om onze biodiversiteit op peil te houden, is een ethische: we hebben als gast in eigen land de verantwoordelijkheid om ons leefmilieu zo in te richten dat we dit kunnen delen met alle organismen die hier van nature thuis horen. Per slot van rekening waren de meeste hier eerder dan wij. Een mogelijk nog belangrijkere reden om goed voor onze biodiversiteit te zorgen, is weer een beetje egoïstisch: het zou in Nederland wel erg saai worden zonder medebewoners. Denk maar eens aan alle spannende, leerzame of mooie ontmoetingen met grote zoogdieren in natuurgebieden, enorme groepen ganzen in het weiland, zingende vogels in het voorjaar, jagende springspinnen op onze huismuren, uitbundig bloeiende struikheide, tsjirpende sabelsprinkhanen op zomeravonden of prachtig gekleurde vlinders. Wij leven onlosmakelijk met de organismen om ons heen. Misschien dat er best een paar soorten kunnen verdwijnen zonder dat ons voortbestaan in gevaar komt, maar het moeten er niet te veel worden. Biodiversiteit is de eerste voorwaarde voor ons eigen bestaan. Biodiversiteit moet.

Klasse	Subklasse	Orde	Gevestigd in NL (+ verondersteld)	Waarvan exoten	Wereld
			1000 (+ 1000-en)	enkele	10.000
			100 (+ 100-en)		400
			2		3
			105	15	6600
[Prasinophyceae]			0		138
			970		4060
		[Chlorokybales]	0		1
		Klebsormidiales	8		48
		Zygnematales	576		1830
		Coleochaetales	5		18
		Charales - kranswieren	24		371
			126		5000
			493	3	11.000
			4		236
Lycopsida - wolfsklauwen en biesvarens			7		1000
Pteropsida - varenachtigen			50		11.000
Spermatopsida - zaadplanten	Gymnospermae - naaktzadigen		4	2	1021
	Angiospermae - bedektzadigen		1520	245	268.600
			1581	247	281.621
			2204	250	297.857
			2817	250	300.125
			3787	250	304.323
			3894	265	310.926
			0		13
			0		2
			35		76
			150		500
			0 (+ 20)		200
			185 (+ 20)		791
			0 (+ 10)		200
			10		72
			1		56
			0 (+ 1)		24

Noordwijk et al. 2010. In: Nederlandse Fauna 10: 303- 318

Klasse	Subklasse	Orde	Gevestigd in NL (+ verondersteld)	Waarvan exoten	Wereld
			3		4
			130	7	1000
		[Eustigmatophyceae]	0		35
		[Raphidophyceae]	0		23
		[Pinguiphyceae]	0		6
		[Dictyochophyceae]	0		44
		[Pelagophyceae]	0		10
		[Bolidophyceae]	0		2
		Synurophyceae	0 (+ 15)		284
		Chrysophyceae - goudwieren	18 (+ 85)		374
		Tribophyceae - geelgroene algen	48 (+ 140)		430
		Phaeothamniophyceae	6		27
		Phaeophyceae - bruinwieren	80	7	1785
		Bacillariophyceae - kiezelwieren	1700 (+ 800)	enkele	15.000
			1852 (+ 1040)	enkele	18.020
			1996 (+ 1051)	enkele	19.376
			400		5000
			0		17
			0		1
			0		7
		Dinoflagellata - pantserwieren	250 (+ 30)		2100
		Perkinsozoa	0 (+ 3)		7
			250 (+ 33)		2107
			20		5000
			670 (+ 33)		12.132
			5		1000
			58		500
			2	2	36
			100		4000
			165	2	5536
			3016 (+ 1104)	ruim 25	37.835
			0		2
Kinetoplastida			0 (+ 20)		350
[Diplonemida]			0		10
Euglenophyceae - oogwieren			25 (+ 125)		1000
			25 (+ 145)		1360
			20		80
			0		10
			1		466
			6		146
			0		96
			52 (+ 145)		2158
			255		1036
			6		30
			150		1300
			411		2366
			3		8
			1		24
			0		2
			16		120
			10.300	150	100.000
			27.146 (+ 612)	ca. 655	1.487.134
			37.466 (+ 612)	ca. 805	1.587.288
			37.877 (+ 612)	ca. 805	1.589.654
			44.839 (+ 1861)	ca. 1100	1.940.573
			47.800 = 45.939 (+ 1861)	ca. 1100	1.950.973

Tabel 2

Totaaloverzicht van de in de wereld beschreven en in Nederland gevestigde soorten dieren.

Fylum	Subfylum	Klasse
Porifera - sponzen		
[Placozoa]		
Ctenophora - ribkwallen		
Cnidaria - holtedieren		Anthozoa - bloemdieren
		Hydrozoa - hydroïdpoliepen
		[Cubozoa]
		Scyphozoa - kwallen
Cnidaria (totaal)		
Myxozoa		
[Mesozoa - middendiertjes]		
Acoelomorpha		
Chaetognatha - pijlwormen		
Platyhelminthes - platwormen		Catenulida
		Rhabditophora
		Trematoda - zuigwormen
		Cestodea - lintwormen
		Monogenea
Platyhelminthes (totaal)		
Gastrotricha - buikharigen		
[Micrognathozoa]		
Gnathostomulida - kaakmondjes		
Syndermata		'Rotifera' - raderdieren
		Acanthocephala - stekelsnuitwormen
Syndermata (totaal)		
Cycliophora - kransdiertjes		
Entoprocta - kelkdiertjes		
Ectoprocta - mosdiertjes		
Phoronida - hoefijzerwormen		
[Brachiopoda]		
Nemertea - snoerwormen		
Annelida - ringwormen		Polychaeta - borstelwormen
		Aphanoneura
		Echiura - zandwormen
		Sipuncula - pindawormen
		Oligochaeta - oligochaeten
		Hirudinea - bloedzuigers
		Branchiobdellida - branchiobdelle wormen
Annelida (totaal)		
Mollusca - weekdieren		[Solenogastres]
		Caudofoveata - schildvoetigen
		Polyplacophora - keverslakken
		[Monoplacophora]
		Bivalvia - tweekleppigen
		Gastropoda - slakken
		Scaphopoda - stoottanden
		Cephalopoda - inktvissen
Mollusca (totaal)		
Kinorhyncha - stekelwormen		
[Loricifera]		
Priapulida - priapuliden		
Nematoda - nematoden		
Nematomorpha - paardenhaarwormen		
Tardigrada - beerdiertjes		
[Onychophora]		
Arthropoda - geleedpotigen	Chelicerata	Pycnogonida - zeespinnen
		[Xiphosura]

Subklasse	Orde/infraklasse	Gevestigd in NL (+ verondersteld)	Waarvan exoten	Wereld
		22	7	8370
		0		1
		3	1	166
		13	2	5000
		114	10	3250
		0		36
		5		200
		132	12	8486
		10 (+ 110)		2184
		0		115
		6 (+ tientallen)		210
		2		180
		6		100
		144	5	6500
		154		9000
		121 (+ tientallen)		5000
		3		3500
		428 (+ tientallen)	5	24.000
		27		510
		0		1
		1		100
		380	enkele	2030
		26		1150
		406	enkele	3180
		1		2
		4	1	150
		61	8	5000
		2		10
		0		550
		20		1200
		250	11	9000
		9		30
		1		176
		8		145
		158	10	5000
		31	3	650
		1		150
		458	24	15.151
		0		240
		1		120
		2		920
		0		29
		15	18	20.000
		265	65	92.700
		2		520
		5		700
		390	83	115.229
		2		130
		0		22
		1		19
		2000	50	30.000
		8		331
		27		1045
		0		165
		8		1340
		0		4

Noordwijk et al. 2010. In: Nederlandse Fauna 10: 303- 318

Subklasse	Orde/infraklasse	Gevestigd in NL (+ verondersteld)	Waarvan exoten	Wereld
	Acari - mijten	1557	tientallen	48.200
	[Ricinulei - kapucijnspinnen]	0		58
	[Palpigradi]	0		82
	Araneae - spinnen	640	7	41.253
	[Uropygi - zweespinnen]	0		108
	[Schizomida]	0		258
	[Amblypigi]	0		158
	Opiliones - hooiwagens	30	2	6000
	[Scorpiones - schorpioenen]	0		1764
	Pseudoscorpiones - pseudoschorpioenen	23		33.00
	[Solifugae - rolspinnen]	0		1100
		2250	tientallen	102.281
		2258	tientallen	103.625
		37	3	3149
		48	5	12.000
		7	1	780
		2		210
		94	9	16.139
		116	6	1112
		0		21
		0		9
Thecostraca	[Facetotecta]	0		11
	[Ascothoracida]	0		129
	Acrothoracica	1		40
	Rhizocephala - krabbenzakjes	3		260
	Thoracica - eendenmossels & zeepokken	6	1	800
Branchiura - visluizen		1		200
Pentastomida - tongwormen		2		100
[Mystacocarida]		0		12
Copepoda - roeipootkreeftjes		280	enkele	11.500
		110		9000
	Leptostraca	1		40
	Stomatopoda - bidsprinkhaankreeften	1		450
	Bathynellacea	1		200
	[Anaspidacea]	0		70
	[Spelaeogriphacea]	0		4
	[Thermosbaenacea]	0		34
	[Lophogastrida]	0		58
	Mysida - aasgarnalen	16	2	1100
	[Mictacea]	0		5
	Amphipoda - vlokreeften	180	12	6000
	Isopoda - pissebedden	86	18	11.437
	Tanaidacea - naaldkreeftjes	2		1100
	Cumacea - zeekomma's	11		1600
	Euphausiacea - krill	2		91
	Decapoda - tienpotigen	60	12	15.500
		360	ca. 45	37.689
Collembola - springstaarten		232		8038
Protura - beentasters		2		748
Diplura - tweestaarten		2		800
Insecta - insecten	Archaeognatha - rotsspringers	5		504
	Zygentoma - zilvervisjes	3	3	527
	Ephemeroptera - haften	57		3046
	Odonata - libellen	65		5680
	Orthoptera - sprinkhanen & krekels	46	4	25.150
	[Phasmida - wandelende takken]	0		2583
	Embiodoptera - webspinners	1	1	460

Noordwijk et al. 2010. In: Nederlandse Fauna 10: 303- 318

Subklasse	Orde/infraklasse	Gevestigd in NL (+ verondersteld)	Waarvan exoten	Wereld
	Blattodea - kakkerlakken	10	6	7430
	[Mantodea - bidsprinkhanen]	0		2400
	Plecoptera - steenvliegen	27		3497
	Dermaptera - oorwormen	6	1	1967
	[Zoraptera]	0		34
	[Notoptera]	0		39
	Psocodea - stofluizen & echte luizen	330	15	10.600
	Thysanoptera - tripsen	151	14	6000
	Hemiptera - snavelinsecten	1576	61	100.500
	Strepsiptera - waaier vleugeligen	6		603
	Coleoptera - kevers	4163	60	360.000
	Megaloptera - elzenvliegen	3		337
	Raphidioptera - kameelhalsvliegen	6		225
	Neuroptera - netvleugeligen	64		6000
	Trichoptera - kokerjuffers	180		13.574
	Lepidoptera - vlinders	2206	16	156.000
	Siphonaptera - vlooiën	51	2	2050
	Mecoptera - schorpioenvliegen	6		681
	Diptera - muggen & vliegen	4967	enkele	152.245
	Hymenoptera - vliesvleugeligen	5315 (+ 440)	100	146.310
Insecta (totaal)		19.244 (+ 440)	ca. 300	1.008.442
		19.480 (+ 440)	ca. 300	1.018.028
		20.359 (+ 440)	ca. 355	1.078.911
		22.711 (+ 440)	ca. 410	1.198.675
		0		2
		11		7000
		0		27
		0 (+ 2)		90
		0 (+ 2)		117
		16	6	2760
		1		33
		2		115
		3		1170
		93	12	30.082
		0		2
		0		6
		17	1	6515
		71	11	5416
Diapsida-Lepidosauria	Squamata - hagedissen & slangen	7		8396
Anapsida	[Testudines - schildpadden]	0		313
Diapsida-Lepidosauria	[Sphenodontida]	0		2
	[Crocodylomorpha]	0		23
	Aves - vogels	203	17	9900
		210	17	18.634
		396	41	61.940
		413	47	64.733
		27.758 = 27.146 (+ 612)	ca. 655	1.487.134

