

A photograph of four children climbing a large, black safety net against a clear blue sky. The children are in various poses, some looking towards the camera and others looking down or to the side. The net is made of a thick, dark material with a grid pattern.

Natuurlijk beginnen

Cora L. Oostendorp-Bourgonjon
Paul J. Oostendorp

NATUUR & DIDACTIEK



Noordhoff Uitgevers



Natuur & Didactiek

Natuurlijk beginnen



Quis, nisi vidisset, crederet.

Wie zou het geloven als hij het niet zelf gezien had.

Vrij naar Linnaeus

Deze uitgave wordt ondersteund door www.pabowijzer.nl
met daarop:

- Het e-book (digitale hoofdstukken)
- Toetsvragen met feedback
- Samenvattingen per hoofdstuk





Natuur & Didactiek

Natuurlijk beginnen

Natuuronderwijs voor de Pabo

Bronnenboek

Cora L. Oostendorp-Bourgonjon

Paul J. Oostendorp

Ontwerp binnenwerk: Studio Wolters-Noordhoff Groningen
Ontwerp omslag: Studio Wolters-Noordhoff

Bronvermelding illustraties:

Klaartje Bruyn
John Hoogendoorn
Cora Oostendorp
Wim van Wijngaarden

Eventuele op- en aanmerkingen over deze of andere uitgaven kunt u richten aan: Noordhoff Uitgevers bv, Afdeling Hoger Onderwijs, Antwoordnummer 13, 9700 VB Groningen, e-mail: info@noordhoff.nl

Met betrekking tot sommige teksten en/of illustratiemateriaal is het de uitgever, ondanks zorgvuldige inspanningen daartoe, niet gelukt eventuele recht-hebbende(n) te achterhalen. Mocht u van mening zijn (auteurs)rechten te kunnen doen gelden op teksten en/of illustratiemateriaal in deze uitgave dan ver-zoeken wij u contact op te nemen met de uitgever.

Aan de totstandkoming van deze uitgave is de uiterste zorg besteed. Voor informatie die desondanks onvolledig of onjuist is opgenomen, aanvaarden auteur(s), redactie en uitgever geen aansprakelijkheid. Voor eventuele verbeteringen van de opgenomen gegevens houden zij zich aanbevolen.

4 5 / 13 12 11

© 2009 Noordhoff Uitgevers, Groningen, The Netherlands.

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het maken van reprografische verveelvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16h Auteurswet 1912 dient men de daarvoor verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Reprorecht (postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.reprorecht.nl). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie, postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.stichting-pro.nl).

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

ISBN (ebook) 978 90 01 85160 6
ISBN 978 90 01 66290 5
NUR 846

Woord vooraf

Na jaren verschijnt hierbij een boek voor biologie en natuurkunde, inclusief de raakvlakken met scheikunde en fysische geografie. Het boek is speciaal samengesteld voor studenten van de Pedagogische Academie voor BasisOnderwijs (pabo). Maar het is ook bedoeld voor alle anderen die geïnteresseerd zijn in planten, dieren en in het ecologisch wel en wee van onze omgeving.

Het boek is om twee redenen ontworpen voor zelfstudie. Ten eerste omdat studenten van de pabo in toenemende mate verschillende bagage bij zich hebben. Instroom is namelijk mogelijk via de havo, via het mbo en via de deeltijdopleiding komen ook ouderen binnen. Een zelfstudieboek zal dus goede diensten kunnen bewijzen voor studenten die bij een instaptoets ontdekken dat hun kennis niet toereikend is. Ten tweede omdat op de pabo's de constructivistische aanpak functioneel is. Dit betekent dat er door een inkrimping van de lessen tijd voor de student vrijgekomen is voor zelfstudie.

Het boek is tevens geschikt voor amateuronderzoekers die al tellend en metend veel in kaart brengen voor het realiseren van een milieubeschermend overheidsbeleid. Te denken valt aan de Algemene Jeugdbond voor Natuurstudie (AJN), het Instituut Voor Natuurbeschermingseducatie (IVN) en de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging (KNNV).

Het behandelen van zowel natuurkundige, als biologische, als scheikundige en fysisch-geografische gegevens was voor de schrijvers tegelijkertijd een uitdaging en een probleem. Een fenomenologische benadering van de onderwerpen leek de beste oplossing, waardoor de student in de gelegenheid is de conclusies zelf te trekken in plaats van dat ze door de schrijver schoolmeesterachtig worden opgedrongen.

Met dank aan: Jan Hermans, Peter Hendrix, Eduard van der Heyde, Bouten & Zoon, preparateur en vellenbereiderij, Wim van Wijngaarden, Wim van Egmond, Foto Printshop Venlo, Noor Roelofs, Jos Geurts, John Hoogendoorn en vele anderen.

Drs. P.J. Oostendorp, docent Fontys Pabo Limburg
Drs. C.L. Oostendorp-Bourgonjon
Grubbenvorst, januari 2002

Inhoud

Inleiding 11

Deel 1

Ecologie 12

- 1 **Ecologische begrippen** 15
 - 1.1 Organisatieniveaus 16
 - 1.2 Energie en voedsel 19
 - 1.3 Aanpassingen aan de niet-levende natuur 21
 - 1.4 Aanpassingen aan de levende natuur 25

- 2 **Ecosystemen op wereldniveau** 29
 - 2.1 Tropisch regenwoud 30
 - 2.2 Natuurlijke graslanden 34
 - 2.3 Woestijnen 37
 - 2.4 Loofbossen 40
 - 2.5 Naaldbossen 43
 - 2.6 Toendra 45
 - 2.7 Poolstreken 47

- 3 **Ecosystemen in Nederland** 51
 - 3.1 Bossen 52
 - 3.2 Strand 57
 - 3.3 Duinen 61
 - 3.4 Wadden en kwelders 64
 - 3.5 Laagveenplassen, laagveenmoerassen en sloten 67
 - 3.6 Stufzand, heide en vennen 71

Deel 2

Planten 76

- 4 **Ordening** 79
 - 4.1 Systematiek 80
 - 4.2 Virussen 82
 - 4.3 Bacteriën en blauwwieren 82
 - 4.4 Algen 84
 - 4.5 Schimmels en korstmossen 86
 - 4.6 Sporenplanten 88
 - 4.7 Zaadplanten 91

- 5 **Bouw van zaadplanten** 93
 - 5.1 Cellen 94
 - 5.2 Weefsels 95
 - 5.3 Wortels 97
 - 5.4 Stengels 98
 - 5.5 Bladeren 99
 - 5.6 Bloemen 103
 - 5.7 Zaden 106

- 6** **Functie van zaadplanten** 109
- 6.1 Groei 110
- 6.2 Stofwisseling 117
- 6.3 Voortplanting 120
- 6.4 Relaties 126

Deel 3

Dieren 134

- 7** **Ordening** 137
- 7.1 Systematiek 138
- 7.2 Eencelligen 138
- 7.3 Sponzen 140
- 7.4 Holtedieren 140
- 7.5 Platwormen 142
- 7.6 Rondwormen 142
- 7.7 Ringwormen 143
- 7.8 Geleedpotigen 143
- 7.9 Weekdieren 149
- 7.10 Stekelhuidigen 151
- 7.11 Gewervelde dieren 152

- 8** **Enkele ongewervelde dieren** 155
- 8.1 Slakken 156
- 8.2 Regenwormen 157
- 8.3 Spinnen 158
- 8.4 Watervlooien 159
- 8.5 Pissebedden 160
- 8.6 Duizendpoten 161
- 8.7 Miljoenpoten 161
- 8.8 Insecten 162

- 9** **Enkele gewervelde dieren** 177
- 9.1 Vissen 178
- 9.2 Amfibieën 181
- 9.3 Reptielen 183
- 9.4 Vogels 186
- 9.5 Zoogdieren 190

Deel 4

Mensen 198

- 10** **Bouw en functie** 201
- 10.1 Cellen 202
- 10.2 Weefsels 203
- 10.3 Huid 205
- 10.4 Skelet 207
- 10.5 Spijsvertering 211
- 10.6 Bloedsomloop 215
- 10.7 Lymfestelsel 218
- 10.8 Ademhaling 220
- 10.9 Voortplanting 223
- 10.10 Nieren, urineleider en blaas 226

- 10.11 Zenuwstelsel 228
- 10.12 Bewegen 229
- 10.13 Zintuigen 230

- 11 Voeding 237**
 - 11.1 Voedingsstoffen 238
 - 11.2 Voedingspatronen 243
 - 11.3 Bewerkingen 246
 - 11.4 Gezonde voeding 248

- 12 Mens en milieu 251**
 - 12.1 Geschiedenis van het milieubewustzijn 252
 - 12.2 Enkele milieuproblemen 255

Deel 5

Verschijnselen uit de natuur 258

- 13 Heelal, weer en klimaat 261**
 - 13.1 Heelal 262
 - 13.2 Weer 268
 - 13.3 Klimaat 273

- 14 Stoffen en energie 275**
 - 14.1 Stoffen 276
 - 14.2 Bouwstenen van stoffen 278
 - 14.3 Water 280
 - 14.4 Lucht 283
 - 14.5 Bodem 285
 - 14.6 Energie 288
 - 14.7 Energiebronnen 289

- 15 Bijzondere vormen van energie 293**
 - 15.1 Magnetisme 294
 - 15.2 Elektriciteit 297
 - 15.3 Geluid 303
 - 15.4 Licht 306
 - 15.5 Warmte 311
 - 15.6 Veerkracht 315
 - 15.7 Zwaartekracht 316

Register 319

Inleiding

Dit boek geeft in grote lijnen weer wat de inhoud is van het natuuronderwijs op de pabo, zoals beschreven staat in de kerndoelen. Aan de hand van deze grote lijnen kan de student kiezen in welk onderwerp hij of zij zich verder wil verdiepen met behulp van andere bronnen.

Deel 1 behandelt de ecologie. In dit deel wordt als het ware het toneel beschreven waarop het boek zich afspeelt. De spelers worden geïntroduceerd. Hun motieven worden zichtbaar.

Deel 2 behandelt planten, de eerste groep spelers op het toneel. Zij worden nader bekeken.

Deel 3 behandelt dieren, de tweede groep spelers op het toneel. Ook zij worden nader bekeken.

Deel 4 behandelt mensen, de derde groep spelers die de eerste twee groepen naar zijn hand probeert te zetten. De gevolgen daarvan zijn soms wel en soms niet gepland.

Deel 5 behandelt verschijnselen uit de natuur. Deze 'spelers' zijn het meest ongreepbaar en het minst voorspelbaar.

De tekstblokken zijn als volgt doorlopend genummerd: (1). Deze nummering wordt in de tekst vermeld als dat onderwerp ook elders in het boek aan de orde komt.

Bij het boek hoort een cd-rom. Hierop staan diverse Nederlandse ecosystemen. Door hier doorheen te 'wandelen' komt men een deel van de behandelde planten en dieren in hun biotoop tegen. De student wordt hiermee uitgenodigd zelf op onderzoek uit te gaan in de natuur. Op de cd-rom zijn vele prachtige foto's te vinden. Verder bevat de cd-rom vragen waarmee de student zijn algemene kennis kan toetsen. Tekstblokknummers bij de antwoorden verwijzen naar het boek, waar de student meer over het gevraagde onderwerp kan lezen. De paragraaf *Systematiek* bood geen plaats meer voor een gedetailleerde behandeling van enkele bekende Nederlandse plantenfamilies; ook deze staan op de cd-rom.

Ecologie



- 1 Ecologische begrippen 15**
- 2 Ecosystemen op wereldniveau 29**
- 3 Ecosystemen in Nederland 51**



Bij het woord 'ecologie' denken we aan de natuur. Bij het woord 'natuur' denken we in de eerste plaats aan bijvoorbeeld bossen of duinen. Bij nadere beschouwing willen we heidevelden, sloten, akkers en weilanden ook

nog wel natuur noemen. Maar we voelen dat er met deze natuur iets aan de hand is. Een heideveld of een sloot is zo omdat de mens dat wil. Als we de natuur haar gang lieten gaan, lag op die plek geen heide maar een bos. We zien dat we de mens blijkbaar niet tot de natuur rekenen. Onder 'natuur' verstaan we inderdaad datgene wat er in een bepaald gebied gebeurt en ontstaat als de mens zich er niet mee bemoeit.

In dit deel over ecologie staan beschrijvingen van verschillende vormen van natuur dus zonder menselijke invloed, voorzover dat nog mogelijk is. Natuurlijk staat er ook beschreven wat er gebeurt met die natuur als de mens zich er wél mee bemoeit. Want ons ergens mee bemoeien, dat doen we graag. Zo is onze natuur nu eenmaal.



Ecologische begrippen



- 1.1 Organisatieniveaus
- 1.2 Energie en voedsel
- 1.3 Aanpassingen aan de niet-levende-natuur
- 1.4 Aanpassingen aan de levende natuur

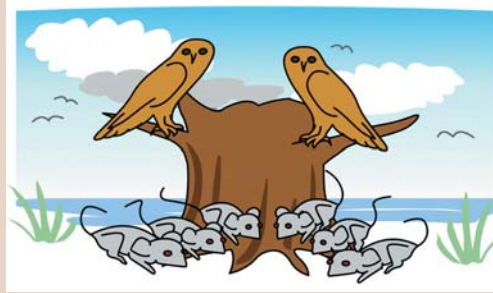
Kijken we om ons heen dan zien we planten, dieren, stenen, zand, water, lucht en regen. Om dit alles te beschrijven en te bestuderen, heeft men een aantal begrippen ingevoerd. Daarbij is een onderverdeling gemaakt tussen levend en niet-levend. Er zijn regels opgesteld waaraan iets moet voldoen om de titel 'levend' te krijgen. Iets leeft als het ademt, voedsel opneemt, beweegt, groeit, afvalstoffen afscheidt, reageert op de omgeving en zich voortplant.

Een ander woord voor iets levends is *organisme*. Organismen die samen in een bepaald gebied leven, beïnvloeden elkaar. Dieren eten planten en planten concurreren elkaar om een standplaats. Maar organismen en de niet-levende natuur beïnvloeden elkaar ook. Op droge zandgrond groeien geen moerasplanten. Dieren gaan in winterslaap als het koud wordt. Geen enkel organisme, voorwerp of verschijnsel staat op zichzelf, alles hangt met elkaar samen. Zo'n samenhangend geheel noemen we een ecosysteem.

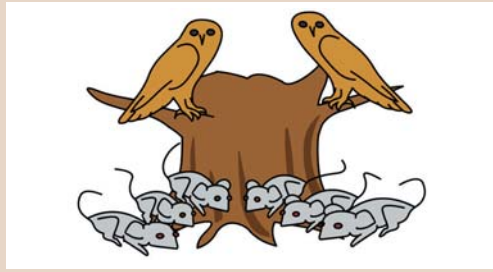
1.1 Organisatieniveaus (1)

Een ecosysteem kun je opsplitsen in verschillende organisatieniveaus, zoals individu, populatie en levensgemeenschap (zie afbeelding 1.1).

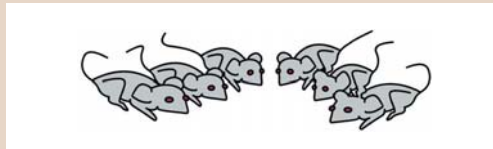
Afbeelding 1.1 **Organisatieniveaus**



Ecosysteem



Levensgemeenschap



Populatie



Individu

Eén enkel organisme noemt men een *individu*. De relaties tussen individuen onderling en tussen individuen en de niet-levende natuur verlopen volgens vastliggende patronen. Zo kunnen alleen individuen die sterk op elkaar lijken, zich onderling voortplanten. Een konijn paart alleen met een ander konijn en niet met een haas. We zeggen dat deze individuen tot dezelfde *soort* behoren (98).

In een afgebakend gebied leeft een groep individuen van dezelfde soort vaak samen in een georganiseerd verband. We noemen dit een *populatie*. In de duinen leven meerdere konijnenpopulaties. Populaties van verschillende soorten leven weer in een complexer verband met elkaar. We noemen dit een *levensgemeenschap*. In een levensgemeenschap in de duinen bijvoorbeeld leven konijnen, muizen, insecten en allerlei

planten waar deze dieren van eten. De organisatie van zo'n levensgemeenschap hangt – behalve van de 'deelnemers' – ook af van de nietlevende natuur eromheen. In de duinen met een zeeklimaat vinden we andere levensgemeenschappen dan in een regenwoud met een tropisch klimaat. Een levensgemeenschap in samenhang met de omgeving noemt men een *ecosysteem*. De nadruk ligt hierbij op de onderlinge relaties. Alle ecosystemen samen vormen het buitenste deel van de aarde waar het leven plaatsvindt. Dit heet de *biosfeer*.

Kenmerken ecosysteem (2)

Het woord 'ecosysteem' is afkomstig van het Griekse woord 'oikos', dat 'huis' betekent. Een ecosysteem is een huis voor de planten en dieren die er wonen. Voor een schimmel kan een rotte peer een huis zijn. Dat is zijn ecosysteem. Voor een eekhoorn is het loofbos zijn ecosysteem en voor de mens vrijwel de hele aarde.

Een ecosysteem ondervindt invloed van buitenaf. Is deze invloed klein en het ecosysteem groot, dan blijft het ecosysteem hetzelfde. Eén omgekapte boom heeft geen invloed op het bos. Is de invloed groot en het ecosysteem klein, dan verandert het. Gaat het vriezen, dan bevriest de rotte peer en is de schimmel zijn huis kwijt.

Het blijkt dat in een ouder wordend ecosysteem zich steeds meer soorten gaan vestigen; elk plekje wordt benut. We zeggen dat de *biodiversiteit* toeneemt. Door specialisatie (8) zitten deze organismen elkaar niet in de weg. Voor de toename van de biodiversiteit is tijd nodig. Hoe ouder een ecosysteem is, des te beter zijn de inwoners op elkaar en op het klimaat (408) en bodemtype (425) ingesteld.

Een ecosysteem kan zich herstellen van een verandering; hoe groter de biodiversiteit is, des te meer storing kan het corrigeren.

Als we op wereldniveau kijken, onderscheiden we een aantal grote ecosystemen, bijvoorbeeld regenwouden, savannen en toendra's. Het klimaat bepaalt in grote lijnen de plantengroei en de plantengroei bepaalt welke dieren zich er kunnen vestigen. Als we alleen in Nederland kijken, onderscheiden we kleinere ecosystemen, zoals loofbossen, naaldbossen, duinen of heide. De aard hiervan wordt vooral bepaald door de gesteldheid van de bodem en door de mens.

Successie en climax (3)

Een ecosysteem in evenwicht blijft honderden jaren hetzelfde. De tropische regenwouden zijn hier een voorbeeld van. Als een ecosysteem nog niet in evenwicht is, verandert het geleidelijk. Zou je een stuk grond helemaal kaal maken, dan groeien er al snel planten die goed bestand zijn tegen droogte en extremen in de temperatuur, de zogenaamde *pioniersvegetatie* (zie afbeelding 1.2). In het begin zijn dit vooral algen, mossen en korstmossen. Als deze planten sterven, maken ze de bodem rijker aan humus. Op deze voedselrijkere grond gaan nu andere planten groeien, meestal eerst eenjarige kruiden. Dankzij het feit dat ze in één seizoen kiemen, groeien, bloeien en zaad maken, verdringen ze de oorspronkelijke pioniersplanten en bedekken ze al snel het stuk grond. Hun afgestorven resten verrijken opnieuw de bodem met humus. Deze wordt hierdoor geschikt voor meerjarige planten. Omdat deze langer op één plek staan, wortelen ze dieper en zijn ze sterker dan de eenjarigen, die ze op den duur helemaal verdringen. Na een aantal jaren is de bodem rijp voor struiken en bomen. De bomen worden

Afbeelding 1.2
Pioniersvegetatie in de
duinen



steeds groter en gaan overheersen in de plantengroei. Deze opeenvolging van verschillende soorten planten noemt men *successie*. Uiteindelijk vindt men jaar op jaar dezelfde planten. De *climax* is bereikt. In ons klimaat is dat een loofbos. Hoe snel en op welke wijze een climax wordt bereikt, is afhankelijk van de sterkte in wisselingen van wind, licht, temperatuur en water.

De climaxvegetatie kan alleen verstoord worden door invloeden van buitenaf zoals een klimaatverandering, een verandering in het grondwaterpeil of invloeden van de mens zoals vervuiling en kappen.

Mens en ecosystemen (4)

Ecosystemen zijn vaak ingewikkeld en ze staan niet op zichzelf maar ondervinden invloed van andere ecosystemen. Omdat nooit precies is na te gaan hoe een ecosysteem functioneert, heeft elk ingrijpen van de mens gevolgen die hij niet kan overzien. Als negatieve gevolgen zichtbaar worden, is het voor het ecosysteem meestal te laat.

Dit komt omdat een ecosysteem zo lang mogelijk de gevolgen opvangt, zodat een negatieve ontwikkeling pas te zien is als de schade groot is. Loost men afvalwater in een sloot, dan zullen micro-organismen zich sterk gaan vermenigvuldigen en het vuil opruimen (388). Er lijkt niets aan de hand. Maar als dit in steeds grotere mate gebeurt, komt er een moment waarop er zoveel micro-organismen komen dat het evenwicht onherstelbaar verstoord raakt. Er wordt bijvoorbeeld zoveel zuurstof verbruikt door deze opruimers dat al het andere leven in de sloot doodgaat en ten slotte de opruimers zelf ook. Nu is het zelfreinigende vermogen van de sloot vernietigd. In sommige meren van Noord-Amerika is dit het geval en in de zee begint dit zich hier en daar in lichte mate te voltrekken.

Vaak is niet te overzien wat de gevolgen kunnen zijn. Het was niet te voorspellen dat plaatsing van hogere schoorstenen in West-Europa weliswaar de luchtvervuiling (389) ter plekke verminderde, maar elders

het probleem deed toenemen, waardoor in de meren van Scandinavië vrijwel geen leven meer is. Evenmin was te voorspellen dat de toename van het koolzuurgasgehalte een klimaatverandering op wereldschaal zou veroorzaken (390).

■ ■ ■ 1.2 Energie en voedsel (5)

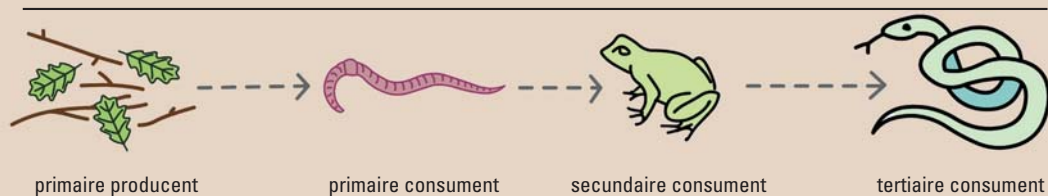
Als we naar een ecosysteem kijken, lijkt er weinig te gebeuren; het bos van vandaag is over honderd jaar nog steeds hetzelfde bos. Als we naar individuen in het bos kijken, gebeurt er echter veel. Planten groeien, bloeien en sterven weer af. Bodem wordt gevormd en weer afgebroken. Hierbij komt nog de invloed van wind, temperatuursveranderingen en regen. Een ecosysteem is een dynamisch geheel. Voor deze dynamiek is *energie* nodig. Die energie komt van de zon. De zon is de motor achter alle levensverschijnselen en verschijnselen in de niet-levende natuur, zoals warmte, wind en regen.

Voedselketen en voedselkringloop (6)

Groene planten leggen zonne-energie vast binnen het ecosysteem tijdens de fotosynthese (166). Daarna wordt deze energie aan andere organismen doorgegeven. Dieren kunnen namelijk niet rechtstreeks gebruik maken van zonne-energie. Ze moeten planten eten om bij de energie te kunnen. Sommige dieren kunnen dit alleen door andere dieren te eten. Zo ontstaat een keten waarin energie wordt doorgegeven: een *voedselketen*. Zo'n keten verschilt per ecosysteem, maar aan het begin staan altijd groene planten en aan het eind staat een roofdier.

Planten staan aan het begin van de voedselketen omdat ze van eenvoudige (anorganische) stoffen ingewikkelde (organische) stoffen maken. Men noemt planten daarom *primaire producenten*. Dieren die planten eten, gebruiken de plantaardige organische stoffen om er dierlijke organische stoffen van te maken. Men noemt deze planteneters *primaire consumenten*. Dieren die dieren eten, noemt men *secundaire consumenten*, *tertiaire consumenten*, enzovoort. Een voedselketen bestaat meestal uit drie tot vier schakels (zie afbeelding 1.3).

Afbeelding 1.3 Voedselketen

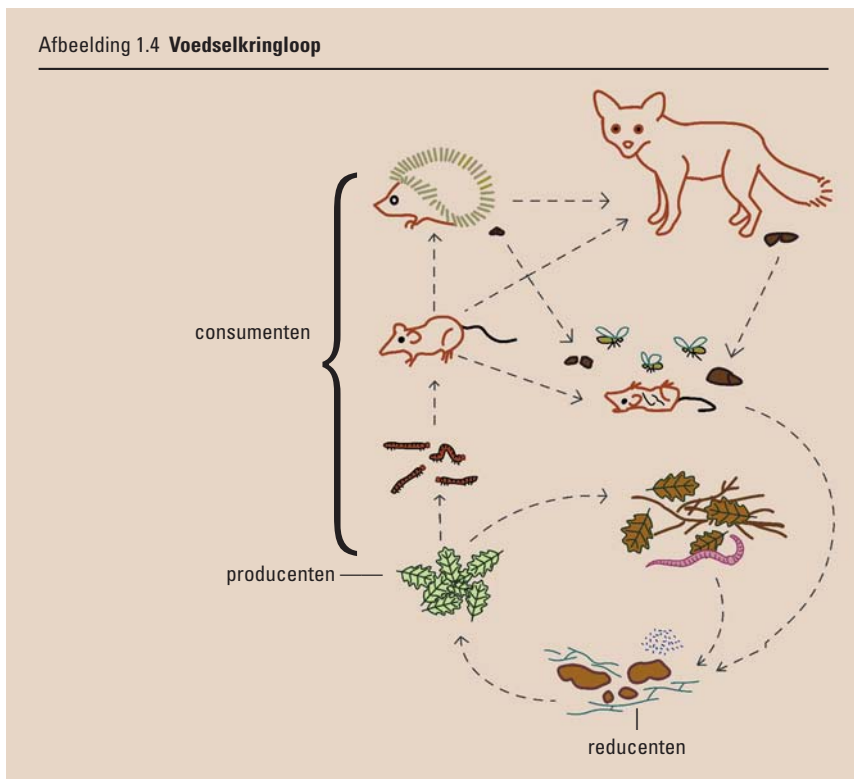


In de natuur bestaan geen geïsoleerde voedselketens. Alle voedselketens binnen een bepaald gebied zijn met elkaar verweven. Dit noemen we een *voedselnet* of *voedselweb*. Als een van de schakels binnen een voedselweb van een ecosysteem ontregeld raakt, raakt heel het ecosysteem ontregeld.

Er is een groep organismen die nog niet genoemd is: organismen die

begin en eind van de voedselketen met elkaar verbinden en zo een *voedselkringloop* maken. Dit zijn bepaalde bacteriën en schimmels die van organische stoffen weer anorganische (430 en 189) maken (reducenten). Ze zijn van levensbelang voor de planten omdat alleen deze organismen voor de aanvoer van de benodigde zouten in de bodem kunnen zorgen (zie afbeelding 1.4).

Afbeelding 1.4 **Voedselkringloop**

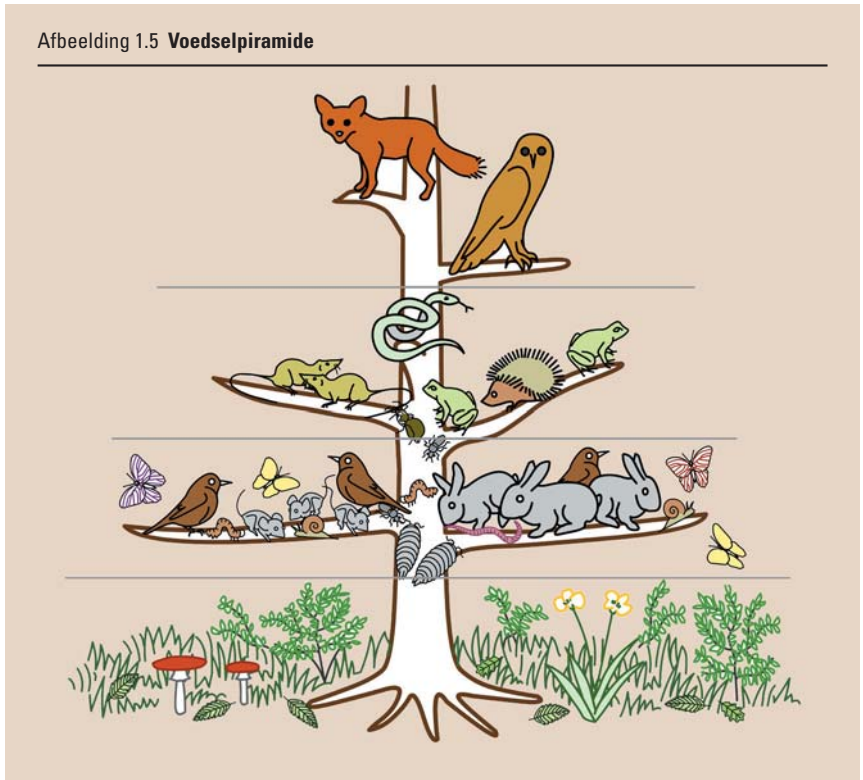


Voedselpiramide (7)

De eerste organismen in een voedselketen (planten) zijn meestal in grote aantallen aanwezig. Bij elke volgende schakel (dieren) neemt het aantal individuen af. In een bosrand bijvoorbeeld groeien honderden wilde planten, die gegeten worden door tientallen dieren, zoals regenwormen, muizen en konijnen. Deze dieren worden op hun beurt weer gegeten door bijvoorbeeld merels, egels en spitsmuizen. Een enkele vos en uil eet de spitsmuizen en konijnen. Als men in een voedselketen de producenten en consumenten onder elkaar zet en hierbij de aantallen weergeeft, krijg je een *voedselpiramide*: onderaan veel individuen, bovenaan weinig (zie afbeelding 1.5). Als je van elke etage het totale gewicht bepaalt, krijg je ook een piramidevorm. Dit komt omdat er bij elke overgang energieverlies optreedt; een deel gaat verloren in de vorm van warmte en uitwerpselen.

Soms komen er schadelijke stoffen in het milieu terecht (387) die door planten worden opgenomen en niet meer worden uitgescheiden. Als dieren deze planten eten, kunnen deze schadelijke stoffen zich hierin ophopen. Op deze manier stapelen schadelijke stoffen zich in steeds

Afbeelding 1.5 Voedselpiramide



hogere concentraties op in elke stap van de voedselpiramide. Uiteindelijk vindt men zeer hoge concentraties in de laatste schakel, het roofdier. Schadelijke stoffen worden in zijn lichaam zoveel mogelijk opgeslagen op plekken waar ze weinig kwaad kunnen en dit is met name in vetten. Gaat zo'n dier echter tijdens de winter zijn vetreserves aanspreken, dan komen deze gifstoffen vrij en sterft hij door vergiftiging. Op deze manier zijn tientallen pinguïns en zehonden aan hun einde gekomen, zelfs ver van de bron van vervuiling vandaan.

■ ■ ■ 1.3 Aanpassingen aan de niet-levende natuur (8)

In een ecosysteem zijn alle organismen aangepast aan hun omgeving. Dit blijkt eenvoudig uit het feit dat ze er leven. Aanpassingen aan verschillende omstandigheden hebben geleid tot vele verschillende vormen en verschillende gedragingen. Men noemt dit *specialisatie*. Hoe extremer de omgeving waarin organismen wonen, des te gespecialiseerder zijn de aanpassingen. Een grotere specialisatie betekent ook dat er minder verschillende soorten zijn, maar er zijn wel veel exemplaren per soort.

De belangrijkste factoren waaraan een organisme zich aanpast, zijn de temperatuur (478), de hoeveelheid water (416), de hoeveelheid licht (467) en bij planten ook nog de bodem (425).

Aanpassingen aan temperatuur (9)

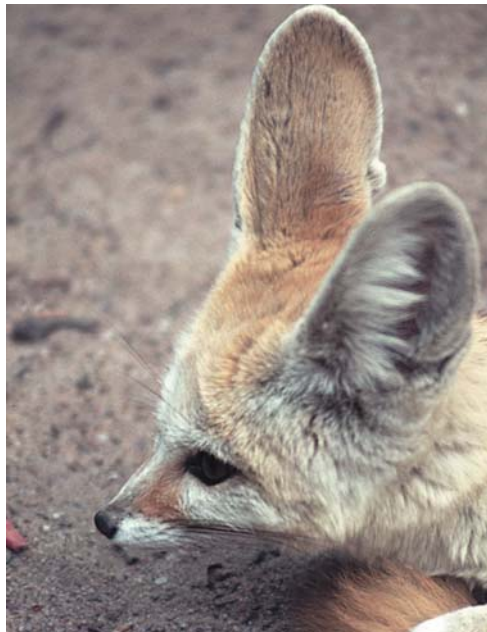
Warmte is noodzakelijk voor alle levensprocessen. In een organisme vinden allerlei chemische omzettingen plaats die gebonden zijn aan een bepaalde temperatuur. Hoe hoger de temperatuur, des te sneller verlopen deze processen, maar er is natuurlijk een grens. Op aarde vinden we wisselende temperaturen met als uitersten de polen waar het extreem koud kan zijn en de woestijnen waar het extreem warm kan zijn. Juist bij die extremen vinden we de meest bijzondere aanpassingen.

Planten verdragen temperaturen tussen de veertig graden onder en boven nul. Bij een temperatuur net onder nul staat de stofwisseling vrijwel stil. Om bevrozing te voorkomen, maakt een plant extra suiker in zijn celvocht aan. Dit werkt als een soort antivries en er ontstaan geen ijskristallen. Bij koud weer kunnen planten slecht water opnemen; ze passen zich dan aan door hun bladeren te laten vallen waardoor ze minder water verdampen. Vaak ook overwintert een plant in de vorm van zaad of een wortelrozet.

Bij veel dieren hangt hun lichaamstemperatuur af van de omgeving. Vroeger noemde men deze dieren 'koudbloedig' (478). Hun lichaamstemperatuur mag echter niet ver boven de 40° komen; in woestijnen zoeken deze dieren dus koele plekje op tijdens het heetst van de dag. Ze graven zich in of kruipen in rotspleten. In koude gebieden worden 'koudbloedige' dieren veel minder actief. Als de temperatuur onder nul komt, verlagen veel insecten het watergehalte in hun lichaam; ze kunnen dan niet zo snel bevriezen. Of ze overwinteren in de vorm van een pop of een ei. Waar het extreem koud is, vinden we deze dieren niet, afgezien van enkele specialisten zoals de gletsjervlo.

Dieren die een constante hoge lichaamstemperatuur hebben, moeten zorgen dat ze op temperatuur blijven. In warme gebieden zijn ze zoveel mogelijk 's nachts actief. In woestijnen zien we dieren met grote oren om op die manier af te koelen (zie afbeelding 1.6).

*Afbeelding 1.6
Woestijnvos met grote
oren voor afkoeling*



In koude gebieden zien we dieren met onderhuids vet, haren of veren als isolatie. Als de temperatuur sterk daalt, bijvoorbeeld in de winter, kost het veel energie om op temperatuur te blijven, terwijl er dan juist weinig voedsel is. De dieren trekken in dit geval weg naar warmere streken of ze kruipen in een hol waar ze een winterslaap of winterrust houden.

Aanpassingen aan water (10)

Geen enkel organisme kan zonder water; ze bestaan er voor minstens 50% uit, een kwal zelfs voor 99%. Een organisme verliest water door ademhaling, uitscheiding en verdamping.

Op aarde zijn plekken waar het zeer droog is, zoals in woestijnen, of waar het constant nat is, zoals in de zee; hier vinden we de grootste aanpassingen.

Planten passen zich aan droogte aan door de verdamping zoveel mogelijk tegen te gaan. Ze hebben een dikke waslaag op hun bladeren of zelfs helemaal geen bladeren. Ze verliezen het meeste water via de huidmondjes (141). Door deze zoveel mogelijk dicht te houden en door de bladeren op te rollen, gaan ze verdamping tegen. Het opslaan van water is een andere aanpassing. Dit kan in stengels (cactussen en vetplanten), wortels en bladeren (zie afbeelding 1.7). Planten in droge

Afbeelding 1.7
Cactussen: water-
opslag in stengels



gebieden hebben vaak lange wortels. Het leven van planten onder water vereist weer andere aanpassingen, met name wat betreft de voortplanting. Ze steken hiervoor vaak hun bloemen omhoog uit het water. Omdat het water de planten draagt, hebben ze slappe stengels. Dieren passen zich op verschillende manieren aan een droge omgeving aan. Sommige woestijndieren hoeven nooit te drinken omdat ze het water dat vrijkomt bij de stofwisseling niet uitademen maar opnieuw gebruiken. Ze scheiden weinig urine uit en deze is sterk geconcentreerd. Insecten en reptielen beschermen zich tegen uitdrogen door een harde huid. Vaak ontstaat in de woestijn in de loop van de nacht dauw door afkoeling. Kleine woestijndieren drinken hiervan.

Dieren die in een omgeving wonen met een hoge luchtvochtigheid –

zoals in een tropisch regenwoud – hebben vaak een dunne huid. Grotere dieren die in het water leven moeten juist zorgen dat ze niet teveel water binnenkrijgen. Ze hebben een huid die ondoordringbaar is voor water en organen die veel water kunnen uitscheiden. Het leven onder water vereist ook aanpassingen voor de zuurstofvoorziening, zoals kieuwen (248).

Aanpassingen aan licht (11)

Alle leven op aarde is geheel afhankelijk van iets dat hier niet ontstaat: het zonlicht. Dit komt tot ons vanuit het heelal (391). Zonlicht geeft energie, onder andere in de vorm van warmte en licht.

Planten hebben speciale aanpassingen waarmee ze licht kunnen opvangen en de energie hierin kunnen opslaan: de bladgroenkorrels. Om zo veel mogelijk licht te kunnen opvangen, liggen de bladgroenkorrels in grote, platte bladeren. Planten die op donkere plekken groeien hebben vaak grotere bladeren met meer bladgroenkorrels dan planten die op lichte plekken groeien (zie afbeelding 1.8). Verder groeien planten

*Afbeelding 1.8
Grote bladeren om
veel licht op te vangen*



naar het licht toe. In een tropisch regenwoud staan de planten elkaar in de weg wat betreft het licht; ze groeien dan meters hoog. In het hooggebergte daarentegen is het licht zeer intens, de planten blijven hier kort en gedrongen.

Licht heeft ook invloed op bloemen. Sommige gaan alleen 's nachts open (de cactus 'Koningin der nacht') of geuren alleen in de nacht (kamperfoelie).

Dieren gebruiken licht om zich te oriënteren. Ze hebben hiervoor aanpassingen in de vorm van ogen en een zenuwstelsel dat de lichtprikkel kan verwerken en zorgt voor aangepast gedrag. Insecten bijvoorbeeld vliegen naar lamplicht toe. Dieren die in het donker leven, zoals regenwormen, hebben geen ogen, ze hebben alleen enkele eenvoudige, lichtgevoelige cellen.

Licht heeft ook invloed op het uiterlijk van dieren. In zonlicht zitten schadelijke stralen en in de huid van dieren zit een pigment dat dit tegenhoudt.

Licht heeft verder nog invloed op het gedrag van dieren. Tegen de schemering worden dieren als uilen, nachtvinders en vlermuizen actief. Verder speelt licht een belangrijke rol bij de voortplanting. In het voorjaar, als de dagen lengen, gaan de voortplantingsorganen van vogels zich ontwikkelen. Ook het uitkomen van poppen bij insecten is afhankelijk van de daglengte.

Aanpassingen aan lucht (12)

Lucht heeft op verschillende niveaus invloed op organismen. In verband met de ademhaling is de samenstelling van belang. Dieren en mensen nemen zuurstof uit de lucht op, planten nemen zowel zuurstof als koolzuurgas op. Als de lucht verontreinigd is met zwevend vuil of giftige stoffen, komen deze ook in het organisme terecht. Over de nadelige invloed hiervan lees je in hoofdstuk 12.

Lucht in de vorm van wind heeft een andere functie. Sommige planten maken gebruik van de wind om stuifmeel en zaden te verspreiden (zie afbeelding 1.9). De wind bepaalt ook verschijnselen als verdamping en afkoeling.

Vogels zijn in hoge mate aangepast aan luchtstromen. Door de speciale bouw van hun vleugels kunnen ze urenlang zweven en op deze manier verplaatsen ze zich zonder dat het hun energie kost. Bij langdurige stormen kunnen insecten of spinnen over grote afstanden meegevoerd worden. Er zijn gevallen bekend dat bladluizen over meer dan 1 000 kilometer verplaatst werden door de wind. Voor insecten heeft dit geen zin: de kans dat ze elders soortgenoten vinden voor de voortplanting is klein. Op plekken waar het veel waait komen dan ook juist kruipende soorten voor.

De wind verschaft ten slotte nog informatie aan dieren omdat hij allerlei geuren met zich meevoert.



*Afbeelding 1.9
Paardebloempluis
wordt verspreid door
de wind*

■ ■ ■ 1.4 Aanpassingen aan de levende natuur (13)

Organismen zijn niet alleen aangepast aan de niet-levende natuur, maar ook aan alles wat om hen heen leeft. Ze zijn hiervan afhankelijk voor hun voedsel en voor de voortplanting. Deze aanpassing betreft niet alleen de bouw, maar ook het gedrag. Als een voedselbron te veel aangesproken wordt, kan deze definitief verdwijnen en verhongert het organisme. Teveel soortgenoten in hetzelfde gebied kan ook een voedseltekort opleveren. Maar te weinig soortgenoten kan de voortplanting in gevaar brengen. Binnen een ecosysteem vormen de relaties met het voedsel, soortgenoten en andere organismen een uitgebalanceerd systeem, waarin geen soorten verdwijnen.

Voedselrelaties (14)

Elk organisme moet voedsel opnemen uit zijn omgeving. Eenvoudige planten doen dit door de celwand heen. Hogere planten hebben wortels en bladeren. Sommige planten vangen insecten met hun bladeren of halen voedsel bij een andere plant (*parasieten*, (171)).

Bij dieren zien we de meest uiteenlopende lichaamsdelen en gedragspatronen om aan voedsel te komen. Denk maar eens aan de ingewikkelde vangnetten van spinnen, lange roltongen bij vlinders of zuignuiten van luizen.

Bekend zijn de aanpassingen in het gebit bij zoogdieren. Dieren die gras eten (*herbivoren*) hebben grote snijtanden en grote kiezen met dwarsrichels (zie afbeelding 1.10-1). Hun kaken gaan tijdens het kau-

Afbeelding 1.10

- 1 Herbivorengebit
- 2 Carnivorengebit
- 3 Omnivorengebit
- 4 Knaagdierengebbit



wen heen en weer. Vleeseters (*carnivoren*) hebben kleine snijtanden, grote hoektanden en kleinere scheurkiezen met scherpe punten (zie afbeelding 1.10-2). Hun kaken gaan tijdens het eten op en neer.

Alleseters (*omnivoren*) hebben knobbelkiezen (zie afbeelding 1.10-3).

Knaagdieren hebben grote snijtanden (zie afbeelding 1.10-4). Hun kaken bewegen van voren naar achteren tijdens het kauwen.

Ook de manier waarop het voedsel verwerkt wordt, verschilt sterk. Spinnen verteren hun voedsel buiten hun lichaam. Ze injecteren hun prooi met verterings sap uit hun darmen en zuigen hem leeg als hij vloeibaar is geworden. Zaadetende vogels hebben een gespierde maag, vaak met steentjes, waar het voedsel gekauwd wordt.

Relaties met soortgenoten (15)

Planten beconcurreren elkaar om voedsel, ruimte en licht. De sterkste planten worden het grootst en krijgen zo een voorsprong op de zwakere. Dieren die tot dezelfde soort behoren eten hetzelfde voedsel: ze zijn elkaars voedselconcurrenten. Ze beconcurreren elkaar ook om schuilplaatsen en plekken om zich voort te planten; de sterkste heeft de grootste overlevingskans.

Het gebied dat een individu voor zichzelf opeist heet een *territorium*. Hier wordt alleen de partner geduld. Het territorium wordt afgebakend door geur, zang of een ander geluid.

Veel soorten vormen paren die tijdens de voortplanting bij elkaar blijven en later samen de jongen grootbrengen. Andere soorten leven in grote groepen, zoals een kudde herten, een zwerm spreeuwen, een staat bijen of een school haringen.

Relaties met andere soorten (16)

Behalve de reeds genoemde voedselrelaties zijn er ook organismen die langdurig samenleven met een andere soort in verband met de voedselvoorziening, de veiligheid of de voortplanting. Bij korstmossen leven een schimmel en een alg samen (115). Bomen leven vaak samen met schimmels in hun wortels waardoor ze beter water kunnen opnemen (186). Sommige krabben leven samen met zee-anemonen. De giftige tentakels beschermen de krab en de anemoon leeft van de etensresten van de krab.

Bij parasieten heeft er maar één voordeel bij de samenleving. Luizen zuigen plantensappen en vlooien zuigen bloed, maar de gastheer krijgt er niets voor terug (zie afbeelding 8.12, p.165).

Tussen bloemen en insecten bestaan ook nauwe relaties. Voor de bestuiving zijn veel bloemen afhankelijk van insecten. Om deze te lokken hebben ze speciale voorzieningen zoals felgekleurde kroonbladeren, nectarklieren, voedselrijke stuifmeelkorrels of speciale geuren. Deze hoeven niet altijd lekker te zijn. Er zijn planten die de geur van rottend vlees verspreiden om aasvliegen te lokken. Ook de bouw van de bloem is aangepast aan het insectenbezoek, evenals de vorm van de stuifmeelkorrels. Sommige kroonbladeren vertonen stippen of strepen die het insect de weg wijzen naar de nectar. Niet alleen bij de bestuiving, maar ook bij de verspreiding van zaden spelen insecten een rol.

■ ■ ■ Aanbevolen literatuur

Bakker, K. e.a. (1985). *Inleiding tot de oecologie*. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht/Antwerpen.

Sesam Ecologie (1975). *De mens en zijn milieu*. Sesam special. Bosch & Keuning N.V., Baarn.