Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

MAX

4 B

bvj

VWO

Biologie voor jou

NAAM EN KLAS:

.....

MALMBERG

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

bvj

4b

VWO

biologie voor jou
LEEROPDRACHTENBOEK

BIOLOGIE VOOR DE BOVENBOUW
VWO

AUTEURS
MARIANNE GOMMERS
DESIRÉE HAGENS
ARTHUR JANSEN
MIRANDA JANSEN
ANDRÉ VAN LEIJEN
HANS RAWEE
THEO DE ROUW

EINDREDACTIE
ILSE GMELIG
LINEKE PIJNAPPELS

MET MEDEWERKING VAN
LIZZY BOS-VAN DER AVOORT
RENATE BROUWERS
DANIËL VAN DRAANEN
PAULA VAN KRANENBURG
CEES MULDER
MARTEN MULDER
RENÉ WESTRA

MAX **RELEASE 2019**

MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Voorwoord

Dit boek maakt deel uit van de methode *Biologie voor jou* voor de bovenbouw van het vwo. Met deze methode kun je (met aanwijzingen van je docent) oefenen op je eigen niveau, en je goed voorbereiden op proefwerken en examens.
We gebruiken in deze methode 'docent', 'leerling' en 'bioloog' voor beide geslachten.

Biologie voor jou bestaat uit leeropdrachtenboeken, uitwerkingenboeken en een digitale leeromgeving. Je kunt alle onderdelen uit het boek ook daarin doen.

OPBOUW VAN DE THEMA'S

Biologie voor jou is opgedeeld in thema's. In een thema wordt de leerstof van een bepaald onderwerp uit de biologie behandeld. Alle thema's in de delen 4, 5 en 6 vwo samen vormen de gehele leerstof voor het biologie-examen vwo. De thema's bestaan steeds uit dezelfde onderdelen. Deze staan hierna beschreven.

ONTDEKKEN
Antibiotica gezocht 8

BASISSTOF
1 Ontwikkeling van het leven 10
2 Prokaryoten 20
3 Eukaryoten 26
4 De evolutietheorie 35
5 Onderzoek naar evolutie 40
6 Evolutie in populaties 49
7 Ontstaan van soorten 60

SAMENHANG
Met melkvee meer mutanten 68

VERRIJKINGSSTOF
Fossielen
Universitair docent

PRACTICA 70

AFSLUITING
Samenvatting 76
Flitskaarten
Oefentoets

Examentrainer 80
Versterk Jezelf

▲ Opbouw van thema 4

ONTDEKKEN

In deze context kun je de leerstof ontdekken door een maatschappelijke vraag of probleem op te lossen. Zo ontdek je welke rol biologie speelt in het dagelijks leven. Ook maak je alvast kennis met een deel van de leerstof van het thema. Je docent zegt of en wanneer je met 'Ontdekken' aan de slag gaat.

BASISSTOF

In de basisstoffen staat in tekst en beeld alle leerstof die je moet kennen. Ook staan er opdrachten in waarmee je de leerstof oefent. Met behulp van het uitwerkingenboek kun je deze opdrachten zelf nakijken. Je kunt de opdrachten ook maken in de digitale leeromgeving. Bij moeilijke opgaven krijg je direct feedback en de gesloten opgaven worden automatisch nagekeken. Je ziet dan meteen het goede antwoord. Aan het einde van sommige basisstoffen staat een verwijzing naar een opgave uit de Biologie Olympiade. Deze kun je herkennen aan het symbool. Dergelijke opgaven zijn extra uitdagend. De opgaven waarnaar verwezen wordt, staan achter in dit boek.

SAMENHANG

Met de context in de 'Samenhang' leer je nog beter verbanden te leggen tussen de leerstof uit de basisstoffen. Je leert om de verschillende organisatieniveaus in de biologie met elkaar te verbinden, van klein naar groot en andersom.

PRACTICA

De practica staan overzichtelijk bij elkaar in een aparte paragraaf. Bij elk practicum is aangegeven bij welke basisstof het practicum hoort. Veelgebruikte biologische technieken staan in aparte kaders zodat je deze gemakkelijk kunt opzoeken.

AFSLUITING

In de samenvatting staat precies omschreven wat je moet kennen en kunnen voor een proefwerk of toets. De samenvatting is opgedeeld in leerdoelen. Deze leerdoelen kun je ook terugvinden in de basisstoffen. Hierdoor kun je opzoeken welke leerstof bij de samenvatting hoort.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

EXAMENTRAINER

Je kunt het thema afsluiten met de 'Examentrainer'. De examentrainer helpt je niet alleen bij de voorbereiding op het examen, maar brengt ook verband aan tussen de verschillende thema's. Zo leer je de samenhang tussen begrippen en processen beter te zien.

EXTRA IN DIGITALE LEEROMGEVING

In de digitale leeromgeving vind je dezelfde onderdelen als in het boek. Daarnaast zijn er verrijkingsstoffen, Test Jezelfs, oefentoetsen, flitskaarten, de Versterk Jezelf en links naar actualiteiten. Deze onderdelen staan hierna beschreven.

VERRIJKINGSSTOF

De verrijkingsstoffen staan alleen online en bevatten extra stof bij het thema. Met de verrijkingsstoffen kun je extra kennis of vaardigheden opdoen, of oefenen op een meer uitdagend niveau.

TEST JEZELF EN OEFENTOETS

Je kunt elke basisstof afsluiten met Test Jezelf. Hierbij krijg je vragen om te testen of je de basisstof voldoende beheerst. Maak je een vraag fout, dan krijg je een herkansing. Haal je de score van 100%, dan weet je dat je de basisstof beheerst. Met de Oefentoets kun je ook met een heel thema oefenen. Je kunt de Oefentoets zo vaak doen als je wilt.

FLITSKAARTEN

Met de flitskaarten kun je biologische begrippen leren op een leuke en interactieve manier. Hiermee kun je gemakkelijker een thema leren voor je proefwerk of examen.

VERSTERK JEZELF

De Versterk Jezelf helpt je om onderwerpen die je nog niet goed beheerst, te oefenen. Als je veel opgaven bij een bepaald onderwerp niet goed maakt, verschijnt er een uitnodiging op je scherm om de bijbehorende Versterk Jezelf te maken. Je kunt de Versterk Jezelf ook op een ander moment doen.

ACTUALITEIT

De knop 'Actualiteit' stuurt je door naar biologievoorjou.blogspot.com. Hier vind je filmpjes over biologie in de actualiteit.

TOELICHTING BIJ CONTEXTEN

In dit boek staan veel contexten. Contexten verbinden de leerstof. Ook kun je met contexten ontdekken welke rol biologie speelt in het dagelijks leven, in beroepen en in de wetenschap. Bij contexten staan opdrachten die je helpen om de leerstof toe te passen in een nieuwe omgeving. Dit is een goede voorbereiding op het examen. Sommige contexten staan in een opvallend oranje kader. Maar je zult ook zien dat veel opdrachten kleine contexten bevatten. In de contexten staat nooit nieuwe leerstof die je moet kennen voor het examen. Je hoeft contexten dus niet uit je hoofd te leren.

We wensen je veel plezier bij het werken met dit deel van *Biologie voor jou* en veel succes bij de voorbereiding op je examen.

De auteurs

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Inhoud

THEMA 4

Evolutie

ONTDEKKEN
Antibiotica gezocht 8

BASISSTOF
1 Ontwikkeling van het leven 10
2 Prokaryoten 20
3 Eukaryoten 26
4 De evolutietheorie 35
5 Onderzoek naar evolutie 40
6 Evolutie in populaties 49
7 Ontstaan van soorten 60

SAMENHANG
Met melkvee meer mutanten 68

VERRIJKINGSSTOF
Fossielen
Universitair docent

PRACTICA 70

AFSLUITING
Samenvatting 76
Flitskaarten
Oefentoets

Examentrainer 80
Versterk Jezelf

THEMA 5

Ecologie

ONTDEKKEN
Mag de wolf terugkeren in Nederland? 84

BASISSTOF
1 Ecologie op alle organisatieniveaus 86
2 Organismen 92
3 Populaties 97
4 Ecosystemen 105
5 Veranderende ecosystemen 115

SAMENHANG
Leven in de stad 122

VERRIJKINGSSTOF
Biodiversiteit
Parasieten bij de mens
Stadsecoloog

PRACTICA 124

AFSLUITING
Samenvatting 128
Flitskaarten
Oefentoets

Examentrainer 132
Versterk Jezelf

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

THEMA 6

Mens en milieu

ONTDEKKEN
Van afval tot energie 136

BASISSTOF
1 De relatie mens en milieu 138
2 Kringlopen 144
3 Voedselproductie 151
4 Energie 160
5 Natuurbescherming 166

SAMENHANG
Vissen aan de pil 170

VERRIJKINGSSTOF
Metingen aan water: fosfaatgehalte
Invasieve uitheemse soorten
Milieuadviseur

PRACTICA 172

AFSLUITING
Samenvatting 173
Flitskaarten
Oefentoets

Examentrainer 176

BIOLOGIE OLYMPIADE OPDRACHTEN 178

REGISTER 182

COLOFON 184

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

4 Evolutie

In de loop van miljarden jaren zijn allerlei levensvormen op aarde ontstaan, veranderd en vaak ook verdwenen. Dat blijkt uit onderzoek naar fossielen en bestaande soorten. Darwin gaf met de evolutietheorie een verklaring voor deze veranderingen. Hij baseerde zich vooral op uiterlijke kenmerken van soorten. In dit thema leer je meer over resultaten uit de biochemie en de genetica die Darwins theorie bevestigen en verfijnen.

ONTDEKKEN
Antibiotica gezocht 8

BASISSTOF
1 Ontwikkeling van het leven 10
2 Prokaryoten 20
3 Eukaryoten 26
4 De evolutietheorie 35
5 Onderzoek naar evolutie 40
6 Evolutie in populaties 49
7 Ontstaan van soorten 60

SAMENHANG
Met melkvee meer mutanten 68

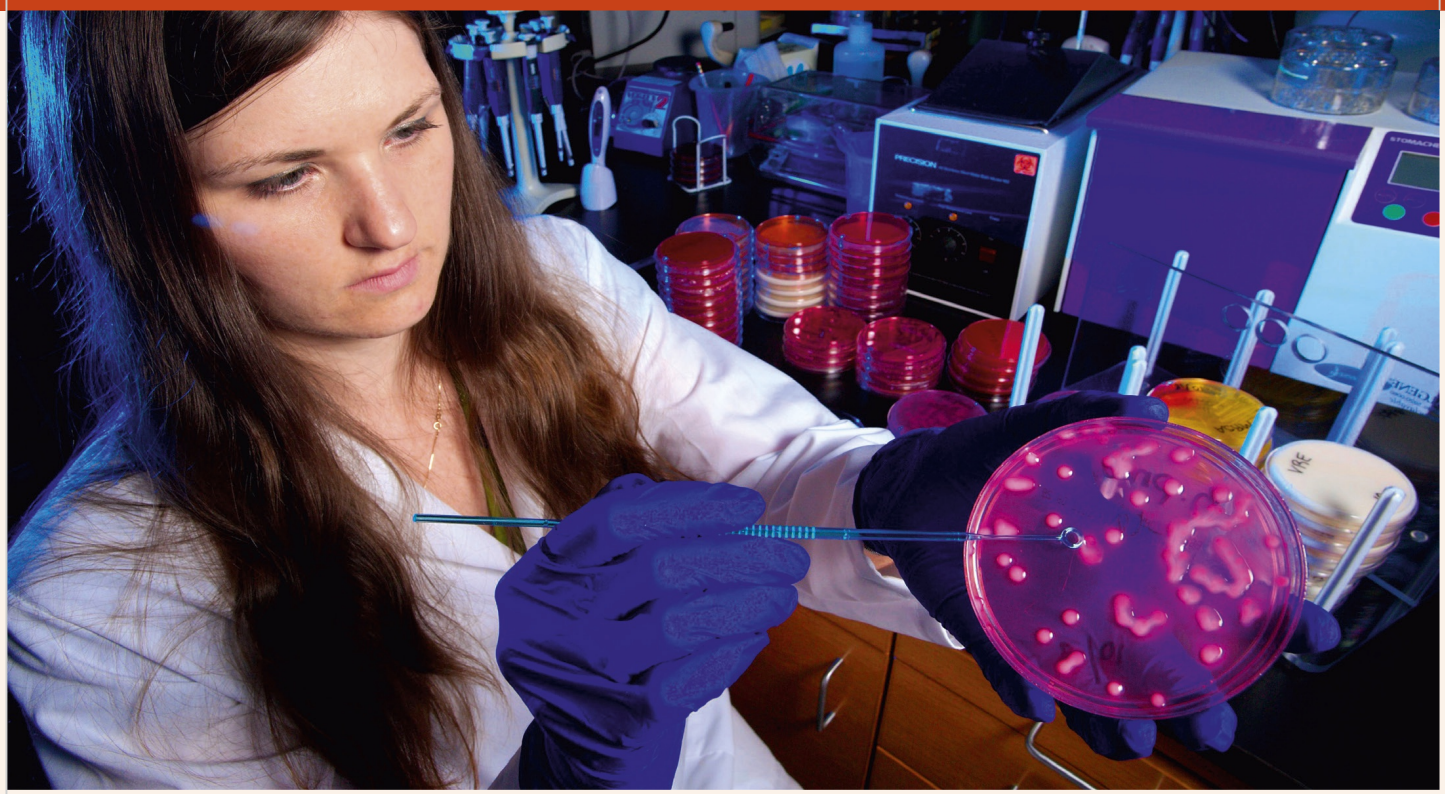
PRACTICA 70

SAMENVATTING 76

EXAMENTRAINER 80

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Antibiotica gezocht

▸▸ BASISSTOF 2 EN 4

Eind mei 2011 maakt de NOS bekend dat het Maasstad Ziekenhuis heeft gefaald bij de aanpak van een uitbraak van een oxa-48-producerende *Klebsiella*-bacterie op de afdeling Intensive Care. Deze bacterie is niet meer gevoelig voor zelfs de zwaarste antibiotica en leidt tot onbehandelbare infecties.

Naar: Oog voor het onzichtbare, onderzoeksrapport Externe onderzoekscommissie MSZ, 29 maart 2012.

Een jaar eerder is het goed mis in het Rotterdamse Maasstad Ziekenhuis. De longpatiënt die vorige week op de IC is binnengebracht, reageert niet meer op het normale antibioticum. De *Klebsiella pneumoniae* bacteriën waarmee zijn longen zijn besmet, hebben het voor elkaar gekregen om een enzym te produceren dat het antibioticum onwerkzaam maakt. Het gen voor dit extended-spectrum bèta-lactamase (ESBL) komt van een andere bacterie. De *Klebsiella* is resistent geworden. Dat maakt het organisme tot een zeer gevaarlijke ESBL-bacterie. Het Maasstad Ziekenhuis doet er alles aan om infectie van andere patiënten te voorkomen. De artsen zetten een zwaarder antibioticum in om de resistente *Klebsiella pneumoniae* te bestrijden: Meronem. De stof meropenem in dit antibioticum maakt de celwand van de bacterie kapot. Daar kan de bacterie niet tegenop.

▼ **Afb. 1** Een uitbraak van variant oxa-48 is een groot gevaar voor de volksgezondheid.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Klebsiella opnieuw resistent

Begin 2011 lijkt de strijd gestreden, maar nog geen half jaar later reageert de *Klebsiella pneumoniae* ook niet meer op Meronem. Alweer heeft de bacterie zich aan weten te passen. Nu staan de artsen met hun rug tegen de muur. Ze vrezen dat het gaat om de zeldzame *Klebsiella pneumoniae* variant oxa-48, die zo goed als onbehandelbaar is. Deze bacterie heeft waarschijnlijk het oxa-48-gen overgenomen van een andere bacterie, waardoor hij nu ook meropenem kan afbreken.

'Artsen staan met hun rug tegen de muur.'

Een koerier brengt een urinemonster naar een laboratorium in het Brabantse Etten-Leur. Daar blijkt dat het inderdaad de *Klebsiella pneumoniae* variant oxa-48 is. Een uitbraak van deze variant kan een groot gevaar vormen voor de volksgezondheid. De artsen nemen hun toevlucht tot een oud antibioticum dat uit de gratie is gevallen vanwege zijn giftigheid voor de nieren: colistine. Een dreigende epidemie wordt in de kiem gesmoord.

opdracht

1 Een crisisteam van het ziekenhuis moet deze nieuwe uitbraak van de *Klebsiella* het hoofd bieden. Jij bent een voorlichter van het crisisteam. De patiënten en hun familieleden zijn bang en willen weten wat er precies aan de hand is. Hoe kan een bacterie resistent worden tegen antibiotica? Hoe kunnen ESBL-bacteriën deze eigenschap doorgeven aan andere bacteriën? Hoe gevaarlijk is zo'n uitbraak? En kan het nieuwe antibioticum hen wel beschermen? Jij moet hen zo goed mogelijk informeren.

- **a** Maak een informatieblad van één A4 om te verspreiden onder de patiënten in het ziekenhuis. Hierin leg je in begrijpelijk taal uit wat er aan de hand is. Maak eerst een lijstje met de tien belangrijkste (deel)vragen die je verwacht van patiënten en familie.
- **b** Maak een afbeelding of infographic voor de pers en de medische tijdschriften, waarin je laat zien hoe resistentie zich in een bacteriekolonie kan verspreiden. Houd hierbij rekening met de vermenigvuldigingssnelheid van bacteriën.

Worstcasescenario

De uitbraak in het Maasstad Ziekenhuis is gestopt, maar wetenschappers houden hun hart vast voor de toekomst. Eén van de zorgwekkende toekomstscenario's is dat er bij de *Klebsiella* oxa-48-variant als reactie op antibiotica een mutatie optreedt. Bijvoorbeeld een mutatie in het DNA waardoor er geen poriën meer worden gevormd in de celwand van de bacterie. Hierdoor zouden zelfs zware antibiotica de bacterie moeilijk kunnen binnenkomen. De *Klebsiella pneumoniae* wordt misschien wel resistent tegen alle bekende antibiotica. Dit zou een epidemie van ongekende omvang betekenen. De evolutie van de *Klebsiella* moet worden gestopt. Kan de mensheid de strijd nog winnen?

2 Een onderzoeksgroep bestaande uit microbiologen van het ziekenhuis en wetenschappers van de universiteit, gaat op zoek naar een antwoord. Ze zoeken een oplossing voor het ontstaan van resistente bacteriën en voor de behandeling van patiënten. Jij bent een lid van de onderzoeksgroep. Het vermoeden is dat zo'n gemuteerde bacterie het in een antibiotica-vrije omgeving niet kan opnemen tegen bacteriën zónder de mutatie. De mutatie zorgt er namelijk voor dat ook voedingsstoffen moeilijk de bacteriecel kunnen binnenkomen.

- **a** Bedenk samen met een ander lid van de onderzoeksgroep een manier:
  1. om het muteren van de *Klebsiella* te voorkomen, of
  2. om patiënten die besmet zijn met de gemuteerde bacterie te behandelen.

  Gebruik hierbij de volgende termen: *fitness – overlevingskans – selectiedruk*.
- **b** Formuleer bij deze oplossing minimaal drie bijpassende onderzoeksvragen, waarmee de wetenschappers aan de slag kunnen.
- **c** Beschrijf bij één onderzoeksvraag een mogelijk experiment.

Maak je onderzoeksopzet volgens de stappen van natuurwetenschappelijk onderzoek in thema 1. Maak indien nodig ook tekeningen. De onderzoeksopzet is maximaal een pagina A4.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoelen
- Je weet uit welke periode de eerste levende organismen op aarde stammen.
- Je kunt het ontstaan van prokaryoten en eukaryoten beschrijven.
- Je kunt het ordeningssysteem van organismen beschrijven en toepassen.

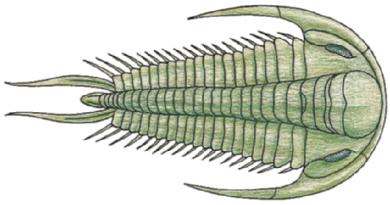
1 Ontwikkeling van het leven

Aan het begin van het bestaan van de aarde was er geen leven mogelijk. Op een zeker moment is de eerste eencellige levensvorm ontstaan. Sindsdien heeft het leven zich ontwikkeld tot de enorme diversiteit van vandaag.

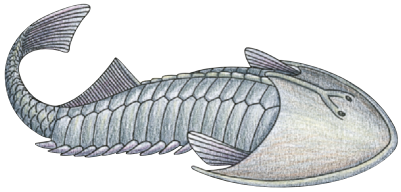
GESCHIEDENIS VAN HET LEVEN OP AARDE

De aarde bestaat ongeveer 4,6 miljard jaar. Naar schatting 3,8 miljard jaar geleden, in het Precambrium, ontstonden de eerste eencellige vormen van leven. Pas ongeveer 670 miljoen jaar geleden verschenen de eerste meercelligen. Men schat dat de atmosfeer toen ongeveer 7% zuurstof bevatte. Zo'n 542 miljoen jaar geleden ontstonden gepantserde dieren (bijvoorbeeld weekdieren), geleedpotigen (bijvoorbeeld trilobieten, zie afbeelding 1.1) en stekelhuidigen (bijvoorbeeld zeesterren). Ook verschenen de eerste vissen (zie afbeelding 1.2). Vanaf dat moment hebben de levensvormen op aarde volop fossielen opgeleverd.

Afb. 1 De eerste geleedpotigen en vissen.



1 trilobiet (een uitgestorven geleedpotige)



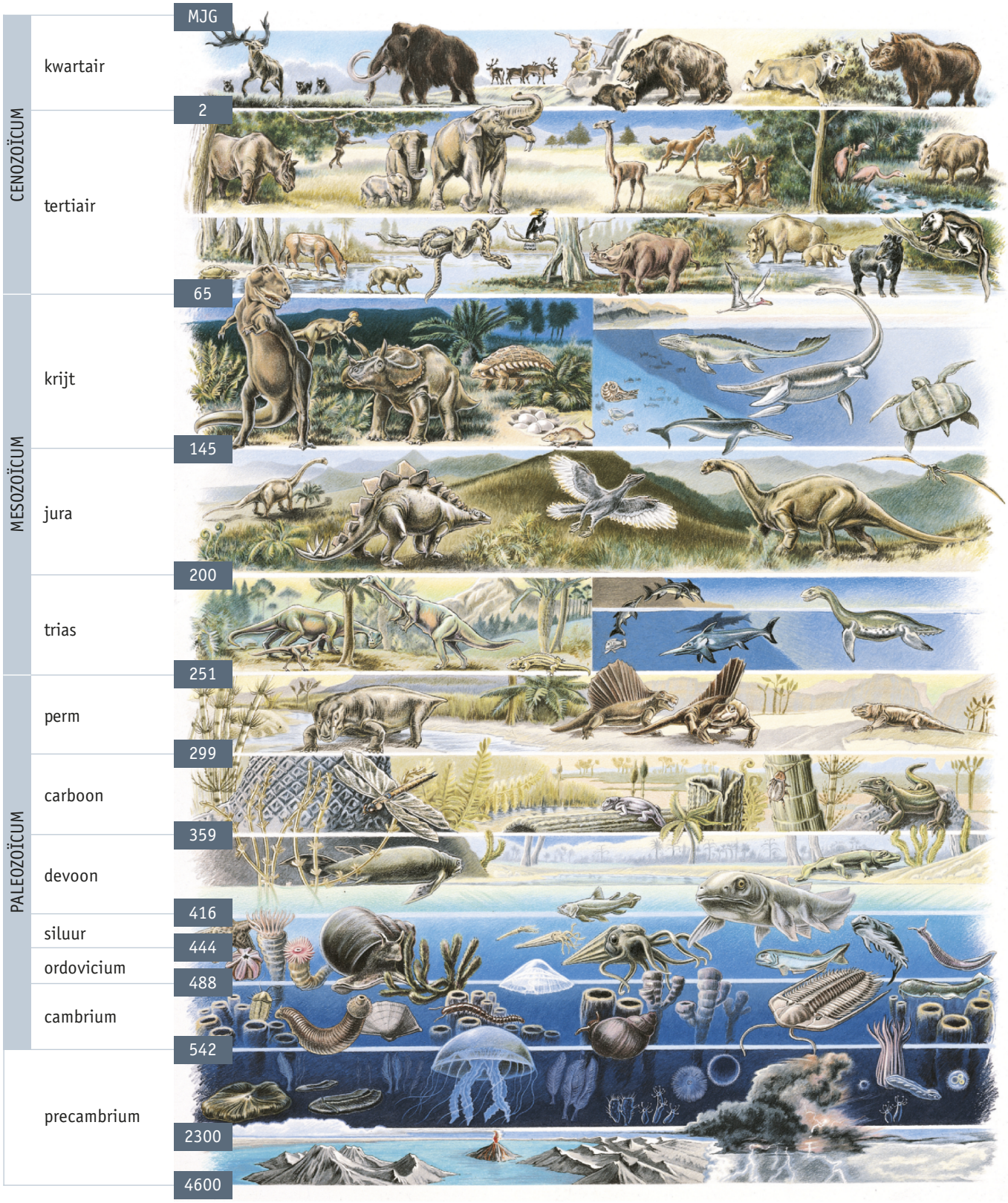
2 pantservis

Tot in het Siluur speelde alle leven zich in zee af (zie afbeelding 2). De eerste landplanten verschenen ongeveer 400 miljoen jaar geleden. Deze planten veroverden in korte tijd de kale vlakten. Vrij snel na de landplanten ontstonden ook landdieren, voornamelijk geleedpotigen. Zij werden 350 miljoen jaar geleden gevolgd door gewervelden, de amfibieën. Deze ontwikkelden zich vermoedelijk uit kwastvinnige vissen.

In dezelfde periode ontstonden de eerste planten met vaatbundels. De vaatbundels verbeterden het transport van stoffen in de planten, waardoor grotere planten konden ontstaan. In het Carboon ontstonden wouden met grote boomachtige varens en paardenstaarten. In dezelfde periode ontstonden de eerste reptielen en maakten de insecten een bloeiperiode door. Ongeveer 250 miljoen jaar geleden ontstonden de zaadplanten.
Het Mesozoïcum was het tijdperk van de reptielen. Reptielen waren de eerste echte gewervelde landdieren, omdat ze voor hun voortplanting niet meer afhankelijk waren van het water: om hun eieren zit een schaal, waardoor deze op het land niet snel uitdrogen. Vooral in het Jura ontstond een grote verscheidenheid aan reptielen. Tijdens de bloeitijd van de sauriërs (*sauros* = hagedis) ontstonden de eerste zoogdieren en vogels. Die twee groepen warmbloedigen konden zich verder ontwikkelen in het Cenozoïcum, toen door een langdurige klimaatverandering na een meteorietinslag de sauriërs waren verdwenen. De oudste fossielen met menselijke kenmerken zijn ongeveer 5 miljoen jaar oud.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 2** De geschiedenis van het leven (MJG = miljoen jaar geleden).



Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

opdrachten

1 Geef in een tabel weer wanneer (in MJG) de eerste eencelligen, meercelligen, gepantserde dieren, landplanten, amfibieën, reptielen, zaadplanten en mensachtigen op aarde verschenen.

2 Amfibieën zijn geen echte landdieren. Reptielen, vogels en zoogdieren zijn dat wel.
a Welke aanpassing bij vogels maakt de voortplanting op het land mogelijk?
b Welke aanpassing bij zoogdieren maakt dat mogelijk?

3 In de leertekst op bladzijde 196 is heel kort de evolutie van leven weergegeven. Deze geschiedenis kan allerlei vragen oproepen.
Noteer twee vragen waarop je in dit thema een antwoord zou willen krijgen.

4 Beantwoord de volgende vragen.
a Noteer een natuurgebied in de buurt van je woonplaats, met een grote natuurlijke diversiteit.
b Hoe lang heeft de natuur er ongeveer over gedaan om deze diversiteit te laten ontstaan?
c Geef een argument waarom het belangrijk is om dit natuurgebied te behouden.

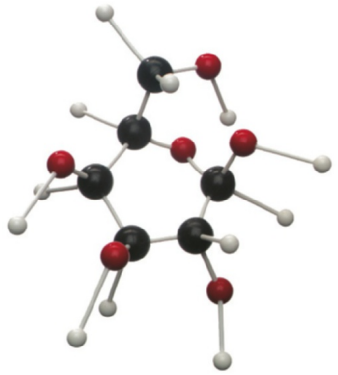
ONTSTAAN VAN ORGANISCHE STOFFEN

Aan het ontstaan van leven ging waarschijnlijk een **chemische evolutie** vooraf. Hierin werden de stoffen gevormd waaruit de eerste eencellige kon ontstaan. Tot ongeveer 3 miljard jaar geleden bevatte de atmosfeer geen zuurstof. Deze **oeratmosfeer** was waarschijnlijk een mengsel van stikstofgas, waterdamp, koolstofmonoxide, koolstofdioxide, waterstofgas, ammoniak, methaan en waterstofsulfide. Een vergelijkbaar gasmengsel komt ook nu nog vrij bij vulkaanuitbarstingen. Door toevoer van energie, bijvoorbeeld uit elektrische ontladingen, uv-straling en botsingen met meteorieten, kunnen deze gassen ioniseren. Daarbij ontstaan koolstof, waterstof, stikstof en zuurstof. Deze ionen reageren onmiddellijk met elkaar. Op die manier ontstonden in de oeratmosfeer uit anorganische stoffen de eerste organische stoffen.

Anorganische stoffen komen zowel voor in de levenloze natuur als in organismen. Deze stoffen zijn opgebouwd uit kleine, eenvoudig gebouwde moleculen. Koolstofmonoxide (CO), koolstofdioxide (CO_2), water (H_2O), keukenzout (NaCl) en zuurstof (O_2) zijn voorbeelden van anorganische stoffen.

Organische stoffen zijn meestal afkomstig van organismen. Ze hebben relatief grote, ingewikkeld gebouwde moleculen, die altijd een of meer atomen koolstof (C) en waterstof (H) en meestal ook zuurstof (O) bevatten. Daarnaast kunnen ze onder andere atomen, stikstof (N), fosfor (P) en zwavel (S) bevatten. Een voorbeeld van een organische stof is glucose ($C_6H_{12}O_6$), zie afbeelding 3.

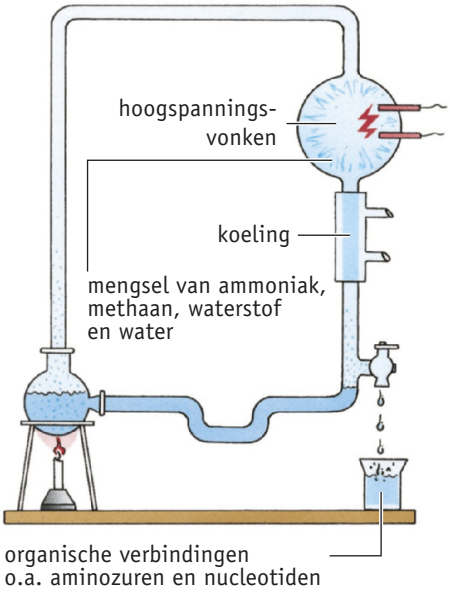
▼ **Afb. 3** Een glucosemolecuul ($C_6H_{12}O_6$).



Het **Miller-Urey-experiment** bootste het ontstaan van organische stoffen uit anorganische stoffen in het laboratorium na. In 1951 stelde de Amerikaan Stanley Miller een mengsel van ammoniak, methaan, waterstofgas en waterdamp bloot aan elektrische ontladingen (zie afbeelding 4). Daarbij ontstonden onder andere aminozuren en nucleotiden. Uit aminozuren, nucleotiden, sachariden en vetzuren kunnen in organismen belangrijke organische stoffen als eiwitten, DNA, koolhydraatketens en vetten worden gevormd.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 4** Toestel van Miller-Urey (schematisch).



ONTSTAAN VAN LEVENDE CELLEN

Volgens een theorie over het ontstaan van leven kwamen de eerste organische stoffen terecht in oerzeeën. Door verdamping uit binnenzeeën vond indikking plaats, waardoor een organische **oersoep** ontstond. In deze oersoep verenigden kleine organische moleculen zich tot grotere moleculen. De organische moleculen rangschikten zich in 'druppeltjes' (protobionten). Daaruit ontstonden de eerste cellen. Deze eerste cellen bevatten waarschijnlijk al een vorm van DNA voor het doorgeven van erfelijke informatie aan volgende generaties.
De vorming van cellen uit organische stoffen is een voorbeeld van **zelforganisatie**. Bij zelforganisatie ontstaan eenheden met nieuwe eigenschappen op een hoger organisatieniveau. **Ook celdifferentiatie en apoptose zijn voorbeelden van zelforganisatie.**
Volgens een recentere theorie kunnen protobionten ook zijn ontstaan bij **black smokers** op de bodem van oceanen. Dit zijn vulkanische schoorstenen waar water tot 400 °C, onder hoge druk, uit de zeebodem spuit. Door de aanwezige mineralen kleurt dit water zwart. Ook hier zijn de voorwaarden aanwezig voor een chemische evolutie. Een derde theorie is dat de bouwstenen voor leven afkomstig zijn uit de ruimte.

Van de allereerste levensvormen zijn geen fossielen gevonden. Waarschijnlijk doordat deze eencelligen geen harde delen bezaten. De oudste fossielen zijn 3,5 miljard jaar oud. Alle gevonden fossielen ouder dan 1,4 miljard jaar zijn van **prokaryote** organismen: eencellige organismen zonder celkern of andere zichtbare organellen. Prokaryoten bezitten een kringvormig DNA-molecuul dat los in het cytoplasma ligt.
De eerste prokaryote organismen waren **anaeroob**: ze konden uitsluitend leven in een milieu zonder zuurstof. Bovendien waren ze **heterotroof**: ze verkregen hun energie uit de opname en afbraak van organische stoffen uit de oersoep. Heterotrofe organismen kunnen geen organische stoffen maken uit anorganische stoffen. Ze moeten organische stoffen (vaak andere organismen) als voedsel opnemen. Uit deze organische stoffen maken ze hun eigen organische stoffen. Voor hun opbouw hebben ze ook anorganische stoffen nodig, die ze opnemen uit de omgeving.
Ongeveer 2,8 miljard jaar geleden ontstonden bacteriën die in staat waren tot fotosynthese: **cyanobacteriën** of blauwalg. Dit waren de eerste **autotrofe** organismen. Autotrofe organismen hebben uit hun omgeving alleen anorganische stoffen nodig. Hieruit maken ze de organische stoffen waaruit ze bestaan. De hoeveelheid organische stof op aarde kon daardoor toenemen. Een andere nieuwe eigenschap van de cyanobacteriën was dat ze zuurstof produceerden. Zuurstof was giftig voor de anaerobe levensvormen die al op aarde aanwezig waren. Ongeveer 2 miljard jaar geleden waren er zoveel autotrofe bacteriën in de zeeën aanwezig dat de atmosfeer zuurstofrijker werd. De anaerobe organismen werden langzaam vergiftigd. Rond die tijd ontstonden de eerste **aerobe** heterotrofe bacteriën. Deze eencelligen gebruikten de beschikbare zuurstof om opgenomen energierijke organische stoffen af te breken.

opdrachten

5 De oeratmosfeer verschilt in samenstelling op veel punten van de huidige atmosfeer.
Welk verschil is van groot belang voor de ontwikkeling van het leven op aarde?
Gebruik bij deze opdracht je *Binas* (tabel 30F en tabel 34).

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

6 Noteer welke vijf van de volgende stoffen anorganisch zijn: *eiwit – glucose – ijzer – koolstofdioxide – stikstof – vet – water – zetmeel – zuurstof*. Gebruik bij deze opdracht je *Binas* (tabel 67F t/m H).

7 In het onderzoek naar de chemische evolutie bestaan verschillende theorieën over de vorming van organische stoffen uit anorganische stoffen. Welke rol speelt het toestel van Miller-Urey bij dit onderzoek?

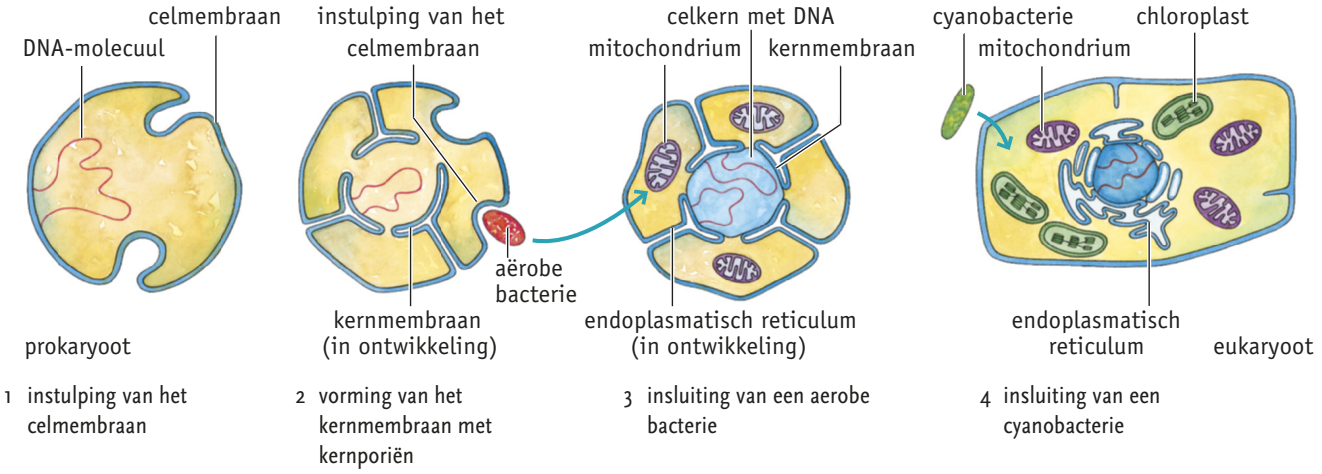
8 Bij zelforganisatie ontstaan nieuwe eenheden met nieuwe eigenschappen op een hoger organisatieniveau.
Over welke twee nieuwe eigenschappen beschikten de eerste cellen?

9 In de loop van de evolutie zijn autotrofe en aerobe organismen ontstaan. Als deze ontwikkeling niet had plaatsgevonden, zou het leven op aarde zich waarschijnlijk weinig hebben ontwikkeld. Leg dat uit.

ONTSTAAN VAN EUKARYOTEN

Ongeveer 1,5 miljard jaar geleden ontstonden de eerste **eukaryoten:** cellen met een celkern, dubbele membranen en organellen. Biologen hebben veel aanwijzingen dat deze ontwikkeling heeft plaatsgevonden volgens de **endosymbiosetheorie** (*endo* = binnen; *symbiose* = samenleven). In afbeelding 5 is deze theorie schematisch weergegeven. Volgens de endosymbiosetheorie ontstonden eukaryoten uit relatief grote prokaryoten. Door instulping van het celmembraan rondom het DNA ontstonden een kernmembraan, de celkern en het endoplasmatisch reticulum. Ingesloten aerobe, heterotrofe bacteriën ontwikkelden zich tot mitochondriën en ingesloten (autotrofe) cyanobacteriën ontwikkelden zich tot chloroplasten.

▼ **Afb. 5** De endosymbiosetheorie (schematisch).



1 instulping van het celmembraan
2 vorming van het kernmembraan met kernporiën
3 insluiting van een aerobe bacterie
4 insluiting van een cyanobacterie

Mitochondriën en chloroplasten zijn ooit vrij levende bacteriën geweest. Dat blijkt uit het feit dat beide organellen een kringvormig DNA-molecuul bezitten. Zowel mitochondriën als chloroplasten bezitten een dubbel membraan. De bouw van het binnenste membraan komt overeen met de bouw van het celmembraan van prokaryote organismen. De celdeling verloopt bij mitochondriën en chloroplasten (plastiden) op eenzelfde manier als bij prokaryoten.
Ook het feit dat het cytoplasma van planten en dieren zelf geen mitochondriën of chloroplasten kan vormen, pleit voor de endosymbiosetheorie. Als een plantaardige of dierlijke cel zich deelt, delen ook de mitochondriën en chloroplasten zich. De deling van deze organellen is niet geprogrammeerd vanuit het DNA in de celkern, maar vanuit het eigen kringvormige DNA-molecuul. Dit DNA lijkt in samenstelling meer op het DNA van de nu levende bacteriën, dan op het DNA in de celkern.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

opdrachten

10 Noem een overeenkomst en een verschil in de functie van mitochondriën en van chloroplasten in een cel.

11 Cyanobacteriën bezitten chlorofyl (bladgroen).
Bevindt dit chlorofyl zich in chloroplasten? Leg je antwoord uit.

12 Welke ontdekking in de bouw van mitochondriën en chloroplasten was een belangrijke ondersteuning van de hypothese van de endosymbiosetheorie?

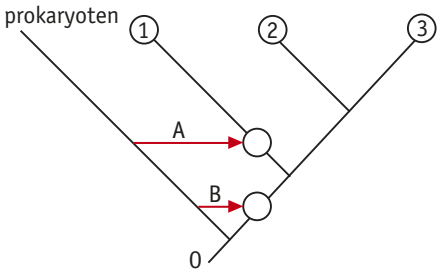
13 Waarmee zal het buitenmembraan van chloroplasten en mitochondriën overeenkomen, als ze inderdaad zijn ontstaan volgens de endosymbiosetheorie?

14 In afbeelding 6 is een vertakkingsschema weergegeven. O is de oorsprong van het leven. De nummers 1, 2 en 3 stellen het tegenwoordige dierenrijk, plantenrijk en schimmelrijk voor. De letters A en B geven insluitingsprocessen uit de endosymbiosetheorie weer. Gebruik bij deze opdracht je *Binas* (tabel 94C).

a Stelt nummer 1 het planten- of het dierenrijk voor? Leg je antwoord uit met de processen die voorgesteld worden door de letters A en B.

b Welke voordelen heeft een cel met mitochondriën van de opname van een fotosynthetiserende cel?

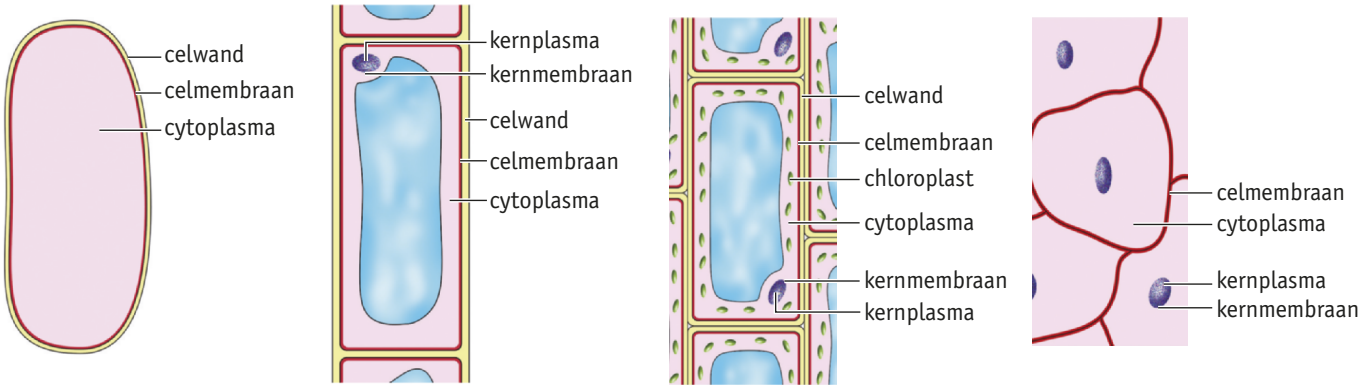
▼ **Afb. 6** Vertakkingsschema ontwikkeling prokaryoten en eukaryoten.



INDELING IN DOMEINEN

De ontwikkeling van levensvormen gedurende miljarden jaren heeft geleid tot een enorme **biodiversiteit** (verscheidenheid aan organismen). Er zijn inmiddels zo'n anderhalf miljoen organismen beschreven. Schattingen van het aantal onbekende soorten lopen uiteen van tien tot honderd miljoen. Met een goed ordeningssysteem kun je al die soorten en vormen bestuderen en overzicht houden. Taxonomen beschrijven, ordenen en benoemen groepen organismen. Systematici onderzoeken en beschrijven de verwantschap van organismen op basis van gemeenschappelijke afstamming. Zij gebruiken daarvoor de uiterlijke kenmerken van organismen en cellen (morfologie) en moleculaire eigenschappen zoals de bouw van membranen, eiwitten en het erfelijk materiaal (DNA). De moleculaire eigenschappen zijn steeds vaker doorslaggevend bij het vaststellen van evolutionaire verwantschap. De inzichten over verwantschap tussen groepen zijn daardoor onderhevig aan verandering en discussie. Lange tijd werden alle organismen op basis van microscopisch zichtbare eigenschappen ingedeeld in vier rijken: bacteriën, schimmels, planten en dieren (zie afbeelding 7).

▼ **Afb. 7** Celbouwplannen bij prokaryoten en eukaryoten.

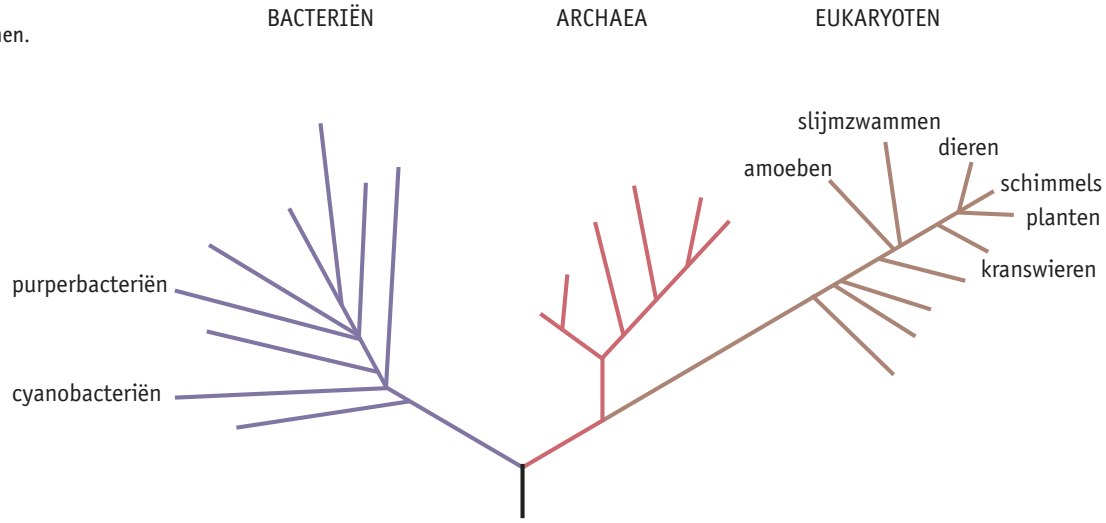


1 van een bacterie 2 van een schimmel 3 van een plant 4 van een dier

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Door vergelijking van de bouw van ribosomen bestaat de hoofdindeling van alle levensvormen nu uit drie domeinen: bacteriën, archaea en eukaryoten (zie afbeelding 8).

▶ **Afb. 8** De drie domeinen.



PROKARYOTEN

De domeinen **bacteriën** en **archaea** bestaan uit eencelligen zonder celkern of andere door membranen begrensde organellen. Ze worden daarom tot de prokaryoten gerekend. Voor een verdere indeling van het domein van de bacteriën zijn morfologische en anatomische kenmerken maar beperkt bruikbaar. Bacteriën komen in weinig uiterlijke vormen voor. Microbiologen gebruiken daarom als indelingscriteria vooral de biochemische reacties in de cel, de bouw van het DNA en de bouw van de celwand.
Archaea kunnen overleven onder extreme milieuomstandigheden. Hun biochemie verschilt zoveel van die van andere vormen van leven dat zij als een apart domein worden beschouwd. Archaea zijn nauwer verwant aan de eukaryoten dan aan de bacteriën. De bouw van de celwand van bacteriën en archaea verschilt. Bepaalde vetten in het celmembraan van de archaea en de wijze waarop eiwitten worden gemaakt in de ribosomen komen meer overeen met eukaryoten.

EUKARYOTEN

Tot het domein van de eukaryoten behoren onder meer de schimmels, planten en dieren. De cellen van eukaryoten zijn complexer gebouwd dan die van prokaryoten. Schimmels en dieren hebben mitochondriën in hun cellen. Planten hebben, naast mitochondriën, ook chloroplasten. Eukaryoten kunnen meercellig zijn. Cellen van dieren hebben geen celwanden, die van schimmels en planten wel. Schimmels en dieren zijn heterotroof. Organismen met chlorofyl (bladgroen), zoals planten, zijn autotroof. Bij planten bevindt het chlorofyl zich in de chloroplasten (bladgroenkorrels).

Moleculair onderzoek leidt tot nieuwe inzichten in de verwantschap van organismen. Daardoor delen systematici organismen soms in bij een andere groep of ze creëren zelfs nieuwe groepen of rangen. Aan het begin van deze eeuw werd het domein eukaryoten bijvoorbeeld direct verdeeld in drie rijken (dieren, planten en schimmels) en een restgroep van voornamelijk eencellige eukaryoten. De eukaryoten worden nu ingedeeld in een aantal ‘supergroepen’ waarbinnen de dieren, planten, schimmels en eencellige eukaryoten een nieuwe plaats hebben gekregen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

opdrachten

15 Neem de tabel over en vul hem in door kruisjes te zetten op de juiste plaatsen.

Domein	Rijk	Prokaryoot	Eukaryoot	Celwand	Meercellig	Autotroof	Heterotroof
Bacteriën	ter discussie						
Archaea	ter discussie						
Eukaryoten	schimmels						
	planten						
	dieren						

16 Vier indelingscriteria zijn: celtype, aanwezigheid en bouw van de celwand, het aantal cellen en de voedingswijze.
- a Leg met een voorbeeld uit dat op grond van deze vier criteria niet altijd is vast te stellen tot welk domein of tot welk rijk een organisme behoort.
- b Leg met een voorbeeld uit dat deze vier criteria in sommige gevallen wel voldoende zijn om een organisme in te delen in de domeinen en rijken.

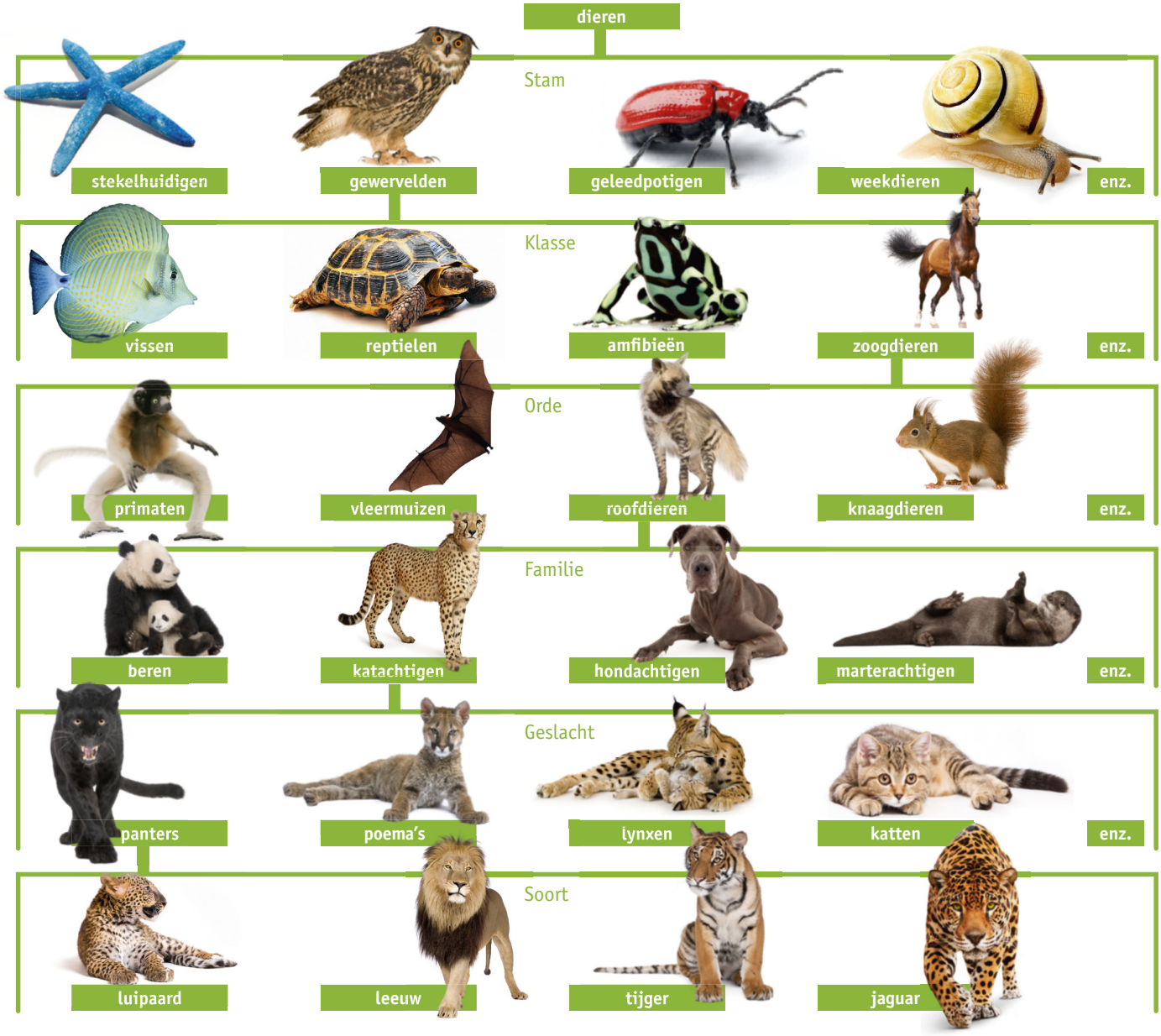
17 Onderzoek met twee personen de geschiedenis van de indeling van organismen.
- a Maak een overzicht van de indeling in rijken van 1900 tot 2000.
- b Vergelijk twee opeenvolgende indelingen in rijken. Noteer welk criterium (of welke criteria) de reden was (waren) voor een aanpassing van de indeling.
- c Zoek twee verschillende actuele indelingen (bijvoorbeeld in supergroepen en/of rijken). Bekijk verschillende websites en bronnen. Noteer een verschil tussen twee mogelijke indelingen.

TAXONOMIE

Organismen worden traditioneel hiërarchisch ingedeeld in steeds kleinere groepen. Rijken worden dan onderverdeeld in stammen. Enkele voorbeelden van stammen van het dierenrijk zijn de gewervelden, geleedpotigen en weekdieren. Een stam wordt verder ingedeeld in klassen, orden, families, geslachten en soorten (zie afbeelding 9). Indelingsgroepen op verschillende niveaus worden taxa genoemd (enkelvoud: **taxon**). Een soort wordt ook wel **species** genoemd en een geslacht **genus** (meervoud: genera). Een geslacht bestaat uit soorten die zich uit eenzelfde voorouder hebben ontwikkeld. Een tijger bijvoorbeeld behoort tot de stam van de gewervelden, tot de klasse van de zoogdieren, tot de orde van de roofdieren, tot de familie van de katachtigen en tot het geslacht panter.
Soorten worden aangeduid met een wetenschappelijke naam. De Zweedse bioloog Linnaeus heeft de wetenschappelijke naamgeving of de **binaire naamgeving** opgezet. Iedere soort kreeg een geslachtsnaam en een soortaanduiding. De **geslachtsnaam** wordt vooropgezet en met een hoofdletter geschreven; de **soortaanduiding** komt daarachter en wordt met een kleine letter geschreven. Vaak staat er nog achter welke onderzoeker deze naam heeft gegeven. Een madeliefje bijvoorbeeld heeft als wetenschappelijke naam *Bellis perennis* L. De geslachtsnaam is *Bellis* en de soortaanduiding *perennis*. De L. staat voor Linnaeus, die het madeliefje deze wetenschappelijke naam heeft gegeven.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 9** De verdere indeling van het dierenrijk.



opdrachten

18 Is het aantal soorten groter of kleiner dan het aantal geslachten? Leg je antwoord uit.

19 Zal het DNA van dieren die tot hetzelfde geslacht behoren meer of minder overeenkomsten vertonen dan het DNA van dieren die tot dezelfde klasse behoren? Leg je antwoord uit.

20 Drie wetenschappelijke namen van organismen zijn: *Salvia splendens*, *Betta splendens* en *Betta pallifina*.
Welke twee van deze drie organismen zijn het meest verwant? Leg je antwoord uit.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

21 Maak met je klas een digitaal document met organismen die door mensen worden benut of die schadelijk zijn voor de mens.

a Elke leerling kiest een soort.

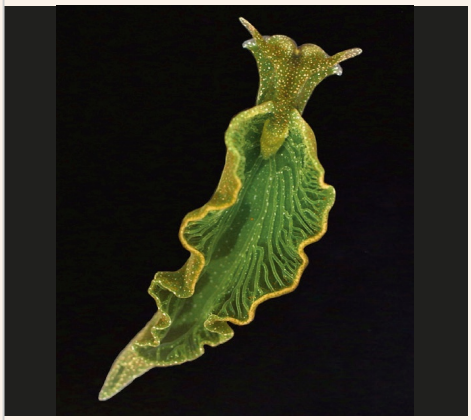
b Beschrijf de soort, zijn levenscyclus en de volledige afstamming van domein tot en met wetenschappelijke soortnaam.

c Licht toe hoe het organisme gebruikt wordt of hoe het schade veroorzaakt.

CONTEXT Wetenschap

Plant of dier?

▼ **Afb. 10** Plant of dier?



De zeeslak *Elysia chlorotica* blijkt, net als planten, in staat om zichzelf van voedsel te voorzien zonder andere organismen of delen ervan te eten. Hoe de zeeslak dat voor elkaar krijgt, staat beschreven in het wetenschappelijke tijdschrift *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

De zeeslak zuigt de eerste twee weken van zijn leven algen leeg. Op die manier neemt hij de bladgroenkorrels tot zich die vereist zijn voor fotosynthese. Dat is verwonderlijk. Bladgroenkorrels hebben namelijk eiwitten uit het cytoplasma van plantencellen nodig om te kunnen functioneren. Dierlijke cellen bezitten deze eiwitten niet. Voor de productie van deze eiwitten zijn meerdere genen nodig. Nu blijkt dat de slak ten minste één cruciaal gen voor fotosynthese in zijn DNA heeft ingebouwd. Het is aannemelijk dat de slak meer plantengenen in zijn DNA heeft ingebouwd, omdat de bladgroenkorrels de rest van zijn leven blijven functioneren.

opdracht

22 Leg uit waardoor de zeeslak van afbeelding 10 moeilijk is in te delen volgens de gangbare indelingscriteria.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

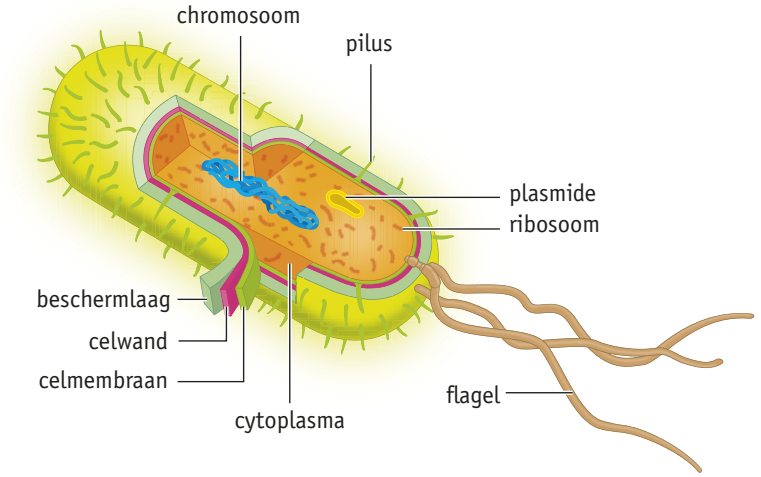
Leerdoel
– Je kunt kenmerken van prokaryoten noemen.

2 Prokaryoten

Prokaryoten zijn de oudste levensvormen op aarde. Bacteriën en archaea komen overal in grote aantallen voor. Er leven meer prokaryoten in en op je lichaam dan je cellen in je lichaam hebt!

ARCHAEA

De meeste archaea zijn zo klein dat ze alleen met een elektronenmicroscoop goed zichtbaar zijn. Ze hebben geen kernmembraan. Archaea bevatten DNA en ribosomen (zie afbeelding 11). Aan de buitenzijde dienen een of meerdere **flagellen** (zweepstaart of zweephaar) voor voortbeweging. Het domein archaea is klein; er zijn slechts enkele honderden soorten bekend. Archaea worden wel extremofiel genoemd omdat ze vaak onder extreme omstandigheden worden aangetroffen, zoals in geisers en in zoutmeren. Maar vertegenwoordigers van de groep komen ook gewoon in de bodem voor en ze zijn zeer talrijk in de oceanen. In onze darmen bevorderen archaea de vertering. Onder zuurstofarme omstandigheden produceren ze hier methaangas.



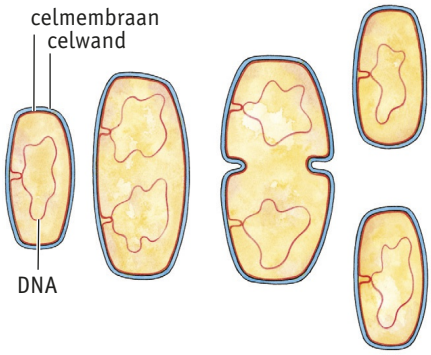
▶ **Afb. 11** Archaeon (schematisch).

BACTERIËN

Bacteriën zijn ongeveer even klein als archaea. De kleinste bacteriën zijn circa 1 µm groot. Bij veel soorten bestaat het erfelijk materiaal slechts uit één kringvormig (circulair) chromosoom. Bij planten en dieren is elk chromosoom lineair (met een begin en een eind). Het DNA-molecuul ligt in een chromosoom spiraalsgewijs opgerold rond duizenden eiwitmoleculen. Bij bacteriën bevat een chromosoom geen eiwitmoleculen.
Sommige bacteriën hebben naast dit ene grote chromosoom ook **plasmiden**: kleinere circulaire chromosomen (zie afbeelding 13.2). Op de plasmiden bevinden zich genen die resistentie kunnen veroorzaken tegen bepaalde gifstoffen (bijvoorbeeld resistentie tegen antibiotica). Doordat het DNA zonder de bescherming van een membraan in het cytoplasma ligt, is het gemakkelijk bereikbaar voor enzymen. De meeste bacteriesoorten zijn heterotroof. Cyanobacteriën bevatten chlorofyl en zijn daardoor autotroof. Bacteriën komen in allerlei milieus voor, zowel in het water als op het land. De celwanden van bacteriën bestaan voornamelijk uit peptidoglycaan, een stof die bij geen enkel ander organisme voorkomt.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

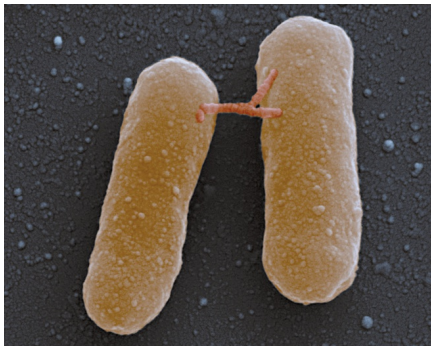
▼ **Afb. 12** Deling bij prokaryoten.



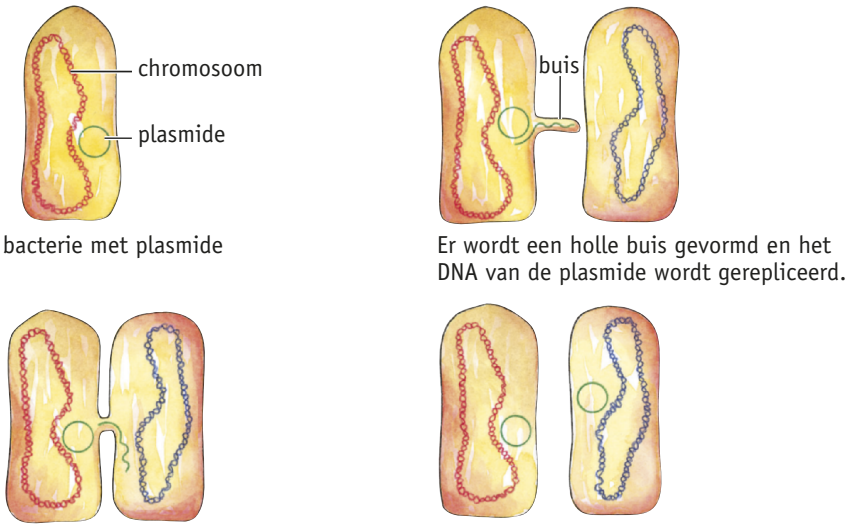
Bacteriën planten zich vooral ongeslachtelijk voort, door deling (zie afbeelding 12). Onder gunstige omstandigheden kunnen zij snel delen. Zoals bij alle organismen vindt voorafgaand aan de celdeling verdubbeling van het DNA plaats (DNA-replicatie). Bij bacteriën ontstaat daarbij echter geen spoelfiguur zoals bij eukaryoten. Elk van beide kringvormige DNA-moleculen zit op een bepaalde plaats vastgehecht aan het celmembraan. Daardoor wordt een goede verdeling van het DNA over de dochtercellen verzekerd.

Bij bacteriën kan op verschillende manieren uitwisseling van genen plaatsvinden. Bacteriën kunnen DNA-fragmenten van een gestorven en uiteengevallen soortgenoot opnemen en gebruiken. Dit heet **transformatie**. De bacterie *Escherichia coli* komt bij mensen in de dikke darm voor. Deze bacterie kan een holle buis (pilum) vormen naar een soortgenoot (zie afbeelding 13). Een gerepliceerde plasmide gaat vervolgens via de buis van de ene naar de andere bacterie. Dit verschijnsel heet **conjugatie**. Bij **transductie** brengen virussen (bacteriofagen) DNA over van de ene bacterie naar een andere bacterie.

▼ **Afb. 13** Conjugatie.



1 SEM 27 000×



2 het verloop van de conjugatie (schematisch)

BETEKENIS VOOR DE MENS

De mens zet sommige soorten bacteriën in voor de productie van voedingsmiddelen. Bacteriën die melksuiker (lactose) omzetten in melkzuur worden gebruikt bij de productie van yoghurt, kaas en zuurkool. Andere soorten bacteriën worden ingezet bij afvalwaterzuivering en bij de bestrijding van allerlei vormen van milieuverontreiniging.
In de natuur ruimen heterotrofe bacteriën (en schimmels) de dode resten van organismen op. Bacteriën (en schimmels) kunnen ons voedsel bederven en ziekten veroorzaken. Cyanobacteriën (blauwalg) komen soms in zulke grote aantallen voor dat het water een blauwgroene kleur heeft. Dat heet waterbloei. Een hoge dichtheid van blauwalg kan dodelijk zijn voor waterdieren en zwemmers.
In de biotechnologie worden onder andere wasmiddelenzymen, geneesmiddelen en hormonen geproduceerd met behulp van genetisch gemodificeerde bacteriën. Bij **genetische modificatie** wordt het DNA van een organisme veranderd door de mens, bijvoorbeeld door het inbrengen van een gen van een ander organisme met behulp van enzymen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Onschadelijke bacteriën op de huid (huidflora) vormen een natuurlijke bescherming tegen schadelijke bacteriën. De darmflora bevat veel nuttige bacteriën. Bij een verkeerde bacteriële balans kunnen gemakkelijker ontstekingen optreden.

opdrachten

23 Door welke drie kenmerken verschillen de archaea van bacteriën?

24 Er leven meer bacteriën en archaea op en in je lichaam dan je lichaamscellen hebt. Toch merk je daar meestal weinig van.
Leg uit waardoor dat komt.

25 Archaea worden wel extremofielen genoemd.
Door welke eigenschap kunnen zij overleven onder de extreme omstandigheden in onze darmen?

26 Beantwoord de volgende vragen.
a Waardoor zijn bacteriën gemakkelijk genetisch te manipuleren?
b Bacteriepopulaties kunnen snel resistentie ontwikkelen tegen antibiotica. Welke eigenschappen van bacteriën kunnen daarbij een rol spelen?

27 Sommige geneesmiddelen verstoren de eiwitsynthese in de cellen. Het geneesmiddel tegen tuberculose streptomycine bijvoorbeeld doet dit door in te werken op DNA-moleculen.
Leg uit hoe het komt dat streptomycine bacteriën kan doden door verstoring van hun eiwitsynthese, terwijl cellen van de mens er vrijwel geen nadeel van ondervinden.

28 Bij het pasteuriseren van melk wordt de melk gedurende korte tijd verhit tot 72 °C en bij het steriliseren van melk tot 130 à 140 °C. Hierna wordt de melk verpakt.
Leg uit dat je een ongeopend pak gesteriliseerde melk niet in de koelkast hoeft te bewaren en een ongeopend pak gepasteuriseerde melk wel.

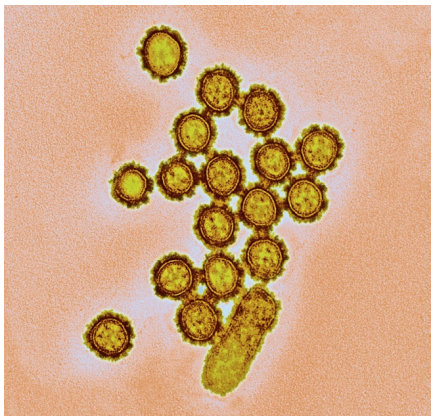
29 In een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) worden organische afvalstoffen door bacteriën afgebroken in open bassins.
Zijn deze bacteriën autotroof of heterotroof? Aeroob of anaeroob? Leg je antwoord uit.

VIRUSSEN

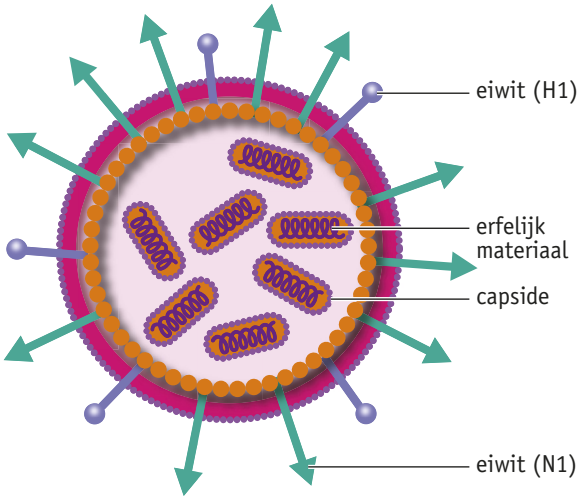
Een **virus** is erg klein: de grootste virussen zijn circa 0,1 µm groot. Dat is veel kleiner dan bacteriën. Virussen zijn alleen zichtbaar met een elektronenmicroscoop (zie afbeelding 14). Virussen zijn geen organismen. Ze worden niet gezien als levend. Organismen bestaan uit cellen, virussen niet. Virussen hebben geen cytoplasma of kernplasma. In een geïsoleerd virus vinden geen stofwisselingsprocessen plaats. Een virus bestaat voor het grootste deel uit erfelijk materiaal (onder andere DNA). Bij alle virussen is dit molecuul omgeven door een eiwitmantel (capside). Virussen kunnen zich niet zelfstandig voortplanten, maar uitsluitend binnen specifieke gastheercellen. Dat kunnen bacteriën zijn of cellen van planten of dieren. Daardoor kan de gastheer ziek worden. Bij mensen worden, behalve griep, bijvoorbeeld ook aids en poliomyelitis (kinderverlamming) veroorzaakt door een virus.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 14** Een griepvirus.



1 TEM

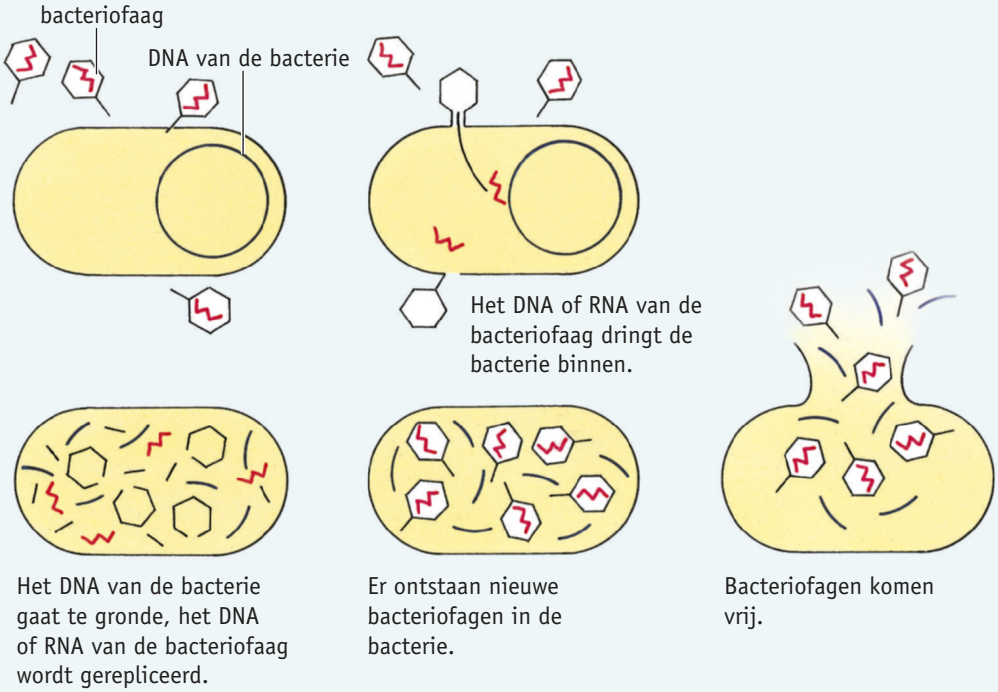


2 griepvirus H1N1 (schematisch)

BACTERIOFAGEN

Virussoorten die bacteriën als gastheer gebruiken heten **bacteriofagen**. In afbeelding 15 is weergegeven hoe een bacteriofaag een bacterie infecteert. Als de bacteriofaag terechtkomt op de bacterie, dringt het erfelijk materiaal van de bacteriofaag de bacterie binnen. Onder invloed van enzymen van de bacterie of van de bacteriofaag ondergaat het erfelijk materiaal van de bacteriofaag replicatie. Door de ribosomen van de bacterie worden nieuwe capsiden gesynthetiseerd. Hierdoor ontstaan in de bacterie grote aantallen nieuwe bacteriofagen (veertig tot honderd per cel). De bacterie valt uiteen. De vrijkomende bacteriofagen kunnen nieuwe bacteriën infecteren.

▼ **Afb. 15** Voortplanting van een bacteriofaag in een bacterie (schematisch).



Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

opdrachten

30 Een virus bevindt zich in het grensgebied tussen levend en levenloos.
a Om welke redenen zou je een virus levend kunnen noemen?
b En om welke redenen zou je een virus levenloos kunnen noemen?

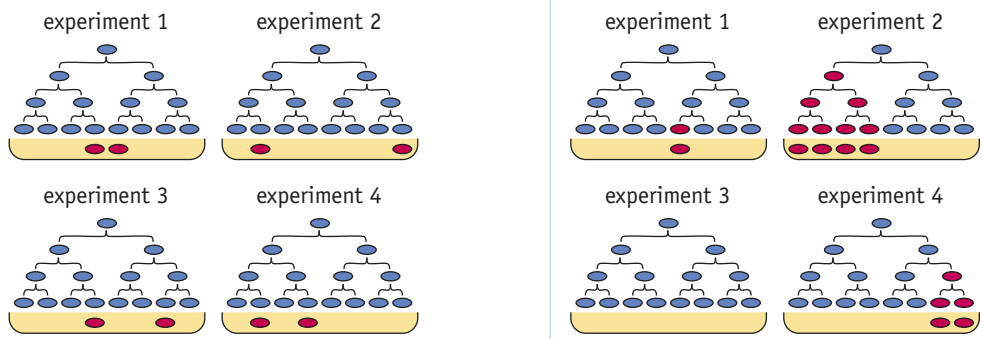
31 Uit de wijze van voortplanting van een virus kan worden afgeleid dat virussen erfelijke informatie bevatten. Leg dat uit. Gebruik bij deze opdracht je *Binas* (tabel 77D).

32 Het griepvirus bevat verschillende eiwitten waarmee het zich aan gastheercellen kan hechten. In de samenstelling van deze eiwitten kunnen gemakkelijk wijzigingen optreden.
Leg uit dat dit tot gevolg heeft dat je ieder jaar opnieuw de griep kunt krijgen.

33 Op welke manier zouden virussen kunnen worden gebruikt bij de bestrijding van bacteriën?

▼ **Afb. 16**

ONDERZOEK	**HET ONTSTAAN VAN RESISTENTIE BIJ BACTERIËN**
Inleiding	Twee onderzoekers, Salvador Luria en Max Delbrück, onderzochten van 1940 tot 1943 bacteriofagen. Het bleek dat bacteriën soms resistent werden tegen deze virussen en dat die eigenschap erfelijk was. Nakomelingen van resistente bacteriën bleken ook resistent te zijn. Wanneer ontstond de resistentie? Werden de bacteriën resistent door de aanwezigheid van de bacteriofaag, of waren er al bacteriën resistent voordat ze in contact kwamen met het virus? Dit laatste zou erop wijzen dat mutaties al toevallig optreden tijdens de reproductie (vermenigvuldiging) van de bacteriën.
Onderzoeksvraag	Ontstaat resistentie als reactie op een infectie of bestaat resistentie al voorafgaand aan infectie?
Hypothese	Resistentie treedt op door toevallige mutaties tijdens de vermenigvuldiging (reproductie) van de bacteriën voorafgaand aan infectie.
Experiment	*Verwachting* Als resistentie ontstaat als reactie op een infectie, zal het aantal resistente bacteriekolonies na iedere infectie ongeveer gelijk zijn. Als resistentie ontstaat door toevallige mutaties voorafgaand aan infectie, zal het aantal resistente bacteriekolonies bij iedere infectie sterk verschillen. *Werkplan* De onderzoekers kweekten vanuit niet-resistente bacteriën in een aantal stappen acht bacteriekolonies. In de eerste stap werd één bacteriekolonie gekweekt. Vanuit deze kolonie werden in de volgende stap twee kolonies gekweekt, daarna vier en ten slotte ontstonden er acht kolonies. Uit elke kolonie plaatsten ze een gelijke hoeveelheid bacteriën op een petrischaal die was geïnfecteerd met bacteriofagen. Vervolgens werd het aantal resistente bacteriekolonies op de petrischaal bepaald. Dit experiment herhaalden de onderzoekers vier keer.
Resultaat	Hierna zijn schematisch twee mogelijke uitkomsten van het experiment weergegeven. De blauwe delingen vinden plaats tijdens het kweken van de kolonies. De rode rondjes stellen de resistente bacteriekolonies in de petrischaal voor.



Conclusie	Resistentie treedt op door toevallige mutaties. De hypothese is juist.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

34 In afbeelding 16 lees je over een onderzoek naar het ontstaan van mutaties. Beantwoord de volgende vragen over dit onderzoek.

a De onderzoekers bedenken een experiment dat geschikt is om hun hypothese te toetsen.
Hoe noem je dit type onderzoek?

b Wanneer treden bij 'mogelijk resultaat 1' de mutaties op waardoor resistentie ontstaat?

c Hoe kun je in het schema van 'mogelijk resultaat 2' zien dat sommige bacteriekolonies al resistent zijn voordat ze in aanraking zijn geweest met de bacteriofagen?

d Wat zal de uitkomst zijn geweest van het experiment: resultaat 1 of 2?

e Stel dat in een van de petrischalen zes van de acht kolonies al voorafgaand aan de infectie resistent waren.
Hoe zou het schema voor deze petrischaal er dan uitzien? Teken het schema.

CONTEXT Beroep

Poeptransplantatie als medicijn

Poeptransplantaties voor de behandeling van de darminfectie *Clostridium difficile*, worden al langer uitgevoerd. Sinds 2014 maakt het VUmc gebruik van poep van een Amerikaanse 'poepbank' met betaalbare, zorgvuldig gescreende donorpoep. Een terugkomende besmetting met *Clostridium difficile* werd voorheen ook behandeld met antibiotica, vertelt arts-onderzoeker Yvette van Beurden. 'Dan hielp het eerste medicijn niet en moesten we overstappen op een duurder ander middel. De poeptransplantatie helpt de patiënt veel sneller van zijn problemen af en heeft minder bijwerkingen.' De donorpoep wordt met een sonde via de mond in het darmkanaal gebracht. Zo komt de darmflora van de patiënt snel weer in balans. Na twee behandelingen wordt een genezingspercentage bereikt van gemiddeld 93,8% tegenover 30,8% na twee behandelingen met antibiotica. Onderzoekers werken aan een synthetische capsule waarmee de poep op de juiste plek terechtkomt. Het voordeel hiervan is dat je ervoor kunt zorgen dat er geen ziekteverwekkende bacteriën of antibioticaresistente stammen aanwezig zijn. Van Beurden: 'Misschien gaan we wel richting een soort "super-Yakult", een drankje met de gewenste bacteriën, die in de darm hun werk doen.'

Naar: persbericht VUmc, december 2014.

opdrachten

35 Tot welk geslacht behoort de ontsteking-veroorzakende bacterie?

36 Poep van de Amerikaanse poepbank wordt zorgvuldig gescreend.
Aan welke twee veiligheidsvoorwaarden moet de gebruikte poep voldoen?

37 Als een besmetting met *Clostridium difficile* terugkomt, helpt het eerste medicijn niet meer.
Leg dit uit.

38 Welke bijwerking kan een antibioticum hebben in het verteringsstelsel?

39 Zou je als onderzoeker mee willen werken aan de ontwikkeling van de capsule? Geef een argument voor en een argument tegen.

▼ **Afb. 17** Donorpoep.

OLYMPIADE OPDRACHT 7

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoelen
- Je kunt kenmerken van eukaryoten noemen.

3 Eukaryoten

Als je om je heen kijkt is de kans groot dat je een eukaryoot ziet. Veel eukaryoten zijn meercellig en hebben gespecialiseerde weefsels en organen. Zoals jouw ogen en hersenen, waarmee je een beeld van jezelf en de wereld kunt vormen.

SCHIMMELS

Schimmels bezitten geen chlorofyl. Ze zijn heterotroof en belangrijk voor de afbraak van organische stoffen in de natuur. **Gisten** zijn eencellige schimmels. De celwanden van gisten en van de meeste schimmels bevatten **chitine**. Dat is een hoornachtige stof waaruit ook het uitwendige skelet van geleedpotigen grotendeels bestaat. Meercellige schimmels zijn meestal opgebouwd uit lange draden: de **schimmeldraden** of **hyfen**. De netwerken van hyfen zien er vaak pluizig uit. Zo'n netwerk heet een **mycelium**. Een beschimmelde boterham bijvoorbeeld bevat een of meer mycelia. Het grootste deel van het mycelium zit in de boterham. De hyfen scheiden enzymen af die de boterham verteren, waarna ze de voedingsstoffen kunnen opnemen.

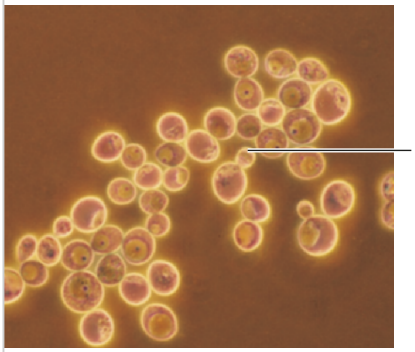
BETEKENIS VOOR DE MENS

Schimmels kunnen, net als bacteriën, voedsel doen bederven. En schimmels kunnen ook door de mens worden ingezet bij de bereiding van voedingsmiddelen (bijvoorbeeld kaas en sojasaus). Bakkers voegen gist aan brooddeeg toe om het te laten rijzen. Ook bij de productie van alcohol in bier en wijn wordt gist gebruikt. Sommige schimmelsoorten veroorzaken ziekten bij planten, dieren of mensen. Bij de mens wordt onder andere zwemmerseczeem veroorzaakt door een schimmelinfectie. Uit schimmels worden ook geneesmiddelen bereid. Verschillende soorten penseelschimmel (*Penicillium*) produceren stoffen die worden gebruikt als antibiotica. Het antibioticum penicilline bijvoorbeeld bestrijdt bacteriële infecties doordat het bij bacteriën de vorming van celwanden verstoort.

VOORTPLANTING

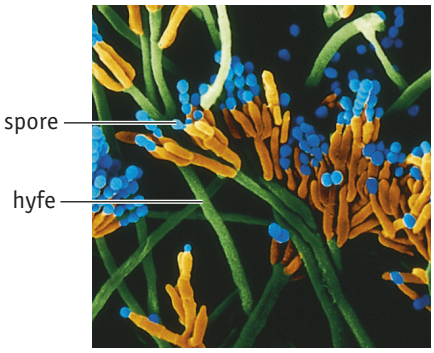
Eencellige schimmels, zoals gisten, planten zich ongeslachtelijk voort door knopvorming (zie afbeelding 18). Daarbij ontwikkelt zich op de cel een uitstulping. De celkern deelt zich en de uitstulping laat los van de moedercel. Meercellige schimmels planten zich meestal voort door **sporen**. De voortplanting van meercellige schimmels kan ongeslachtelijk of geslachtelijk plaatsvinden. Bij eenvoudige schimmelsoorten ontstaan sporen aan de uiteinden van hyfen die uit de voedselbron omhoogsteken (zie afbeelding 19.1). In afbeelding 19.2 is de ongeslachtelijke voortplanting van een penseelschimmel schematisch getekend. Bij geslachtelijke voortplanting moeten de hyfen van twee verschillende mycelia met elkaar in aanraking komen. Er kan dan een kern uit het ene mycelium bij een kern uit het andere mycelium komen. Meestal vindt er dan nog niet direct bevruchting plaats: er ontstaat een cel met twee kernen (zie afbeelding 20). Hieruit ontstaat een groot aantal hyfen met tweekernige cellen.
Bij sommige schimmelsoorten vormen de hyfen die uit de voedselbron omhoogsteken, een speciaal voortplantingsorgaan in de vorm van een **paddenstoel**. De meeste paddenstoelen bestaan uit cellen met twee kernen. In speciale cellen aan de onderkant van de hoed van de paddenstoel versmelten de twee kernen. Hierbij ontstaat een diploïde zygote. Direct daarna vindt in de zygote meiose plaats.

▼ **Afb. 18** Gist (vergroting 600×).

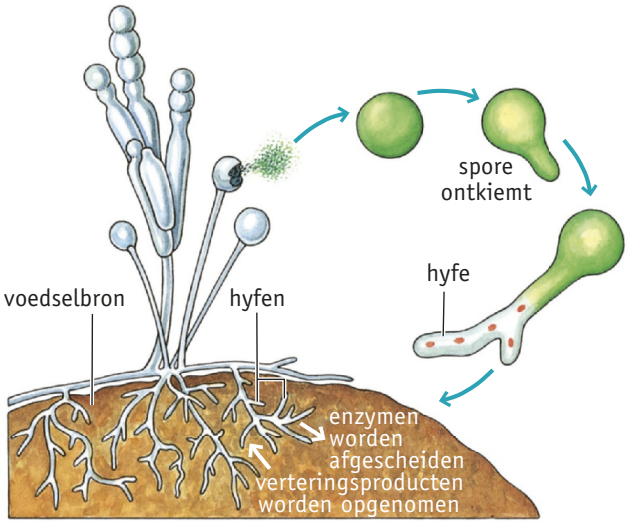


Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 19** Ongeslachtelijke voortplanting van de penseelschimmel.



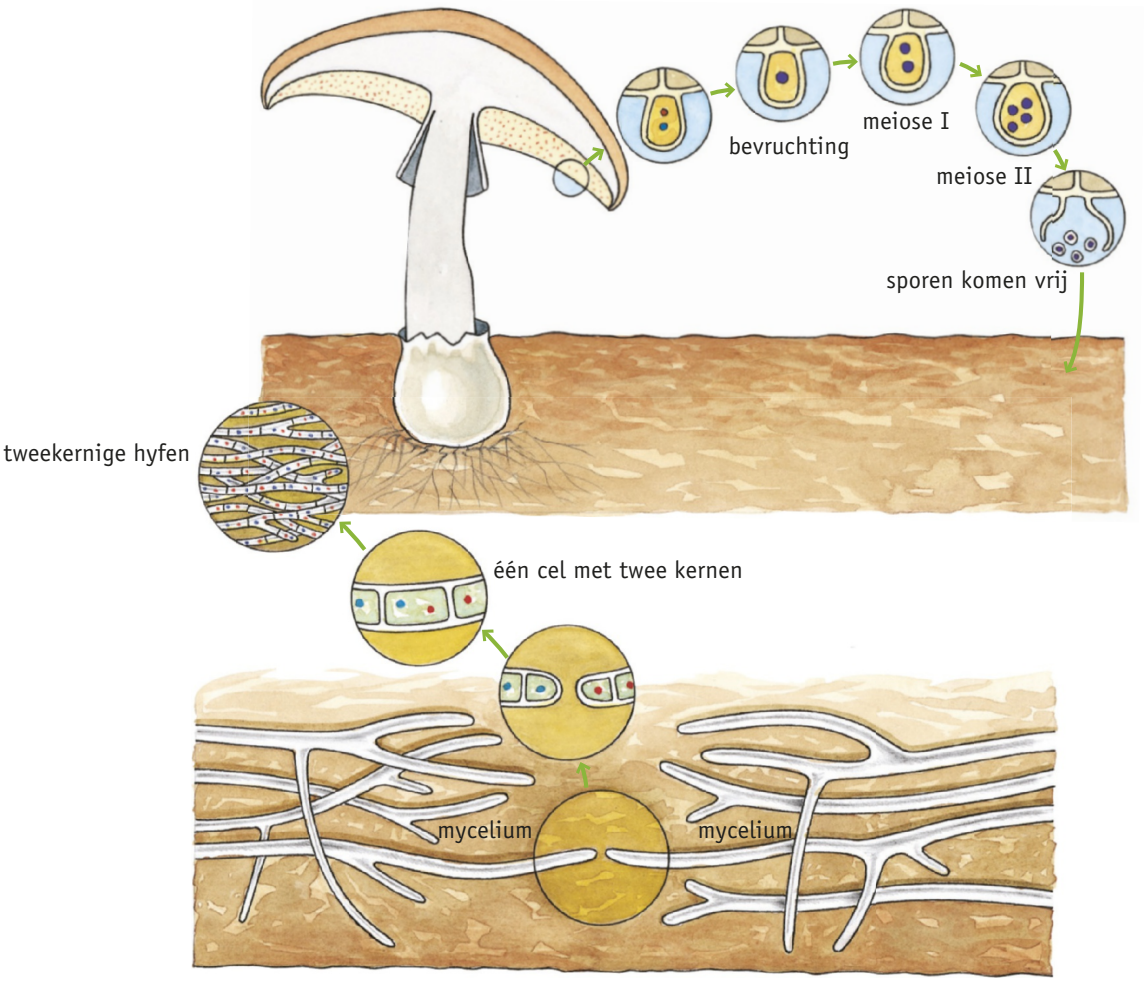
1 penseelschimmel met sporen (600× vergroot)



2 ontkieming van een spore en groei van een mycelium (schematisch)

Hierbij ontstaan haploïde sporen. Bij een keizeramaniet bijvoorbeeld ontstaan de sporen aan de onderkant van de hoed (zie afbeelding 20). Sporen worden door luchtstromen meegevoerd. Als een spore op een voedselbron terechtkomt, ontkiemt deze: er groeit een hyfe uit. De hyfe groeit uit tot een nieuw mycelium. De voedselbron moet voldoende vocht bevatten om deze groei mogelijk te maken.

▼ **Afb. 20** Geslachtelijke voortplanting bij een keizeramaniet.



Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

opdrachten

40 Beantwoord de volgende vragen.

a Vindt in de hoed van een paddenstoel geslachtelijke of ongeslachtelijke voortplanting plaats? Leg je antwoord uit.

b Leg uit dat de termen ‘haploïd’ en ‘diploïd’ niet goed toepasbaar zijn op de cellen van een paddenstoel.

41 Een patiënt heeft een infectieziekte die wordt veroorzaakt door een virus.

a Kan een penicillinekuur dan genezing brengen? Leg je antwoord uit.

b Penicilline verstoort de vorming van celwanden bij bacteriën, maar niet bij andere organismen. Leg uit hoe dat mogelijk is. Gebruik bij deze opdracht je *Binas* (tabel 94D).

42 Meercellige organismen hebben vaak speciale organen met speciale functies. Sporendragers aan het einde van hyfen hebben dezelfde functie als paddenstoelen.
Welk van deze twee organen is het meest geschikt voor deze functie? Licht je antwoord toe.

43 Verschillende antibiotica worden gemaakt met behulp van schimmels. Geef hiervoor een verklaring.

PLANTEN

Planten hebben celwanden om hun cellen. Deze celwanden bestaan grotendeels uit cellulose. Dankzij de chloroplasten in hun cellen zijn ze autotroof. Het plantenrijk wordt ingedeeld in groepen met verschillen in het aantal cellen, de wijze van voortplanting en intern transport (zie afbeelding 21). Ook resultaten uit DNA-onderzoek spelen een rol.
Sommige eukaryote eencelligen hebben celkenmerken van planten, zoals bepaalde algen. Algen zijn eencellige wieren. Veel algensoorten worden daarom ingedeeld bij de planten. Wieren, mossen, paardenstaarten en varens planten zich voort door sporen. Deze vier groepen worden samen **sporenplanten** genoemd. Paardenstaarten, varens en zaadplanten hebben transportvaten, waardoorheen stoffen worden vervoerd. Deze drie groepen worden daarom samen **vaatplanten** genoemd. Wieren en mossen hebben geen systeem van vaten voor het transport van stoffen. Ze blijven daardoor klein.

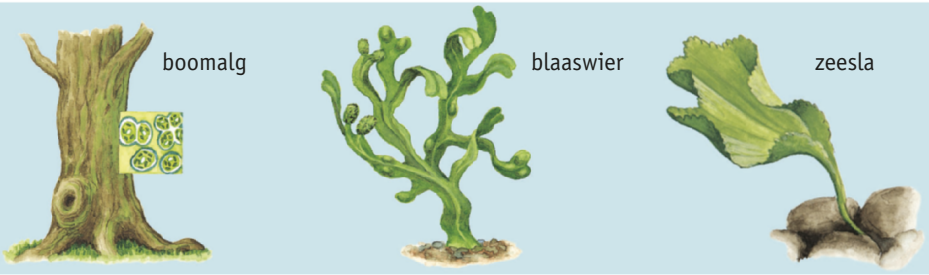
▸▸ PRACTICUMOPDRACHT 1

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 21** Indeling van het plantenrijk.

Wieren (algen)

KENMERKEN
- geen wortels
- geen stengels
- geen bladeren
- geen hout- en bastvaten

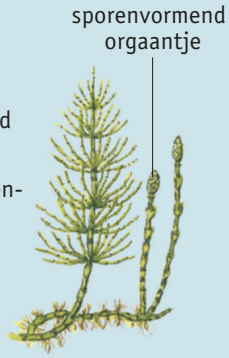


Mossen

KENMERKEN
- geen echte wortels
- wel stengels en bladeren
- geen hout- en bastvaten
- voortplanting door sporen
- sporen ontstaan in een sporendoosje, dat op een steeltje boven het mosplantje uitgroeit

Paardenstaarten

KENMERKEN
- wortels, stengels en bladeren
- hout- en bastvaten
- de stengels zijn hol en geleed
- voortplanting door sporen
- sporen ontstaan in een sporenvormend orgaantje aan het uiteinde van een stengel

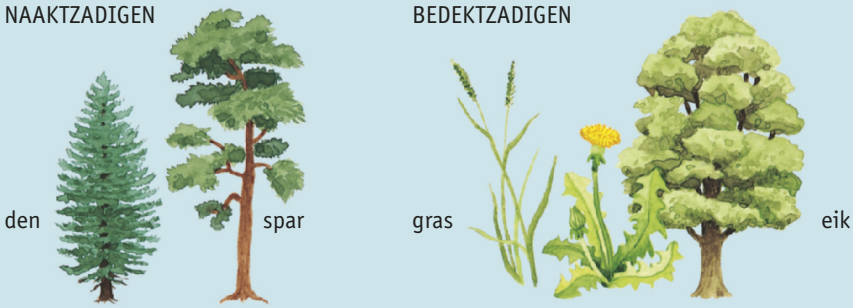


Varens

KENMERKEN
- wortels, stengels en bladeren
- hout- en bastvaten
- de bladeren zijn groot en meestal ingesneden
- voortplanting door sporen
- sporen ontstaan in sporenhoopjes aan de onderzijde van bladeren

Zaadplanten

KENMERKEN
- wortels, stengels en bladeren
- hout- en bastvaten
- voortplanting door zaden
- zaden ontstaan in bloemen



Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

DIEREN

Dieren hebben geen celwanden om hun cellen. Door het ontbreken van chlorofyl zijn ze heterotroof. Vrijwel alle dieren zijn diploïd. In de levenscyclus van vrijwel alle dieren blijft het haploïde stadium beperkt tot de geslachtscellen. Criteria voor de indeling van het dierenrijk zijn, naast een- of meercelligheid, ook de symmetrie, het soort skelet en bevindingen op grond van moleculair onderzoek (zie afbeelding 22 en 23). Door onderzoek aan het DNA ontstaan nieuwe inzichten over de onderlinge verwantschap en afstamming van dieren.

▶▶ PRACTICUMOPDRACHT 2

▶ **Afb. 22** Skeletten bij dieren.

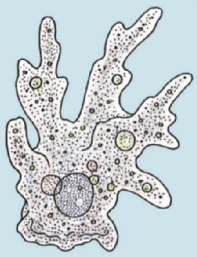
1 bij een spons: een skelet van naalden tussen de cellen

2 bij een inktvis: een inwendige schelp (zeeschuim)

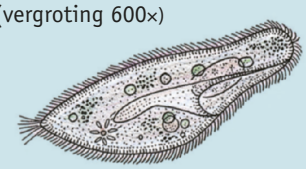
▼ **Afb. 23** Indeling van het dierenrijk.

Eencelligen
KENMERKEN
- asymmetrisch
- geen skelet
- leven in het water

amoebe (vergroting 600×)



pantoffeldiertje (vergroting 600×)

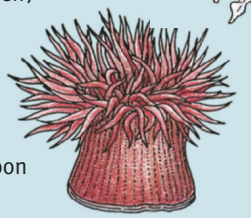


Sponzen
KENMERKEN
- asymmetrisch
- een skelet van naalden tussen de cellen
- zitten vast op de bodem van de zee

badspons

Holtedieren
KENMERKEN
- radiaal symmetrisch
- meestal geen skelet
- leven in het water
- vangen hun prooi met tentakels (vangarmen)

kwal



zeeanemoon

Platwormen
KENMERKEN
- bilateraal symmetrisch
- geen skelet
- het lichaam is lang en dun
- de dwarsdoorsnede is plat
- veel soorten leven als parasiet

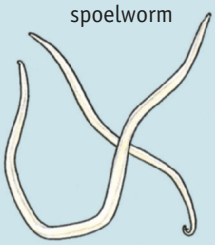
lintworm

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Rondwormen

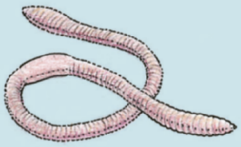
KENMERKEN
- bilateraal symmetrisch
- geen skelet
- het lichaam is lang en dun
- de dwarsdoorsnede is rond
- veel soorten leven als parasiet

spoelworm



Ringwormen

KENMERKEN
- bilateraal symmetrisch
- geen skelet
- het lichaam is lang en dun
- de dwarsdoorsnede is rond
- het lichaam is gesegmenteerd (opgebouwd uit 'schijfjes')

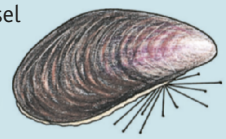


regenworm

Weekdieren

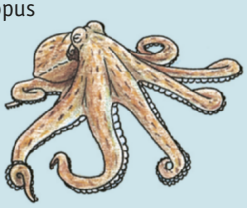
KENMERKEN
- bilateraal symmetrisch
- meestal een schelp of
- huisje als skelet

TWEEKLEPPIGEN
mossel



SLAKKEN
tuinslak

INKTVISSEN
octopus



Geleedpotigen

KENMERKEN
- bilateraal symmetrisch
- een exoskelet van chitine
- de kop draagt ogen en antennen

SPINACHTIGEN
spin

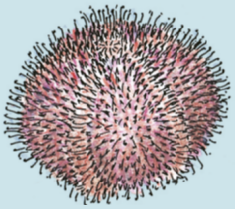
INSECTEN
vlieg

KREEFTACHTIGEN
krab

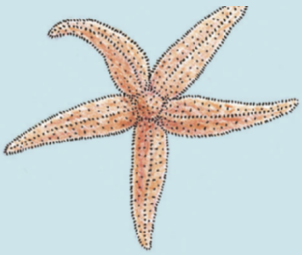
DUIZENDPOTEN
duizendpoot

Stekelhuidigen

KENMERKEN
- radiaal symmetrisch
- een endoskelet van kalk
- de huid is bedekt met stekels of knobbels
- leven op de bodem van de zee



zee-egel



zeester

Gewervelden

KENMERKEN
- bilateraal symmetrisch
- een endoskelet (geraamte) met een wervelkolom

VOGELS
zwaluw

ZOOGDIEREN
wolf

AMFIBIEËN
kikker

REPTIELEN
slang

VISSEN
snoek

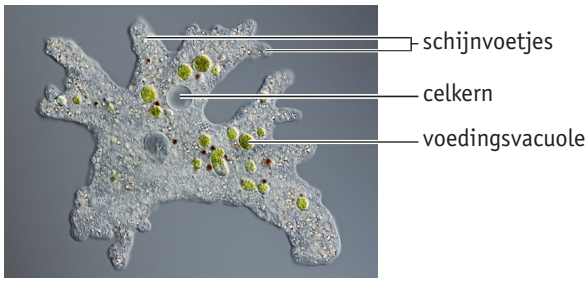
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

EENCELLIGEN

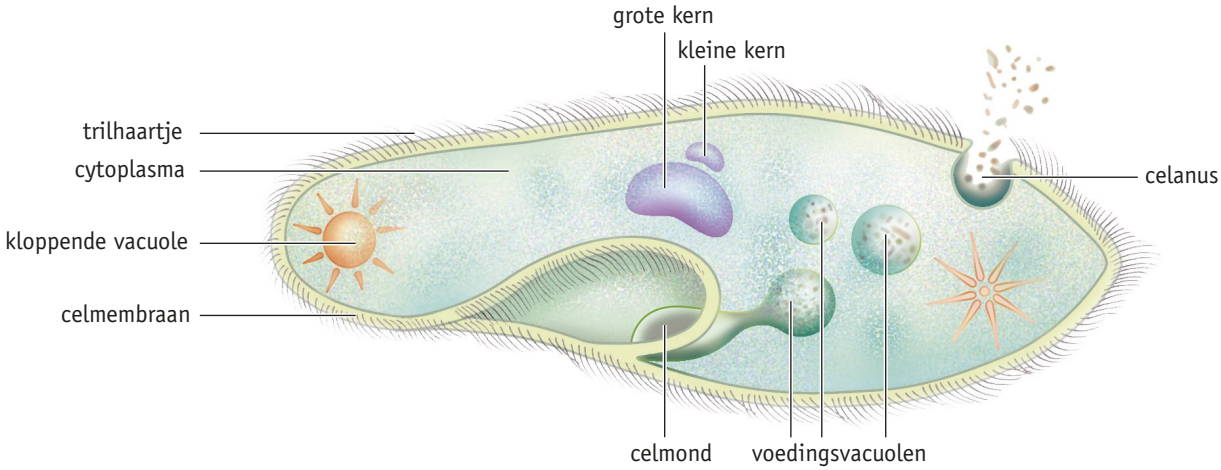
Sommige eencellige eukaryoten hebben celkenmerken van dieren (geen celwand). Biologen delen deze eencelligen vaak niet meer in bij de dieren. Het pantoffeldiertje werd bijvoorbeeld lange tijd tot het dierenrijk gerekend, omdat het niet in staat is tot fotosynthese. Uit DNA-onderzoek is gebleken dat zijn voorouders waarschijnlijk wel tot fotosynthese in staat waren, maar dat de soort die eigenschap heeft verloren.

Een andere eencellige eukaryoot zonder celwand is de amoebe (*a* = zonder, *moebe* = vorm). Een amoebe kan door cytoplasmastroming schijnvoetjes vormen en zich voortbewegen (zie afbeelding 24.1). De schijnvoetjes kunnen ook voedsel insluiten (fagocytose). Het voedsel van amoeben bestaat voornamelijk uit bacteriën die in voedingsvacuolen worden verteerd.
Bij trilhaardiertjes (*ciliophora*) zoals het pantoffeldiertje zijn meer organellen te zien dan bij een amoebe (zie afbeelding 24.2). **Cilia** (trilhaartjes, enkelvoud **cilium**) zorgen voor de voortbeweging en het transport van voedsel naar de celmond. Aan het eind van de celslokdarm ontstaan voedingsvacuolen, waar het opgenomen voedsel wordt verteerd. Onverteerde voedselresten worden verwijderd via de celanus.

Afb. 24 Eencellige eukaryoten zonder celwand.



1 amoebe met voedingsvacuolen



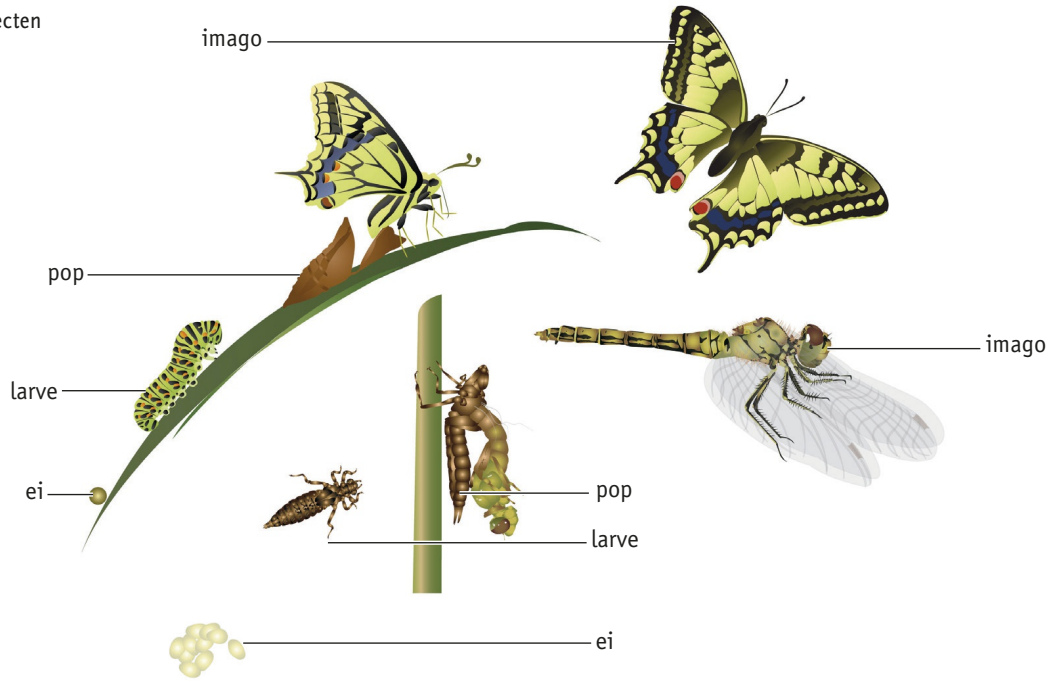
2 pantoffeldiertje (schematisch)

PRACTICUMOPDRACHT 3

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

GELEEDPOTIGEN

De geleedpotigen vormen de meest soortenrijke stam van het dierenrijk. Biologen hebben al meer dan een miljoen soorten geleedpotigen beschreven. Elk jaar komen daar nog tientallen soorten bij. Insecten behoren tot de geleedpotigen. Ongeveer driekwart van alle ontdekte diersoorten behoort tot de insecten.
Het exoskelet van alle geleedpotigen bevat chitine. Door de stijfheid van het exoskelet is groei alleen mogelijk tijdens vervellingen. In de levenscyclus van insecten ziet het volwassen stadium er vaak heel anders uit dan de **larve** (de vorm waarin het insect het ei verlaat). Voorbeelden zijn vlinders en libellen (zie afbeelding 25). De larven vervellen ongeveer vier keer. De larve kruipt dan uit het chitinepantser. Voordat het volgende chitinepantser is gevormd, groeit de larve snel. Als de larve is uitgegroeid, vindt **metamorfose** (gedaanteverwisseling) plaats. De larve verandert dan in een **pop** en in een **imago** (een volwassen insect). Na een paring worden **eitjes** gelegd en begint de cyclus opnieuw.



Afb. 25 Levenscyclus bij insecten (schematisch).

opdrachten

44 Waarin verschillen de celwanden van bacteriën, schimmels en planten?

45 In afbeelding 21 zie je boomalgen die zich hechten aan een meercellige verwante zaadplant met gespecialiseerde organen, zoals wortels, bloemen en zaden.
- **a** Welke voordelen bieden deze organen voor de zaadplant?
- **b** Leg uit dat vaatplanten groter kunnen worden dan planten zonder transportvaten.

46 Beantwoord de volgende vragen.
- **a** Welke voordelen heeft het uitwendig skelet bij de geleedpotigen?
- **b** Wat is een nadeel?
- **c** Insecten kennen een levenscyclus. Het imago kan zich door zijn bouw gemakkelijker verplaatsen.
  Leg uit dat dit belangrijk is in verband met de functie van het volwassen stadium.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

CONTEXT Wetenschap

Een innige band

▼ **Afb. 26** Links gras geënt met mycorrhiza, rechts zonder.

Een mycorrhiza is een hechte samenlevingsvorm tussen een bodemschimmel en de wortels van planten. Beide hebben daar voordeel van. Mycorrhiza komt uit het Grieks en betekent schimmelwortel. Deze innige omhelzing bestaat al lang. Mycorrhizaschimmels hebben naar schatting 450 miljoen jaar geleden de eerste planten geholpen het land te koloniseren.

De belangrijkste landbouwgewassen zoals mais, aardappelen, tarwe en bonen leven samen met mycorrhizaschimmels. Dat geldt ook voor grassen. Bekende paddenstoelen als de truffel, het eekhoorntjesbrood en de vliegenzwam zijn mycorrhizaschimmels.
De hyfen van mycorrhizaschimmels groeien op en in de buitenste wortelcellen. In vergelijking met plantenwortels zijn hyfen dun. Vooral in dichte en mineraalarme bodems zorgen de schimmels op die manier voor een uitbreiding van het wortelstelsel van de plant en een betere opname van voedingsstoffen.
De plant kan zeer efficiënt zonne-energie omzetten in voedingsstoffen (zoals glucose). De schimmel kan juist met zijn dunne schimmeldraden efficiënt mineralen uit de bodem opnemen (zoals kalium, magnesium en ijzer). Plant en schimmel kunnen zo elkaars kwaliteiten optimaal benutten. De mycorrhizaschimmels geven wortels ook bescherming tegen ziekten en uitdroging.
Uit onderzoek blijkt dat in de bodem zelfs schimmelnetwerken bestaan die meerdere plantensoorten met elkaar verbinden. Sta even stil bij die hechte band onder je voeten als je over een grasveldje loopt.
Naar: oratie dr. ir. Marcel G.A. van der Heijden, januari 2012.

opdrachten

47 Beantwoord de volgende vragen.
a Welke voedingsstof ontvangen de schimmels van de planten?
b Welke groep voedingsstoffen krijgen de planten van de schimmels?

48 Grassen met fijne wortels hebben minder voordeel van mycorrhiza dan bijvoorbeeld prei met dikke wortels.
Verklaar dat.

49 Korstmossen speelden waarschijnlijk een belangrijke rol bij de verwering van rotsen bij de kolonisatie van het leven op het land. Korstmossen groeien op stenen en rotsen en bestaan uit een schimmel die algen heeft opgenomen.
Leg het voordeel van de samenlevingsvorm uit voor beide soorten organismen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoelen
- Je kunt uitleggen wat de neodarwinistische evolutietheorie inhoudt.

4 De evolutietheorie

In de loop van miljarden jaren zijn levensvormen op aarde ontstaan, veranderd en verdwenen. De reizen van Charles Darwin op het schip de *Beagle* leidden tot een revolutie in de ideeën over de ontwikkelingsgeschiedenis van het leven.

▼ **Afb. 27** Evolutie volgens De Lamarck.

ONTSTAANSTHEORIE: EVOLUTIE

De meeste biologen zijn ervan overtuigd dat de levensvormen op aarde in de loop van zeer lange tijd zijn ontstaan en veranderd. Deze geleidelijke ontwikkeling wordt **evolutie** genoemd. De evolutietheorie is in de negentiende eeuw ontwikkeld. Tot die tijd dachten veel biologen dat de soorten organismen die op aarde leefden altijd zo hadden bestaan.
De Fransman Jean de Lamarck was in de achttiende eeuw een van de eersten die een theorie opstelde over evolutie. De Lamarck geloofde in een geleidelijke verandering van soorten. De lange nek van giraffen bijvoorbeeld zou hij verklaren doordat giraffen hun nek voortdurend moesten strekken om van meer bladeren aan bomen te kunnen eten (zie afbeelding 27). Door het voortdurende strekken zou de nek tijdens het leven iets langer worden. Elke generatie giraffen zou de grotere neklengte doorgeven aan de volgende generatie.
In de tijd van De Lamarck was nog niet bekend dat tijdens het leven verworven eigenschappen de samenstelling van genen niet veranderen en dus niet aan de nakomelingen kunnen worden doorgegeven. Volgens nieuwe inzichten van de epigenetica kunnen milieufactoren overigens wel het langdurig aan en uit zetten van genen beïnvloeden. Deze veranderingen in genexpressie kunnen zelfs worden overgeërfd. Ze zijn omkeerbaar als de milieuomstandigheden veranderen.

▼ **Afb. 28** Spotprent over Darwin en zijn theorie.

Verschillende onderzoekers hebben de evolutietheorie van De Lamarck vervolgens verder ontwikkeld. De bekendste van hen is Charles Darwin, wiens boek *On the origin of species* in 1859 de definitieve doorbraak van de evolutietheorie betekende. Darwin werd vanwege zijn ideeën door veel tijdgenoten belachelijk gemaakt (zie afbeelding 28). Zijn ideeën zijn later door andere onderzoekers uitgewerkt. De grondgedachten van Darwin zijn terug te vinden in de huidige evolutietheorie: de **neodarwinistische evolutietheorie** of het **neodarwinisme**.

ONTSTAANSTHEORIE: CREATIONISME

Naast de evolutietheorie bestaat de ontstaanstheorie van het creationisme. Creationisten baseren zich op de uitleg van de Bijbel, Koran of Thora, waarin staat beschreven hoe de aarde en alle organismen zijn geschapen. Sommige stromingen binnen het creationisme combineren evolutie en schepping. Een voorbeeld daarvan is intelligent design. Deze stroming ontkent niet dat er een bepaalde vorm van evolutie is, maar gaat ervan uit dat het ontstaan van organismen niet alleen door genetische veranderingen kan worden verklaard. Sommige organen, zoals het oog, zijn zo ingewikkeld gebouwd, dat er volgens hen wel een intelligente schepper bij betrokken moet zijn.

NEODARWINISTISCHE EVOLUTIETHEORIE

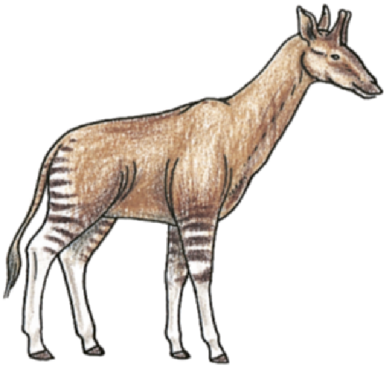
De evolutietheorie verklaart hoe de erfelijke eigenschappen van populaties kunnen veranderen waardoor uiteindelijk zelfs nieuwe soorten kunnen ontstaan. Evolutie vindt plaats doordat vooral de organismen binnen een populatie die het best zijn aangepast aan de leefomgeving, hun genen doorgeven aan de volgende

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

generaties. Dit verschijnsel heet **natuurlijke selectie** of **survival of the fittest**. Natuurlijke selectie is mogelijk doordat de organismen van een populatie, als gevolg van recombinatie en mutaties, een grote **genetische variatie** of verscheidenheid in genotypen hebben. Recombinatie (het herverdelen van erfelijke eigenschappen) vindt plaats via meiose en geslachtelijke voortplanting. Hierdoor ontstaat bij bevruchting een nieuw genotype. **Mutaties** zijn veranderingen in de genen, die bijvoorbeeld kunnen plaatsvinden door 'foutjes' tijdens replicatie van chromosomen of onder invloed van straling of mutagene stoffen. Gemuteerde genen kunnen in voortplantingscellen terechtkomen. Door recombinatie en mutatie ontstaan verschillen in genotype en in fenotype. Door natuurlijke selectie hebben organismen met een slecht aangepast fenotype een kleinere **overlevingskans**. Goed aan het milieu aangepaste organismen hebben meer overlevingskans en daardoor meer kans om nakomelingen te krijgen en hun genen door te geven. Deze selectie leidt ertoe dat de erfelijke eigenschappen van populaties kunnen veranderen.

Bij de voorouders van giraffen bijvoorbeeld kunnen mutaties een variatie in de neklengte hebben veroorzaakt. Een mutant (een organisme met een bepaalde mutatie die in het fenotype tot uiting komt) kan dan in het voordeel zijn, doordat hij de hoger hangende bladeren van de bomen kan eten. Bij concurrentie om voedsel heeft de mutant een grotere overlevingskans dan giraffen met de oorspronkelijke neklengte. Door een opeenvolging van mutaties, recombinatie en natuurlijke selectie zouden dan de huidige giraffen met lange hals zijn ontstaan (zie afbeelding 29).

▼ **Afb. 29** De evolutie van giraffen.



1 reconstructie van een voorouder van de giraffe

2 giraffe

3 okapi, de enige huidige verwant van de giraffe

Door het optreden van recombinatie en mutaties wordt de genetische variatie binnen een populatie groter. De selectiedruk bepaalt wat er met de verschillende genotypen en fenotypen in een populatie gebeurt. **Selectiedruk** is de invloed van milieufactoren op de genetische variatie in een populatie. Is de selectiedruk laag, dan blijven veel verschillende varianten in leven. Als er boombladeren in overvloed zijn, zullen ook de giraffen met de oorspronkelijke neklengte in leven blijven en zich voortplanten. Maar als de selectiedruk hoog is, zullen individuen met de oorspronkelijke neklengte eerder sterven door voedselgebrek. De best aangepaste individuen (hier de giraffen met de langste nek) hebben een grotere kans op meer nakomelingen. Dit zijn de dieren met de grootste **fitness**. Onder de nakomelingen komt dan het genotype voor een langere nek vaker voor. De soort is dan geëvolueerd.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Bij een grote genetische variatie is de kans groot dat enkele individuen een genotype bezitten dat een goede **adaptatie** (aanpassing) van de populatie aan nieuwe omstandigheden mogelijk maakt. Bij een besmetting van de populatie met een onbekende ziekteverwekker bijvoorbeeld, is de kans groot dat enkele individuen de genen bezitten die een goede afweer mogelijk maken. Zij zorgen voor het voortbestaan van de populatie. Een populatie met een grotere genetische diversiteit heeft dus een grotere overlevingskans.

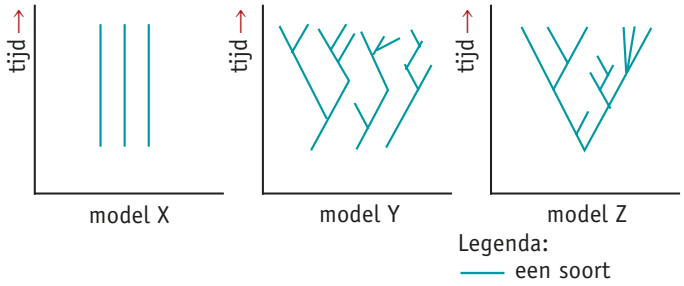
▶▶ PRACTICUMOPDRACHT 4

opdrachten

50 Drie theorieën over de geschiedenis van het leven zijn:
- het evolutiemodel: deze theorie stelt dat soorten een gemeenschappelijke oorsprong hebben en in de loop van de tijd veranderen;
- het polyfyliemodel: deze theorie stelt dat organismen die behoren tot verschillende families een verschillende oorsprong hebben en dat soorten die behoren tot dezelfde familie een gemeenschappelijke oorsprong hebben;
- het gescheiden creatiemodel: deze theorie stelt dat soorten elk een verschillende oorsprong hebben en in de loop van de tijd niet veranderen.

In afbeelding 30 zijn deze drie theorieën in modellen weergegeven. Elk model geeft de ontwikkeling weer van een of enkele soorten in de loop van de tijd.
Geef van elk model aan welke theorie het weergeeft.

▶ **Afb. 30** Drie theorieën.



51 Welke diersoort is in de voedselkeuze het meest veranderd ten opzichte van de gemeenschappelijke voorouder: de giraffe of de okapi?

▼ **Afb. 31** Een voorbeeld van camouflage.

wandelend blad

52 Bij sommige diersoorten komt camouflage voor. De huid of het pantser heeft dan een schutkleur (zie afbeelding 31). In een populatie dieren met schutkleur komen regelmatig mutanten voor met afwijkende kleuren.
- **a** Zullen deze mutanten een grotere of een kleinere overlevingskans hebben dan dieren met schutkleur, als het milieu onveranderd blijft?
- **b** Voor het voortbestaan van de soort is het toch van belang dat er regelmatig mutanten met afwijkende kleuren voor blijven komen. Leg dat uit.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

53 Afbeelding 32 is de weergave van een onderzoek.

a Teken van de drie genotypen in één diagram het verband tussen de sterfte van deze fruitvliegen en de tijd.
Teken voor ieder genotype een aparte grafiek. Benoem de assen en geef een legenda.

b Leg uit dat deze verschillen in tolerantie voor ethanol leiden tot verschillen in overlevingskansen van de fruitvliegen in de natuur.

▼ **Afb. 32**

ONDERZOEK	**OMZETTING VAN ETHANOL DOOR FRUITVLIEGEN**
Inleiding	De fruitvlieg (*Drosophila melanogaster*) leeft van rijp en overrijp (rottend) fruit en komt vrijwel overal op aarde voor. Fruitvliegen zijn in het algemeen in staat zetmeel en alcohol (ethanol) uit hun voedsel om te zetten in respectievelijk glucose en aldehyden. De mate waarin zij ethanol omzetten, is verschillend. Gebleken is dat dit samenhangt met het voorkomen van twee verschillende allelen die coderen voor het enzym alcoholdehydrogenase: het allel Adh^F en het allel Adh^S.
Onderzoeksvraag	Leiden verschillen in deze Adh-allelen tot verschillen in overlevingskansen binnen deze soort?
Hypothese	Verschillen in het genotype voor alcoholdehydrogenase leiden tot verschillen in overlevingskans.
Experiment	Kweek in kweekbuizen fruitvliegen met de genotypen Adh^FAdh^F, Adh^FAdh^S en Adh^SAdh^S. Het voedingsmedium bestaat uit zetmeel en 20% ethanol. Het aantal vliegen wordt dagelijks geteld. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in de tabel.
Resultaat	

Sterfte in populaties van de fruitvlieg

Tijd in dagen	Sterfte in populatie van genotype Adh^FAdh^F in %	Sterfte in populatie van genotype Adh^FAdh^S in %	Sterfte in populatie van genotype Adh^SAdh^S in %
1	0	2,50	5,00
2	0	2,50	8,75
3	0	6,35	17,50
4	0	12,50	26,25
5	5,00	18,75	52,50
6	8,75	25,00	56,25
7	10,00	26,25	57,50

Uit de metingen blijkt dat de genotypen Adh^FAdh^F, Adh^FAdh^S en Adh^SAdh^S verschillen vertonen in tolerantie voor ethanol.

Conclusie	De verschillen in tolerantie leiden tot verschillen in overlevingskans van de fruitvliegen in de natuur. De hypothese is juist.

54 In een conceptmap geef je met lijnen of pijlen de relaties aan tussen een aantal begrippen. Pijlen geven oorzaak en gevolg aan tussen begrippen. Maak een conceptmap met pijlen met de volgende begrippen:
fitness – genetische variatie – mutatie – recombinatie – selectiedruk – survival of the fittest

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

CONTEXT Leefwereld

De evolutierevolutie

Charles Darwin groeide begin negentiende eeuw op in een tijd waarin de meeste mensen geloofden dat soorten zijn geschapen. Met *On the origin of species* kwam Darwin definitief met een wetenschappelijke verklaring voor het ontstaan van soorten. Aan die publicatie ging een innerlijke strijd vooraf.
Darwins vader was atheïst en zijn moeder strenggelovig. Charles brak zijn studie geneeskunde af en volgde een studie tot geestelijke. Vóór zijn priesterwijding monsterde Darwin aan op het schip de *Beagle*. Hij reisde tussen zijn 22e en 27e jaar om de wereld. Dit was in feite een geologische en biologische studiereis. In 1839 trouwde hij met de zeer gelovige Emma. Zij was bang dat Charles niet in de hemel zou komen als hij niet meer geloofde. Het overlijden van twee van hun kinderen, Annie en Charles, betekende voor Darwin een definitief einde aan zijn geloof in een goede schepper. In de natuur heerst immers de meedogenloze strijd om het bestaan. Op latere leeftijd noemde hij zichzelf een agnost. Darwin wilde niet de schepper van zijn troon stoten, maar vooral de sterke verhalen over de schepping ontzenuwen. Daar had de Anglicaanse kerk in die tijd van verlichting niet zo'n probleem mee. Wél was de kerk bang dat de evolutietheorie de goede zeden en sociale stabiliteit zou ondermijnen.
Naar: Pieter Gorissen, *Charles Darwins 'struggle for faith'*.

Afb. 33 Darwin ging aan boord van de *Beagle* toen hij 22 jaar was.

opdrachten

55 De vader van Darwin noemde zichzelf atheïst en Darwin noemde zichzelf agnost. Zoek de betekenis van deze termen op.
Kan de vader van Darwin een ongelovige worden genoemd? En Darwin zelf? Leg je antwoord uit.

56 Kan het ontstaan van de evolutietheorie een revolutie worden genoemd? Geef argumenten.

57 Leg uit hoe de evolutietheorie de goede zeden en sociale stabiliteit zou kunnen ondermijnen.

58 Beantwoord de volgende vragen.
- **a** Is de wetenschappelijke evolutietheorie tegenwoordig algemeen geaccepteerd? Licht je antwoord toe.
- **b** Vind je dat de wetenschappelijke evolutietheorie op alle scholen onderwezen zou moeten worden? Licht je antwoord toe.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

5 Onderzoek naar evolutie

Leerdoelen
- Je kent enkele onderzoeksmethoden naar verwantschap.
- Je kunt verschillen en overeenkomsten herkennen tussen organen en orgaanstelsels van de mens en van verschillende diersoorten.
- Je kunt een stamboom en een cladogram aflezen en construeren.

Darwin baseerde zijn evolutietheorie op de vergelijking van uiterlijke kenmerken van levende organismen en fossielen. Overeenkomsten kunnen duiden op gemeenschappelijke afstamming (verwantschap). Verschillen kunnen duiden op ontwikkeling. Biochemisch onderzoek geeft uitsluitsel over verwantschap en ontwikkeling.

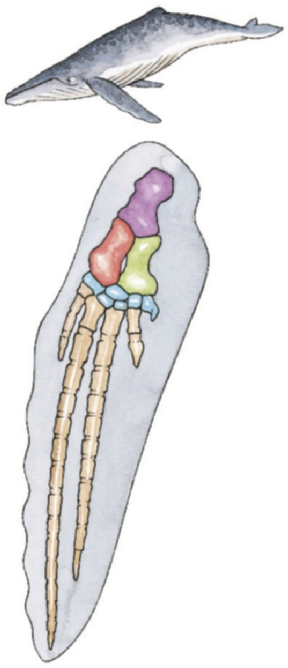
ANATOMIE EN VERWANTSCHAP

Bij vergelijking van de **anatomie,** de bouw en functie van het organisme en de delen ervan, mag je geen overhaaste conclusies trekken over verwantschap. De vleugel van een vleermuis, de voorvin van een walvis, de voorpoot van een mol en de arm van een mens lijken bijvoorbeeld erg verschillend, maar hebben hetzelfde bouwplan. Deze organen zijn **homoloog** (zie afbeelding 34). Homologe organen zijn ontstaan uit dezelfde grondvorm. Door aanpassing aan verschillende milieus hebben de organen een verschillende functie gekregen. Homologie duidt op verwantschap van organismen: de organismen hebben een (recente) gemeenschappelijke voorouder.

▶▶ PRACTICUMOPDRACHT 5

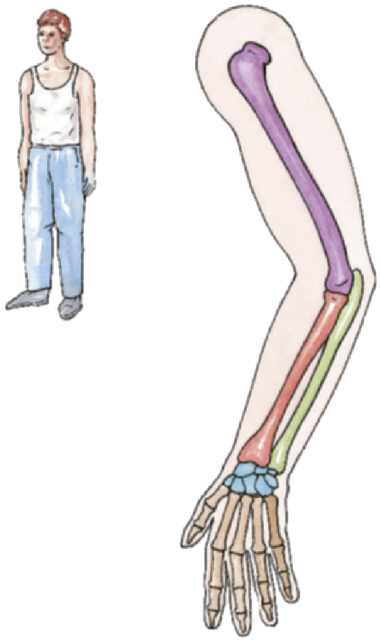
In afbeelding 35 zijn enkele organen getekend met een overeenkomstige vorm en functie, die niet berust op verwantschap. Deze organen zijn **analoog**. Analoge organen zijn niet ontstaan uit dezelfde grondvorm. Door aanpassing aan hetzelfde milieu zijn bij niet-verwante organismen organen met een vergelijkbare functie ontstaan.

▼ **Afb. 34** Homologe organen bij zoogdieren.



1 de voorvin van een walvis

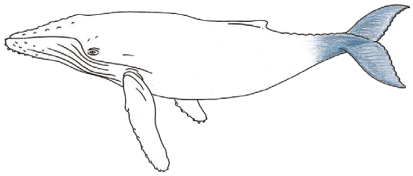
2 de voorpoot van een mol



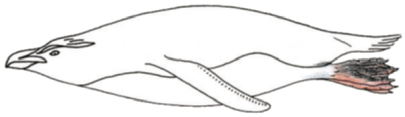
3 de arm van een mens

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

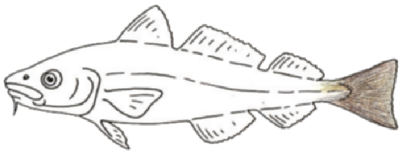
▼ **Afb. 35** Analoge organen binnen de groep gewervelden.



1 de staart van een walvis



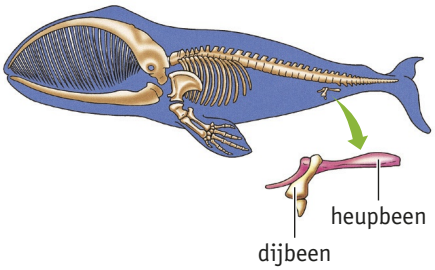
2 de poten met zwemvliezen van een pinguïn



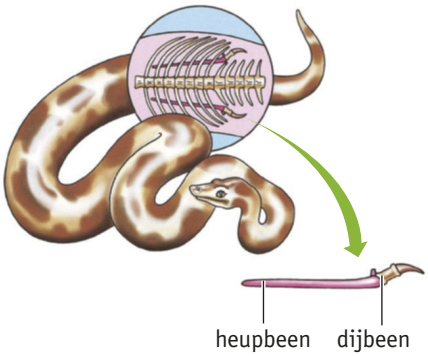
3 de staartvin van een vis

Door aanpassing aan het milieu kunnen organen hun functie verliezen. Je noemt ze dan **rudimentaire organen** of **rudimenten**. Deze organen kunnen in de loop van de evolutie verdwijnen. Voorbeelden van rudimenten bij dieren zijn het bekken bij een walvis en de pootresten bij sommige reuzenslangen (zie afbeelding 36). Rudimentaire organen ontstaan op dezelfde manier als homologe organen bij verwante soorten. Ze komen echter niet meer tot ontwikkeling en hebben geen functie meer. Veel plantenetende zoogdieren hebben een lange blindedarm die een functie heeft bij de vertering. Bij de mens is de blindedarm rudimentair (zie afbeelding 37). Door rudimentaire organen wordt het aannemelijk dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.

▶ **Afb. 36** Rudimenten bij dieren.

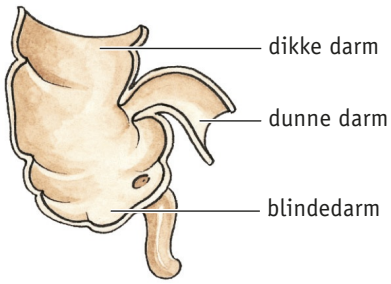


1 walvis met rudimentair bekken



2 python met rudimentaire poten

▶ **Afb. 37** Blindedarm van de mens.



Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

opdrachten

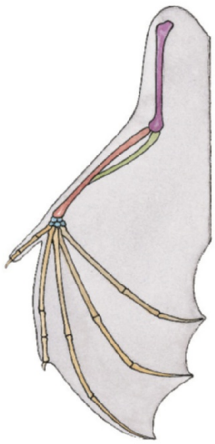
59 Noteer welke functie elk van de organen van afbeelding 34 heeft. Gebruik hierbij: *graaforgaan – grijporgaan – stuurorgaan*.

60 Beantwoord de volgende vragen.
- **a** Zijn de voorpoot van een krokodil (zie afbeelding 38.1) en de voorpoot van een mol (zie afbeelding 34.2) homologe of analoge organen? Leg je antwoord uit.
- **b** Zijn de vleugel van een vleermuis (zie afbeelding 38.2) en de vleugel van een vlieg (zie afbeelding 38.3) homologe of analoge organen? Leg je antwoord uit.
- **c** Zijn de poten van insecten en de poten van zoogdieren homologe of analoge organen? Leg je antwoord uit.

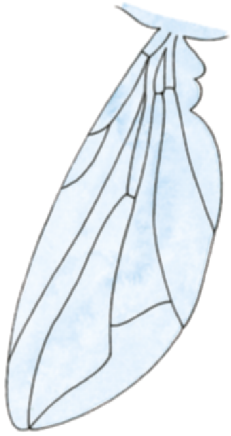
61 Beantwoord de volgende vragen.
- **a** Zullen voorouders van de python wel of geen poten hebben gehad? Leg je antwoord uit.
- **b** De mens heeft kleine staartwervels.
  Leg uit dat deze staartwervels rudimentaire organen zijn.

▼ **Afb. 38** Organen van een krokodil, een vleermuis en een vlieg.

1 de voorpoot van een krokodil



2 de vleugel van een vleermuis



3 de vleugel van een vlieg

62 Beantwoord de volgende vragen.
- **a** Welke functie heeft het bekken bij de meeste zoogdieren?
- **b** Een vis heeft geen bekken.
  Zijn walvissen (zie afbeelding 36.1) in de evolutie waarschijnlijk ontstaan uit vissen of uit landzoogdieren?

CLADISTIEK

Een groep soorten die bestaat uit een voorouder en alle nakomelingen daarvan, wordt een **clade** genoemd (Grieks: klados = tak). De schematische weergave van de verwantschap tussen de soorten van een clade heet een **cladogram**. Een cladogram kan gemaakt worden door vergelijking van uiterlijke, anatomische of biochemische kenmerken. Deze onderzoeksmethode heet **cladistiek**.

In een cladogram zijn de vertakkingen dichotoom, van een naar twee takken. Bij elk splitsingspunt in het cladogram staat een gemeenschappelijke voorouder. Boven elk splitsingspunt is er één kenmerkende eigenschap waarin de soorten in de vertakkingen van elkaar verschillen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

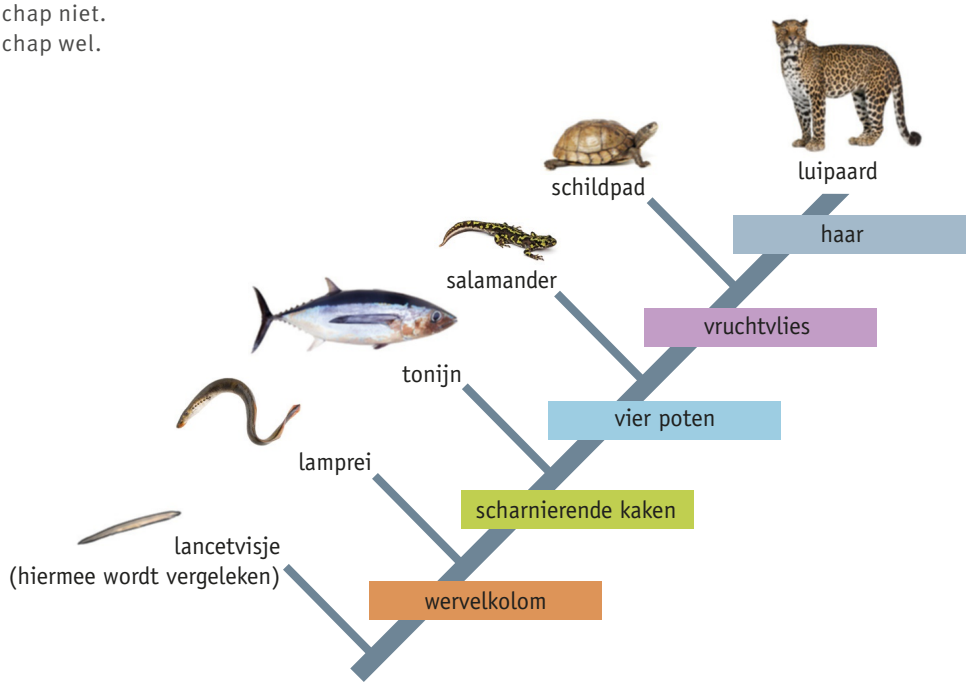
Op basis van de kenmerken van een aantal diersoorten (zie afbeelding 39) is een cladogram gemaakt (zie afbeelding 40). Het lancetvisje bijvoorbeeld verschilt van de overige soorten doordat het geen wervelkolom heeft en de overige soorten wel. De lamprei of prik is een kaakloze vis.

▼ **Afb. 39** Vergelijking van eigenschappen van zes diersoorten.

Eigenschap	Lancetvisje	Lamprei	Tonijn	Salamander	Schildpad	Luipaard
Haar	0	0	0	0	0	1
Een amnion tijdens de embryonale ontwikkeling	0	0	0	0	1	1
Vier poten	0	0	0	1	1	1
Scharnierende kaken	0	0	1	1	1	1
Wervelkolom	0	1	1	1	1	1

0 = Deze diersoort heeft deze eigenschap niet.
1 = Deze diersoort heeft deze eigenschap wel.

▶ **Afb. 40** Een cladogram van zes diersoorten.



opdracht

63 Door het bestuderen van fossiele resten van dinosauriërs is veel bekend geworden over de bouw van de skeletten van deze dieren. Afbeelding 41 geeft een overzicht van een aantal kenmerkende eigenschappen van het skelet van vijf verschillende genera (geslachten). Met een + of – is aangegeven of de eigenschap wel of niet aanwezig is.
Construeer een cladogram op basis van de gegevens in afbeelding 41.

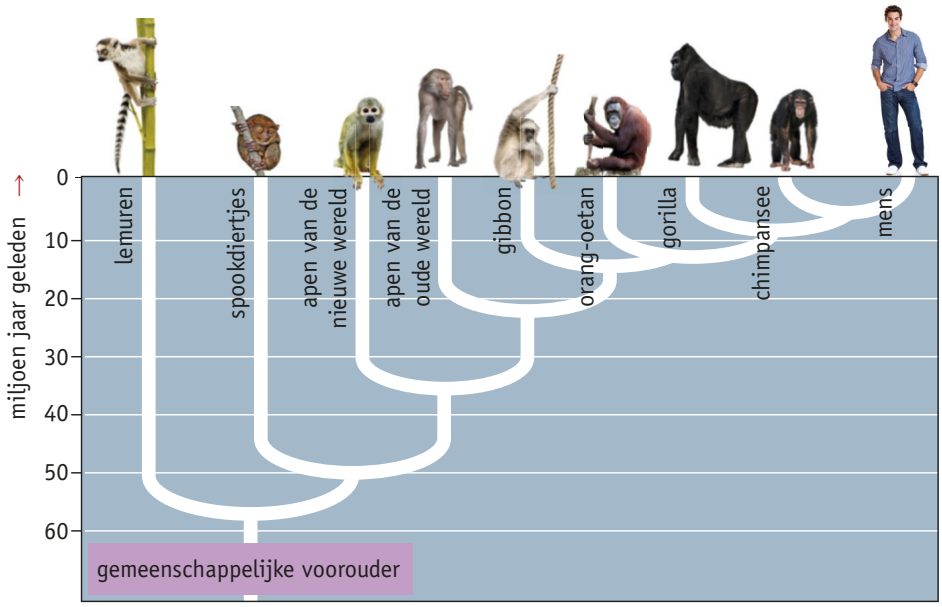
▼ **Afb. 41** Saurussoorten.

	Allosaurus	Pachycephalosaurus	Parasaurolophus	Stegosaurus	Triceratops
Gat in kom heupgewricht	+	+	+	+	+
Uitsteeksel heupbeen	–	+	+	+	+
Afwijkend tandglazuur	–	+	+	–	+
Rand aan schedelbasis	–	+	–	–	+

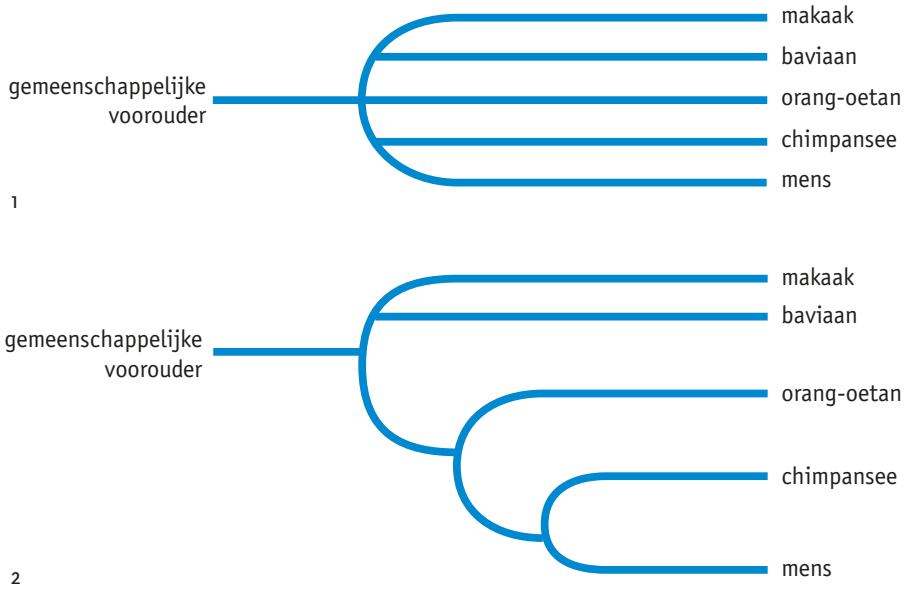
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

BIOCHEMIE EN VERWANTSCHAP

In afbeelding 42 zie je een stamboom van primaten. Deze stamboom is onder andere gebaseerd op een vergelijking van de bouw van deze dieren en op fossielen. Als je ervan uitgaat dat de mens en deze apensoorten een recente gemeenschappelijke voorouder hebben, kun je op basis van deze gegevens een stamboom maken. Er zijn echter meerdere mogelijkheden om deze verwantschap weer te geven (zie afbeelding 43). Deze twee stambomen zijn vrij willekeurig doordat ze zijn gebaseerd op slechts één gegeven, in dit geval de hoeveelheid bloedeiwit die *niet* neerslaat (zie afbeelding 44). Vergelijking van bloedeiwitten was begin vorige eeuw een van de eerste mogelijkheden voor biochemisch onderzoek naar verwantschap. Alleen door aanvullend onderzoek, waarbij ook naar andere biochemische en genetische kenmerken wordt gekeken, is de meest waarschijnlijke stamboom te construeren. De mogelijkheden voor biochemisch onderzoek naar verwantschap zijn de afgelopen decennia sterk toegenomen.



Afb. 42 De ontwikkeling van primaten.



Afb. 43 Twee hypothetische stambomen van de mens, enkele apensoorten en hun gemeenschappelijke voorouder.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

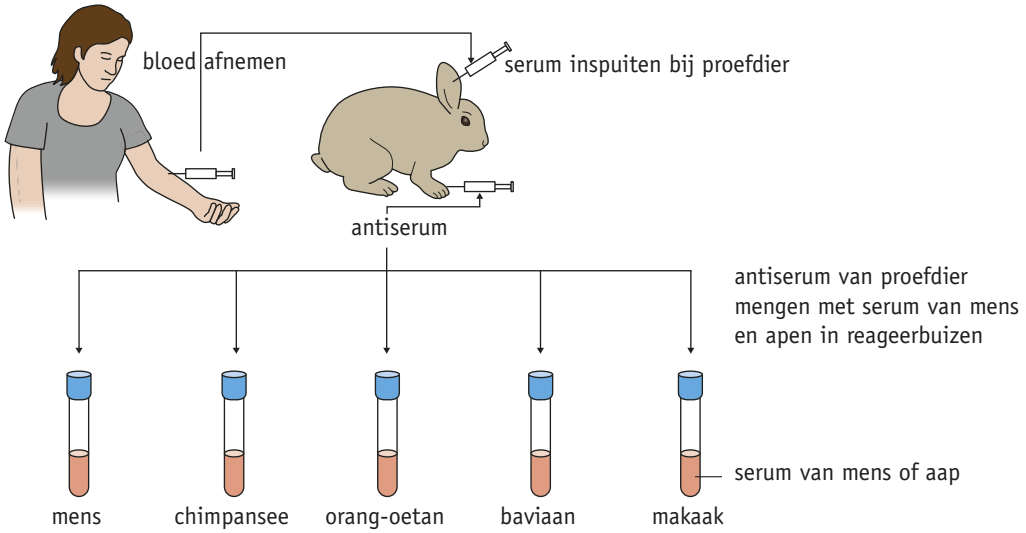
opdrachten

64 Beantwoord de volgende vragen.
- **a** Welk(e) van de afbeeldingen 42, 43.1 en 43.2 stelt een stamboom voor?
- **b** En welk(e) van deze afbeeldingen is of zijn een cladogram?

65 In afbeelding 44 is een onderzoek weergegeven over bloedeiwitten van mensen en enkele apensoorten.
- **a** Formuleer een onderzoeksvraag bij dit onderzoek.
- **b** Formuleer een conclusie bij dit onderzoek.

▼ **Afb. 44**

ONDERZOEK	**VERWANTSCHAP OP BASIS VAN BLOEDEIWITTEN**
Inleiding	Antistoffen kunnen eiwitten in bloedserum (bloed zonder bloedcellen en stollingseiwit) laten neerslaan. Als menselijke antistoffen gebracht worden bij bloedserum van primaten, ontstaan verschillende percentages eiwitneerslag. De hoeveelheid bloedeiwit die *niet* neerslaat, is een maat voor de evolutionaire afstand. Bij het gebruik van menselijk bloedserum is de neerslag 100%.
Onderzoeksvraag	
Hypothese	De bloedeiwitten van de mens komen het meest overeen met de bloedeiwitten van de chimpansee, daarna met die van de orang-oetan en het minst met die van de makaak en de baviaan.
Experiment	– Spuit een beetje serum van een mens in bij een proefdier. Dit dier vormt antistoffen tegen het bloed van de mens. – Neem bloed af van het proefdier en verwijder de bloedcellen en het stollingseiwit waardoor een antiserum wordt verkregen. – Meng in reageerbuizen het antiserum met serum van een mens, een chimpansee, een orang-oetan, een baviaan en een makaak. – Meet het percentage neerslag.
Resultaat	
Conclusie	



Soort	Neerslag van bloedeiwit (%)
Mens	100
Chimpansee	85
Orang-oetan	71
Baviaan	65
Makaak	64

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

EVOLUTIONAIRE GENETICA

De Amerikaanse microbioloog Carl Woese begon rond 1970 met onderzoek aan de stof waar ribosomen van gemaakt zijn (ribosomaal RNA). Hiermee kon hij de verwantschap tussen groepen organismen bepalen. De meeste bacteriën bleken sterk verwant, maar enkele op bacteriën lijkende eencelligen hadden een sterk afwijkend rRNA. Deze werden voortaan archaea genoemd. Na onderzoek van het rRNA van meer dan duizend soorten, was de conclusie rond 1990 dat de levende natuur het best kan worden ingedeeld in de drie domeinen bacteriën, archaea en eukaryoten.

Aan het eind van de vorige eeuw werd het mogelijk om de exacte volgorde van nucleotiden op het DNA te bepalen (DNA-sequencing). Omdat niet alle genetische veranderingen zichtbaar worden in het fenotype, is rechtstreekse bestudering van het DNA een veel nauwkeuriger manier om de mate van verwantschap tussen organismen te bepalen. Het zoeken naar overeenkomsten en verschillen in DNA heet evolutionaire genetica.

Door DNA-sequencing ontstaan nieuwe inzichten over de verwantschap van organismen. Een belangrijk uitgangspunt is of een groep **monofyletisch** is: afkomstig van een gemeenschappelijke voorouder.

opdrachten

66 Het pantoffeldiertje werd lange tijd tot het dierenrijk gerekend, omdat het niet in staat is tot fotosynthese. Op grond van biochemisch onderzoek kan het pantoffeldiertje worden ingedeeld bij de fotosynthetiserende algen. Wat betekent dit voor de voorouders van het pantoffeldiertje, als je ervan uitgaat dat de groep fotosynthetiserende algen monofyletisch is?

67 In deze opdracht werk je een voorbeeld van cladistisch onderzoek uit aan de hand van cytochroom c. Cytochroom c is een enzym dat een rol speelt bij de verbranding in mitochondriën. Enzymmoleculen zijn (net als alle andere eiwitmoleculen) opgebouwd uit een groot aantal aan elkaar gekoppelde aminozuurmoleculen. Er zijn twintig verschillende aminozuren. Door mutaties in de genen kunnen veranderingen in de aminozuurvolgorde ontstaan.
In afbeelding 45 zie je de aminozuursamenstelling van het cytochroom c van vier zoogdiersoorten. Alleen de aminozuren die verschillend zijn, worden vermeld. Op de onderste rij zie je de aminozuursamenstelling van de gemeenschappelijke voorouder van deze soorten.
De volledige namen van de aminozuren vind je in je *Binas* (tabel 67H en tabel 71G).

a Vergelijk de aminozuursamenstelling van de vier zoogdiersoorten met die van hun gemeenschappelijke voorouder.
Hoeveel aminozuren zijn in de loop van de tijd bij elk van hen veranderd?

b Bij positie 19 en 20 zijn de aminozuren van mens en resusaap wel veranderd en die van hond en kangoeroe niet.
Voor hoeveel posities geldt hetzelfde?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 45** De aminozuursamenstelling van het cytochroom c van vier zoogdiersoorten.

Soort	Nummer (positie) van aminozuur													
	19	20	23	41	43	54	55	58	66	70	91	96	97	111
Mens	Phe	Met	Ser	His	Leu	Tyr	Ser	Ala	Ile	Asp	Val	Lys	Glu	Asn
Rhesusaap	Phe	Met	Ser	His	Leu	Tyr	Ser	Ala	Thr	Asp	Val	Lys	Glu	Asn
Hond	Val	Gln	Ala	His	Leu	Phe	Ser	Asp	Thr	Glu	Ala	Thr	Gly	Lys
Kangoeroe	Val	Gln	Ala	Asn	Ile	Phe	Thr	Asp	Ile	Asp	Ala	lys	Gly	Asn
Voorouder	Val	Gln	Ala	His	Leu	Phe	Ser	Asp	Thr	Asp	Ala	lys	Gly	Asn

c Teken het cladogram zoals dat eruit zou zien op basis van alleen deze posities.

d Op welke posities is alleen bij de hond een verandering opgetreden? En bij de kangoeroe?

e Op positie 66 is bij de mens en de kangoeroe dezelfde verandering opgetreden. Dit zou betekenen dat de mens en de kangoeroe een stukje gemeenschappelijke ontwikkeling hebben meegemaakt dat de hond en de resusaap niet hebben meegemaakt. Dit is echter zeer onwaarschijnlijk. Welke andere verklaring is mogelijk voor dit gegeven?

f Vul het antwoord van opdracht c aan met de gegevens van opdracht d. Verwerk ook de wijziging op positie 66 tussen mens en resusaap in je cladogram.

g Cytochroom c komt in bacteriën en archaea niet voor. Leg dit uit.

68 Hierna staan vier mogelijke onderzoeksresultaten van Woese met betrekking tot rRNA.

1 Het rRNA binnen de groep archaebacteriën verschilt minder sterk dan dat binnen de groep eukaryoten.
2 Het rRNA binnen de groep archaea verschilt sterker dan dat binnen de groep bacteriën.
3 Het rRNA van archaea als groep verschilt meer van het rRNA van de bacteriën als groep dan van het rRNA van de eukaryoten als groep.
4 Het rRNA van archaea als groep vertoont evenveel overeenkomsten met het rRNA van de bacteriën als groep als met het rRNA van de eukaryoten als groep.

Op welk van deze onderzoeksresultaten kan Woese zijn indeling in drie domeinen gebaseerd hebben?

69 Het milieu waarin veel archaea leven, doet denken aan de omstandigheden die waarschijnlijk op de aarde bestonden in haar begintijd. De stofwisseling van de archaea is aangepast aan het leven onder dergelijke extreme milieuomstandigheden. Archaea leven onder andere in geisers met zeer heet water in het Yellowstone Park en in het extreem zoute water van de Dode Zee.

a Bedenk een aanpassing waardoor een archaeon kan leven bij de zeer hoge temperatuur in een geiser.

b Bedenk een aanpassing waardoor een archaeon kan leven in de extreem zoute Dode Zee.

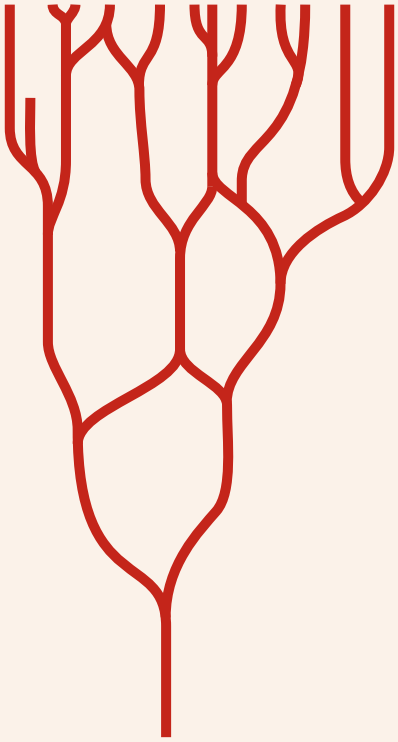
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

70 Drie nucleotiden uit DNA vormen de code voor de synthese van een aminozuur. Twee methoden om de mate van verwantschap tussen organismen aan te tonen zijn: analyse van de aminozuursamenstelling van cytochroom c en het bepalen van de nucleotidenvolgorde van het gen dat codeert voor cytochroom c.
Een bioloog wil een cladogram maken van enkele vissoorten in een meer. De vissoorten lijken veel op elkaar en hebben zich mogelijk vrij kort geleden uit een gemeenschappelijke voorouder ontwikkeld.
Welke van de twee beschreven methoden kan de bioloog het best gebruiken om een cladogram van deze vissoorten te maken? Leg je antwoord uit.

CONTEXT Wetenschap

Netwerkende genen

▼ **Afb. 46** Netwerk van het leven.



Traditionele stambomen gaan ervan uit dat soorten hun genen meekrijgen van eerdere generaties. Er zijn steeds meer aanwijzingen dat ook horizontale genoverdracht een rol speelt. Naar schatting 81% van de genen van prokaryoten zijn in de evolutionaire geschiedenis ooit horizontaal overgedragen.

Er lijkt eerder sprake te zijn van een verwantschapsnetwerk zoals in afbeelding 45 dan van een vertakkende boom. Bacteriën en archaea kunnen bijvoorbeeld vrij gemakkelijk genen met elkaar uitwisselen. In de groep van de eukaryoten is bij de endosymbiose een deel van de bacteriegenen naar de celkern verhuisd. Zeeslakken van het geslacht *Elysia* hebben genetisch materiaal van chloroplasten overgenomen in hun eigen DNA. Ook virussen kunnen genetisch materiaal overbrengen. Bij mensen is naar schatting 8 tot 50% van het DNA van virale herkomst. Die 'vreemde' genen erven vervolgens wel gewoon over. Systematici en taxonomen letten bij de indeling van soorten vooral op genen die een rol spelen bij soortkenmerken als morfologie, voortplanting en ontwikkelingsbiologie. Hierdoor voorkomen ze dat soorten via DNA-vergelijking verkeerd worden ingedeeld.
Naar: Levensboom wordt steeds dynamischer, Gert van Maanen, *Bionieuws* 21, 12-12-2009.

opdrachten

71 Beantwoord de volgende vragen.
a Hoe gaat de uitwisseling van genetisch materiaal bij bacteriën in zijn werk?
b Hoe kan een virus genetisch materiaal overbrengen in een cel?

72 Welk type bacterie is volgens de endosymbiosetheorie in een voorouder van alle eukaryoten terechtgekomen?

73 Herkauwers en slangen hebben beide het genetische element Bov-B LINE (long interspersed nuclear element) in hun DNA.
Welke conclusie over verwantschap zou je trekken als je alleen naar dit DNA-element zou kijken?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoelen
- Je weet hoe allelen in een populatie overerven.

6 Evolutie in populaties

Volgens de evolutietheorie kunnen de erfelijke eigenschappen van soorten en populaties veranderen onder invloed van het milieu. Als dat zo is, moet die verandering in een populatie ook op microniveau zichtbaar zijn.

SOORT EN POPULATIE

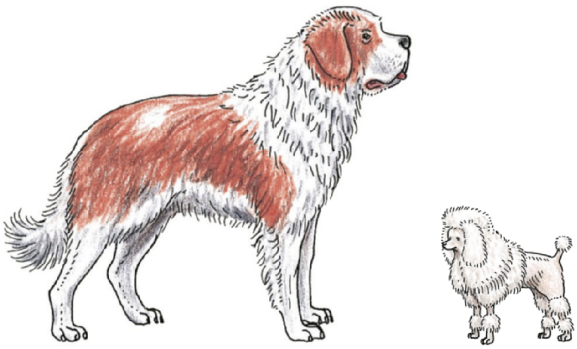
Organismen die veel op elkaar lijken, hoeven niet tot dezelfde soort te behoren. Een Indische en een Afrikaanse olifant bijvoorbeeld behoren tot verschillende soorten (zie afbeelding 47). Een sint-bernardshond en een dwergpoedel lijken op het eerste gezicht veel minder op elkaar, maar worden wel tot dezelfde soort gerekend (zie afbeelding 48). Het zijn twee verschillende **rassen** van de soort hond.

▼ **Afb. 47** Verschillende soorten.

1 Indische olifant (*Elephas maximus*)

2 Afrikaanse olifant (*Loxodonta africana*)

▼ **Afb. 48** Dezelfde soort: links een sint-bernardshond (*Canis familiaris*), rechts een dwergpoedel (*Canis familiaris*).



Een veelgebruikte omschrijving van een soort is: organismen behoren tot dezelfde soort als ze in staat zijn zich onderling voort te planten en daarbij vruchtbare nakomelingen voort te brengen. De voortplanting moet onder natuurlijke omstandigheden plaatsvinden. Deze omschrijving van het begrip soort voldoet in de meeste gevallen. Een Indische en een Afrikaanse olifant, kunnen bijvoorbeeld bij kruising geen vruchtbare nakomelingen voortbrengen.
Maar er zijn twijfelgevallen. Soms is slechts een deel van de nakomelingen vruchtbaar en een ander deel onvruchtbaar. Als bijvoorbeeld een paard met een ezel wordt gekruist, ontstaat een muildier (als de moeder een paard is) of een muilezel (als de moeder een ezel is, zie afbeelding 49). Vrouwelijke muildieren of muilezels zijn vruchtbaar, maar mannelijke muildieren of muilezels zijn onvruchtbaar. Een sint-bernardshond en een dwergpoedel verschillen te veel in grootte om zich op natuurlijke wijze voort te planten. Een paardenbloem kan vruchten met zaad ontwikkelen vanuit het vruchtbeginsel, zonder dat er bevruchting plaatsvindt. De planten die hieruit ontstaan zijn genetisch identiek (kloon) en vormen een microsoort. Individuen van verschillende microsoorten kunnen zich wel geslachtelijk voortplanten.

▼ **Afb. 49** Een muilezel.

Een soort bestaat uit een of meer populaties. Een **populatie** bestaat uit een groep individuen van dezelfde soort die in een bepaald gebied leven en zich onderling voortplanten. Populaties van dezelfde soort kunnen door natuurlijke barrières van elkaar zijn gescheiden, bijvoorbeeld door een bergkam, een rivier of een zee. Bij

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

geslachtelijke voortplanting tussen individuen in een populatie vindt uitwisseling van genen plaats. Tussen verschillende populaties vindt alleen in bijzondere gevallen uitwisseling van genen plaats. Bijvoorbeeld als er individuen uit een populatie wegtrekken naar een andere populatie of als een natuurlijke barrière tussen twee populaties wegvalt waardoor één populatie ontstaat. Het verschijnsel dat tussen twee populaties van dezelfde soort uitwisseling van genen plaatsvindt, heet **gene flow**.
De meeste soorten bestaan uit zeer veel populaties. Een betere omschrijving van het begrip **soort** is dan ook: de grootste verzameling van populaties waartussen gene flow plaatsvindt of kan plaatsvinden. Een sint-bernardshond en een dwergpoedel kunnen paren met honden van tussenliggende grootte. De nakomelingen van deze kruisingen kunnen op hun beurt paren met sint-bernardshonden en dwergpoedels. Zo kunnen de genen van beide hondenrassen op een natuurlijke wijze worden uitgewisseld. Bij een paard en een ezel daarentegen blijft de uitwisseling van genen beperkt tot één generatie.

Afb. 50 Dezelfde soort?

1 pony

2 paard

opdrachten

74 Leg uit dat de definitie van het begrip soort in de praktijk vaak niet eenduidig is.

75 Kun je de bevolking van Nederland beschouwen als één populatie? Leg je antwoord uit.

76 Waarom worden een pony en een paard tot dezelfde soort gerekend, hoewel ze niet in staat zijn zich op een natuurlijke wijze samen voort te planten (zie afbeelding 50)?

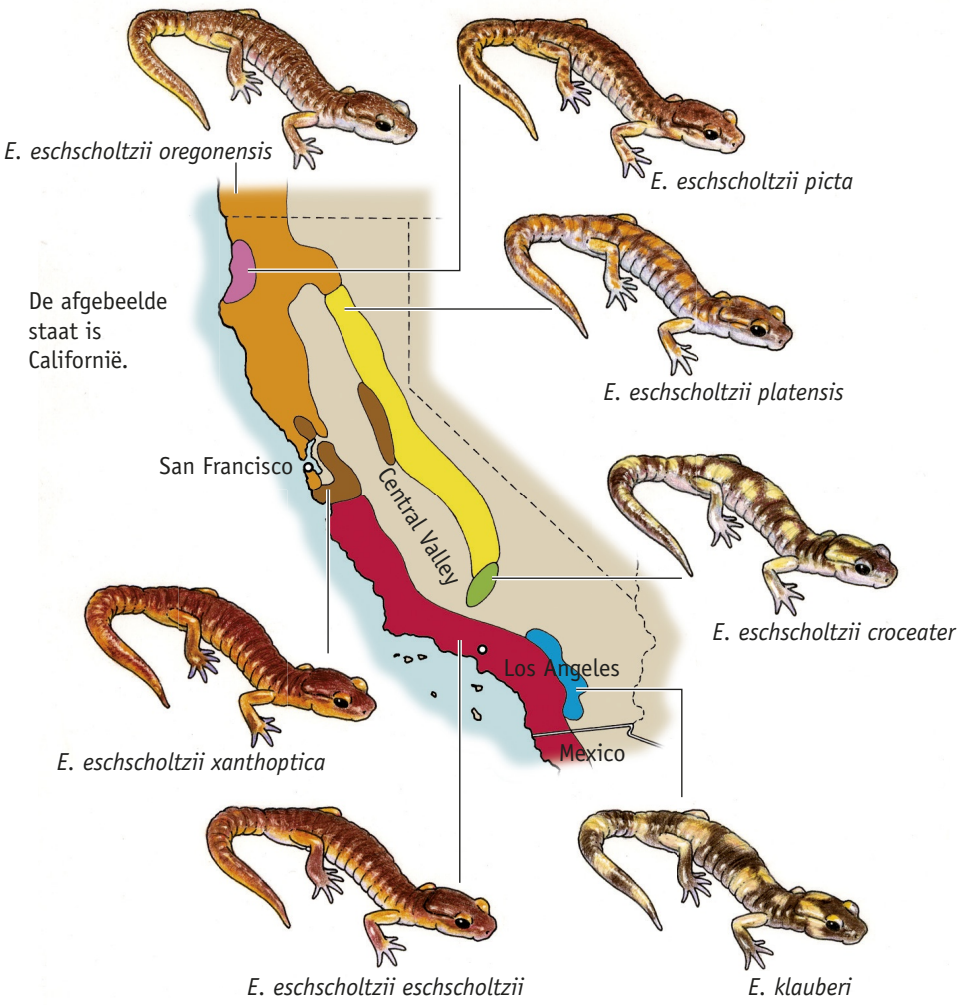
77 Sommige taxonomen beschouwen de paardenbloem als één soort. Anderen onderscheiden meer dan honderd verschillende microsoorten.
Leg uit waardoor dit verschil in inzicht wordt veroorzaakt.

78 Aan de zuidkant van de Central Valley in Californië komen twee populaties salamanders voor. Aan de westkant leeft de *Ensatina eschscholtzii eschscholtzii*. Aan de oostkant leeft de *Ensatina klauberi* (zie afbeelding 51). Deze twee populaties kunnen niet onderling kruisen. Beide populaties zijn ontstaan uit een gemeenschappelijke voorouder aan de noordkant van de vallei. Alle tussenliggende populaties kunnen zich wel voortplanten met hun naburige populatie.
Behoren *E. eschscholtzii eschscholtzii* en *E. klauberi* tot één soort? Leg je antwoord uit.

79 Is de gene flow tussen populaties van *Homo sapiens* in de laatste honderd jaar toegenomen of afgenomen? Leg je antwoord uit.

80 Leg uit op welk probleem een systematicus stuit bij het ordenen van fossiele organismen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Afb. 51 Leefgebied van *Ensatina eschscholtzii* en *Ensatina klauberi*.

CONSTANTE ALLELFREQUENTIES

In een populatie komen veel verschillende genotypen voor. De verzameling van alle genen in een populatie is de **genenpool** van die populatie. Tot de genenpool behoren alle allelen op alle loci van alle individuen van een populatie. De omvang van de genenpool is een maat voor de genetische variatie in een populatie. Als op een bepaalde locus in een populatie maar één allel voorkomt, kan er geen natuurlijke selectie met betrekking tot dit allel plaatsvinden. De **allelfrequentie** geeft aan hoe vaak een allel in de populatie voorkomt. De allelfrequentie ligt tussen de waarden 0 en 1.

Als er geen enkele vorm van selectiedruk optreedt, worden de allelen op een willekeurige manier doorgegeven aan de nakomelingen. De kans dat een bepaald allel wordt doorgegeven aan de volgende generatie, hangt dan uitsluitend af van de allelfrequentie in de voorafgaande generatie. Binnen een (grote) populatie blijven daardoor de allelfrequenties door de generaties heen constant. Deze wetmatigheid wordt de **regel van Hardy-Weinberg** genoemd en kan gemakkelijk worden afgeleid.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Stel, van een gen in een populatie komt allel A met allelfrequentie p voor en allel a met allelfrequentie q. Meer allelen zijn er niet van dit gen, dus geldt: $p + q = 1$. Bij de bevruchting kunnen gameten (geslachtscellen) de volgende combinaties vormen:

- A × A → AA;
- A × a → Aa;
- a × A → aA;
- a × a → aa.

De frequentie waarmee elke combinatie voorkomt, is het product van de allelfrequentie van de beide allelen:

	p (A)	q (a)
p (A)	p^2 (AA)	pq (Aa)
q (a)	pq (Aa)	q^2 (aa)

In de populatie is het totaal aan genotypen in de volgende generatie:
$p^2 + 2pq + q^2 = 1$, waarbij geldt:

- p^2 = de frequentie van AA;
- $2pq$ = de frequentie van Aa;
- q^2 = de frequentie van aa.

Als deze generatie gameten maakt, kun je uitrekenen welk deel van de gameten allel A bevat:

$p^2 + \frac{1}{2}(2pq) =$
$p^2 + pq =$
$p(p + q) =$
p

Evenzo is de allelfrequentie van allel a in deze gameten weer q. De allelfrequenties blijven gelijk, ongeacht of een allel dominant of recessief is.

Niet alle allelfrequenties in een populatie kunnen direct worden bepaald. Aan het fenotype is namelijk niet te zien of een individu homozygoot of heterozygoot is. Het percentage individuen waarbij het recessieve kenmerk in het fenotype tot uiting komt, kan wel direct worden vastgesteld. Hieruit kan de allelfrequentie worden berekend met de regel van Hardy-Weinberg (de frequentie van aa = q^2).

opdrachten

81 Beantwoord de volgende vragen.

a Zal door gene flow de genenpool eerder groter of kleiner worden? Licht je antwoord toe.

b Zal door natuurlijke selectie de genenpool eerder toenemen of afnemen? En de allelfrequenties? Licht je antwoord toe.

82 Bij de bepaling van bloedgroepen is er sprake van een resusfactor. Je bent resuspositief of resusnegatief. Mensen die resusnegatief zijn, hebben genotype dd. Resuspositieve mensen hebben het genotype DD of Dd. In Midden-Europa is de genfrequentie van d = 0,4.

a Welk percentage van de Midden-Europese bevolking is resusnegatief?

b Welk percentage van de Midden-Europese bevolking heeft genotype DD? En welk percentage heeft genotype Dd?

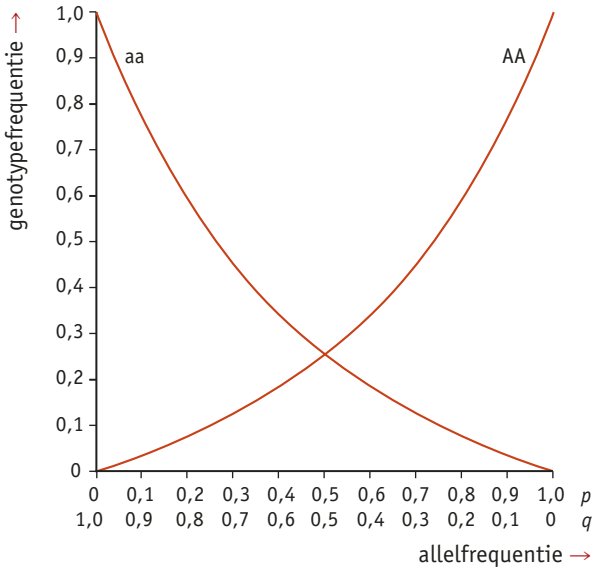
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

c De resusfactor kan problemen geven als een resusnegatieve moeder zwanger is van een resuspositief kind. Bij zo'n zwangerschap is sprake van resusantagonisme.
Welk genotype heeft de moeder bij resusantagonisme? En welke genotypen kan de vader hebben?

d Bij 7,68% van de zwangerschappen in Midden-Europa is een resusnegatieve vrouw zwanger van een kind, verwekt door een man met het genotype Dd.
Bij hoeveel procent van deze zwangerschappen zal het kind resuspositief zijn?

e Bij 5,76% van de zwangerschappen in Midden-Europa is een resusnegatieve vrouw zwanger van een kind, verwekt door een man die homozygoot resuspositief is.
Bereken het percentage van de zwangerschappen in Midden-Europa waarin resusantagonisme optreedt.

83 In het diagram van afbeelding 52 is het verband weergegeven tussen de frequenties waarmee de genotypen AA en aa in verschillende populaties van een soort voorkomen en de frequentie *p* van allel A en de frequentie *q* van allel a in deze populaties. Op de populaties is de regel van Hardy-Weinberg van toepassing.
Neem het diagram van afbeelding 52 over.



Afb. 52 Frequentie waarmee de genotypen AA en aa voorkomen in verschillende populaties.

a Bereken de frequentie van het heterozygote genotype Aa bij de volgende frequenties *q* van allel a: $q = 0{,}0$; $q = 0{,}2$; $q = 0{,}5$; $q = 0{,}8$; $q = 1{,}0$. Gebruik bij deze opdracht je *Binas* (tabel 93D).

b Zet de gevonden waarden van Aa uit in het diagram.

c Teken in het diagram de grafiek die de frequentie weergeeft van het heterozygote genotype Aa in deze populaties.

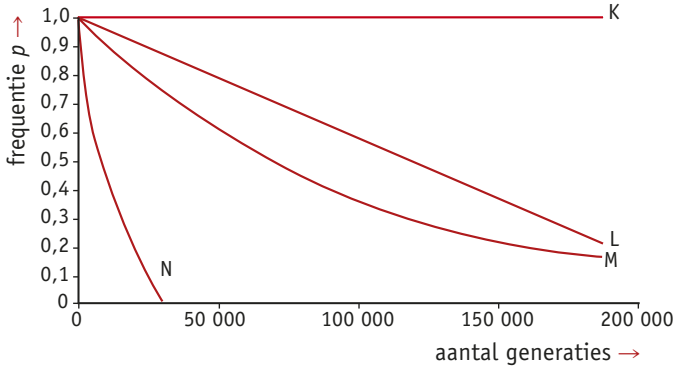
In een van de populaties van deze soort treden mutaties op. Hierdoor bestaat de kans dat bij de DNA-replicatie die voorafgaat aan de meiose, allel A muteert naar allel a waardoor de allelfrequenties veranderen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Deze verandering in allelfrequentie per generatie wordt als volgt in een formule uitgedrukt:
$\Delta p = -\mu \cdot p_{(t-1)}$
waarin:
p = frequentie van allel A;
$p_{(t-1)}$ = frequentie van allel A in de voorgaande generatie van dezelfde populatie;
μ = mutatiefrequentie.

Het diagram van afbeelding 53 geeft de frequentie p van allel A in de verschillende generaties van deze soort in de loop van de tijd. Voor deze populatie geldt $\mu = 1 \cdot 10^{-5}$. In het diagram van afbeelding 53 zijn vier grafieken (K, L, M en N) getekend die frequentie p zouden kunnen weergeven.

Afb. 53 De frequentie p van allel A.



d Welke van deze grafieken geeft het best frequentie p in de verschillende generaties in de loop van de tijd weer?

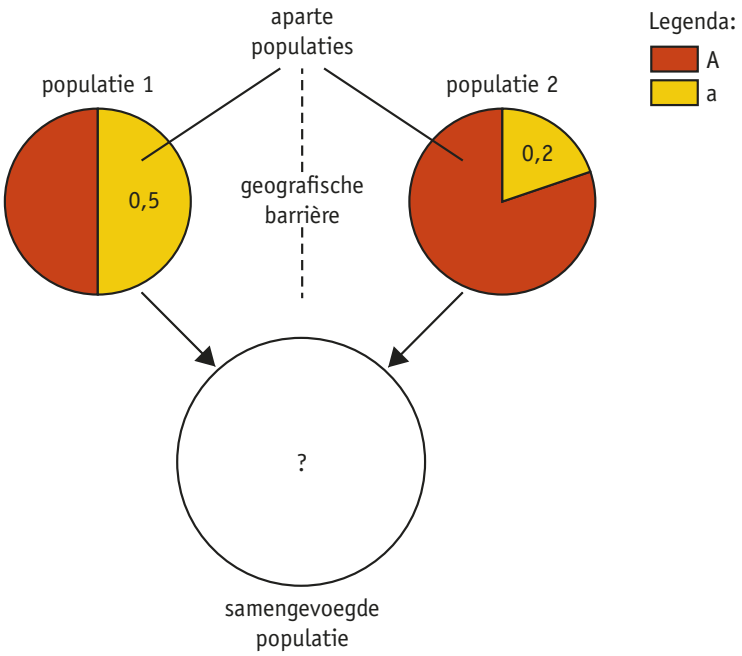
e In een andere populatie van deze soort is op een zeker moment de frequentie $p = 0{,}4$ en de mutatiefrequentie $\mu = 0{,}1$.
Hoe groot is in dat geval de frequentie p na twee generaties?
Hint: Na één generatie is $\Delta p = -0{,}1 \times 0{,}4 = -0{,}04$ dus na één generatie is $p = 0{,}4 - 0{,}04 = 0{,}36$.

84 Door de aanleg van een tunnel wordt de geografische scheiding tussen twee populaties mensen in een bergachtig gebied in één keer opgeheven. Vanaf dat moment gaan de bergbewoners uit beide populaties zoveel sociale en economische relaties aan, dat er al snel sprake is van één populatie. Beide oorspronkelijke populaties waren even groot. In beide populaties komt een dominant allel (A) en een recessief allel (a) voor. In populatie 1 is de frequentie 0,5 van zowel allel A als van allel a, terwijl in populatie 2 de frequentie van allel A 0,8 is en de frequentie van allel a 0,2 (zie afbeelding 54).

a Bereken op twee decimalen nauwkeurig de frequenties van allel A en allel a in de populatie bergbewoners die is ontstaan direct na het samengaan van de populaties 1 en 2.

b Bereken, op drie decimalen nauwkeurig, de frequentie van het genotype Aa in de nieuwe populatie.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Afb. 54 Allelfrequenties bij het samenvoegen van populaties.

VERANDERENDE ALLELFREQUENTIES

De regel van Hardy-Weinberg geldt alleen als geen andere factoren dan de allelfrequenties van de vorige generatie de allelfrequenties beïnvloeden. Bij vrijwel alle populaties en genen zijn er wel andere beïnvloedende factoren, waardoor allelfrequenties kunnen veranderen. Onder invloed van natuurlijke selectie (selectiedruk) kunnen verschillende allelen van een gen leiden tot verschillen in overlevingskans voor het individu. In dat geval zal de frequentie van het allel dat de hoogste overlevingskans geeft, toenemen in de populatie.
Allelfrequenties kunnen ook veranderen als door mutaties nieuwe varianten van een gen ontstaan. Een gemuteerd allel dat dominant is, komt direct in het fenotype tot uiting. Als zo'n mutatie nadelig is voor het individu (dat wil zeggen de overlevingskans verkleint), zal het allel snel weer uit de populatie verdwijnen. Van een gemuteerd allel dat dominant is en dat de overlevingskans vergroot, zal de frequentie toenemen.
Bij **seksuele selectie** spelen eigenschappen van seksuele partners een rol die de voortplantingskans van de partners vergroten, maar niet altijd de overlevingskans. Een duidelijk voorbeeld hiervan is de staart van de mannetjespauw. De pauwenvrouwtjes kiezen het mannetje met de mooiste staart, hoewel deze geen overlevingsvoordeel oplevert. Bij zeeleeuwen of herten hebben de vrouwtjes geen keuze. Mannetjes wedijveren met elkaar om te kunnen paren. De winnaar paart met de vrouwtjes en de verliezer heeft minder kans op voortplanting. Bij deze soorten zijn de mannetjes vaak groter dan de vrouwtjes. Ook bij mensen komt seksuele selectie op bepaalde eigenschappen voor. De bloedgroep speelt geen rol bij de partnerkeuze. Daardoor bepaalt het toeval welke allelen voor de bloedgroep worden doorgegeven aan de volgende generatie. Dit hoeft echter niet voor alle genen zo te zijn. De huidskleur of de lichaamslengte kan bijvoorbeeld wel de partnerkeuze beïnvloeden. Welke allelen voor deze eigenschappen worden doorgegeven aan de volgende generatie, is in die gevallen niet geheel willekeurig. Daardoor kunnen de allelfrequenties voor deze eigenschappen veranderen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 55** Berkenspanner (*Biston betularia*). De lichte variant op een donkere ondergrond.

▼ **Afb. 56** Levend fossiel.

1 nu levend individu

2 fossiel

De verandering van allelfrequenties in een populatie heet **micro-evolutie**. **Macro-evolutie** is het ontstaan van nieuwe soorten. In sommige gevallen kan micro-evolutie tot snelle veranderingen leiden, zoals bij de berkenspanner in Engeland (zie afbeelding 55). Deze van oorsprong lichtgekleurde mottensoort, ontwikkelde in de Engelse industriegebieden een donkere variant die minder opviel op de door roet donkergekleurde boomstammen. Toen de roetuitstoot van de industrie door milieumaatregelen sterk verminderde, nam de frequentie van de lichte variant weer toe. Andere soorten blijven miljoenen jaren vrijwel onveranderd. De degenkrab bijvoorbeeld ziet er nog hetzelfde uit als 360 miljoen jaar geleden (zie afbeelding 56).

Soms beïnvloedt een evoluerende soort een andere soort die daardoor ook evolueert. Dit verschijnsel heet **co-evolutie**. Als bijvoorbeeld in een plant door een mutatie een stof wordt gevormd die voor rupsen giftig is, is de plant resistent geworden tegen rupsenvraat. Door natuurlijke selectie blijven de resistente planten in leven en evolueert de soort. Het gevolg kan zijn dat bij de rupsen ook een natuurlijke selectie optreedt: alleen de rupsen die toevallig ongevoelig zijn voor de giftige stof blijven leven. Ook de rupsensoort is dan geëvolueerd. Bij plantensoorten waarvan de bloemen slechts door één soort insect worden bestoven, treedt vaak co-evolutie op.

opdrachten

85 In Finland neemt het aantal donkere bosuilen toe. Omdat bosuilen vrijwel zeker geen seksuele voorkeur hebben voor dieren met lichte of donkere veren, moet er sprake zijn van natuurlijke selectie.

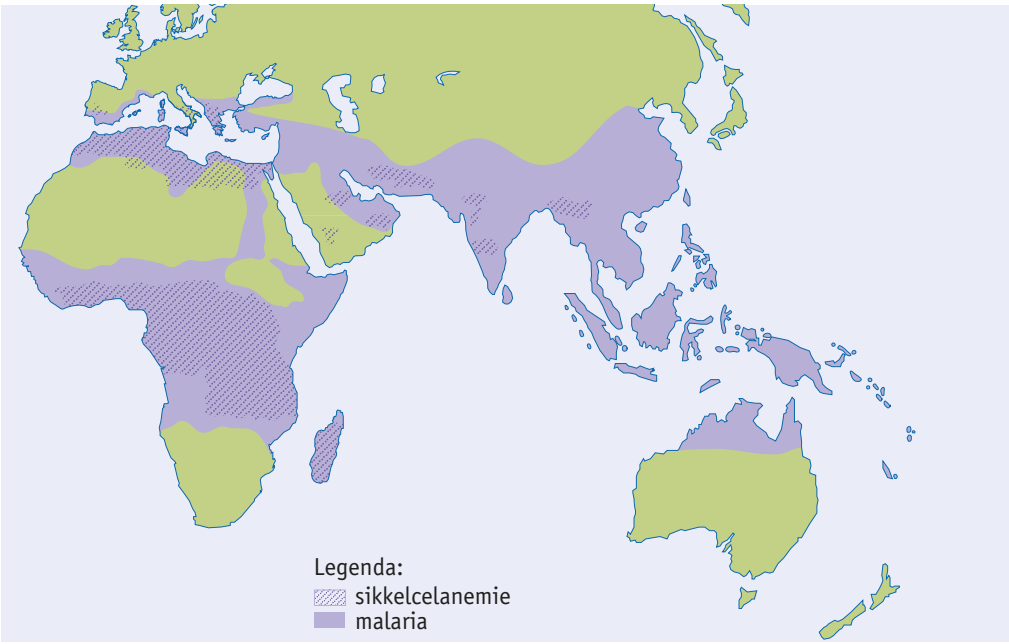
a Bedenk wat het verband zou kunnen zijn tussen de opwarming van de aarde en deze stijging van het aantal donker gekleurde bosuilen.

b Uit het onderzoek blijkt dat dertig jaar geleden 30% van de bosuilen bruin was, terwijl dat nu 50% is. Een bosuil heeft bruine óf grijze veren, niet alle twee. De kleur is erfelijk, waarbij de grijze veren dominant zijn.
Met welk percentage is de allelfrequentie voor bruine veren in de afgelopen dertig jaar toegenomen?

86 Ook bij mensen vindt nog steeds natuurlijke selectie plaats. Een voorbeeld is de bloedziekte sikkelcelanemie. Bij mensen veroorzaakt het allel voor sikkelcelanemie (Hb^S) in homozygote toestand een afwijkende aminozuursamenstelling van hemoglobine. Op één plaats in het hemoglobinemolecuul heeft het aminozuur valine de plaats ingenomen van het aminozuur glutaminezuur. Het gevolg hiervan is dat rode bloedcellen van vorm veranderen en sikkelvormig worden. Dit gaat gepaard met een verminderd zuurstoftransport en een versnelde afbraak van rode bloedcellen. Dit kan dodelijk zijn.
In heterozygote toestand (Hb^NHb^S) veroorzaakt dit allel slechts een lichte vorm van anemie (bloedarmoede). Te verwachten zou zijn dat het allel voor sikkelcelanemie vrijwel niet meer voorkomt, maar toch zijn er populaties waarbinnen 20% van de allelen afwijkend is. Mensen die heterozygoot zijn voor sikkelcelanemie, blijken een hogere weerstand te hebben tegen malaria. Dit verklaart dat in gebieden waar veel malaria voorkomt ook veel sikkelcelanemie voorkomt (zie afbeelding 57).

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 57** Het voorkomen van sikkelcelanemie en malaria.



a Hoe komt het dat het allel voor sikkelcelanemie in bepaalde gebieden toch nog voorkomt?

b Welke twee vormen van selectiedruk spelen een rol bij het allel voor sikkelcelanemie?

c Van welk individu is de fitness het grootst in een gebied zonder malaria: een individu dat homozygoot is voor sikkelcelanemie (Hb^SHb^S), homozygoot voor normale hemoglobine (Hb^NHb^N) of heterozygoot (Hb^NHb^S)?

d En in een gebied met malaria?

e Er bestaan populaties waarbinnen 20% van de allelen afwijkend is. De allelfrequentie voor Hb^S is dus 0,2. Stel dat niemand van de homozygoot recessieven de volwassenheid bereikt.
Welk percentage van de volwassenen in deze gebieden heeft een hogere weerstand tegen malaria?

▼ **Afb. 58** Een kolibrie.

Terwijl de kolibrie met zijn lange bek en tong honing zuigt uit een lange buisvormige bloem, geeft de bloem stuifmeel af aan de kolibrie.

87 Drie voorbeelden van evolutie zijn:
- Het percentage bruine bosuilen neemt toe ten opzichte van witte bosuilen door het warmere klimaat.
- In malariagebieden is het percentage mensen met sikkelcelanemie hoger dan in niet-malariagebieden.
- Een kolibrie met lange bek en tong zuigt nectar uit een lange buisvormige bloem (zie afbeelding 58).

Geef bij elk van de drie voorbeelden aan of sprake is van co-evolutie, micro-evolutie of macro-evolutie.

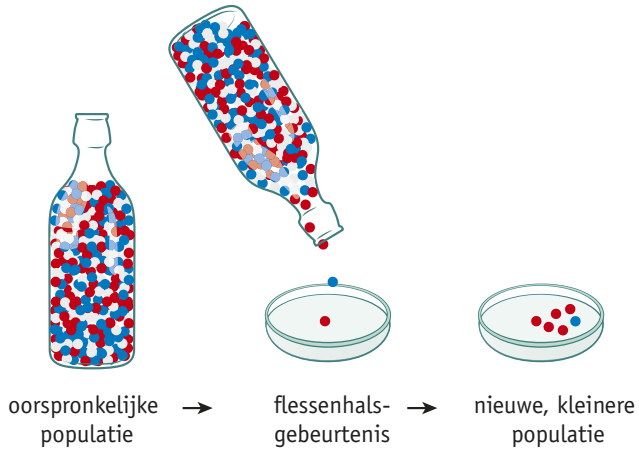
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

GENETIC DRIFT

De meeste gemuteerde allelen zijn recessief. In een grote populatie kunnen deze allelen zich zeer lang handhaven, zonder dat ze bij individuen in het fenotype tot uiting komen. Zolang ze niet tot uiting komen, zullen ze in het algemeen de overlevingskans van individuen niet vergroten of verkleinen. Als een kleine groep individuen van een soort geïsoleerd raakt, kan de allelfrequentie van een gemuteerd recessief gen snel toenemen. In een kleine populatie is de kans groot dat individuen die een recente gemeenschappelijke voorouder hebben, met elkaar paren. Als de parende individuen beide een recessief gemuteerd gen van de voorouders hebben gekregen, kan dit gen in de nakomelingschap tot uiting komen (Aa × Aa → aa). Dit heet inteelt. Het verschijnsel dat in kleine populaties door toeval grote verschuivingen in allelfrequenties kunnen optreden, wordt **genetic drift** genoemd. Twee vormen van genetic drift komen relatief vaak voor: het flessenhalseffect en het foundereffect.

Wanneer het aantal individuen van een soort door bepaalde gebeurtenissen sterk terugloopt, kan de kleinere genenpool een andere samenstelling krijgen dan de oorspronkelijke genenpool. Dit heet het **flessenhalseffect** (zie afbeelding 59). Dit effect kan optreden wanneer een groot deel van een populatie uitsterft door een invloed uit het milieu, zoals een natuurramp of ingrijpen door mensen. In de negentiende en twintigste eeuw hebben jagers bijvoorbeeld veel cheeta's afgeslacht. Dit heeft geleid tot een zeer kleine genetische variatie in de populaties cheeta's van Zuid- en Oost-Afrika. Een gevolg hiervan is dat cheeta's in dierentuinen moeilijk te fokken zijn. De jongen sterven vaak kort na de geboorte. Genetic drift kan ook optreden doordat een klein deel van een populatie zich vestigt in een nieuw gebied. In zo'n geval is sprake van het **foundereffect**. Een bekend voorbeeld hiervan vormen de *Amish*, een uit Zwitserland afkomstige groep streng gelovigen, die zich in de achttiende eeuw in Pennsylvania (VS) vestigde. De *Amish* vormen een groep met alleen genuitwisseling binnen de gemeenschap. Daardoor komen bepaalde afwijkingen vaker voor dan elders.

Afb. 59 Flessenhalseffect.



In een fles zitten rode en blauwe knikkers in de verhouding 1 : 1. Via de flessenhals worden zes knikkers in een bakje geschud. Door toeval is de verhouding 1 : 5 geworden.

opdrachten

88 Hoe komt het dat recessieve allelen gemakkelijker worden ontdekt wanneer er migratie van een deel van de populatie optreedt?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

89 Leg uit dat op eilanden sneller afwijkende vormen of nieuwe soorten kunnen ontstaan dan op het vasteland.

90 Volgens genetici vond tussen 440 000 en 270 000 jaar geleden een ernstige bacterie-epidemie plaats. De soort mens stierf bijna uit. Alle nu levende mensen missen sindsdien twee genen die sommige bacteriën kunnen gebruiken als 'ingang' om organismen te besmetten.
Welke vorm van genetic drift is opgetreden in de evolutie van de mens? Leg je antwoord uit.

91 Tussen 1719 en 1729 vestigde een kleine groep Duitsers zich in Pennsylvania (VS) in een geïsoleerde gemeenschap: de *Dunkers*. Van de *Dunkers* heeft 60% bloedgroep A, terwijl in Duitsland 45% bloedgroep A heeft en in de VS gemiddeld 40%.
Leg uit waardoor het percentage mensen met bloedgroep A onder de *Dunkers* zo afwijkend is van dat van de overige Amerikanen en van de Duitsers.

CONTEXT Leefwereld

Culturele evolutie

▼ **Afb. 60** Stel kiest de kenmerken van hun toekomstig kind uit bij ivf met donorzaad.

De mens gaat op de lange termijn genetisch achteruit. Daar is weinig aan te doen. Het is het onvermijdelijke gevolg van steeds verder toenemende medische mogelijkheden.
Dat zegt hoogleraar erfelijkheidsleer Rolf Hoekstra, die donderdag afscheid neemt van de Wageningen Universiteit. Volgens Hoekstra versnelt medisch ingrijpen de natuurlijke selectie van de soort. Hij noemt het helpen van mensen die langs de natuurlijke weg geen kinderen kunnen krijgen als voorbeeld.
Op den duur zal genetische onvruchtbaarheid door de beschikbaarheid van kunstmatige voortplantingstechnieken vaker voorkomen. Dat is weliswaar een proces van eeuwen, maar natuurlijke evolutie zou nog veel langer duren, aldus de hoogleraar.
Hoekstra is niet tegen het versnellen van de evolutie door medisch handelen. Hij waarschuwt er echter voor dat in de loop van de eeuwen zoveel nadelige genetische effecten kunnen ontstaan, dat behandeling onbetaalbaar wordt. 'Maar dat zullen we moeten accepteren als de keerzijde van gewenst handelen,' zegt hij.
Bron: www.nu.nl, 16-02-2010.

opdracht

92 a In het artikel staat: 'Op den duur zal genetische onvruchtbaarheid door de beschikbaarheid van kunstmatige voortplantingstechnieken vaker voorkomen.'
Leg dit uit.

b Geef bij de volgende stellingen minstens één argument tegen en één argument voor de stelling. Geef daarna je mening over de stellingen.
1 Als er een voortplantingstechniek is waarmee een onvruchtbare vrouw toch zwanger kan worden, heeft zij recht op die behandeling.
2 Als een onvruchtbare vrouw met een bepaalde voortplantingstechniek toch zwanger wil worden, moet zij die behandeling zelf betalen.

▶▶ OLYMPIADE OPDRACHT 8

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

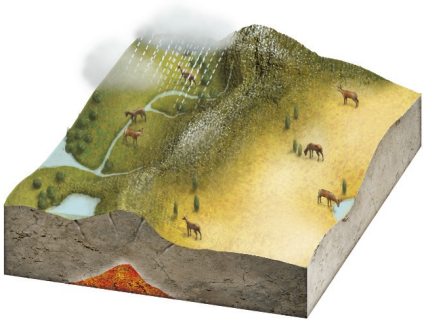
Leerdoel
– Je kent manieren van reproductieve isolatie.

7 Ontstaan van soorten

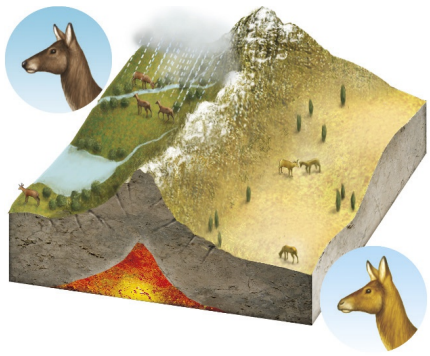
Door de verandering van allelfrequenties binnen populaties alléén ontstaat nog geen nieuwe soort. Daar is nog wel wat meer voor nodig.

▼ **Afb. 61** Soortvorming door geografische scheiding.

1 Een populatie herten leeft in een bepaald gebied.



2 Er ontstaat een bergketen, waardoor de populatie in tweeën wordt gesplitst.



3 Door verschillende milieuomstandigheden aan beide kanten vindt natuurlijke selectie plaats. Na vele generaties verschillen de populaties zo sterk dat twee soorten zijn ontstaan.

REPRODUCTIEVE ISOLATIE

Voor het ontstaan van een nieuwe soort is **reproductieve isolatie** nodig tussen populaties van dezelfde soort. Er moet dan gedurende lange tijd geen voortplanting en dus geen gene flow plaatsvinden tussen de individuen van twee of meer populaties. Mutaties die in de ene populatie optreden, bereiken de andere populatie(s) niet. In de loop van vele generaties kunnen zo grote genetische verschillen ontstaan tussen populaties die oorspronkelijk tot dezelfde soort behoorden.
Reproductieve isolatie kan op verschillende manieren plaatsvinden. Meestal is **geografische isolatie** van populaties, bijvoorbeeld door een bergketen, de oorzaak van soortvorming (zie afbeelding 61). Deze vorm van soortvorming wordt **allopatrisch** genoemd (Grieks: allos = ander, patra = vaderland). Geografische isolatie treedt ook op wanneer een deel van een populatie wordt meegevoerd naar een eiland waar deze soort tot dat moment niet voorkwam.

EILANDTHEORIE

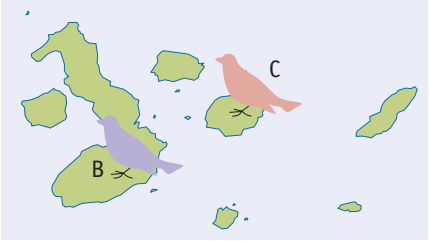
Een klassiek voorbeeld van allopatrische soortvorming is dat van de darwinvinken. Hieruit is de **eilandtheorie** voortgekomen. Darwin ontdekte op de Galapagoseilanden, een eilandengroep op ongeveer duizend kilometer voor de westkust van Zuid-Amerika, veertien vinkensoorten. De vinken lijken sterk op elkaar. Alleen de bouw van de snavels verschilt.
Darwin veronderstelde dat deze vinken uit één vooroudersoort waren ontstaan. Waarschijnlijk is miljoenen jaren geleden een kleine groep vinken van het vasteland van Zuid-Amerika op de eilanden terechtgekomen. Er heeft adaptatie plaatsgevonden: de bouw van de snavel is aangepast aan het beschikbare voedsel. Dit voedsel is op de diverse eilandjes verschillend. Door reproductieve isolatie konden verschillende soorten ontstaan (zie afbeelding 62).

Darwin hield nauwkeurig bij hoeveel soorten hij op verschillende eilanden aantrof. Hij zag hier een bepaalde wetmatigheid in. Hoe groter een eiland is, hoe groter gemiddeld het aantal soorten. Darwin veronderstelde ook dat het aantal soorten op een eiland kleiner is naarmate de afstand van het eiland tot het vasteland groter is (zie afbeelding 63). Uit recenter onderzoek blijkt dat gemiddeld op een 10× zo groot eiland 2× zoveel soorten voorkomen.

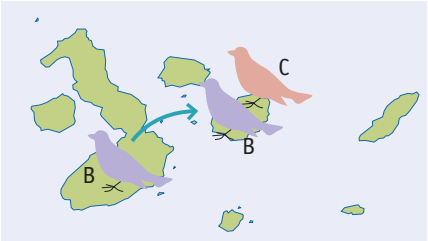
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 62** Reconstructie van het ontstaan van de darwinvinken.

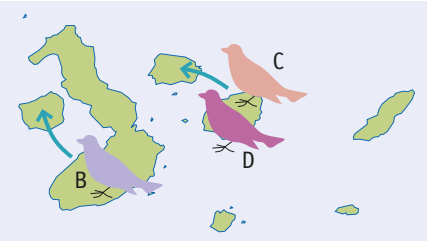
1 Een kleine populatie vinken (A) komt door een storm op de eilanden terecht.



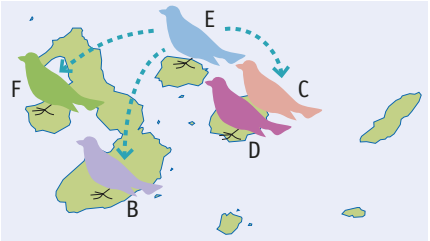
2 Twee populaties op verschillende eilanden zijn van elkaar geïsoleerd. Ze evolueren tot verschillende soorten (B en C).



3 Een kleine populatie van soort B komt op het eiland van soort C terecht. Om concurrentie zoveel mogelijk tegen te gaan, specialiseren de twee populaties zich op verschillend voedsel.

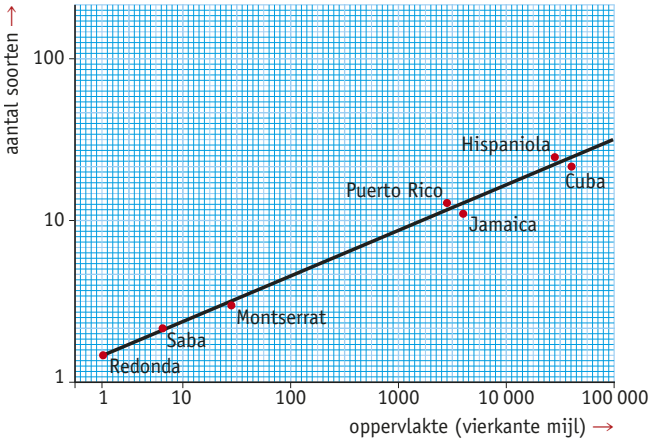


4 Door reproductieve isolatie evolueert de gemigreerde populatie van soort B tot een nieuwe soort (D).

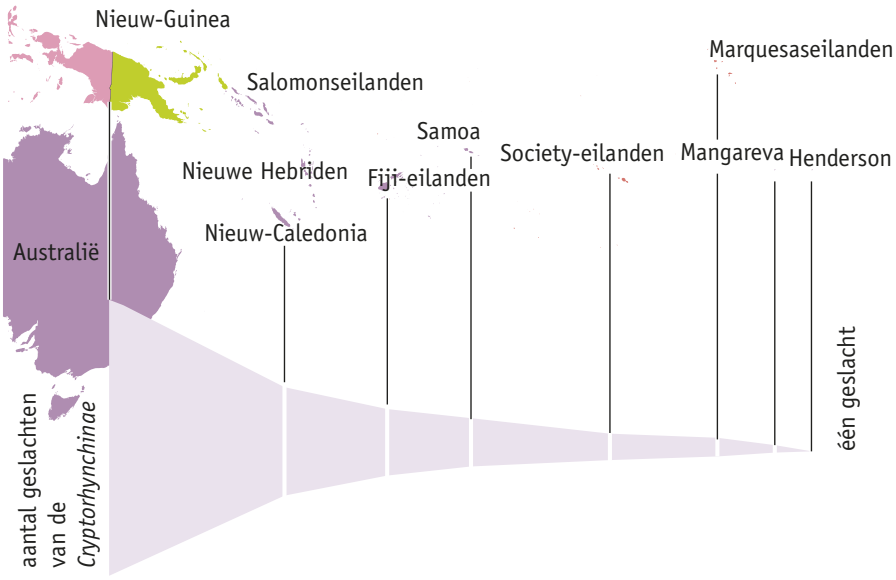


5 Door herhaald optreden van dit proces zijn de veertien soorten darwinvinken ontstaan.

▼ **Afb. 63** Aantallen soorten op eilanden.



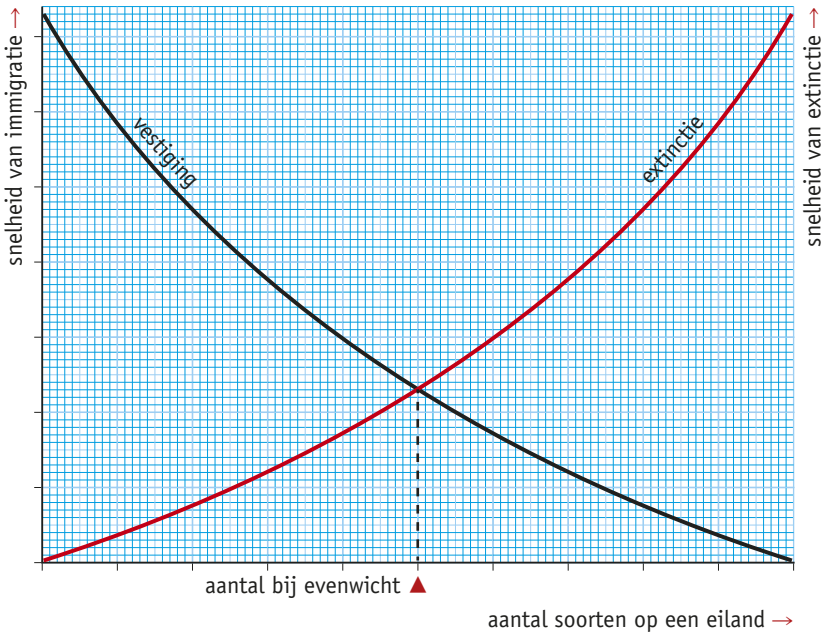
1 de aantallen amfibieën- en reptielensoorten op zeven Caribische eilanden van verschillende grootte



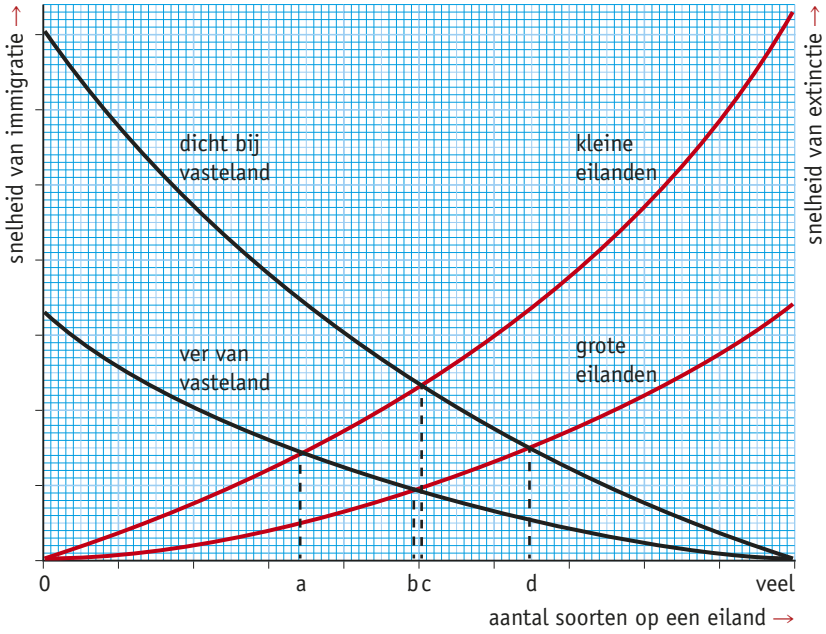
2 aantallen geslachten van een onderfamilie van snuitkevers op eilanden ten oosten van Nieuw-Guinea (de bron van emigratie)

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

In 1965 hebben Robert MacArthur en Edward Wilson de eilandtheorie van Darwin uitgebreid. Zij veronderstelden dat het aantal soorten op een eiland wordt bepaald door twee factoren: het aantal soorten dat zich door immigratie op het eiland vestigt en het aantal soorten dat van het eiland verdwijnt door extinctie (uitsterven). Afbeelding 64 geeft hun theorie grafisch weer. Als het aantal soorten op een eiland klein is (links op de *x*-as), kunnen veel nieuwe soorten zich vestigen door immigratie en sterven weinig soorten uit, bijvoorbeeld doordat er weinig concurrentie is. Als het aantal soorten groot is, geldt precies het omgekeerde. Waar de twee krommen elkaar snijden, is sprake van evenwicht: er komen evenveel soorten bij door immigratie als er verdwijnen door extinctie.
Afbeelding 65 geeft de invloed weer van de afstand tot het vasteland en de grootte van het eiland op het aantal soorten. De afstand heeft vooral invloed op vestiging door immigratie. De grootte heeft vooral invloed op de extinctie (hoe kleiner het eiland, hoe minder voedselbronnen). Het werk van MacArthur en Wilson is een voorbeeld van modelleren. Het diagram van afbeelding 65 wordt ook wel eiland-biogeografiemodel genoemd.



▶ **Afb. 64** De invloed van vestiging en extinctie op de soortenrijkdom van een eiland.



▶ **Afb. 65** Het eilandbiogeografiemodel.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

opdrachten

93 In de grafiek van afbeelding 65 zie je vier letters a, b, c en d. Gegeven zijn vier eilanden:
- P is een dichtbij groot eiland;
- Q is een dichtbij klein eiland;
- R is een veraf groot eiland;
- S is een veraf klein eiland.

Op elk van de eilanden is het aantal soorten dat immigreert even hoog als het aantal soorten dat uitsterft.

a Met welke letters in de grafiek komen deze eilanden P, Q, R en S overeen?

b Op welk eiland komen de meeste soorten voor?

94 De eilandtheorie zegt niets over evolutie.
Waarom is de eilandtheorie toch belangrijk voor de evolutie?

95 Ongeveer 1% van het aardoppervlak bestaat uit zoet water en meer dan 50% uit oceanen en zeeën. Toch komt 36% van de bijna twintigduizend bekende vissoorten in zoet water voor.
Leg uit waardoor het aantal soorten zoetwatervissen relatief groot is.

96 In 1883 vernietigde een uitbarsting op het Indonesische vulkaaneiland Krakatau al het plantaardige en dierlijke leven. In de jaren daarna is het eiland onbewoond gebleven en bestudeerden biologen de immigratie van soorten organismen.
In 1886 groeiden er 27 soorten planten op Krakatau, in 1897 62 soorten en in 1906 114 soorten.
In 1898 waren er 40 soorten geleedpotigen (vooral insecten), 2 soorten reptielen en 16 soorten vogels.
In 1923 waren er ongeveer 500 soorten geleedpotigen, 7 soorten landslakken, 3 soorten reptielen, 2 soorten vleermuizen en 1 rattensoort.

a Vóór 1898 waren er wellicht wel enkele soorten dieren, maar die zijn waarschijnlijk weer uitgestorven. De extinctie bij diersoorten is in het begin veel groter dan bij plantensoorten.
Leg dat uit.

b De dieren die zich vestigen, zijn vooral geleedpotigen en vogels. Twee van de drie zoogdiersoorten zijn vleermuizen.
Waardoor zouden juist deze diersoorten zich als eerste vestigen?

c Hoe zouden de overige dieren (reptielen, landslakken en rat) op het eiland terecht kunnen zijn gekomen?

97 Op verschillende eilanden hebben vogels het vermogen om te vliegen verloren, bijvoorbeeld sommige aalscholvers op de Galapagoseilanden en de uitgestorven dodo op Mauritius (zie afbeelding 66).
Waardoor kunnen juist op afgelegen eilanden vogels het vermogen om te vliegen verliezen?

▼ **Afb. 66** Reconstructie van een dodo.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 67** De Laysanalbatros (*Phoebastria immutabilis*) en de zwartvoetalbatros (*Phoebastria nigripes*).

1 Laysanalbatros (*Phoebastria immutabilis*)

2 zwartvoetalbatros (*Phoebastria nigripes*)

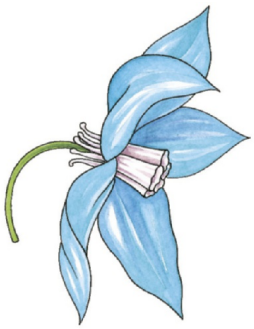
SYMPATRISCHE SOORTVORMING

Soortvorming kan ook optreden zonder dat sprake is van een geografische scheiding van populaties. Soortvorming zonder geografische scheiding noem je **sympatrisch** (Grieks: sym = samen of zelfde). Reproductieve isolatie kan bijvoorbeeld ook ontstaan door verschillen in gedrag.
Veel dieren vertonen baltsgedrag voorafgaand aan de paring. Baltsgedrag bestaat uit een serie handelingen en signalen waarmee dieren zich voorbereiden op de paring. De opeenvolging van deze signalen is soortspecifiek. Door de balts herkennen dieren elkaar als soortgenoot.
Twee verwante soorten albatrossen broeden vaak dicht bij elkaar op dezelfde eilanden (zie afbeelding 67). Door hun verschil in uiterlijk en gedrag paren ze niet met elkaar. De Laysanalbatros-partners haken bijvoorbeeld hun snavels zachtjes in elkaar, terwijl zwartvoetalbatrossen hun snavels krachtig tegen elkaar slaan.
Een ander voorbeeld van verschillend gedrag is te zien bij leeuwen en tijgers. Deze nauw verwante soorten leefden ooit in overlappende gebieden. Leeuwen hebben zich gespecialiseerd in jagen op open graslanden. Tijgers jagen in bosrijke gebieden. Het verschil in gedrag vermindert concurrentie.
In de natuur komt geen voortplantingsgedrag tussen leeuwen en tijgers voor. In gevangenschap kunnen leeuwen en tijgers wel voortplantingsgedrag vertonen. Zo heeft dat in dierentuinen soms geleid tot vruchtbare nakomelingen (lijger of teeuw).

Ook verschillen in voortplantingsactiviteit kunnen leiden tot reproductieve isolatie. Twee soorten bananenvliegjes bijvoorbeeld leven in hetzelfde gebied, maar paren nooit met elkaar. *Drosophila pseudoobscura* vertoont alleen 's avonds paringsgedrag en *Drosophila persimilis* alleen 's ochtends. Bij planten komen vaak nauw verwante soorten voor die in verschillende seizoenen bloeien. Onder laboratoriumomstandigheden blijken deze soorten zich goed voort te planten. Hetzelfde geldt voor verwante soorten die tegelijkertijd bloeien, maar door verschillende soorten insecten worden bestoven (zie afbeelding 68). De lengte en de kromming van de nectarbuizen bij de akelei komen overeen met die van de tongen van de insecten en de snavel van de kolibrie.

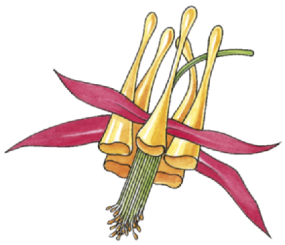
▼ **Afb. 68** Bloemen van verschillende soorten akelei.

1 *Aquilegia ecalcarata*, bestoven door bijen



2 *Aquilegia nivalis*, bestoven door bijen met lange tong

3 *Aquilegia vulgaris*, bestoven door hommels met lange tong

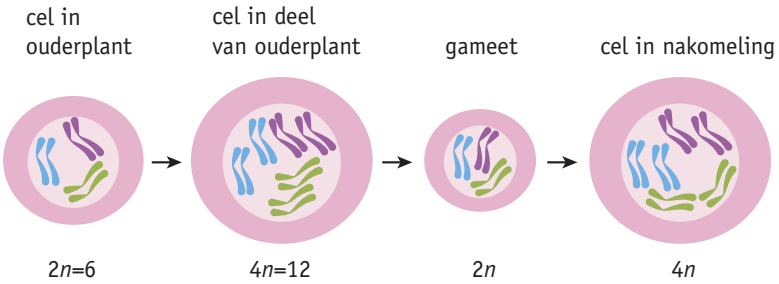


4 *Aquilegia formosa*, bestoven door kolibries

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Soms gaat er bij een plant iets mis tijdens de mitose, waardoor de plant een tetraploïd (4*n*) deel krijgt, bijvoorbeeld een blad, tak of bloem. Dit verschijnsel heet **polyploïdie** (zie afbeelding 69). Polyploïdie kan ook ontstaan doordat chromosomen tijdens de meiose niet scheiden. Doordat een tetraploïd organisme niet kan kruisen met een normaal diploïd organisme, zijn er in de populatie twee groepen ontstaan, waartussen geen gene flow mogelijk is. Uiteindelijk kan dit leiden tot twee sympatrische soorten. Als er meerdere tetraploïde organismen zijn, kunnen deze wel onderling voortplanten.

Afb. 69 Polyploïdie: het ontstaan van tetraploïde organismen.



1–2 Door een fout tijdens de mitose ontstaat een tetraploïd (4*n*) deel aan een plant.

3 Gameten die door dit tetraploïde deel worden gevormd zijn diploïd.

4 Als de tetraploïde nakomelingen levensvatbaar zijn en zelf ook nakomelingen kunnen krijgen, is er een nieuwe soort ontstaan.

opdrachten

98 Wanneer een tetraploïde en een diploïde plant met elkaar worden gekruist, kunnen zij samen geen vruchtbare nakomelingen krijgen.
Leg dat uit.

99 De Noord-Amerikaanse appelvlieg legt haar eitjes onder andere in de meidoorn. Toen ongeveer tweehonderd jaar geleden uit Europa de appel werd ingevoerd, ontstond er een ras van de appelvlieg, dat zich specialiseerde op de appel. Dit ras heeft nu geen voorkeur meer voor de meidoorn om eitjes in te leggen, en het oorspronkelijke ras heeft geen voorkeur voor appels. Uit genetisch onderzoek blijkt dat de rassen onderling verschillen.

a Is in dit voorbeeld sprake van (al dan niet voltooide) sympatrische soortvorming? Leg je antwoord uit.

b Op de Galapagoseilanden hebben zich uit de daar aangekomen dieren zowel een bijzondere schildpaddensoort (*Geochelone elephantopus*) als een bijzondere leguanensoort (*Conolophus subcristus*) ontwikkeld. Beide soorten verschillen sterk van hun verwante soorten op het Zuid-Amerikaanse vasteland.
Is in dit voorbeeld sprake van (al dan niet voltooide) sympatrische soortvorming? Leg je antwoord uit.

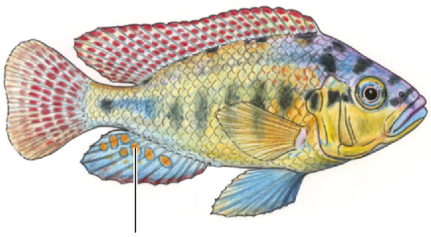
c In het noordoostelijke deel van de Grote Oceaan zijn twee populaties van orka's. De populatie die daar permanent verblijft, mijdt de populatie van trekkende orka's die daar langskomt. Er vinden geen paringen plaats tussen individuen van de twee populaties. De twee populaties jagen op verschillende prooien, hebben een ander dieet, maken andere geluiden en leven in onderling verschillende sociale verbanden.
Is in dit voorbeeld sprake van (al dan niet voltooide) sympatrische soortvorming? Leg je antwoord uit.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 70**

ONDERZOEK	**EIVLEKKEN BIJ DE TANGANYIKACICHLIDE**
Inleiding	Bij bepaalde vissoorten, zoals de tanganyikacichlide *Astatotilapia burtoni*, ontwikkelen de eieren zich in de bek van het vrouwtje. Tijdens de paringsdans neemt het vrouwtje de door haar geproduceerde eieren in haar bek. Vervolgens spreidt het mannetje zijn anale vin en produceert sperma. Op zijn anale vin heeft hij een aantal opvallende geeloranje vlekken die een sterke gelijkenis vertonen met de eieren (zie afbeelding 71). Het vrouwtje hapt naar de 'eivlekken' op de vin waarbij een deel van het geproduceerde sperma wordt opgehapt. Dit gedrag vergroot de kans op bevruchting van de eieren. Sommige biologen menen dat de kans op bevruchting groter is naarmate de vlekken op de anale vin meer op eieren lijken. Andere onderzoekers trekken deze veronderstelde functie van de eivlekken in twijfel vanwege het ontbreken van een precieze overeenkomst in kleur, vorm en afmeting van eieren en eivlekken. Zij gaan ervan uit dat het soortspecifieke vlekkenpatroon een vrouwtje in staat stelt een partner van de eigen soort te herkennen.
Onderzoeksvraag	Wat is de functie van de eivlekken?
Hypothese	De vlekken op de anale vin hebben een herkenningsfunctie voor soortgenoten.
Experiment	Er zijn verschillende onderzoeken gedaan naar de functie van de eivlekken.
Resultaat	De onderzoeken hebben de volgende resultaten opgeleverd: 1 Soorten waarvan de eivlekken duidelijk groter en opvallender zijn dan de eieren, baltsen merendeels in dieper water waar het zicht geringer is. 2 Bij soorten met eivlekken die weinig gelijkenis vertonen met de eieren, hapt het vrouwtje tijdens de balts in dezelfde mate naar de anale vin als bij soorten met goed gelijkende eivlekken. 3 Het verwijderen van de eivlekken van de anale vin heeft geen invloed op de mate waarin het vrouwtje tijdens de balts naar de anale vin hapt.
Conclusie	

▼ **Afb. 71** Een cichlide met eivlekken.



100 Sommige biologen menen dat deze eivlekken in de loop van de evolutie ontstaan zijn uit kleine parelvormige vlekjes die bij veel soorten cichliden voorkomen.

a Leg uit op welke wijze cichlidesoorten met eivlekken volgens de evolutietheorie kunnen zijn ontstaan.

b Welk(e) van de genoemde onderzoeksresultaten ondersteunt (ondersteunen) de hypothese?

c Wat is de conclusie van dit onderzoek?

101 In opdracht 3 van basisstof 1 heb je twee vragen genoteerd waarop je in dit thema een antwoord zou willen krijgen. Je hebt nu de basisstof van het thema afgerond.
Geef een antwoord op de vragen die je in opdracht 3 hebt gesteld.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

CONTEXT Wetenschap

Evolutie in een meer

Een bekend voorbeeld van sympatrische evolutie zijn de cichliden in het Victoriameer in het oosten van Afrika. Het onderscheid tussen twee cichlidesoorten van het geslacht *Pundamilia* blijkt mede te worden veroorzaakt door seksuele selectie. De mannetjes van *P. pundamilia* zijn blauw en die van *P. nyererei* rood (zie afbeelding 72). De vrouwtjes van *P. pundamilia* en *P. nyererei* hebben een sterke voorkeur voor de felst gekleurde mannetjes van hun eigen soort, respectievelijk blauw en rood.
Op de vissen bevinden zich parasieten die energie onttrekken aan de vissen. Uit onderzoek van biologe Martine Maan (Universiteit van Leiden) is gebleken dat de felst gekleurde mannetjes het minst last hebben van parasieten. Dit verklaart nog niet waardoor de twee soorten juist deze twee verschillende kleuren hebben. Dat blijkt samen te hangen met de diepte waarop de soorten voorkomen. *P. pundamilia* zwemt op 1 m diepte en *P. nyererei* op 6 m. Dit komt overeen met het doordringen van de verschillende kleuren licht. In het troebele water van het Victoriameer dringt rood licht dieper door dan blauw licht. De ogen van de vrouwtjes blijken een gevoeligheid voor kleur te hebben die past bij deze omstandigheden. De ogen van de vrouwtjes van *P. pundamilia* zijn vooral gevoelig voor blauw en die van *P. nyererei* vooral voor rood licht.

▼ **Afb. 72** Mannetjes en vrouwtjes van *P. pundamilia* en *P. nyererei*.

P. pundamilia *P. nyererei*

opdracht

102 Beantwoord de volgende vragen.

a Hoe is het kleurverschil tussen *P. pundamilia* en *P. nyererei* ontstaan? Noteer de letters a tot en met e in de juiste volgorde.
- a De kans dat jongen de gunstigste kleur hebben, is het grootst.
- b De vrouwtjes kiezen de felst gekleurde mannetjes.
- c De vrouwtjes van *P. pundamilia* en *P. nyererei* hebben een voorkeur voor respectievelijk blauw en rood.
- d Op 1 m diepte is meer blauw licht dan op 6 m diepte.
- e Op 1 m diepte valt een blauwe kleur meer op; op 6 m valt een rode kleur meer op.

b Leg uit dat de voorkeur van de vrouwtjes voor de felst gekleurde mannetjes de kans op veel gezonde nakomelingen groter maakt.

c De vrouwtjes zijn zeer selectief bij de keuze van hun partner. Waardoor is dat zo belangrijk voor hen?

Je hebt nu de basisstof van dit thema doorgewerkt.
- Doe online de verrijkingsstoffen, de flitskaarten, de oefentoets en de Versterk Jezelf.
- Ga in het boek verder met de Samenhang en de Examentrainer.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoelen

- Je kunt de gen-cultuur co-evolutie van lactosetolerantie toelichten voor verschillende organisatieniveaus van de biologie.
- Je kunt de biologische vakvaardigheden evolutionair en ecologisch denken toepassen op de gen-cultuur co-evolutie van lactosetolerantie.

Met melkvee meer mutanten

Dat Nederlanders ook als volwassene kunnen smullen van een ijsje, hebben we te danken aan een mutatie.

Maar liefst 65% van alle mensen op aarde kan alleen als baby melk verteren. Als ze ouder worden verliezen zij het vermogen om de melksuikers (lactose) af te breken. Drinken ze toch een beker melk, dan krijgen ze buikkrampen of diarree.
Voor de meeste Nederlanders is het drinken van melk echter geen enkel probleem. Ze zijn lactosetolerant ofwel lactasepersistent (LP). Deze eigenschap hebben ze te danken aan een mutatie in het LP-gen. Hierdoor blijven zij hun hele leven het enzym lactase aanmaken, waarmee ze melkproducten kunnen verteren.

▼ **Afb. 1** Mutante meisjes smullen van hun ijsjes.

GROOT VOORDEEL

Al in de vroege oertijd gebruikten mensen zuivel. Daaruit moesten ze dan wel de melksuiker verwijderen door de melk te fermenteren tot yoghurt of kaas. Daarmee verdween ook 20–50% van de energiewaarde. Zo'n 10 000 jaar geleden schakelden de eerste mensen in het Midden-Oosten over van jagen en verzamelen naar landbouw. Ze gingen melkvee houden. Met de opkomst van de veehouders kregen ook steeds meer mensen het vermogen om levenslang melk te verteren. Deze mutanten konden alle energie in melk benutten. Dat was een groot evolutionair voordeel. De opmars van de veeteelt en de bijbehorende mutatie naar West-Europa vond 7500 jaar geleden plaats (zie afbeelding 2).
Dit hebben wetenschappers ontdekt door onderzoek aan botresten van vee en de eerste veetelers. Onderzoekers noemen het samengaan van de verspreiding van een genetische met een culturele verandering: gen-cultuur co-evolutie. Wat eenvoudig betekent dat de melkveehouderij ervoor heeft gezorgd dat de mens genetisch is veranderd.

OPMARS

Met de opmars van gemeenschappen van melkveehouders richting Noordwest-Europa nam de frequentie van het mutante allel snel toe. De dragers ervan hadden een groot selectievoordeel door hun adaptatie aan de nieuwe levensomstandigheden. Zij zouden maar liefst 19% meer nakomelingen kunnen voortbrengen dan hun lactose-intolerante tijdgenoten. Dat zijn heel wat meer kinderen, die weer meer kinderen krijgen, die weer meer kinderen krijgen …
Ondertussen stonden hun jagende tijdgenoten niet hulpeloos langs de zijlijn. Door gene flow konden ook zij in het bezit komen van het gemuteerde allel. Daardoor kunnen nu bijna alle Nederlanders profiteren van de mutatie die melk drinken mogelijk maakt. Blijft alleen nog de vraag wat er het eerst was: de mutatie of de melkconsumptie.

Naar: Joseph Caputo, *Lactose tolerance and human evolution*, Smithsonian.com, april 2009; Andrew Curry, *The milk revolution, Nature* augustus 2013.

Organisatieniveau	Begrip
Biosfeer	
Ecosysteem	
Populatie	
Organisme	
Orgaan	
Cel	
Molecuul	

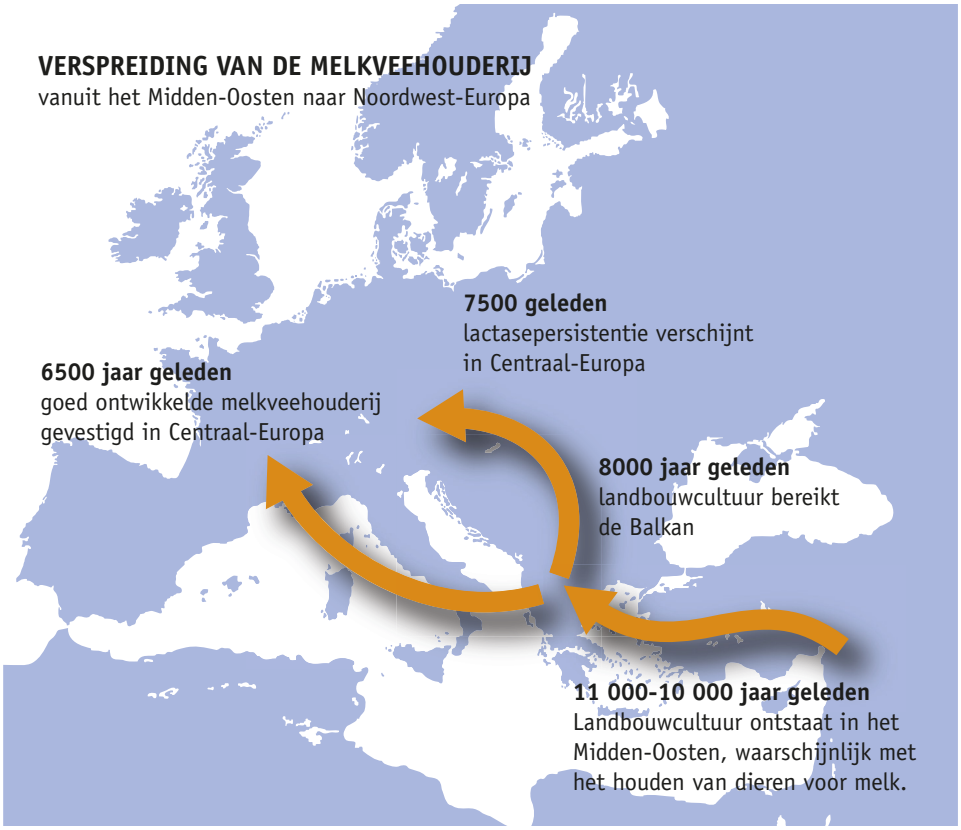
opdrachten

1 Neem de tabel over en noteer de volgende begrippen bij het juiste organisatieniveau: *baby – botresten – buikkramp – diarree – gene flow – lactase – landbouw – melksuiker – melkvee – mutant – nakomelingen – wereldbevolking*.

2 Welke stof in de botresten van mensen en melkvee werd onderzocht om de verwantschap vast te stellen tussen West-Europese populaties en populaties in het Midden-Oosten?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Afb. 2 De gen-cultuur co-evolutie van LP en de melkveehouderij.



3 Bij de fermentatie van melk voor de productie van yoghurt en kaas wordt lactose omgezet in melkzuur.
   a Welke groep van organismen wordt hiervoor gebruikt?
   b Geef een verklaring voor de lagere energiewaarde van gefermenteerde melk.

4 Verklaar waardoor de cellen van de verteringsorganen bij mensen normaal gesproken na de lactatieperiode geen lactase meer aanmaken.

5 a Leg uit hoe door een mutatie van het LP-gen lactosetolerantie kan ontstaan.
   b Verklaar de snelle toename van de frequentie van deze mutatie in populaties melkveehouders.

6 In de tekst wordt verondersteld dat de populaties van jagers-verzamelaars en melkveehouders zijn vermengd.
   a Uit welke zinsnede blijkt dat?
   b Kan er bij de jagers-verzamelaars en de melkveehouders ook sprake zijn geweest van sympatrische soorten? Licht je antwoord toe.
   c Stel dat jagers-verzamelaars en melkveehouders sympatrische soorten waren.
   Hoe kan in dat geval de frequentie van het LP-allel zijn toegenomen in de West-Europese bevolking?

7 Kan de mutatie in het LP-gen van invloed zijn geweest op de Nederlandse economie en het landschap? Licht je antwoord toe.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Practica

practicumopdracht 1

Boomalg (*Protococcus viridis*)

▸▸ BASISSTOF 3

MATERIAAL
- een stukje boomschors met groene aanslag (boomalg)
- een microscoop
- prepareermateriaal

Anders dan de meeste algen leven boomalgen niet in het water, maar op de schors van bomen. In dit practicum ga je onderzoeken hoe boomalgen er onder een microscoop uitzien.

METHODE
- Schrap wat groene aanslag van het stukje boomschors af en maak hiervan een preparaat. Druk met je wijsvinger licht op het dekglaasje en maak een draaiende beweging.
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 400×. Je ziet losse boomalgcellen met celwanden. Je ziet ook groepjes boomalgcellen die aan elkaar vastzitten. Dat komt doordat de cellen na deling niet meteen loslaten van elkaar. Soms zie je ook delende boomalgcellen.
- Maak tekeningen van losse boomalgcellen en van groepjes boomalgcellen.

RESULTAAT
Tekeningen van losse boomalgcellen en van groepjes boomalgcellen bij een vergroting van 400×.

practicumopdracht 2

Zeemossel (*Mytilus edulis*)

▸▸ BASISSTOF 3

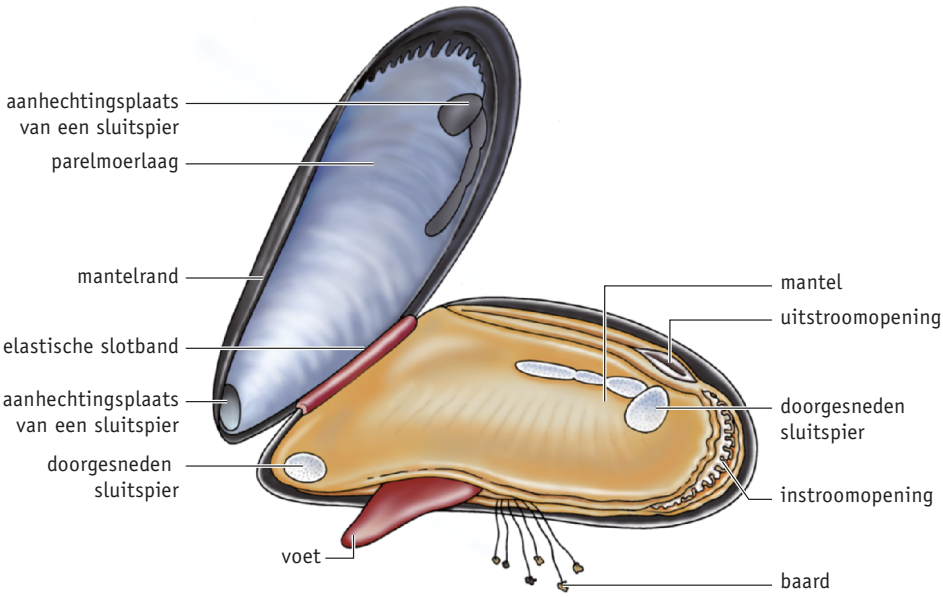
MATERIAAL
- een gekookte zeemossel in een prepareerbakje
- prepareermateriaal

In dit practicum ga je onderzoeken hoe een mossel op een speciale manier voedsel verwerkt. In samenhang hiermee krijg je inzicht in de inwendige bouw van een zeemossel.

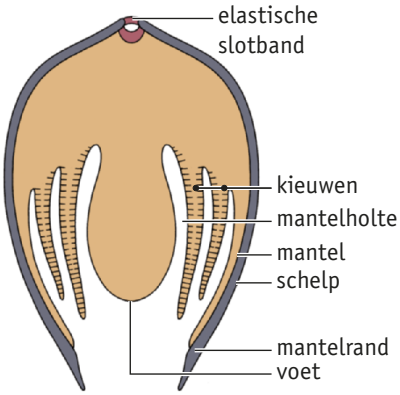
METHODE
- Leg de mossel voor je. Op de *tweekleppige schelp* zie je *groeistrepen*. De twee kleppen van de schelp kunnen ten opzichte van elkaar scharnieren door de *elastische slotband*.
- Maak een tekening van het buitenaanzicht van de mossel. Geef de cursief gedrukte delen aan.
- In het lichaam van de mossel zitten *twee sluitspieren*. Tegen beide kleppen aan ligt de *mantel* (zie afbeelding 1). Snijd voorzichtig met het scalpel de mantel van de schelp los. Snijd tussen de mantel en de schelp de beide sluitspieren door. Klap vervolgens de schelp open.
  In de opengeklapte klep zie je de *aanhechtingsplaatsen van de sluitspieren* en de *parelmoerlaag*. Bovendien zie je de *mantelrand*: daar heeft de mantel vastgezeten. De mantelrand zorgt voor de groei van de schelp. In de andere klep zie je de mantel met de *doorgesneden sluitspieren*. Onder de mantel kan de *voet* uitkomen. Met de voet kan een mossel zich langzaam verplaatsen. Bij de zeemossel is de voet erg klein. Een zeemossel zit meestal met draden aan de *voet* (de *baard*) vast aan de ondergrond.
  Aan één kant zitten twee openingen tussen de linker- en de rechtermantelhelft: de *instroomopening* en de *uitstroomopening*.
- Maak een tekening van de mossel met opengeklapte schelp. Geef de cursief gedrukte delen aan.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Afb. 1 Mossel.



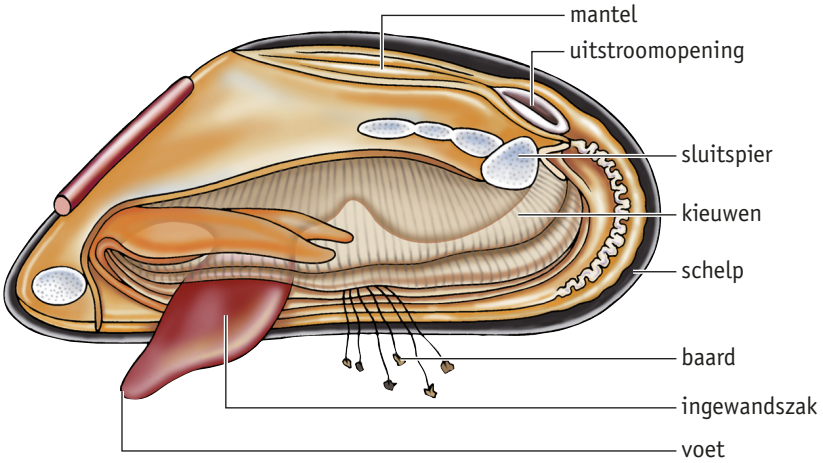
Afb. 2 Mossel met weggeknipte mantel (schematisch).



- Verwijder de opengeklapte klep. Knip met het schaartje voorzichtig de mantel zo ver mogelijk weg, zonder het onderliggende weefsel te beschadigen (zie afbeelding 2). Je ziet nu de voet (met baard). Verder zie je de *kieuwen* liggen. Als je de mossel onder water legt, zie je de kieuwen beter. Ook zie je de *mondlappen* rondom de mond en een deel van de *ingewandszak*.
- Maak een tekening van de mossel met weggeknipte mantel. Geef de *cursief* gedrukte delen aan.
- Van de verdere inwendige bouw kun je niet veel zien. De verteringsklier schemert vaak groen door.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 3** Inwendige bouw van de mossel (schematisch).



RESULTAAT

Een beschrijving, tekening of infographic van de manier waarop een mossel voedsel opneemt en verder verwerkt.
Tekeningen van de mossel met opengeklapte schelp en van de mossel met weggeknipte mantel, voorzien van namen van de cursief gedrukte delen.

practicumopdracht 3

Pantoffeldiertje (*Paramecium sp.*)

▸▸ BASISSTOF 3

MATERIAAL

- een kweek van pantoffeldiertjes
- een microscoop
- prepareermateriaal
- methylcellulose-oplossing (behangersplak) of een glycerine-oplossing (eventueel)

Pantoffeldiertjes zijn eencelligen die in zoetwater leven. In dit practicum ga je onderzoeken hoe pantoffeldiertjes er onder een microscoop uitzien.

METHODE

- Op de kweek van pantoffeldiertjes zit een vlies. Zuig met het druppelpipet een druppel water vlak onder het vlies vandaan. Probeer het vlies niet te beschadigen. Maak een preparaat van de druppel.
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100×. Je ziet vrijwel zeker pantoffeldiertjes. Ze bewegen snel door het beeld. Als de pantoffeldiertjes te snel bewegen, kun je een druppel methylcellulose- of glycerine-oplossing toevoegen.
- Maak een tekening van een pantoffeldiertje.

RESULTAAT

Tekening van een pantoffeldiertje bij een vergroting van 100×.

practicumopdracht 4

Natuurlijke selectie gesimuleerd

▸▸ BASISSTOF 4

MATERIAAL

- papieren rondjes in verschillende kleuren
- een gebloemde lap of stuk behangpapier met kleurig bloemenmotief
- een zonnebril

Natuurlijke selectie speelt een belangrijke rol in de evolutietheorie. Binnen een populatie met diverse eigenschappen hebben de best aangepasten meer kans om bedreigingen uit hun omgeving te overleven. Bedreigingen zijn bijvoorbeeld honger, kou, ziekten of roofdieren. In dit practicum ga je de invloed van roofdieren op het kleurpatroon van een prooidier onderzoeken.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

ONDERZOEKSVRAAG

Verandert de verdeling in kleurvariatie bij een prooidier onder invloed van roofdieren?

HYPOTHESE

Afhankelijk van de kleur van de omgeving zullen prooidieren met bepaalde kleuren meer gevangen worden dan anders gekleurde prooidieren.

METHODE

Je doet dit practicum in duo's. Ieder duo krijgt een gebloemde lap of een stuk behangpapier.

- Strooi daarop twintig rondjes van elk van de volgende tien kleuren: rood, geel, oranje, blauw, groen, roze, paars, wit, zwart en bruin.
  Schud de rondjes over het gehele vlak uit.
- Nu gaat een van de twee een roofdier spelen. Hij/zij pakt steeds zo snel mogelijk een duidelijk zichtbaar rondje en legt dat op tafel. De ander telt en geeft een stopteken als er veertig rondjes 'gevangen' zijn of als er twee minuten voorbij zijn.
  Noteer hoeveel rondjes van elke kleur gevangen zijn.
- Voeg nu ongeveer veertig nieuwe rondjes toe. Is een bepaalde kleur niet gevangen, dan doe je er van die kleur zeven rondjes bij. Bij een, twee of drie keer gevangen vier rondjes en bij meer keren gevangen geen rondjes.
- Schud uit over het gehele vlak.
- Herhaal deze werkwijze twee keer.
- Tel nu het eindresultaat dat op het vlak ligt.
- Wissel van rol. Dit keer zet het roofdier een zonnebril op (een roofdier dat alles in zwartwit ziet). Hij/zij pakt weer zo snel mogelijk een voor een de duidelijk zichtbaar rondjes en legt deze op tafel. De ander telt en geeft een stopteken als er 40 rondjes 'gevangen' zijn of als er 2 minuten voorbij zijn.

RESULTAAT

Neem de tabel over en vul in.

Kleur	Aantal zonder zonnebril	Aantal met zonnebril
Rood		
Geel		
Oranje		
Blauw		
Groen		
Roze		
Paars		
Wit		
Zwart		
Bruin		

CONCLUSIE

Beantwoord de volgende vragen.

1. Verklaar het resultaat dat na een paar generaties is bereikt.
2. Leg uit hoe het verschil tussen experiment 1 (zonder zonnebril) en experiment 2 (met zonnebril) is ontstaan.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

practicumopdracht 5

Lichaamslengte schatten aan de hand van gevonden voetafdrukken

BASISSTOF 5

In 1978 vond Mary Leaky in Laetoli (Ethiopië) afdrukken van voetsporen van drie hominiden (aapmensen) van de soort *Autralopithecus afarensis*. Onderzoek aan de voetsporen gaf informatie over de lichaamsbouw en de manier van lopen. In dit practicum ga je onderzoeken wat de lichaamslengte van deze hominiden was.

MATERIAAL
- een lege ruimte die groot genoeg is om een stukje te wandelen
- een rolmaat of meetlint
- water
- een handdoek

ONDERZOEKSVRAAG
Wat was de lichaamslengte van de twee volwassen exemplaren van *Australopithecus afarensis* waarvan in Laetoli alleen de voetstappen zijn gevonden?

HYPOTHESE

Afb. 4 Afmetingen van twee paar Laetoli-voetafdrukken.

	Volwassene 1	Volwassene 2
Lengte van de voet	21,5 cm	18,5 cm
Breedte van de voet	10 cm	8,8 cm
Paslengte (afstand tussen de afdrukken)	47,2 cm	28,7 cm
Geschatte lichaamslengte	134–156 cm	115–134 cm

METHODE
- Onderzoek eerst bij mensen van verschillende lengte het verband tussen hun beenlengte en hun paslengte. Dat doe je door de proefpersonen op natte, blote voeten in wandeltempo door een ruimte te laten lopen.
- Meet van elke proefpersoon de beenlengte en de paslengte.

RESULTAAT
- Maak een tabel van de beenlengte en de paslengte van je proefpersonen.
- Maak daarna aan de hand van deze tabel een grafiek van het verband tussen beenlengte en paslengte.

CONCLUSIE
Beantwoord de volgende vragen.

1 Vergelijk de paslengte van de twee Laetoli-volwassenen (zie afbeelding 4) met jouw grafiek.
Hoe lang waren de benen van deze twee exemplaren van *A. afarensis*?
Neem de volgende tabel over en noteer daarin de beenlengte van de twee Laetoli-volwassenen.

	Beenlengte	Lichaamslengte
Volwassene 1	cm	cm
Volwassene 2	cm	cm

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

2 In afbeelding 4 staat een schatting van de lichaamslengte van deze twee *A. afarensis*.
Hoe zou men tot deze schatting zijn gekomen?

3 Bereken met behulp van afbeelding 5 hoe lang de twee volwassenen waarschijnlijk waren.

▼ **Afb. 5** Reconstructie van twee volwassen exemplaren van *Australopithecus afarensis*.

DISCUSSIE

4 Vergelijk je uitkomst bij vraag 3 met de lichaamslengte in afbeelding 4.
Geef een verklaring voor eventuele verschillen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Samenvatting

LEERDOEL 1 ▸▸ BASISSTOF 1

Je weet uit welke periode de eerste levende organismen op aarde stammen.

- De aarde bestaat ongeveer 4,6 miljard jaar.
  - 3,8 miljard jaar geleden ontstonden de eerste eencellige vormen van leven.
  - 670 miljoen jaar geleden: eerste meercelligen.
  - 400 miljoen jaar geleden: eerste landplanten.
  - 350 miljoen jaar geleden: eerste gewervelden.
  - 65 miljoen jaar geleden: eerste zoogdieren en vogels.
  - De oudste fossielen met menselijke kenmerken zijn ongeveer 5 miljoen jaar oud.

LEERDOEL 2 ▸▸ BASISSTOF 1

Je kunt het ontstaan van prokaryoten en eukaryoten beschrijven.

- Anorganische stoffen:
  - komen zowel in organismen voor als in de levenloze natuur;
  - kleine, eenvoudig gebouwde moleculen;
  - bijv. koolstofdioxide, water, keukenzout, zuurstofgas.
- Organische stoffen:
  - afkomstig van organismen of van producten van organismen;
  - relatief grote, ingewikkeld gebouwde moleculen;
  - de moleculen bevatten een of meer atomen koolstof (C), waterstof (H) en (meestal) zuurstof (O);
  - bijv. koolhydraten (glucose, zetmeel), eiwitten, vetten.
- Heterotrofe organismen:
  - kunnen geen organische stoffen maken uit alleen anorganische stoffen;
  - hebben andere organismen nodig als voedsel;
  - nemen organische en anorganische stoffen op uit hun milieu.
- Autotrofe organismen:
  - kunnen organische stoffen maken uit alleen anorganische stoffen;
  - hebben geen andere organismen nodig als voedsel;
  - nemen anorganische stoffen op uit hun milieu.
- Biogenese: het ontstaan van leven uit levenloze materie.
  - De oeratmosfeer bevatte geen zuurstof.
  - In de oeratmosfeer ontstonden door o.a. bliksemontladingen en uv-straling kleine organische moleculen (bijv. aminozuren, nucleotiden, koolhydraten en vetzuren).
  - In de oerzeeën werd door indikking een organische oersoep gevormd, waarin grotere moleculen en vervolgens de eerste cellen zijn ontstaan.
  - De eerste organismen waren heterotrofe, anaerobe bacteriën.
  - Daarna ontstonden autotrofe bacteriën (in staat tot fotosynthese).
  - De atmosfeer werd zuurstofrijk. Er ontstonden aerobe bacteriën.
- Endosymbiosetheorie:
  - Door instulping van het celmembraan zijn een celkern met kernmembraan en het endoplasmatisch reticulum ontstaan.
  - Cyanobacteriën hebben zich tot chloroplasten ontwikkeld.
  - Aerobe bacteriën hebben zich tot mitochondriën ontwikkeld.
- Prokaryote organismen:
  - hebben geen celkern, zodat het DNA los in het cytoplasma ligt;
  - hebben geen vacuolen, mitochondriën of endoplasmatisch reticulum.
- Eukaryote organismen:
  - hebben celkernen, waarin het DNA zich bevindt;
  - hebben vacuolen, mitochondriën en een endoplasmatisch reticulum.

LEERDOEL 3 ▸▸ BASISSTOF 1

Je kunt het ordeningssysteem van organismen beschrijven en toepassen.

- Alle organismen worden ingedeeld in drie domeinen: bacteriën, archaea en eukaryoten.
  - De rijken schimmels, planten en dieren behoren tot het domein van de eukaryoten.
- Een rijk wordt verder ingedeeld in steeds kleinere taxa (groepen):
  - Achtereenvolgens stammen, klassen, orden, families, geslachten en soorten.
  - Een geslacht bestaat uit soorten die zich uit eenzelfde voorouder hebben ontwikkeld.
- Binaire naamgeving:
  - een geslachtsnaam (voorop en met hoofdletter);
  - een soortaanduiding (met kleine letter);
  - vaak nog de naam (afgekort) van de naamgever;
  - bijv. *Bellis perennis* L. (madeliefje).

LEERDOEL 4 ▸▸ BASISSTOF 2

Je kunt kenmerken van prokaryoten noemen.

- Prokaryoten: bacteriën en archaea.
  - De chromosomen liggen los in het cytoplasma.
  - Veel soorten hebben slechts één groot, circulair chromosoom. Bij sommige soorten komen ook kleine, circulaire plasmiden voor.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

  - De chromosomen bestaan alleen uit DNA; ze bevatten geen eiwitmoleculen.
- Archaea hebben een of meerdere flagellen (zweepstaart) voor voortbeweging.
- Bacteriën planten zich voornamelijk voort door deling.
  - Hierbij zijn de chromosomen vastgehecht aan het celmembraan.
- Soms vindt bij bacteriën uitwisseling van genen plaats:
  - door opname van DNA-fragmenten van een gestorven soortgenoot (transformatie);
  - door vorming van een holle buis naar een soortgenoot (conjugatie);
  - door overbrenging door virussen (transductie).
- De celwanden van bacteriën bestaan uit peptidoglycaan.
- Bacteriën kunnen ziekten veroorzaken en voedsel bederven.
- Bacteriën worden door de mens gebruikt bij:
  - de productie van sommige voedingsmiddelen (o.a. yoghurt, kaas, zuurkool);
  - de productie van geneesmiddelen en hormonen (met genetisch gemodificeerde bacteriën);
  - de afvalwaterzuivering en de productie van wasmiddelenenzymen.
- Bij genetische modificatie wordt het DNA van een organisme veranderd door de mens.
- Virussen zijn geen organismen. Ze worden niet gezien als levend.
  - Virussoorten die bacteriën als gastheer gebruiken, heten bacteriofagen.

LEERDOEL 5 ▸▸ BASISSTOF 3

Je kunt kenmerken van enkele eukaryoten noemen.

- Schimmels zijn heterotroof: ze voeden zich met dode resten van organismen.
  - Gisten zijn eencellige schimmels.
  - Gisten planten zich voort door knopvorming.
- Meercellige schimmels vormen een mycelium.
  - Mycelium: een netwerk van hyfen (schimmeldraden).
- Meercellige schimmels planten zich voort door haploïde sporen, die kunnen ontstaan:
  - aan het uiteinde van schimmeldraden die omhoog groeien;
  - in paddenstoelen (een paddenstoel is een compacte massa hyfen).
- Geslachtelijke voortplanting vindt plaats als hyfen van twee verschillende mycelia met elkaar in aanraking komen.
  - Er vindt bevruchting plaats, meestal direct gevolgd door meiose. Hierbij ontstaan haploïde sporen.
- De celwanden van schimmels bevatten chitine.
- Schimmels kunnen ziekten veroorzaken (o.a. zwemmerseczeem).
- Schimmels worden door de mens gebruikt bij:
  - de bereiding van sommige voedingsmiddelen (o.a. kaas, brood, alcohol);
  - de productie van penicilline (een antibioticum).
- Planten zijn autotroof: ze hebben chloroplasten (met chlorofyl) in hun cellen.
  - De celwanden van planten bevatten cellulose.
- Tot het plantenrijk behoren de wieren (algen), de mossen, de paardenstaarten, de varens en de zaadplanten.
  - Sporenplanten planten zich voort door sporen.
  - Vaatplanten hebben houtvaten en bastvaten, waardoorheen stoffen worden vervoerd in de plant.
- Dieren zijn heterotroof (ze hebben geen chlorofyl). Ze hebben geen celwanden om hun cellen.
- Tot het dierenrijk behoren de eencelligen, de sponzen, de holtedieren, de platwormen, de rondwormen, de ringwormen, de weekdieren, de geleedpotigen, de stekelhuidigen en de gewervelden.

LEERDOEL 6 ▸▸ BASISSTOF 4

Je kunt uitleggen wat de neodarwinistische evolutietheorie inhoudt.

- Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.
  - De neodarwinistische evolutietheorie gaat uit van genetische variatie (verscheidenheid in genotypen), natuurlijke selectie (survival of the fittest) en soortvorming door reproductieve isolatie.
- Genetische variatie.
  - Door mutaties en recombinatie verschillen individuen van één soort van elkaar in genotype en in fenotype.
- Natuurlijke selectie.
  - Individuen met een betere adaptatie (aanpassing) aan het milieu hebben een grotere overlevingskans.
  - Fitness: van individuen met een gunstig genotype zullen meer nakomelingen in leven blijven en zich in de volgende generaties voortplanten dan van individuen met een minder gunstig genotype.
  - Soorten evolueren (veranderen) als door natuurlijke selectie (selectiedruk) de mutanten blijven voortbestaan en individuen van de oorspronkelijke vorm uitsterven.
  - Door een grote genetische variatie heeft een soort een grote overlevingskans.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

LEERDOEL 7 ▸▸ BASISSTOF 5

Je kent enkele onderzoeksmethoden naar verwantschap.

- Vergelijking van de anatomie.
- Biochemie.
  - Verschillende soorten organismen vertonen grote overeenkomst in samenstelling van stoffen (bijv. van DNA en eiwitten).
- Evolutionaire genetica.
  - Het zoeken naar overeenkomsten en verschillen in DNA.
  - DNA-sequencing: bepalen van de exacte volgorde van nucleotiden op het DNA.

LEERDOEL 8 ▸▸ BASISSTOF 5

Je kunt verschillen en overeenkomsten herkennen tussen organen en orgaanstelsels van de mens en van verschillende diersoorten.

- Homologe organen: hebben een overeenkomstige vorm door verwantschap, de functie kan verschillen.
- Analoge organen: hebben een overeenkomstige vorm door overeenkomst in functie, niet door verwantschap.
- Rudimentaire organen hebben hun functie verloren.

LEERDOEL 9 ▸▸ BASISSTOF 5

Je kunt een stamboom en cladogram aflezen en construeren.

- Clade: een groep soorten bestaande uit een voorouder en alle nakomelingen daarvan.
- Cladogram: schematische weergave van de verwantschap tussen de soorten van een clade.
  - Bij elk splitsingspunt in een cladogram staat een gemeenschappelijke voorouder.
  - Boven het splitsingspunt is er een verschil in één eigenschap.

LEERDOEL 10 ▸▸ BASISSTOF 6

Je weet hoe allelen in een populatie overerven.

- Populatie: een groep individuen van dezelfde soort die in een bepaald gebied leeft en zich onderling voortplant.
  - Gene flow: uitwisseling van genen tussen verwante populaties door migratie en/of onderlinge voortplanting.
- Soort: de grootste verzameling van populaties waartussen gene flow plaatsvindt of kan plaatsvinden.
  - Een soort kan bestaan uit verschillende rassen.
- Genenpool: de verzameling van alle allelen op alle loci van alle individuen in een populatie.
  - De omvang van de genenpool is een maat voor de genetische variatie.
- Allelfrequentie: hoe vaak een allel in de populatie voorkomt.
  - De allelfrequentie ligt tussen de waarden 0 en 1.
- Regel van Hardy-Weinberg: bij willekeurige overerving blijven de allelfrequenties binnen een (grote) populatie constant.
  - De allelfrequenties van A en a worden gewoonlijk aangeduid met p en q, waarbij $p + q = 1$.
  - Het totaal aan genotypen in de volgende generaties is dan: p^2 (genotype AA) + $2pq$ (genotype Aa) + q^2 (genotype aa).
  - De allelfrequentie in een populatie kan worden berekend aan de hand van het percentage individuen waarbij het recessieve allel tot uiting komt in het fenotype (aa).
- Afwijkingen van de regel van Hardy-Weinberg:
  - door selectiedruk;
  - door mutaties;
  - door genetic drift.
- Genetic drift: het verschijnsel dat in kleine populaties door toeval grote verschuivingen in allelfrequenties kunnen optreden.
  - Flessenhalseffect: door een calamiteit loopt het aantal individuen van een soort sterk terug.
  - Foundereffect: een klein deel van een populatie vestigt zich in een nieuw gebied.
- Seksuele selectie vindt plaats als eigenschappen van seksuele partners de voortplantingskans beïnvloeden (maar niet altijd de overlevingskans).
- Micro-evolutie: verandering van allelfrequenties in een populatie. Hierdoor evolueert de soort.
- Macro-evolutie: ontstaan van nieuwe soorten.
- Co-evolutie: een evoluerende soort beïnvloedt de evolutie van een andere soort.

LEERDOEL 11 ▸▸ BASISSTOF 7

Je kent manieren van reproductieve isolatie.

- Soortvorming door reproductieve isolatie.
  - Er vindt gedurende lange tijd geen voortplanting plaats tussen individuen van verschillende populaties.
- Allopatrische soortvorming: door geografische isolatie.
  - Bijv. bergketen, rivieren.
- Sympatrische soortvorming: zonder geografische isolatie.
  - Bijv. verschil in leefwijze, baltsgedrag, seksuele selectie, factor tijd, polyploïdie bij planten.
- Eilandtheorie: het aantal soorten op een eiland wordt bepaald door immigratie en extinctie.
  - Evenwicht: als de immigratie en de extinctie even groot zijn.
  - De afstand van het eiland naar het vasteland beïnvloedt vooral de immigratie.
  - De grootte van het eiland beïnvloedt vooral de extinctie.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

- Polyploïdie: een meervoud van het diploïde aantal chromosomen in een (deel van een) organisme.
  - Ontstaat doordat er iets misgaat tijdens de mitose.
  - Kruising met een diploïd organisme is niet mogelijk: er zijn twee groepen ontstaan waartussen geen gene flow is.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt de volgende vaardigheden geoefend:

- doelgericht zoeken, selecteren en verwerken van informatie;
- analyseren welke rol evolutie heeft in natuurwetenschappelijk onderzoek, beroepen en de dagelijkse praktijk;
- toepassen van verschillende fasen van natuurwetenschappelijk onderzoek;
- uitvoeren van een natuurwetenschappelijk onderzoek;
- vorm-functiedenken op het niveau van organen;
- verklaren van biologische verschijnselen op verschillende organisatieniveaus met behulp van evolutiemechanismen (evolutionair denken);
- met elkaar in verband brengen van evolutiemechanismen op verschillende organisatieniveaus (systeemdenken).

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Examentrainer

OORSMEER EN DE EVOLUTIE VAN DE MENS

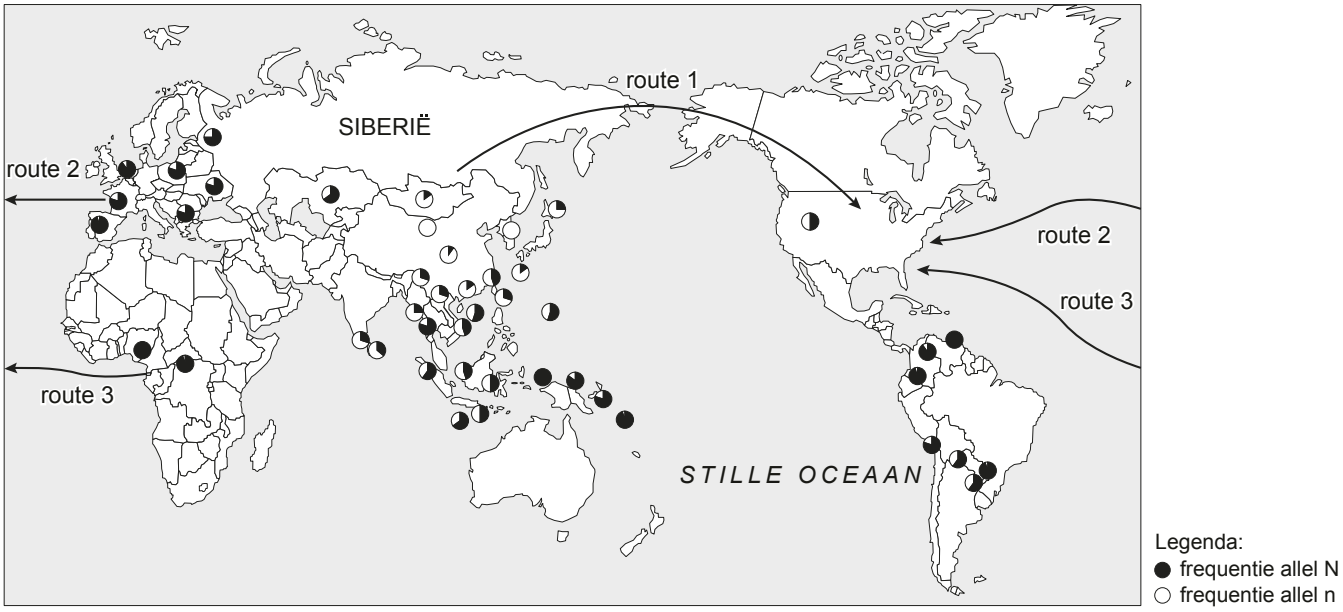
Naar: pilot examen vwo 2010-2, vragen 29, 30 en 31.

Algemeen wordt aangenomen, dat de verre voorouders van de moderne mens in Afrika ontstaan zijn. Circa twee miljoen jaar geleden is een deel van hen uit Afrika weggetrokken. Nieuwe gegevens over de genetica van oorsmeer leveren een bijdrage aan het debat over de route waarlangs de moderne mens (*Homo sapiens sapiens*) Noord-Amerika heeft bereikt.

2p **1** Welk gegeven in de afbeelding is een ondersteuning voor de theorie dat het allel voor droog oorsmeer Noord-Amerika via route 1 bereikt heeft en niet via route 2 of route 3? Licht je antwoord toe.
Behalve bij inheemse populaties werd ook bij gemigreerde bevolkingsgroepen steekproefsgewijs het type oorsmeer bepaald.
In de tabel is het resultaat van een steekproef uit drie bevolkingsgroepen in de Verenigde Staten weergegeven.

Oorsmeer is een secretieproduct van klieren in de gehoorgang. Er worden twee vormen onderscheiden: nat en droog. Er zijn twee allelen: het dominante allel N voor de natte vorm en het recessieve allel n voor de droge vorm. Japanse onderzoekers nemen aan dat het recessieve allel in Noordoost-Azië is ontstaan, dat het in korte tijd een hoge frequentie heeft bereikt en dat het zich door migratie over andere delen van de wereld heeft verspreid.
Het Japanse onderzoekteam heeft in een aantal gebieden de allelfrequenties van beide allelen bij de inheemse bewoners bepaald. In de afbeelding zijn die frequenties in sectordiagrammen weergegeven.

▼ **Afb. 1** Frequenties van allel N en allel n.



Over de route waarlangs de mens Noord-Amerika heeft bereikt, dat wil zeggen de voorouders van de inheemse bewoners, bestaan verschillende theorieën. In de afbeelding zijn met pijlen drie routes aangegeven: noordelijke routes via Siberië (1) of vanuit Europa (2), en een zuidelijke route vanuit Afrika (3).

▼ **Afb. 2** Steekproef om het type oorsmeer te bepalen.

Land	Bevolkingsgroep	Frequentie allel n
VS	Inheemse bevolkingsgroep (indianen)	0,500
VS	Witte bevolkingsgroep	0,110
VS	Zwarte bevolkingsgroep	0,045

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Er is een verschil tussen de allelfrequenties in de inheemse bevolkingsgroep en die van de twee andere bevolkingsgroepen in de steekproef.

2p **2** Geef hiervoor twee oorzaken.

Ook in Taiwan werd het type oorsmeer bij de oorspronkelijke bevolkingsgroep bepaald. In een steekproef van 103 mensen uit de inheemse populatie werden 69 mensen met nat oorsmeer gevonden.

2p **3** Wat is de frequentie van allel n in deze Taiwanese bevolkingsgroep, mits de regel van Hardy-Weinberg van toepassing is?

A 0,18
B 0,33
C 0,57
D 0,82

RNA-EDITING MAAKT INKTVISSEN SNELLER IN DE KOU

Naar pilot examen vwo 2014-1, vraag 28.

Gewone octopussen (*Octopus vulgaris*) komen voor in de drie grote oceanen in gematigd tot zeer warm water. Antarctische octopussen (*Pareledone sp.*) leven rond de Zuidpool in water tot –1,8 °C. Deze twee geslachten, die uit een gemeenschappelijke voorouder zijn ontstaan, hebben kleine verschillen. Charles Darwin schreef rond 1859 zijn theorie over de gemeenschappelijke afstamming van soorten in het boek *On the origin of species*.
Drie (onvolledige) beschrijvingen van het ontstaan van de twee hierboven beschreven octopusgeslachten zijn:

1 Tussen de vele nakomelingen van de gemeenschappelijke octopusvoorouder is er een strijd om het bestaan. Door natuurlijke selectie blijven in een bepaald gebied alleen diegenen over die het best aangepast zijn aan de omgeving.
2 Sommige octopussen konden door een mutatie beter tegen koud water dan andere. Rond Antarctica overleefden vooral de nakomelingen van de octopussen die bestand tegen de kou waren; de minder goed aangepaste octopussen in het gebied verdwenen op den duur.
3 Doordat de octopussen in koude wateren zich steeds beter aanpasten aan de koude omstandigheden, en ze niet meer in contact kwamen met octopussen in warme wateren, veranderden de genotypen zo sterk in beide populaties dat er uiteindelijk geen onderlinge voortplanting meer mogelijk was.

2p **4** Welke van deze beschrijvingen zou Darwin, met de kennis van toen, kunnen hebben gebruikt om het ontstaan van deze twee soorten octopussen uit een gemeenschappelijk voorouder te verklaren? Schrijf de drie nummers onder elkaar en zet erachter 'wel' of 'niet'.

REDDINGSPLAN VOOR NIEUW-ZEELANDSE LOOPPAPEGAAI

Naar pilot examen vwo 2012-2, vragen 1, 2 en 3.

Nieuw-Zeeland heeft meer loopvogelsoorten dan enig ander land. De meeste ervan worden met uitsterven bedreigd.

> De kakapo (*Strigops habroptilus*) is een groene niet-vliegende papegaai die zich in Nieuw-Zeeland miljoenen jaren kon handhaven, totdat de eerste mensen en in hun voetspoor ook ratten en andere dieren arriveerden. Voor de komst van de mens kwamen op de grond levende predatoren van vogels niet voor.

Voor de komst van de mens zijn in Nieuw-Zeeland allerlei loopvogelsoorten ontstaan uit vliegende vogelsoorten.

3p **5** Leg uit hoe door natuurlijke selectie het vermogen om te vliegen verloren kan zijn gegaan bij vogels zoals de kakapo.

> Om het dreigende uitsterven van de kakapo te voorkomen, is rond 1990 begonnen met het grootschalig bijvoeren van kakapo's op enkele geïsoleerde en strikt beschermde eilanden. Dit leek een succesvolle maatregel, maar er deed zich een onverwacht probleem voor: de bijgevoerde kakapo's kregen veel meer zonen (70%) dan dochters (30%). Dit vertraagde het herstel van de populatie.

Onderzoekers proberen de scheve verhouding tussen mannetjes en vrouwtjes evolutionair te verklaren: de zonen-of-dochters-strategie kan in de genen zijn vastgelegd als dat in de loop van de evolutie een grotere fitness opleverde.

1p **6** Wat wordt bedoeld met een grotere fitness?

Het hangt van de conditie van het kakapo-vrouwtje af, of ze meer zonen of dochters krijgt. Een vrouwtje dat in een goede conditie is als ze paart en gaat broeden, krijgt naar verhouding meer zonen dan dochters.

2p **7** Leg uit dat het voor het overleven van de populatie beter is als vrouwtjes in slechte conditie naar verhouding meer dochters dan zonen krijgen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

5 Ecologie

De snelweg A4 tussen Delft en Schiedam is zo aangelegd, dat een natuurgebied gespaard blijft. Dat heeft achthonderd miljoen gekost. Blijkbaar vinden we in Nederland een stuk natuur erg belangrijk. Bij hun landinrichtingsplannen krijgen overheidsinstanties advies van ecologen. Ecologie is de tak van de biologie waarin de relaties tussen organismen en hun milieu worden bestudeerd.

ONTDEKKEN
Mag de wolf terugkeren in Nederland? 84

BASISSTOF
1 Ecologie op alle organisatieniveaus 86
2 Organismen 92
3 Populaties 97
4 Ecosystemen 105
5 Veranderende ecosystemen 115

SAMENHANG
Leven in de stad 122

PRACTICA 124

SAMENVATTING 128

EXAMENTRAINER 132

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Mag de wolf terugkeren in Nederland?

BASISSTOF 3 EN 4

In maart 2015 wandelde een wolf vier dagen lang door de provincie Drenthe. Dit was de eerste wolf in honderdvijftig jaar die Nederland bezocht. In de toekomst zullen zich weer wolven in Nederland gaan vestigen. En misschien wel sneller dan je denkt!

Bijna iedereen vindt de wolf een prachtig dier. Komt de wolf weer terug in Nederland, dan is er weer echte wilde natuur in Nederland. En dat wil toch iedereen? Nee dus. Want als de wolf in de buurt van mensen komt, ontstaan er conflicten. Zo zijn er mensen bang voor hun schapen en honden. En ook mensen die zelf niet bang zijn voor de wolf, denken dat anderen uit angst voorzichtiger zullen zijn. Bijvoorbeeld om met hun kinderen of hond de natuur in te trekken. Ook zijn ze bang dat andere dieren, zoals reeën of weidevogels, last zullen hebben van de wolf.

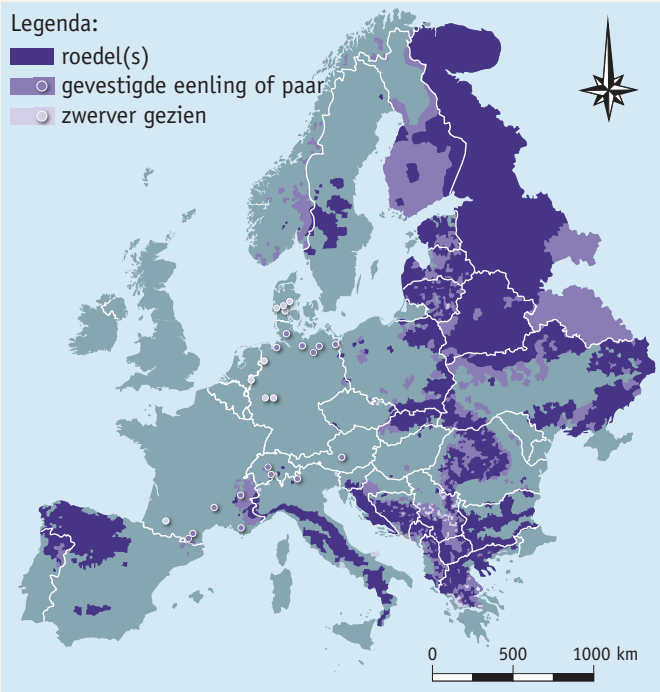
‘De wolf zou weleens kunnen zorgen voor een flinke strijd.’

Mocht er inderdaad een keer een wolf een schaap te pakken krijgen, dan zullen vele mensen dat aangrijpen om de jacht op de wolf te openen. Hoewel ... jagen op wolven is vanuit Brussel verboden. Lastig dus. Die terugkerende wolf zou weleens kunnen zorgen voor een flinke strijd tussen traditionele en moderne natuurbeschermers. En tussen stedelingen en plattelandsbewoners. Het is dus nog maar de vraag of Nederland de wolf écht welkom heet. Gaan de verschillende opvattingen over hoe om te gaan met dit beest niet zorgen voor grote ruzies? Die kans zit er dik in. Maar of de wolf zich daar iets van aantrekt?

Naar: *Trouw*, 12 september 2011, Zitten we eigenlijk wel op de wolf te wachten?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 1** Verspreiding van de wolf in Europa (gegevens 2013).



opdrachten

Een praatprogramma op televisie maakt een uitzending over de vraag: 'Mag de wolf terugkeren in Nederland?' In het programma vindt een discussie plaats tussen vier gasten:
- een vertegenwoordiger van de provincie Drenthe;
- een schapenboer uit de Drentse plaats Rolde;
- een medewerker van het regiokantoor Natuurmonumenten in Assen;
- een ouder van twee schoolgaande kinderen uit het Drentse dorp Noord-Sleen.

Jij bent een van de vier genodigden. Je bent gebeld door een redacteur van het programma, die je wat vragen heeft gegeven. Deze zullen tijdens de uitzending worden besproken. Natuurlijk wil je goed voorbereid in de studio verschijnen. Daarom doe je onderzoek naar de wolf en naar de vragen die je hebt gekregen.

1 Maak een spiekbriefje van maximaal tweehonderd woorden dat je kunt meenemen naar de studio.
De vragen die je van de redacteur hebt gekregen zijn:
Voor de vertegenwoordiger van de provincie Drenthe:
- Is de wolf een exoot of een invasieve soort en wat is het verschil?
- Is de wolf een inheemse of een uitheemse soort?

Voor de schapenboer uit de Drentse plaats Rolde:
- Wat is de niche van de wolf?
- Welke inheemse soorten zullen de concurrentie aan moeten gaan met de wolf?

Voor de medewerker van het regiokantoor Natuurmonumenten in Assen:
- Zal de wolf invloed hebben op bepaalde populatiegrootten? Zo ja, van welke populaties?
- Zal de wolf invloed hebben op de draagkracht van bepaalde populaties?

Voor de ouder van twee schoolgaande kinderen uit het Drentse dorp Noord-Sleen:
- Wat is het voornaamste voedsel van de wolf?
- Welke voedselrelatie bestaat er tussen de wolf en mensen?

Waarom mag de wolf van jou (niet) terugkeren in Nederland? Ga op zoek naar achtergronden om je standpunt te onderbouwen. Gebruik het standpunt en de woorden die bij jouw gast zijn gegeven:
- Vertegenwoordiger van de provincie Drenthe: voor (natuurtoerisme, evenwicht).
- Schapenboer uit de Drentse plaats Rolde: tegen (migratie, voedselketen).
- Medewerker regiokantoor Natuurmonumenten: voor (biodiversiteit, populatiegroei).
- Ouder van twee schoolgaande kinderen: tegen (verkeersveiligheid, predator).

2 Vul je spiekbriefje voor het praatprogramma aan met een onderbouwing van jouw standpunt in maximaal honderd woorden.

'Welkom bij ons praatprogramma! Vorige week werd er in de provincie Drenthe een wolf gesignaleerd. Voorstanders staan te juichen, tegenstanders houden hun hart vast. Mag de wolf terugkeren in Nederland? Aan tafel zitten vier gasten. Zij zullen ons hun mening geven.'

3 Mag de wolf terugkeren in Nederland? Ga met elkaar in discussie. Gebruik de informatie en de argumenten van je spiekbriefje.

Na de uitzending willen de makers van het programma jullie advies op hun website plaatsen.

4 Schrijf een advies over de terugkeer van de wolf (maximaal een A4).
Betrek in jullie advies de vier standpunten.
Gebruik de volgende woorden: populatiedichtheid, concurrentie, exoot, inheems, uitheems en evenwicht.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoelen
- Je kunt uitleggen dat de organisatieniveaus binnen de ecologie hun eigen emergente eigenschappen hebben.
- Je kunt biotische en abiotische factoren binnen een ecosysteem benoemen.

1 Ecologie op alle organisatieniveaus

Toen geneticus Craig Venter aan het begin van deze eeuw de wereldzeeën over trok, was hij op zoek naar nieuwe soorten bacteriën. Alleen al in de Sargassozee vond hij er 148. Zodra bekend is welke soorten organismen in een gebied voorkomen, kan de ecoloog aan het werk.

ORGANISMEN EN HUN MILIEU

Ecologie is de wetenschap waarbij de wisselwerking tussen organismen en hun omgeving wordt bestudeerd. Daar zitten twee kanten aan. Organismen worden beïnvloed door hun omgeving, maar omgekeerd beïnvloeden organismen diezelfde omgeving door hun aanwezigheid en door de activiteiten die ze ontplooien. Sommige bacteriën nemen bijvoorbeeld stikstof op uit de lucht, andere vormen zuurstof of methaan. Daarmee beïnvloeden ze de samenstelling van de atmosfeer. Anderzijds worden diezelfde bacteriën beïnvloed door veranderingen in het milieu. Bodemvervuiling is daar een voorbeeld van, net als een verandering van temperatuur van de wereldzeeën.
Ecologisch onderzoek vindt plaats op verschillende organisatieniveaus: van molecuul, cel en organisme tot populatie, ecosysteem en uiteindelijk de gehele biosfeer.

Afb. 1 Ecologisch onderzoek vindt plaats op verschillende organisatieniveaus.

1 organisme

2 populatie

3 ecosysteem

VAN MOLECUUL TOT LEVENSGEMEENSCHAP

De kleinste eenheid waar ecologen zich mee bezighouden, is het molecuul. Vooral het DNA-molecuul heeft hun aandacht. Organismen laten namelijk DNA-sporen na in hun omgeving, bijvoorbeeld doordat ze haren of schubben verliezen. Net zoals een forensisch onderzoeker kan vaststellen wie op de plaats van het delict is geweest, zo kan een ecoloog aan de hand van DNA achterhalen welke diersoorten in een bepaald gebied voorkomen. **Environmental DNA** heet dat soort DNA, kortweg eDNA.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Alle DNA-moleculen in een cel van een organisme vormen samen het genoom. Het onderzoeksgebied waarbij aan de hand van het genoom wordt bepaald welke soorten in een gebied voorkomen, heet **ecogenomica** (in het Engels: ecogenomics). Ecogenomica heeft uiteenlopende toepassingen. Je kunt er bijvoorbeeld mee vaststellen wat de soortensamenstelling van de bodembacteriën in een gebied is. Geneticus Craig Venter gebruikte deze techniek om nieuwe soorten bacteriën te vinden in de wereldzeeën.

De volgende stap in de reeks van organisatieniveaus is de cel en vervolgens weefsels, organen en organismen (of individuen). Zo kan een ecoloog onderzoeken wat het effect is van temperatuurverhoging op de hartslagfrequentie van een watervlo. Of nog een stapje verder: bij welke temperatuur een watervlo doodgaat. Het volgende organisatieniveau is de populatie. Dat is de groep organismen van dezelfde soort in een bepaald gebied die samen een voortplantingsgemeenschap vormen. De watervlooien in een meer vormen samen een populatie. Ze planten zich onderling voort en beconcurreren elkaar om voedsel. Een ecoloog kan bijvoorbeeld onderzoeken wat het effect is op de populatie watervlooien, als een fabriek haar warme koelwater loost in het meer.

Er leven niet alleen watervlooien in een meer. Er zijn ook waterplanten, slakken en vissen als brasems en snoeken. Elke soort vormt zijn eigen populatie binnen het meer. Al die populaties samen vormen een **levensgemeenschap**. Een levensgemeenschap bestaat uit alle organismen die in een bepaald gebied voorkomen. De verschillende populaties binnen de levensgemeenschap hebben met elkaar te maken. Ze beconcurreren elkaar, eten elkaar op of parasiteren op elkaar. Een ecoloog zou kunnen onderzoeken wat het effect is op de levensgemeenschap als de populatie watervlooien afneemt. Hij kan onderzoeken wat de invloed is op de populatie waterplanten en op de populaties brasems en snoeken.

opdrachten

1 Ook binnen een organisme kun je organisatieniveaus onderscheiden, zoals orgaanstelsels en organen.
   a Welke organisatieniveaus kun je nog meer onderscheiden binnen een organisme?
   b Welke organisatieniveaus kun je onderscheiden binnen een bacterie?

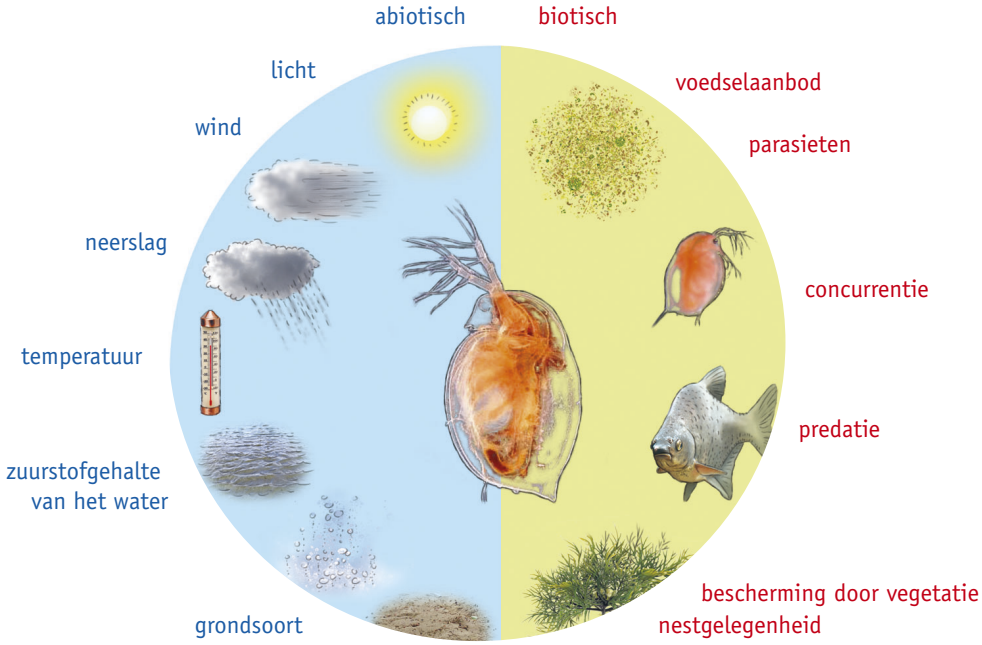
2 Sinds 1990 houdt een ziekte huis onder de konijnen op Vlieland. Dit verschijnsel kan op verschillende niveaus worden onderzocht.
   a Geef een voorbeeld van een onderzoek hiernaar op het niveau van een organisme.
   b Geef een voorbeeld van een onderzoek hiernaar op het niveau van een populatie.

3 De stichting RAVON (Reptielen Amfibieën Vissen Onderzoek in Nederland) onderzoekt met eDNA of de grote modderkruiper nog in sloten voorkomt.
   a Noteer twee voordelen en twee nadelen van onderzoek met eDNA.
   b Waarom kun je met eDNA beter onderzoek doen in sloten dan in grote rivieren?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

VAN ECOSYSTEEM TOT BIOSFEER

De organismen van een levensgemeenschap en de invloed die ze op hun omgeving uitoefenen, noem je **biotische factoren**. Daarnaast zijn er **abiotische factoren**. Dat zijn invloeden vanuit de levenloze omgeving, zoals temperatuur, stroomsnelheid, troebelheid van het water en de hoeveelheid zuurstof. Abiotische factoren zijn van invloed op de **soortensamenstelling**, dat wil zeggen op de verschillende soorten die binnen een gebied voorkomen.



Afb. 2 Biotische en abiotische factoren die van invloed zijn op een watervlo.

Afb. 3 De biosfeer.

Een levensgemeenschap vormt samen met zijn levenloze omgeving een systeem. Zo'n begrensd systeem waarin een wisselwerking plaatsvindt tussen verschillende biotische en abiotische factoren, heet een **ecosysteem**. Dat is de volgende stap in de reeks van organisatieniveaus. Het kan een meer zijn of een sloot, maar ook een stuk bos of heide of zelfs een aquarium met vissen en waterplanten. Een ecoloog kan bijvoorbeeld onderzoeken welk effect het verdwijnen van de watervlooien heeft op een ecosysteem, dus op de levensgemeenschap van een meer en op factoren als het zuurstofgehalte en de troebelheid van het water.

Alle ecosystemen bij elkaar vormen de **biosfeer** of het **systeem aarde**. Dat is de laatste stap in de reeks van organisatieniveaus. Ook op dit niveau kunnen ecologen onderzoek doen. Een ecoloog kan bijvoorbeeld onderzoeken wat het effect is van de opwarming van de aarde op de biosfeer.

EMERGENTE EIGENSCHAPPEN

Op elk niveau waarop ze onderzoek doen, hebben ecologen te maken met emergente eigenschappen (eigenschappen die specifiek zijn voor dat niveau). Zo heeft een populatie eigenschappen die wel gelden op het organisatieniveau van de populatie, maar niet op dat van het organisme. Emergente eigenschappen van een populatie zijn bijvoorbeeld dichtheid (aantal per vierkante meter of aantal per liter), geslachtsverhouding, geboortecijfer en sterftecijfer. Een levensgemeenschap heeft als emergente eigenschappen onder meer de biodiversiteit (verscheidenheid aan soorten) en de complexiteit (het geheel van relaties tussen die soorten).

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

opdrachten

4 Binnen Nederland bestaan verschillende ecosystemen. Er komen vooral aquatische ecosystemen voor. In een aquatisch ecosysteem is water het belangrijkste element. Een meer is een voorbeeld van zo'n aquatisch ecosysteem.

a Noteer nog twee aquatische ecosystemen.

b Noteer twee abiotische factoren die kenmerkend zijn voor een bos.

c Kijk nog eens naar opdracht 2.
Wat zou een ecoloog hier kunnen onderzoeken op het niveau van een ecosysteem? Noteer ten minste een biotische en een abiotische factor.

5 Elk organisatieniveau heeft zijn eigen emergente eigenschappen.

a Noteer een emergente eigenschap van de watervlo als organisme.

b Is het geslacht van een watervlo een emergente eigenschap op populatieniveau? Leg je antwoord uit.

c Watervlooien krijgen een nektand wanneer uitscheidingsproducten van muggenlarven aan het water worden toegevoegd. Deze nektand zorgt ervoor dat muggenlarven moeite hebben om de watervlo te hanteren en naar binnen te werken.
De interactie tussen muggenlarven en watervlooien is een emergente eigenschap.
Van welk organisatieniveau is dit een emergente eigenschap? Leg je antwoord uit.

d Uit onderzoek in de Maarsseveense Plassen blijkt dat watervlooien, die normaal overdag op een diepte van ongeveer vier meter zitten, vanaf mei tot begin juli overdag naar een grotere diepte gaan en pas 's nachts naar boven komen. Zo voorkomen ze dat ze worden opgegeten door jonge vissen, die doorgaans niet dieper zitten dan zeven meter. De verticale migratie van de watervlooien staat onder invloed van de hoeveelheid licht en die migratie wordt sterker door de aanwezigheid van stoffen die de vissen afscheiden.
De reactie van de watervlooien op de hoeveelheid licht en op de jonge vissen is een emergente eigenschap.
Van welk niveau is dit een emergente eigenschap? Leg je antwoord uit.

e Is de samenstelling van de atmosfeer een emergente eigenschap van de biosfeer? Leg je antwoord uit.

6 Het Ministerie van Economische Zaken, waaronder natuurbeheer valt, wil een risicoanalyse van een eventuele invasie van de Amerikaanse brulkikker in de Nederlandse wateren. Stel dat jij de ecoloog bent die gevraagd wordt deze analyse te maken en een advies aan de minister te geven.
Maak voor deze opdracht gebruik van afbeelding 4. Hierin zijn enkele gegevens over de Amerikaanse brulkikker opgenomen. Ter vergelijking staan er ook de gegevens van de in Nederland levende bastaardkikker in.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 4**

Naam	Amerikaanse brulkikker	Bastaardkikker
Latijnse naam	*Rana catesbeiana* Shaw, 1802	*Rana esculenta* L., 1758
Verspreiding	oorspronkelijk het oosten van Noord-Amerika; in Europa exoot o.a. in Frankrijk en België, in Nederland een enkele keer waargenomen	algemeen in Nederland, vooral in Limburg, Noord-Brabant, Gelderland en Utrecht
Komt voor	het hele jaar in en nabij water	in uiteenlopende habitats
Voortplanting	in diepe, voedselrijke, stilstaande wateren	in water; landhabitat is altijd dichtbij
Overwintert	meestal onder water	in stromend water, stilstaand water en op het land
Aantal eieren per vrouwtje per jaar	10 000 tot 25 000	1000 tot 10 000
Grootte larven	180 mm	45 tot 80 mm
Grootte volwassen dieren	200 mm	50 tot 100 mm
Voedsel larven	algen	algen
Voedsel volwassen dieren	insecten en andere ongewervelden, ook grotere prooien waaronder knaagdieren en bastaardkikkers	landprooien (vliegen, wormen)
Wordt gegeten door	alligators en bijtschildpadden; in Europa geen vijanden	vogels, ratten, snoeken
Larven worden gegeten	nauwelijks door vissen in Europa	door vissen, salamanders en roofkevers
Verspreidingsvermogen	over grote afstanden	over grote afstanden
Koloniseert	snel nieuwe wateren	snel nieuwe wateren
Ziekten	draagt vaak een schimmel, maar is zelf niet gevoelig voor deze schimmel	sterft als hij wordt besmet met de schimmel van de Amerikaanse brulkikker
Bijzonderheden	larven scheiden een giftige stof uit	larven worden in hun ontwikkeling geremd door de giftige stof die de larven van de Amerikaanse brulkikker uitscheiden

a Welke eigenschappen op het niveau van het organisme zorgen ervoor dat de Amerikaanse brulkikkers mogelijk de Nederlandse ecosystemen bedreigen?
b Welke vier eigenschappen op het niveau van het ecosysteem zorgen ervoor dat de Amerikaanse brulkikkers mogelijk de Nederlandse ecosystemen bedreigen?
c Zet de eigenschappen die je bij opdracht 6b hebt genoteerd op volgorde van ernstig naar minder ernstig. Leg je antwoord uit.
d Hoe reëel is de kans op een invasie van Amerikaanse brulkikkers in Nederland? Licht je antwoord toe.
e Hoe reëel is de kans dat de Amerikaanse brulkikker zich handhaaft, als het hem mocht lukken Nederland binnen te dringen? Licht je antwoord toe.
f Welke advies zou jij de minister geven? Geef in je advies aan in hoeverre sprake is van een ernstige situatie en welke maatregelen er moeten worden genomen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

CONTEXT Wetenschap

Kikkerbillen

De ecogenomica is ontstaan in Frankrijk. De Franse overheid wilde weten of er Amerikaanse brulkikkers voorkwamen in de Franse wateren. Deze vormden namelijk een bedreiging voor de lokale ecosystemen.

In de jaren 60 van de vorige eeuw werd de Amerikaanse brulkikker ingevoerd in Frankrijk. Ze waren groter dan de Franse kikkertjes en nog lekker mals ook. Zoals je wellicht weet, zijn kikkerbillen een lekkernij in Frankrijk. Maar sommige kikkers ontsnapten en verspreidden zich in de Franse wateren. De Amerikaanse brulkikker vermeerderde zich explosief en deed zich zelfs te goed aan de lokale kikkertjes. Ineens was de Amerikaanse brulkikker een bedreiging geworden. Vandaar dat de Franse overheid ze kwijt wilde. Dril, kikkervisjes en kikkers werden systematisch weggevangen. Met succes, althans zo leek het. Want toen de onderzoekers van het Franse SPYGEN-laboratorium in 2008 het verzameld DNA in hun watermonsters vergeleken met het genoom van de Amerikaanse brulkikker, bleek dat te 'matchen'. De Amerikaanse brulkikker zat nog steeds in de Franse wateren.

▼ **Afb. 5** Amerikaanse brulkikker.

opdracht

7 SPYGEN stelde aan de hand van DNA vast dat de Amerikaanse brulkikker in de Franse wateren aanwezig was.

a Op welk organisatieniveau zou het onderzoek ook hebben kunnen plaatsvinden? Leg je antwoord uit.

b Welke emergente eigenschap op het niveau van de populatie kunnen de Fransen onderzoeken om vast te stellen dat hun lokale ecosystemen inderdaad worden bedreigd?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

2 Organismen

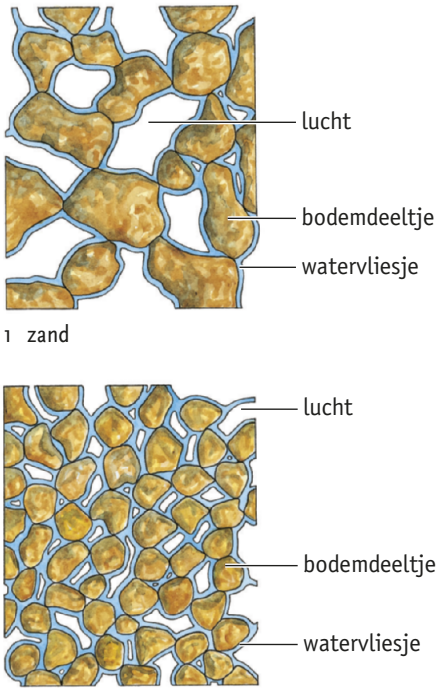
De meeste planten sterven af als je regelmatig over ze heen loopt. Tredplanten zoals weegbree en straatgras leven dan juist op. Hoe kan dat?

Leerdoelen
- Je kunt de invloed van de belangrijkste abiotische factoren op organismen beschrijven.
- Je kunt veranderingen van abiotische en biotische factoren en hun onderlinge wisselwerking beschrijven.

ABIOTISCHE FACTOREN

Hoe een ecosysteem zich ontwikkelt en welke organismen erin voorkomen, hangt af van het klimaat in een gebied. Het klimaat is een combinatie van abiotische factoren zoals temperatuur, licht, wind en water (neerslag). In een aquatisch milieu bepalen bijvoorbeeld het zuurstofgehalte en de stroming mede het klimaat. Er zijn op aarde grote gebieden waarbinnen (vrijwel) hetzelfde klimaat heerst. Zo'n gebied heeft een **macroklimaat**. In een gebied met hetzelfde macroklimaat kunnen de abiotische factoren op verschillende plaatsen wel verschillen. Elk plekje van een ecosysteem heeft daardoor zijn eigen **microklimaat**.

▼ **Afb. 6** Bodemdeeltjes.



1 zand

2 klei

BODEM

Een bodem bestaat uit een mengsel van bodemdeeltjes van verschillende grootte. Zand heeft grotere bodemdeeltjes dan klei (zie afbeelding 6).
Elk bodemdeeltje is omgeven door een dun watervliesje. Bij klei zijn de holten tussen de bodemdeeltjes klein, waardoor klei water goed kan vasthouden. Water loopt sneller door zand dan door klei. Ook houdt kleigrond mineralen (zouten) beter vast dan zand. Doordat klei water en zouten vasthoudt, is het een geschikte bodem voor planten.
Aan de andere kant bevindt zich in klei minder lucht en dus minder zuurstof tussen de bodemdeeltjes dan in zand. De wortels van planten hebben zuurstof nodig. Bovendien is het vanwege de kleinere holten in klei moeilijker voor de wortels om tussen de bodemdeeltjes door te dringen.
Ook het gehalte aan humus is van belang. Door activiteiten van bacteriën en schimmels ontstaan uit humus mineralen voor planten. Bovendien verbetert humus de structuur van de bodem. Hoe meer humus er in zand voorkomt, hoe beter het zand water kan vasthouden. Hoe meer humus er in klei voorkomt, hoe makkelijker de wortels van planten erin door kunnen dringen. Humus voorkomt uitspoeling van mineralen naar het grondwater.
Andere eigenschappen van de bodem die invloed hebben op de soortensamenstelling (planten en bodemdieren) in een ecosysteem zijn bijvoorbeeld de pH (zuurgraad), de grondwaterstand en de concentratie mineralen.

LICHT

Licht is een andere abiotische factor die invloed heeft op organismen. Planten hebben licht nodig voor hun fotosynthese. De behoefte aan licht is niet voor iedere plant gelijk. Zonplanten groeien het best bij een hoge lichtintensiteit. Je vindt ze in het open veld, in woestijnen of in steppen. Schaduwplanten groeien het best bij een beperkte lichtintensiteit. Ze groeien bijvoorbeeld in bossen als bodembegroeiing.
De daglengte heeft invloed op de voortplanting van planten en dieren. De daglengte beïnvloedt bijvoorbeeld het tijdstip waarop planten in het voorjaar bloemen vormen en het tijdstip van paring en eileg bij vissen, amfibieën en vogels. Waterdieren als watervlooien en vleugelslakken vertonen verticale migratie onder invloed van licht. 's Nachts komen ze naar het wateroppervlak, overdag gaan ze de diepte in.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

WATER

Ook water is een abiotische factor. Planten zijn aangepast aan de beschikbare hoeveelheid water. Landplanten hebben aan de buitenkant van de bladeren een cuticula (waslaagje). Vaak hebben ze alleen aan de onderkant huidmondjes. Landplanten die in een vochtig milieu leven, hebben bladeren met veel huidmondjes en een dunne cuticula. Hun wortelstelsels zijn klein. Naarmate het milieu droger is, hebben planten beter ontwikkelde wortelstelsels die dieper de grond in groeien. Landplanten die in een droog milieu leven, hebben weinig huidmondjes en een dikke cuticula. Een cactus heeft doornvormige bladeren, zonder huidmondjes. Ze slaan water op in speciale weefsels in de stengel.
Voor waterdieren zijn het zuurstofgehalte en het zoutgehalte van het water van belang. Palingen bijvoorbeeld hebben aanpassingen waardoor ze schommelingen in het zoutgehalte kunnen overleven.

TEMPERATUUR

Chemische processen in organismen worden geregeld door enzymen. De enzymactiviteit is afhankelijk van de temperatuur. Bij lage temperaturen is de enzymactiviteit klein, bij hoge temperaturen groot. Wordt de temperatuur te hoog, dan gaan enzymen kapot. Het leven van de meeste planten speelt zich dan ook af bij temperaturen tussen 0 °C en 45 °C. Dat geldt ook voor dieren met een wisselende lichaamstemperatuur (poikilotherme dieren). Bij een lage omgevingstemperatuur kunnen poikilotherme dieren niet erg actief zijn. Vogels en zoogdieren met een constante lichaamstemperatuur (homoiotherme dieren) kunnen temperaturen beneden 0 °C verdragen.

opdrachten

8 Een tredplant zoals de weegbree komt vooral voor op plaatsen waar wordt gelopen. Daardoor verandert de bodem. Door betreding komen de bodemdeeltjes dichter op elkaar te zitten.

a De bodem is een abiotische factor, die op zijn beurt bestaat uit andere abiotische factoren. Noteer drie van deze factoren.

b De grote weegbree (*Plantago major*) kwam oorpronkelijk voor in Europa en Noord- en Centraal-Azië, maar tegenwoordig komt hij over de hele wereld voor. De oorspronkelijke bewoners van Amerika noemen hem ‘het voetspoor van de blanke’.
Welke biotische factor heeft een rol gespeeld bij de verspreiding van de grote weegbree over de aarde?

c Er is een wisselwerking tussen abiotische en biotische factoren. Zo wordt het voorkomen van de weegbree beïnvloed door de abiotische factor bodem. Op zijn beurt beïnvloedt de weegbree de bodem.
Noteer een invloed van de weegbree op de bodem.

d Er is ook een wisselwerking tussen biotische factoren onderling. Op het midden van een looppad groeit weegbree, aan de zijkanten staan andere plantensoorten.
Geef een biotische verklaring voor het feit dat weegbreeën niet aan de zijkanten groeien.

e Biotische factoren hebben invloed op andere biotische factoren. Zo concurreert een weegbree met andere weegbreeën, onder meer om zouten. De mate van concurrentie is te zien aan de diameter van de wortelrozet (bij een wortelrozet zitten de bladeren in een kring vlak bij de grond).
Geef op basis van dit gegeven een hypothese en een verwachting. Beschrijf een proefopzet waarmee je deze hypothese kunt toetsen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 7** Vossen.

1 vos uit de gematigde gebieden

2 poolvos

3 woestijnvos

9 In de loop van de evolutie zijn planten en dieren aangepast geraakt aan de heersende abiotische factoren van hun milieu.

a Geef in een tabel de verschillen weer tussen planten in een droge omgeving en planten in een vochtige omgeving. Denk aan: de dikte van de cuticula (waslaag), de oppervlakte van de bladeren, het aantal huidmondjes per bladoppervlak en de ontwikkeling van de wortelstelsels.

b In afbeelding 7 zie je drie verschillende soorten vossen. De oren van de drie soorten vossen verschillen in grootte.
Leg uit welk nut de grootte van de oren heeft.

c Zeekraal is een plant die groeit op de kwelders van de Waddenzee. Hij wordt geregeld overstroomd door de zee. Toch heeft de plant het uiterlijk van een droogteplant.
Geef een verklaring daarvoor.

d Dieren die in een droog milieu leven, hebben aanpassingen om zo weinig mogelijk water te verliezen.
Is de urine van deze dieren geconcentreerd of verdund? Leg je antwoord uit.

TOLERANTIE

Elk organisme is op diverse manieren aangepast aan het milieu waarin hij voorkomt. IJsberen bijvoorbeeld hebben aanpassingen tegen de kou en cactussen tegen de droogte. Weegbreeën hebben elastisch en vast weefsel en kunnen zich snel herstellen. Dergelijke aanpassingen zijn erfelijk bepaald.

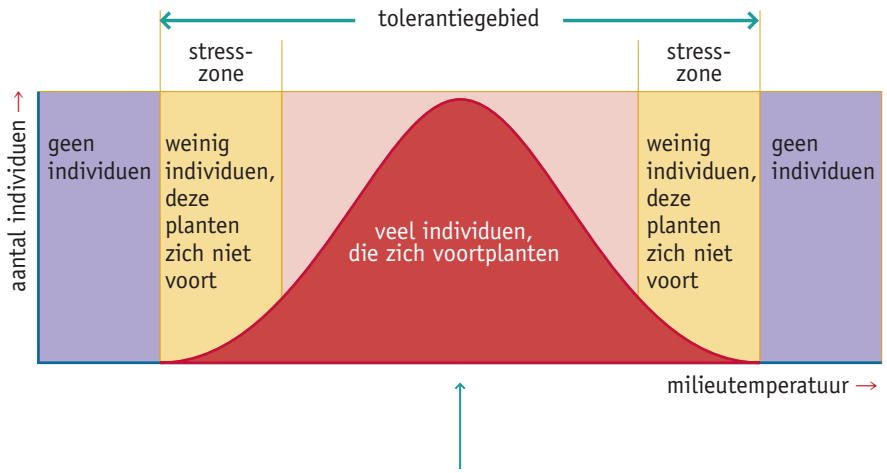
In woestijnen kan de temperatuur overdag wel vijftig graden Celsius verschillen van de temperaturen 's nachts. Woestijnplanten moeten zulke sterke schommelingen kunnen verdragen. **Tolerantie** is het vermogen van organismen om schommelingen in een abiotische factor te verdragen.

Soorten hebben een eigen **verspreidingsgebied** (**areaal**). Dat is het gebied waar een soort op aarde voorkomt. Dieren kunnen zich tot buiten het verspreidingsgebied verplaatsen. Zaden van planten kunnen ook buiten het verspreidingsgebied terechtkomen en daar ontkiemen. Toch zullen dieren en planten zich buiten hun eigen gebied niet altijd kunnen handhaven. In dat geval is van ten minste één abiotische factor de **tolerantiegrens** overschreden: de uiterste waarde waarbij organismen van de soort kunnen overleven. Deze abiotische factor werkt dan als **beperkende factor**. Dat is de factor die bepaalt hoeveel organismen in een bepaald gebied kunnen overleven.

Guppy's bijvoorbeeld kunnen niet in leven blijven bij een temperatuur onder 5 °C of boven 38 °C. Tussen 5 °C en 38 °C ligt het **tolerantiegebied** van guppy's voor de temperatuur. Dit omvat alle waarden van de abiotische factor waarbij organismen van een soort kunnen overleven. Het **optimum** is de factorwaarde die het gunstigst is voor het organisme. Als in een diagram het aantal guppy's wordt uitgezet tegen de omgevingstemperatuur, ontstaat een **optimumkromme** (zie afbeelding 8).

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Afb. 8 Optimumkromme voor de temperatuur.



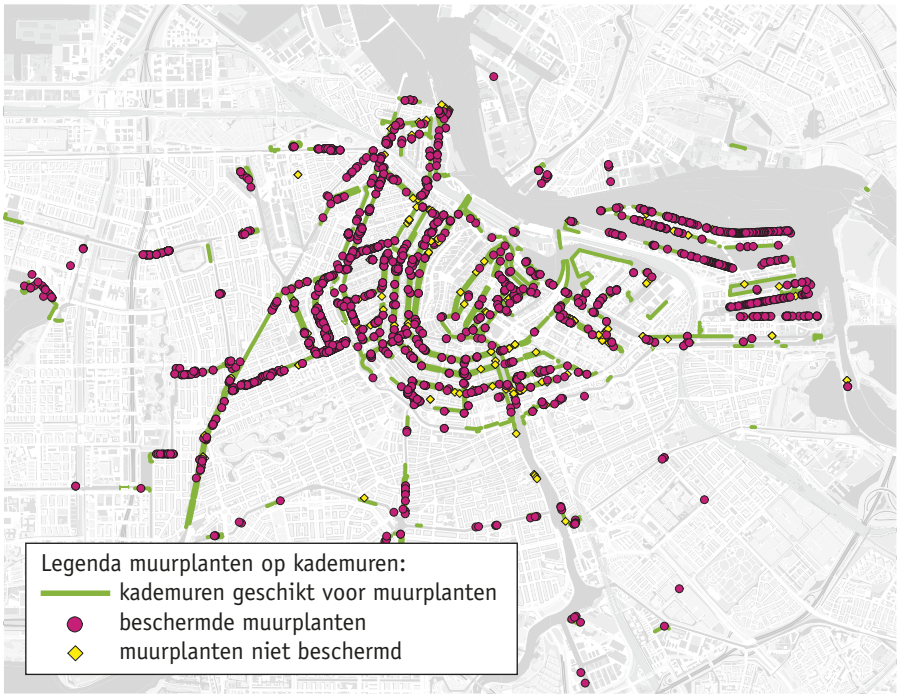
In dit diagram zie je twee trajecten waarin sprake is van stress. Bij temperaturen vlak boven 5 °C of vlak onder 38 °C kunnen guppy's overleven, maar ze zullen bij deze temperaturen al hun energie nodig hebben om in leven te blijven. Ze hebben dan geen energie over om te groeien of om zich voort te planten. In de natuur zullen guppy's deze temperaturen dan ook zoveel mogelijk vermijden.

Soorten met een grote tolerantie hebben een groot verspreidingsgebied. Maar tolerantie zegt niet alles. De weegbree heeft een grote tolerantie, maar hij zou zich niet naar Amerika hebben verspreid, als hij daarbij niet geholpen was door de mens.

opdracht

10 In afbeelding 9 zie je het verspreidingsgebied van enkele beschermde muurplanten in Amsterdam.

Afb. 9 Verspreidingsgebied van enkele beschermde muurplanten in Amsterdam.



Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

a Welk verband bestaat tussen de grootte van het verspreidingsgebied van een soort en de mate van tolerantie?
b Een mogelijke beperkende factor voor de verspreiding van de muurplanten is de temperatuur.
Welk verband is er tussen de temperatuur en de enzymactiviteit?
c Wat valt je op aan het verspreidingsgebied in afbeelding 9?
d Uit onderzoek blijkt dat temperatuur niet de leidende factor is voor het verspreidingsgebied van de muurplanten. Een andere abiotische factor die invloed heeft op de enzymactiviteit, is de pH. Muurplanten wortelen in het cement tussen stenen. Oude kalkmortels hebben een pH van 8–9. Tegenwoordig wordt vooral Portlandcement gebruikt met een pH van 11–12. Verklaar op basis van dit gegeven het verspreidingsgebied van de muurplanten. Gebruik in je antwoord de woorden enzymactiviteit en tolerantiegebied.

CONTEXT Leefwereld

Voetbal

In de eredivisie van het voetbal geven de aanvoerders na elke wedstrijd een cijfer voor de kwaliteit van de grasmat. Een 5 is het beste. In de eindstand van het seizoen 2014–2015 stond Feyenoord bovenaan met 4,1, gevolgd door Ajax (4) en FC Utrecht (3,71). Clubs met een kunststofgrasmat eindigen doorgaans onder aan de lijst.
De belangrijkste eigenschap van een grasmat is de tolerantie voor betreding. Daarnaast moet het gras dichte zoden vormen en lage temperaturen kunnen verdragen, zodat het hele seizoen gespeeld kan worden. Vanwege de hoge tribunes moet het gras tegen schaduw kunnen. Gespecialiseerde bedrijven doen gecombineerde betredingsschaduwproeven. Daarbij wordt de grasmat onder een schaduwtent gelegd, waardoor 65% van het licht wordt gefilterd en de relatieve luchtvochtigheid met 10% omhooggaat. Intussen wordt het gras gefolterd met een apparaat met drie rollers. De middelste roller draait in tegengestelde richting, zodat het gras uit elkaar wordt getrokken.
Sommige grassoorten blijken de proeven beter te doorstaan dan andere. Een combinatie van grassoorten als ruwe smele, Engels raaigras en veldbeemdgras is uitstekend geschikt voor voetbalstadions. Dit blijkt uit de experimenten van Barenbrug, het bedrijf dat de grasmat leverde voor het WK in Duitsland en voor de Olympische Spelen in China.

▼ **Afb. 10** Een goede grasmat kan tegen een stootje.

opdracht

11 In deze context staan verschillende abiotische factoren, die van invloed zijn op het gras van een voetbalveld.
a Welke abiotische factoren worden genoemd?
b Welk effect heeft bespeling van een grasmat op de bodem?
c De ruwe smele is bijzonder geschikt voor de grasmat van een voetbalveld. Voor welke factoren moet de ruwe smele een hoge tolerantie hebben?
d Toen de ArenA in Amsterdam geopend werd, bleek al gauw dat het sluitbare dak problemen opleverde voor de grasmat.
Welke abiotische factoren spelen hierbij een rol?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoelen
- Je kunt binnen een ecosysteem vormen van concurrentie en van coöperatie onderscheiden.
- Je kunt beschrijven hoe de populatiedichtheid wordt beïnvloed door factoren.

3 Populaties

Stokstaartjes zijn sociale dieren. Om beurten staat een paar op wacht, terwijl de rest van de kolonie eet. Maar zodra een van de vrouwtjes zich wil voortplanten, wordt ze doodgebeten door het dominante vrouwtje.

CONCURRENTIE

In een populatie kunnen de relaties tussen organismen gericht zijn op concurrentie (competitie) of op coöperatie (samenwerking). Bij **concurrentie** gaat het bijvoorbeeld om de beschikbare hoeveelheid voedsel, om een partner voor de voortplanting, om de beschikbare ruimte of om de beschikbare hoeveelheid licht (bij planten). Veel soorten bakenen een territorium af: een eigen gebied waaruit ze soortgenoten weren. Het territorium kan dienen als jachtgebied, om jongen groot te brengen en om voldoende voedsel veilig te stellen.
Binnen een populatie kan de concurrentie moordend zijn. De organismen die het best zijn aangepast aan het milieu hebben de grootste overlevingskans (natuurlijke selectie).
Ook tussen de organismen van verschillende soorten binnen een ecosysteem bestaat concurrentie, maar die is doorgaans minder sterk. Dat komt doordat iedere soort een eigen nis of niche heeft. De **niche** is de rol die een bepaalde populatie speelt in het geheel van relaties in een ecosysteem. Zwaluwen bijvoorbeeld spelen een andere rol dan vleermuizen. Beide jagen op insecten, maar de eerste is overdag actief en de laatste 's avonds. De zwaluw eet daginsecten, de vleermuis nachtinsecten. Zo zitten ze elkaar niet in de weg.

COÖPERATIE

Coöperatie (samenwerking) tussen organismen van dezelfde populatie vindt onder andere plaats bij de balts en bij de paring. Sommige vogels en zoogdieren leven langdurig in paren. Een paartje kan samenwerken bij de verdediging en bij het zoeken naar voedsel. Dieren kunnen ook in groepen samenleven. Voorbeelden daarvan zijn een school haringen, een zwerm spreeuwen en een kudde zebra's. Het leven in een grote groep biedt bescherming tegen vijanden of vergroot de kans om prooien te vangen. Bij insecten die in staten leven, zoals bijen en mieren, is er een duidelijke taakverdeling. Sommige individuen zorgen voor de verdediging, andere zoeken voedsel, weer andere zorgen voor de voortplanting, enzovoort.

Ook tussen organismen van verschillende soorten kan coöperatie plaatsvinden. **Symbiose** is het langdurig samenleven van organismen van verschillende soorten. De samenleving kan voor elk van de organismen voordelig, neutraal of nadelig zijn. Korstmossen zijn samenlevingen van schimmels met algen. De algen bezitten bladgroen, waardoor er fotosynthese kan plaatsvinden. Een deel van de organische stoffen die hierbij worden gevormd, wordt door de schimmels verbruikt. De schimmels nemen water en mineralen op uit de omgeving en kunnen deze stoffen vasthouden. Hiervan maken ook de algen gebruik. Bij korstmossen hebben beide soorten voordeel van de samenleving. Deze vorm van symbiose heet **mutualisme**. Bij andere vormen van symbiose heeft slechts een van beide organismen voordeel. Als het andere organisme geen voordeel en geen nadeel heeft, heet dat **commensalisme**. Een voorbeeld hiervan zijn boomalgen op de stam van een boom.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Bij **parasitisme** leeft een organisme (de parasiet) op of in een organisme van een andere soort (de gastheer) en onttrekt er voedsel aan. Voorbeelden van dierlijke parasieten zijn vlooien, luizen, spoelwormen en lintwormen.
Maretak en duivelsnaaigaren zijn plantaardige parasieten. Maretak onttrekt alleen water en mineralen aan de gastheer (zie afbeelding 11). Duivelsnaaigaren onttrekt water, mineralen en organische stoffen aan de gastheer. Sommige parasieten zijn soortspecifiek: ze leven op of in een gastheer van één bepaalde soort. Ze zijn sterk aangepast aan het leven op of in deze gastheer. Een lintworm bijvoorbeeld heeft geen darmkanaal, maar neemt via de huid rechtstreeks verteringsproducten op uit de darm van de gastheer.

▶ **Afb. 11** Maretak.

opdrachten

12 Fitis en tjiftjaf zijn twee verwante soorten. Ze lijken sprekend op elkaar. In afbeelding 12 staat informatie over de leefwijze van beide soorten.

▼ **Afb. 12** De leefwijze van fitis en tjiftjaf.

	Fitis	Tjiftjaf
Voorjaarstrek	begin maart tot eind mei	begin april tot laat in mei
Broedgebied	Europa	Europa
Komt voor in	jonge bossen met struiken en lage bomen	open bossen met enkele hoge bomen
Nest	verborgen tussen bodemvegetatie	in dichte wirwar van struiken, laag bij de grond
Voedsel	insecten in struiken en bomen	insecten in struiken en bomen
Najaarstrek	begin juli tot eind september	begin augustus tot half oktober
Overwintert in	zuidelijk Afrika	landen rond de Middellandse Zee

a Is de concurrentie om voedsel tussen fitis en tjiftjaf sterk of zwak? Licht je antwoord toe.
b Is er een grote of kleine overlap tussen de niches van fitis en tjiftjaf? Licht je antwoord toe.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

13 **a** In welk geval is concurrentie doorgaans het sterkst: tussen organismen van dezelfde soort, tussen de organismen van verwante soorten of tussen de organismen van soorten die weinig verwantschap hebben? Licht je antwoord toe.

b De concurrentie tussen de vrouwtjes binnen een kolonie stokstaartjes is groot.
Welk nut heeft het doodbijten van concurrerende vrouwtjes die zich willen voortplanten?

14 **a** Er zijn verschillende vormen van symbiose: commensalisme, mutualisme en parasitisme.
Geef bij elk voorbeeld aan om welk type symbiose het gaat.
1 Loodsmannetjes leven van de resten van de prooi van een haai.
2 De zeeanemoon leeft van de resten van de prooi van de heremietkreeft en beschermt deze met zijn netelcellen.
3 De porseleinzwam onttrekt water, mineralen en organische stoffen aan een beuk.

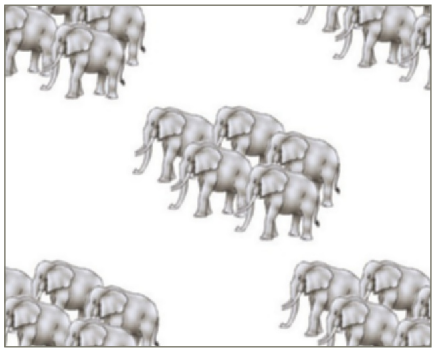
b Stokstaartjes staan om beurten op wacht, terwijl de andere leden van de kolonie eten.
Is dit een vorm van symbiose? Licht je antwoord toe.

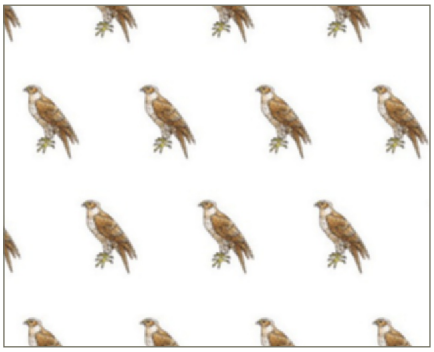
c De maretak wordt wel een halfparasiet genoemd (zie afbeelding 11).
Hoe kun je aan de maretak zien dat het geen volledige parasiet is?

DYNAMIEK VAN EEN POPULATIE

De grootte van een populatie wordt weergegeven als de **populatiedichtheid**: het gemiddelde aantal individuen per oppervlakte-eenheid (op het land) of per volume-eenheid (in het water). De populatiedichtheid van paardenbloemen in een weiland kan bijvoorbeeld twee individuen per vierkante meter bedragen, van haviken in een loofbos 0,5 individuen per vierkante meter en van watervlooien in een sloot 22 individuen per liter.
De dichtheid van een populatie is erg belangrijk voor de kans op overleven van individuen in die populatie en voor de kans op nakomelingschap. Een te hoge dichtheid kan al gauw leiden tot uitputting van de noodzakelijke hulpbronnen, een snelle verspreiding van ziekten en het ontstaan van stresssituaties. Aan de andere kant worden bij een lage dichtheid (of een klein aantal) de voortplantingskansen binnen een populatie erg klein.
Uit de populatiedichtheid alleen kun je niet afleiden waar je de individuen van de populatie kunt aantreffen. In een populatie kunnen de individuen een verschillend **verspreidingspatroon** vertonen. Ze kunnen gegroepeerd, regelmatig verspreid of willekeurig verspreid voorkomen (zie afbeelding 13). Ze kunnen op de bodem leven of in de toppen van bomen, enzovoort.

▼ **Afb. 13** Verspreidingspatronen.

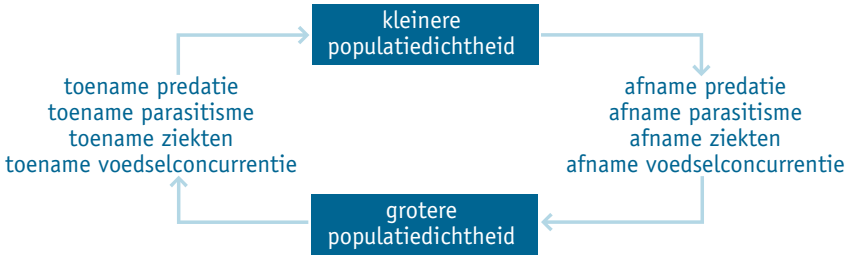

1 gegroepeerd, bijvoorbeeld olifanten


2 regelmatig verspreid, bijvoorbeeld haviken

3 willekeurig verspreid, bijvoorbeeld paardenbloemen

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Op de populatiedichtheid zijn veel factoren van invloed. Bij sommige factoren is die invloed afhankelijk van de populatiedichtheid. Voorbeelden van zulke **dichtheidsafhankelijke factoren** zijn voedselrelaties, parasitisme, ziekte en concurrentie. Deze factoren beïnvloeden de populatiedichtheid door negatieve terugkoppeling: als de populatiedichtheid groter wordt, krijgen de factoren die een afname van de populatiedichtheid veroorzaken meer invloed. En als de populatiedichtheid kleiner wordt, worden de factoren die de populatie doen groeien belangrijker (zie afbeelding 14). Het resultaat hiervan is dat de populatiedichtheid schommelt om een evenwichtswaarde. De populatie verkeert dan in biologisch **evenwicht**. Er is dus sprake van zelfregulatie in het ecosysteem.
Of dat inderdaad gebeurt, hangt af van verschillende factoren. Als er in korte tijd heel veel prooidieren zijn, zullen de roofdieren niet onbeperkt blijven eten. Er zijn namelijk te weinig roofdieren om zo veel prooidieren op te eten. Als die roofdieren ook nog lange tijd nodig hebben om jongen te produceren, zal het aantal prooidieren nog meer toenemen.



Afb. 14 De populatiedichtheid wordt beïnvloed door negatieve terugkoppeling.

Dichtheidsonafhankelijke factoren worden vaak veroorzaakt door het klimaat. Een strenge winter, hevige sneeuwval, een overstroming of een bosbrand kan een plotselinge, sterke terugval in de populatiedichtheid veroorzaken. Meestal herstelt de populatiedichtheid zich weer in de jaren daarna. Bij sommige soorten veroorzaakt een combinatie van gunstige klimaatfactoren een plotselinge toename in de populatiedichtheid. Zo krijgt Afrika ongeveer eens in de twintig jaar te maken met enorme plagen van sprinkhanen of krekels.

GEBOORTE, STERFTE EN MIGRATIE

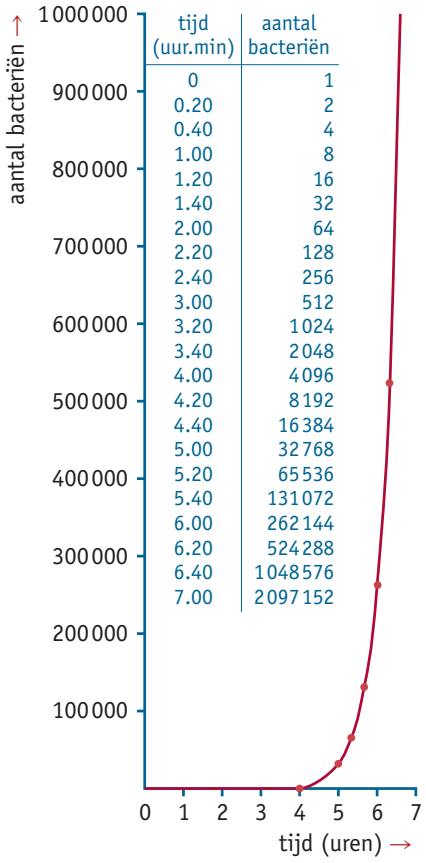
Al deze dichtheidsafhankelijke en dichtheidsonafhankelijke factoren beïnvloeden het geboortecijfer, het sterftecijfer en de migratie binnen een populatie. Deze drie parameters (grootheden) kunnen de populatiegrootte veranderen.
Het **geboortecijfer** van een populatie geeft weer hoeveel organismen er per tijdseenheid door voortplanting ontstaan. Het geboortecijfer wordt meestal weergegeven als het aantal jongen dat per jaar per duizend organismen wordt geboren. In de natuur heeft elke soort zijn eigen geboortecijfer. Bij kieviten bijvoorbeeld komen lage geboortecijfers voor. Kieviten beschermen hun jongen tegen roofdieren en slechte weersomstandigheden, zodat de jongen een goede kans hebben de eerste levensperiode te overleven. Bij kikkers komen hoge geboortecijfers voor. Kikkers beschermen hun jongen niet of nauwelijks. Bijna alle jongen sneuvelen in de eerste levensperiode.
Het **sterftecijfer** van een populatie geeft weer hoeveel organismen er per tijdseenheid sterven. Ook het sterftecijfer wordt meestal weergegeven per jaar per duizend organismen. Het sterftecijfer kan variëren. Voor mensen geldt bijvoorbeeld dat het sterftecijfer bij oudere mensen hoog is, en bij jonge mensen laag. Bij kikkers is het sterftecijfer juist hoog bij jonge dieren.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

De populatiegrootte kan ook veranderen door **migratie** (verplaatsing, verhuizing). Organismen kunnen van elders een populatie binnentrekken (immigratie) of uit een populatie wegtrekken (emigratie).

POPULATIEGROEI

Over een groot aantal jaren bekeken blijkt dat veel populaties in een biologisch evenwicht verkeren. Dat evenwicht kan echter op verschillende manieren worden verstoord.
Er kunnen organismen van andere soorten vanuit een ander gebied binnendringen. Zulke soorten worden **uitheems** genoemd, in tegenstelling tot de **inheemse** soorten die van nature in een gebied voorkomen. Soms gebeurt dat binnentrekken per ongeluk, bijvoorbeeld doordat een vogel door sterke wind uit de koers is geraakt. Organismen die als gevolg van menselijk handelen terechtkomen in een leefgebied waarin ze van oorsprong niet thuis horen, worden **exoten** genoemd. Sommige exoten zijn **invasief**, dat wil zeggen dat ze eigenschappen bezitten waardoor ze zich in het nieuwe leefgebied kunnen vestigen en verspreiden. Het gevaar bestaat dan dat ze inheemse populaties verdringen. De Amerikaanse brulkikker bijvoorbeeld is een invasieve exoot in Frankrijk en België, die de inheemse kikkersoorten bedreigt.
In het begin zullen de omstandigheden voor een invasieve exoot waarschijnlijk gunstig zijn. De nieuwe populatie telt nog weinig individuen, die daardoor voldoende voedsel zullen aantreffen. Als de hulpbronnen onbeperkt zijn, kan de populatiegroei worden vergeleken met de exponentiële groei van een kolonie bacteriën op een voedingsbodem. In afbeelding 15 is in een diagram weergegeven hoe zo'n kolonie groeit als elke bacterie zich elke twintig minuten deelt. Het diagram vertoont een **J-vormige groeicurve**.

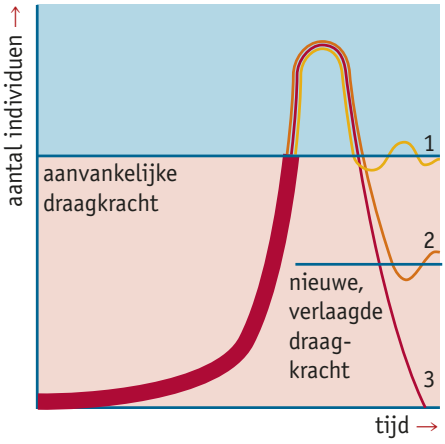


tijd (uur.min)	aantal bacteriën
0	1
0.20	2
0.40	4
1.00	8
1.20	16
1.40	32
2.00	64
2.20	128
2.40	256
3.00	512
3.20	1024
3.40	2048
4.00	4096
4.20	8192
4.40	16384
5.00	32768
5.20	65536
5.40	131072
6.00	262144
6.20	524288
6.40	1048576
7.00	2097152

Afb. 15 Exponentiële groei van bacteriën op een voedingsbodem.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 16** Gevolgen van overschrijding van de draagkracht.

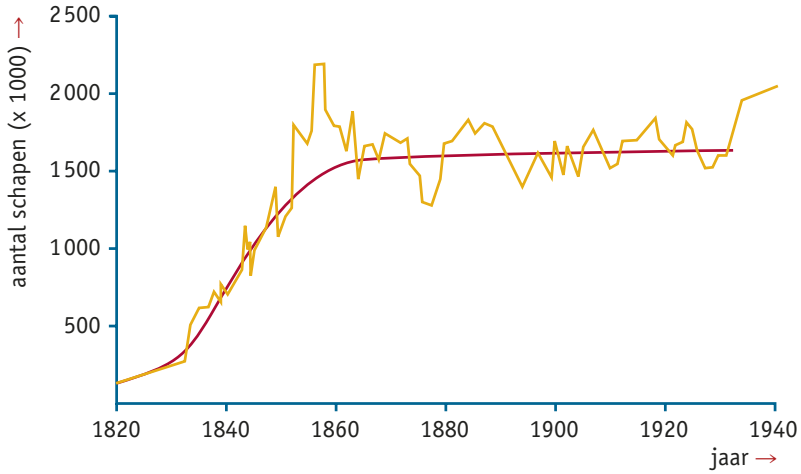


Bij exponentiële groei zullen na verloop van tijd de omstandigheden minder gunstig worden. Voor de meeste populaties geldt dat de hulpbronnen in een ecosysteem beperkt zijn. Bij een grote populatiedichtheid neemt de invloed van de beperkende factoren toe. De **draagkracht** van een ecosysteem is de maximale populatiegrootte die over langere tijd in dat ecosysteem kan worden gehandhaafd. Bij soorten met een hoog geboortecijfer treedt gemakkelijk een exponentiële groei op, als de omstandigheden gunstig zijn. Het is mogelijk dat na zo'n snelle groei de draagkracht van het ecosysteem korte tijd wordt overschreden. Daarna zal de populatiedichtheid teruglopen (zie afbeelding 16). Deze terugval kan op verschillende manieren plaatsvinden. Het teveel aan organismen kan sterven, totdat de draagkracht van het ecosysteem is bereikt. Er stelt zich dan een biologisch evenwicht in. Het komt niet vaak voor dat de draagkracht daarbij onveranderd blijft.

Meestal heeft een overschrijding van de draagkracht ernstige gevolgen voor de populatie. Een te grote populatie rupsen bijvoorbeeld kan alle bladeren van planten wegvreten. Door deze vraat zal een aantal planten sterven. Dit heeft tot gevolg dat de draagkracht van het ecosysteem voor rupsen terugloopt, waardoor er een massale sterfte bij de rupsen optreedt. Hierna kan zich een biologisch evenwicht instellen bij een lagere populatiedichtheid.

Bij soorten met een laag geboortecijfer groeit een populatie minder snel. Als zo'n populatie zich nieuw in een ecosysteem vestigt, zal de groei aanvankelijk wel exponentieel zijn, maar al snel neemt de populatiegroei af, doordat dichtheids-afhankelijke factoren gaan tegenwerken. Er stelt zich een biologisch evenwicht in. Als alle omstandigheden optimaal zijn en optimaal blijven, zal dit evenwicht zich instellen op het niveau van de draagkracht. In een diagram vertoont de populatie-dichtheid dan een **S-vormige curve** (zie afbeelding 17).
Vaak zijn er ook ongunstige factoren aanwezig, waardoor het evenwicht zich zal instellen op een niveau onder de draagkracht. Ook dan is de groeicurve S-vormig.

▶ **Afb. 17** De populatiedichtheid van schapen in Tasmanië. In het begin van de negentiende eeuw werden schapen op dit eiland ingevoerd.



opdrachten

15 Een langdurige periode van hevige sneeuwval kan de dichtheid van verschillende populaties in een ecosysteem beïnvloeden.

a Is dit een dichtheidsafhankelijke of een dichtheidsonafhankelijke factor?

b Is hierbij sprake van terugkoppeling? Leg je antwoord uit.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

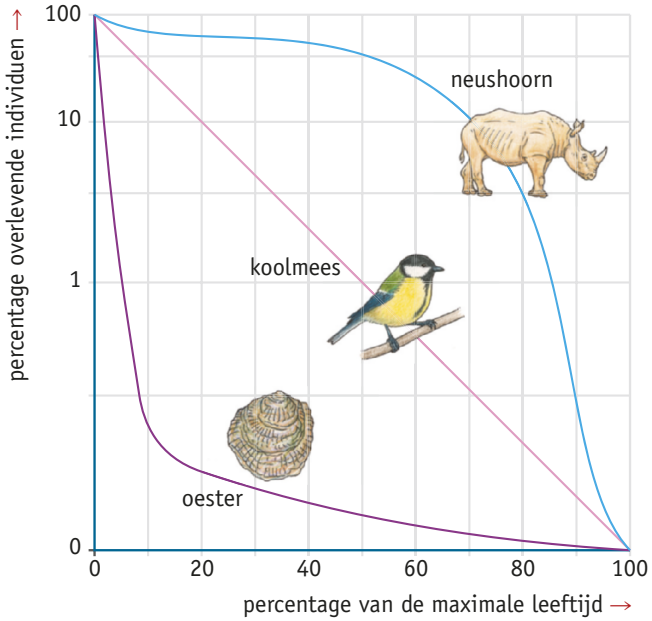
16 In afbeelding 18 zie je overlevingscurven van enkele diersoorten in een diagram. Daaruit is af te lezen welk deel van de nakomelingschap op welke leeftijd in leven blijft. Op de *x*-as is de leeftijd uitgedrukt als percentage van de maximale leeftijd die een organisme van de soort kan bereiken. De *y*-as is logaritmisch.

a Bij welke diersoort in afbeelding 18 is het sterftecijfer tijdens de eerste levensperiode het grootst?

b Bij welke van de soorten in afbeelding 18 verwacht je het hoogste gemiddelde geboortecijfer? Leg je antwoord uit.

c Waarop lijkt de overlevingscurve van de kikker het meest: op die van de neushoorn, van de koolmees of van de oester? Leg je antwoord uit.

d En waarop lijkt de overlevingscurve van de mens het meest? Leg je antwoord uit.



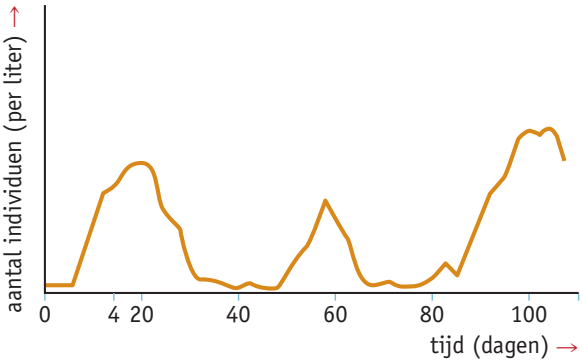
▶ **Afb. 18** Overlevingscurven van enkele diersoorten.

17 In afbeelding 19 zie je de populatiedichtheid van watervlooien in een vijver gedurende enkele maanden. De populatiedichtheid vertoont sterke pieken en dalen.

a Noteer twee factoren die de oorzaak kunnen zijn van het regelmatig instorten van de populatie watervlooien.

b Hebben watervlooien een hoog of een laag geboortecijfer? Leg je antwoord uit.

c In afbeelding 18 zijn drie overlevingscurven getekend.
Op welke van deze drie curven zal de overlevingscurve van watervlooien het meest lijken? Leg je antwoord uit.



▶ **Afb. 19** De populatiedichtheid van watervlooien in een vijver.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

CONTEXT Leefwereld

Een ongewenste gast

▼ **Afb. 20** Huiskraai.

Zijn naam doet anders vermoeden, maar de huiskraai is een exoot, een invasieve exoot nog wel. Althans, dat beweert het Ministerie van Economische Zaken.

In 1994 werden twee huiskraaien gesignaleerd in Hoek van Holland: een mannetje en een vrouwtje. Vermoedelijk waren ze meegelift met een vrachtschip uit Egypte. In 2013 waren er 25 huiskraaien. Dat was de hele populatie in Nederland. Volgens het ministerie zijn de huiskraaien een bedreiging voor de inheemse fauna, omdat ze in Afrika andere vogelsoorten bedreigen. Ze moeten zo snel mogelijk worden gevangen en desnoods afgeschoten. Maar volgens Faunabescherming Nederland hoort de huiskraai wel degelijk bij de inheemse fauna, omdat ze hier op eigen kracht zijn gekomen, net zoals hagedissen die meeliften op drijvende boomstammen. Bovendien staat de huiskraai op een oude lijst met beschermde inheemse diersoorten.

opdracht

18 Het Ministerie van Economische Zaken en Faunabescherming Nederland verschillen van mening of de huiskraai een invasieve exoot is.

- **a** Wat zijn de argumenten van het ministerie?
- **b** Wat zijn de argumenten van Faunabescherming Nederland?
- **c** Sommige mensen klagen erover dat de huiskraaien agressief zijn. Ze vallen honden aan en pikken de friet van kinderen. Ondersteunt dit de visie van het ministerie?
- **d** In Hoek van Holland werd het ‘Comité Huiskraaien Onderduik’ opgericht. Een woordvoerder van dit comité beweert een aantal huiskraaien verstopt te hebben.
  Vind je dit een goede actie? Onderbouw je mening met argumenten.
- **e** Faunabescherming Nederland is naar de rechter gestapt om te voorkomen dat de huiskraai verwijderd zou worden.
  Als jij rechter was, wat zou jouw beslissing in deze zaak zijn? Onderbouw je oordeel.

▸▸ OLYMPIADE OPDRACHT 9

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoelen
- Je kunt de voedselrelaties en de informatienetwerken binnen een ecosysteem beschrijven.
- Je kunt de energiestroom door een ecosysteem beschrijven.

4 Ecosystemen

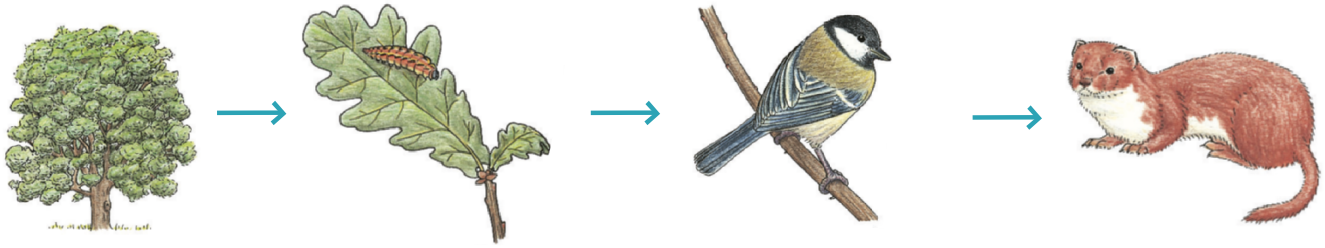
‘Elke morgen ontwaakt in Afrika een gazelle. Hij weet dat hij sneller moet zijn dan de snelste leeuw, anders wordt hij gedood. Elke morgen ontwaakt er in Afrika een leeuw. Hij weet dat hij sneller moet zijn dan de langzaamste gazelle, anders sterft hij van de honger. Het doet er niet toe of je een gazelle of een leeuw bent, je kunt beter meteen gaan rennen als de zon opkomt.’ (Thomas L. Friedman)

VOEDSELRELATIES

Planten kunnen niet rennen. Zij beschermen zich op andere manieren, vooral tegen **vraat** (het eten van planten) door dieren. Acacia’s bijvoorbeeld hebben doornen. Daarnaast maken sommige planten gifstoffen om zich tegen vraatzuchtige dieren te verdedigen. Veel planten maken daarbij gebruik van **signaalstoffen**. Dat zijn chemische verbindingen die informatie overdragen tussen en binnen organismen. Ook acacia’s maken zo’n signaalstof. Zodra andere acacia’s de stof opvangen, maken ze een gifstof waardoor overmatige vraat wordt voorkomen.

Planten zijn de eerste schakel in een voedselketen. Een **voedselketen** geeft de voedselrelaties weer in een ecosysteem. In een voedselketen is een reeks populaties met elkaar verbonden, waarbij elke populatie een voedselbron is voor de volgende populatie (zie afbeelding 21). De afspraak is dat de pijlrichting in zo’n keten wijst in de richting waarin het voedsel zich verplaatst, dus van het opgegeten organisme naar de eter. De pijlen geven op die manier de energiestroom weer door een voedselketen. Het eten van dieren heet **predatie**. De diersoort die aan het eind van de keten staat, is de **toppredator**.

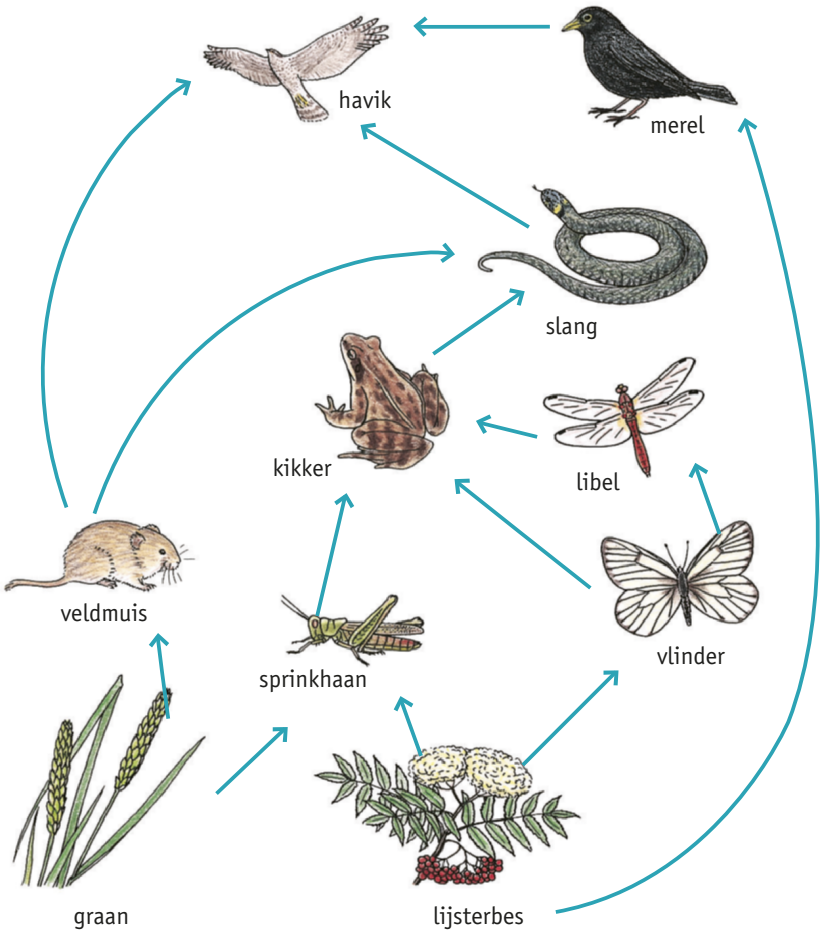
▼ **Afb. 21** Een voedselketen.



In een ecosysteem lopen diverse voedselketens door elkaar heen. Het geheel van voedselrelaties in een levensgemeenschap wordt **voedselweb** of **voedselnet** genoemd (zie afbeelding 22).

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▶ **Afb. 22** Een voedselweb.



ENERGIESTROOM

Elke schakel in een voedselketen heet een **trofisch niveau**. In het eerste trofische niveau bevinden zich autotrofe organismen (soorten die geen andere soorten als voedselbron nodig hebben). Dit zijn planten en sommige bacteriën en archaea. Deze organismen worden **producenten** genoemd. Zij produceren organische stoffen uit anorganische stoffen.

De opbouw van organische moleculen uit kleinere moleculen noem je **assimilatie**. Door assimilatie ontstaan de organische stoffen waaruit de cellen van een organisme bestaan. Producenten zijn in staat glucose te vormen uit de anorganische stoffen koolstofdioxide en water (of een andere stof met waterstof). Dit proces heet **koolstofassimilatie**. Voor koolstofassimilatie is energie nodig. Planten en cyanobacteriën gebruiken bij de koolstofassimilatie de energie in licht (fotosynthese). Deze organismen zijn **foto-autotroof**.

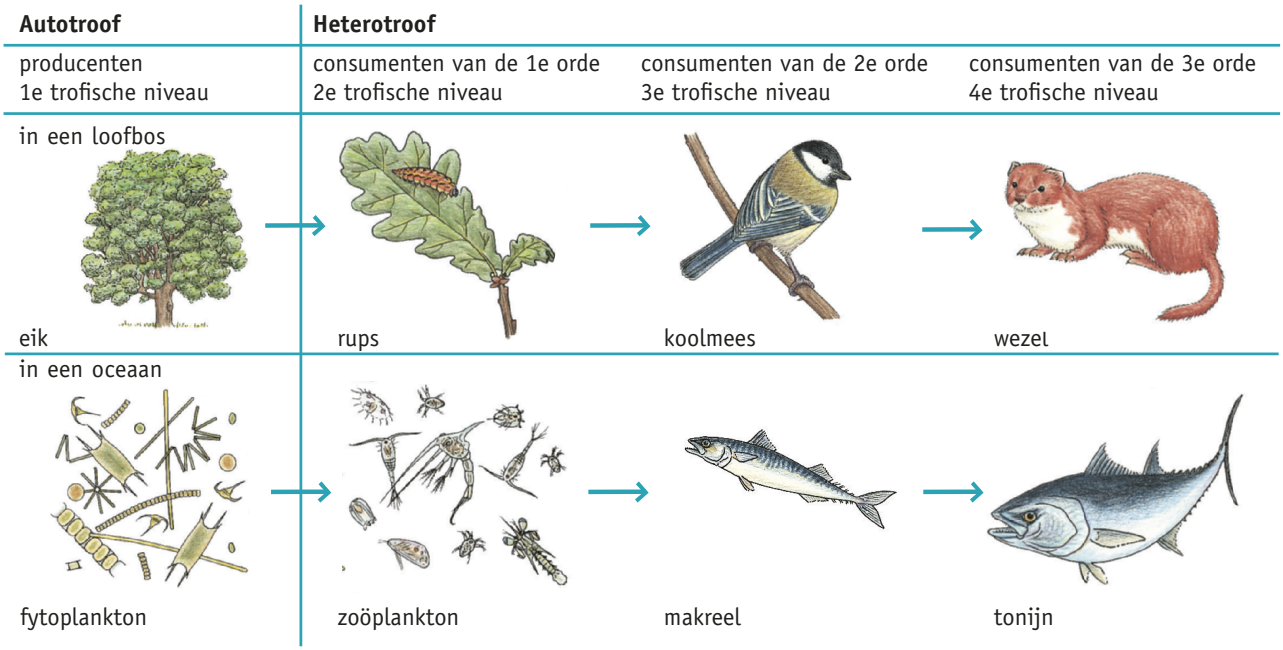
Er zijn ook bacteriën die de benodigde energie halen uit anorganische stoffen door middel van oxidatie (overdracht van elektronen). Dit proces heet **chemosynthese**. De organismen die op deze manier hun voedsel maken noem je **chemo-autotroof**.

Bij **voortgezette assimilatie** is glucose de grondstof voor de vorming van koolhydraten, eiwitten, vetten en DNA. Voor voortgezette assimilatie in autotrofe organismen zijn onder andere mineralen nodig.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

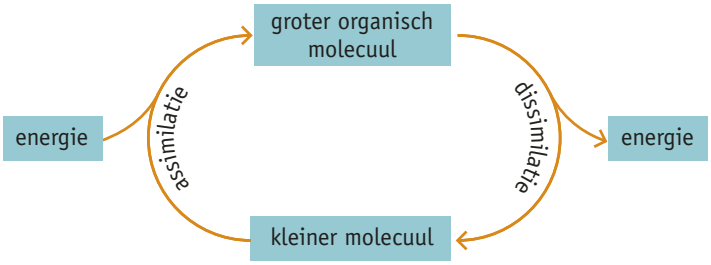
Heterotrofe organismen zijn niet in staat organische stoffen te vormen uit alleen anorganische stoffen. De meeste bacteriën, de schimmels en de dieren zijn heterotroof. Dit zijn de **consumenten**. Zij moeten voor de opbouw van hun cellen organische stoffen als voedsel opnemen. Zij bevinden zich daardoor in de tweede en alle volgende schakels van voedselketens. In de tweede schakel vind je de consumenten van de eerste orde, in de derde schakel de consumenten van de tweede orde, enzovoort (zie afbeelding 23). Consumenten van de eerste orde zijn herbivoren (planteneters). Carnivoren (diereneters) en omnivoren (alleseters) tref je aan vanaf de tweede orde.

▼ **Afb. 23** Voedselketens.



De grote organische moleculen die heterotrofe organismen tot zich nemen, bestaan uit veel aan elkaar gebonden atomen. Om deze bindingen tot stand te brengen, is energie nodig geweest. Door de afbraak van de organische moleculen komt deze energie weer beschikbaar. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij de verbranding van glucose in cellen. De afbraak van organische moleculen noem je **dissimilatie**. De energie die vrijkomt bij dissimilatie kan weer worden gebruikt voor assimilatie (zie afbeelding 24).

▶ **Afb. 24** Assimilatie en dissimilatie.

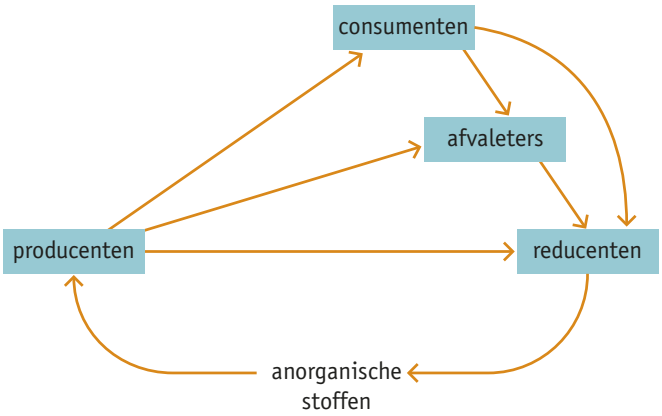


Dode resten van organismen kunnen worden gegeten door **detrivoren** (afvaleters). Detrivoren zijn net als alle andere dieren consumenten, met de bijzondere eigenschap dat ze leven van dode resten. De overgebleven dode resten worden door **reducenten** (bacteriën en schimmels) afgebroken tot anorganische stoffen

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

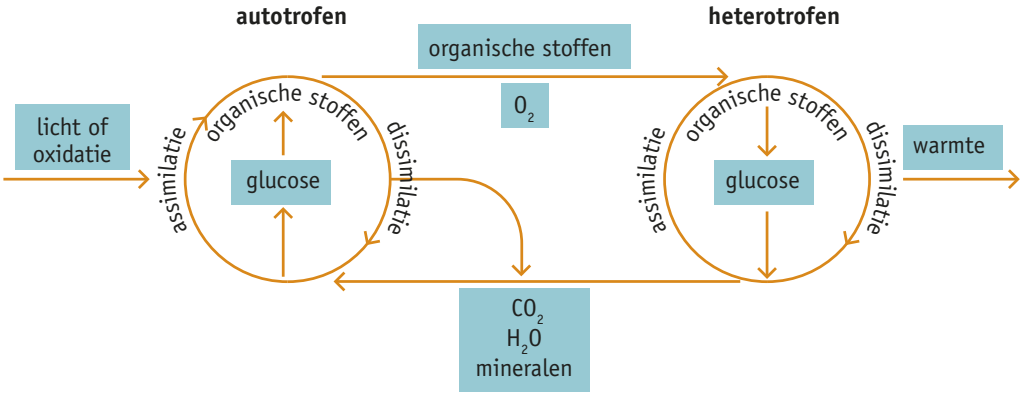
(koolstofdioxide, water, mineralen). Dit proces heet **mineralisatie**. Producenten kunnen de vrijgekomen anorganische stoffen weer opnemen. Reducenten maken de kringloop van stoffen in een ecosysteem sluitend (zie afbeelding 25).

Afb. 25 De kringloop van stoffen.



Een overzicht van de overdracht van stoffen en energie in een ecosysteem zie je in afbeelding 26.

Afb. 26 Overdracht van stoffen en energie tussen organismen en het milieu.



opdrachten

19 **a** Zijn detrivoren consumenten, producenten of reducenten? Leg je antwoord uit.

b Maak een tabel met onder elkaar: consumenten, producenten en reducenten. Zet boven de kolommen: assimilatie, dissimilatie en koolstofassimilatie. Vul je tabel in. Zet een + als een proces kan plaatsvinden en een – als dat niet het geval is.

20 Marcel Dicke van Wageningen University & Research constateerde dat bonenplanten die door spint worden belaagd, geurstoffen afscheiden. Deze stoffen – terpenen – werden niet gevormd als hij de planten met schuurpapier beschadigde. De terpenen trokken speciaal op spint beluste roofmijten aan en zetten tevens buurplanten aan tot het activeren van hun eigen wapens tegen spint.

a Leg uit waarom de door bonenplanten gevormde terpenen signaalstoffen worden genoemd.

b Leg uit dat het functioneel is voor planten om de terpenen pas af te scheiden als ze worden bedreigd door herbivoren.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

21 Wouter van Hoven van de Universiteit van Pretoria deed onderzoek naar sweet thorns, een acaciasoort (zie afbeelding 27).

▼ **Afb. 27**

ONDERZOEK	**SIGNAALSTOFFEN SWEET THORNS**
Inleiding	Op de Zuid-Afrikaanse savannes leven koedoes, een antilopensoort. Koedoes eten sweet thorns: een acaciasoort die tannine aanmaakt (zie de afbeelding). Soms is sprake van massale sterfte onder koedoes. Het vermoeden is dat de sweet thorns door vraat een signaalstof, ethyleen, produceren die andere planten aanzet tot het produceren van extra tannine. Een overmaat aan tannine is dodelijk voor koedoes. Antiloop eet van een acacia.
Onderzoeksvraag	Waarschuwen de sweet thorns elkaar met behulp van een signaalstof?
Hypothese	De sweet thorns maken door vraat een signaalstof die andere planten aanzet tot het produceren van tannine.
Experiment	Er worden twee groepen sweet thorns gemaakt, die van elkaar zijn geïsoleerd. Van de ene groep worden de bladeren beschadigd, van de andere niet. De concentratie ethyleen die beschadigde sweet thorns produceren, wordt vervolgens gemeten en vergeleken met de productie van ethyleen door onbeschadigde sweet thorns. Vervolgens worden twee nieuwe groepen sweet thorns gemaakt, die van elkaar geïsoleerd zijn. Over de bladeren van de ene groep wordt ethyleen geblazen, over de andere wordt lucht zonder ethyleen geblazen. Van beide groepen wordt vervolgens de tannineproductie gemeten.
Resultaat	Er wordt 20× zo veel ethyleen gevormd door beschadigde bladeren als door bladeren die niet beschadigd zijn. Bovendien neemt de tannineproductie toe als over de bladeren ethyleen wordt geblazen.
Conclusie	Sweet thorns produceren onder invloed van vraat een signaalstof, waardoor andere acacia's tannine gaan maken. De hypothese is juist.

a Leg uit welk voordeel juist planten hebben bij het gebruik van een informatienetwerk met signaalstoffen.

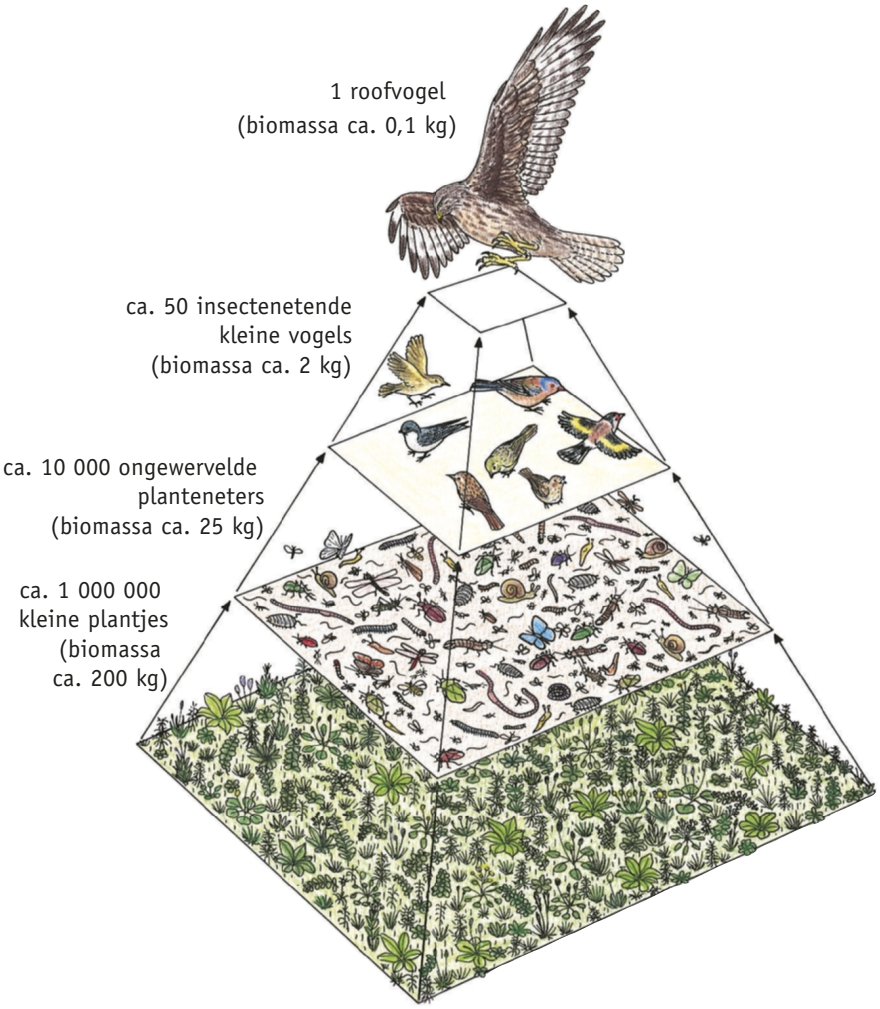
b Er zijn verschillende typen signaalstoffen in de natuur. Voorbeelden zijn cytokinen, feromonen, hormonen en neurotransmitters.
Zoek op internet uit of deze signaalstoffen voorkomen bij planten, dieren of mensen en op welk organisatieniveau deze signaalstoffen werken.

c Leg je antwoorden van opdracht 21a en b naast de onderzoeksvraag. Formuleer nu opnieuw de onderzoeksvraag, zodat hij preciezer is.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

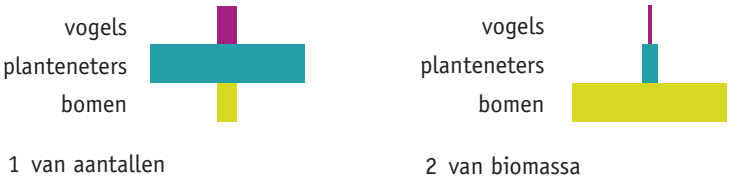
PIRAMIDEN EN STROMEN IN ECOSYSTEMEN

In afbeelding 28 zijn de aantallen organismen per trofisch niveau grafisch weergegeven in een **piramide van aantallen**.



▶ **Afb. 28** Ecologische piramide (van aantallen of van biomassa).

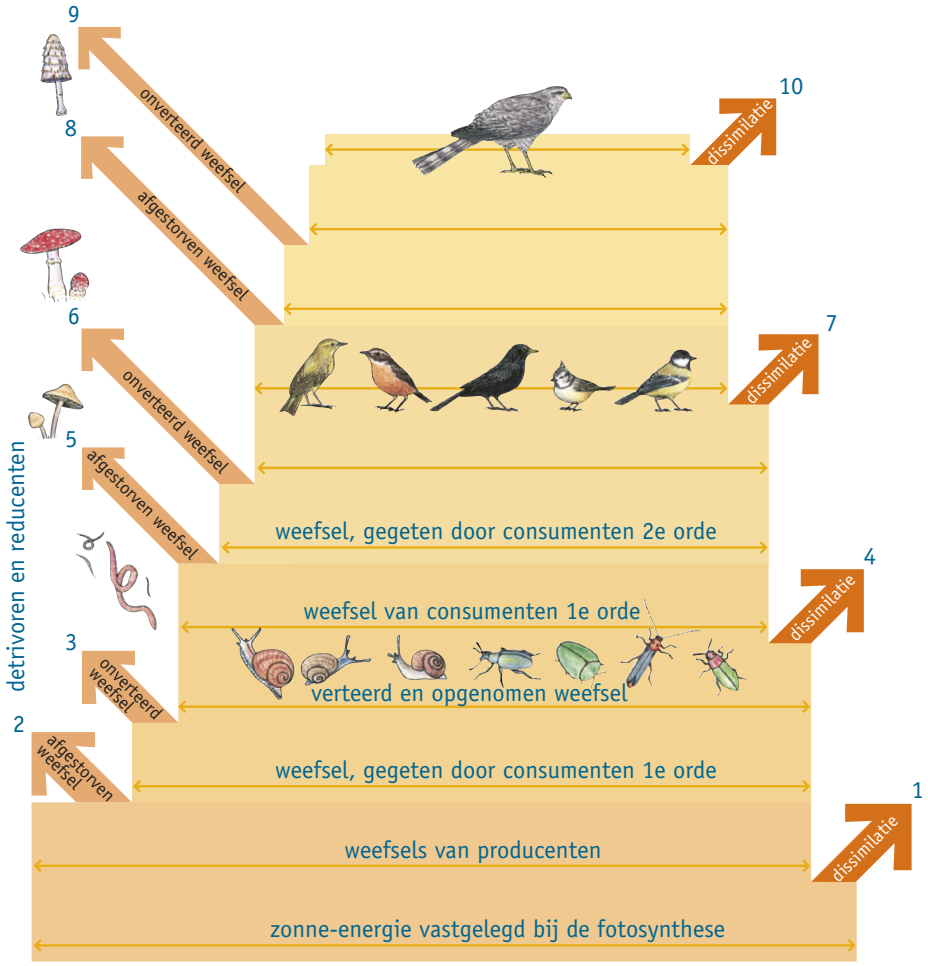
Meestal telt elk trofisch niveau meer organismen dan het volgende niveau. Zo zijn er vele kleine ongewervelde herbivoren die als voedsel dienen voor een klein aantal vogels (zie afbeelding 28). Toch komt het omgekeerde ook voor. Het aantal bomen in een bos bijvoorbeeld is kleiner dan het aantal herbivoren (slakken, insecten, zaadetende vogels), zie afbeelding 29.1.
In een **piramide van biomassa** wordt de biomassa van elk trofisch niveau grafisch weergeven. De **biomassa** is het totale gewicht van alle organische stoffen. De piramide van biomassa heeft vrijwel altijd een piramidevorm, ook als de piramide van aantallen een afwijkende vorm heeft (zie afbeelding 29).



▶ **Afb. 29** Piramiden van dezelfde voedselketen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Een deel van de biomassa (chemische energie) wordt doorgegeven aan het volgende trofische niveau. Op deze manier ontstaat een energiestroom door het ecosysteem. Afbeelding 30 is een weergave van deze energiestroom.
Alle biomassa die in een ecosysteem door producenten wordt gevormd, is de **bruto primaire productie** (**BPP**) van het ecosysteem. Pijl 1 in afbeelding 30 geeft weer dat een deel van deze biomassa door de producenten wordt verbruikt bij de dissimilatie. De organische stoffen die niet worden gedissimileerd, benutten de producenten bij de vorming van nieuwe weefsels. Dat is de **netto primaire productie** (**NPP**).
De weefsels van producenten kunnen afsterven en vergaan (pijl 2), of worden gegeten. Als ze worden gegeten, komt de in deze weefsels vastgelegde energie terecht in de lichamen van consumenten van de eerste orde. Een deel van deze weefsels verlaat het lichaam van de consumenten onverteerd met de ontlasting (pijl 3). Een ander deel wordt verteerd. De energie in de verteerde weefsels wordt door de consumenten vrijgemaakt bij de dissimilatie (pijl 4), of benut bij de vorming van nieuwe weefsels.
De consumenten van de eerste orde kunnen sterven en vergaan (pijl 5), of worden gegeten door consumenten van de tweede orde. Ook bij deze dieren verlaat een deel van de opgenomen energie het lichaam via de ontlasting (pijl 6) en wordt een deel vrijgemaakt bij de dissimilatie (pijl 7). Ook deze dieren kunnen sterven en vergaan (pijl 8).
In de piramide van energie heeft elk trofisch niveau zijn eigen **productiviteit**. Dat is de hoeveelheid energie die wordt vastgelegd in organische stoffen. Dit is altijd slechts een deel van de opgenomen energie.



Afb. 30 Energiestroom in een ecosysteem.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

opdrachten

22 Voedselrelaties kun je weergegeven in een ecologische piramide.

a Welke ecologische piramide heeft vrijwel altijd een piramidevorm?

b In een voedselketen bevatten de consumenten van de eerste orde meer vastgelegde energie dan de consumenten van de tweede orde.
Op welke drie manieren is er tussen deze twee schakels energie uit de voedselketen verdwenen?

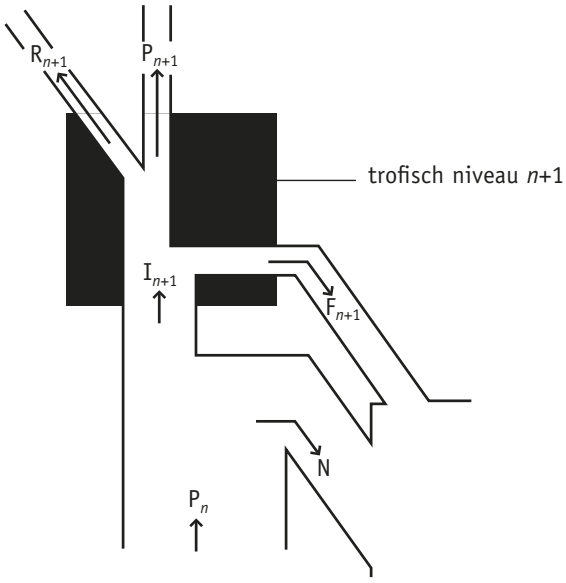
c Waardoor wordt het verschil tussen bruto primaire productie (BPP) en netto primaire productie (NPP) veroorzaakt? Leg je antwoord uit.

d Afbeelding 31 is een weergave van het patroon van energiestromen in een ecosysteem.
Over het schema in deze afbeelding worden de volgende beweringen gedaan:

1 Organismen van trofisch niveau *n* kunnen afkomstig zijn uit de bacteriën, de schimmels, de planten en de dieren.

2 R_{n+1} geeft het energieverlies door dissimilatie aan bij organismen van trofisch niveau *n* + 1.

Welke van deze twee beweringen is of welke zijn juist?



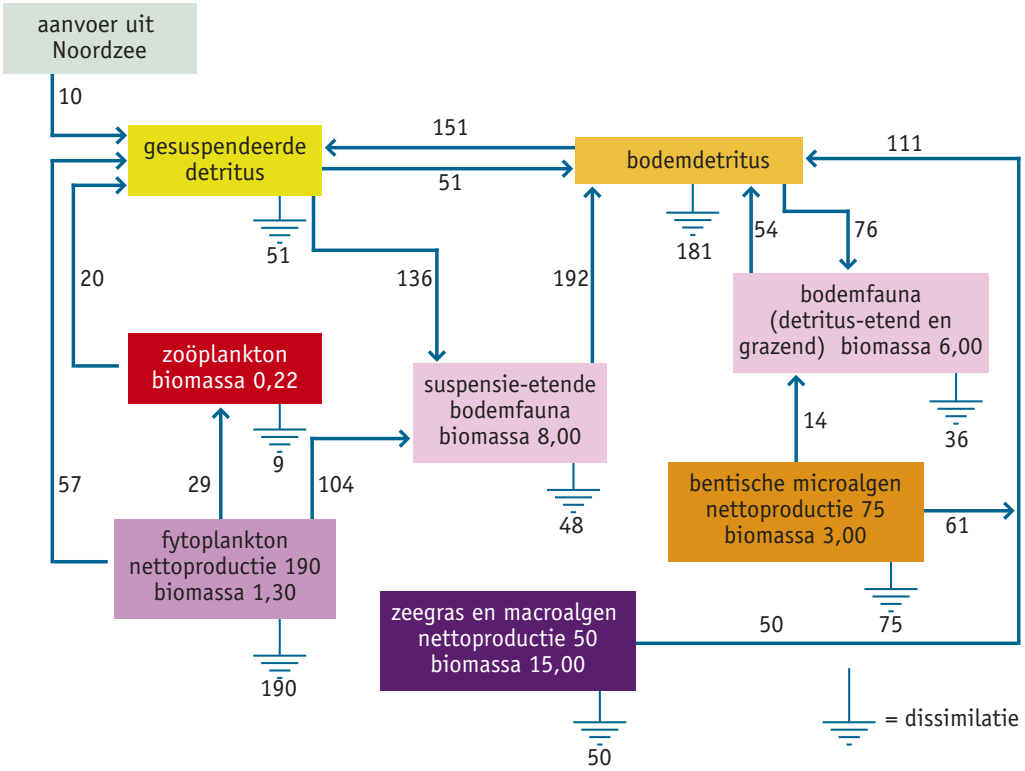
Afb. 31 Energiestromen in een ecosysteem (schematisch).

Legenda:
N = niet-opgegeten deel van de productie
P_n = productiviteit op trofisch niveau *n*
P_{n+1} = productiviteit op trofisch niveau *n*+1
I_{n+1} = energieopname, in de vorm van organische stof, op trofisch niveau *n*+1
F_{n+1} = energieverlies door uitwerpselen op trofisch niveau *n*+1

23 In afbeelding 32 zie je een vereenvoudigd schema van de koolstofstromen op jaarbasis in het Grevelingenmeer. In het schema geven de pijlen koolstofstromen weer in gram koolstof per vierkante meter op jaarbasis ($g \cdot m^{-2} \cdot j^{-1}$). In de vakken is de nettoproductie uitgedrukt (ook in $g \cdot m^{-2} \cdot j^{-1}$). De gemiddelde biomassa is uitgedrukt in gram koolstof per vierkante meter van het ecosysteem.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 32** Koolstofstromen in het Grevelingenmeer.



detritus: dood organisch materiaal
suspensie-etende bodemfauna: bodemdieren die in water zwevende organismen of afgestorven delen daarvan eten
gesuspendeerde detritus en bodemdetritus: inclusief de reducenten die detritus omzetten in anorganische stoffen

a Welke drie groepen producenten zijn in afbeelding 32 weergegeven?
b Bereken de totale bruto primaire productie (BPP) in dit ecosysteem in gram koolstof per vierkante meter op jaarbasis.
c Welke drie groepen consumenten zijn in afbeelding 32 weergegeven?
d Bereken de biomassa van deze consumenten in gram koolstof per vierkante meter.
e Noteer de twee voedselbronnen van de suspensie-etende bodemfauna die in de afbeelding zijn weergegeven.
f Als maat voor de productiviteit in het ecosysteem wordt de P/B-ratio gebruikt, waarin P = netto primaire productie en B = biomassa. Bereken de P/B-ratio van het fytoplankton.
g Bereken ook de P/B-ratio van het zeegras.
h Geef een mogelijke verklaring voor het gegeven dat de P/B-ratio van het fytoplankton zoveel verschilt van die van het zeegras.
i Bereken in hoeveel dagen de biomassa van de bentische micro-algen gemiddeld wordt vernieuwd. Rond je antwoord af op hele dagen.
j De mate waarin stoffen in een ecosysteem per tijdseenheid worden omgezet, is de turnover rate. De turnover rate in het Grevelingenmeer verandert met de seizoenen. In juni is de turnover rate hoger dan in december. Noteer de abiotische factoren die het verschil in turnover rate veroorzaken.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

CONTEXT Beroep

De geneticus en haar wijn

Veel planten produceren tannine als verdediging tegen vraat. Tannine inactiveert eiwitten. Ook mensen kunnen de werking van tanninen ervaren. Bij het drinken van sommige wijnen wordt de mond stroef. Dat komt doordat de tannine reageert met eiwitten, zoals het speekselenzym. Dat is speciaal het geval bij rode wijnen. Bij het maken van rode wijn worden de schilletjes niet verwijderd (bij witte wijnen wel). Juist in die schilletjes worden tanninen gemaakt. Vraat is een biotische stressfactor, onder invloed waarvan veel planten tannine maken. Daarnaast zijn er abiotische stressfactoren die invloed hebben op het tanninegehalte.
Na haar studie biologie aan de Vrije Universiteit Amsterdam en de Universiteit Leiden verliet geneticus Annette Nassuth Nederland met een Phd op zak. Nu is ze professor aan de University of Guelph in de provincie Ontario (Canada). Daar onderzoekt ze het effect van kou op de kwaliteit van wijndruiven. ‘Het is opmerkelijk, dat wijndruiven substantiële schade ondervinden van de koude winters in Ontario, terwijl wilde druiven er geen last van hebben,’ zegt Annette Nassuth. Ze wil nagaan welke genen hierbij betrokken zijn, zodat ze de tolerantie van de wijndruif kan vergroten.

▼ **Afb. 33** Wat is het effect van koude op wijndruiven?

opdrachten

24 Op veel wijnflessen wordt aangegeven met welke gerechten de wijn goed samengaat. Zo zouden witte wijnen speciaal combineren met visgerechten en rode wijnen met vleesgerechten en kazen.
Waarom gaat juist rode wijn goed samen met kazen?

25 Het tanninegehalte van druiven staat onder invloed van het klimaat en heeft invloed op de smaak van wijn. In Nederland komen door de klimaatverandering steeds meer wijngaarden. Een van de eerste was Wijndomein ‘De Vier Ambachten’ in Simonshaven, niet ver van Rotterdam. Zoek op internet twee problemen waarmee deze (of een andere) wijnmaker in Nederland te maken kreeg, en hoe hij deze problemen heeft opgelost.

▸▸ OLYMPIADE OPDRACHT 10

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoelen
- Je kunt veranderingen in een ecosysteem beschrijven.
- Je kunt in een model gegeven informatie over ecosystemen gebruiken, bewerken en analyseren.

5 Veranderende ecosystemen

In 1972 werd begonnen met de aanleg van de A4 tussen Delft en Schiedam. Een zandlichaam werd opgespoten. In 1976 werd het werk stopgezet. 35 jaar later werden de werkzaamheden hervat. Intussen was het zandlichaam overwoekerd met planten.

PIONIER- EN CLIMAXECOSYSTEEM

Als een grote hoop zand enige tijd blijft liggen, zullen er na verloop van tijd planten op groeien. Onder de eerste planten tref je maar weinig verschillende soorten aan. Een paar jaar later is er een dichtere begroeiing met meer soorten (zie afbeelding 34).

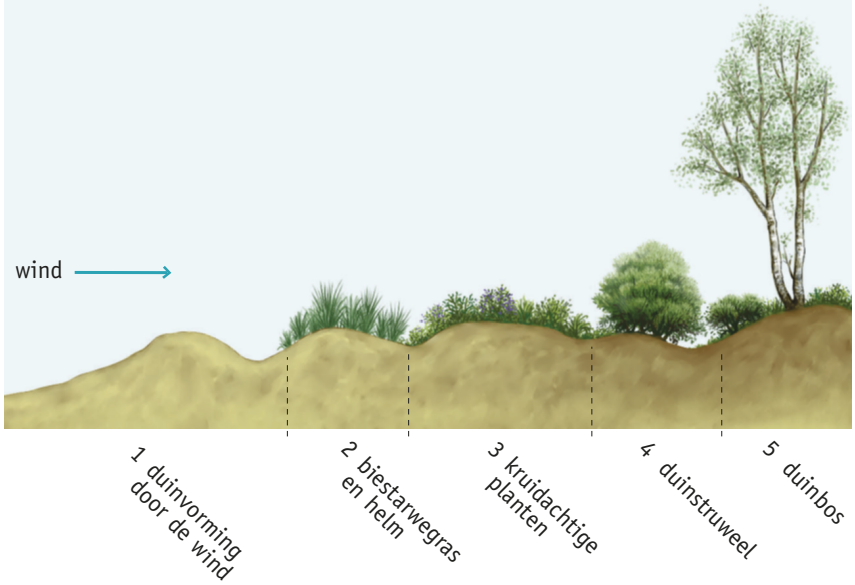
Afb. 34 Na 35 jaar is het zandlichaam van de A4 overgroeid met planten.

1 tracé A4 zonder begroeiing

2 tracé A4 overwoekerd met planten

Op een kaal stuk zand zijn de omstandigheden voor organismen zeer ongunstig. De eerste planten moeten bestand zijn tegen barre omstandigheden. Als ze worden ondergestoven, moeten ze weer boven het zand uit groeien. Als ze worden blootgewaaid en losgerukt, moeten ze zich opnieuw vastzetten. Slechts weinig planten zijn bestand tegen deze moeilijke omstandigheden.
In een duingebied verschijnt op een pasgevormd duin eerst biestarwegras, gevolgd door helm (zie afbeelding 35). Al snel zullen de eerste diertjes zich tussen de planten vestigen, zoals springstaarten. Biestarwegras, helm en springstaarten zijn **pioniersoorten**. Samen vormen ze een **pionierecosysteem**.

Afb. 35 Successie in een duingebied.



Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

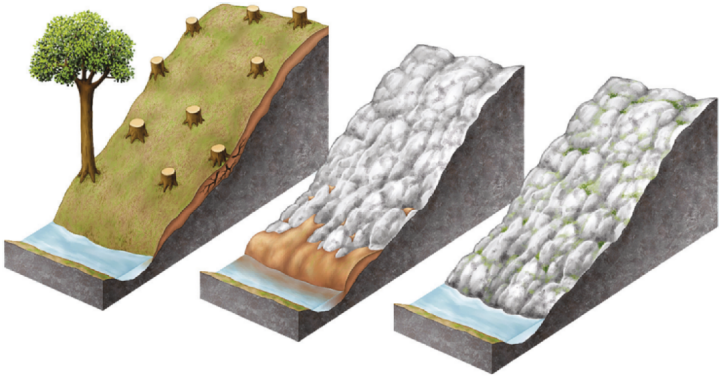
Als de eerste planten zich hebben gevestigd, stuift het zand minder vaak weg. Door afgestorven planten ontstaat humus, een mengsel van organische en anorganische stoffen en micro-organismen. Er kunnen zich nu andere soorten vestigen. Biestarwegras en helm worden verdrongen door andere soorten kruidachtige planten. Als gevolg daarvan komen er ook andere soorten dieren. Bovendien worden de abiotische factoren gematigder. Overdag wordt het in de schaduw van de planten minder heet, 's nachts houden de planten warmte vast. Hierdoor wordt het terrein geschikt voor steeds meer soorten planten en dieren. De soortensamenstelling verandert, zodat het ecosysteem geleidelijk overgaat in een ander systeem. Dit proces heet **successie**. Gedurende de successie is de opbouw van weefsels (netto primaire productie) in een ecosysteem groter dan de afbraak van weefsels. Het gevolg is dat de biomassa toeneemt.
Tijdens de successie neemt ook de biodiversiteit in een ecosysteem toe. De vegetatie begint **gelaagdheid** te vertonen. Laag bij de bodem groeien onder andere mossen en kruidachtige zaadplanten, daarboven groeien struiken en bomen.
Het eindstadium van successie is een **climaxecosysteem**:
- de abiotische factoren en de soortensamenstelling zijn min of meer constant;
- de netto primaire productie is ongeveer even groot als de afbraak van weefsels, waardoor de biomassa nagenoeg gelijk blijft;
- de kringloop van stoffen is gesloten: er vindt weinig uitwisseling plaats met de omgeving van het ecosysteem.

PRIMAIRE EN SECUNDAIRE SUCCESSIE

In het climaxecosysteem bereikt de biodiversiteit zijn maximale waarde. Voorbeelden van zulke climaxecosystemen zijn tropische regenwouden, koraalriffen en loofbossen. Climaxecosystemen zijn kwetsbaar voor veranderingen van buitenaf. Tropische regenwouden bijvoorbeeld zijn zeer kwetsbaar, doordat de bodem slechts weinig humus bevat. De diversiteit aan detrivoren en reducenten is er groot, waardoor de mineralisatie van dode planten en dierenresten snel verloopt. De vrijkomende mineralen worden vrijwel direct door de planten opgenomen. De mineralen bevinden zich slechts korte tijd in de bodem. Als in een tropisch regenwoud bomen worden gekapt en afgevoerd, komt de bodem bloot te liggen voor regen en wind. Er kan dan erosie optreden. Daarbij spoelt of waait de bovenste laag van de bodem, met de kleine hoeveelheid humus, gemakkelijk weg.

In gebieden waar erosie heeft plaatsgevonden, bevat de ondergrond vrijwel geen humus meer. De successie moet dan helemaal van voren af aan beginnen. Dit noem je **primaire successie**. Het kan tientallen jaren duren voordat zulke gebieden weer begroeid raken (zie afbeelding 36).

▶ **Afb. 36** Primaire successie na erosie.



1 houtkap
2 wegspoelen van de dunne humuslaag
3 zeer langzame primaire successie op kale rotsbodem

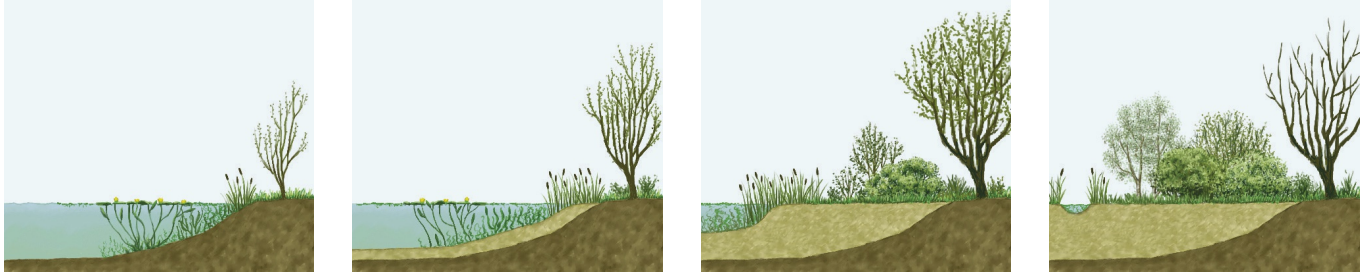
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Als een stuk loofbos is gekapt, blijft een kale plek achter waar de abiotische factoren ongunstig zijn voor de organismen. Toch raakt de kale plek meestal weer snel begroeid. Dat komt doordat de successie niet helemaal van voren af aan hoeft te beginnen zoals bij een tropisch regenwoud na erosie. De bodem van het loofbos bevat al humus, vooral in de bovenste laag. Soorten uit de omgeving kunnen zich er snel en gemakkelijk vestigen. De kringloop van stoffen is open. Er kan gemakkelijk bodemmateriaal worden afgevoerd, maar er kunnen ook gemakkelijk populaties immigreren. Hierdoor is sprake van **secundaire successie**. Op een kaal stuk bosgrond verschijnen eenjarige planten het eerst. Dit pionierecosysteem is slechts korte tijd aanwezig. De eenjarige planten worden verdrongen door tweejarige en overblijvende planten. Daarna verloopt de successie naar het climaxecosysteem in een snel tempo.

VERLANDING

Een ander voorbeeld van successie is de verlanding van een plas. Als de mens niet ingrijpt, vindt er in plassen langzaam verlanding plaats (zie afbeelding 37). In ondiepe delen groeien waterplanten. Doordat dode plantenresten naar de bodem zinken, vormt zich daar een laag modder of slib. Hierdoor wordt de bodem opgehoogd. Nu kunnen oeverplanten de plas in groeien. De bodem wordt verder opgehoogd en moerasplanten kunnen zich vestigen. Tot slot ontstaat een broekbos (een bos op drassige grond).

▼ **Afb. 37** De verlanding van een plas.



1 waterplanten 2 oeverplanten 3 moerasplanten 4 broekbos

GRADIËNTECOSYSTEEM

Onze duinen kenmerken zich door de aanwezigheid van veel reliëf, een zandige bodem en een sterk door de zee beïnvloed klimaat. Van de kust naar het binnenland is er een geleidelijke overgang van één toestand naar de tegenovergestelde (zout-zoet, kalkrijk-kalkarm, nat-droog). Die geleidelijke overgang of gradiënt uit zich in een karakteristieke opeenvolging van gebieden: strand, zeereep, open duinvalleien, struweelduinen en binnenduinrandbossen. De duinen zijn een **gradiëntecosysteem**, een ecosysteem met geleidelijke overgangen.

In Nederland bestaat een vrij scherpe scheiding tussen kalkrijke duinen en kalkarme duinen. Je vindt bepaalde soorten wel in kalkarme en niet in kalkrijke delen (bijvoorbeeld dopheide en struikheide) en omgekeerd (bijvoorbeeld duinroos en slangenkruid). Soorten die een aanwijzing geven over een kenmerk van het milieu heten **indicatorsoorten**.

▶▶ PRACTICUMOPDRACHT 1

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

opdrachten

26 Tussen pionierecosysteem en climaxecosysteem bestaan grote verschillen.

a Neem de nummers van de kenmerken over. Noteer bij elk kenmerk of het hoort bij een pionierecosysteem (P) of bij een climaxecosysteem (C).

1 gematigde abiotische factoren
2 humusrijke bodem
3 gelaagde vegetatie
4 kleine biodiversiteit
5 eenvoudig voedselweb
6 grote biomassa
7 productie is groter dan afbraak
8 open kringlopen
9 sterk gespecialiseerde niches

b Waardoor kan op een onbegroeide hoop zand niet meteen een climax-ecosysteem ontstaan?

c In een ecosysteem kan door erosie bodemmateriaal worden afgevoerd. Bij welk ecosysteem heeft dat de grootste gevolgen: bij een pionier-ecosysteem of bij een climaxecosysteem? Leg je antwoord uit.

27 Door schapen te laten grazen op een heide, handhaaft de mens een bepaald stadium in de successie.

a Zoek uit in literatuur en/of op internet wat er gebeurt met de heide als de successie niet wordt tegengehouden.

b Er zijn mensen die vinden dat je de natuur zijn gang moet laten gaan. Anderen vinden juist dat je moet ingrijpen in de natuur. Het tegengaan van successie is een voorbeeld van het laatste.
Voer met een medeleerling een discussie. De een verdedigt het standpunt dat je de natuur zijn gang moet laten gaan, de ander verdedigt het standpunt dat je moet ingrijpen. Noteer de argumenten voor en tegen. Noteer ook jullie conclusie.

28 Bij het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW) werken studenten aan verschillende onderwerpen.

a Ga naar de website van het NIOO-KNAW en zoek uit welke onderwerpen te maken hebben met successie.

b Stel dat je op het Nederlands Instituut voor Ecologie gaat studeren. Welk onderwerp zou je kiezen en welk onderwerp zou je zeker niet kiezen? Licht je antwoord toe.

29 Successie is niet de enige factor die van invloed is op de soorten-samenstelling in een ecosysteem. Het onderzoek van afbeelding 38 is daarvan een voorbeeld.

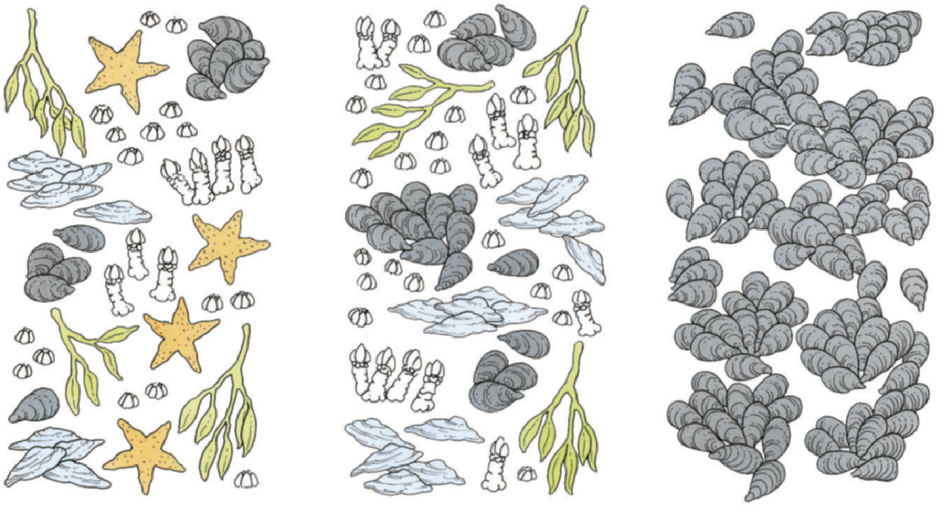
a Wat verwacht je op basis van de hypothese dat er gebeurt als er geen zeesterren meer zijn?

b De onderzoeksvraag is niet erg precies geformuleerd.
Maak de onderzoeksvraag zo concreet dat deze kan worden beantwoord door een experiment uit te voeren.

c Beschrijf stap voor stap een experiment (werkplan) waarmee je kunt nagaan of de hypothese juist is.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

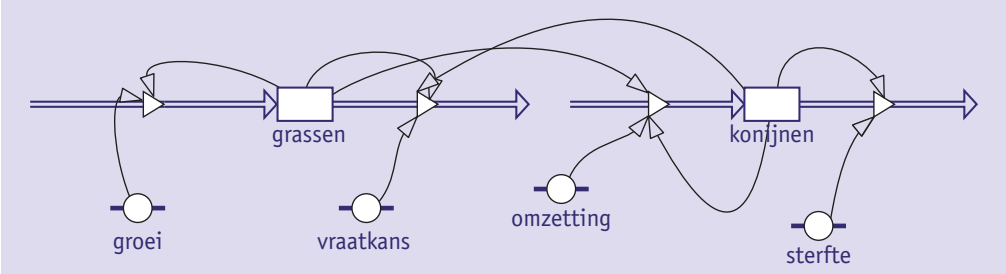
▼ **Afb. 38**

ONDERZOEK	**DE INVLOED VAN PREDATIE OP DE SOORTENRIJKDOM**
Inleiding	In een getijdenzone langs de kust bestaat een bepaalde variatie aan soorten. Er leven onder andere wieren, verschillende soorten zeepokken, mosselen en zeesterren. De zeesterren staan aan het eind van de voedselketens: ze eten de zeepokken en de mosselen.
Onderzoeksvraag	Wat is het effect van predatoren zoals de zeester op de variatie aan soorten?
Hypothese	Door predatoren blijft de variatie aan soorten beperkt.
Experiment	
Resultaat	 1 vóór het experiment 2 na korte tijd 3 na langere tijd
Conclusie	Een predator zoals de zeester heeft een positieve invloed op de soortenrijkdom. De hypothese moet worden verworpen.

MODELLEREN VAN DE NATUUR

Biotische en abiotische factoren kunnen veranderen, waardoor de soortensamenstelling verandert. Dit zijn complexe processen waarin veel factoren invloed op elkaar hebben. Om die processen te doorgronden, is veel onderzoek nodig. Dat kost tijd en is kostbaar. Een alternatief is **modelleren**. Dat is het maken en uitproberen van modellen. Een model is een vereenvoudigde voorstelling van de werkelijkheid. Omdat het bij een ecosysteem gaat om een dynamisch systeem, is een computermodel erg handig. Een dynamisch systeem verandert in de loop van de tijd, en een computermodel kan complexe processen heel snel doorrekenen. Modelleren is als het ware het doen van een virtueel experiment (op de computer). De resultaten geven antwoord op een probleemstelling die met een echt experiment niet of heel moeilijk is te beantwoorden, of pas na lange tijd.

▶ **Afb. 39** Een model met planten en konijnen.



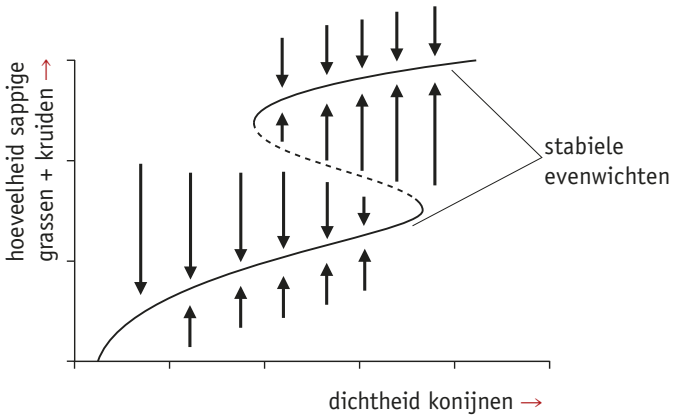
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Met een model kun je bijvoorbeeld de dynamiek in een ecosysteem met konijnen onderzoeken (zie afbeelding 39). In een duingebied leven veel konijnen. Zij eten sappige grassen en kruiden. Konijnen en grassen noem je in het model 'voorraad-grootheden' (onderdelen waar iets bij komt of af gaat). Zij worden met rechthoeken aangegeven. Je ziet dat er bij beide inderdaad iets bij komt:

- De toename aan grassen (aangegeven met de linker instroompijl) is het gevolg van vorming van nieuwe grassen door de constante 'groei' (aangegeven met een cirkel) en door de voorraadgrootheid (hoeveelheid) 'grassen'. Een constante is een factor die niet door iets anders in het model wordt beïnvloed.
- De toename aan konijnen (aangegeven met de rechter instroompijl) is het gevolg van productie van nieuwe konijntjes door de omzetting van grassen in konijnen en de aanwezigheid van volwassen konijnen.

TWEE EVENWICHTSSITUATIES

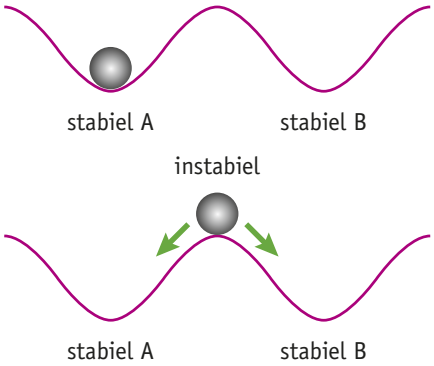
Bij een lage dichtheid aan konijnen zijn er weinig grassen en kruiden, bij een hoge dichtheid aan konijnen zijn er juist veel grassen en kruiden. Beide situaties zijn stabiel (zie afbeelding 40). Het **omslagpunt** (kantelpunt) is de overgang tussen twee evenwichtssituaties.



▶ **Afb. 40** De hoeveelheid sappige grassen en kruiden als functie van de dichtheid aan konijnen in het duin.

Bevindt een systeem zich in een van beide toestanden, dan houdt het zichzelf in stand. Bij een kleine verstoring zal het terugkeren naar de evenwichtstoestand waarin het zich bevond. Dit is in afbeelding 41 weergegeven met een balletje in een landschap met twee dalen met daartussen een heuvel. Als het balletje in een dal ligt, is de toestand stabiel. Bij een klein duwtje rolt het balletje iets de helling op, maar valt daarna weer terug in het dal (evenwicht). De instabiele toestand is de heuvel. Daar is een klein zetje al genoeg om het balletje naar een van de twee evenwichtstoestanden te doen bewegen. Om van het ene dal naar het andere te komen, heeft het balletje een flinke duw nodig.

▼ **Afb. 41** De relatie tussen twee evenwichten.



Een voorbeeld van zo'n flinke duw is een epidemie onder de konijnen. De konijnen-populatie neemt hierdoor sterk af. De houtachtige planten in het duin, zoals duinriet, zandzegge en struiken, krijgen nu de kans om groot te worden (vóór de epidemie werden de jonge, sappige planten opgegeten door de konijnen). Ze kunnen dan de grassen en kruiden verdringen. Voor de konijnen is hierdoor niet voldoende voedsel meer (de volwassen houtachtige planten kunnen ze niet verteren). De populatie konijnen zal niet meer zo groot kunnen worden als voor de epidemie. Er ontstaat een nieuw evenwicht.

▸▸ PRACTICUMOPDRACHT 2 EN 3

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

opdracht

30 In afbeelding 40 zie je twee evenwichtsituaties.
- a Noteer een biotische of abiotische factor die de aanwas van sappige grassen en kruiden remt.
- b Noteer een biotische of abiotische factor die de aanwas van duinriet, zandzegge en struiken bevordert.
- c Wat stellen de pijlen voor in de afbeelding?
- d Leg uit waardoor het systeem met weinig sappige grassen en kruiden stabiel is en dus niet gemakkelijk omslaat, ook al zijn er veel konijnen.

CONTEXT Leefwereld

Spaanse runderen op de Wadden

Je moet niet verbaasd zijn als je op Schiermonnikoog plotseling oog in oog komt te staan met een kudde gevaarlijk ogende sayaguesa's. Dat zijn runderen die behoren tot een zeldzaam Spaans ras. Ze zijn daar neergezet door Natuurmonumenten om het dichtgroeien van de duinen met grassen en struiken tegen te gaan. Natuurmonumenten wil daarmee open stuivende duinen behouden. Dit type duinen is bezig te verdwijnen door het hoge gehalte aan stikstof in de lucht, waardoor grassen en struiken goed gedijen. Ook de ineenstorting van de populatie konijnen speelt een rol. Voorheen deden die zich tegoed aan grassen en zaailingen van bomen en struiken.
Sayaguesa's eten hoge grassen. Er zijn plannen om ook wisenten en Exmoorpony's in te zetten. Wisenten eten gras, takken, struiken en de bast van bomen. Exmoorpony's knabbelen de vegetatie laag af. Natuurmonumenten hoopt dat met de open duinen ook soorten als de duinparelmoervlinder, blauwe kiekendief, honingorchis en rozenkransje terugkeren in het duinlandschap.

▼ **Afb. 42** Sayaguesa-rund.

opdracht

31 Sayaguesa's gaan de successie tegen in het duinlandschap.
- a Waardoor wordt deze successie veroorzaakt?
- b Waarom wil Natuurmonumenten de successie van het duinlandschap op Schiermonnikoog tegengaan?
- c In afbeelding 35 zie je de verschillende stadia van successie in een duingebied.
  Met welk van deze stadia komt het beoogde open duinlandschap het meest overeen?
- d Is de P/B-ratio van een open duinlandschap groter of kleiner dan die van stadium 5 in afbeelding 35? Leg je antwoord uit.

Je hebt nu de basisstof van dit thema doorgewerkt.
- Doe online de verrijkingsstoffen, de flitskaarten, de oefentoets en de Versterk Jezelf.
- Ga in het boek verder met de Samenhang en de Examentrainer.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoelen

- Je kunt de kenmerken van de stadsecologie toelichten voor verschillende organisatieniveaus van de biologie.
- Je kunt de biologische vakvaardigheid ecologisch denken toepassen op de ecologie van een stad.

Leven in de stad

Elke middag gaat Rinus even langs bij buurtcafé 'The Windmill' in Schiedam. Hij wacht dan op zijn plakje kippenworst. Duurt het hem te lang, dan stapt hij naar binnen. Rinus is een blauwe reiger.

MAUSOLEUM

In het Natuurhistorisch Museum Rotterdam kun je de natuur van de stad bewonderen. Welke natuur? Rotterdam is een van de meest geïndustrialiseerde gebieden ter wereld! En ja hoor, direct na binnenkomst liggen daar de slachtoffers van *Homo urbanis*; zij aan zij. Ze zijn bijeengebracht in een mausoleum, waar je de laatste eer kunt bewijzen aan de dominomus (doodgeschoten nadat hij 23 000 dominosteentjes had omgestoten), de McFlurry-egel (kon zijn hoofd niet meer uit een ijsbekertje krijgen), de necro-eend (te pletter geslagen tegen een ruit van het museum), de traumameeuw, de schroefrat, de Tweede-Kamermuis ... Zo blijft er niet veel over van die zogenaamde natuur in de stad.

Maar de zaken liggen anders. In de volgende zaal staan vitrines met een overweldigende hoeveelheid planten en dieren die in de stad leven. 'Wist u dat in Rotterdam maar liefst 1000 soorten nachtvlinders en 25 soorten wilde bijen voorkomen?' staat op een van de bordjes. En wat dacht je van al die plantensoorten die in de stad groeien: het moeraskruiskruid, de melkdistel en op de oude kademuren aan de Leuvehaven de tongvaren en de steenbreekvaren.

LAWAAIPAPEGAAIEN

Veel dieren hebben hun natuurlijke omgeving verlaten en zijn een nieuw leven begonnen temidden van de torenhoge bouwwerken van staal en beton. De merel was ooit een schuwe bosvogel. Sinds de twintigste eeuw zingt hij zijn lied van onze daken. Ook het konijn is naar de stad gemigreerd. De eerste vos in Rotterdam werd in 2001 waargenomen. Een slechtvalk kijkt vanaf de letter E van het Erasmus Medisch Centrum neer op Rotterdam.

De stad is een rotsgebergte, waarin oude voedselketens worden hersteld en nieuwe gevormd. 'Rotsduiven, in de vorm van verwilderde postduiven, volgden dezelfde gang naar de steden en vormen nu het hoofdvoedsel van stadsslechtvalken,' zegt Kees Moeliker, hoofdcurator van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam. 'In Rotterdam vinden we het bewijs daarvan op de Willemsbrug: er liggen talloze afgekloven duivenkarkassen. Slechtvalken kijken ook al met een schuin oog naar een andere smakelijke stadsvogel, de halsbandparkiet, die als exoot eigenlijk nog geen natuurlijke vijanden heeft. Nog even en die lawaaipapegaaien moeten er ook aan geloven.'

▼ **Afb. 1** Wachtende reiger.

▶ **Afb. 2** Slechtvalk kijkt neer op de stad.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Die nieuwkomers vormen samen met de bestaande populaties van inheemse soorten een nieuwe levensgemeenschap. Maar intussen verdwijnen er ook soorten via de achterdeur. Om het in een stedelijke omgeving vol te houden moet je een generalist zijn; voor specialisten is geen plaats. Je moet je aanpassen, zoals Rinus de blauwe reiger doet. Roerloos stilstaan is een strategie die uitstekend werkt als je een visje of een kikkertje in een sloot wil verschalken. Maar dezelfde strategie werkt ook, als je voor een café staat. Uiteindelijk komt er wel iemand naar buiten om je een plakje kippenworst te geven.

opdrachten

1 Neem de tabel over en noteer de volgende begrippen bij het juiste organisatieniveau. Kies uit: *blauwe reiger – levensgemeenschap – oog – slechtvalken – stad – tongvaren – voedselketen*.

Organisatieniveau	Begrip
Biosfeer	
Ecosysteem	
Populatie	
Organisme	
Orgaan	
Cel	

2 Om het in een stedelijke omgeving vol te houden moet je een generalist zijn.
- a Waarom houden generalisten het wel vol in een stedelijke omgeving en specialisten niet?
- b Zijn generalisten vooral afhankelijk van dichtheidsafhankelijke factoren of van dichtheidsonafhankelijke factoren? Geldt dit ook voor specialisten? Leg je antwoord uit.
- c Stel een voedselketen samen (zonder huisdieren), die je kunt tegenkomen in de stad.

3 Beton-, cement- en metaaloppervlakken absorberen uit zonlicht meer warmte-energie dan ze reflecteren. Een van de kenmerkende abiotische factoren van een stad is daardoor de hoge temperatuur.
- a Noteer nog twee abiotische factoren die kenmerkend zijn voor de stad.
- b Door de hoge temperatuur gaan futen in een stedelijke omgeving eerder baltsen dan op het platteland.
  Noteer van de abiotische factoren die je hebt genoteerd bij opdracht 3a wat de effecten ervan zijn op dieren en eventueel planten.

4 De stad wordt dikwijls beschouwd als een climaxecosysteem. Een climaxecosysteem verschilt in een aantal opzichten van een pioniersecosysteem. Zet de kenmerken van een climaxecosysteem onder elkaar en leg voor elk kenmerk uit of het geldt voor een stad.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Practica

practicumopdracht 1

Biodiversiteit

BASISSTOF 5

Biodiversiteit of biologische diversiteit is een begrip dat wordt gebruikt voor de graad van verscheidenheid (soorten, genen, ...) binnen een ecosysteem. In dit practicum ga je de biodiversiteit van twee verschillende gebieden vergelijken.

MATERIAAL

- een computer met Excel
- Excelbestand met de gegevens uit afbeelding 1

METHODE

Je doet dit met behulp van de diversiteitsindex, ook wel Yule's index genoemd. De diversiteitsindex is gebaseerd op het meten van de soortenrijkdom. Je meet de soortenrijkdom in twee verschillende gebieden. Het kan bijvoorbeeld gaan om het aantal diersoorten in de strooisellaag van een loofbos en een naaldbos, maar ook om het aantal vogelsoorten in een woonwijk en in een park, het aantal bacteriën op de deurkruk van het toilet en aan de binnenkant van je broodtrommel. Ook kun je denken aan het aantal plantensoorten per kwadrant in twee verschillende graslanden of het aantal waterdieren in twee verschillende sloten.

De index houdt rekening met het aantal verschillende soorten in een gebied en de verhouding tussen de gevonden aantallen. Op het schoolplein van school A komen bijvoorbeeld vijf verschillende korstmossen voor: twintig van elke soort. Op het schoolplein van school B komen ook vijf verschillende soorten voor: 45 van één soort, twee van een andere soort en van drie andere soorten elk één exemplaar. Het aantal soorten korstmossen is op elk schoolplein gelijk. De diversiteit op schoolplein A is echter veel groter. De diversiteitsindex Y (Yule's index) brengt deze verschillen aan het licht.

$$Y = \frac{N^2}{n_1(n_1 - 1) + n_2(n_2 - 1) + \ldots \text{ enz.}}$$

N is het totaal aantal waarnemingen in een gebied.
$n_1, n_2, \ldots$ is aantal waarnemingen van eerste, tweede, ... soort.
Y is de kans dat na een waarneming van soort A bij een volgende waarneming een andere soort B zal worden waargenomen.

Bij het bepalen van de diversiteit probeer je het totaal aantal waarnemingen (N) in elk gebied dat je onderzoekt zoveel mogelijk gelijk te houden. Zo is in afbeelding 1 zowel in tuin 1 als in tuin 2 het aantal dieren 75. Het aantal soorten in tuin 1 en tuin 2 verschilt weinig. Toch is de biodiversiteit in tuin 1 groter door de verhouding waarin de verschillende soorten voorkomen.

- Voer volgens de natuurwetenschappelijke methode een onderzoek uit naar de soortenrijkdom van een bepaalde groep organismen in twee verschillende gebieden met behulp van de diversiteitsindex.
- Van je docent krijg je een Excel-bestand. In dit bestand zijn de gegevens uit afbeelding 1 als voorbeeld ingevuld. Vul in het Excel-bestand je meetgegevens in en bereken met behulp van het bestand de diversiteitsindex.
- Beschrijf de fasen van je onderzoek.

Afb. 1 Vergelijking van het aantal bodemdieren in twee verschillende biotopen (methode: lijntransect).

Soort	Tuin 1	Tuin 2
Pissebed	12	34
Miljoenpoot	9	1
Mier	0	28
Huisjesslak	5	0
Rolpissebed	8	1
Gewone loopkever	12	1
Duizendpoot	8	2
Naaktslak	6	1
Oorworm	7	2
Kortschildkever	4	0
Kruisspin	4	5
Aantal soorten	10	9
Totaal	75	75

RESULTAAT

Een overzichtelijke weergave van de resultaten.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

practicumopdracht 2

Modelleren met Coach

BASISSTOF 5

MATERIAAL
- een computer met modelleerprogramma Coach 6 (of hoger)
- een model met konijnen en grassen in het duin (graskonijn.cmr)

In het ecosysteem duin eten vossen konijnen (predator-prooirelatie) en konijnen eten grassen (vraatrelatie). Door deze relaties hebben soorten invloed op het verloop van de populatiegroei van andere soorten. In dit practicum ga je de invloed van twee soorten op elkaar onderzoeken met behulp van een computermodel.

ONDERZOEKSVRAAG

Hoe ontwikkelen zich de aantallen van twee populaties (grassen en konijnen) die een onderlinge voedselrelatie hebben?

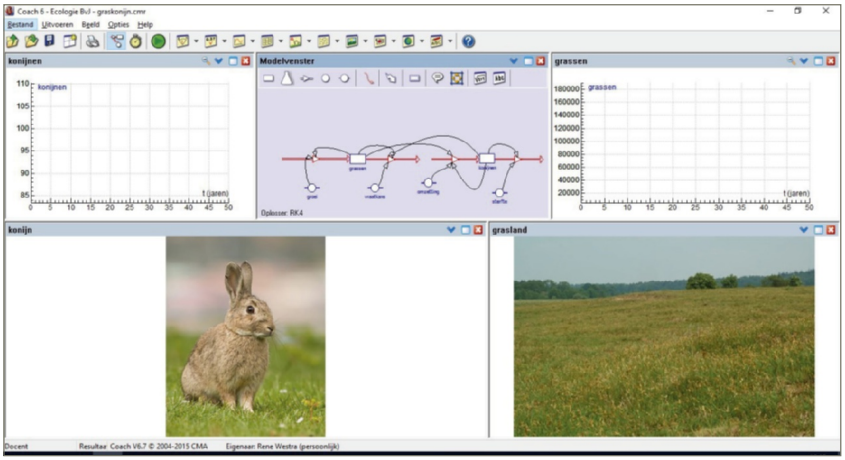
HYPOTHESE

Als er meer grassen groeien, zal het aantal konijnen toenemen, waardoor het aantal grassen afneemt. Daardoor neemt vervolgens het aantal konijnen af.

METHODE
- Ga naar het modelleergedeelte van het computerprogramma Coach en open het model graskonijn.cmr.
- Onderzoek het model. Dubbelklik daartoe op de vier rode pijlen.

1 Leg de formules uit die je te zien krijgt.
   - Bepaal met welke dichtheden je begint door op de voorraadgrootheden ‘konijnen’ en ‘grassen’ te dubbelklikken.
   - Laat nu het model het verloop van de aantallen grassen en konijnen gedurende honderd jaar doorrekenen door op de groene knop ‘run’ te klikken.
2 Noteer het resultaat. Verklaar het resultaat van de computerberekeningen.

   De konijnen kunnen worden geveld door een dodelijke epidemie. Onderzoek wat er gebeurt als je in dit model het aantal konijnen waarmee je begint vermindert tot de helft.
3 Formuleer eerst een hypothese over het verloop van de grafieken.
4 Test daarna wat er in het model gebeurt. Geef hiervan een korte beschrijving.
   - Zet de hoeveelheid konijnen weer terug op het oorspronkelijke aantal.
   - Het kan ook zijn dat het aantal grassen vermindert door maaien, een overstroming in het duingebied of doordat ganzen op een bepaald moment veel gras opeten. Onderzoek wat er gebeurt als je de hoeveelheid grassen 5, 10 of 100× zo klein maakt.
5 Formuleer weer eerst een hypothese over het verloop van de grafieken.
6 Test en beschrijf wat er gebeurt.



Afb. 2 Scherm van het model graskonijn.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Het model kan worden uitgebreid. Er komen konijnen uit andere gebieden naar het duingebied.

– Klik op een constante (het vijfde symbool van links in het modelvenster) en sleep deze in het model. Noem deze constante 'toestroom'. Geef deze constante een beginwaarde van 0.

Niet alle nieuwe konijnen uit de toestroom zullen het gebied binnenkomen, doordat de aanwezige konijnen hun territoria zullen verdedigen.

– Maak een nieuwe constante 'immigratie'. Deze zal afhangen van de toestroom en van de al aanwezige konijnen.
– Klik op een relatiepijl in het modelvenster (het zesde symbool van links) en sleep deze in het model. Verbind met deze pijl toestroom met immigratie. Doe hetzelfde voor konijnen en immigratie.
– Dubbelklik nu op immigratie en vul bij 'Definitie immigratie' een van de volgende vier formules in:
  0 + aanvoer/konijnen
  0 – aanvoer/konijnen
  0 + aanvoer*konijnen
  0 – aanvoer*konijnen

7 Bedenk en leg uit welke formule het meest logisch is.

– Test nu het model met de oorspronkelijke hoeveelheid grassen en konijnen. Verhoog de waarde van de toestroom stapsgewijs vanaf 0 tot maximaal 800 konijnen.

8 Verklaar de resultaten van de computerberekeningen.

RESULTAAT

9 Vat de uitkomsten bij de verschillende stappen in het onderzoek samen.

CONCLUSIE

10 Beantwoord de onderzoeksvraag.
Is de hypothese juist?

DISCUSSIE

Beantwoord de volgende vragen.

11 Leg uit hoe je, ook bij twee voor jou totaal onbekende soorten, aan de grafieken kunt zien wie wie opeet (noteer twee factoren).

12 Vind je dat zo'n model nuttig is, ook al is het een sterk vereenvoudigd beeld van de werkelijkheid?

13 Noteer een aantal zaken dat in het model is weggelaten, maar dat in de werkelijkheid wel een rol speelt.

practicumopdracht 3

Simuleren met Ecosim

▸▸ BASISSTOF 5

MATERIAAL

– een computer met simulatieprogramma Ecosim
– een model met knoflookpadden en zonnebaarzen in drie vennen

Een voorbeeld van een invasieve exoot is de zonnebaars. Deze vis is vanuit Amerika via vijvers in de Nederlandse wateren terechtgekomen en bedreigt daar andere soorten. In dit practicum onderzoek je maatregelen om dit tegen te gaan.

ONDERZOEKSVRAGEN

– Hoe ontwikkelen zich de aantallen van twee populaties (knoflookpadden en zonnebaarzen) als de laatstgenoemde het ecosysteem van de eerstgenoemde binnenkomen en de soorten een onderlinge voedselrelatie ontwikkelen?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

– Wat kun je doen als de relatie zich voor de populatie van de knoflookpad ongunstig ontwikkelt?

Afb. 3 Game Zonnebaarsellende met de drie vennen.

HYPOTHESE

Formuleer bij beide onderzoeksvragen een hypothese.

METHODE

– Bekijk op YouTube de introductievideo van het natuurbeheersimulatie-programma Ecosim.
– Open het programma Ecosim 2 en start de game Zonnebaarsellende.

In een introductie in de delen 1 en 2 leer je hoe het programma werkt. Je zoekt informatie op in de bibliotheek van het programma over de zonnebaars, de knoflookpad en de drie vennen waarin zij kunnen leven. Je formuleert vervolgens een hypothese over de ontwikkeling van de populatie van de knoflookpad en die van de zonnebaars in die drie vennen. Je laat de populaties zich een aantal jaren ontwikkelen en maakt en bekijkt grafieken van de populatieontwikkeling van beide. Daarna begint het eigenlijke werk in deel 3. Hoe kan de groei van de invasieve exoot ten koste van de knoflookpad worden tegengegaan? Je formuleert hypothesen en voert op grond daarvan maatregelen uit om antwoord te krijgen op de onderzoeksvraag.
Je onderzoekt het effect en de kosten van de door jou bedachte maatregelen. Probeer maatregelen te vinden met het hoogste rendement en de minste kosten.

RESULTAAT

– Noteer de resultaten van je onderzoek in het verslag dat je tijdens de game maakt.
– Voeg de grafieken en teksten uit het programma in het verslag in.

CONCLUSIE

De zonnebaars neemt inderdaad eerst in aantal toe en zorgt voor een afname van de knoflookpad.

DISCUSSIE

1 Als de hypothese(n) wordt (worden) verworpen, wat is daarvan dan de verklaring? Kijk vooral naar de resultaten in ven 3.
2 Leg uit dat de beste maatregel niet alleen afhangt van het hoogste rendement in het terugdringen van de zonnebaars.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Samenvatting

LEERDOEL 1 ▸▸ BASISSTOF 1

Je kunt uitleggen dat de organisatieniveaus binnen de ecologie hun eigen emergente eigenschappen hebben.

- Ecologie: de wetenschap waarbij de wisselwerking tussen organismen en hun omgeving wordt bestudeerd.
- Molecuul: ecologen onderzoeken vooral DNA.
  - DNA geeft informatie over de organismen die in een gebied leven.
- Organisme (individu): individueel levend wezen, biologische eenheid die levensverschijnselen vertoont.
  - Emergente eigenschappen zijn bijv. leeftijd en geslacht.
- Populatie: een groep organismen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die samen een voortplantingsgemeenschap vormen.
  - Emergente eigenschappen zijn bijv. dichtheid, geboortecijfer en sterftecijfer.
- Ecosysteem: een min of meer natuurlijk begrensd deel van de biosfeer, zoals een duingebied, een heideveld.
  - Ieder ecosysteem heeft kenmerkende biotische en abiotische factoren.
  - Emergente eigenschappen zijn bijvoorbeeld stof- en energiestromen en relaties tussen populaties.
- Biosfeer: het gedeelte van de aarde en de atmosfeer (dampkring) dat door organismen wordt bewoond.
  - Een emergente eigenschap is de samenstelling van de dampkring.

LEERDOEL 2 ▸▸ BASISSTOF 1

Je kunt biotische en abiotische factoren binnen een ecosysteem benoemen.

- Biotische factoren: invloeden afkomstig van de levende natuur.
  - Op elkaar: soortgenoten, predatoren, prooidieren, ziekteverwekkers.
  - Op de levenloze natuur.
- Abiotische factoren: invloeden afkomstig van de levenloze natuur.
  - Voor landorganismen o.a. klimaat (temperatuur, licht, wind en neerslag) en bodemgesteldheid.
  - Voor waterorganismen o.a. temperatuur, zuurstofgehalte, zoutgehalte, licht en stroming.

LEERDOEL 3 ▸▸ BASISSTOF 2

Je kunt de invloed van de belangrijkste abiotische factoren op organismen beschrijven.

- Bodemgesteldheid.
  - Zand heeft grote bodemdeeltjes, bevat veel lucht en weinig water en kan water niet goed vasthouden.
  - Klei heeft kleine bodemdeeltjes, bevat weinig lucht en veel water en kan water goed vasthouden.
  - Humus verbetert de structuur van de bodem en gaat uitspoeling van mineralen naar diepere bodemlagen tegen.
  - Andere factoren die de bodemgesteldheid bepalen: o.a. de pH (zuurgraad), grondwaterstand, gehalte aan mineralen.
- Licht.
  - Zonplanten groeien het best bij een hoge lichtintensiteit (bijv. in het open veld), schaduwplanten het best bij een lage lichtintensiteit (bijv. op de bodem van een loofbos).
  - De daglengte heeft bij veel organismen invloed op het tijdstip van voortplanting (bijv. de bloemvorming bij planten en de paring en eileg bij dieren).
  - In zeeën en oceanen dringt alleen licht door in de bovenste lagen.
- Water.
  - Landplanten in een vochtig milieu hebben zwak ontwikkelde wortelstelsels, bladeren met een dunne cuticula en veel huidmondjes.
  - Landplanten in een droog milieu hebben goed ontwikkelde wortelstelsels, bladeren met een dikke cuticula en weinig huidmondjes (speciaal aan de onderkant van de bladeren).
- Temperatuur.
  - De enzymactiviteit is afhankelijk van de temperatuur.
  - Bij een lage temperatuur kunnen poikilotherme dieren niet actief zijn.
  - In warme gebieden zijn de lichaamsuitsteeksels bij homoiotherme dieren groter dan in koude gebieden.

LEERDOEL 4 ▸▸ BASISSTOF 2

Je kunt veranderingen van abiotische en biotische factoren en hun onderlinge wisselwerking beschrijven.

- Tolerantie: het vermogen van organismen om schommelingen in een abiotische factor te verdragen.
- Verspreidingsgebied (areaal): het gebied op aarde waar organismen van een bepaalde soort voorkomen.
  - Soorten met een grote tolerantie hebben een groot verspreidingsgebied.
- Een optimumkromme voor een abiotische factor geeft weer:
  - de tolerantiegrenzen (het minimum en het maximum);
  - het tolerantiegebied (het traject tussen minimum en maximum);
  - het optimum (de gunstigste waarde).

LEERDOEL 5 ▸▸ BASISSTOF 3

Je kunt binnen een ecosysteem vormen van concurrentie en van coöperatie onderscheiden.

- Concurrentie binnen een populatie.
  - Bijv. concurrentie om voedsel, ruimte, een partner, licht.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

  - Natuurlijke selectie: de organismen die het best zijn aangepast aan het milieu, hebben de grootste overlevingskans.
- Concurrentie tussen populaties.
  - Meestal minder sterk dan binnen een populatie.
  - Niche (nis): de rol die een soort speelt in het geheel van relaties in een ecosysteem.
- Coöperatie binnen een populatie.
  - Bijv. voor voedsel, bescherming tegen vijanden, bij de voortplanting.
  - Samenwerking in paren, in groepen of in staten.
- Coöperatie tussen populaties.
  - Bijv. voor voedsel, voortplanting.
  - Symbiose: langdurige samenleving van organismen van verschillende soorten.
- Drie vormen van symbiose:
  - mutualisme: de organismen van beide soorten hebben voordeel (bijv. schimmels en algen in korstmossen);
  - commensalisme: de organismen van de ene soort hebben voordeel en de organismen van de andere soort geen voordeel en geen nadeel (bijv. boomalg);
  - parasitisme: een parasiet leeft op of in een organisme van een andere soort en onttrekt er voedsel aan (bijv. vlooien, luizen, lintworm, maretak, duivelsnaaigaren).

LEERDOEL 6 ▸▸ BASISSTOF 3

Je kunt beschrijven hoe de populatiedichtheid wordt beïnvloed door factoren.

- Populatiedichtheid: gemiddeld aantal organismen van een soort per oppervlakte-eenheid (op het land) of per volume-eenheid (in het water).
- Factoren die van invloed zijn op de populatiedichtheid:
  - dichtheidsafhankelijke factoren: predatie, parasitisme, ziekte, voedselconcurrentie;
  - dichtheidsonafhankelijke factoren: meestal veroorzaakt door het klimaat of door de mens.
- Biologisch evenwicht: een toestand waarin de populatiedichtheid van elke soort in een ecosysteem schommelt om een bepaalde waarde.
- Onder invloed van dichtheidsafhankelijke factoren wordt een biologisch evenwicht gehandhaafd door negatieve terugkoppeling.
  - Als de populatiedichtheid groter wordt, nemen predatie, parasitisme en ziekten toe en neemt de hoeveelheid voedsel af. Hierdoor daalt de populatiedichtheid weer.
  - Als de populatiedichtheid kleiner wordt, nemen predatie, parasitisme en ziekten af en neemt de hoeveelheid voedsel toe. Hierdoor stijgt de populatiedichtheid weer.
- Parameters om veranderingen in de populatiedichtheid te analyseren:
  - geboortecijfer: aantal organismen dat per tijdseenheid door voortplanting ontstaat (meestal per duizend organismen per jaar);
  - sterftecijfer: aantal organismen dat per tijdseenheid sterft (meestal per duizend organismen per jaar);
  - immigratie: aantal binnentrekkende individuen;
  - emigratie: aantal wegtrekkende individuen.
- Als een soort zich nieuw in een ecosysteem vestigt, kan populatiegroei plaatsvinden.
  - Invasieve exoten bezitten eigenschappen waardoor ze zich in het nieuwe leefgebied kunnen vestigen en verspreiden. Het gevaar is dat ze inheemse soorten verdringen.
  - Als de soort goed is aangepast aan het nieuwe milieu, vindt in de beginfase exponentiële groei plaats.
  - Als de hulpbronnen (bijv. voedsel) beperkt zijn en/of als er natuurlijke vijanden aanwezig zijn, stelt zich na de beginfase een biologisch evenwicht in (S-vormige groeicurve).
  - Als de hulpbronnen onbeperkt zijn en als natuurlijke vijanden ontbreken, gaat de exponentiële groei na de beginfase door (J-vormige groeicurve). Dit kan leiden tot een plaag.
- Draagkracht: de maximale populatiegrootte die over langere tijd in een ecosysteem kan worden gehandhaafd.
  - Als na exponentiële groei de draagkracht wordt overschreden, stort de populatie in.
  - Na het instorten van de populatie kan zich een nieuw biologisch evenwicht instellen, meestal met een lagere draagkracht.

LEERDOEL 7 ▸▸ BASISSTOF 4

Je kunt de voedselrelaties en de informatienetwerken binnen een ecosysteem beschrijven.

- Veel planten maken signaalstoffen. Andere planten reageren op een signaalstof door bijvoorbeeld gifstoffen te maken.
- Voedselketen: een reeks soorten, waarbij elke soort voedselbron is voor de volgende soort.
  - Trofisch niveau: plaats in de voedselketen.
  - Het eerste trofische niveau bestaat uit autotrofe organismen.
- Voedselweb (voedselnet): het geheel van voedselrelaties in een levensgemeenschap.
  - Producenten leveren de organische stoffen waar het hele ecosysteem van leeft.
  - Consumenten van de eerste orde worden gegeten door consumenten van de tweede orde, die worden weer gegeten door consumenten van de derde orde, enz.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

  - Tot de consumenten behoren o.a. herbivoren (planteneters), carnivoren (vleeseters) en detrivoren (afvaleters: eten dode resten van planten en dieren).
  - Reducenten zorgen voor mineralisatie. Hierdoor komen er nieuwe anorganische stoffen beschikbaar voor de producenten.
- Koolstofassimilatie.
  - Assimilatie: vorming van grote organische moleculen uit kleine (anorganische) moleculen.
  - Koolstofassimilatie: vorming van glucose uit koolstofdioxide en water(stof).
  - Organismen die in staat zijn tot koolstofassimilatie, heten producenten.
  - Energie voor koolstofassimilatie is afkomstig van fotosynthese of chemosynthese.
  - Voortgezette assimilatie: vorming van koolhydraten, eiwitten, vetten en DNA uit glucose.
- Heterotrofe organismen zijn niet in staat glucose te vormen uit anorganische stoffen.
  - Consumenten zijn heterotrofe organismen.
- Bij dissimilatie worden organische moleculen afgebroken.
  - Hierbij komt energie vrij.

LEERDOEL 8 ▸▸ BASISSTOF 4

Je kunt de energiestroom door een ecosysteem beschrijven

- De voedselrelaties in een ecosysteem kun je weergegeven in ecologische piramiden.
  - Piramide van aantallen: geeft van elk trofisch niveau het aantal organismen weer.

Pionierecosysteem	Climaxecosysteem
Sterk wisselende abiotische factoren	gematigde abiotische factoren
Vaak een humusarme bodem	een humusrijke bodem
Een kleine diversiteit aan soorten	een grote diversiteit aan soorten
Een eenvoudig voedselweb	een ingewikkeld voedselweb
Weinig gespecialiseerde nissen	sterk gespecialiseerde nissen
Een geringe biomassa	een grote biomassa
De productie is groter dan de afbraak.	De productie is gelijk aan de afbraak.
De kringlopen zijn open.	De kringlopen zijn gesloten.
De vegetatie is nauwelijks gelaagd.	De vegetatie bestaat uit meerdere lagen.

  - Piramide van biomassa: geeft van elk trofisch niveau de biomassa (het totale gewicht aan organische stoffen) weer.
- Productiviteit van een ecosysteem:
  - Bruto primaire productie (BPP): alle biomassa die in een ecosysteem bij de fotosynthese wordt gevormd. Een deel hiervan wordt verbruikt bij de dissimilatie in de autotrofe organismen.
  - Netto primaire productie (NPP): alle biomassa waarmee nieuwe weefsels worden gevormd in de autotrofe organismen.
- De energiestroom door een ecosysteem:
  - In elke schakel van een voedselketen treedt energieverlies op door afgestorven weefsels, door onverteerd voedsel en door dissimilatie.
  - Je kunt berekeningen uitvoeren met informatie over de energiestroom in een ecosysteem.

LEERDOEL 9 ▸▸ BASISSTOF 5

Je kunt veranderingen in een ecosysteem beschrijven.

- Successie: verandering van de soortensamenstelling van een levensgemeenschap, zodat deze geleidelijk in een andere overgaat.
- Pionierecosysteem: ecosysteem dat als eerste ontstaat in een onbegroeid gebied.
- Climaxecosysteem: laatste stadium in de successie.
  - Bijv. tropische regenwouden, koraalriffen en (in Nederland) loofbossen.
- Primaire successie: successie op een kale ondergrond.
- Secundaire successie: successie als er al een humusbevattende bodem aanwezig is.
  - Humus: een mengsel van organische en anorganische stoffen en micro-organismen (reducenten).
  - Bijv. de successie na het kappen van een bos.
- Gelaagdheid: door successie krijgt de vegetatie verschillende lagen (mossen, kruiden, struiken, bomen).
- Erosie: bij erosie spoelt of waait de bovenste laag van de bodem weg.
- Verlanding: successie in een plas.
- Een ecosysteem kan in verschillende evenwichtssituaties verkeren.
  - Het omslagpunt (kantelpunt) is de overgang tussen twee evenwichtssituaties.

LEERDOEL 10 ▸▸ BASISSTOF 5

Je kunt in een model gegeven informatie over ecosystemen gebruiken, bewerken en analyseren.

- Een model is een vereenvoudigde voorstelling van de werkelijkheid.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

- Ecologisch model:
  - voorraadgrootheden: onderdelen waar iets bij komt of af gaat;
  - constanten: factoren die niet door iets anders in het model worden beïnvloed;
  - stroompijlen: geven instroom of uitstroom aan.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt de volgende vaardigheden geoefend:

- doelgericht zoeken en verwerken van informatie;
- mondeling communiceren over natuurwetenschappelijke onderwerpen;
- analyseren welke rol biodiversiteit en successie hebben in natuurwetenschappelijk onderzoek;
- toepassen van verschillende fasen en evalueren van natuurwetenschappelijk onderzoek;
- modelleren van veranderingen in een ecosysteem en voorspellen en valideren van resultaten in een model;
- geven van een beargumenteerde mening;
- verwoorden van betekenissen van de natuur voor jezelf en anderen;
- vorm-functiedenken op het niveau van organismen;
- beredeneren van gevolgen van veranderingen in een levensgemeenschap of ecosysteem (ecologisch denken);
- verklaren van aanpassingen op het niveau van populaties met behulp van evolutiemechanismen (evolutionair denken);
- met elkaar in verband brengen van ecologische processen op verschillende organisatieniveaus (systeemdenken).

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Examentrainer

VOSSEN VERANDEREN EEN ECOSYSTEEM

Naar: pilot examen vwo 2011-1, vraag 8.

Tussen Alaska en Siberië strekt zich over een afstand van 1500 km een keten van eilanden uit, de Aleoeten. Op de eilanden nestelen van oudsher miljoenen visetende zeevogels, zoals alken, papegaaiduikers en meeuwen. De begroeiing van sommige eilanden wordt gedomineerd door grassen.

De op de eilanden nestelende zeevogels dragen bij aan de verrijking van de bodem en daarmee aan de bruto primaire productie (BPP) op de eilanden.

2p **1**
- Leg uit dat door nestelende zeevogels de bodem van de eilanden steeds meer wordt verrijkt.
- Waardoor kan dit de BPP verhogen?

ONDERZOEK NAAR OORZAKEN BIJENSTERFTE

Naar: examen vwo 2016-1, vragen 1, 2, 3 en 5.

Het gaat slecht met de honingbij, niet alleen in Nederland maar wereldwijd. Terwijl in Nederland vroeger zo'n acht procent van de bijen de winter niet overleefde, is dat tegenwoordig bijna een derde van alle honingbijen. Niet alleen imkers, maar ook fruittelers maken zich zorgen. De massale bijensterfte is een bedreiging voor onze voedselvoorziening.

De oorzaken voor de 'bijenverdwijnziekte' worden nog niet goed begrepen. Een belangrijke rol is in ieder geval weggelegd voor de varroamijt (*Varroa destructor*), een parasiet van de honingbij. Volgens anderen is het gebruik van bepaalde gewasbeschermingsmiddelen, de neonicotinoïden zoals imidacloprid, de belangrijkste oorzaak voor het verdwijnen van de bijen. Het is lastig vast te stellen of dit laatste werkelijk het geval is. Varroamijten komen oorspronkelijk uit Azië waar ze worden aangetroffen op de Indische honingbijen. De mens heeft de overstap naar Europese honingbijen mogelijk gemaakt. In Nederland werden varroamijten voor het eerst gevonden in 1983, nu komen ze overal voor. De mijt legt eitjes op de bijenlarven in de broedcellen van de bijenkolonie. De uitgekomen mijten hechten zich stevig vast aan de larven, poppen en volwassen honingbijen en zuigen lichaamsvloeistoffen op.

Varroamijten die een bijenkorf binnendringen, kunnen er lange tijd verblijven en zich snel vermeerderen.

2p **2** Geef hiervoor twee verklaringen.

Imidacloprid kwam eind vorige eeuw op de markt als gewasbeschermingsmiddel tegen vraatinsecten. Het wordt voornamelijk toegepast als preventieve bescherming op zaden (zaadcoating). Na ontkieming van de zaden verspreidt het gif zich door de hele plant, inclusief het stuifmeel. Het middel is zeer toxisch (giftig) voor bijen. Gebruik is daarom niet toegestaan op plaatsen waar bijen actief naar voedsel zoeken en in de buurt van in bloei staand onkruid.

Imidacloprid wordt onder andere gebruikt bij de teelt van maïs. Vanuit de gecoate maïskorrels verspreidt het gewasbeschermingsmiddel zich onder andere naar de bladeren van de groeiende plant. Hierdoor wordt het gewas beschermd en uiteindelijk ook de maïsoogst.

1p **3** Waardoor is verspreiding van het insecticide juist naar de bladeren van de maïsplant een effectieve manier om vraatinsecten te bestrijden?

2p **4** Leg uit dat het tegen vraat beschermen van de bladeren van de plant een goede maïsoogst veilig kan stellen.

Bijen die met een hoge dosis imidacloprid in aanraking komen, gaan stuiptrekken, raken verlamd en gaan uiteindelijk dood. In lage doses verstoort het onder andere het poetsgedrag, het oriëntatievermogen, de bijendans (aanwijzing waar voedsel zich bevindt) en het foerageren. Ook zijn er aanwijzingen dat de weerstand tegen ziekten vermindert.

3p **5** Beschrijf hoe blootstelling van honingbijen aan een lage dosis imidacloprid een negatief effect kan hebben:
- op een individuele bij;
- en daardoor op de bijenpopulatie;
- en daardoor op het ecosysteem waar de bij deel van uitmaakt.

AVONDKOEKOEKSBLOEM WORDT LASTIG ONKRUID

Pilot examen vwo 2010-2, vraag 20 t/m 23.

Het voormalige Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij (nu onderdeel van het Ministerie van Economische zaken) is steeds meer geïnteresseerd in het onderzoek naar exoten. Dat zijn nieuw binnengekomen of uitgezette planten en dieren, die een bedreiging kunnen zijn voor de

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

inheemse flora en fauna. Maar ook het omgekeerde kan voorkomen: dat Nederlandse soorten elders een plaag veroorzaken.

▶ **Afb. 1**

Silene latifolia

Het NIOO (Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek) heeft onderzoek gedaan aan de Europese avondkoekoeksbloem (*Silene latifolia*), die zich in Amerika in twee eeuwen tijd ontwikkeld heeft tot een wijd verbreid onkruid. Zaden van de plant staken in de achttiende eeuw als verstekeling aan boord van graanschepen de Atlantische oceaan over. Op het Amerikaanse continent heeft de plant veel minder belagers dan in haar oorspronkelijke ecosysteem in Europa. De plant groeit er snel en produceert veel zaden. De ecologen doen onderzoek naar de concurrentiekracht van deze Amerikaanse variant van de avondkoekoeksbloem om een antwoord te vinden op de vraag waarom soorten uit het ene continent bij de introductie in een ander continent kunnen uitgroeien tot een plaag.

Er zijn veel voorbeelden bekend van planten die op een ander continent sneller groeien en zich sneller voortplanten dan op hun oorspronkelijke standplaats. Het (micro)-klimaat is meestal niet erg verschillend tussen de twee groeiplaatsen. De oorzaak moet dus eerder gezocht worden bij de biotische factoren, zoals andere planten en planteneters.

2p **6** Noteer twee andere biotische factoren die de groei en voortplanting van de avondkoekoeksbloem kunnen beïnvloeden.

De grote invasiesnelheid van een immigrant, zoals de Europese avondkoekoeksbloem in de VS, kan worden verklaard uit veranderde omgevingsfactoren. Het kan echter ook een genetische verandering van de nieuwkomers zelf zijn. Dit is onderzocht in een 'common garden' experiment: op twee kale proefveldjes in Nederland werden onder identieke omstandigheden exemplaren van de oorspronkelijke Europese avondkoekoeksbloem (veldje 1) en exemplaren van de daaruit ontwikkelde Amerikaanse variëteit (veldje 2) opgekweekt. De Amerikaanse planten bleken sneller te groeien en meer kiemkrachtige zaden te produceren dan de Europese planten.

Het is mogelijk dat door natuurlijke selectie de avondkoekoeksbloem in de VS meer energie is gaan investeren in groei en voortplanting en minder in de verdediging tegen vraat.

2p **7** Welke waarneming in dit 'common garden' experiment zou een ondersteuning zijn voor deze hypothese?
- A De Amerikaanse planten zijn na enige tijd minder aangetast door insecten dan de Europese planten.
- B De Amerikaanse planten zijn na enige tijd meer aangetast door insecten dan de Europese planten.
- C De Amerikaanse planten verspreiden zich uiteindelijk niet buiten het proefveldje, en de Europese planten wel.
- D De Amerikaanse planten verspreiden zich uiteindelijk buiten het proefveldje, en de Europese planten niet.

Dat de Amerikaanse variëteit op het proefveldje beter presteerde dan de Europese avondkoekoeksbloemen kan ook komen door de onnatuurlijke omstandigheden op de proefveldjes. Om tot een zekerder conclusie te komen is een vervolgexperiment nodig.

1p **8** Welke onderzoeksvraag dient in dit vervolgexperiment beantwoord te worden?

Agressieve uitbreiding van een plant kan ook het gevolg zijn van hybridisatie: kruising van een geïntroduceerde soort met een reeds aanwezige soort tot een nieuwe hybride. In dit geval kan het tientallen jaren duren voordat de nieuwe soort zich agressief uitbreidt. Over de oorzaak van deze lange periode worden de volgende uitspraken gedaan:
1. Het product van hybridisatie van twee verschillende soorten is veelal onvruchtbaar.
2. Door kruising van twee verschillende soorten ontstaan ook nieuwe combinaties van genen die niet gunstig zijn.
3. Het kost tijd voordat de best aangepaste hybriden een aanzienlijk deel van de populatie vormen.

2p **9** Welke van deze uitspraken geven een juiste verklaring voor de lange tijdsperiode tussen introductie van een soort en het (door kruising met een al aanwezige soort) ontstaan van een agressieve verwante soort?
- A alleen 1 en 2
- B alleen 1 en 3
- C alleen 2 en 3
- D zowel 1, als 2, als 3

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

6 Mens en milieu

De mens is niet altijd zorgvuldig omgegaan met het milieu. Daardoor is veel natuur beschadigd of verdwenen en is ons milieu verontreinigd geraakt. Maar mensen zijn zich steeds meer bewust van de milieuproblemen en zoeken naar manieren om ze op te lossen. Door de belangrijkste oorzaken van de milieuproblemen en de gevolgen daarvan te onderzoeken en te begrijpen, kunnen we het milieu beschermen.

ONTDEKKEN
Van afval tot energie 136

BASISSTOF
1 De relatie mens en milieu 138
2 Kringlopen 144
3 Voedselproductie 151
4 Energie 160
5 Natuurbescherming 166

SAMENHANG
Vissen aan de pil 170

PRACTICA 172

SAMENVATTING 173

EXAMENTRAINER 176

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Van afval tot energie

BASISSTOF 4

Wij mensen zijn toch wel een gekke eend in de bijt. In tegenstelling tot de natuur kunnen wij niet goed omgaan met afval en energie. We proberen het wel, maar het lukt nog niet zo goed.

In de natuur is de zon de belangrijkste energieleverancier. Planten zetten zonne-energie om in bruikbare energie, waarmee ze anorganische stoffen omzetten in organische stoffen waardoor ze groeien. In de biomassa die planten vormen, zit energie die door dieren, schimmels en bacteriën wordt verbruikt. Deze hele kringloop is in balans: er komt evenveel koolstofdioxide vrij als er wordt verbruikt. Mensen daarentegen verbranden fossiele brandstoffen voor hun energiebehoefte en brengen zo steeds meer koolstofdioxide in de lucht. Tegelijkertijd belasten mensen het milieu met afval.

Groen ondernemen

Gelukkig vinden bedrijven steeds meer mogelijkheden om dat afval om te zetten in energie. Zo heeft het Nederlandse ingenieursbureau Petrogas een methode bedacht om plastic afval om te zetten in dieselbrandstof. Petrogas bouwt nu voor 225 miljoen euro aan machines om diesel te maken uit plastic afval.

Nog zo'n groene ondernemer is Boyan Slat (1994). Hij bedacht op de middelbare school voor een profielwerkstuk een oplossing voor de 'plasticsoep'. Dat zijn drijvende vuilnisbelten van plastic afval in zee. De grootste ligt in de Stille Oceaan, tussen Hawaii en Californië, en heeft een oppervlakte vele malen groter dan Nederland.

'Ik had eigenlijk gewoon een technische oplossing voor een milieuprobleem. Ik begon het uit te werken, toen kwamen er mensen en geld bij en dan heet je opeens ondernemer.'

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Na de middelbare school ging Boyan naar de Technische Universiteit in Delft. Daar bleef hij bezig met zijn plan om die plasticsoep op te ruimen. Inmiddels is zijn idee uitgegroeid tot The Ocean Cleanup. 'Ik had eigenlijk gewoon een technische oplossing voor een probleem. Ik begon het uit te werken, toen kwamen er mensen en geld bij en dan heet je opeens ondernemer,' vertelt de Delftenaar. In 2016 werd het eerste prototype van zijn drijvende afvalvanger getest op de Noordzee.

▼ **Afb. 1** Boyan Slat.

opdrachten

Scholen verbruiken veel energie en produceren veel afval. De overheid stimuleert scholen om energie te besparen. Voor veel scholen wordt dat zelfs verplicht. Volgens de Wet milieubeheer moeten grootverbruikende scholen hun energieverbruik terugdringen. Een mogelijkheid om dat voor elkaar te krijgen, is het omzetten van het schoolafval in energie.
Omdat leerlingen de school goed kennen en vaak heel creatieve ideeën hebben, zijn zij de aangewezen personen om hiervoor een milieuvriendelijke oplossing te bedenken. Daarom vraagt de schoolleiding aan jullie een milieuadvies. Misschien kan jullie idee ook wel uitgroeien tot een groene onderneming!

1 Bedenk een duurzame manier van energieopwekking voor de school.
De directie wil dat jullie oplossing het afval binnen school reduceert en dat het plan zo veel mogelijk CO_2-neutraal is. De schoolleiding dacht zelf aan energiewinning uit de toiletten van de school (de zogenoemde zwarte waterstroom) en aan het gft-afval uit de schooltuin en de schoolkantine. Voor jullie oplossing mogen jullie bestaande technieken gebruiken, maar jullie kunnen natuurlijk ook een nieuwe techniek ontwikkelen.

Jullie advies omvat maximaal twee A4'tjes en bestaat uit drie delen: inleiding, kern en conclusie. In de inleiding beschrijven jullie het probleem. In de kern geven jullie de oplossing. Daarin staat onder andere waarom jullie manier van energieopwekking duurzaam is (komen er bijvoorbeeld schadelijke stoffen of extra broeikasgassen vrij?). Leg ook uit welke biologische processen plaatsvinden bij de omzetting van organische stoffen naar brandstoffen (of andere vormen van energie). In de conclusie vermelden jullie waarom nou juist jullie idee door de school moet worden opgevolgd. Gebruik in het afval-energieadvies in elk geval de volgende begrippen: fossiele brandstof, biomassa, biobrandstof en (versterkte) broeikaseffect. Maak gebruik van de informatie uit dit thema. Maken jullie ook gebruik van een internetbron, vermeld deze bron dan.
Jullie advies kan bestaan uit tekst en afbeeldingen, maar in overleg met de docent kunnen jullie ook voor een andere vorm kiezen.

2 Presenteer jullie plan in de vorm van een pitch (verkooppraatje) van ongeveer twee minuten.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

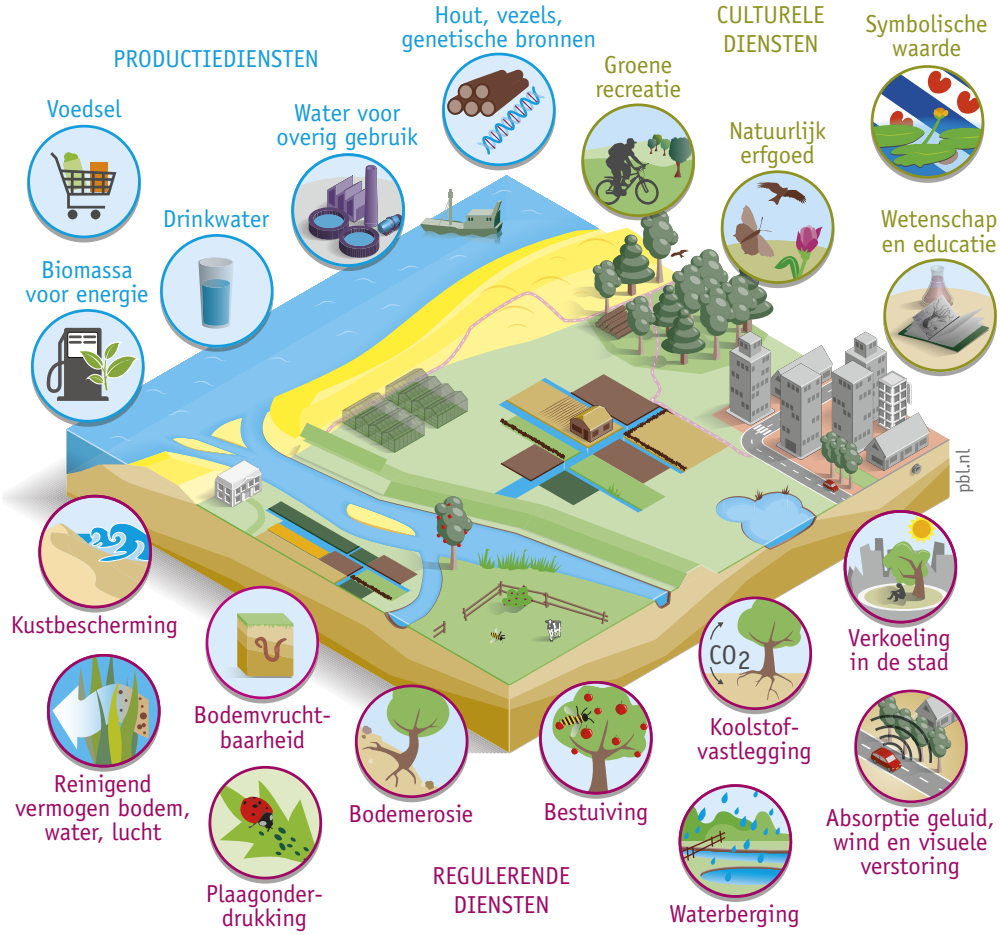
Leerdoelen
- Je kunt uitleggen hoe het bestaan van de mens afhankelijk is van de biodiversiteit.
- Je kunt de voornaamste oorzaken en gevolgen van de milieuproblemen noemen.

1 De relatie mens en milieu

Een bank, een adviesbureau en zelfs een grote jamfabrikant werkten samen om de bijensafari-app te ontwikkelen. Daarmee vragen ze aandacht voor de gezondheid van honingbijen. Dat klinkt misschien raar, maar voor een deel van onze voeding zijn we afhankelijk van bijen.

BIODIVERSITEIT

Wij mensen worden, net als andere organismen, beïnvloed door het milieu (de leefomgeving) en zijn afhankelijk van de biodiversiteit (de soortenrijkdom binnen een ecosysteem). Dankzij de biodiversiteit hebben we voedsel, medicijnen, kleding, brandstof, huisvesting, vruchtbare grond, schoon water, een stabiel klimaat, ontspanning en nog veel meer (zie afbeelding 1). De diensten en producten die ecosystemen aan mensen leveren, noem je **ecosysteemdiensten**. Er zijn drie categorieën:
- productiediensten: het verstrekken van een product door een ecosysteem, bijvoorbeeld drinkwater of voedsel;
- culturele diensten: bijvoorbeeld gelegenheid geven tot recreatie;
- regulerende diensten: dienst die de andere diensten ondersteunt, bijvoorbeeld de kringloop van nutriënten in een ecosysteem.



Afb. 1 Voorbeelden van ecosysteemdiensten in Nederland.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

MENSEN BEÏNVLOEDEN HET MILIEU

Als je het nieuws volgt, zou je denken dat mensen het milieu alleen maar negatief beïnvloeden. Menselijk ingrijpen verstoort immers het natuurlijke milieu, waardoor allerlei milieuproblemen ontstaan. We voegen stoffen aan het milieu toe, wat kan leiden tot vervuiling. Als we veel stoffen aan het milieu onttrekken, ontstaat juist uitputting. Als we het milieu ernstig veranderen, spreek je van aantasting.
Maar verstoring van het milieu kan ook een positieve invloed hebben. Door verstoring ontstaat variatie in bodem, waterhuishouding, reliëf en weersinvloeden (denk aan beschutte plekken). In een gebied met veel variatie zullen veel soorten een geschikte leefomgeving vinden. Behalve door menselijk ingrijpen kan die variatie ook ontstaan door een natuurlijke oorzaak (storm, overstromingen, brand).

DUURZAME ONTWIKKELING

Als onze vooruitgang niet ten koste gaat van de huidige generatie mensen of de natuur en ook niet van de generaties die na ons komen, is er sprake van **duurzame ontwikkeling**. We blijven ons dan wel ontwikkelen, maar we nemen daarbij verantwoordelijkheid naar onze omgeving.
Een voorbeeld van duurzame ontwikkeling is een productiesysteem inrichten op hergebruik van stoffen, het zogenoemde cradle-to-cradle. De producent denkt dan vooraf na over hoe je de grondstoffen weer kunt terugwinnen als het product is versleten. Voor de productie wordt energie gebruikt die afkomstig is uit hernieuwbare en/of duurzame energiebronnen. Zo'n productiesysteem past in een kringloopeconomie. Een **kringloopeconomie** (ook wel **circulaire economie** genoemd) is een economisch en industrieel systeem waarin de grondstofvoorraden niet worden uitgeput en waarin reststoffen opnieuw worden ingezet in het proces.
In Nederland zijn er verschillende duurzame projecten volgens het principe van de kringloopeconomie, zoals het gebouw van het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW) in Wageningen. Dit gebouw is opgebouwd uit herwinbare en energiezuinig geproduceerde grondstoffen en gebruikt duurzame energie. Op het dak liggen zonnecellen en overtollige warmte van de zomer en kou van de winter worden diep in de bodem opgeslagen voor verwarming en koeling.
Het tegenovergestelde van een kringloopeconomie is een lineaire economie. **Lineaire economie** is een economisch systeem waarbij grondstofvoorraden worden uitgeput en, na gebruik, als onbruikbaar afval in het milieu terechtkomen.

opdrachten

1 Op een website van een adviesbureau staat: 'Cradle-to-cradle (C2C) is een andere manier van denken over het ontwerpen van producten en processen, ontwikkeld door William McDonough en Michael Braungart. De kern van deze filosofie is dat materialen die in het ene product gebruikt zijn, op een hoogwaardige manier worden hergebruikt in een volgend product, in een technische of in een biologische cyclus.'

a Leg uit wat de overeenkomst is tussen cradle-to-cradle en hoe de natuur omgaat met afval en energie.

b Amerikaanse onderzoekers hebben een methode ontwikkeld om kleding, schoenen en handtassen te maken van restjes komboecha-thee. Door er suiker, azijn, bacteriën en gist aan toe te voegen, veranderen theeblaadjes in een leerachtig materiaal. Het materiaal is volledig afbreekbaar door reducenten. Hierdoor eindigt de kleding niet op de vuilnisbelt, maar in de grond.
Is dit een voorbeeld van een duurzaam proces? Leg je antwoord uit.

c Bedenk zelf een cradle-to-cradle proces, bijvoorbeeld voor een schooltas of voor schoolmeubilair.

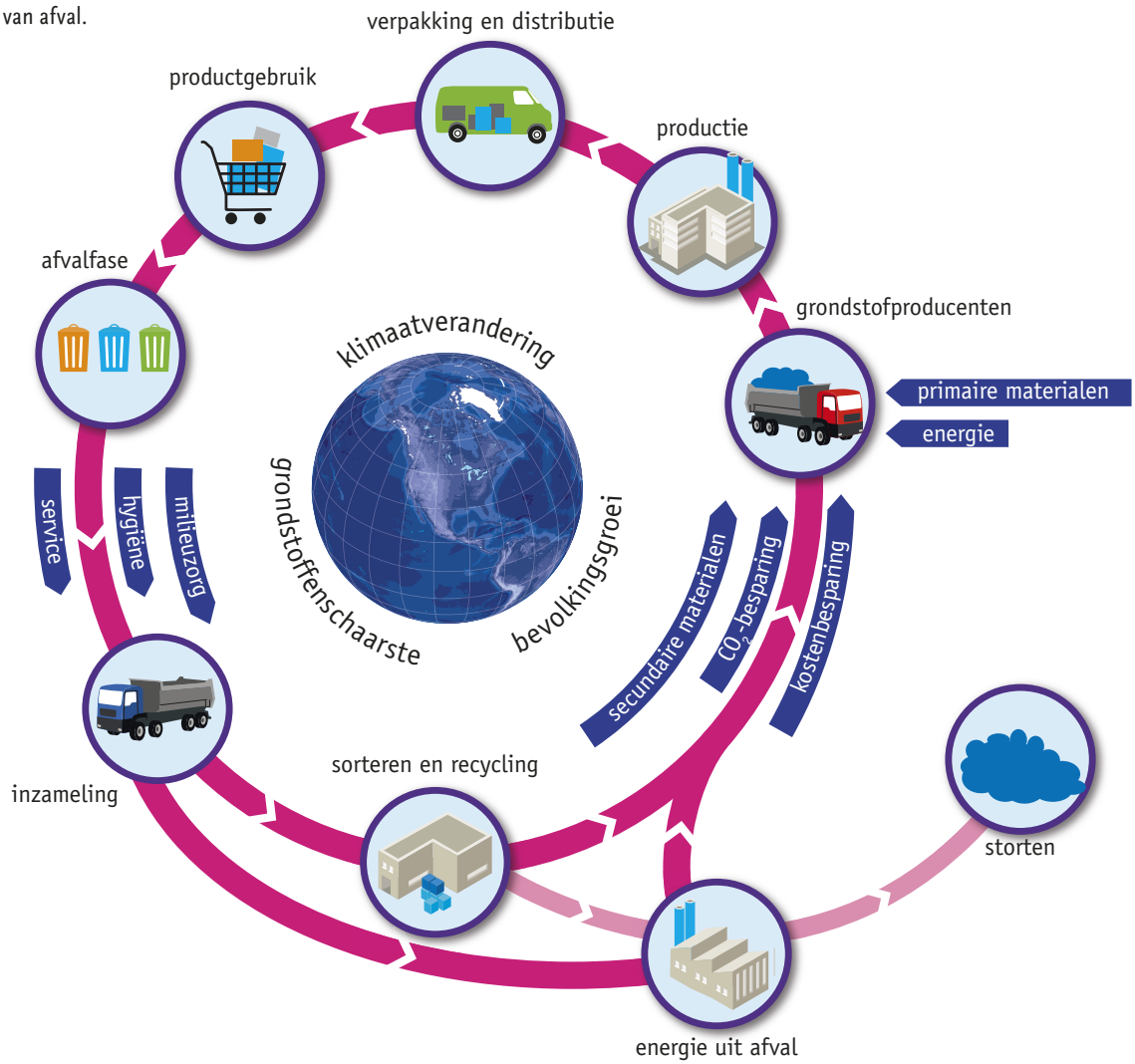
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

2 In het duurzaamheidverslag van afvalverwerkingsbedrijf SITA staat: 'Afval is het begin van de circulaire economie. Door afval een tweede leven te geven als grondstof of energiebron, brengen we materialen en/of energie terug in de productieketen. Zo besparen we op primaire grondstoffen en verminderen we broeikasgasemissies. Uiteindelijk moeten we de keten slimmer en ecologischer maken in de productie-, gebruiks- en afvalfase.'

a In afbeelding 2 staat het systeem van SITA weergegeven.
Noteer twee manieren waarop SITA bijdraagt aan een circulaire economie.

b Noteer drie fasen uit het bedrijfsproces van SITA die passen in een lineaire economie.

▶ **Afb. 2** Hergebruik van afval.



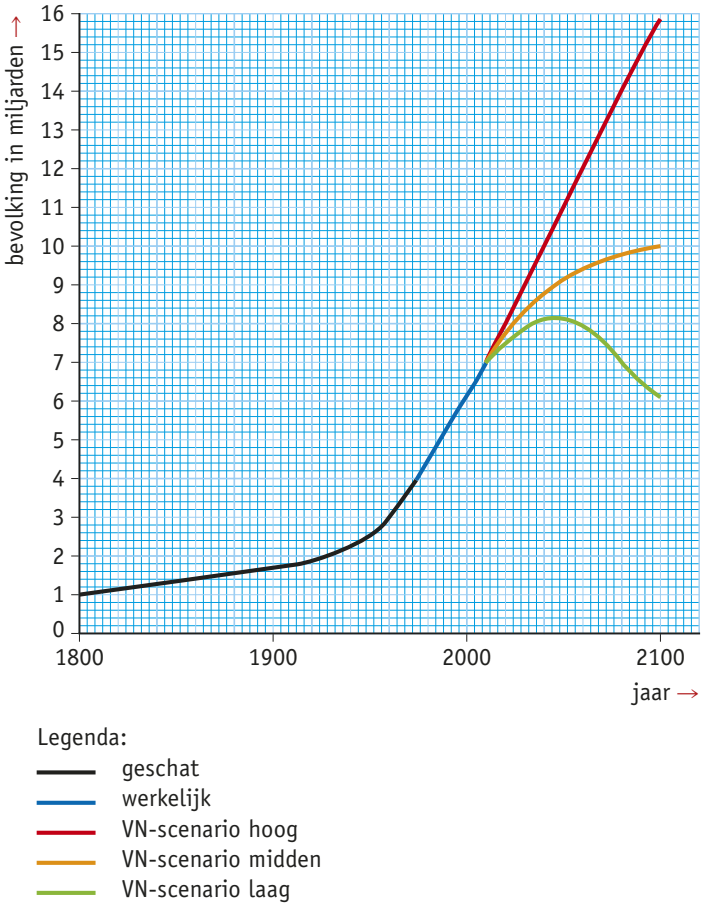
OORZAKEN VAN MILIEUPROBLEMEN

Om het milieu te kunnen beschermen, moet je de oorzaken van de problemen goed in beeld hebben. Belangrijke oorzaken zijn de enorme bevolkingstoename en de levenswijze van de mensen van nu.

De wereldbevolking is de laatste honderd jaar explosief toegenomen en zal de komende jaren nog verder toenemen (zie afbeelding 3). Dit veroorzaakt een hoge bevolkingsdruk. De **bevolkingsdruk** is de verhouding tussen het aantal mensen in een gebied en de beschikbare hulpbronnen. Door een hoge bevolkingsdruk neemt de druk op het milieu toe. Ecosystemen kunnen hierdoor uit evenwicht raken.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Afb. 3 Groei van de wereldbevolking.



Mensen zijn sinds de industriële revolutie in de negentiende eeuw ook anders gaan leven. Door een toename van gemotoriseerd vervoer en machines zijn er veel meer wegen en vliegtuigen gekomen en is de uitstoot van verbrandingsgassen sterk gestegen. Ook door groeiende welvaart en consumptie putten mensen de natuurlijke energiereserves en grondstofvoorraden uit en komen er afvalstoffen vrij. Sinds de opkomst van de chemische industrie worden steeds meer chemische stoffen geproduceerd, zoals plastic, nylon en grondstoffen voor verf. Bij de productie hiervan komen afvalstoffen vrij, waarvan sommige giftig zijn. Deze afvalstoffen zijn in het verleden vaak in de lucht gebracht, in het water geloosd of in de bodem gestort. In sommige delen van de wereld gebeurt dat nog steeds. Deze afvalstoffen zijn zeer schadelijk voor het milieu.

opdrachten

3 In afbeelding 3 zie je drie scenario's van de Verenigde Naties voor de groei van de wereldbevolking tot het jaar 2100.

a Hoeveel jaar heeft het geduurd om van vier naar vijf miljard wereldbewoners te groeien?

b Hoelang duurde het vervolgens om tot zes miljard te komen?

c En hoelang gaat het volgens het VN-scenario midden duren om van acht naar negen miljard mensen te groeien?

d Volgens een van de schattingen komen er tussen 2020 en 2050 gemiddeld 3,2 mensen per seconde op de wereld bij.
Volgens welk scenario is dit?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

4 In de ecologie wordt de populatiegroei aangegeven met verschillende groeicurven.
- a Welk type of welke typen groeicurve herken je in de scenario's van afbeelding 3?
- b Welke beperkende factoren kunnen een rol spelen wanneer de wereldbevolking niet meer groeit na 2060?

5 De begrippen toevoeging, onttrekking en verandering worden vaak gebruikt in artikelen over milieuproblemen. Ze hangen nauw samen met de begrippen vervuiling, uitputting en aantasting.
Leg dit uit.

6 Een park biedt de mogelijkheid om binnen een stad toch van de natuur te genieten.
- a Tot welke ecosysteemdienst behoort een park? Leg je antwoord uit.
- b Leg aan de hand van een voorbeeld uit hoe jij gebruikmaakt van een culturele ecosysteemdienst in jouw omgeving.

VERANDERINGEN IN LANDBOUW EN LANDSCHAP

▼ **Afb. 4** Verandering van het landschap.

1 landschap in 1950

2 landschap in 2016

Door de groei van de wereldbevolking is ook de landbouw in grote delen van de wereld sterk veranderd. Steeds meer mensen hebben voedsel nodig, waardoor steeds meer landbouwgrond nodig is en landbouwbedrijven met steeds grotere machines zijn gaan werken. In Nederland zijn door het ruilen van stukken land (ruilverkaveling) grotere bedrijven gecreëerd, waardoor het karakter van het landschap sterk is veranderd.

De bevolkingstoename, de veranderde levenswijze en de opkomst van de grootschalige en niet-grondgebonden landbouw en veehouderij hebben een grote invloed gehad op de hoeveelheid natuurlijk terrein en bos en de daar levende planten en dieren. In de hele wereld zijn grote gebieden natuurgrond in cultuur gebracht, om meer landbouwgrond te krijgen of te bebouwen voor huisvesting. De biodiversiteit is hierdoor afgenomen (zie afbeelding 4).

opdracht

7 Onderzoekers van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek hebben leefgebieden van vogels langs wegen vergeleken met plekken zonder verkeerslawaai. Vrijwel alle onderzochte vogelsoorten vertoonden bij een verkeersintensiteit van tienduizend voertuigen per etmaal (een niet al te drukke snelweg) een afname van het broedsucces van 10%.
- a Wat was de onderzoeksvraag bij dit onderzoek?
- b Om de invloed van verkeerslawaai op broedvogels te onderzoeken kun je de grootte van de legsels van een bepaalde vogelsoort op de verschillende plaatsen vergelijken.
  Wat kun je nog meer vergelijken om de invloed van het verkeerslawaai te bepalen?
- c Welke conclusie is uit dit onderzoek te trekken?
- d Waardoor het verkeerslawaai het broedproces van vogels beïnvloedt, is niet zeker.
  Wat zijn volgens jou mogelijke oorzaken?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

CONTEXT Wetenschap

Prijs de natuur!

▼ **Afb. 5** Het Limburgse landschap.

Een prijskaartje hangen aan de natuur. Op die manier denken onderzoekers de natuur beter te kunnen beschermen tegen kettingzagen, asfalt en fabrieksschoorstenen.
Wetenschappers uit Wageningen hebben uitgerekend wat de reële bijdrage is van *alle* natuur in de provincie Limburg aan de economie. Ze rekenden aan zeven ecosysteemdiensten: de teelt van gewassen voor mensen, de teelt van gewassen voor dieren, de jacht, het toerisme, de drinkwaterwinning uit grondwater, de schone lucht en het broeikaseffect.
Het Limburgse landschap droeg volgens de Wageningse wetenschappers 112 miljoen euro bij aan die zeven diensten. Een voorbeeld van hoe wetenschappers tot dit bedrag kwamen: planten en bomen die groeien, leggen koolstofdioxide vast en verminderen zo schade door het broeikaseffect. Daarnaast vangen die bomen fijnstof op (zoals roet) en verminderen daardoor gezondheidsschade. De Limburgse natuur verlaagt op die manier de kosten voor de gezondheidszorg en voor de bestrijding van het broeikaseffect.
Deze manier van optellen (ecosystem accounting in jargon) wordt misschien ooit de standaard in Nederland en zelfs wereldwijd.

opdrachten

8 In de tekst staat dat de onderzoekers voor Limburg aan zeven ecosysteemdiensten hebben gerekend.

a Noteer deze ecosysteemdiensten bij de juiste hoofdgroep: productiedienst, culturele dienst of regulerende dienst.

b In het artikel wordt gesteld dat de ecosysteemdiensten in Limburg ongeveer 112 miljoen euro waard zijn. Het bruto binnenlands product (bbp) van Limburg in 2014 was 36 693 miljoen euro.
Hoeveel procent is de ecosysteemdienstwaarde ten opzichte van het bruto binnenlands product van Limburg?

9 Volgens onderzoek van Alterra, Naturalis en EIS Kenniscentrum Insecten in 2015 vond 60% van de bestuiving van perenbomen in de fruitteelt plaats door wilde bestuivers. Voor aardbeien was dat meer dan 45%. In beide gevallen houdt dit in dat een kwart van de nettowinst per hectare te danken is aan wilde bestuivers. Wilde bestuivers dragen in Nederland voor de perenteelt ruim 10 miljoen euro per jaar bij aan de winst. Bij aardbeien is dat ruim 5 miljoen.

a Geef aan onder welk type ecosysteemdienst wilde bestuivers vallen. Leg je antwoord uit.

b Wat kun je op grond van dit Wageningse onderzoek zeggen over de economische waarde van wilde bestuivers?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoelen
- Je kunt de koolstofkringloop in hoofdlijnen beschrijven en schema's hiervan interpreteren.
- Je kunt de stikstofkringloop in hoofdlijnen beschrijven en schema's hiervan interpreteren.

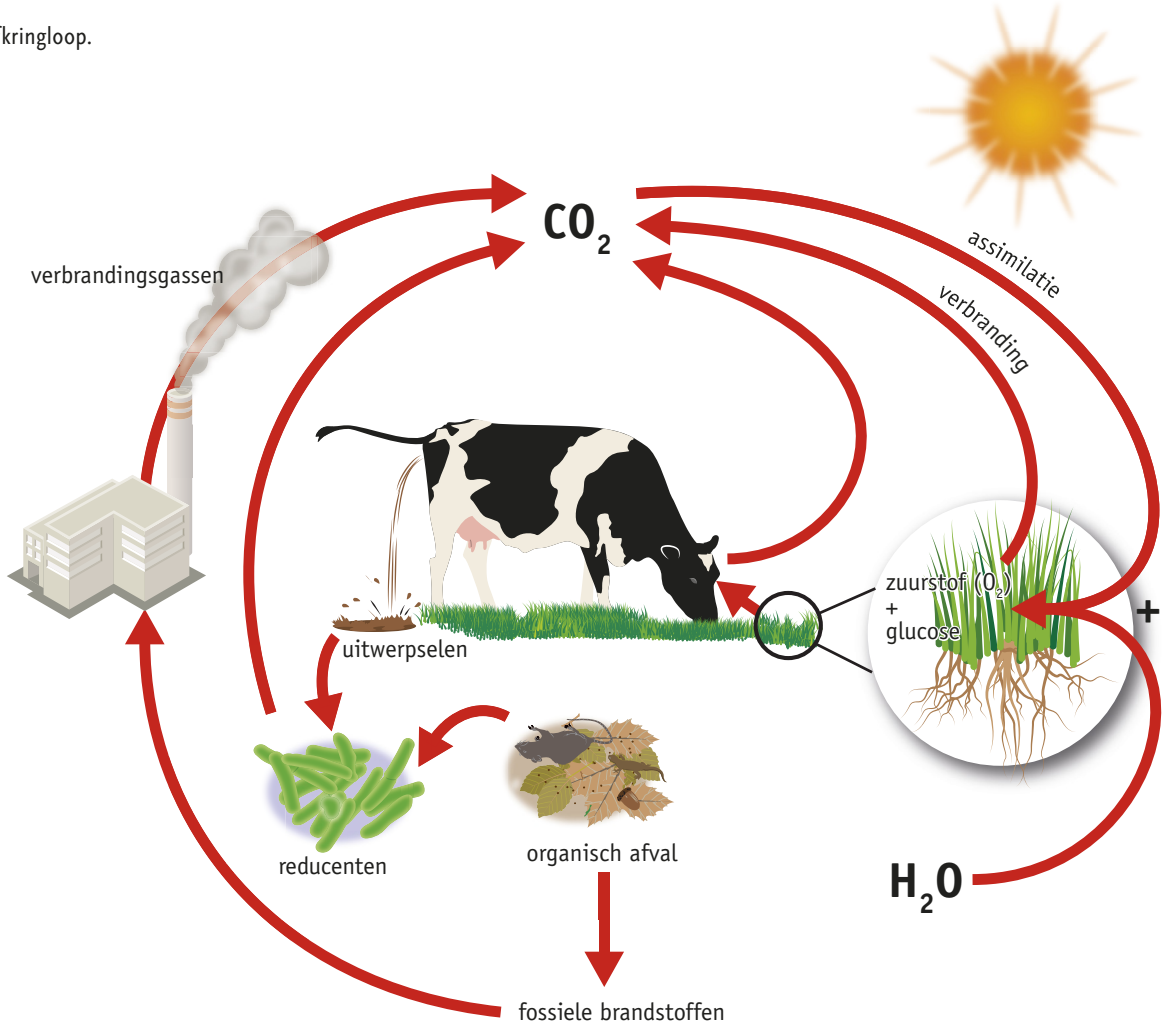
2 Kringlopen

In de zeventiende eeuw waren plas en poep geld waard. Handelaren haalden het op en verkochten het aan boeren. De uitwerpselen werden zelfs naar België vervoerd. Op die manier werden belangrijke mineralen teruggegeven aan de landbouwgronden, waardoor verschillende kringlopen werden gesloten.

KOOLSTOFKRINGLOOP

Koolstof (C) komt in de lucht voor in koolstofdioxidemoleculen (CO_2). In cellen komt koolstof voor in alle moleculen van organische stoffen en in de levenloze natuur in bijvoorbeeld rotsen. In afbeelding 6 is de koolstofkringloop schematisch weergegeven. Je vindt de koolstofkringloop ook in je *Binas* (tabel 93F).

▶ **Afb. 6** Koolstofkringloop.



Lucht bestaat voor ongeveer 0,04% uit CO_2. Autotrofe soorten gebruiken CO_2 uit de lucht om door fotosynthese glucose ($C_6H_{12}O_6$) te vormen (koolstofassimilatie). Autotrofe soorten verbruiken een deel van die glucose bij de dissimilatie. Ze geven het vrijgekomen CO_2 weer af aan de lucht. Een ander deel van de glucose wordt omgezet in de organische stoffen waaruit de autotrofe soorten bestaan. De koolstofatomen bevinden zich dan in de moleculen van deze stoffen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Als een heterotroof organisme een autotroof individu eet, komen de organische stoffen van het autotrofe organisme in het heterotrofe organisme terecht. Na opname wordt een deel van de organische stoffen gebruikt om energie te leveren. Hierbij komt weer CO_2 vrij. Een ander deel wordt omgezet in dierlijke organische stoffen. Als het dier op zijn beurt wordt gegeten door een ander dier of door een mens, komt de koolstof van het ene individu terecht in het andere individu. Een deel van de organische stoffen wordt niet verteerd, maar uitgescheiden met de uitwerpselen.
Sommige individuen sterven zonder te worden gegeten. Alle dode resten en andere afvalproducten van organismen worden samengevat onder de naam detritus of afval. De organische stoffen in dit afval worden door dierlijke afvaleters, schimmels en heterotrofe bacteriën afgebroken bij de dissimilatie. Hierbij komt CO_2 vrij, dat wordt afgegeven aan de lucht. Autotrofe soorten kunnen dit CO_2 dan weer opnemen.

In deze kringloop gaat koolstof in maximaal een paar honderd jaar eenmaal rond. Daarom noem je deze kringloop de huidige of kortlopende koolstofkringloop. Wanneer organische stoffen gedeeltelijk door anaerobe bacteriën worden afgebroken, kunnen **fossiele brandstoffen** ontstaan, zoals steenkool, aardolie en aardgas. Doordat fossiele brandstoffen miljoenen jaren geleden zijn gevormd en de opgeslagen koolstof nu bij verbranding weer in de koolstofkringloop terechtkomt, noem je dit de langlopende koolstofkringloop.

opdrachten

10 Welke functie hebben reducenten zoals bacteriën en schimmels in de koolstofkringloop?

11 Door fotosynthese van planten wordt er elk jaar 121,3 miljard ton CO_2 uit de lucht vastgelegd in planten in de vorm van koolhydraten. Een deel van dit CO_2 komt weer vrij door dissimilatie in de planten (60 miljard ton), in dieren (60 miljard ton) en door bosbranden (1,6 miljard ton). Daarnaast wordt 92 miljard ton CO_2 opgenomen in zeeën en komt er uit diezelfde zeeën 90 miljard ton in de atmosfeer. Door verbranding van fossiele brandstoffen komt 5,5 miljard ton CO_2 in de atmosfeer.

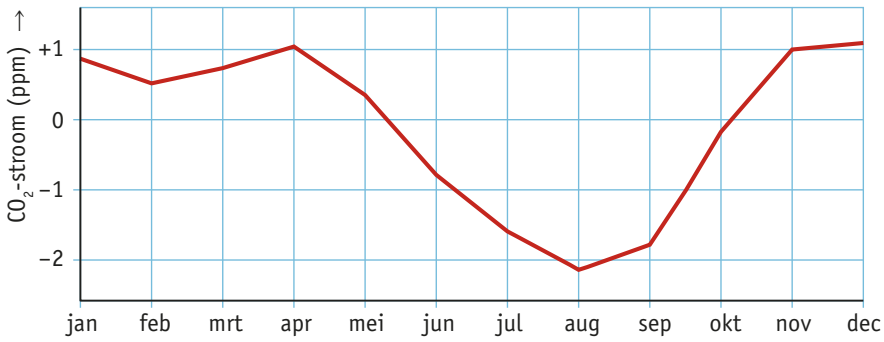
a Welke organismen in zeeën zorgen voor de opname van CO_2 uit de lucht?
b Wat is de voornaamste bron voor de toename van CO_2 in de atmosfeer?
c Bereken de jaarlijkse toename van CO_2 in de atmosfeer.

12 Maak een schema van de koolstofkringloop. Gebruik daarbij de volgende organismen en stoffen: *dood organisch materiaal – konijnen – koolstofdioxide (CO_2) – kruidachtige planten – rottingsbacteriën – vossen*.
Plaats in je schema alle voor deze koolstofkringloop relevante pijlen.

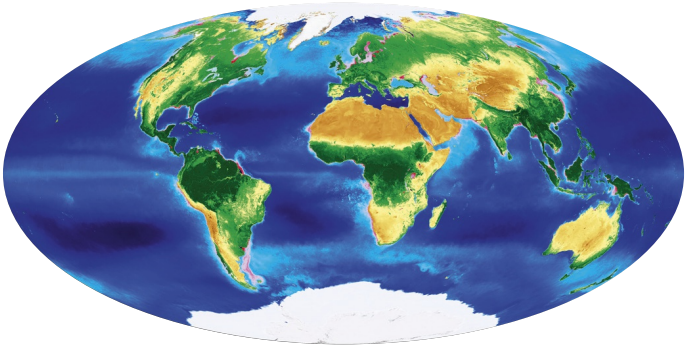
13 Op de bodem van een bos bevindt zich een strooisellaag (een laag van afgevallen takjes en bladeren). Deze werd vroeger in de landbouw gebruikt als natuurlijke mest.
Wat was het gevolg hiervan voor de kringloop van stoffen in het bos?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

14 In afbeelding 7 wordt de maandelijkse verandering in CO_2-concentratie gegeven.
Leg deze verandering uit aan de hand van afbeelding 8.



▶ **Afb. 7** Maandelijkse verandering in koolstofconcentratie.



▶ **Afb. 8** Satellietfoto van de aarde met verdeling van de planten op het land en in de zee.

Plantengroei op het land wordt weergegeven van lichtgroen (weinig planten) tot donkergroen (dichte begroeiing). In de oceanen wordt plantengroei weergegeven van lichtblauw (weinig algen) tot donkerblauw (dichte algengroei).

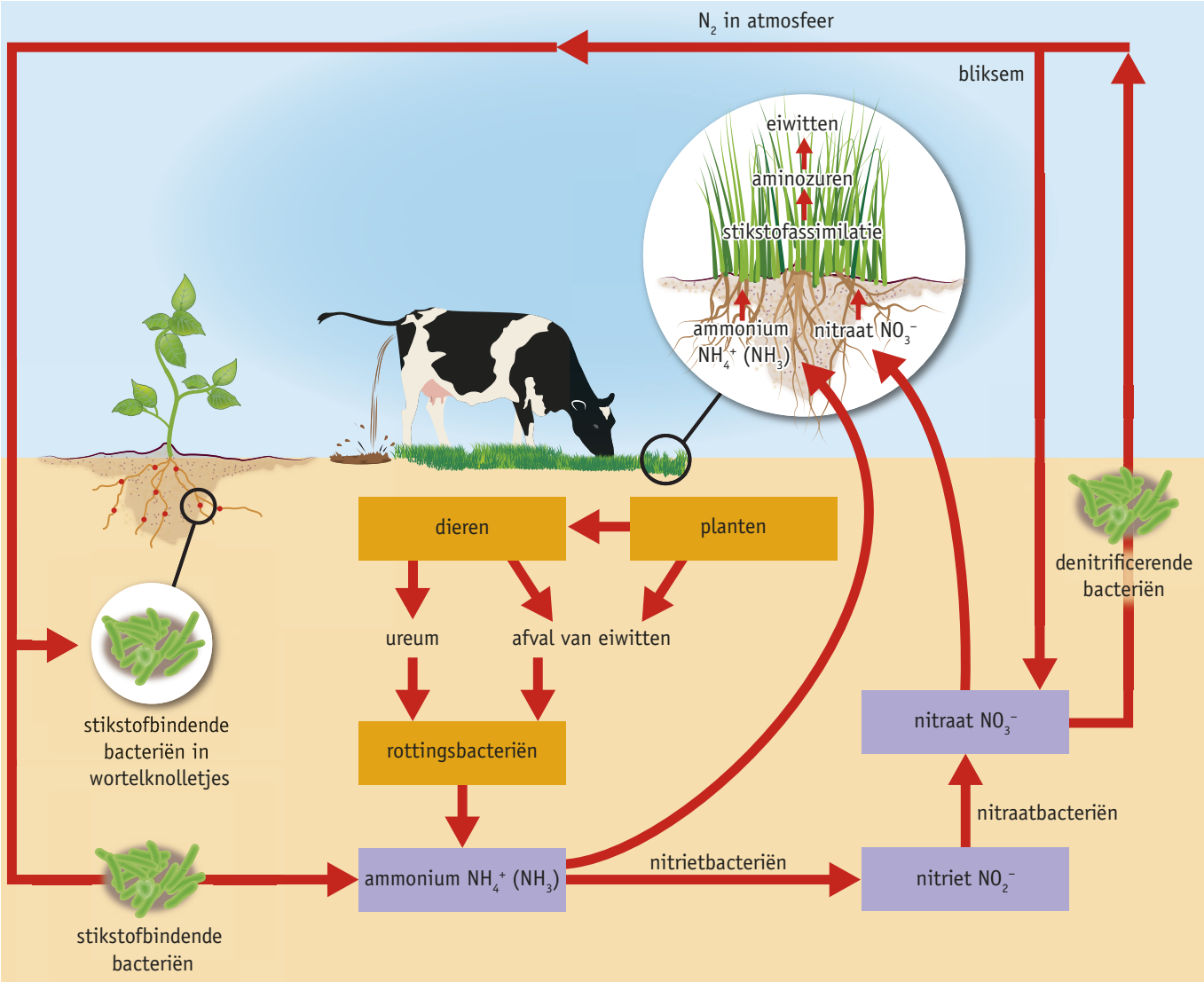
STIKSTOFKRINGLOOP

Stikstof (N) komt onder andere voor in eiwitten, DNA en ATP. In de lucht komt gasvormige stikstof (N_2) voor. In de bodem komt stikstof voor in ammoniumionen (NH_4^+), nitrietionen (NO_2^-) en nitraationen (NO_3^-). In afbeelding 9 is de stikstofkringloop schematisch weergegeven. Je vindt de stikstofkringloop ook in je *Binas* (tabel 93G).

Lucht bestaat voor ongeveer 79% uit stikstof, maar planten zijn niet in staat stikstof uit de lucht te gebruiken. Planten nemen in plaats daarvan stikstof op uit de bodem, vooral in de vorm van nitraationen. Ze gebruiken de stikstof om organische stoffen te vormen, zoals aminozuren en eiwitten. Dit proces heet **stikstofassimilatie**.
Als een plant wordt gegeten door een dier, worden de plantaardige eiwitten afgebroken tot aminozuren. Uit de aminozuren maakt het dier weer eiwitten.
Een deel van de plantaardige eiwitten wordt in het dier afgebroken. Hierbij komt ammoniak (NH_3) vrij. Waterdieren scheiden deze stof met hun urine uit in het water. Landdieren zetten ammoniak eerst om in urinezuur of ureum en scheiden deze stoffen met hun urine uit.
De eiwitten in detritus en de afbraakproducten van eiwitten in urine worden opgenomen door rottingsbacteriën en urobacteriën. Bij de dissimilatie van deze stoffen door bacteriën ontstaat ammoniak. Dit proces heet **ammonificatie**. Een deel van de ammoniak verdwijnt als ammoniakgas in de lucht. Ook bij een dood dier in ontbinding komt ammoniakgas vrij. Het grootste deel van de vrijgekomen ammoniak wordt in het (bodem)water omgezet in ammoniumionen (NH_4^+).
Planten nemen slechts een klein deel van deze ammoniumionen op. De meeste ammoniumionen worden eerst door nitrietbacteriën omgezet in nitrietionen (NO_2^-). Daarna worden de nitrietionen door nitraatbacteriën omgezet in nitraationen (NO_3^-). De nitraationen kunnen weer door planten worden opgenomen. Het proces waarbij ammonium en zuurstof worden omgezet in (onder andere) nitriet, dat

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 9** Stikstofkringloop (op het land).



vervolgens met zuurstof wordt omgezet in nitraat, heet **nitrificatie**. De nitrieten de nitraatbacteriën noem je samen nitrificerende bacteriën. Bij de vorming van nitraationen uit ammoniumionen hebben nitrificerende bacteriën zuurstof (O_2) nodig. In een zuurstofarme bodem zijn denitrificerende bacteriën actief. Deze bacteriën gebruiken geen zuurstof, maar nitraationen (NO_3^-) bij de afbraak van organische stoffen. Ze zetten nitraationen uit de bodem om in gasvormige stikstof die in de lucht verdwijnt, en in zuurstof die deels door de wortels wordt opgenomen. Dit proces heet **denitrificatie**. Hierdoor wordt de bodem armer aan stikstofhoudende ionen. De meeste planten groeien niet goed op een stikstofarme bodem.

▼ **Afb. 10** Waterzuiveringsinstallatie.

opdracht

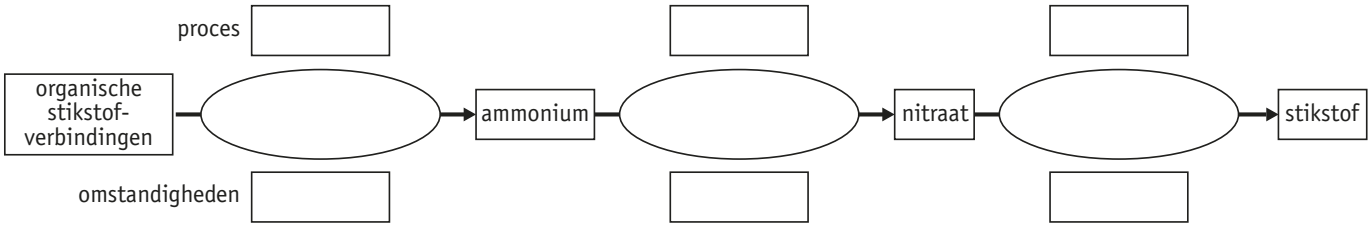
15 Voor de afbraak van organische stoffen in rioolwater worden bacteriën gebruikt die een rol spelen in de stikstofkringloop (zie afbeelding 10). In beluchtingstanks breken deze reducenten organische stoffen af tot onder andere ammonium en nitraat. Onder anaerobe omstandigheden zetten andere reducenten het gevormde nitraat om in stikstof. Fosfaatacculmulerende bacteriën halen fosfaat uit het afvalwater. Dit fosfaat dient als meststof voor de landbouw.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

a In zuiveringsinstallaties wordt het water tijdens de biologische zuivering belucht.
Waarom doet men dat?

b Bij de vorming van stikstof uit organische stoffen in afvalwater spelen verschillende bacteriën, processen en omstandigheden een rol.
Neem het schema van afbeelding 11 over en vul het in. Kies uit: *aeroob – ammonificatie – anaeroob – denitrificatie – denitrificerende bacteriën – nitrificatie – nitrificerende bacteriën – rottingsbacteriën*.

▼ **Afb. 11** Vorming van stikstof uit organische stoffen.



STIKSTOFBINDING

In de bodem komen bacteriën voor die stikstof uit de lucht kunnen gebruiken voor hun stofwisseling. Deze bacteriën bezitten het enzym nitrogenase, dat stikstofmoleculen (N_2) kan splitsen in twee stikstofatomen (N). De vrijkomende stikstofatomen binden aan waterstofatomen (H), waardoor ammoniak (NH_3) ontstaat. Dit proces wordt **stikstofbinding** of **stikstoffixatie** genoemd. De ammoniak kan na nitrificatie weer worden gebruikt voor de opbouw van aminozuren door planten. Stikstofbinding in deze organismen kan alleen plaatsvinden onder anaerobe omstandigheden. Er zijn bacteriën die ook in een zuurstofrijke omgeving stikstof kunnen binden, bijvoorbeeld cyanobacteriën. Deze hebben aparte compartimenten (heterocysten) waarin ze anaerobe omstandigheden creëren. Daarin vindt stikstofbinding plaats. Bij onweer reageert gasvormig stikstof met ozon (O_3), waarbij nitraat ontstaat, de zogenoemde fotochemische stikstofbinding.
Knolletjesbacteriën zijn stikstofbindende bacteriën van het geslacht *Rhizobium*. Deze bacteriën komen vooral voor in wortelknolletjes van vlinderbloemige planten zoals erwten, bonen, klaver, luzerne en lupine (zie afbeelding 12). De bacteriën krijgen van de planten organische stoffen voor hun stofwisseling en ze geven op hun beurt de planten ammoniumionen of aminozuren. Dankzij de knolletjesbacteriën kunnen de planten groeien op stikstofarme grond.
Ook de kringlopen van andere elementen zoals fosfor, zwavel, kalium of ijzer, beginnen met de opname van het mineraal uit de bodem, gevolgd door assimilatie (inbouw in een organisch molecuul).

▼ **Afb. 12** Deel van het wortelstelsel van een vlinderbloemige plant met wortelknolletjes.

opdrachten

16 In de land- en tuinbouw wordt soms gebruikgemaakt van de werking van knolletjesbacteriën. Op stikstofarme grond worden de gewassen afgewisseld met bijvoorbeeld klaver die wordt ondergeploegd. Deze werkwijze wordt groenbemesting genoemd en wordt vaak toegepast in de biologische landbouw.

a Door het oogsten van landbouwgewassen wordt de stikstofkringloop op de akkers verstoord. Leg dat uit.

b Stalmest bestaat uit dode resten van planten (hooi en stro) en uitwerpselen en urine van dieren.
Welke processen moeten plaatsvinden voordat de stikstof in stalmest beschikbaar komt voor planten? Gebruik hiervoor je *Binas*.

c Boeren ploegen in het voorjaar hun grond om.
Leg uit waarom dit goed is voor de vorming van nitraat.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

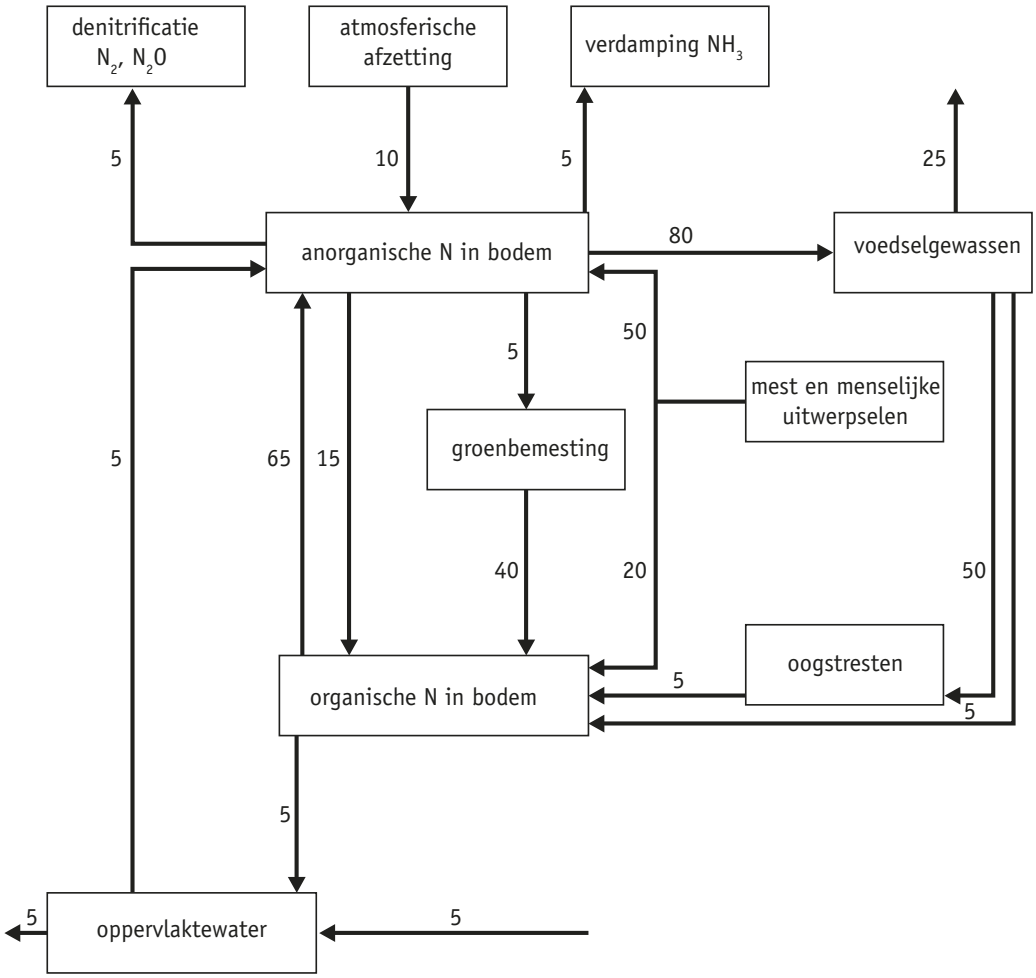
d Nitrificerende en denitrificerende bacteriën zetten anorganische verbindingen om.
Waarvoor gebruiken deze bacteriën de reacties die daarbij plaatsvinden?

17 Door een daling van de grondwaterstand wordt de bodem beter doorlucht. Op veengronden kan dit leiden tot de vorming van nitraat. Deze mineralisatie kan oplopen tot honderden kilogram stikstof per hectare per jaar. Verhoging van de grondwaterstand in veengebieden kan bijdragen aan de vermindering van de mineralisatie, zodat het nitraatgehalte van de grond gelijk blijft of zelfs daalt.
Leg uit hoe een verhoging van de grondwaterstand in veengebieden op vier manieren kan leiden tot vermindering van het nitraatgehalte van veengronden. Gebruik bij deze opdracht je *Binas* (tabel 93G).

18 Het schema van afbeelding 13 toont de belangrijkste stikstofstromen in de traditionele intensieve landbouw in China (in kilogram stikstof per hectare per jaar). Om een zo hoog mogelijke inbreng van stikstof te krijgen, hergebruiken de Chinezen zo veel mogelijk organisch materiaal.

a Welke twee compartimenten uit het schema vormen samen een kringloop?

b Uit dit schema blijkt dat een geleidelijke toename van de stikstofvoorraad in de bodem plaatsvindt.
Bereken de hoeveelheid stikstof die in de bodem wordt opgebouwd. Noteer de eenheid.



Afb. 13 Stikstofstromen in de traditionele landbouw in China.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 14** Een vleesetende plant vangt een vlieg.

19 Voor veel biotechnologen is het een grote uitdaging om planten zodanig genetisch te modificeren dat deze zelf in staat zijn tot stikstofbinding. Welke voordelen zou dit hebben voor de land- en tuinbouw?

20 Vleesetende planten vangen insecten (zie afbeelding 14). Leg uit dat je vleesetende planten vooral aantreft op stikstofarme grond.

21 Op sommige evenementen wordt urine apart ingezameld en gerecycled tot kunstmest. In urine zit veel fosfaat, dat nu nog in mijnen wordt gewonnen. Over vijftig jaar zijn deze mijnen leeg.

a Fosfaat is nodig voor de groei van gewassen. Voor de vorming van welke organische moleculen wordt fosfaat vooral gebruikt? Gebruik bij deze opdracht je *Binas* (tabel 91D).

b Leg uit dat met het terugwinnen van fosfaat uit urine de fosfaatkringloop weer wordt gesloten.

CONTEXT Beroep

Risicobeoordelaar bij het RIVM

▼ **Afb. 15** Frank de Jong.

Frank de Jong is bioloog bij het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Hij is gespecialiseerd in onderzoek naar de effecten van gevaarlijke stoffen op het milieu. ‘Het leuke daarvan is dat er veel aspecten van de biologie aan bod komen. Veel van wat ik tijdens de studie of op de middelbare school heb geleerd, kan ik in mijn dagelijks werk gebruiken.’ Een van de gebieden waar Frank op dit moment aan werkt, is de invloed van bestrijdingsmiddelen op kringlopen. ‘Bestrijdingsmiddelen brengen naast voordelen ook risico’s met zich mee voor de volksgezondheid en het milieu. Om deze risico’s te beoordelen wordt onderzocht of er geen onaanvaardbare effecten zijn op ecosysteemdiensten, zoals de nutriënten-kringloop. Deze vormt de basis van het leven op het land. Wanneer een afvaleter, zoals de regenworm, schade ondervindt van bestrijdingsmiddelen, kan dat van invloed zijn op de stikstofkringloop.’
De resultaten van Franks onderzoek worden gebruikt om ervoor te zorgen dat bestrijdingsmiddelen veilig kunnen worden toegepast.

opdrachten

22 Ga naar de website van het RIVM.

a Wat is het doel van het RIVM?

b Wat voor biologen werken er bij het RIVM?

23 a Leg uit wat de invloed is van bodemleven zoals regenwormen en reducenten (bacteriën en schimmels) op het gebruik van (kunst)meststoffen.

b Leg uit welke invloed pesticiden kunnen hebben op de stikstofkringloop.

c Tot welk soort ecosysteemdienst behoort de nutriëntenkringloop? Leg je antwoord uit.

▸▸ OLYMPIADE OPDRACHT 11

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoelen
- Je kent manieren waarop een optimale productie van voedsel kan worden verkregen.
- Je kent verschillen in de wijze van voedselproductie in de gangbare en de biologische landbouw.
- Je kent oorzaken en gevolgen van eutrofiëring van water en mogelijke oplossingen daarvoor.

3 Voedselproductie

De Britse econoom Malthus voorspelde rond 1800 hongersnood op grote schaal, doordat de groei van de wereldbevolking groter was dan de groei van de voedselproductie. Door de intensivering van de landbouw groeide de voedselproductie uiteindelijk relatief sneller dan de bevolking.

BEMESTING

Planten nemen water en ionen op uit de bodem. Deze ionen (onder andere nitraat-, fosfaat-, sulfaat-, natrium-, kalium- en calciumionen) zijn mineralen (voedingszouten) die planten gebruiken als voedingsstoffen. Door de oogst van voedingsgewassen en door uitspoeling verdwijnen mineralen uit de kringloop van stoffen op landbouwgrond. **Uitspoeling** wil zeggen dat mineralen met het regenwater wegzakken naar diepere lagen.
Door bemesting voegen boeren weer mineralen toe aan de bovenste bodemlagen van landbouwgrond. Hiervoor gebruiken ze zowel kunstmest als stalmest. Kunstmest bestaat vooral uit stikstofhoudende mineralen (onder andere nitraat) en fosfaat. Met kunstmest kan een boer precies die mineralen aan de bodem toevoegen die de voedingsgewassen nodig hebben. Stalmest bestaat uit urine en uitwerpselen van dieren. Reducenten (bacteriën en schimmels) in de bodem breken de mest af. Hierbij komen mineralen vrij.

BESTRIJDING VAN ZIEKTEN EN PLAGEN

Voedingsgewassen worden vaak verbouwd in **monocultuur** (zie afbeelding 16). Dat wil zeggen dat op een groot landbouwareaal één soort gewas wordt geteeld. Monoculturen maken een efficiënte bewerking van het land mogelijk. Monoculturen vergroten echter ook de kans op plagen, doordat er een groot voedselaanbod is. Bovendien kunnen ziekten van het gewas zich sneller uitbreiden. Plantenziekten en vraat door organismen (bijvoorbeeld insecten) kunnen de opbrengst van voedingsgewassen sterk verminderen (zie afbeelding 17). Gewassen kun je tegen ziekten en plagen beschermen met chemische bestrijdingsmiddelen, door mechanische bestrijding of op een biologische manier.

▼ **Afb. 16** Monocultuur.

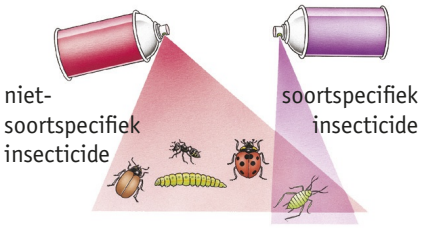
▼ **Afb. 17** Na een rupsenplaag is er niet veel meer over.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

CHEMISCHE BESTRIJDING

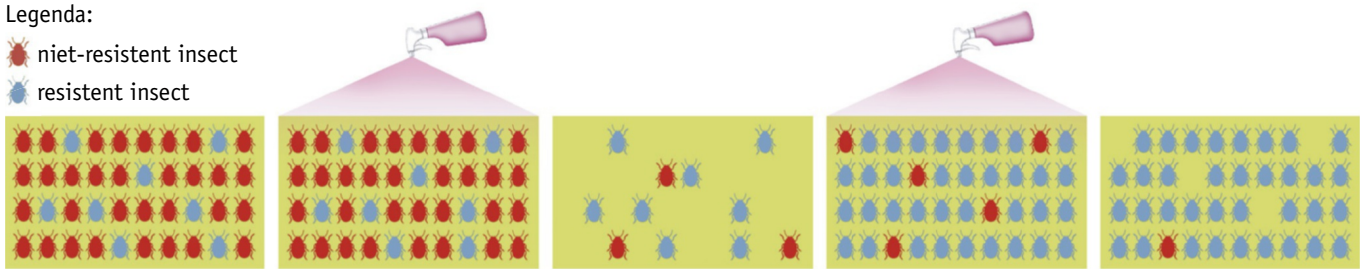
Chemische bestrijdingsmiddelen in het algemeen heten **pesticiden**. Middelen voor de bestrijding van insecten zijn **insecticiden** en middelen om onkruid te bestrijden zijn **herbiciden**.
Chemische bestrijdingsmiddelen hebben als voordeel dat ze effectief zijn. Ziekten en plagen kun je met chemische bestrijdingsmiddelen meestal goed bestrijden. Om die reden gebruiken veel boeren chemische bestrijdingsmiddelen.
Chemische bestrijdingsmiddelen hebben ook grote nadelen. Sommige pesticiden zijn niet soortspecifiek (zie afbeelding 18). Ze doden ook onschadelijke organismen. Een ander nadeel is dat de soort die wordt bestreden, **resistent** (ongevoelig) kan worden tegen het bestrijdingsmiddel. Resistentie ontstaat vooral bij soorten die zich snel voortplanten, zoals de meeste plaagorganismen.

▼ **Afb. 18** Soorten insecticiden.



In veel populaties blijken individuen voor te komen met gemuteerde genen, waardoor ze resistent zijn tegen het gebruikte pesticide. Resistentie berust dus op een erfelijke aanleg. Vooral de resistente individuen overleven en planten zich voort, zodat er na een aantal generaties een resistente populatie is en er een nieuwe plaag optreedt (zie afbeelding 19). Om deze plaag te bestrijden moet dan een ander pesticide of een hogere concentratie van het pesticide worden gebruikt.

▼ **Afb. 19** Het ontstaan van resistentie tegen een chemisch bestrijdingsmiddel.



1 Op een akker treedt een plaag op.
2 De planten worden behandeld met een chemisch bestrijdingsmiddel.
3 Resistente organismen overleven.
4 De resistente organismen krijgen veel resistente nakomelingen.
5 Steeds meer organismen in de populatie zijn resistent: het bestrijdingsmiddel werkt niet meer.

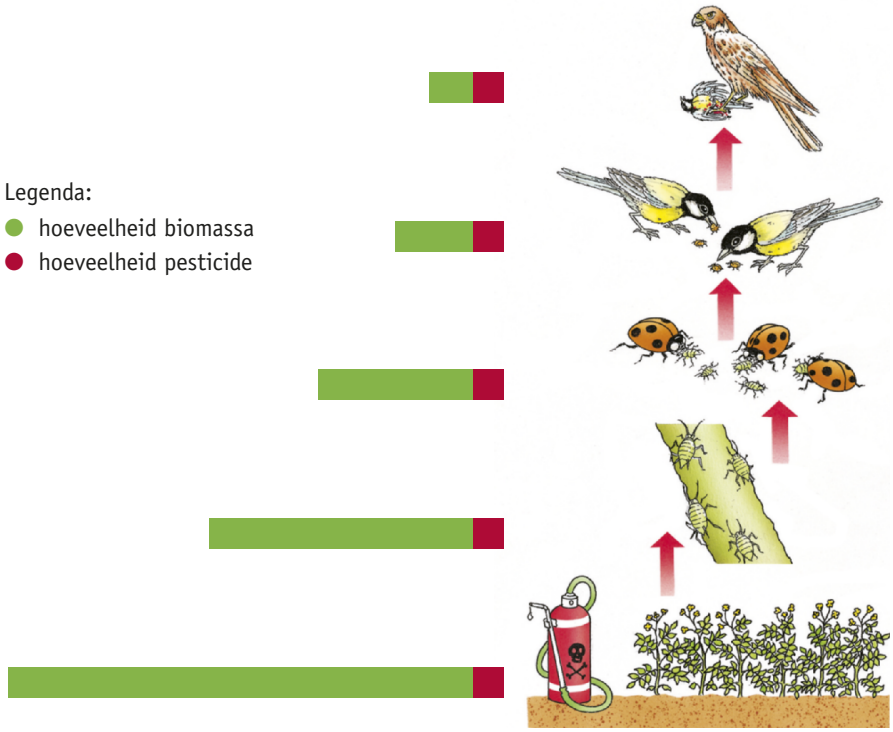
Een aantal pesticiden is **persistent**. Dat betekent dat ze niet of zeer langzaam langs natuurlijke weg worden afgebroken. Dieren slaan pesticiden op, vooral in vetweefsel, waardoor ze in de volgende schakel in de voedselketen komen. Via voedselketens hopen de pesticiden zich op in dieren die aan het einde van een voedselketen staan. De biomassa neemt bij elke stap omhoog in de keten af. Als de gifstof niet wordt afgebroken, neemt de gifconcentratie bij elke stap dus toe (zie afbeelding 20). Er is dan sprake van **accumulatie**.

Andere bestrijdingsmiddelen zijn **biologisch afbreekbaar**. Deze bestrijdingsmiddelen kunnen door micro-organismen worden afgebroken. Daardoor blijven ze slechts kort in het ecosysteem.

Een deel van de pesticiden komt terecht in sloten en rivieren, waardoor het water wordt vervuild. Een ander deel komt door uitspoeling in het grondwater. Ons drinkwater wordt voor een belangrijk deel opgepompt uit de grond. Daardoor vormen pesticiden een bedreiging voor de kwaliteit van ons drinkwater. Deze nadelen hebben geleid tot de ontwikkeling van minder schadelijke bestrijdingsmiddelen en meer gebruik van biologische bestrijding.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▶ **Afb. 20** Accumulatie van een pesticide in een voedselketen.



opdrachten

24 Landbouwgronden worden bemest om te voorkomen dat de productie van landbouwgewassen afneemt.
Leg dat uit.

25 Een fabriek loosde enige tijd afval met kwik in een meer. Het kwikgehalte in het water werd steeds hoger. Enkele mensen die vis uit het meer hadden gegeten, stierven door vergiftiging.
Mensen lopen meer gevaar door het eten van een kilogram met kwik verontreinigde vis uit dit meer dan door het drinken van dezelfde hoeveelheid ongezuiverd water uit het meer.
Leg uit hoe dit komt.

▼ **Afb. 21** Insectenval.

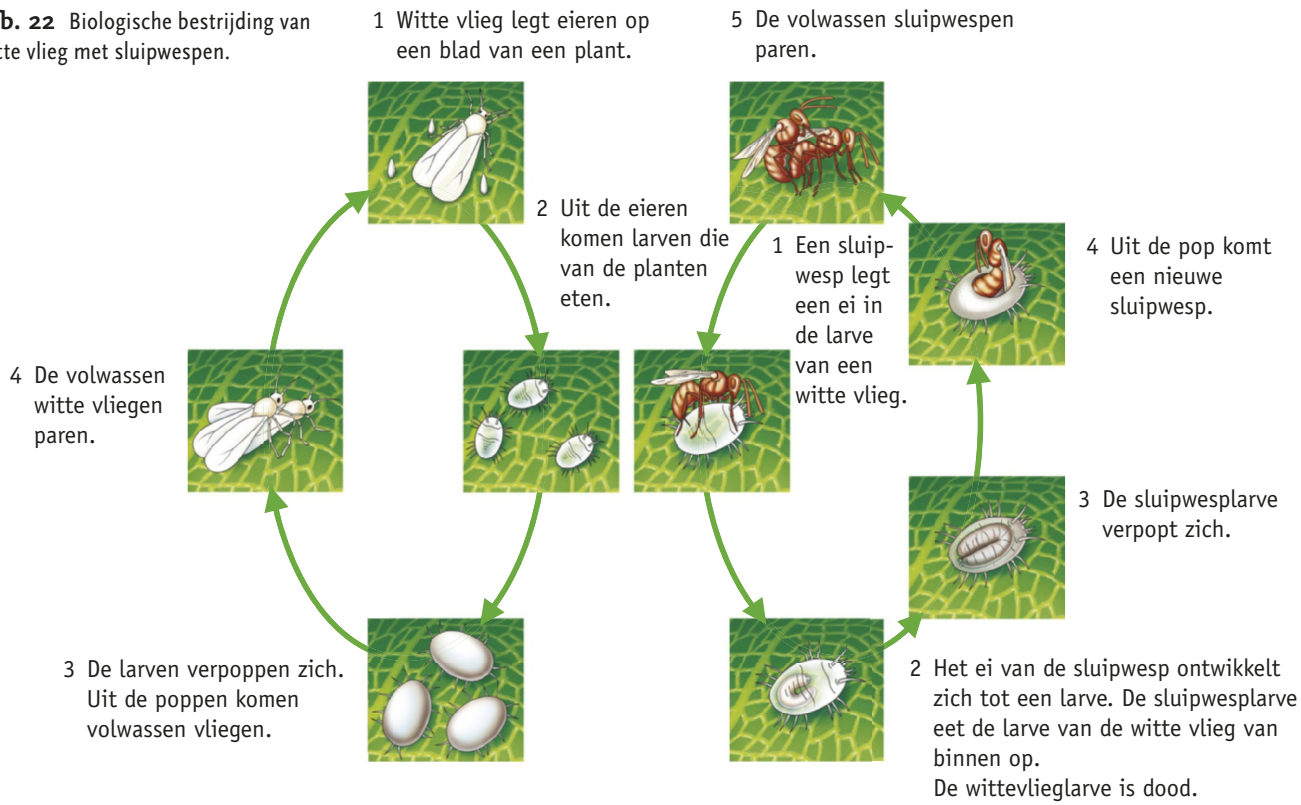
MECHANISCHE EN BIOLOGISCHE BESTRIJDING

Onkruid kan mechanisch worden bestreden met behulp van werktuigen, machines en gereedschappen. Het voordeel hiervan is dat er minder gifstoffen in de natuur terechtkomen. Een nadeel van machines is dat ze meestal CO_2 uitstoten.
Vallen en vogelverschrikkers zijn voorbeelden van mechanische bestrijding van plagen en vraat (zie afbeelding 21). Een nadeel is dat je maar een beperkt aantal dieren kunt vangen of wegjagen. Bovendien leren dieren de vallen te vermijden of schrikken ze niet meer van de vogelverschrikker.

Biologische bestrijding maakt gebruik van biologische verschijnselen, zoals natuurlijke vijanden (predatoren, parasieten of ziekteverwekkers). Een voorbeeld is de bestrijding van witte vlieg met sluipwespen (zie afbeelding 22). Witte vliegen kunnen grote schade aanrichten bij de teelt doordat ze sappen opzuigen uit de planten. Om witte vlieg te bestrijden, worden sluipwespen in de kassen losgelaten.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Afb. 22 Biologische bestrijding van witte vlieg met sluipwespen.



Om plantenziekten te voorkomen passen biologische boeren **vruchtwisseling** (of wisselteelt) toe. Vruchtwisseling houdt in dat er nooit twee jaar achtereen hetzelfde gewas op een bepaald stuk grond wordt verbouwd. Op die manier verdwijnen ziekteverwekkers voor dit gewas uit de bodem. Als je bijvoorbeeld meerdere jaren achtereen aardappelen op dezelfde akker verbouwt, treedt aardappelmoeheid op. Bij deze ziekte tasten wormpjes (aardappelcystenaaltjes) de wortels van aardappelplanten aan. Door na een jaar van aardappelteelt drie jaar lang een ander gewas op de akker te verbouwen, gaan alle wormpjes dood. Hierna kunnen op deze akker weer een jaar aardappelen groeien zonder dat er aardappelmoeheid optreedt.

opdrachten

26 a Hoe heet de voedselrelatie tussen een sluipwesplarve en een larve van witte vlieg (zie afbeelding 22)?

b In een folder van een producent van sluipwespen staat: ‘Zodra de eerste witte vlieg in de kas worden aangetroffen, dient de sluipwesp zo snel mogelijk te worden ingezet. Preventief inzetten behoort ook tot de mogelijkheden.’
Leg uit wat het voordeel en wat het nadeel kan zijn van het preventief inzetten van sluipwespen.

27 Leg uit hoe door vruchtwisseling de kans op plagen en ziekten vermindert.

28 Het gebruik van pesticiden heeft in het verleden geleid tot een sterke afname van het aantal roofvogels in Nederland.

a Leg dat uit.

b De chemische industrie probeert milieuvriendelijke pesticiden te ontwikkelen. Aan welke drie eisen moeten deze pesticiden voldoen?

c Zal voor de chemische industrie, in het algemeen, de meeste kennis nodig zijn voor de productie van een soortspecifiek insecticide of voor de productie van een niet-soortspecifiek insecticide? Leg je antwoord uit.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

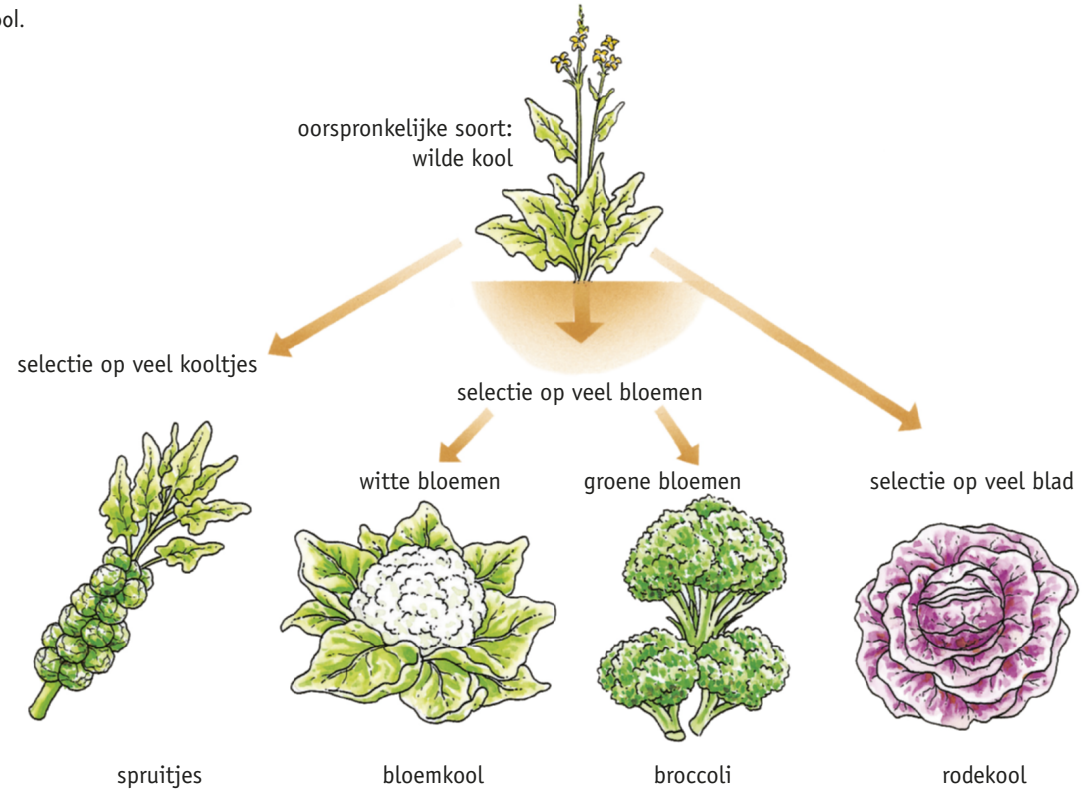
29 Bij de bestrijding van sommige insectensoorten worden feromonen gebruikt. Met behulp van feromonen worden in de paringstijd de mannetjesinsecten gelokt en gevangen. Een mannetje kan met vele vrouwtjes paren. Vrouwtjes die eenmaal hebben gepaard, verliezen hun belangstelling voor mannetjes. Er zijn twee maatregelen mogelijk: de gevangen mannetjes kunnen worden gedood of ze kunnen onvruchtbaar worden gemaakt en vervolgens weer in hetzelfde gebied worden losgelaten.
Welke maatregel zal het aantal insecten in de volgende generatie het sterkst beperken? Leg je antwoord uit.

VERANDERING VAN ERFELIJKE EIGENSCHAPPEN

Bemesting en bescherming tegen ziekten en plagen zijn manieren om de voedselproductie te verhogen. Een derde manier is het veranderen van de erfelijke eigenschappen van voedingsgewassen en landbouwhuisdieren. Dit heet **veredeling**. In een veredelingsbedrijf (planten) of fokkerij (dieren) selecteert de veredelaar of fokker individuen met de gewenste eigenschappen en laat deze kruisen. De nakomelingen met de gunstigste erfelijke eigenschappen gebruikt hij om verder te kweken of fokken. Op deze manier ontstaan steeds betere, 'veredelde' planten of dieren, die bijvoorbeeld een grote vruchtbaarheid, een hoge voedingswaarde of een hoge melkproductie hebben. Door veredeling kunnen ook resistente of nieuwe soorten ontstaan (zie afbeelding 23).

Een andere manier om de genetische eigenschappen van organismen te veranderen, is genetische modificatie. Met behulp van recombinant-DNA-technieken kunnen voedingsgewassen bijvoorbeeld resistent worden gemaakt voor ziekten en plagen.

▶ **Afb. 23** Veredeling van kool.



Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

opdracht

30 In Bangladesh mislukt regelmatig de oogst van aubergine doordat deze door rupsen wordt aangevreten. Daarom is aan deze groente een gen toegevoegd van een bacterie, waardoor de plant een gifstof aanmaakt die de rups doet sterven. De gifstof werkt specifiek: de meeste andere insecten, maar ook vogels, zoogdieren en mensen zijn ongevoelig voor de stof.
- a Welk voordeel voor het milieu heeft het gebruik van voedingsgewassen die resistent zijn tegen bepaalde ziekten en plagen?
- b Genen bevatten de informatie voor de bouw van biologische moleculen. Om welke moleculen gaat dit?
- c Waardoor werken de genen van een bacterie ook in een plant?
- d Tegenstanders van genetische modificatie zijn bang dat de gentech-gewassen schade toebrengen aan mens en milieu. Geef een ecologisch argument tegen genetische modificatie.

NIET-GRONDGEBONDEN VEEHOUDERIJ

Een belangrijk deel van de veeteelt vindt plaats in de **niet-grondgebonden veehouderij**, ook wel intensieve veehouderij of bio-industrie genoemd. In de niet-grondgebonden veehouderij worden per bedrijf veel dieren gehouden, vaak in grote stallen. De bedrijven hebben weinig grond. Het veevoer wordt daarom niet zelf verbouwd, maar ingekocht.
Het voordeel van deze vorm van veeteelt is dat het veel en goedkoop voedsel produceert. Een nadeel is dat er veel meer mest wordt geproduceerd dan de boeren zelf kunnen uitrijden. Dit noem je een **mestoverschot**.

▼ **Afb. 24** Biologische landbouw.

Biologische akker- en tuinbouw:
- heeft meer ruimte nodig dan gangbare landbouw;
- maakt geen gebruik van kunstmest;
- bemest niet meer dan planten kunnen opnemen;
- past geen monoculturen toe;
- gebruikt alleen natuurlijke bestrijdingsmiddelen.

Voedingsgewassen worden beschermd tegen ziekten en plagen door:
- vruchtwisseling (meestal een zesjarig vruchtwisselingsschema);
- verschillende soorten voedings-gewassen op kleine stukken grond;
- bestrijding van insectenplagen met natuurlijke vijanden.

Biologische veeteelt:
- geeft dieren biologisch geteeld veevoer;
- houdt rekening met het welzijn van de dieren;
- gebruikt diergeneesmiddelen pas als een dier ziek is.

BIOLOGISCHE LANDBOUW

Door de gangbare landbouwmethoden is er in Nederland voldoende voedsel, is het voedsel betaalbaar en is er relatief weinig ruimte nodig voor het verbouwen van voedingsgewassen. Daardoor is er meer ruimte voor de natuur. De gangbare landbouwmethoden hebben echter nadelen voor het milieu. De **biologische landbouw** heeft minder milieunadelen (zie afbeelding 24). Producten van de biologische landbouw worden ecologische voedingsmiddelen genoemd.

opdrachten

31 a Biologische landbouw heeft voordelen voor het milieu. Noteer een van die milieuvoordelen.
- b Noteer ook een nadeel van biologische landbouw ten opzichte van de gangbare landbouw.

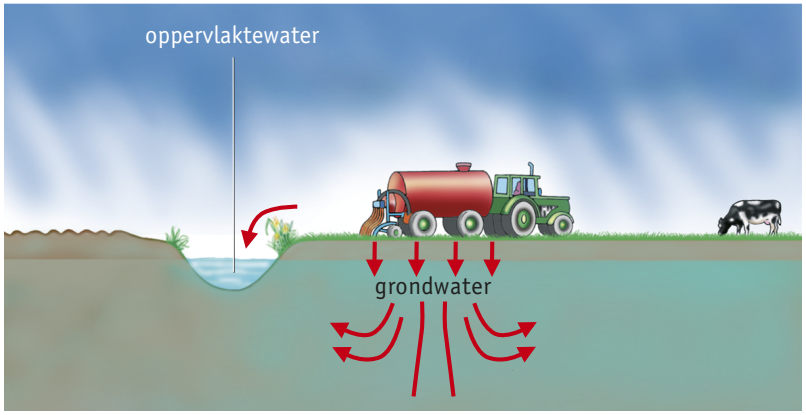
32 Welke directe gevolgen zou het hebben voor de Nederlandse economie, als de niet-grondgebonden veeteelt in ons land wordt afgeschaft?

EUTROFIËRING

In het oppervlaktewater (het water in sloten, rivieren, kanalen en de bovenste lagen van zeeën en oceanen) komen dode resten van planten en dieren voor. Reducenten zetten deze organische stoffen om in anorganische stoffen (mineralen). Deze mineralisatie wordt het zelfreinigend vermogen van water genoemd. De anorganische stoffen worden door producenten in het water gebruikt bij de opbouw van organische stoffen. In stabiele zoetwaterecosystemen is de productie van organische stoffen in evenwicht met de afbraak.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

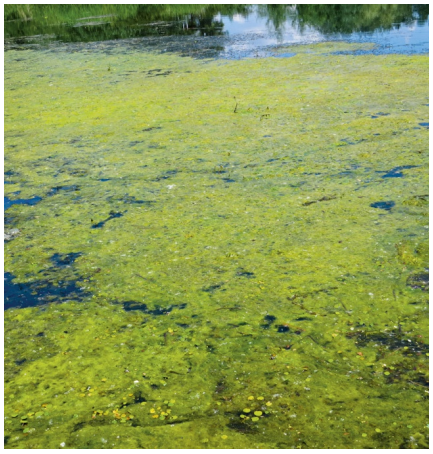
Door het mestoverschot wordt landbouwgrond vaak te veel bemest met stalmest. Je spreekt dan van overbemesting. Met de regen spoelt een deel van de mest van het land af en komt terecht in het oppervlaktewater. Door afbraak van deze organische afvalstoffen neemt de hoeveelheid mineralen (onder andere fosfaat en nitraat) in het water sterk toe. Die toename wordt nog versterkt doordat een deel van de mineralen die in de bodem vrijkomen bij de afbraak van stalmest, uitspoelt naar het grondwater (zie afbeelding 25). Deze mineralen kunnen via het grondwater in het oppervlaktewater terechtkomen. Ook bij gebruik van kunstmest kunnen door afspoeling en uitspoeling mineralen in het oppervlaktewater komen.



▶ **Afb. 25** Door overbemesting komen er meer mineralen in het oppervlaktewater.

Water met veel mineralen is voedselrijk ofwel eutroof. Als de hoeveelheid mineralen in het water sterk toeneemt, heet dat **eutrofiëring** ofwel vermesting. Door eutrofiëring zijn in Nederland veel voedselarme wateren en bodems voedselrijker geworden. Daardoor zijn er soorten planten verdwenen en andere soorten bij gekomen. Sommige soorten planten zijn verdwenen doordat ze alleen in een voedselarm milieu kunnen leven. Andere soorten zijn verdwenen doordat ze zijn overwoekerd door soorten die beter zijn aangepast aan voedselrijke milieus.

▼ **Afb. 26** Waterbloei.



WATERBLOEI

Als gevolg van eutrofiëring van oppervlaktewater kunnen sommige soorten waterplanten zich enorm uitbreiden (zie afbeelding 26). Door een sterke algengroei krijgt het water een groene kleur, de zogenoemde **waterbloei**. Vooral een hoge concentratie fosfaat en nitraat in het water veroorzaakt waterbloei.
Door de grote toename van algen en door de sterke uitbreiding van drijvende waterplanten zoals kroos, dringt licht minder ver door in het water. Hierdoor sterven veel planten die onder water leven. Algen leven betrekkelijk kort en gaan in grote aantallen tegelijk dood. Samen met de afgestorven waterplanten veroorzaakt deze massale algensterfte een flinke toename in de hoeveelheid organisch materiaal (dode resten). Hierdoor zullen reducenten in het water zich snel vermeerderen. Doordat de reducenten veel zuurstof verbruiken, kan in het water zuurstofgebrek ontstaan. Daardoor sterven (vooral) vissen. Dit leidt tot nog meer organische afvalstoffen, nog meer reducenten en nog minder zuurstof. Uiteindelijk ontstaat water waarin vrijwel geen leven meer voorkomt.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▼ **Afb. 27** Ledlampen in glastuinbouw.

▼ **Afb. 28** Verticale landbouw in Singapore.

opdrachten

33 Door eutrofiëring kan de samenstelling van plantensoorten in een ecosysteem veranderen.
Leg dat uit.

34 a Leg uit hoe waterbloei kan leiden tot zuurstofgebrek in het water.
b Door waterbloei wordt het water troebel. Veel soorten waterplanten ontwikkelen zich dan minder goed en sterven. Dit geldt het eerst voor ondergedoken waterplanten (waterplanten die grotendeels onder water leven).
Leg uit waardoor deze waterplanten als eerste sterven.
c De zuurstofconcentratie in het water schommelt gedurende een etmaal. Op welk moment van een etmaal zal vooral vissterfte optreden als gevolg van zuurstofgebrek?

35 Maak een woordmap over eutrofiëring. Gebruik daarbij: *dierensterfte – minder zuurstof in water – plantensterfte – reducenten – snelle algensterfte – toename kroos en algen – vermesting*. Sommige begrippen kun je meerdere keren gebruiken.

MILIEUVRIENDELIJKE ONTWIKKELINGEN

Door nieuwe ontdekkingen en technische verbeteringen kan de land- en tuinbouw milieuvriendelijker worden. Een voorbeeld is het gebruik van ledlampen in de glastuinbouw (zie afbeelding 27). Doordat ledlampen niet heet worden, kun je ze niet alleen boven, maar ook tussen de planten plaatsen. Door ledlampen met verschillende kleuren licht toe te passen en op het juiste moment de juiste intensiteit te geven, kan de tuinder de fotosynthese optimaliseren.

Mede door de ontwikkeling van ledlampen is vertical farming (verticale landbouw) sterk in ontwikkeling. Vertical farming is een vorm van landbouw waarbij gewassen worden gestapeld (zie afbeelding 28). Dit kan ook in een stedelijke omgeving gebeuren. Door naast de (led)verlichting ook de temperatuur, de hoeveelheid CO_2 en de luchtvochtigheid zo goed mogelijk te regelen, kan de productie sterk worden verhoogd.

▸▸ PRACTICUMOPDRACHT 1

opdrachten

36 Ledlampen zijn energiezuinig, doordat ze veel minder warm worden dan de natriumlampen die vaak nog in de glastuinbouw worden gebruikt. Volgens een rapport van de Wageningen Universiteit kunnen glastuinbouwers 60% aan elektriciteit besparen wanneer ze overstappen van natriumlampen naar ledverlichting. De totale energiebesparing wordt dan geschat op 50%.
a Leg uit waarom het gunstig is dat ledlampen ook aan de zijkant van planten kunnen worden geplaatst.
b Geef aan waarom de energiebesparing geschat wordt op 50%, terwijl de besparing op elektriciteit door gebruik te maken van ledlampen 60% is.

37 Urban farming (stadslandbouw) is het verbouwen, bewerken en verkopen van voedsel in een stedelijke omgeving.
Leg uit waarom urban farming, bijvoorbeeld op daken van kantoren of in leegstaande gebouwen, milieuvriendelijk is.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

CONTEXT Leefwereld

Klaar voor insecten

▼ **Afb. 29** Eetbare insecten.

Lange tijd moesten veel Nederlanders niets hebben van eetbare insecten, maar inmiddels is dat wel anders. 'Heel veel mensen zijn enthousiast geworden en vinden ze heerlijk. Het insectengerecht moet dan wel goed zijn klaargemaakt,' vertelt de Wageningse hoogleraar insectenkunde Marcel Dicke. Door de bevolkingstoename neemt de vraag naar vlees toe, waardoor een tekort dreigt te ontstaan. Een oplossing is volgens Marcel Dicke om over te schakelen op vlees van insecten. Die blijken veel minder energie te verspillen doordat ze hun lichaamstemperatuur niet constant houden. In Nederland liggen insecten gewoon in de schappen van de supermarkt. Je vindt er bijvoorbeeld de bugslibar, een chocolademueslireep met meelwormen, en buggy crisps van wasmotlarven in de smaken paprika en zout. Ook zijn er vleesvervangers waarin insecten zijn verwerkt.

opdrachten

38 Hoe kan het eten van insecten bijdragen aan de oplossing van het wereldvoedselvraagstuk?

39 Bij onderzoek naar de efficiëntie van de voedselproductie is de conversiefactor belangrijk. De conversiefactor geeft aan welk deel van de energie in het voedsel van een organisme wordt omgezet in biomassa. Als de biomassa van een dier door het eten van 100 kilojoule (kJ) biomassa toeneemt met 10 kJ, is de conversiefactor 0,1. In afbeelding 30 staan gegevens over de energiestroom in een stabiel graslandecosysteem: de gemiddelde hoeveelheden van de voedselopname, de assimilatie, de onverteerbare resten, de opbouw van organische stoffen (productie) en de dissimilatie. De hoeveelheden zijn gebaseerd op een netto primaire productie (NPP) van 100 joule per m² per jaar.

▼ **Afb. 30** Energiestromen in een stabiel graslandecosysteem.

NPP 100 joule per m²	Opname	Assimilatie	Onverteerd	Productie	Dissimilatie
	I (joule)	A (joule)	F (joule)	P (joule)	R (joule)
Herbivoren					
gewervelden	25,00	12,50	12,50	0,25	12,25
ongewervelden	4,00	1,60	2,40	0,64	0,96
Carnivoren					
gewervelden	0,16	0,13	0,03	0,003	0,127
ongewervelden	0,27	0,135	0,135	0,040	0,095

a Bereken de gemiddelde conversiefactor van ongewervelde herbivoren.
b Bereken ook de gemiddelde conversiefactor van gewervelde herbivoren.
c Leg met behulp van de conversiefactor uit dat insecten eten minder belastend is voor het milieu dan eten van koeien- of kippenvlees.
d Beargumenteer dat alleen de gegevens over het verschil in voedselconversie onvoldoende zijn voor de aanbeveling om meer insecten te eten.
e Om een goed gefundeerd oordeel te vormen over het eten van meelwormen zijn meer onderzoeksgegevens nodig.
Noteer minimaal één onderzoek dat daartoe zeker nog moet plaatsvinden.

▶▶ OLYMPIADE OPDRACHT 12

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoel
- Je kent oorzaken en gevolgen van het versterkte broeikaseffect en mogelijke oplossingen daarvoor.

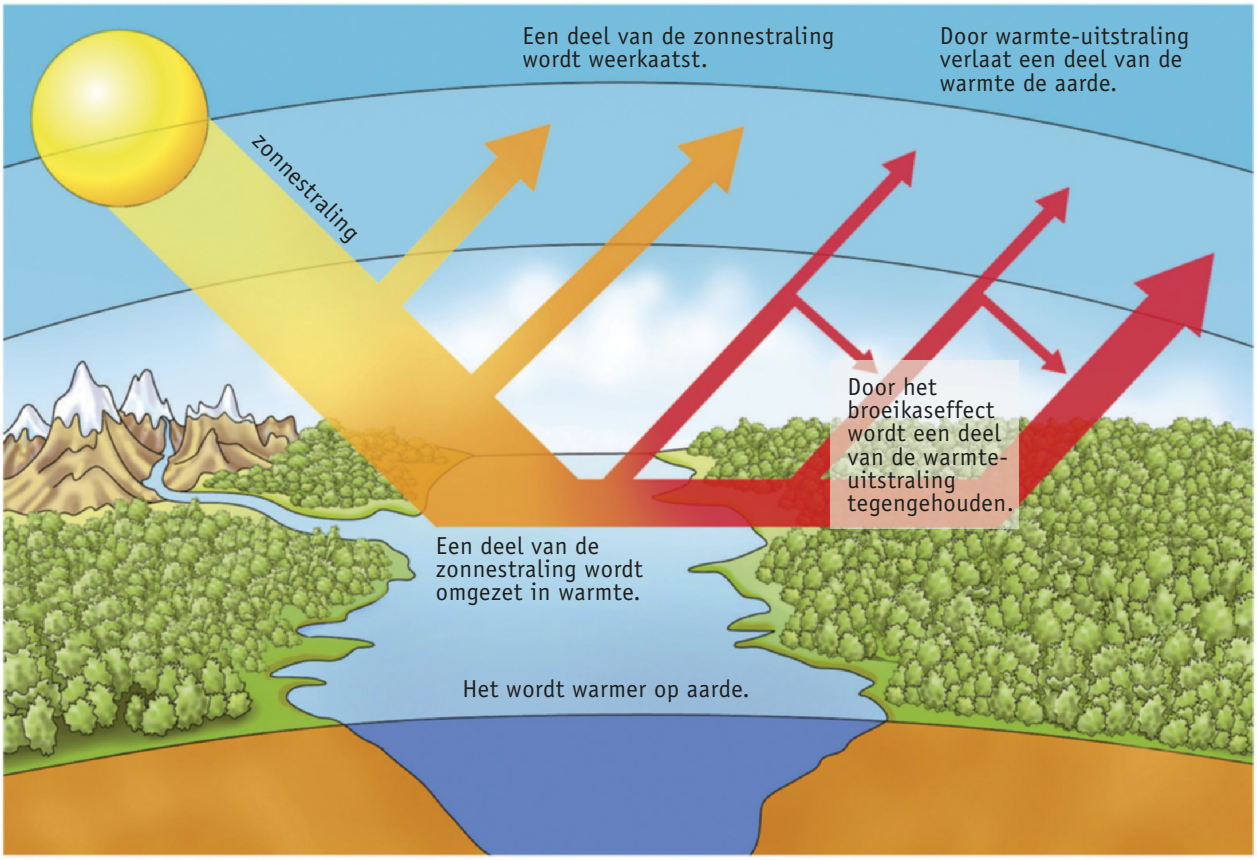
4 Energie

Sinds de industriële revolutie zijn de concentratie CO_2 in de lucht en de gemiddelde temperatuur op aarde spectaculair toegenomen. Toch stelt de huidige concentratie atmosferische CO_2 weinig voor vergeleken met het cambrium, zo'n 550 miljoen jaar geleden. Toen was de CO_2-concentratie in de lucht twintig keer hoger.

VERSTERKTE BROEIKASEFFECT

Het klimaat op aarde wordt voor een groot deel bepaald door de atmosfeer (dampkring), een mengsel van verschillende gassen die de zonnestraling doorlaten naar de aarde. De aarde absorbeert de zonnestraling en straalt de warmte ook weer uit. Een aantal gassen in de atmosfeer absorbeert deze warmtestraling (zie afbeelding 31). Dit voorkomt dat de aarde te veel warmte verliest. Zonder deze gassen in de atmosfeer zou de temperatuur aan het aardoppervlak ruim 30 °C lager zijn.
Net als een broeikas houden de gassen in de atmosfeer de warmte vast die binnenkomt. Dit wordt het **broeikaseffect** genoemd. De gassen in de dampkring die het broeikaseffect veroorzaken, worden broeikasgassen genoemd. De belangrijkste natuurlijke broeikasgassen zijn koolstofdioxide (CO_2), waterdamp (H_2O) en methaan (CH_4).

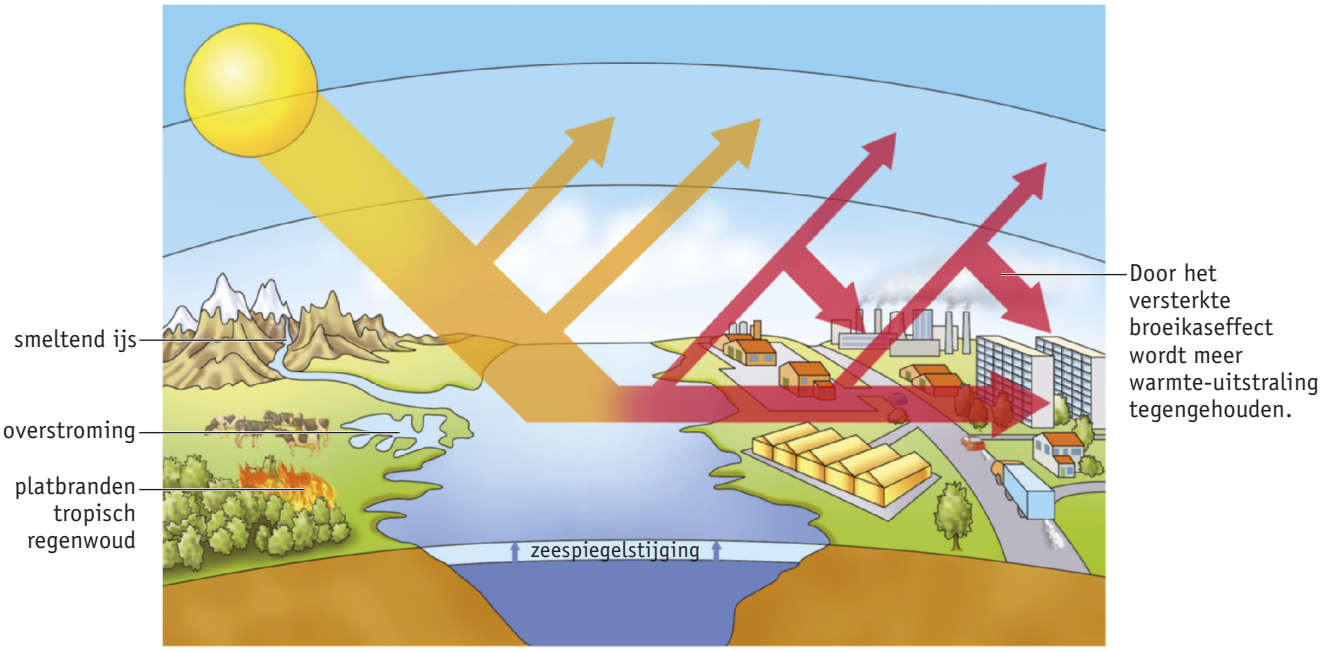
▼ **Afb. 31** Het broeikaseffect.



Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Veel milieuproblemen hebben te maken met emissie (de uitstoot van gassen in de lucht). Emissie van broeikasgassen leidt tot het **versterkte broeikaseffect** (zie afbeelding 32). Dit houdt in dat de atmosfeer meer warmte vasthoudt, waardoor de temperatuur op aarde stijgt. Vooral de stijging van de CO_2-concentratie in de atmosfeer versterkt het broeikaseffect. Het CO_2-gehalte stijgt vooral doordat we de voorraad fossiele brandstoffen verbranden, waarbij het verbrandingsgas CO_2 vrijkomt.

▼ **Afb. 32** Het versterkte broeikaseffect.



▼ **Afb. 33** Rijstvelden.

Methaan, ook wel moerasgas genoemd, is een ander broeikasgas dat een bijdrage levert aan de opwarming van de aarde. Methaan houdt de warmte zo'n 25 keer beter vast dan koolstofdioxide. Het wordt onder andere gevormd bij de afbraak van organische stoffen door anaerobe bacteriën. Belangrijke bronnen van methaangas zijn (1) de veeteelt, (2) de toendra in Siberië, (3) rijstvelden en (4) (tropische) bossen.

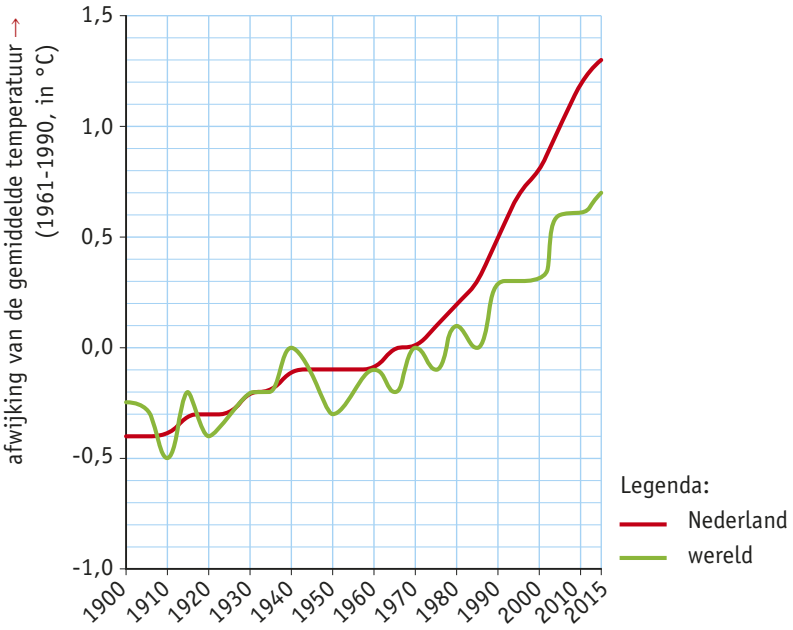
1 Herkauwers hebben veel methaanbacteriën in hun verteringsstelsel. Deze bacteriën zijn nodig om gras te verteren. Een koe produceert enkele honderden liters methaangas per dag.
2 In Siberië ontdooit door de opwarming van de aarde elke zomer de bovenlaag van de toendra. Daardoor ontstaan er plassen waarin bacteriën organische stoffen afbreken met behulp van zuurstof. Doordat de diffusie van zuurstof in het water trager verloopt dan het verbruik, ontstaat er een anaeroob milieu. Daarin breken anaerobe bacteriën de organische stof verder af tot methaangas.
3 Rijstvelden, waar altijd een laagje water op staat, zijn op dezelfde manier belangrijke bronnen van methaangas (zie afbeelding 33).
4 Tropische regenwouden stoten methaangas uit. Mogelijk geven de bomen het methaan uit de natte grond door aan de lucht. Door de grootschalige ontbossing is deze uitstoot van methaan de laatste twintig jaar minder snel toegenomen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

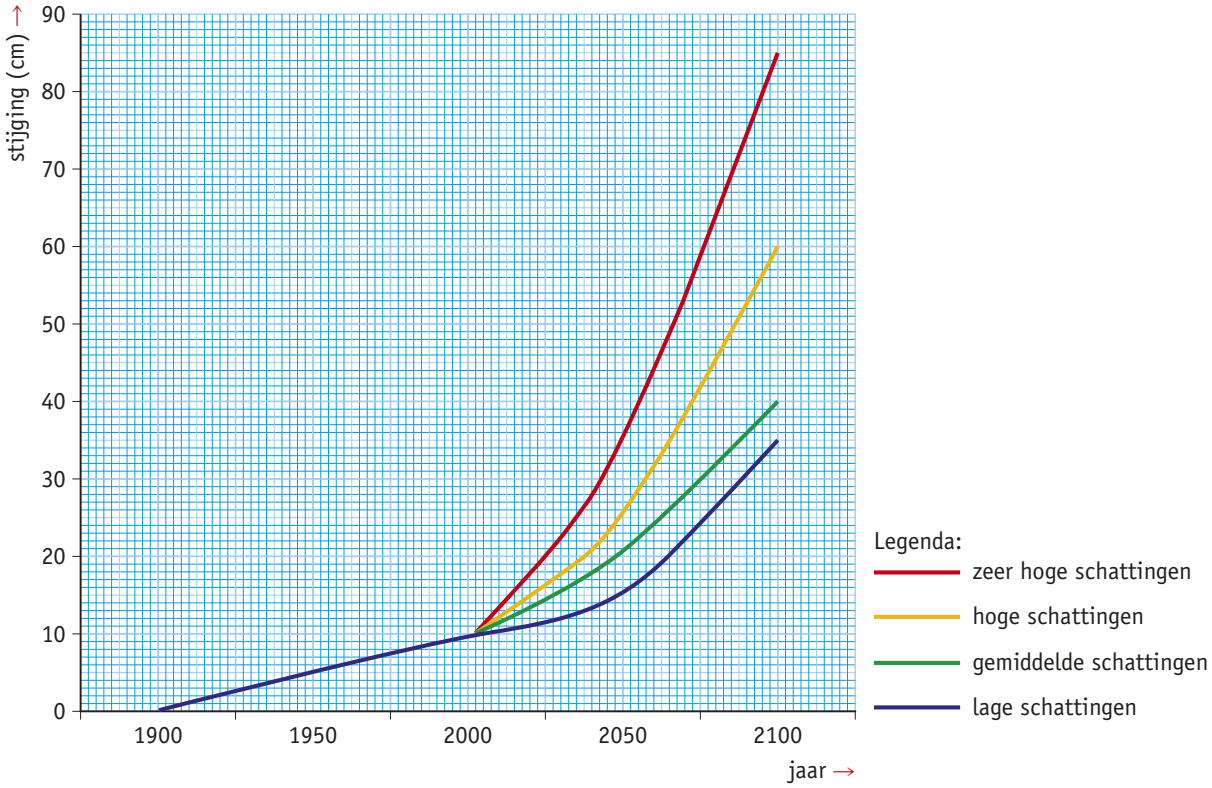
GEVOLGEN VAN HET VERSTERKTE BROEIKASEFFECT

Over de precieze gevolgen van de versterking van het broeikaseffect is nog niet alles bekend. Wel is duidelijk dat hierdoor klimaatverandering kan optreden. Afbeelding 34 toont de verandering in de gemiddelde temperatuur in Nederland en in de wereld sinds 1900. In deze periode is de zeespiegel ongeveer vijftien centimeter gestegen. Dit is vooral veroorzaakt door uitzetting van het water door temperatuurstijging. Als de gemiddelde temperatuur op aarde verder stijgt, zal door uitzetting van water de zeespiegel verder stijgen. Bovendien zal een deel van het poolijs, vooral het landijs op de Zuidpool, en van het ijs op gletsjers smelten. Ook hierdoor stijgt de zeespiegel (zie afbeelding 35).

Afb. 34 Verandering van de gemiddelde temperatuur in Nederland en in de wereld.



Afb. 35 Zeespiegelstijging (Nederlandse kust).



Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Door verhoging van de gemiddelde temperatuur op aarde ontstaat er in sommige gebieden droogte en worden de woestijnen groter. In andere gebieden valt juist meer regen. Volgens sommige wetenschappers zal de voedselvoorziening in gevaar komen, doordat de landbouw in grote gebieden onmogelijk wordt. Volgens anderen kan het versterkte broeikaseffect een gunstige invloed hebben op de landbouw. Klimaatverandering leidt ook tot veranderende ecosystemen. Planten en dieren die in Nederland voorkomen, sterven uit of trekken naar het noorden. Omgekeerd komen planten en dieren uit zuidelijke streken naar het noorden.

opdrachten

40 Leg uit waardoor het verbranden van fossiele brandstoffen de huidige kringloop van koolstof verstoort.

41 Waarom wordt methaan ook wel moerasgas genoemd?

42 De absolute toename van CO_2 in de atmosfeer in de periode 1958–1999 is geringer dan de geschatte totale CO_2-productie bij verbranding van fossiele brandstoffen in die periode. Blijkbaar is er in die periode ook CO_2 uit de atmosfeer verdwenen.
Noteer twee processen waardoor CO_2 uit de atmosfeer verdwijnt. Gebruik bij deze opdracht je *Binas* (tabel 93F).

43 Volgens sommige wetenschappers kan het versterkte broeikaseffect een gunstige invloed hebben op de landbouw.
Leg uit hoe dat kan.

MOGELIJKE OPLOSSINGEN

Een oplossing die bijdraagt aan het verminderen van de hoeveelheid CO_2 in de lucht is er nog niet. Wel zijn er manieren om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. In plaats van fossiele brandstoffen kun je duurzame energiebronnen gebruiken om energie op te wekken, zoals wind, water, zon en aardwarmte. Deze energiebronnen zijn overal op aarde aanwezig, raken niet op en bij gebruik ervan komt geen extra CO_2 in de atmosfeer.

Een andere manier om energie op te wekken is het verbranden, vergassen of vergisten van biomassa. **Biomassa** is in deze context een verzamelnaam voor organisch (rest)materiaal zoals hout, gft-afval, rioolslib, plantaardige olie en mest. Biomassa is hernieuwbaar en bij de verbranding ervan komt CO_2 vrij dat onderdeel is van de korte koolstofkringloop.
Biobrandstoffen zijn brandstoffen die afkomstig zijn uit biomassa. Bij de productie wordt vooral gebruikgemaakt van plantaardig en dierlijk restmateriaal. Door plantaardig restmateriaal te vergisten kan bio-ethanol of biodiesel worden gemaakt. Ook uit algen en zeewier kan energie worden gewonnen (zie de context aan het einde van deze basisstof).

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

In de landbouw en veeteelt zijn er oplossingen om de uitstoot van methaangas te verminderen. De ontwikkeling van een genetisch gemanipuleerde rijstplant kan leiden tot een verminderde uitstoot van methaangas. Aanpassing van de voeding voor koeien en verbetering van de opslag en verwerking van mest zorgen voor een verminderde uitstoot van methaan. Uit mestafval kan bovendien biogas worden geproduceerd door middel van mestvergisting. Daarbij wordt mest, vaak samen met ander organisch afval zoals voerresten, door micro-organismen omgezet in biogas (zie afbeelding 36). Het biogas dient vervolgens als brandstof in een warmtekrachtcentrale, waar het wordt omgezet in elektriciteit en warmte. Een gemiddelde biogasinstallatie van 1,7 megawatt (MW) produceert genoeg groene elektriciteit voor zo'n drieduizend huishoudens. De boer kan het biogas (na opwaardering) ook als 'groen gas' terugleveren aan het aardgasnet.

Afb. 36 Mestvergistingssysteem bij een melkveehouderij.

opdrachten

44 In het verleden werd voor de productie van biobrandstof vooral suikerriet of maïs gebruikt. Deze gewassen werden speciaal gekweekt als grondstof voor energiewinning.
Leg uit dat het duurzamer is om voor de energiewinning restmateriaal te gebruiken in plaats van speciaal gekweekte planten.

45 **a** Leg uit waardoor het gebruik van fossiele brandstof wel bijdraagt aan een versterkt broeikaseffect en het gebruik van bio-ethanol uit plantaardig restafval niet.
b Biobrandstoffen worden hernieuwbaar genoemd.
Wat betekent 'hernieuwbare energie'?
c Noteer nog enkele voorbeelden van hernieuwbare energiebronnen.

46 In een mestvergistingsinstallatie wordt energie gewonnen uit mest en ander organisch afval.
a Leg uit hoe door vergisten bruikbare energie ontstaat uit biomassa.
b Noteer enkele duurzame aspecten van mestvergisting.

47 Sinds het cambrium is een groot deel van het CO_2 uit de lucht verdwenen.
Waar is de koolstof gebleven?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

CONTEXT Wetenschap

Energie uit zeewier

▼ **Afb. 37** Energie uit algen.

Binnenkort is het mogelijk om voldoende energie uit algen (zeewier) te halen tegen een concurrerende prijs. Dat zeggen wetenschappers van het Energieonderzoek Centrum Nederland. Met nieuwe technieken hebben wetenschappers aangetoond dat er rendabel kan worden gekweekt en geoogst, waardoor de ontwikkeling van zeewierfarms voor de productie van biomassa voor biobrandstof, chemicaliën en voedingsstoffen steeds dichterbij komt. Deze zeewierfarms bestaan uit duizenden vierkante meters aan matten waarop zeewier groeit. Deze worden in de Noordzee op een diepte tussen één en drie meter gelegd.
Zeewier bevat koolhydraten en relatief veel eiwitten. Die eiwitten komen vrij wanneer uit het zeewier chemicaliën en biobrandstof worden geproduceerd. De kweek van zeewier voor de productie van voedingsstoffen concurreert dus niet met die voor biobrandstof en chemicaliën. Daardoor is het een ideaal gewas voor de voedsel- en energievoorziening.

opdracht

48 Regelmatig wordt het zeewier geoogst.
- **a** Welk probleem kan zich voordoen bij de nutriëntenhuishouding als zeewier wordt geoogst?
- **b** Welk probleem kan zich voordoen als op duizenden vierkante meters alleen maar zeewier wordt gekweekt?
- **c** Deskundigen suggereren om zeewierfarms te plaatsen in de nabijheid van bestaande viskwekerijen.
  Welke twee voordelen heeft dit?
- **d** Een andere geschikte plaats zijn riviermondingen.
  Leg uit waardoor riviermondingen ook geschikt zijn als plek voor zeewierfarms.
- **e** Op welke manier kunnen zeewierfarms in de toekomst ook bijdragen aan een oplossing voor het mondiale voedselprobleem?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoel
- Je kent maatregelen voor natuurbehoud, natuurbeheer en natuurontwikkeling en aangeven of je deze maatregelen aanvaardbaar vindt.

5 Natuurbescherming

Nederland is een van de dichtstbevolkte gebieden ter wereld. De ruimte gaat onder andere op aan wonen, werken, voedselvoorziening, recreëren en infrastructuur. Geen wonder dat we eigenlijk geen gebieden meer hebben waar de natuur zijn gang kan gaan.

NATUURBESCHERMING

Bij natuurbescherming kun je onderscheid maken tussen natuurbehoud, natuurbeheer en natuurontwikkeling. **Natuurbehoud** is gericht op het handhaven of behouden van natuur door bijvoorbeeld het opkopen van natuurgebieden. Natuurbehoud gaat altijd samen met natuurbeheer. **Natuurbeheer** is het door menselijk ingrijpen streven naar optimale leefomstandigheden voor planten en dieren door bijvoorbeeld beheerwerken, zoals maaien en afvoeren van hooiweiden en oeverbegroeiing. Een derde mogelijkheid om de natuur te beïnvloeden, is **natuurontwikkeling**. Daarbij doen mensen eerst bepaalde ingrepen, bijvoorbeeld het afgraven van een stuk duin zodat de wind vrij spel krijgt, of het creëren van ruimte voor een rivier om buiten zijn oevers te treden. Vervolgens kan de natuur haar gang gaan. Voorbeelden van natuurontwikkeling zijn de Oostvaardersplassen en de Biesbosch.

Om na te gaan in hoeverre het (leef)milieu in een gebied moet worden beschermd, kun je kijken naar indicatorsoorten (een soort die een aanwijzing geeft over een kenmerk van het milieu). Aan de hand van deze organismen kan een verandering of verontreiniging van het milieu worden gesignaleerd. Ook een verbetering van de milieuomstandigheden is meetbaar met indicatorsoorten.

VERANDEREND LANDSCHAP

Het Nederlandse landschap ziet er nu heel anders uit dan zo'n vijftig jaar geleden. Er komen bijna geen natuurlijke ecosystemen meer voor. De natuur is vooral door grote verkeerswegen in kleinere stukjes verdeeld. Dit noem je **versnippering**. Door maatregelen op het gebied van ruimtelijke ordening wordt gestreefd naar areaalvergroting van natuurgebieden. Hierdoor kan het verspreidingsgebied van planten- en diersoorten groter worden.
De basis voor dit natuurbeleid is het **Natuurnetwerk Nederland**, in de wet de **Ecologische Hoofdstructuur** genoemd (zie afbeelding 38). Het Natuurnetwerk Nederland bestaat uit een netwerk van met elkaar verbonden natuurgebieden. De bedoeling is om door aaneenkoppeling van natuurgebieden de versplinterde leefgebieden bij elkaar te brengen waardoor soorten zich kunnen verspreiden.

Binnen het Natuurnetwerk Nederland wordt onderscheid gemaakt tussen kerngebieden (belangrijke grote natuurreservaten), natuurontwikkelingsgebieden (gebieden waar de kwaliteit van natuur moet worden vergroot) en verbindingszones (gebieden die met elkaar zijn verbonden). Dat laatste gebeurt bijvoorbeeld door de aanleg van faunapassages. Een **faunapassage** is een voorziening voor dieren om ongedwongen en op een veilige manier de andere kant van een weg te bereiken. Voorbeelden van faunapassages zijn tunnels (ook wel wildtunnels genoemd) en viaducten (ook wel ecoducten genoemd, zie afbeelding 39).

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

▶ **Afb. 38** Ecologische Hoofdstructuur (EHS) of Natuurnetwerk Nederland.

opdrachten

49 **a** Leg uit wat het nut of voordeel is van faunapassages.
b Leg uit hoe de Ecologische Hoofdstructuur meehelpt om de biodiversiteit in Nederland te vergroten.

50 Rond 1900 werd de dassenpopulatie nog op 12 000 dieren geschat. Daar waren er rond 1960 nog maar 1200 van over. In 1900 leefden er in Nederland ongeveer 5 miljoen mensen. In 1960 waren dit er ongeveer 11,5 miljoen.
a Wat zijn de belangrijkste oorzaken van de sterke achteruitgang van de das tussen 1900 en 1960?
b In 2015 waren er naar schatting tussen de 5000 en 6000 dassen in Nederland.
Zoek op internet (bijvoorbeeld op de site van de Zoogdiervereniging of stichting Das en Boom) enkele beheersmaatregelen die hebben geholpen om het aantal dassen tussen 1960 en 2015 te laten toenemen.

▼ **Afb. 39** Ecoduct.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

51 In 1979 werd de polder Breebaart bij Punt van Reide in het Dollardgebied in Noord-Groningen ingepolderd. In 1999 werd in het kader van natuurontwikkeling een duiker aangelegd (een soort buis waardoor zeewater in en uit het gebied kan stromen). Daardoor stond de waterstand in de polder weer onder invloed van het getij en trad verzilting en verbrakking op. Er ontstond een gebied met kwelders. De vegetatie veranderde. Er groeit nu bijvoorbeeld kweldergras, zeealsem, Engels slijkgras en hier en daar wat zeekraal.

a Waardoor veranderde de vegetatie na de aanleg van de duiker?

b Welke gevolgen kan verzilting hebben voor het dierenleven in een dergelijk gebied?

c Door de aanleg van een duiker werd in 1999 land van boeren weer deels teruggegeven aan de zee.
Geef aan of je deze maatregel aanvaardbaar vindt. Betrek in je antwoord zowel de mening/visie van een boer als die van een milieuorganisatie.

NATUURBESCHERMINGSWETTEN EN RODE LIJSTEN

De wettelijke basis voor natuurbescherming in Nederland vormen de Natuurbeschermingswet, de Boswet en de Flora- en faunawet. In de Natuurbeschermingswet is de natuurbescherming van specifieke gebieden geregeld. De Boswet beschermt de bossen en de Flora- en faunawet beschermt ongeveer vijfhonderd planten- en diersoorten van de Rode lijsten. Op een **Rode lijst** staat een overzicht van soorten die uit Nederland zijn verdwenen of dreigen te verdwijnen. Op de Nederlandse Rode lijsten staan alleen bedreigde soorten die zich in Nederland voortplanten. Plaatsing op de Nederlandse Rode lijst betekent niet automatisch dat de soort wettelijk is beschermd; daarvoor is opname van de soort in de Flora- en faunawet nodig.

Met beschermingsmaatregelen zoals bij de ooievaars en herintroductieprogramma's zoals bij de bever, wordt geprobeerd de populaties van bedreigde soorten weer te laten toenemen.

opdrachten

52 In 2002 werden er 32 otters uitgezet in de kop van Overijssel. Inmiddels komt de otter in heel Noordoost-Nederland voor.
Hoe wordt een maatregel als het uitzetten van otters officieel genoemd?

53 Zalmen planten zich alleen voort in schoon, snelstromend koud zoet water met veel zuurstof. Veel jonge zalmen vertrekken naar de Groenlandse wateren, duizenden kilometers van hun paaiplaatsen. Ook paling is een trekvis: palinglarfjes uit de Sargassozee drijven zesduizend kilometer in één tot drie jaar met de zeestroming mee naar de Europese kust.
Zalm en paling zijn bedreigde en te beschermen diersoorten. In Nederland komen nog maar weinig zalm en paling voor. Toch staan zalm en paling niet op de Nederlandse Rode lijsten.
Leg dit uit.

54 Wat is het verschil tussen de Rode lijsten en de Flora- en faunawet?

55 Met de ooievaars en bevers in Nederland gaat het veel beter dan vroeger. Bedenk minstens twee maatregelen die kunnen zijn genomen om de ooievaar- en beverstand te verbeteren.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

CONTEXT Leefwereld

De Oostvaardersplassen

▼ **Afb. 40** Konikpaarden in de Oostvaardersplassen.

Rond 2004 leefden er in de Oostvaardersplassen ongeveer 1500 edelherten, 1000 konikpaarden, 500 heckrunderen, 100 reeën en 100 vossen. De jaarlijkse sterfte onder de edelherten was rond de 20%. Er was geen sprake meer van groei en de jaarlijkse sterfte concentreerde zich (uiteraard) in de koude en voedselarme wintermaanden, vooral in maart. In de winter van 2004–2005 vond er een relatief grote sterfte plaats onder de grote grazers in de Oostvaardersplassen. Dit leidde tot hevige discussies in verschillende media, en ook in de politiek, over de vorm van beheer die hier wordt toegepast. Staatsbosbeheer heeft gekozen voor een beheersvorm waarbij de natuur haar gang mag gaan en greep dus niet in. Dit had tot gevolg dat veel van de 3000 dieren gedurende de winter steeds meer vermagerden en van de honger doodgingen. Om verder lijden te voorkomen werden de zwakste dieren door een boswachter afgeschoten. Staatsbosbeheer kreeg dus meer de rol van de wolf: kwetsbare dieren, vooral die dieren die zich afzonderen van de kudde, werden gedood. Ook hierop kwam echter veel kritiek, vooral uit jagerskringen die stelden dat er toch nog veel onnodig leed was onder de dieren.

opdracht

56 In deze opdracht neem je als beheerder, recreant of dierenbeschermer een standpunt in over hoe er moet worden omgegaan met de grote grazers in de Oostvaardersplassen tijdens een hongerperiode. Denk bijvoorbeeld aan: al of niet bijvoeren, afschieten en weghalen van (dode) grote grazers of zoals sommige mensen voorstellen: herintroductie van de wolf.
Je werkt samen met andere leerlingen.
- Je wordt ingedeeld bij een van de drie groepen: beheerders (groep A), recreanten (groep B) en dierenbeschermers (groep C).
- Leef je met je groep zo goed mogelijk in in de rol die je hebt. Zoek informatie (gegevens, feiten) en gebruik die om met je groep tot een standpunt te komen.
- Onderbouw jullie standpunt met een motivering: waarom of hoe leiden de gegevens tot jullie standpunt? Zorg dat anderen jouw redenering goed kunnen volgen, bijvoorbeeld door ook voorbehouden en afzwakkingen ('mitsen en maren') te formuleren.
- Maak een poster met jullie standpunt en onderbouwing.
- Presenteer jullie poster en verdedig jullie standpunt tegenover de andere groepen.

Je hebt nu de basisstof van dit thema doorgewerkt.
- Doe online de verrijkingsstoffen, de flitskaarten en de oefentoets.
- Ga in het boek verder met de Samenhang en de Examentrainer.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Leerdoelen

- Je kunt de invloed van medicijnen en oestrogenen op het milieu en de mens toelichten voor verschillende organisatieniveaus van de biologie.
- Je kunt de biologische vakvaardigheden evolutionair denken en systeemdenken toepassen op de verspreiding van medicijnen en oestrogenen in het milieu.

Vissen aan de pil

Mannelijke vissen die vervrouwelijken en kreeften aan de antidepressiemiddelen. Wat is er aan de hand in de natuur?

EICELLEN IN DE TESTES

Het antwoord is simpel: het oppervlaktewater bevat geneesmiddelen, bestrijdingsmiddelen en hormonen. Deze microverontreinigingen zijn afkomstig uit afvalwater van ziekenhuizen, boerderijen en woningen. Via de rioolzuiveringsinstallaties wordt het water geloosd op het oppervlaktewater. Het water bevat dan nog sporen van al deze stoffen.
Waterdieren worden continu blootgesteld aan deze stoffen. Ze nemen ze op via de huid, de kieuwen, het verteringsstelsel en zelfs via de bevruchte eitjes. Door accumulatie kan deze voortdurende blootstelling zorgen voor schadelijke biologische effecten, zoals veranderingen in de bouw of het functioneren van organen of het gedrag van het dier.
Vooral de synthetische oestrogenen, afkomstig van de anticonceptiepil, baren de wetenschappers zorgen. In rivieren zwemmen al mannelijke vissen rond met een vervrouwelijkt geslachtsorgaan en eicellen in de testes. Zelfs blootstelling aan lage concentraties oestrogenen kan bij vissen al leiden tot een verminderde vruchtbaarheid en dus voortplanting.

▼ **Afb. 1** Door Prozac zwemmen kreeftachtigen naar het licht, maar ze kunnen maar beter 'down' blijven.

PROOI DOOR PROZAC

Ook geneesmiddelen komen in lage concentraties voor in het oppervlaktewater. Ze lijken bij kortdurende blootstelling onschadelijk voor waterdieren. De effecten op de lange termijn zijn echter moeilijk te voorspellen, want onder natuurlijke omstandigheden is dit lastig te onderzoeken. Dat komt doordat in de natuur meerdere biotische en abiotische factoren invloed hebben op de ontwikkeling van de waterdieren.
Onder gecontroleerde laboratoriumomstandigheden zijn er wel effecten gemeten. Zo blijkt het antidepressivum Prozac ervoor te zorgen dat kreeftachtigen naar het licht toe zwemmen in plaats van naar het donker. Daardoor worden zij een gemakkelijke prooi (zie afbeelding 1). Bij mosselen zorgt Prozac voor massale voortplanting, ook als de omstandigheden ongunstig zijn. En hartmedicijnen zorgen ervoor dat vissen minder snel kunnen wegvluchten, omdat ze door deze medicijnen een lager hartritme hebben.

Al deze veranderingen zijn alleen onder laboratoriumomstandigheden waargenomen. Toch zijn veel wetenschappers het erover eens dat microverontreinigingen zoals geneesmiddelen en hormonen serieuze effecten kunnen hebben. Ze pleiten ervoor dat het verontreinigde water al bij de bron wordt gezuiverd. Wij mensen hoeven ons trouwens geen zorgen te maken: ons drinkwater wordt goed gezuiverd en het behoort wat de kwaliteit betreft tot het beste ter wereld.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Organisatieniveau	Begrip
Biosfeer	
Ecosysteem	
Populatie	
Organisme	
Orgaanstelsel	
Orgaan	
Cel	
Molecuul	

opdrachten

1 Neem de tabel over en vul in. Kies uit: *eicel – hart – hormoon – huid – kieuw – kreeft – mensen – mossel – oestrogeen – Prozac – rivier – testes – verteringsstelsel – vissen*.

2 Geneesmiddelen komen in lage concentraties voor in het oppervlaktewater. Toch kunnen ze op de lange duur een nadelig effect hebben voor waterdieren. Leg dit uit.

3 Leg uit waardoor mannelijke vissen door oestrogenen kunnen vervrouwelijken.

4 Sommige wetenschappers vrezen dat een hele vispopulatie zou kunnen instorten doordat de aanwezigheid van oestrogenen in het oppervlaktewater leidt tot verminderde vruchtbaarheid bij mannetjesvissen.
- a Leg dit uit.
- b De aanwezigheid van extra oestrogenen in het oppervlaktewater kan uiteindelijk het ecosysteem nadelig beïnvloeden.
  Leg dit uit.

5 Komen de natuurlijke oestrogenen alleen uit de urine van vrouwen of ook uit urine van mannen? Leg je antwoord uit.

6 Hartmedicijnen leiden bij vissen tot een lager hartritme.
Verklaar waardoor vissen dan minder snel kunnen vluchten.

7 Er zijn meerdere manieren om microverontreinigingen in het milieu te verminderen: bronmaatregelen waarbij het afvalwater direct bij de bron (bijvoorbeeld ziekenhuizen) wordt gezuiverd, en end-of-pipe-maatregelen waarbij de verontreiniging er pas wordt uitgehaald bij waterzuiveringsinstallaties.
- a Welk type maatregel is het best (duurzaamst)? Leg je antwoord uit.
- b Urine en ontlasting van mensen met kanker die chemotherapie ondergaan, wordt steeds vaker apart opgevangen en apart (na)behandeld.
  Leg uit waarom dit een goede milieumaatregel is.
- c Is dit vooral een bronmaatregel of een end-of-pipe-maatregel?

8 Prozac is een antidepressiemiddel dat bij mensen gedragsveranderingen kan veroorzaken.
- a Verklaar waarom Prozac dit effect ook heeft bij kreeftachtigen, mosselen en vissen.
- b Geneesmiddelen en hormonen grijpen bij mensen aan op specifieke receptoren, waardoor zij biologische processen kunnen beïnvloeden. Deze receptoren komen ook voor bij vissen, waardoor deze middelen ook daar biologische processen kunnen beïnvloeden.
  Leg uit dat dit gegeven een argument voor de evolutietheorie kan zijn.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Practica

practicumopdracht 1

Invloed van kleur (golflengte) op de ontwikkeling van planten

BASISSTOF 3

In Nederlandse kassen wordt gewerkt met variatie in verlichting om de productie op te voeren. Anders dan in de volle grond op de akker wordt in kassen het normale dag- en nachtritme doorbroken door meer licht aan te bieden en daarmee de fotosynthese te stimuleren. Bovendien wordt gewerkt met de kleur (golflengte) van de verlichting die het beste resultaat oplevert (zie afbeelding 1). In dit practicum onderzoek je de invloed van kleur van het licht op de groei van planten.

MATERIAAL

- zaden of kiemplanten van bijvoorbeeld boon of tuinkers
- petrischaaltjes met filtreerpapier of watten
- water
- bekerglazen
- lampen in de kleuren blauw, geel, groen en rood of 'witte' lampen en gekleurd doorzichtig folie in de kleuren blauw, geel, groen en rood

▼ **Afb. 1** Ledverlichting in een kas.

ONDERZOEKSVRAAG

Heeft de kleur (golflengte) van het licht invloed op de groei en ontwikkeling van planten, afgemeten aan de ontwikkelde biomassa?

HYPOTHESE

Vooral blauw en rood licht zorgen voor een sterkere fotosynthese en groei en dus voor een hogere biomassaproductie van planten.

METHODE

Bedenk zelf een proefopstelling om in het klein een kas na te bootsen en onderzoek de invloed van de lichtkleur. Gebruik afhankelijk van het materiaal dat op school beschikbaar is een serie gekleurde (led)lampen of witte lampen met een kleurfilter ervoor. Maak ook een controlegroep waarbij je alleen wit licht gebruikt. Maak een duidelijk schema met een tekening van je opstelling en je werkplan en geef daarbij aan wat je motivering is om het zo te doen. Laat dit schema controleren door je docent of toa.

RESULTAAT

Zet de resultaten van je experimenten uit in een tabel en/of een grafiek.

CONCLUSIE

1 Beantwoord de onderzoeksvraag. Is de hypothese juist?

DISCUSSIE

Beantwoord de volgende vragen.

2 Noteer een voordeel en een nadeel van het werken met zaden bij dit experiment. Doe hetzelfde voor werken met kiemplanten.
3 Wat was de reden om te werken met de door jou gekozen plantensoort?
4 Leg uit dat bedrijven in de glastuinbouw een voorkeur hebben voor het gebruik van ledlampen bij de kasverlichting.
5 Geef een verklaring voor de gevonden verschillen tussen de groei van planten bij verschillende golflengten. Betrek in je antwoord het feit dat chlorofyl (bladgroen) de hoofdrol speelt bij de fotosynthese.
6 Is er verschil in groeivorm van de planten bij de twee golflengten met de sterkste groei?
7 Wat is het verband tussen fotosynthese en een hogere opbrengst in de kas?

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Samenvatting

LEERDOEL 1 ▸▸ BASISSTOF 1

Je kunt uitleggen hoe het bestaan van de mens afhankelijk is van de biodiversiteit.

- Ecosysteemdienst: dienst die een ecosysteem aan mensen levert.
  - productiedienst (verstrekken van een product door een ecosysteem);
  - culturele dienst (bijv. gelegenheid geven tot recreatie);
  - regulerende dienst (dienst die de andere diensten ondersteunt).
- Duurzame ontwikkeling: ontwikkeling of vooruitgang die niet ten koste gaat van mensen of de natuur (nu en in de toekomst).
- Kringloopeconomie (circulaire economie): economisch en industrieel systeem waarin de grondstofvoorraden niet worden uitgeput en reststoffen opnieuw worden gebruikt.
- Lineaire economie: economisch systeem waarbij grondstofvoorraden worden uitgeput en stoffen als afval in het milieu terechtkomen.

LEERDOEL 2 ▸▸ BASISSTOF 1

Je kunt de voornaamste oorzaken en gevolgen van de milieuproblemen noemen.

- Oorzaken:
  - de hoge bevolkingsdruk (de verhouding tussen het aantal mensen in een gebied en de beschikbare hulpbronnen);
  - de veranderde wijze van leven (industriële productie, chemische en technische ontwikkeling, grootschalige landbouw, veranderde infrastructuur en welvaartsgroei).
- Gevolgen:
  - versterkt beroep op ecosysteemdiensten;
  - vervuiling van lucht, water en bodem door afvalstoffen;
  - uitputting van grondstoffen;
  - aantasting van het landschap;
  - vermindering van de biodiversiteit.

LEERDOEL 3 ▸▸ BASISSTOF 2

Je kunt de koolstofkringloop in hoofdlijnen beschrijven en schema's hiervan interpreteren.

- Producenten nemen koolstofdioxide (CO_2) op uit de lucht en produceren hiermee organische stoffen.
- Consumenten nemen de organische stoffen van andere organismen op als voedsel.
- Reducenten breken organische resten af tot anorganische stoffen.
- Door verbranding van fossiele brandstoffen komt extra CO_2 in de koolstofkringloop.

LEERDOEL 4 ▸▸ BASISSTOF 2

Je kunt de stikstofkringloop in hoofdlijnen beschrijven en schema's hiervan interpreteren.

- Producenten nemen stikstof vooral op in nitraationen (NO_3^-).
  - Stikstofassimilatie: uit nitraationen en glucose worden stikstofhoudende organische verbindingen (bijv. eiwitten) opgebouwd.
- Consumenten scheiden stikstof uit met hun urine (als ammoniak, ureum of urinezuur).
- Ammonificatie: reducenten breken organische stikstofhoudende verbindingen af tot o.a. ammoniak (NH_4).
- Nitrificatie: nitrietbacteriën zetten ammoniak en ammoniumionen (NH_4^+) om in nitrietionen (NO_2^-) en nitraatbacteriën zetten nitrietionen om in nitraationen.
  - Nitrificerende bacteriën zijn actief in een zuurstofrijke bodem.
- Denitrificatie: denitrificerende bacteriën zetten nitraationen om in gasvormige stikstof (N_2).
  - Denitrificerende bacteriën zijn actief in een zuurstofarme bodem.
- Stikstofbinding: stikstofbindende bacteriën zetten gasvormige stikstof om in ammoniak. Met ammoniak kunnen aminozuren worden gesynthetiseerd.
  - Stikstoffixatie kan alleen plaatsvinden onder anaerobe omstandigheden.
  - Stikstofbindende bacteriën komen vrij levend in de bodem voor en in de wortelknolletjes van vlinderbloemige planten.
- Fotochemische stikstoffixatie: gasvormige stikstof wordt gebonden tijdens onweer. Stikstof reageert dan met ozon (O_3), waarbij nitraat (NO_3) ontstaat.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

LEERDOEL 5 ▸▸ BASISSTOF 3

Je kent manieren waarop een optimale productie van voedsel kan worden verkregen.

- Bemesting, bescherming tegen ziekten en plagen en biotechnologie kunnen de groei en ontwikkeling van voedingsgewassen bevorderen.
- Bemesting.
  - Door het oogsten van voedingsgewassen en uitspoeling worden mineralen (voedingsstoffen) onttrokken aan de kringloop van stoffen op landbouwgrond.
  - Met stalmest, kunstmest of groenbemesting worden mineralen (vooral stikstofhoudende mineralen en fosfaat) toegevoegd.
- Bescherming tegen ziekten en plagen.
  - Chemische bestrijding met pesticiden (herbiciden, insecticiden). Voordeel: effectief. Nadelen: vaak niet soortspecifiek, resistentie, persistentie en accumulatie.
  - Mechanische bestrijding met werktuigen, machines en gereedschappen. Voordeel: minder gifstoffen. Nadeel: machines stoten CO_2 uit.
  - Biologische bestrijding: met natuurlijke vijanden (bijv. bestrijding van witte vlieg met sluipwespen) en door vruchtwisseling (wisselteelt).
- Biotechnologie.
  - Veredeling en fokken.
  - Genetische modificatie.

LEERDOEL 6 ▸▸ BASISSTOF 3

Je kent verschillen in de wijze van voedselproductie in de gangbare en de biologische landbouw.

- Gangbare landbouw.
  - Monocultuur: grote landbouwarealen met één soort gewas. Voordeel: efficiënte bewerking van het land. Nadeel: grotere kans op ziekten en plagen.
  - Niet-grondgebonden veehouderij: veel dieren in grote stallen, weinig grond, inkoop van veevoer. Voordeel: veel en goedkoop voedsel. Nadeel: mestoverschot.
- Biologische landbouw:
  - kleinschalig;
  - vruchtwisseling;
  - geen kunstmest;
  - geen chemische bestrijdingsmiddelen.

LEERDOEL 7 ▸▸ BASISSTOF 3

Je kent oorzaken en gevolgen van eutrofiëring van water en mogelijke oplossingen daarvoor.

- Zelfreinigend vermogen van water: mineralisatie van organische afvalstoffen door reducenten.
- Eutrofiëring: sterke toename van de hoeveelheid mineralen (vooral fosfaat en nitraat) in oppervlaktewater.
- Oorzaken van eutrofiëring:
  - Overbemesting met stalmest.
    Afspoeling: een deel van de mest spoelt van het land af naar het oppervlaktewater, gevolgd door mineralisatie.
    Uitspoeling: na mineralisatie van de mest spoelt een deel van de mineralen uit via het grondwater naar het oppervlaktewater.
  - Bemesting met kunstmest: door afspoeling of uitspoeling komen mineralen via het grondwater terecht in oppervlaktewater.
- Gevolgen van eutrofiëring:
  - verandering van de soortensamenstelling;
  - waterbloei.
- Gevolgen van waterbloei:
  - het water wordt troebel,
  - waardoor ondergedoken waterplanten sterven;
  - ook massale algensterfte,
  - hierdoor grote hoeveelheden organische afvalstoffen,
  - waardoor reducenten zich snel vermeerderen;
  - reducenten verbruiken veel zuurstof;
  - door zuurstofgebrek sterven vissen,
  - hierdoor nog meer organische afvalstoffen;
  - uiteindelijk stinkend, dood water.

LEERDOEL 8 ▸▸ BASISSTOF 4

Je kent oorzaken en gevolgen van het versterkte broeikaseffect en mogelijke oplossingen daarvoor.

- Broeikaseffect: gassen in de atmosfeer houden warmtestraling van de aarde vast.
  - De belangrijkste broeikasgassen zijn CO_2, waterdamp en methaan.
- Oorzaken van het versterkte broeikaseffect:
  - vooral: stijging van de CO_2-concentratie in de atmosfeer door toename van de verbranding van fossiele brandstoffen;
  - ook: methaangas uit veeteelt, toendra, rijstvelden en regenwoud.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

- Gevolgen van het versterkte broeikaseffect:
  - klimaatverandering (stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde);
  - stijging van de zeespiegel (zeewater zet uit en pool- en gletsjerijs smelten);
  - droogte in bepaalde gebieden (woestijnvorming), meer regen in andere;
  - verandering soortensamenstelling in ecosystemen.
- Mogelijke oplossing: duurzame energiebronnen.
  - Zijn overal op aarde aanwezig, raken niet op en brengen geen extra CO_2 in de atmosfeer. Bijv. zon, wind, water, aardwarmte, mestvergisting.

LEERDOEL 9 ▸▸ BASISSTOF 5

Je kent maatregelen voor natuurbehoud, natuurbeheer en natuurontwikkeling en kunt aangeven of je deze maatregelen aanvaardbaar vindt.

- Natuurbescherming:
  - behoud: handhaven van natuur(gebieden);
  - beheer: menselijk ingrijpen ten behoeve van optimale leefomstandigheden voor planten en dieren;
  - ontwikkeling: natuur beïnvloeden met een ingreep en daarna haar gang laten gaan.
- Maatregelen ter bescherming van natuur en landschap:
  - tegengaan van versnippering;
  - vergroten van het verspreidingsgebied van planten- en diersoorten;
  - areaalvergroting van natuurgebied door Ecologische Hoofdstructuur (Natuurnetwerk Nederland);
  - aanleg van faunapassages;
  - beheer van natuurgebieden door de overheid en organisaties;
  - (her)introductie van nieuwe soorten.
- Belangrijkste wetten voor natuurbescherming in Nederland: Natuurbeschermingswet, Boswet en Flora- en faunawet.
- Rode lijst: overzicht van soorten die uit Nederland zijn verdwenen of dreigen te verdwijnen.
  - De soort moet zich in Nederland voortplanten.
  - De soort wordt pas wettelijk beschermd na opname in de Flora- en faunawet.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt de volgende vaardigheden geoefend:

- doelgericht zoeken, beoordelen en selecteren van informatie;
- schriftelijk en mondeling communiceren over natuurwetenschappelijke onderwerpen;
- analyseren welke rol milieuproblemen hebben in natuurwetenschappelijk onderzoek, beroepen en de dagelijkse praktijk;
- geven van een beargumenteerde mening;
- verwoorden van betekenissen van de natuur voor jezelf en anderen;
- vorm-functiedenken op de niveaus van moleculen en cellen;
- beredeneren van gevolgen van veranderingen in een levensgemeenschap of ecosysteem (ecologisch denken).

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Examentrainer

BRAND ALS BEHEERMAATREGEL?

Naar: examen vwo 2015-1, vraag 1, 2, 3 en 5.

In augustus 1995 verbrandde op het Millingerzand bij Kootwijk honderd hectare bos. Het bos maakte deel uit van een bosvegetatie met grove dennen op zeer voedselarme stuifzanden. Door de brand werd het mogelijk om de effecten van bosbrand op de lange termijn te onderzoeken. Uit het onderzoek kan blijken of gecontroleerd afbranden kan worden ingezet als beheermaatregel.

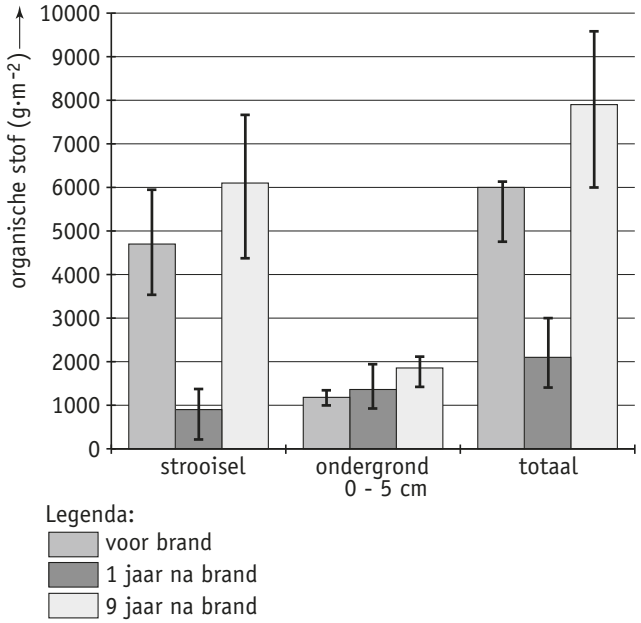
Vóór de brand kampte het bos met verzuring, vermesting en een verminderde biodiversiteit. De dikke strooisellaag van naalden, takjes en resten van afgestorven planten was steeds voedselrijker geworden door de uitstoot van ammoniak uit de veehouderij en door stikstofoxiden afkomstig van industrie en verkeer. Deze vermesting verkleinde de overlevingskansen voor planten en dieren die op voedselarme grond gedijen. Onder de grove dennen had zich een permanente monocultuur van grassen gevestigd. Onderzoeker Rolf Kemmers legt uit waarom brand een alternatief voor begrazing kan zijn: 'Als na een bosbrand het kale stuifzand bovenkomt, vestigen zich er opnieuw grove dennen met een ondergroei van korstmossen, struikheide en kruiden. Bovendien trekken dode bomen veel hout-etende insecten aan, die op hun beurt aantrekkelijk zijn voor bijvoorbeeld spechten.'

1p **1** Waardoor verkleint vermesting in het algemeen de overlevingskans van plantensoorten die op arme zandgrond gedijen?

1p **2** Waardoor wordt ook de overlevingskans van dieren die vooral op arme zandgrond gedijen, verkleind door vermesting?

De brand bij Kootwijk bood een unieke gelegenheid om het effect van een bosbrand op en in de bodem te onderzoeken. Door de brand veranderde de hoeveelheid organische stof in de strooisellaag en werd de bodemlaag onder het strooisel verrijkt met mineralen. Tijdens het onderzoek is de hoeveelheid organische stof op twee plaatsen gemeten: in de strooisellaag en in de eerste vijf centimeter van de ondergrond (het zand) onder deze strooisellaag. Er zijn waarden beschikbaar van vóór de brand, van één jaar na de brand en van negen jaar na de brand. In afbeelding 1 zijn deze resultaten weergegeven.

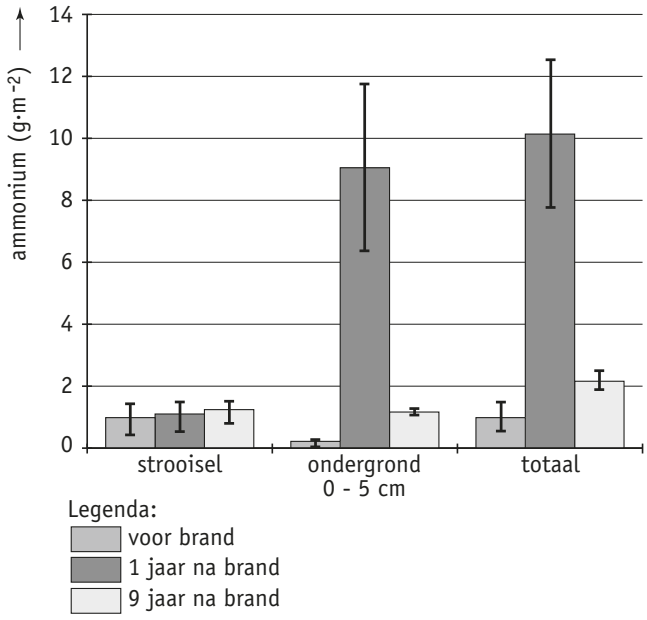
▼ **Afb. 1** Hoeveelheid organische stof.



2p **3** Leg uit waardoor er een jaar na de brand meer uitspoeling van mineralen zal plaatsvinden dan daarvoor. Gebruik bij je antwoord de gegevens uit afbeelding 1.

Tijdens een bosbrand vinden er verschillende chemische processen plaats. De in de biomassa en strooisellaag aanwezige stikstofverbindingen worden deels omgezet in ammoniumzouten die na verloop van tijd weer uit de bodem verdwijnen (zie afbeelding 2).

▼ **Afb. 2** Aanwezige stikstofverbindingen.



Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Om een verklaring te vinden voor de verlaging van het ammoniumgehalte tussen het eerste en het negende jaar na de brand, worden drie processen genoemd die het ammoniumgehalte in de bodem beïnvloeden:
1 activiteit van rottingsbacteriën;
2 nitrificatie;
3 uitspoeling.

2p **4** Welke van deze processen kunnen het ammoniumgehalte in de bodem verlagen?
A alleen 1 en 2
B alleen 1 en 3
C alleen 2 en 3
D 1, 2 en 3

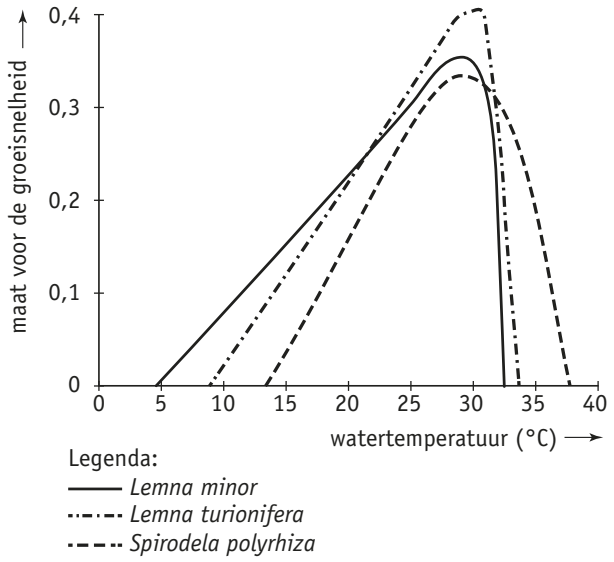
EENDENKROOS VOOR DE KOE

Naar: Examen vwo 2016-2, vraag 3 tot en met 6.

In 2007 startte de Wageningen Universiteit in samenwerking met Waterschap Vallei en Eem en twee melkveehouders een onderzoek naar de bruikbaarheid van eendenkroos als veevoer. De resultaten zijn veelbelovend: de voederwaarde is goed en het kroos wordt in gedroogde vorm goed gegeten door het vee.

Eendenkroos bereikt in Nederland rond augustus zijn hoogste bedekkingsgraad. De invloed van de temperatuur is in het laboratorium bepaald onder verder gelijke en optimale omstandigheden. In afbeelding 3 is de relatie tussen de groeisnelheid van drie eendenkroossoorten en de watertemperatuur weergegeven.

▼ **Afb. 3** Relatie tussen groeisnelheid en watertemperatuur.



2p **5** – Geef een verklaring voor de stijging van de groeisnelheid met de temperatuur van het water tot aan de optimumtemperatuur.
– Verklaar waardoor bij temperaturen hoger dan de optimumtemperatuur er een snelle afname is van de groeisnelheid.

Eendenkroos dat wordt gekweekt voor veevoer moet een hoge opbrengst hebben.

2p **6** Welke van de drie onderzochte eendenkroossoorten (zie afbeelding 3) is het meest geschikt voor gebruik in Nederlandse sloten?
A *Lemna minor*
B *Lemna turionifera*
C *Spirodela polyrhiza*

Naast de temperatuur beïnvloedt ook de factor licht overdag de groeisnelheid en dus de opbrengst van eendenkroos. Zo zal op een bewolkte dag de groei minder zijn dan op een zonnige dag.

2p **7** Beschrijf twee andere natuurlijke omstandigheden waardoor de factor licht kan variëren met als gevolg een verandering van de groeisnelheid van het eendenkroos.

Een dicht kroosdek is nadelig voor het andere waterleven in een sloot, doordat het kan leiden tot een laag zuurstofgehalte van het water.

2p **8** Geef twee verklaringen voor het lage zuurstofgehalte van het water als gevolg van een dicht kroosdek.

DUURZAME LANDBOUW DOOR BODEMSCHIMMELS

Pilot-examen vwo 2013-1, vraag 18.

Omdat er in natuurgebieden over het algemeen veel bodemschimmels leven, wordt vaak gedacht dat de aanwezigheid van schimmels in een akker of in grasland een kenmerk is van duurzame landbouw. Doordat schimmels mineralen kunnen vasthouden, vindt er mogelijk minder uitspoeling van meststoffen naar het grondwater plaats. Franciska de Vries, onderzoekster aan de Wageningen Universiteit, heeft nu voor het eerst aangetoond dat dit inderdaad het geval is.

Door intensieve bemesting van een akker kan er stikstof uitspoelen naar het grondwater. Dit kan leiden tot eutrofiëring van sloten en plassen, wat soms leidt tot massale vissterfte.

4p **9** Leg uit hoe eutrofiëring kan leiden tot vissterfte in een plas. Geef aan hoe algen, ondergedoken waterplanten en reducenten daarbij een rol spelen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Olympiade

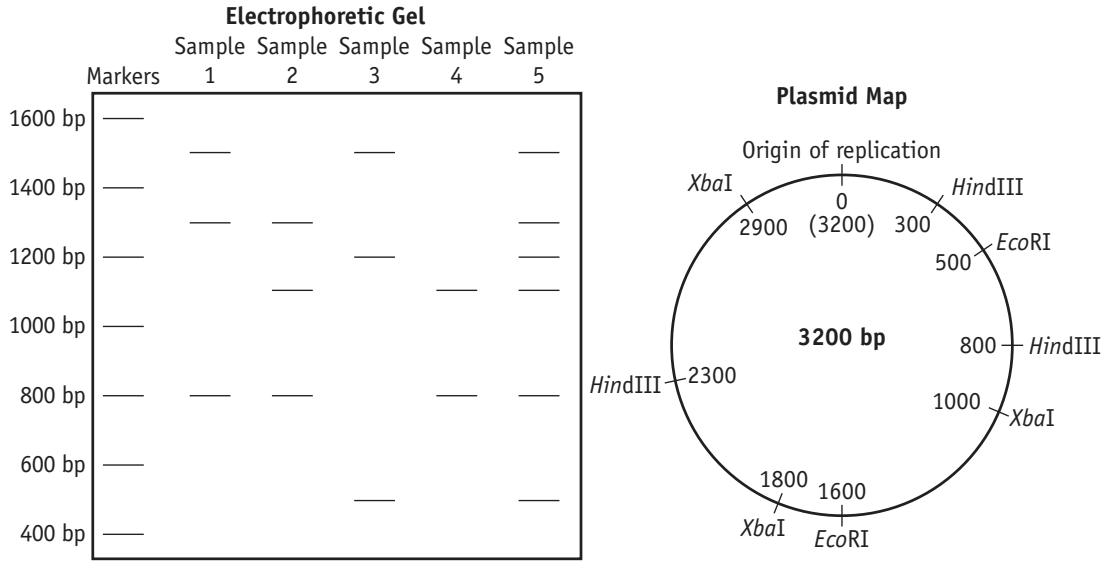
VOORRONDE BIOLOGIE OLYMPIADE 2008, VRAAG 23

Sluit aan bij: T4, BS2

Plasmide

7 Een plasmide is een circulair stukje DNA dat door bacteriën uitgewisseld kan worden. Met restrictie-enzymen kan een plasmide in kleine stukjes geknipt worden. In afbeelding 3 zie je een kaart van een plasmide met verschillende knipplaatsen voor restrictie-enzymen. Ook zie je een plaatje van een elektroforese-gel waarin de stukjes van vijf DNA-monsters, die met restrictie-enzymen behandeld zijn, gescheiden zijn. Per sample werd één restrictie-enzym gebruikt.

▼ **Afb. 3** Resultaten elektroforese en plasmidekaart.



Welke twee monsters (sample 1 t/m 5) bevatten DNA van het plasmide en door welke restrictie-enzymen werd het plasmide bij het maken van deze DNA-stukjes geknipt?

	Monsters	*Restrictie-enzymen*
A	1 en 2	Xbal en EcoRI
B	2 en 3	X-bal en HindIII
C	3 en 4	HindIII en EcoRI
D	4 en 5	EcoRI en Xbal

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

VOORRONDE BIOLOGIE OLYMPIADE 2015, VRAAG 29-30
Sluit aan bij: T4, BS4, BS5 en BS6

Evolutie van het afweersysteem

8 In de afgelopen 1000 jaar werd de Europese bevolking met enige regelmaat blootgesteld aan epidemieën als pokken, griep en de pest. Vermoed werd dat de genomen van verschillende populaties Europeanen onafhankelijk maar overeenkomstig zijn geëvolueerd, onder meer resulterend in een afweersysteem aangepast aan deze bedreigingen.
Om dit te onderzoeken werden twee populaties van verschillende genetische afkomst, maar beide levend in Europa, onderling en met een controlegroep vergeleken. Bij het onderzoek werd bij de drie groepen de aanwezigheid van éénlettervariaties (Single Nucleotide Polymorphisms, SNP's) in het DNA vergeleken.
De ene groep bestond uit 100 mensen uit een populatie Roma, levend in Roemenië. De Roma zijn oorspronkelijk afkomstig uit Noordwest-India, maar verblijven al sinds ongeveer 1000 jaar in onder andere Roemenië. Er heeft in die tijd weinig uitwisseling van genen plaatsgevonden tussen Roma en de oorspronkelijke Roemeense bevolking.

a Uit welke populatie zal de andere onderzoeksgroep van 100 personen afkomstig zijn?
A 100 bewoners van Noordwest-India
B 100 Europeanen uit andere Europese landen (niet-Roma)
C 100 Roemenen, niet-Roma
D 100 Roma uit andere Europese landen

b Uit welke populatie zal de controlegroep van 100 personen afkomstig zijn?
A 100 bewoners van Noordwest-India
B 100 Europeanen uit andere Europese landen (niet-Roma)
C 100 Roemenen, niet-Roma
D 100 Roma uit andere Europese landen

VOORRONDE BIOLOGIE OLYMPIADE 1996, VRAAG 12
Sluit aan bij: T5, BS1, BS2 en BS3

Consumenten van Rode Zee naar Middellandse zee

9 Na het graven van het Suez-kanaal (1869), dat de Rode Zee verbindt met de Middellandse Zee, bleken veel soorten consumenten uit de Rode Zee zich te vestigen in de Middellandse Zee. Er vestigden zich geen consumenten vanuit de Middellandse Zee in de Rode Zee.
Op grond van deze gegevens wordt een aantal beweringen gedaan. Omcirkel het nummer van de juiste bewering of de nummers van de juiste beweringen.
1 Vóór het graven van het Suez-kanaal waren in de Middellandse Zee veel niches onbezet.
2 De Rode Zee is een rijker en meer gedifferentieerd ecosysteem dan de Middellandse Zee.
3 De abiotische en biotische milieufactoren in de Middellandse Zee lagen binnen de tolerantiegrenzen van bepaalde Rode Zee-consumenten
4 De Middellandse Zee is vooral dieper dan de Rode Zee, zodat de Rode Zee-consumenten zich nu ook in dieper water, waar andere abiotische milieufactoren zijn, konden vestigen.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

VOORRONDE BIOLOGIE OLYMPIADE 2009, VRAAG 2-3

Sluit aan bij: T5, BS4

Ganzen

10 Bij de ganzenfokkerij wordt een bepaald voedingsmengsel gebruikt dat alle noodzakelijke voedingsstoffen bevat voor een optimale groei van de ganzen. In een onderzoek volgde men die groei door ganzen dit voedingsmiddel toe te dienen en hen regelmatig te wegen. Tegelijkertijd werd steeds de totale hoeveelheid opgenomen voedingsmengsel gemeten. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in de tabel.
De energie-inhoud van een gans is gemiddeld 800 kJ/100 g gans.

Leeftijd (dagen)	Gemiddeld gewicht per gans (g)	Gemiddelde totale voedsel-opname per gans (kJ)
0	250	–
9	650	12 179
12	1000	22 143
19	1650	42 071
25	2500	66 429
34	3600	110 714
45	4800	158 883
X^DY	I^Bi	bb

Slechts een deel van het voedsel wordt gebruikt voor de gewichtstoename. Dat geldt voor zowel jonge als volwassen ganzen. Drie mogelijke oorzaken hiervan bij volwassen vrouwtjes zijn:
1 De ganzen verbranden een deel.
2 De ganzen poepen een onverteerd deel uit.
3 De ganzen benutten een deel bij de vorming van eieren.

a Omcirkel de juiste oorzaken.

b Hoeveel procent van het opgenomen voedsel wordt in de periode van dag 9 tot dag 12 omgezet in gewicht van de ganzen? Geef je antwoord afgerond op één decimaal.

VOORRONDE BIOLOGIE OLYMPIADE JUNIOR 1998, VRAAG 1

Sluit aan bij: T6, BS2

Het vee van de zeeanemoon

11 Een aantal zeeanemonen houdt er een boerenbedrijfje op na. Ze koesteren eencellige plantjes die hen voorzien van zuurstof en aminozuren. Zoals alle gewassen hebben eencelligen ook stikstof nodig en dat is schaars in zeewater. Stephan Schotte van het Marine Science Centre in Connecticut (USA) ontdekte rond de anemonen een verhoogde concentratie van ammoniak, een stikstofverbinding. De ammoniak is afkomstig uit de poepjes van garnalen, die tussen de giftige tentakels bescherming zoeken.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

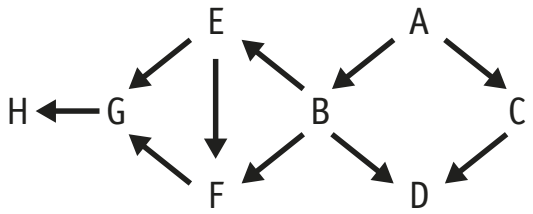
a Waarvoor hebben alle organismen stikstof nodig?
b Wat is het voordeel van de beschreven symbiose
I voor de garnalen?
II voor de eencellige plantjes?
III voor de zeeanemonen?
c Zijn de zeeanemomen planten of dieren? Verklaar je antwoord met behulp van de tekst.
d Verklaar waarom de zeeanemonen uit de tekst niet op de bodem van de diepzee kunnen leven.
e Wat wordt bedoeld met 'het vee' in de titel?

VOORRONDE BIOLOGIE OLYMPIADE JUNIOR 2014 HAVO, VRAAG 17

Sluit aan bij: T6, BS3

Voedselweb

12 Afbeelding 4 geeft schematisch een voedselweb weer.
Soort A is een producent. In het ecosysteem waar dit voedselweb deel van uit maakt, is een hoeveelheid van het slecht afbreekbare insecticide DDT terechtgekomen.
In welke soort zal de hoogste concentratie aan DDT voorkomen?
Omcirkel de juiste letter.



Afb. 4 Voedselweb.

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

A
abiotische factoren 88
accumulatie 152
adaptatie 37
aeroob 13
allelfrequentie 51
allopatrisch 60
ammonificatie 146
anaeroob 13
analoog 40
anatomie 40
anorganische stoffen 12
archaea 16
areaal 94
assimilatie 106
autotroof 13

B
bacteriën 16
bacteriofagen 23
beperkende factor 94
bevolkingsdruk 140
binaire naamgeving 17
biobrandstoffen 163
biodiversiteit 15
biologisch afbreekbaar 152
biologische landbouw 156
biomassa 110, 163
biosfeer 88
biotische factoren 88
black smokers 13
BPP 111
broeikaseffect 160
broeikaseffect, versterkte 161
bruto primaire productie (BPP) 111

C
chemische evolutie 12
chemo-autotroof 106
chemosynthese 106
chitine 26
cilia 32
cilium 32
circulaire economie 139
clade 42
cladistiek 42
cladogram 42
climaxecosysteem 116
co-evolutie 56
commensalisme 97
concurrentie 97
conjugatie 21
consumenten 107
coöperatie 97
cyanobacteriën 13

D
denitrificatie 147
detrivoren 107
dichtheidsafhankelijke factoren 100
dichtheidsonafhankelijke factoren 100
dissimilatie 107
DNA environmental 68
draagkracht 102
duurzame ontwikkeling 139

E
ecogenomica 87
ecologie 86
Ecologische Hoofdstructuur 166
ecosysteem 88
ecosysteemdiensten 138
eilandtheorie 60
eitjes 33
endosymbiosetheorie 14
environmental DNA 68
eukaryoten 14
eutrofiëring 157
evenwicht 100
evolutie 35
evolutie, co- 56
evolutie, macro- 56
evolutie, micro- 56
evolutietheorie, neodarwinistische 35
exoten 101

F
faunapassage 166
fitness 36
flagellen 20
flessenhalseffect 58
fossiele brandstoffen 145
foto-autotroof 106
foundereffect 58

G
geboortecijfer 100
gelaagdheid 116
gene flow 50
genenpool 51
genetic drift 58
genetische modificatie 21
genetische variatie 36
genus 17
geografische isolatie 60
geslachtsnaam 17
gisten 26
gradiëntecosysteem 117

H
Hardy-Weinberg, regel van 51
herbiciden 152
heterotroof 13
homoloog 40
hyfen 26

I
imago 33
indicatorsoorten 117
inheems 101
insecticiden 152
invasief 101
isolatie, geografische 60
isolatie, reproductieve 60

J
J-vormige groeicurve 101

K
koolstofassimilatie 106
kringloopeconomie 139

L
larve 33
levensgemeenschap 87
lineaire economie 139

M
macro-evolutie 56
macroklimaat 92
mestoverschot 156
metamorfose 33
micro-evolutie 56
microklimaat 92
migratie 101
Miller-Urey-experiment 12
mineralisatie 108
modelleren 119
monocultuur 151
monofyletisch 46
mutaties 36
mutualisme 97
mycelium 26

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

N
natuurbeheer 166
natuurbehoud 166
natuurlijke selectie 36
Natuurnetwerk Nederland 166
natuurontwikkeling 166
neodarwinisme 35
neodarwinistische evolutietheorie 35
netto primaire productie (NPP) 111
niche 97
niet-grondgebonden veehouderij 156
nitrificatie 147
NPP 111

O
oeratmosfeer 12
oersoep 13
omslagpunt 120
optimum 94
optimumkromme 94
organische stoffen 12
overlevingskans 36

P
paddenstoel 26
parasitisme 98
persistent 152
pesticiden 152
pionierecosysteem 115
pioniersoorten 115
piramide van aantallen 110
piramide van biomassa 110
plasmiden 20
polyploïdie 65
pop 33
populatie 49
populatiedichtheid 99
predatie 105
primaire successie 116
producenten 106
productiviteit 111
prokaryoot 13

R
rassen 49
reducenten 107
regel van Hardy-Weinberg 51
reproductieve isolatie 60
resistent 152
Rode lijst 168
rudimentaire organen 41
rudimenten 41

S
schimmeldraden 26
schimmels 26
secundaire successie 117
seksuele selectie 55
selectiedruk 36
signaalstoffen 105
soort 50
soortaanduiding 17
soortensamenstelling 88
species 17
sporen 26
sporenplanten 28
sterftecijfer 100
stikstofassimilatie 146
stikstofbinding 148
stikstoffixatie 148
successie 116
survival of the fittest 36
S-vormige curve 102
symbiose 97
sympatrisch 64
systeem aarde 88

T
taxon 17
tolerantie 94
tolerantiegebied 94
tolerantiegrens 94
toppredator 105
transductie 21
transformatie 21
trofisch niveau 106

U
uitheems 101
uitspoeling 151

V
vaatplanten 28
veredeling 155
versnippering 166
verspreidingsgebied 94
verspreidingspatroon 99
versterkte broeikaseffect1 161
virus 22
voedselketen 105
voedselnet 105
voedselweb 105
voortgezette assimilatie 106
vraat 105
vruchtwisseling 154

W
waterbloei 157

Z
zelforganisatie 13

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

AUTEURS
Deze geheel vernieuwde zesde editie bouwt voort op de vierde en vijfde editie van BVJ geschreven door:
Arteunis Bos, Onno Kalverda, Ruud Passier, Gerard Smits, Ben Waas, René Westra

REDACTIE
Ivonne Hermens, Grada Hooijer, Avyola van Pinxten

ONTWERP
Uitgeverij Malmberg

OPMAAK
Pointer grafische vormgeving, Geldrop

BEELDVERWERVING
B en U International Picture Service, Amsterdam

FOTO'S EN ILLUSTRATIES
123RF: thema 4: 25, 27, 56.1, 56.2; thema 5: 5, 10, 11, 20, 27, samenhang 1; thema 6: 10, 17; Oguz Acioz: thema 5: ontdekken p. 258; ANP Photo, Rijswijk: thema 5: 42; thema 6: ontdekken 1, 29; Science Photo Library / ANP Photo, Rijswijk: thema 4: 13.1, 14.1; thema 6: 8, 12; Garry Bakker, Bureau Stadsnatuur, Rotterdam: thema 5: samenhang 2; Auke Brouwer, Gemeente Amsterdam: thema 5: 9; CDC/ Melissa Dankel: thema 4: ontdekken lb; Erik Eshuis Infographics, Groningen: thema 4: 11, 14.2, 46, samenhang 2; thema 5: ontdekken 1, 24, 25, 26, 29, 39; thema 6: 2, 6, 7, 9, 11, 13; olympiade: 3, 4; Examen VWO: thema 4: examentrainer 1; thema 5: examentrainer 1; Wim R. Euverman, Utrecht: thema 4: 44, 61.1, 61.2, 61.3; thema 5: 1; Getty Images: thema 4: 18, 33, 67.1; E.F. Gramsbergen: thema 5: 34.1; Hollandse Hoogte, Den Haag: thema 4: ontdekken 1, 66; thema 6: ontdekken p. 310; https://beeldbank.rws.nl, Rijkswaterstaat / Harry van Reeken: thema 5: 34.2; Imageselect, Wassenaar: thema 4: 22.2, practica 5; Dennis Kunkel Microscopy Inc.: thema 4: 19.1; Dr. Martine E. Maan, University of Groningen, CBN - Behavioural Biology: thema 4: 72; Medical Visuals / Maartje Kunen, Arnhem: thema 4: 59, 69; Moné Vormgeving, 's-Hertogenbosch: thema 6: 3; MPR Photo / Jeffrey Thompson: thema 4: 17; Emmy Muijs: thema 6: 15; Mycorrhizal Applications: thema 4: 26; PBL (2104): thema 6: 1; Philips: thema 6: 27; Picture-Alliance, Frankfurt: thema 4: 10; Reuters / Novum, Amsterdam: thema 6: 28; Shutterstock: thema 4: 9, 22.1, 24.1, 31, 42, 47.1, 47.2, 49, 50.1, 50.2, 55, 58, 60, samenhang 1; thema 5: 33; thema 6: 4.1, 4.2, 5, 14, 16, 21, 26; Studio-CVR Corina van Riel: thema 5: 40; Henk van der Vrande: thema 4: 24.2, 42, 43, practica 1, practica 2, practica 3; Wellcome Images L0003760: thema 4: 28; René Westra: thema 5: practica 2, 3; Bas Teunis Zoölogical Illustrations, Eindhoven: thema 4: 51, 71

BEELDEN OMSLAG EN THEMA OPENINGEN
omslag: Vergeet me nietje, ANP
thema 4: Pasgeboren krokodillen, Corbis
thema 5: Schotse hooglanders, Buiten-beeld
thema 6: Zwaan, Hollandse Hoogte

De uitgever heeft getracht met alle rechthebbenden op beelden en tekst in contact te treden. Mogelijk is dit niet in alle gevallen gelukt. Degene die meent op beelden en/of tekst recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht in contact te treden met Uitgeverij Malmberg te 's-Hertogenbosch.

ISBN 978 94 020 5695 2

Release 2019, tweede oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag 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 kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.
© Malmberg 's-Hertogenbosch

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

MAX

Je mag dit boek houden.
Handig als naslagwerk.

Je mag in dit boek schrijven
en aantekeningen maken.

Je hebt ook toegang tot
de online leeromgeving.

AUTEURS
Marianne Gommers
Desirée Hagens
Arthur Jansen
Miranda Jansen
André van Leijen
Hans Rawee
Theo de Rouw

EINDREDACTIE
Ilse Gmelig
Lineke Pijnappels

ISBN 978 94 020 5695 2
9 789402 056952
589123

MALMBERG