

Natuurlijke netwerken

De rol van de mens in verbinding, verstoring en veerkracht

10^{de} Honoursgroep Biologie, Universiteit Utrecht

Loes Huibers & Wouter Kelderman (redactie)

Kirana Huijsman

Rutger van Nunen

Rebecca de Paus

Paco Romano Olmedo

Mette Schroeder

Mira Sinha

Dulci Steijvers

Fieke Verhaaf

de Graaff

Natuurlijke netwerken

De rol van de mens in verbinding, verstoring en veerkracht

10^{de} Honoursgroep Biologie, Universiteit Utrecht

Loes Huibers & Wouter Kelderman (redactie), Kirana Huijsman, Rutger van Nunen, Rebecca de Paus, Paco Romano Olmedo, Mette Schroeder, Mira Sinha, Dulci Steijvers, Fieke Verhaaf

ISBN 978-90-77024-16-4

NUR 922

Redactie: Loes Huibers & Wouter Kelderman

Inhoudelijke afstemming: Loes Huibers, Kirana Huijsman, Rutger van Nunen, Rebecca de Paus, Dulci Steijvers en Wouter Kelderman

Eindredactie: Loes Huibers, Wouter Kelderman, Paco Romano Olmedo, Mette Schroeder en Fieke Verhaaf

Illustraties: Kirana Huijsman, Mette Schroeder en Mira Sinha

Coverfoto: 10^{de} Honoursgroep Biologie, Botanische Tuinen Utrecht, Universiteit Utrecht

Fotograaf coverfoto: Stijn de Jong, Biologiestudent aan Universiteit Utrecht

© De auteurs | Uitgeverij de Graaff, 2019

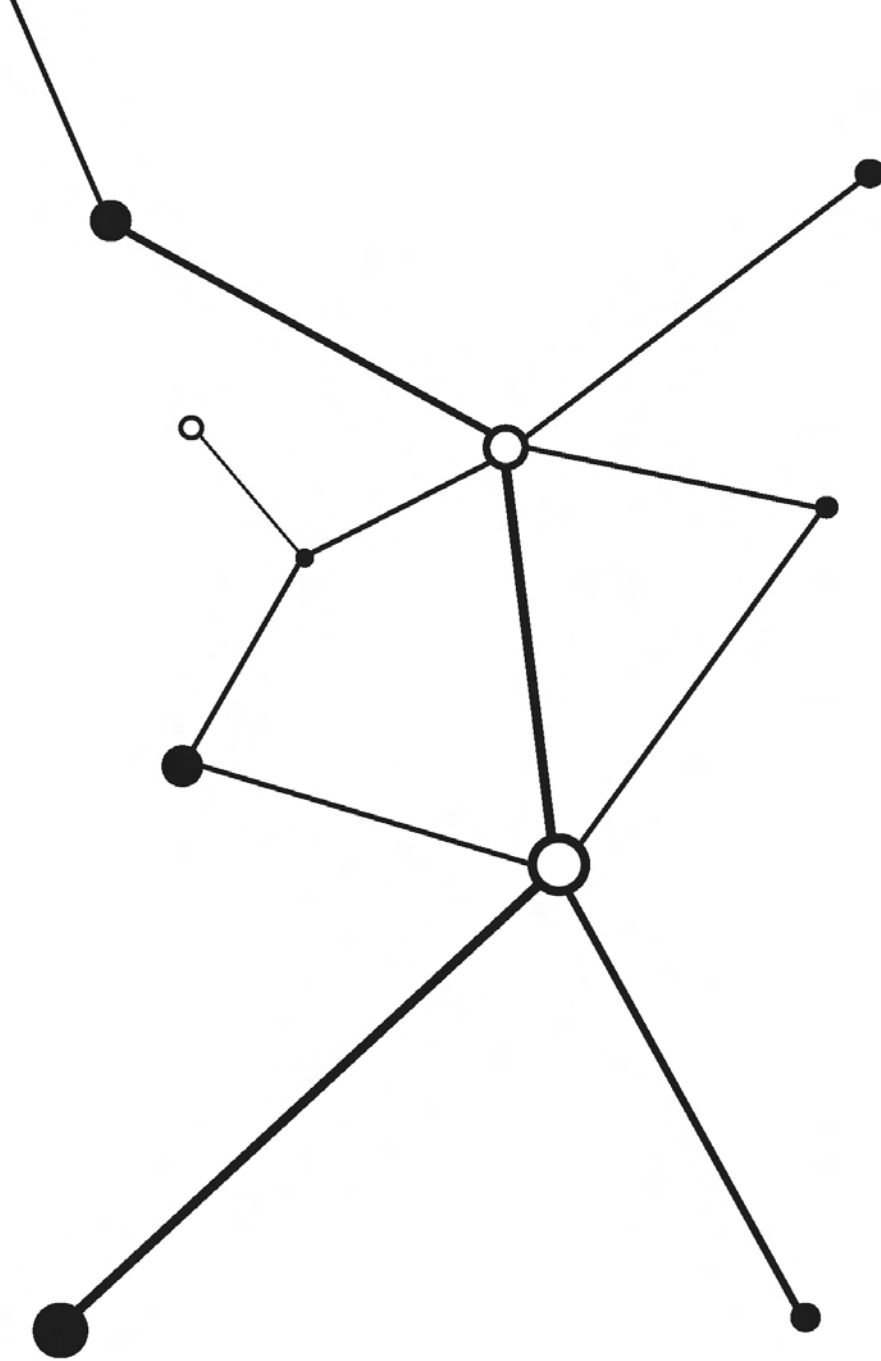
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden overgenomen, vermenigvuldigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever en vermelding van de auteur(s) van het boek.

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 Reprorrecht (Postbus 882, 1180 AW Amstelveen). 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 (Uitgeverij de Graaff, www.uitgeverijdegraaff.nl) te wenden.

Abonneer u op de nieuwsbrief van Uitgeverij de Graaff: www.uitgeverijdegraaff.nl

U ontvangt dan regelmatig informatie over nieuwe titels en blijft ook op de hoogte van aanbiedingen en kortingsacties.

Volg ons tevens op Facebook: www.facebook.com/Uitgeverijdegraaff



Inhoudsopgave

Ten geleide <i>Ton Peeters & Fred Wiegant</i>	8
Voorwoord <i>Loes Huibers & Wouter Kelderman</i>	15
Introductie	20
Een wereld van netwerken <i>Mette Schroeder</i>	21
INTERLEAF. LIEVER NORMAAL OF MACHTIG? <i>Mette Schroeder & Dulci Steijvers</i>	34
Natuurlijke netwerken in het menselijk lichaam	37
Domme kracht, of toch niet? <i>Rutger van Nunen</i>	38
Van impuls tot inzicht <i>Fieke Verhaaf</i>	53
INTERLEAF. ZO STIJF ALS EEN HARK OF ZO FLEXIBEL ALS EEN ELASTIEKJE? <i>Rutger van Nunen & Rebecca de Paus</i>	70
De kunst van het balancerende lichaam <i>Mira Sinha</i>	72
INTERLEAF. DE KINDERJAREN VAN DE BIOLOGIE <i>Wouter Kelderman & Fieke Verhaaf</i>	88

De mens als onderdeel van natuurlijk netwerken	91
Ik blij, jij blij, Jan Smit blij <i>Rebecca de Paus</i>	92
Zeven miljard mensen op een klein stukje aarde <i>Kirana Huijsman</i>	105
INTERLEAF. DE CIRCULAIRE ECONOMIE: EEN ALTERNATIEF VOOR DE CONSUMPTIECULTUUR <i>Kirana Huijsman & Paco Romano Olmedo</i>	120
De invloed van de mens op natuurlijke netwerken	123
Microbiologie op Grote schaal <i>Paco Romano Olmedo</i>	124
Hoe de wolf de rivier kan veranderen <i>Wouter Kelderman</i>	137
INTERLEAF. DE TWEDE GROTE SPRONG VOOR DE MENSHEID <i>Loes Huibers & Mira Sinha</i>	150
Puzzelen met gebieden <i>Dulci Steijvers</i>	152
Ontknoping	166
Overweldigende organisatie <i>Loes Huibers</i>	167
Nawoord <i>Loes Huibers & Wouter Kelderman</i>	181
Lijst van experts	184
Bronnenlijst	185
Begrippenlijst	199

Ten geleide

Gedurende een jaar heeft bij het departement Biologie in Utrecht de tiende Honoursgroep met hart en ziel gewerkt aan het tot stand komen en uitgeven van het boek dat je nu in handen hebt. Een erg druk jaar aangezien dit project veelal naast de reguliere studie is uitgevoerd. Ook drukker dan eerdere Honoursgroepen omdat deze relatief kleine groep om allerlei redenen maar met tien leden aan het werk ging. De drukste en stressvolste periode was voor de studenten zonder twijfel die van februari tot eind april 2019 waarin, tijdens een Honourscursus, alles samenkwam en moest leiden tot een goed eindproduct. Dit groepsproject is een cruciaal onderdeel van het Honoursprogramma waarin de opdracht dermate complex is dat studenten intensief moeten samenwerken, taken moeten verdelen, op elkaar moeten kunnen bouwen en gezamenlijk vele beslissingen nemen om het project tot een goed einde te brengen. In deze complexe opdracht komen (ongemerkt maar wel bewust) alle belangrijke zogenaamde *21st century skills* aan bod. Van intensief samenwerken, helder communiceren, effectief vergaderen en leiderschap tot creatief en innovatief denken, reflectie en kritisch denken. Aan het einde van de Honourscursus werd de studenten gevraagd te reflecteren op het groepsproject, het gezamenlijk schrijven van het boek en op wat voor hen waardevolle leermomenten zijn geweest. Hieronder volgt een korte beschrijving van het proces geïllustreerd met quotes die we uit de reflecties hebben gehaald, te beginnen met het groepswerk.

‘Dit was de eerste keer dat ik met zo’n grote groep echt samen moest werken aan een project van deze omvang.’

‘Naarmate het project vorderde, vond ik mijn plekje en kreeg ik het gevoel dat ik echt een bijdrage leverde aan de discussies en daarmee aan het proces en eindresultaat.’

‘Hoe je je individueel kan ontwikkelen in een groep is naar mijn mening vooral een kwestie van problemen oplossen, samen nadenken en luisteren naar meerdere meningen.’

‘Tijdens de Honourscursus heb ik vooral geleerd om op een goede manier in een groep samen te werken.’

‘Werken in een groep heeft mij veel bijgebracht over mezelf. Ik heb geleerd hoe je iedereen in de groep kan laten meedenken en hoe je goede compromissen sluit binnen de groep.’

‘De gave om aan te voelen waar een groep behoefte aan heeft, beschouw ik als een krachtige eigenschap van mezelf. Ik moet daarbij wel oppassen dat ik zelf niet te aanwezig ben met mijn drang om het voortouw te nemen.’

‘Het werken in deze groep heeft me ook nog meer laten inzien dat ieder zijn eigen werkwijze heeft en dat je dat moet respecteren. Wel is het belangrijk dat die wijze niet ten koste gaat van de groep.’

‘Een boek schrijven met een groep gemotiveerde biologiestudenten heeft mij enorm veel bijgebracht. Iedereen in onze groep is gepassioneerd over een bepaald onderwerp in de biologie en ik heb erg veel van de anderen geleerd over hun passies.’

Dat samenwerken in een grote groep niet makkelijk is en dat er onderdelen zijn waar het soms spaak loopt, is ook onderdeel van het leerproces.

‘Hoewel ik nog steeds wat bitter kan zijn als iets wat ik heel leuk vind niet door de selectie heen komt, ben ik afgelopen cursus wel steeds beter in staat geweest te accepteren dat wat andere mensen voorstellen ook veel positieve kanten heeft.’

‘Veel van ons zijn erg perfectionistisch en hebben een heel sterke mening. Het is daardoor moeilijk om tot beslissingen te komen waarover iedereen het eens is.’

‘Tijdens de meetings voor de Honours cursus en de voortgangvergaderingen waren het soms pittige discussies, maar die discussies scherpten onze blik en onze teksten.’

Aan het begin van de rit is de groep tijdens een aantal bijeenkomsten ingegaan op het kiezen van een thema. Het is de bedoeling dat het thema een groot aantal onderwerpen op alle niveaus van de biologie omvat (van moleculen en cellen tot populaties en ecosystemen), zodat iedereen kan werken aan het gebied dat zijn grootste belangstelling heeft en dat in de thematische context kan uitwerken. Een workshop creativiteit hielp bij het brainstormen en het vrij associëren om interessante, verrassende en boeiende thema's en onderwerpen te vinden. Na de keuze van het thema 'Netwerken', waarbij sommigen met pijn in hun hart afscheid moesten nemen van het thema 'Patronen', is er een definitieve hoofdstukplanning gemaakt. Vervolgens begon het schrijfproces. Een workshop wetenschappelijk schrijven kwam van pas bij het formuleren van een hoofdvraag en het opzetten van een schrijfplan. Daarna kwam het voorname neer op het doen: het schrijven van een hoofdstuk met alles wat daarbij komt kijken. Door te schrijven kom je dan ook tot inzichten die niet altijd voorspelbaar zijn.

‘Ik had van tevoren veel beter kunnen bedenken hoe ik mijn onderwerp voor het voetlicht zou willen brengen en ook goed in gedachten moeten houden wie het uiteindelijk zou lezen.’

‘Eigenlijk had ik door mijn passie voor dit onderwerp niet door dat je vergelijkbare (en misschien wel leukere) dingen ook uit kan leggen bij netwerken in de biologie. Dit was weer eens een goed leermomentje voor mij.’

‘Ik vond het interessant om erover na te denken hoe je tekst het beste kan opschrijven voor een bepaald publiek.’

‘Met het eindresultaat ben ik heel erg blij. Ik heb ontzettend veel geleerd en gelezen, wat ik heb omgezet in een (naar mijn mening) zeer leesbaar hoofdstuk.’

‘Ik ben van plan ook nog veel te oefenen met het schrijven van teksten, omdat ik nu weet dat er nog grote stappen in te maken zijn.’

Taken werden onderling verdeeld en verschillende commissies ingesteld. De hoofdredactie bestaande uit twee studenten leidde in grote lijnen het gehele project in al zijn facetten. Tijdens de cursus werd de voortgang van het project regelmatig besproken, de verschillende commissies legden kort en bondig uit wat er in de afgelopen week was gedaan, wat ze hadden bereikt, waar ze tegenaan waren gelopen en wat ze zich hadden voorgenomen te doen in de komende week. Eventuele problemen of aandachtspunten werden bediscussieerd, plannen werden besproken en al naar gelang de discussie werden de actiepunten bijgesteld. Het bereiken van een goed geolied proces waarin tien eigengereide studenten efficiënt leren samenwerken, is niet eenvoudig. Niet alle knopen konden snel worden doorgehakt en het kost soms tijd om een goede afweging te maken. Voor velen is dat een leerproces. Desondanks is het bij deze groep zonder noemenswaardige problemen gegaan omdat ze, met respect voor elkaar, de hobbels en meningsverschillen die er altijd zijn, hebben kunnen gladstrijken.

‘Aan het begin van de cursus had ik grote moeite om mijn eer opzij te zetten en deze persoonlijke conflicten gescheiden te houden van de professionele samenwerkingen. Maar ik heb echter mijn best gedaan om dit te verbeteren.’

‘Het is allemaal best wel soepel gegaan en er zijn volgens mij niet dingen die echt veel beter hadden moeten. Maar je moet natuurlijk kritisch blijven en er is altijd ruimte voor verbetering.’

‘Ik kreeg namelijk het gevoel alsof alles wat ik gedaan had, werd afgekeurd. Naderhand begon ik op mezelf te reflecteren, hoe had ik het beter kunnen doen? Ik kwam erachter dat ik meer moest denken aan het groepsverband en aan het eindresultaat van het boek als geheel.’

‘Vergaderingen verliepen over het algemeen vrij soepel en ik had geen moeite om me uit te spreken wanneer ik iets niet helemaal begreep of ergens tegenaan liep.’

‘De eigenschap die positief was voor de groep was, denk ik wel, mijn gevoel voor gezelligheid.’

‘Soms heb ik ook in stressvolle periodes mijn best gedaan om iedereen een keer te laten lachen, wat ook heel belangrijk is voor het groepsgevoel en voor een betere samenwerking kan zorgen.’

Ook de redactievergaderingen tijdens de Honourscursus verliepen goed. Vele onderwerpen kwamen in korte tijd langs: variërend van details in de opmaak van een hoofdstuk tot en met de koers, de boodschap en samenhang tussen de hoofdstukken; verder het contact met de uitgever, de illustraties, de voorkant van het boek, de groepsfoto die gemaakt moest worden, hoe het boek in te passen in het eerstejaars curriculum van de opleiding biologie, het inschakelen van experts en het tijdsplan om te garanderen dat alles op tijd af was en bij de uitgever lag. Door een strakke planning én het respect voor de deadlines was deze groep goed in staat om alle activiteiten binnen de gestelde termijn af te ronden, wat een groot compliment waard is.

‘Gedurende de afgelopen tien weken heb ik mezelf uitgedaagd om realistisch te zijn in mijn verwachtingen.’

‘Ik ben altijd gefocust op wat nog beter kan. Ik wil altijd het uiterste uit mezelf halen, maar moet niet vergeten om tevreden te zijn. Zoveel in mijn hoofd, zoveel te vertellen, nog meer to-the-point, daar beter in willen worden. Dat is waar ik aan werk.’

In een door de studenten zelf ingerichte Honourscursus gecombineerd met de verplichte onderdelen van de reguliere schrijfcursus (februari-medio april 2019) werd intensief gewerkt aan het schrijven van de hoofdstukken, het geven van peerfeedback (op het product én het proces), en het illustreren van de hoofdstukken. Het geven van feedback aan elkaar op de hoofdstukken, maar ook op elkaars functioneren binnen de groep, werd als leerzaam en waardevol ervaren. Ook was er tijd ingeruimd voor een module ethiek en voor een zelf georganiseerde excursie naar het Biomedical Primate Research Centre (BPRC). Verder werd regelmatig het zakelijke met het aangename gecombineerd door tijdens vergaderingen panenkoeken te bakken en gezelschapsspelletjes te spelen. Daarnaast kwamen ze ook sociaal regelmatig bij elkaar voor ‘chillavondjes’ en ondernamen ze groepsactiviteiten zoals het ont-snappen uit een escape room.

‘Wat ik heb geleerd: ik word nogal ongelukkig van feedback geven. Ik denk te veel na over wat ik wil zeggen en hoe ik dat precies moet formuleren.’

‘Verder vond ik dat het feedback geven op andermans hoofdstukken heeft geholpen met mijn kritisch nadenken.’

‘Ook heeft het elkaar beoordelen ertoe geleid dat ik over bepaalde eigenschappen te horen kreeg hoe andere mensen deze eigenschappen ervaren, waar je bij andere groepsopdrachten gewoonlijk geen feedback op krijgt.’

Op de vraag wat ze van het proces hadden geleerd, kwamen vele aspecten naar voren. Een aantal ervan had te maken met verschillende facetten van het leren samenwerken, zoals het beter naar elkaar leren luisteren en je beter inleven in wat anderen bedoelen, tot en met planning, uitstelgedrag, perfectionisme en het goed voorbereid naar bijeenkomsten komen, maar ook het uitproberen van vaardigheden en veranderen van eigenschappen, et cetera.

‘Dit half jaar heeft me geleerd om prioriteiten te stellen, omdat het voor mij niet mogelijk was om alles te doen wat ik wilde doen.’

‘Gedurende het afgelopen jaar heb ik niet alleen veel over mezelf geleerd, maar ik heb ook ongelofelijk veel geleerd over mijn mede-Honoursstudenten en hoe je nu met een relatief grote groep een eindproduct kan realiseren waar iedereen tevreden mee is.’

‘Daarom probeer ik sinds dit project wel voor mijn mening uit te komen, maar is het soms ook niet erg als ik sommige details links laat liggen om zo tijd, irritatie en woorden te sparen.’

‘Op deze manier ben ik erachter gekomen dat ik een rustige factor ben in een groep en graag wil observeren, bijvoorbeeld tijdens vergaderingen, om zo het overzicht te bewaren. Ik heb gemerkt dat anderen dat ook fijn vonden en daar iets aan hadden.’

‘Al met al ben ik blij dat ik heb deelgenomen aan dit programma en ik denk dat het me op veel gebieden nog goed van pas gaat komen in de toekomst. Ook omdat het heeft bijgedragen aan een stukje extra zelfvertrouwen bij mezelf.’

‘Mijn oplossingsgericht denken heb ik kunnen inzetten in de samenwerking met negen andere eigengereide studenten.’

‘Ik heb geprobeerd nog wat assertiever te zijn en zal daar ook in de toekomst aan blijven werken.’

‘In het begin vond ik het lastig om mijn mening ten aanzien van anderen in de groep te geven, maar gedurende dit halfjaar ging dat steeds beter.’

In het proces van *life-long learning* is het van belang dat je je eigen bijdrage op waarde weet te schatten en dat je je realiseert op welke gebieden je nog een ontwikkeling kunt doormaken. Het was interessant om te zien dat de perfectionisten die graag alles zelf doen, leerden om dingen los te laten en de anderen te vertrouwen, en dat de leiderstypen in hun rol groeiden en daarbij ook keerzijden van het leiderschap begonnen te zien.

‘De afgelopen paar weken zijn we natuurlijk hard aan het werk geweest met ons boek en daarbij vallen bepaalde eigenschappen van jezelf extra op.’

‘Het is prima dat ik mijn taken erg – misschien soms wel te – consciëntieus aanpak, maar dit kan ik niet altijd van anderen verwachten.’

‘Dan denk ik dat ik dit het best ook zelf kan uitvoeren, zodat ik zeker weet dat het “goed” gaat. Ook dit heeft een positief en negatief randje: het is goed dat ik een duidelijk beeld heb en daarmee aan de slag wil, maar ook hier moet ik niet vergeten anderen bij het proces te betrekken.’

Gezien de ontwikkeling die de studenten doormaken, kan gesteld worden dat een intensief samenwerkingsproject als het samen schrijven van een boek duidelijk bijdraagt aan de ontwikkeling van *life-long learning* en aan de 21st century skills in het algemeen.

‘Ik heb mezelf echt zien verbeteren door het halfjaar heen. Niet alleen persoonlijk maar ook in professioneel opzicht.’

‘Met deze optimistische houding ben ik ook ingestapt in het Honourstraject samen met andere gemotiveerde studenten. Mijn doel: persoonlijk ontwikkelen, horizon verbreden en intellectuele uitdaging.’

‘Ik ben er nu we het einde naderen best wel trots op dat we met elkaar het boek goed hebben weten vorm te geven.’

‘Het afgelopen half jaar en de afgelopen tien weken in het bijzonder zijn hier de ideale (leer)omgeving voor geweest.’

‘Het feit dat we tijdens de Honourscursus beter op elkaar afgestemd zijn geraakt en elkaar steeds beter hebben leren kennen, heeft een groot aandeel gehad in mijn waardering en respect voor de bijdrage van ieder individu.’

‘Ik denk dat ik zeker ben veranderd in de zin dat ik nu meer mijn prioriteiten op orde heb, maar verder denk ik dat er nog veel werk aan de winkel is.’

Rest ons nog te zeggen dat deze groep een professioneel georganiseerde groep is geworden. Jullie mogen trots zijn op wat jullie hebben bereikt, niet alleen op het eindproduct maar ook op de manier waarop jullie het proces gaandeweg hebben gestructureerd. De studenten zijn overigens niet de enigen die door een leerproces zijn gegaan, ook voor ons als begeleiders was het weer een leerzame ervaring.

Utrecht, mei 2018

Fred Wiegant & Ton Peeters

Voorwoord

Het is een mooie zomeravond. Je zit lekker op de bank en voelt de zonnestralen branden in je nek. De warmte van buiten is ook voelbaar in de huiskamer. Op dat moment besluit je dat het de hoogste tijd is om een avontuurlijke wandeling te maken. Je staat op om je wandelschoenen te pakken en dat is voor de hond het teken om naar de achterdeur te rennen. Zodra je de deur achter je hebt dichtgetrokken, loop je een zonnige wereld tegemoet.

Je hoort het jezelf denken: moet ik de buurvrouw ook meevragen? Maar je besluit om tijd met jezelf door te brengen. Je hebt genoeg aan het gezelschap van de hond. Het is ook wel eens lekker om niet sociaal te hoeven doen met andere mensen op deze aardbol. Je loopt het pad af, op weg naar het bos om de hoek. De hond vindt dat het allemaal wel een tempootje hoger mag. Onder het rennen valt je ineens iets op waar je nog nooit eerder over nagedacht hebt. De weilanden aan de Dorpsstraat liggen in strakke lijnen naast elkaar en worden gescheiden door slootjes. Koeien en schapen huppelen vrolijk rond. Hier en daar steekt een paardenbloem boven de grassprietjes uit. Voordat je tijd hebt om na te denken over andere organismen die in het grasland leven en hoe de soorten in staat zijn om het leefgebied samen te delen, trekt de hond alweer ongeduldig aan de riem. Hij wil verder, het bos is al in zicht.

Aangekomen bij het bos kijk je verbaasd naar de verscheidenheid aan planten en dieren. Al deze organismen, groot en klein, leven samen in harmonie. Het krantenartikel van vanmorgen over de aanwezigheid van goedaardige micro-organismen in de bodem komt weer naar boven in je gedachten. Nieuwsgierig ga je op zoek naar aanwijzingen voor deze interacties met kleine levende wezens. Een interessant feitje dat ook in het artikel werd genoemd, was dat verschillende soorten op hun eigen manier hun steentje bijdragen aan de leefomgeving. Je bent druk bezig om uit te vogelen hoe dit zit wanneer de hond weer blaft. Hij heeft zijn zinnen gezet op het vinden van speelkameraadjes. Eerst reageer je verontwaardigd dat hij jouw interesse niet begrijpt, maar dan realiseer je je dat reflecteren en leren niet voor iedereen op aarde is weggelegd. Je bedenkt dat mensen wél in staat zijn om zich te buigen over zulke vraagstukken, maar dat je hond gewoon zijn ding doet. Je laat de hond dus maar voor wat hij is, lekker zichzelf in zijn element.

Je vindt het maar warm op deze zomeravond. De felle zon zorgt ervoor dat je veel zweet. Door het rennen ben je buiten adem, ook dat nog. Je voelt je hartslag bonzen in je keel. Je vraagt je af hoe je lichaam het mogelijk maakt zulke inspanning te leveren. Dan moeten de bouwstenen van je lichaam veel energie produceren. Het idee begint zich in je hoofd te vormen dat alle onderdelen van het menselijk lichaam samenwerken om het te laten functioneren. Net zoals er een samenspel is tussen de organismen in het bos, waardoor het bos op een bepaalde manier is zoals het nu is. Je schrikt bij de gedachte dat de mens deze leefwereld verstoort door massaal aanwezig te zijn, het pad waar je op loopt is hier al een bewijs van. En dan spreken we nog niet over de vervuiling die wij samen achterlaten. Je vraagt je af welke invloed de verstoring van de mens kan hebben op de samenleving van organismen in de natuur. En op welke manier de natuur hier zelf op reageert. Je besluit de hond achterna te gaan. Zo volg je, net als de hond, je nieuwsgierigheid en houd je in je achterhoofd dat de natuur toch wel echt een van de mooiste dingen is op onze aarde.

Deze anekdote geeft voorbeelden van talloze vragen die wij ons allemaal wel eens stellen over de overweldigende natuur. Ook al wandel, fiets of rijd je al je hele leven door een bepaald gebied: de natuur biedt elke dag weer andere perspectieven. Van oudsher voelen we ons aangetrokken tot de natuur om ons heen. Sterker nog, we maken er zelf ook onderdeel van uit. Naast dat wij als mensen elkaar beïnvloeden, hebben we ook invloed op andere levende wezens. Al onze acties hebben invloed op onze leefomgeving; of het nu gaat om het weggooiën van een plastic bekertje of het voeren van eenden in de sloot. Omgekeerd heeft de natuur om ons heen een uitwerking op ons bestaan. Zo staat alles met elkaar in verbinding en het is deze verbinding die het leven op aarde indrukwekkend maakt. Maar dan ook echt *alles*: de levende, de dode en de levenloze natuur vormen samen een geheel dat zich de bewoner van onze aarde mag noemen. Onze wereld kan gezien worden als een groot web van interacties. Deze interacties kunnen verschillen in grootte, vorm, aard, intentie, manier en samenstelling. Dit maakt ons web van het leven op aarde erg divers. Alles heeft invloed op elkaar en dat maakt alle schakels binnen het web belangrijk.

Het plaatje dat hier geschetst wordt, begint verdacht veel op een netwerk te lijken. Binnen een netwerk zijn alle onderdelen met elkaar verweven en de natuur zit vol met zulke verbondenheid. Het duurde dan ook niet lang of wij probeerden onze gedeelde fascinatie voor de natuur door middel van netwerken te verklaren. Wij hebben onszelf aangeleerd om de ‘netwerkbrijl’ op te zetten om natuurlijke processen in kaart te brengen. Nu kun je bij netwerken aan veel verschillende dingen denken, maar wij hebben ervoor gekozen om ons te focussen op de netwerken in de biologie. Zulke *natuurlijke netwerken* zijn een inspiratiebron voor vele netwerken in ons leven. Denk bijvoorbeeld aan organisatiestructuren in het bedrijfsleven, het

wegennet van snelwegen of de wereldwijde connectie tussen computers. Netwerken zijn overal. In het dagelijks leven kom je netwerken dag in, dag uit tegen, ook al heb je dat zelf niet altijd door.

Sterker nog, wij zijn zelf ook de uitkomst van meerdere niveaus aan netwerken: van de netwerken in de cellen van ons lichaam tot het netwerk van zenuwen dat ons lichaam aanstuurt, tot de netwerken van organen die ons lichaam draaiende houden. Al deze netwerken bevinden zich in het menselijk lichaam en vormen de basis van ons bestaan. Wanneer je als mens met andere mensen en met al het andere op onze planeet in verbinding staat, ontstaat een groter geheel waarbinnen de mens een schakel is. Zelf maken we dus ook deel uit van natuurlijke netwerken. Dan zijn er ook nog de netwerken die zich om ons heen bevinden. Deze interacties zijn echter niet zo abstract als ze klinken. Alle acties van de mens hebben invloed op de omgeving en vice versa. Natuurlijke netwerken staan dus helemaal niet zo ver van ons vandaan als we misschien denken: we zijn er zelf onderdeel van en bieden ze onderdak.

Het is interessant hoe zulke netwerken zijn opgebouwd en hoe ze precies werken. Wat zijn de bouwstenen? En hoe werken deze componenten samen om als één geheel te functioneren? Het beschrijven van de *verbinding* binnen en tussen natuurlijke netwerken vormt de basis van dit boek. Daarnaast is het misschien nog wel intrigerender om de *verstoring* van netwerken in de biologie in beeld te brengen. Hoe een systeem op zulke ontregelingen reageert, komt tot uiting in de *veerkracht* van een netwerk. Zijn natuurlijke netwerken in staat om in evenwicht te blijven? Of zal de organisatie bij één windvlaagje al instorten? De verbinding, verstoring en veerkracht van natuurlijke netwerken komen uitgebreid aan bod in ieder hoofdstuk.

Een ander aspect waar we uitgebreid op ingaan, is de invloed van de mens. Wat heeft ons mens zijn tot gevolg voor onszelf, onze medemens en onze leefomgeving? En hoe verstrekkend zijn deze gevolgen? De rol van de mens krijgt veel aandacht in dit boek. De mens kan passief of actief aanwezig zijn binnen een netwerk. Deze passieve of actieve houding is afhankelijk van de functie van de mens. In dit boek onderscheiden we drie rollen waarin de mens kan optreden: als huis, als schakel of als externe factor. Dit boek is daarom opgebouwd uit drie hoofddelen, waarbij de netwerken dus steeds een andere positie innemen. Het eerste deel *Natuurlijke netwerken in het menselijk lichaam* beschrijft netwerken waarbinnen de mens de rol van een huis aanneemt. De hoofdstukken in het tweede deel *De mens als onderdeel van natuurlijke netwerken* gaan in op de mens als schakel binnen sociale netwerken. Tot slot bespreken we in het derde deel, *De invloed van de mens op natuurlijke netwerken*, hoe de mens als externe factor kan optreden op de organisatie in de natuur.

Het woord *netwerk* is nu al zo vaak gevallen dat we er niet meer omheen kunnen om hier een allesomvattende definitie van te geven. Daarom wordt er allereerst een hoofdstuk gewijd aan de betekenis van het begrip 'netwerk'. Hoe wordt het precies weergegeven, welke kenmerken

heeft het en in welke hoedanigheid komt het voor? De *Introductie* geeft antwoorden op al deze vragen. Dit inleidende hoofdstuk verradt beetje bij beetje dat netwerken overal in de biologie te vinden zijn. Maar wat hebben alle netwerken die besproken worden op de drie verschillende schalen nu met elkaar gemeen? En welke voordelen brengt hun samenspel met zich mee? De aanwezigheid van natuurlijke netwerken is allemaal leuk en aardig, maar wat hebben ze voor nut? In het afsluitende hoofdstuk wordt duidelijk wat het belang van netwerken in de biologie is. Bovendien zal duidelijk worden hoe netwerken ontstaan in de natuur en hoe deze in staat zijn om orde in chaos te scheppen. In de *Ontknoping* passeren alle onderwerpen nogmaals de revue en wordt de essentie van natuurlijke netwerken benadrukt. Het belang van netwerken – kleine en grote, dikke en dunne, ronde en vierkante, snelle en slome, slimme en domme – wordt duidelijk aan de hand van talloze voorbeelden uit de wonderlijke natuur.

De biologie is natuurlijk onze passie, maar buiten de biologie is ook nog zoveel moois te ontdekken. De wereld zit vol met verrassingen en dat willen wij niet onbelicht laten. Aan de hand van *interleaves* komen andere, interessante vakgebieden ter sprake in dit boek. Deze interdisciplinariteit schijnt een ander licht op netwerken in de biologie en geeft ons hiermee nieuwe inzichten. Denk bijvoorbeeld aan de loop van de geschiedenis: wat zijn toonaangevende ontwikkelingen geweest binnen het vakgebied? En de wiskundige achtergrond: hoe zit het met de verdeling van verbindingen binnen een netwerk? Zo ook de economische vertaling: hoe kan het netwerk van de economie verduurzaamd worden? Maar ook nieuwere vakgebieden, zoals kunstmatige intelligentie en onderzoek buiten onze eigen planeet, geven een interessante kijk op netwerken.

Iedere auteur heeft met zijn eigen hoofdstuk een extra dimensie toegevoegd aan het inzicht dat dit boek biedt in *Natuurlijke Netwerken*. De verbinding, verstoring en veerkracht van acht specifieke netwerken komen aan bod, voorafgegaan door de *Introductie* en afgesloten door de *Ontknoping*. Of een hoofdstuk nu ingaat op een netwerk in het menselijk lichaam, een netwerk waar de mens een onderdeel van is of een netwerk waar de mens invloed op uitoefent: verbondenheid is de sleutel tot succes. Wij hopen dat dit boek inzicht geeft in hoe alles om ons heen – inclusief onszelf – verbonden is en wat het belang is van deze verbondenheid. De samenhang binnen de biologie verdient begrip. Het doel van dit boek is dan ook bewondering op te brengen voor wat de prachtige natuur ons te bieden heeft. Tegelijkertijd dient dit boek ook ter bewustwording van wat wij de natuur op onze beurt kunnen bieden. Deze wisselwerking ondersteunt het feit dat samenwerking tussen de bouwstenen van een netwerk kan leiden tot organisatie in de natuur. Natuurlijke netwerken zijn een prachtig staaltje werk. Ga mee op zoektocht naar samenhang in de natuur!