

Het levende systeem

Academisch biologieonderwijs in Nederland in de 21ste eeuw

Jan Kijne en Wiel Hoekstra

met medewerking van Jannie Borst, Kimo van Dijk, Frans Ollevier, Jeanine Olsen en
Sjoerd Wendelaar Bonga

(allen samen de Onderwijsvisitatiecommissie Biologie 2009-2010)

Januari 2011

Uitgave:

Quality Assurance Netherlands Universities (QANU)
Catharijnesingel 56
Postbus 8035
3503 RA Utrecht

Telefoon: 030 230 3100
Fax: 030 230 3129
E-mail: info@qanu.nl
Internet: www.qanu.nl

© 2011 QANU

Tekst en cijfermateriaal uit deze uitgave mogen, na toestemming van QANU en voorzien van bronvermelding, door middel van druk, fotokopie, of op welke andere wijze dan ook, worden overgenomen.

Inhoud

| | |
|---|----|
| Preambule..... | 5 |
| Samenvatting..... | 7 |
| 1. Het domein van de biologie | 9 |
| 2. De stand van zaken in Nederland..... | 11 |
| 3. Aandachtspunten voor de nabije toekomst | 15 |
| Bijlage: curricula vitae van de leden van de visitatiecommissie | 21 |

Preambule

Op verzoek van de volgende vijf instellingen, Wageningen Universiteit en Research Centrum, Radboud Universiteit Nijmegen, Rijksuniversiteit Groningen, Universiteit Utrecht en Vrije Universiteit Amsterdam, heeft de landelijke onderwijsvisitatiecommissie Biologie 2009-2010 de door deze instellingen aangeboden biologie- en biologie-gerelateerde opleidingen beoordeeld (Universiteit Leiden en Universiteit van Amsterdam kozen voor een ander type visitatie). Op basis van deze ervaringen hebben de voorzitter en vice-voorzitter van de commissie dit rapport samengesteld, waarin de huidige stand van zaken in het academisch biologieonderwijs in Nederland op hoofdzaken wordt geschetst en aandachtspunten voor de toekomst worden aangegeven. Het rapport is een reflectie gebaseerd op observaties, indrukken en commentaren, en beschrijft met name voor de bezochte instellingen een algemene visie op de positie van de biologie. Kwantitatieve gegevens kunnen worden gevonden in de betreffende QANU-rapporten, met de aantekening dat, naar onze mening, op basis van deze contextgebonden informatie in het algemeen geen transparante vergelijking van de instellingen mogelijk is.

Samenvatting

Kennis van biologie, van het levende systeem, hoort bij algemene ontwikkeling. Dit wordt onderstreept door het maatschappelijke belang van het vakgebied (de gezondheidszorg, de voedselvoorziening, en het verantwoord beheer van onze planeet) en door de steeds grotere rol van biologische concepten in onderwijs en onderzoek, niet alleen van bètafaculteiten, maar ook van alfa- en gammafaculteiten. Onderzoek naar het levende systeem vraagt om samenwerking in multidisciplinaire teams, met een toenemend belang van kwantitatieve biologie. Dit rapport vraagt aandacht voor:

- een brede invulling van de biologie binnen de instelling; eenzijdig ingevuld verliest de biologie haar betekenis.
- stimulering van multidisciplinaire samenwerking met biologen in bèta- en andere faculteiten, waarbij de ontwikkeling van de zgn. Nieuwe Biologie zichtbaar wordt gemaakt in een facultair hooglerarenplan.
- een goede strategische positie van de biologie binnen de instelling, ondersteund door een landelijk afgestemd en transparant financieel verdeelmodel, dat door alle betrokkenen als redelijk wordt ervaren en waarin middelen voor onderwijs slagvaardig kunnen worden ingezet.
- een brede bagage van vwo-leraren biologie, en voor de rol van de biologie in de algemene ontwikkeling van vwo-leerlingen
- een professionele en geïntegreerde aanpak van de thematiek rondom biologie en samenleving, waarbij de financiering niet afhankelijk is van variabele budgetten binnen afzonderlijke opleidingen.

1. Het domein van de biologie

1.1. De studie van het leven

Het domein van de biologie is het leven. De eenheid van het leven, zoals wij dat op aarde kennen, is de cel, een fascinerend systeem van samenwerkende moleculen dat “een eigen leven leidt”. Het systeem is open, en is voor zijn voeding en energie ook aangewezen op de niet-levende natuur. De succesvolle kolonisatie van het aardoppervlak door het levende systeem noodzaakte een steeds efficiënter gebruik van alle hulpbronnen, wat voerde tot talloze specialismen, tot steeds hogere vormen van organisatie, zoals organismen, groepen van organismen, en gevarieerde leefgemeenschappen, en tot allerlei vormen van samenwerking, waarbinnen organismen gebruik maken van elkaars producten en eigenschappen. Het resultaat is een geweldige biodiversiteit, waarvan alle onderdelen voor het voortbestaan in meer of mindere mate van elkaar afhankelijk zijn. Het levende systeem is één groot geïntegreerd en duurzaam geheel.

De algemene systeemkenmerken van het leven zijn bepalend voor de centrale concepten van de biologie: eenheid, zelfregulatie en zelforganisatie, signalen en interacties (zowel binnen de levende als met de niet-levende natuur), vermenigvuldiging, en ontwikkeling (evolutie). Ten behoeve van de analyse van het levende systeem worden verschillende deelgebieden en organisatieniveaus onderscheiden, waarbij kwalitatief de onderdelen en hun plaats in het systeem in kaart worden gebracht (wat, waar, met wie) en kwantitatief wordt bepaald welke interacties binnen het systeem van kenmerkend belang zijn (wanneer, hoeveel, hoe snel). Hoewel deze aanpak een grote hoeveelheid verschillende puzzelstukjes oplevert, is het voor biologen volstrekt duidelijk dat zij aan een en dezelfde legpuzzel werken. Het zijn de organiserende principes van het systeem, in de grote verscheidenheid van aspecten van het leven, die in elke universitaire opleiding Biologie centraal moet staan.

| |
|---|
| Biologie: eenheid in verscheidenheid |
|---|

1.2. Algemene ontwikkeling

Homo sapiens is een succesvol sociaal dier dat overleeft dankzij een uitgebreid sociaal-cultureel systeem. In dit systeem spelen technologie en consumptie op dit moment een hoofdrol, zeker in geïndustrialiseerde landen. Omdat de mens inmiddels meer hulpbronnen voor zijn bestaan gebruikt dan de aarde van nature kan bieden, staat het sociaal-cultureel systeem op gespannen voet met het levende systeem. Dit acute probleem is levensbedreigend voor komende generaties, en de ernst en de omvang ervan kunnen moeilijk worden overschat. Kennis van het levende systeem, biologische kennis, is onmisbaar om dit probleem op een duurzame manier op te lossen. De tandwielen van het levende systeem en het sociaal-culturele systeem moeten zodanig op elkaar worden afgesteld dat de natuur beide kan blijven voeden.

De kennisontwikkeling aangaande gedrag en communicatie van de mens heeft duidelijk gemaakt dat veel sociaal-culturele aspecten een biologische component hebben. Hierdoor heeft de biologie vaste voet aan de grond gekregen in de sociale wetenschappen en in het onderzoek naar culturele ontwikkeling. Ook deze kennis is van groot belang voor het bereiken van een cultuuraanpassing bij de mens in de richting van een meer natuurlijke manier van leven. Bovendien biedt evolutionair denken inspiratie aan antropologen, psychologen, taalkundigen, archeologen, sociologen en economen.

Door deze context krijgt de biologie, en daarmee de opleidingen Biologie, een steeds groter domein binnen de algemene ontwikkeling van jonge mensen.

Biologie: een kennisdomein van algemeen belang

1.3. De reikwijdte van de biologie

De taak van een bioloog is de studie van het levende systeem, met inbegrip van plaats en rol van de mens. Werk te over, want de meeste onderdelen en interacties van het systeem zijn simpelweg onbekend. De levende natuur heeft nog veel geheimen, en doorgaans is op zijn minst onduidelijk welke gevolgen een ingreep heeft op andere delen van het systeem of op het systeem als geheel. Tegelijk valt nog veel te ontdekken over de manier waarop de mens van het systeem kan profiteren, zowel wat betreft het directe gebruik van producten en de kennis van nuttige processen als wat betreft de organisatie van een duurzaam systeem.

Biologische kennis is onmisbaar op de gebieden van, bijvoorbeeld, gezondheid en ziekte, management van kringlopen, duurzame energie, natuurbeheer en behoud van biodiversiteit, voedselbeschikbaarheid en veiligheid. Vrijwel alle (onderzoeks)activiteiten binnen de biologie hebben een relatie met drie centrale probleemgebieden: voeding, gezondheid en milieu. Naast belangrijke informatie over het levende systeem brengt de studie van de levende cel een groot aantal innovatieve technologieën voort, die ingezet en verder ontwikkeld kunnen worden als hulpmiddelen binnen een strategie gericht op duurzaamheid. Voorbeelden van zulke technologieën zijn genetische modificatie, synthetische biologie, toepassing van stamcellen, artificiële fotosynthese, fermentatietechnologie, nanobiotechnologie en bio-mathematische modellering.

De uiteenlopende maatschappelijke terreinen waar biologische kennis moet worden ingebracht stellen de opleidingen voor de uitdaging om studenten voor te bereiden op een werkkring in de gebieden van fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek en technologie, educatie, communicatie en beleid, zowel in de biologie als in de grensgebieden met andere wetenschappen. Elke opleiding Biologie lijkt door dit alles op een spin, die actief is in een groot maatschappelijk web. Van deze spin vormen de centrale concepten van de biologie het lijf, terwijl de poten in aantal en kleur afhankelijk zijn van de onderzoeksthema's binnen de instelling en van de mogelijkheden tot directe samenwerking met andere fundamentele en toegepaste wetenschappen en maatschappelijke instellingen.

Door de fascinerende complexiteit van het levende systeem en het grote maatschappelijke belang van de biologie hebben de universiteiten de taak om biologen af te leveren die het levende systeem in de breedte begrijpen, onderzoekers kunnen zijn door verdieping en specialisatie, en verantwoorde keuzes kunnen maken in het krachtenveld van het levende en het sociaal-culturele systeem. Dit lukt alleen in een stimulerende trainingsomgeving en met goed gekozen didactische (praktijk)voorbeelden, die de studenten gereedschap meegeven om op onbekend terrein hun eigen weg te kiezen.

Biologie: een spin in het web

2. De stand van zaken in Nederland

2.1. De doelstelling van een opleiding Biologie

De doelstelling van een opleiding Biologie moet zijn om de student een diep inzicht te verschaffen in de samenhang en complexiteit van biologische systemen, in interactie met de abiotische omgeving en met het sociaal-cultureel systeem van de mens, en om de student daarbij passend gereedschap te geven voor studie en onderzoek. Fascinatie door de manier waarop het levende systeem is georganiseerd en functioneert zal de student inspireren om zelf aan kennisvermeerdering bij te dragen - waarmee een nieuwe onderzoeker is geboren - of om de verworven kennis uit te dragen naar de samenleving, als leraar, voorlichter, beleidsmaker of anderszins. Ook kan deze inspiratie leiden tot nieuw ondernemerschap, waarbij de kennis over het levende systeem wordt gebruikt om onderdelen ervan te beschermen, dan wel om deze op verantwoorde wijze in te passen in de maatschappij.

De onderwijsvisitatiecommissie Biologie 2009-2010 heeft met veel waardering waargenomen dat het biologieonderwijs in de door haar bezochte instellingen met een groot gevoel van verantwoordelijkheid wordt gegeven en dat op een alleszins passend niveau de uitdagende opleidingsdoelstellingen worden gerealiseerd. Belangrijke vragen waren (en zijn):

- hoe moet de **missie** van het biologieonderwijs voor de toekomst geformuleerd worden?
- hoe kan de **kwaliteit** van het biologieonderwijs behouden en waar nodig verbeterd worden in een tijd waarin een aantal materiële en immateriële omstandigheden zich (voortdurend) wijzigen?
- hoe kan de **positie** van het biologieonderwijs binnen de instellingen recht worden gedaan gelet op het grote belang van de biologie voor wetenschap en maatschappij?

Voor een korte weergave van de huidige stand van zaken wordt onderscheid gemaakt tussen het onderwijsproces, het onderwijsklimaat en de onderwijsinhoud.

| |
|--|
| Biologieopleidingen zijn vitaal |
|--|

2.2. Het onderwijsproces

Mede door de, vaak met frisse tegenzin doorstane, visitaties van de afgelopen twintig jaar is gestructureerde kwaliteitszorg binnen de biologie nu ingebouwd in de dagelijkse routine, en is het onderwijsproces overal op orde. Bij alle opleidingen is een cyclisch evaluatie- en verbetersysteem in werking, studiebegeleiding en onderwijscoördinatie zijn goed, studiefaciliteiten worden bewaakt, werving staat hoger dan ooit op de agenda (met succesvol resultaat) en het studierement is acceptabel, hoewel nog voor flinke verbetering vatbaar. Wel moet worden opgemerkt dat nog niet alle examencommissies zich bewust zijn van het feit dat zij de onafhankelijke autoriteit zijn die, met de eindtermen en doelstellingen in de hand, het bereikte eindniveau van de opleidingen controleert en waar nodig corrigeert. Desondanks is het afstudeerniveau van de gemiddelde biologiestudent in alle gevallen dat wat van een goede academische opleiding verwacht mag worden.

Willen de opleidingen inspiratie opdoen voor verdere kwalitatieve stroomlijning van het onderwijsproces, dan verwijzen wij naar:

- Groningen en Nijmegen voor de studiebegeleiding (Nijmegen vooral ook wat betreft de (pre)prodeusefase),
- Utrecht voor de academische leerlijn en de studieadviespaden,
- Nijmegen, de Vrije Universiteit Amsterdam en Wageningen voor de samenhang van het programma, en
- de Vrije Universiteit Amsterdam voor de aandacht voor toetsing.

Het Overleg Hoger Onderwijs Biologie (OHOB) is een geschikt forum voor een uitdagende discussie over de meerwaarde van “good practices” in de context van de eigen instelling.

Binnen het goed verlopende biologie-onderwijsproces zijn lokale “good practices” herkenbaar

2.3. Het onderwijsklimaat

Van oudsher hebben biologen hart voor onderwijs. Het onderwijsklimaat is dan ook in elke instelling aangenaam en doelmatig. Docenten zijn benaderbaar, studenten zijn gemotiveerd, en de lijnen zijn kort. De studenten hebben een positieve en vaak enthousiaste inbreng in alle zaken die het onderwijs betreffen, ze worden serieus genomen en er wordt alert op hun commentaar gereageerd. De academische kwaliteiten van de staf zijn buiten kijf, en met de algemene invoering van het certificaat Basiskwalificatie Onderwijs voor docenten heeft de didactische vorming van de staf vaste voet aan de grond gekregen.

De belangrijkste bedreiging voor het onderwijsklimaat vormen de teruggelopen middelen, in samenhang met focus en massa beleid in het onderzoek (concentratie van specifiek onderzoek in een beperkt aantal centra). De toenemende studentenaantallen en de nog steeds verdergaande inkrimping van de staf hebben ervoor gezorgd dat bij een aantal opleidingen het water aan de lippen van de docenten staat (Utrecht en Groningen) en dat de situatie snel kritiek kan worden in Nijmegen en bij de Vrije Universiteit Amsterdam. De toegenomen werkdruk belemmert bovendien de voortdurend noodzakelijke innovatie van het biologieonderwijs. De negatieve gevolgen waren zichtbaar en voelbaar bij alle visitatiebezoeken. Alleen Wageningen kan nog aardig uit de voeten, wat onder andere blijkt uit de relatief gunstige student/staf ratio. Het financieringsmodel van Wageningen Universiteit is dan ook verplichte discussiekost voor het OHOB en voor de bètafaculteiten. Duidelijk is dat in de huidige situatie inzet en motivatie van de staf moeten compenseren voor het gebrek aan personeel, met alle bekende risico's voor de gezondheid van dien. Dat een klein aantal biologen bij elke instelling een buitengewone inzet toont om het schip op koers te houden is bewonderenswaardig, maar dit mag eigenlijk niet van hen worden gevraagd. Omdat een verdere toename van het aantal instromende studenten ook op demografische gronden mag worden verwacht, is de verleiding om een numerus fixus voor de Biologie in te stellen actueel. Dit is geen goed idee, omdat het aantal biologiestudenten dan procentueel afneemt, wat bij het huidige beleid zal leiden tot een verdere afname van de middelen. De toenemende belangstelling voor Biologie is een goede zaak, gelet op het toenemende maatschappelijke belang van het vakgebied. Goed onderwijs loont wel, wanneer de instellingen tenminste het juiste evenwicht tussen onderzoek en onderwijs weten te vinden en inzien dat focus- en massa-beleid in het onderzoek funest is voor het halen van de onderwijsdoelstellingen in de Biologie. De studie van het levende systeem vraagt om een goede lokale mix van experts en expertises, niet om gespecialiseerde topinstellingen die strategisch over het land zijn verspreid.

Een aantal initiatieven die met het onderwijsklimaat te maken hebben verdienen aandacht:

- Utrecht biedt een vervolg-opleiding voor docenten met een Basiskwalificatie Onderwijs aan, en Nijmegen en de Vrije Universiteit Amsterdam hebben deze in voorbereiding.
- Groningen en de Vrije Universiteit Amsterdam stimuleren een toename van het aantal vrouwelijke staf/hoogleraarposities met, respectievelijk, het Rosalind Franklin Fellowship programma en het Fenna Diemer-Lindenboom Fonds.
- Groningen heeft (net als Leiden) het tenure-track beleid ingevoerd, waarmee wetenschappelijk talent ook in het onderwijs betere perspectieven heeft.
- instellingen met (ver)nieuwbouwplannen kunnen geïnspireerd worden door de nieuwe mooie onderwijsfaciliteiten in Nijmegen en Wageningen, en lering trekken uit de bijbehorende kinderziektes en problemen bij de realisatie.

| |
|---|
| Het onderwijsklimaat binnen de biologie is niet optimaal |
|---|

2.4. De onderwijsinhoud

De inhoud van het biologieonderwijs wordt bepaald door ongemakkelijke keuzes. Alleen al de ontwikkelingen in de genetica, de moleculaire biologie en de biochemie van de afgelopen decennia hebben gezorgd voor een verdubbeling van de inhoud van de studie, waarbij de waarde van de meeste oudere biologische kennis niet is verminderd. Het levende systeem is veel te groot en te complex om integraal in de studie aan de orde te komen, en de noodzaak van didactisch verantwoorde keuzes is hierboven al benadrukt. Aan de andere kant heeft de biologie als enige universitaire opleiding een “unifying theory”, de evolutietheorie, en daarmee een unieke rode draad.

Over het geheel genomen maken de opleidingen hun keuzes binnen een structuur waarin een bachelor wordt opgeleid tot basis-bioloog en een masterstudent tot junior-onderzoeker. Na een breed overzicht van allerlei facetten van het levende systeem volgt vroeg (Groningen) of later (bijv. Nijmegen) een specialisatiekeuze voor een bepaald organisatieniveau van het levende systeem (bijv. moleculaire celbiologie of evolutionaire ecologie) of voor een bepaald toepassingsgebied (bijv. medische biologie of neurobiologie). Het keuzeaanbod is doorgaans bepaald door de onderzoeksomgeving, en in de latere fasen van de studie verdiepen de studenten hun kennis met onderzoek in voor de betreffende instelling kenmerkende onderwerpen. Opvallend is dat strategische motieven van de instelling soms een dominante rol spelen bij de vaststelling van het specialisatiemoment binnen het opleidingstraject, terwijl een verantwoorde didactische opbouw van het programma toch voorop zou moeten staan.

Met de teruglopende middelen en de krimpende staf zijn er her en der dunne plekken in het programma gekomen. De eertijds bepalende opleidingsonderdelen Systematiek, Morfologie en Fysiologie staan onder druk, met als gevolg dat de kennis van studenten hiaten begint te vertonen zowel op kwalitatief gebied (onderdelen van het levende systeem, hun bouw en hun geschiedenis) en kwantitatief gebied (regulatie van productie, groei, transport, verbruik en uitscheiding). Gedragsbiologie heeft betere tijden gekend, Paleontologie en Antropologie zijn nagenoeg afwezig, en Fysica is een ondergeschoven kindje. Het biomedisch onderzoek in brede zin heeft grote aantrekkingskracht, mede door de betere financieringsbasis, met als gevolg dat veel studenten een beperkte kijk ontwikkelen op het levende systeem als geheel. Daarbij komt dat de traditioneel bepaalde onderzoeksthema's binnen de instellingen niet persé de beste didactiek opleveren voor onderwijs in de bepalende concepten van de biologie.

Het resultaat is dat afgestudeerde biologen over het algemeen goed zijn opgeleid in gespecialiseerd onderzoek, geïnspireerd door succesvolle begeleiders en onderzoeksgroepen, maar tekort komen in parate kennis van de biologie als geheel en van de systeemconcepten (“unifying concepts”) van het leven.

De onderwijsinhoud: biologie, let op uw zaak

3. Aandachtspunten voor de nabije toekomst

3.1. Inhoud van het onderwijs

Gelet op de gewenste kennis van de principes van het levende systeem, in interactie met het sociaal-culturele systeem, zijn (tenminste) een vijftal aandachtspunten van belang voor het biologieonderwijs van de nabije toekomst:

- systeemdenken
- kwantitatieve biologie
- multidisciplinair samenwerken
- biologie en samenleving
- vwo

Lopende activiteiten en initiatieven in elke instelling ten aanzien van deze aandachtspunten verdienen ons inziens meer aandacht en stimulering.

“Campbell” is niet meer genoeg

Een groeiend aantal natuurwetenschappers verlegt hun onderzoek naar de studie van het levende systeem. Het gaat daarbij vooral om chemici, farmaceuten, fysici, wiskundigen en informatici. Daarnaast betrekken ook aardwetenschappers van oudsher biologische systemen in hun onderzoek. Intussen doet een groeiend aantal biologen een beroep op deze wetenschappers vanwege hun kennis van en ervaring met de analyse van complexe systemen. Hierdoor heeft zich een dynamisch veld van levenswetenschappen ontwikkeld dat door sommigen de Nieuwe Biologie wordt genoemd. Kenmerkend voor deze Nieuwe Biologie is het systeemdenken, en deze ontwikkeling is mogelijk omdat gegevens over componenten van het systeem en hun relaties steeds sneller ter beschikking komen. Waar in een klassiek leerboek als “Campbell” de nadruk nog ligt op de componenten van het systeem, hun relaties en hun geschiedenis, gaat het in de Nieuwe Biologie om gereguleerde driedimensionale netwerken en hun ontwikkeling in de tijd, waarbij de netwerken weer netwerken van een hogere orde kunnen vormen. Systeemdenken is bijvoorbeeld nodig om het functioneren van de levende cel te begrijpen, om het functioneren van neurale netwerken en hun relatie met gedrag en cognitie te doorgronden, om integratieve fysiologie te beschrijven en om het functioneren van ecosystemen en kringlopen in kaart te brengen. Systeemdenken is ook nodig om op een gerichte manier samenhangende informatie boven tafel te krijgen, waarmee mensen overtuigd kunnen worden van de noodzaak van maatregelen die het levende systeem en het sociaal-culturele systeem weer in evenwicht kunnen brengen.

Nieuwe Biologie vraagt om een herbezinning op de didactiek van de biologie. Systeemdenken is nog geen rode draad in de traditioneel thematische opzet van een biologie-curriculum. Illustratief hiervoor is dat systeembioogie momenteel apart wordt gezet in eigen instituten en onderwijsmodules. Binnen de Vrije Universiteit Amsterdam is systeembioogie onderdeel van specialistisch masteronderwijs en de cursus Dynamic Energy Budget Theory voor master/PhD studenten biedt een inspirerend voorbeeld van de onderzoekspraktijk. Maar biologie als geheel is systeembioogie. Gelukkig verschijnen her en der aanzetten voor de Nieuwe Biologie in bachelorcurricula zoals de nieuwe Wageningse bachelor cursus Modelling Biological Systems en de Utrechtse cursus Systeembioogie. Studenten moeten kennismaken met enthousiasmerende voorbeelden van Nieuwe Biologie vanuit teams met biologen, (bio)fysici, (bio)chemici, (bio)mathematici en/of informatici. Een goed voorbeeld hoe dit te bereiken vormt de International Genetically Engineered Machine (iGEM) competitie, waaraan ook Groningen deelneemt. Het perspectief van de Nieuwe Biologie moet zichtbaar

zijn en begrepen worden, waarbij de principes van systeemdenken niet vroeg genoeg in het curriculum geïntroduceerd kunnen worden. Biologen hebben hierbij het grote voordeel dat de evolutietheorie een uniek kader biedt om de organisatie en de ontwikkeling van het systeem te begrijpen.

Kwantitatieve biologie

Willen biologen in de toekomst mee regisseren binnen de Nieuwe Biologie en de levenswetenschappen, dan zullen regisseurs nu moeten worden opgeleid. Belangrijk is dan een versterkte kwantitatieve benadering van de biologie. Door de successen van de moleculaire biologie en de teloorgang van de klassieke fysiologie leven veel studenten met een “ja of nee”-beeld van de biologie, waarbinnen genen actief zijn of inactief zijn, en vragen naar precieze aantallen, precieze locaties, precieze frequenties van interacties, en sturende invloeden van buitenaf vaak niet meer kwantitatief beantwoord kunnen worden. De strategische inhuizing van biologen binnen facultaire gebouwen of complexen waarin multidisciplinaire samenwerking makkelijker is en gezamenlijke werkbesprekingen gefaciliteerd worden, kunnen de noodzakelijke belangstelling voor kwantitatieve biologie aanwakkeren.

Monodisciplinair opleiden, multidisciplinair samenwerken

Voor de masteropleidingen betekent deze ontwikkeling dat naast de onmisbare traditioneel biologische specialisaties (zoals al gezegd: de levende natuur heeft nog veel geheimen) ruimte geschapen moet worden voor multidisciplinair onderwijs, dat direct aansluit op facultair Nieuw Biologisch onderzoek. Dit pad zal naar verwachting vooral ingeslagen worden door biologiestudenten met affiniteit voor wiskunde, natuurkunde en/of informatica (chemie en aardwetenschappen zijn al ingeburgerd, zij het niet overal in dezelfde mate). Daarbij zullen de masteropleidingen mogelijkheden moeten scheppen voor het toelaten van gemotiveerde studenten vanuit andere natuurwetenschappen die meer willen weten van het levende systeem. Wel moeten biologie-studenten eerst bioloog worden. Multidisciplinaire samenwerking is gebaseerd op monodisciplinaire excellentie en op complementaire kennis. De inbreng van biologen in multidisciplinaire teams is kennis van het levende systeem, waarbij kennis van zowel de kwalitatieve als de kwantitatieve principes tot monodisciplinaire excellentie kan leiden en tot een regie-functie in het team. Daarbij biedt de biologie een schat aan onderzoeksproblemen die vragen om bestudering in multidisciplinaire teams, uiteenlopend van vorm-functie relaties en moleculaire evolutie tot de energiehuishouding van de biosfeer.

Biologie en samenleving

De biologie heeft een groot aantal maatschappelijke raakvlakken. Dit maakt het nodig dat studenten tijdens de opleiding op een professionele manier worden voorzien van gereedschap om op een bewuste en verantwoorde manier hun positie te kiezen in het krachtenveld van het levende systeem en het sociaal-culturele systeem. Hoewel alle opleidingen deze ambitie hebben, wordt dit aspect van de opleiding niet overal als “core business” gezien, met alle schade bij bezuinigingen van dien. Het vaak gehoorde argument dat maatschappelijke aspecten impliciet aan de orde komen in het onderwijs stelt niet gerust. Juist in een tijd waarin de samenleving het vertrouwen in de wetenschap verliest zal in het onderwijs de relatie van de wetenschap en de samenleving expliciet aan de orde moeten komen. De verplichte Nijmeegse bachelorcursussen Biologie en Samenleving, Geschiedenis van de Biologie en Inleiding in de Filosofie en Ethiek zijn in combinatie en in hun zichtbaarheid een bewonderenswaardige en zeldzame eend in de bijt, met de aantekening dat ook de Vrije Universiteit Amsterdam vergelijkbare modules aanbiedt en Utrecht dit onderwijs in verplichte bachelorcursussen heeft geïntegreerd. Binnen de bètafaculteiten kan en moet aan de relatie wetenschap en samenleving (en daaraan gekoppeld aandacht voor wetenschappelijke integriteit) op een

gecoördineerde manier invulling worden gegeven. Wie mee wil helpen met het duurzaam op elkaar afstemmen van het levende en het sociaal-culturele systeem moet weet hebben van de belangrijkste actoren, knelpunten en afwegingen. Ook in dit verband is een grotere aandacht voor kwantitatieve biologie van belang, omdat het bij de betreffende keuzes vaak gaat om “hoe vaak, hoe veel en wanneer?”.

Onderwijsvernieuwing begint met goed opgeleide leraren.

Goed biologieonderwijs begint op school. De verregaande specialisatie binnen de biologie, de nadruk op de kennismaking met het academische bedrijf en de verschraving van samenhangend onderwijs door focus en massa beleid hebben er toe geleid dat veel jonge biologen met een te smalle kennisbasis leraar worden in het vwo. Het grote geïntegreerde systeem wordt door hen onvolledig en te fragmentarisch ervaren, ook omdat in de lerarenopleidingen de aandacht voor vakkennis sterk is verschoven naar onderwijsregie, en de faculteiten geen invloed meer hebben op het onderzoeksdeel van de opleiding. Voeg hierbij dat nogal wat leraren vanuit de hbo-lerarenopleidingen instromen met een kennisniveau dat onder dat van een afgestudeerde bachelor ligt.

Het wordt tijd dat de biologieopleidingen hun verantwoordelijkheid nemen om alle nieuwe en leuke biologiemodules en leermiddelen die momenteel ontwikkeld worden te onderbouwen met een groeiend aantal compleet opgeleide biologieleraren. Uiteindelijk bepaalt de individuele docent vanuit zijn eigen kennis en motivatie het beeld van de biologie bij de leerlingen. Specialisatie is noodzakelijk om diepgang te bereiken en junior-onderzoeker te worden. Maar de eenheid van het systeem mag niet uit het oog worden verloren. Een goede leraar biologie weet overal wat vanaf. Ook in de masterfase kan de samenhang van het levende systeem met goed gekozen didactische voorbeelden worden geïllustreerd, en kunnen studenten worden uitgedaagd om de principes van het systeem te toetsen aan het object van hun eigen onderzoek. Dit is zeker van belang voor hen die een carrière ambiëren in het onderwijs, zowel universitair als vwo. Als voorbeeld: masterstudenten Biologie aan de Universiteit van Zürich moeten 10 EC besteden aan “Integrated knowledge in Biology” in een aparte module, waarin zij de aard en de resultaten van hun specialistische onderzoek moeten plaatsen in het grote kader van de biologie.

De toenemende invloed van de biologie in de sociaal-culturele wetenschapsgebieden en het daarmee steeds grotere aandeel in de algemene ontwikkeling pleiten inmiddels voor een verplichting van Biologie als vak in alle vwo-profielen, waarbij per profiel een selectie kan worden gemaakt van relevante onderwerpen, bijvoorbeeld gedragsbiologie in het CM-profiel en milieubiologie in het EM-profiel.

Conclusie

De bovengenoemde ontwikkelingen vragen om (i) een duidelijke rode draad in de opleidingen: de principes van het levende systeem, (ii) meer aandacht voor kwantitatieve biologie, (iii) voorbereiding op multidisciplinaire samenwerking, (iv) een professionele aanpak van het thema biologie en samenleving, en (v) versterking van de didactiek van de biologie. Jammer voor de studenten: de huidige grote vrijheid van keuze bij de vaststelling van het studiep pad verdraagt zich niet met de eisen waaraan een afgestudeerde bioloog in de nabije toekomst zal moeten voldoen. Meer bagage betekent minder vrijheid. Wie mee wil doen in de levenswetenschappen moet een vaste, stevige en brede kennisbasis hebben, waarin systeemdenken en multidisciplinariteit een groter aandeel krijgen en waarbij de rol van de biologie in de samenleving leidend is bij de opbouw van het curriculum.

Een goede opleiding Biologie is op de toekomst voorbereid

3.2. De strategische positie van de opleidingen

Omdat de eenheid van de biologie aan de basis staat van de opleidingen, is de eenheid van de wetenschappelijke staf van cruciaal belang. Wanneer de stafleden met hun respectievelijke specialismen niet goed samenwerken in de vormgeving van het onderwijs, zal de biologie op termijn haar identiteit binnen de levenswetenschappen verliezen. Sterk onderwijs vanuit de centrale concepten van de biologie vergroot de aantrekkelijkheid van de biologie voor de andere natuurwetenschappen, en daarmee de aantrekkelijkheid van het levende systeem als studieobject.

Een goede positie van de biologie binnen de bètafaculteit heeft een convergerende invloed op de biologen, terwijl een slechte relatie met de faculteit een divergerende invloed heeft. In het laatste geval kunnen groepen tegen elkaar worden uitgespeeld of worden biologen verspreid in een opgelegd facultair systeem waarin geld de bepalende factor is of wordt gedacht dat biologie bestaat uit biomathematica, biofysica, biochemie, biomedische wetenschappen, enzovoort, enzovoort, met een nietje erdoor. Een hinderlijke factor daarbij is de overall verschillende situatie ten aanzien van verdeelmodellen van facultaire middelen. De bètafaculteiten in Nederland moeten tot een transparant systeem van middelenverdeling komen dat door alle disciplines als redelijk wordt ervaren. Onmisbaar daarin is een transparante manier van berekening van de onderwijslast, waarvoor opmerkelijk genoeg binnen één instelling nog sterk verschillende getallen de ronde kunnen doen. De discussie over het verdeelmodel kan worden aangegrepen om de berekeningswijze van kwantitatieve instellingsgegevens te uniformeren. In de huidige situatie waarin de studentenbelangstelling voor de levenswetenschappen sterk toeneemt is vooral een systeem waarin een grotere instroom direct en slagvaardig zichtbaar wordt in de middelentoewijzing van de opleiding van belang.

Dit klemmt te meer, omdat voor behoud van de kwaliteit van het onderwijs het gebrek aan middelen (onder andere vertaald in focus en massa-beleid) momenteel de belangrijkste factor is. Dit gebrek heeft overal de curricula uitgedund, en heeft inmiddels aantoonbaar negatieve gevolgen voor de experimentele onderwijsonderdelen (practica, cursussen, veldwerk). Daarmee wordt het karakter van de biologieopleidingen direct geraakt. Nieuwe Biologie betekent niet dat het vak voortaan vanachter een computer geleerd kan worden. Kennis van en begrip voor het levende systeem vragen allereerst om de studie van levend materiaal. Biologie is een experimenteel vak. Wie het levende systeem wil modelleren heeft factoren en getallen nodig van de werkelijkheid. Omgekeerd zullen modelmatige analyses getoetst en verbeterd moeten worden met concrete experimentele gegevens. Wie inlevert op experimenteel onderwijs verliest het perspectief op de Nieuwe Biologie.

Ook een facultair hooglerarenplan kan binnen de faculteit een convergerende factor zijn, en is zelfs noodzakelijk om initiatieven op het gebied van de Nieuwe Biologie op de middellange termijn vorm te geven, al of niet in samenwerking met andere instellingen. Bespreking van het hooglerarenplan zou een vast onderwerp moeten zijn bij de onderwijsvisitatie.

| |
|--|
| Positie van de biologie vraagt om een strategische aanpak |
|--|

3.3 Advies aan de instellingen

Instellingen willen strategische informatie, waarbij doorgaans het belang van de instelling voorop staat en niet het belang van het vakgebied. In het geval van de biologie vallen beide

belangen samen. Instellingen kunnen zich profileren met een vitale biologische component in het palet van opleidingen. Het vakgebied speelt een centrale rol in maatschappelijk urgente problemen, de studie is populair en kent een groeiende instroom, een toenemend aantal alfa- en gammawetenschappers vindt inspiratie in de biologie van de mens, economen moeten schade aan het levende systeem mee berekenen in hun modellen, en biologen vormen al jaren een vast onderdeel van de wetenschappelijke staf in academische ziekenhuizen. Meer dan ooit is het levende systeem een samenbindende factor binnen de universiteiten. Mede door hun traditionele opleiding zijn niet alle biologen van de huidige generatie op deze situatie voorbereid. Des te groter is de uitdaging om de biologen van de toekomst op pad te sturen met de juiste bagage.

Naar ons oordeel kunnen de instellingen met onderstaande maatregelen (nog) beter profiteren van hun biologische component:

- stimulering van multidisciplinaire samenwerking met biologen in de bètafaculteit
- afremming van ontwikkelingen die leiden tot een eenzijdige inkleuring van de biologie, zoals dreigt bij een ver doorgevoerd focus en massa beleid in het onderzoek; het vakgebied verliest daarmee haar betekenis
- opstelling van een landelijk afgestemd en transparant financieel verdeelmodel, dat door alle betrokkenen als redelijk wordt ervaren en waarin middelen voor onderwijs slagvaardig kunnen worden ingezet
- vaststelling van een hoogerarenplan waarin de ontwikkeling van de Nieuwe Biologie een rol speelt
- meer aandacht voor de brede bagage van vwo-leraren biologie, en voor de positie van de biologie in het vwo
- een professionele en geïntegreerde aanpak van de thematiek rondom biologie en samenleving, waarbij de financiering niet afhankelijk is van variabele budgetten binnen afzonderlijke opleidingen
- stimulering van brede academische discussies over de biologische component in het sociaal-cultureel systeem, en over een duurzame interactie ervan met het levende systeem. Kennis van deze terreinen scoort nationaal en internationaal.

Deze opsomming reflecteert het gedachtegoed van de commissie, aangescherpt door de opgedane indrukken tijdens de onderwijsvisitaties. Ongetwijfeld zullen in een discussie over de rol van de biologie binnen de instelling andere relevante aanknopingspunten boven tafel komen. Binnenkort kunnen de instellingen daarbij profiteren van het plan “Biowetenschappen, van biomolecuul tot biosfeer”, dat momenteel door een KNAW-commissie wordt voorbereid.

Goed biologie-onderwijs loont

Bijlage: curricula vitae van de leden van de visitatiecommissie

Prof. dr J.W. (Jan) Kijne (1947) is emeritus hoogleraar BioScience aan de Universiteit Leiden. Hij studeerde biologie in Leiden en promoveerde in 1979 bij prof. Ton Quispel op een proefschrift over symbiotische stikstofbindende wortelknolletjes van de erwt, een onderwerp dat zijn verdere onderzoeksactiviteiten bleef bepalen. Hij bezette de Leidse leerstoelen Fytotechnologie (i.s.m. TNO, 1994–1997), Plantenfysiologie (1997–2006) en BioScience (2006–2010), en bekleedde een gastprofessoraat Microbiologie aan de Universiteit van Tromsø, Noorwegen (1995–2000). Daarbij was hij opleidingsdirecteur Biologie (1996–2002), vice-decaan van de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen (2002–2008) met de portefeuille onderwijs, en wetenschappelijk directeur van het Pre-University College (2004–2008).

Prof. dr J. (Jannie) Borst (1957) is verbonden aan het Nederlands Kanker Instituut–Antoni van Leeuwenhoek Ziekenhuis en is bijzonder hoogleraar experimentele oncologie aan de Universiteit van Amsterdam. Zij studeerde biologie en scheikunde aan de Universiteit Leiden. Het onderzoek dat zij verrichtte voor haar promotie vond plaats aan het Dana-Farber Cancer Institute van de Harvard Medical School in Boston. Zij promoveerde in 1985 aan de Universiteit Leiden. In 1992 verwierf zij een positie aan het NKI-AVL, waar zij in 2002 hoofd werd van de Divisie Immunologie. Sinds 1999 is zij ook hoogleraar Experimentele Oncologie aan de Universiteit van Amsterdam. Jannie Borst leidt een groep van ongeveer tien onderzoekers en is de auteur van meer dan 150 *peer-reviewed* artikelen. Haar onderzoek richt zich op dit moment vooral op celoverleving en op *cell death signaling pathways in lymphocytes and tumor cells*.

K.C. (Kimo) van Dijk (1985) studeert Biologie (specialisatie Ecology and Evolution) aan de Universiteit van Amsterdam. Hij is vanaf zijn tweede studiejaar vele jaren actief geweest als student-voorlichter met de diverse taken die daarbij horen. Daarnaast is hij student-assistent geweest voor practica, veldwerk en Basiskwalificatie Onderwijs (BKO). Hij is niet alleen actief in onderwijsgerelateerde activiteiten, maar ook bij maatschappelijke (jongeren)organisaties op het gebied van natuur en duurzaamheid.

Prof. dr W.P.M. (Wiel) Hoekstra (1939) studeerde Scheikunde (met als bijvak Microbiologie) aan de Universiteit Utrecht en promoveerde in 1966 aan diezelfde universiteit. Nadat hij postdoc was geweest aan de University of Edinburgh werd hij in 1980 hoogleraar Algemene Microbiologie aan de Universiteit Utrecht. Hij was decaan van de Faculteit Biologie van 1998 tot 2003 en voorzitter van de Biologische Raad van 1991 tot 2000. Na zijn emeritaat in 2004 was hij van 2004 tot 2006 directeur van de Instituten Levenswetenschappen van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. Hij was in 1998 voorzitter van een internationale onderwijsevaluatie commissie biologie voor de Universiteit van Helsinki. Hij is lid van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen en Officier in de Orde van Oranje Nassau.

Prof. dr F. (Frans) Ollevier (1942) is emeritus hoogleraar aquatische ecologie aan de Katholieke Universiteit Leuven. Hij behaalde in 1970 zijn licentiaat in de Wetenschappen aan de Afdeling Dierkunde van de Katholieke Universiteit Leuven en in 1977 zijn doctoraat aan dezelfde universiteit. Na verschillende andere functies te hebben bekleed, werd hij in 1988 benoemd tot gewoon hoogleraar aan de Katholieke Universiteit Leuven, tot hoofd van het Laboratorium voor Aquatische Ecologie en tot hoofd van de Afdeling Systematiek en Ecologie der Dieren. Hij was onder meer lid van de evaluatiecommissie ‘Aquatic Sciences’ van de International Foundation for Science, gasthoogleraar aan de Vrije Universiteit Brussel,

en lid van de wetenschappelijke raad van het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika. Hij ging in 2007 met emeritaat.

Prof. dr J.L. (Jeanine) Olsen (1952) is hoogleraar mariene ecologie en evolutie aan de Rijksuniversiteit Groningen en voorzitter van het Department of Marine Benthic Ecology and Evolution (MarBEE). Zij promoveerde in 1986 aan de University of California at Berkeley in de plantenbiologie. Zij was verder onder meer co-director van het Laboratory of Molecular Systematics en Curator of Botany aan het Smithsonian Institution in Washington DC. Sinds 1990 is zij verbonden aan het Department of Marine Biology van de Rijksuniversiteit Groningen. Haar onderzoek richt zich vooral op *population genetics/genomics and phylogeography of marine algae, seagrasses, fish and invertebrates*. Zij heeft meer dan 130 *peer reviewed* artikelen gepubliceerd. Jeanine Olsen is onder meer lid van de Raad voor Aard- en Levenswetenschappen van de KNAW en coördinator van het *Zostera marina* genome sequencing project. Zij is onlangs gekozen als lid van de Scientific Advisory Board van het Leibniz Institute for Marine Sciences in Kiel (Duitsland) en van het Centre for Marine Evolution and Biodiversity van de universiteit van Gothenburg (Zweden).

Prof. dr S.E. (Sjoerd) Wendelaar Bonga (1943) promoveerde aan de Vrije Universiteit Amsterdam, waar hij zich specialiseerde in dierfysiologie. Hij begon zijn wetenschappelijke loopbaan bij de vakgroep Biologie aan de Rijksuniversiteit Groningen en was hoogleraar dierfysiologie en ecofysiologie aan de Radboud Universiteit Nijmegen. Zijn onderzoek was vooral gericht op adaptatiefysiologie, in het bijzonder op de mechanismen van adaptatie aan environmental stressors. Van 1993 tot 1998 was hij tevens directeur van de Research School for Environmental Chemistry and Toxicology van Wageningen Universiteit. Van 1989 tot 1992 en van 1998 tot 2006 was hij decaan van de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica van de Radboud Universiteit Nijmegen. Wendelaar Bonga is lid van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen. Hij ging in 2008 met emeritaat.