

Samenvatting Sectorplan Biologie

De Nederlandse biologie is van wereldkwaliteit, en heeft een belangrijke rol bij de aanpak van grote maatschappelijke uitdagingen die ontstaan door de groeiende wereldbevolking en onze toenemende welvaart. Fundamentele biologische kennis is essentieel om duurzame voedselvoorziening te waarborgen, langer en gezonder te leven, ziektes te bestrijden, biodiversiteit te beschermen en de effecten van klimaatverandering te beperken. Biologie draagt bij aan een meerderheid van de SDG's geformuleerd door de Verenigde Naties. Biologie is ook van groot belang voor de ambities voor een duurzaam, klimaat-neutraal Europa in 2050. Oplossingen voor deze uitdagingen vragen om fundamenteel en interdisciplinair onderzoek. Hoe meer we investeren in de biologie, des te groter de kans dat we deze ambitieuze doelstellingen kunnen halen.

De Nederlandse biologie wil bijdragen aan oplossingen voor de mondiale problemen door de volgende missies te ondersteunen:

1. Langer leven in gezondheid mogelijk maken, infectieziekten beheersbaar maken, en wel-vaarts-, ouderdoms- en hersenziekten transformeren in chronische aandoeningen.
2. Het versnellen van de ontwikkeling van gezond en veilig voedsel in een circulair land-bouwsysteem en in een duurzame visserijsector.
3. De ontwikkeling en identificatie van robuuste voedselgewassen die resistent zijn tegen ziekten, plagen en klimaatverandering.
4. De ontwikkeling van een betere leefomgeving met meer aandacht voor een schone bodem en atmosfeer en voor waterkwaliteit.
5. Maximalisatie van biodiversiteit en het herstellen en ontwikkelen van ecosystemen

Er zijn vier focusgebieden gedefinieerd waarin investeringen noodzakelijk zijn om de missies van de biologie in Nederland te realiseren. Bij elke focus worden kort de aandachtsgebieden van het sectorplan waar ondersteuning nodig is, toegelicht.

Focus 1: Bouwstenen van het leven

1) Interacties tussen en binnen cellen. We moeten beter begrijpen hoe cellen communiceren om bijvoorbeeld te leren hoe ons geheugen werkt en om ziekten beter te kunnen aanpakken. Ook is het belangrijk om te weten hoe microben met hun gastheer (zoals planten, dieren of mensen) omgaan. De studie van microben (zoals bacteriën en schimmels) is een snelgroeiend vakgebied. Inzicht in hoe deze microben onze gezondheid en landbouw beïnvloeden, is cruciaal. Nieuwe technologieën, zoals genbewerking, helpen bij het ontwikkelen van betere gewassen. Daarnaast moeten we blijven investeren in technieken zoals CRISPR-Cas en grootschalige genetische analyses om te begrijpen hoe cellen en weefsels werken.

2) Bouwen met biologie. Biologie verandert steeds meer in een "ontwerp" discipline, omdat we nu levende systemen blijvend kunnen aanpassen. Door beter begrip van cellen en nieuwe genetische technieken kunnen we biologische systemen met nieuwe functies maken. Synthetische biologie brengt verschillende vakgebieden bij elkaar en helpt ons het ontstaan van leven beter te begrijpen en nieuwe synthetische levensvormen te creëren waarmee we grote maatschappelijke bedreigingen op een innovatieve manier kunnen aanpakken. Dit heeft geleid tot innovaties zoals bacteriën die nieuwe antibiotica maken, aangepaste immuun cellen voor therapie, en gewassen die stressbestendig zijn.

Focus 2: Aanpassing en evolutie

1) *Van genoom tot individuele eigenschappen.* Mensen hebben miljoenen DNA-verschillen die eigenschappen zoals uiterlijk, gedrag en levensduur beïnvloeden. Deze verschillen ontstaan door een samenspel van genen en omgevingsfactoren, zoals voeding. Ook kunnen omgevingsinvloeden doorwerken op de volgende generatie (epigenetica). Begrijpen hoe genen en omgeving samenwerken is cruciaal voor het aanpakken van belangrijke maatschappelijke problemen.

2) *Aanpassing aan een snel veranderende wereld.* We hebben kennis van ontwikkeling en evolutie nodig om te voorspellen of micro-organismen, planten en dieren zich kunnen aanpassen aan snelle veranderingen in de omgeving. Door menselijke invloed verdwijnen soorten in hoog tempo. Een belangrijke vraag is of organismen zich snel genoeg kunnen aanpassen. Deze kennis helpt ons te bepalen of biodiversiteit behouden kan blijven in een veranderende wereld.

3) *Interacties tussen macro- en micro-organismen.* Planten en dieren zijn sterk afhankelijk van micro-organismen waarmee ze samenleven. Mensen hebben bijvoorbeeld meer bacteriën dan lichaamscellen. Deze microben helpen in het voorkomen van ziektes zoals Alzheimer en schimmelinfecties bij planten, beïnvloeden medicijnwerking, helpen planten voedingsstoffen opnemen en verminderen broeikasgassen bij vee. Ook zorgen ze voor efficiënte afvalrecycling in de natuur.

Focus 3: Van ecosysteemprocessen naar biodiversiteit

1) *Voorspellen van de veerkracht van ecosystemen.* Hoe behouden we veerkracht en herstelveermogen in ecosystemen? We moeten begrijpen hoe biodiversiteit, soort-interacties en opbrengst van ecosystemen samenhangen en de gevolgen van veranderingen inschatten. Dit geldt voor lokale ingrepen zoals windparken en waterbeheer, maar ook voor wereldwijde maatregelen zoals geo-engineering tegen klimaatverandering.

2) *Overgang naar duurzame landschappen.* Een belangrijke vraag is hoe we 10 miljard mensen duurzaam kunnen voeden en van schoon water voorzien, terwijl we de natuur beschermen. We hebben kennis nodig van ecosysteemprocessen en biodiversiteit om de voordelen van de natuur goed te benutten. Er is veel vraag naar oplossingen die natuur combineren met landbouw, wonen, recreatie en industrie, vooral in dichtbevolkte landen zoals Nederland.

3) *Door de mens gecreëerde ecosystemen.* In Nederland zijn grote, ongerepte ecosystemen niet haalbaar, dus moeten we focussen op door mensen aangepaste of gemaakte ecosystemen. Natuur-inclusieve landbouw gebaseerd op nieuwe agro-ecologische principes en smart farming zijn noodzakelijk, en we hebben fundamentele biologische kennis nodig om deze veranderingen door te voeren. Ook groeit het belang van stedelijke ecologie, waarbij *citizen science* en bouwen met natuur een grote rol spelen.

Focus 4: Vernieuwende technologie

1) *Single-cell technologieën.* Begin deze eeuw ontdekten we de DNA-volgorde van het menselijk genoom. Nu willen we begrijpen welke genen belangrijk zijn voor de werking van individuele cellen, zoals hoe ze reageren op chemotherapie of hoe plantencellen reageren op stress door droogte en verzilting.

2) *Nieuwe imaging-technieken.* Microscopie heeft altijd geholpen bij het begrijpen van levende systemen. Tegenwoordig kunnen we met zogenaamde *imaging* technieken structuren zien, moleculaire signalen in kaart brengen, of de dynamiek van levende systemen volgen. Dit geeft ongekende nieuwe

inzichten in het functioneren van het leven. Deze technieken ondersteunen niet enkel fundamenteel onderzoek (zoals de ontwikkeling filmen van transparante organismen) maar zijn ook belangrijk voor bijvoorbeeld in de gezondheidszorg (via het zichtbaar maken van subcellulaire processen, het in kaart brengen van de stofwisseling van individuele cellen of het onderscheiden van afzonderlijke moleculen). Ook het in beeld brengen van cognitieve processen zoals geheugen en beslissingen is mogelijk en kan zelfs beïnvloed worden.

3) *Kunstmatige intelligentie (AI)*. Nieuwe single-cell technologieën geven veel data, maar het is lastig om hieruit fundamentele principes te halen. Biologen hebben daarom hulp nodig van informatica. Deep learning en AI worden steeds belangrijker voor het analyseren van deze grote datasets en kunnen helpen bij het voorspellen van eiwitstructuren en de effecten van mutaties hierin begrijpen. AI kan ook automatisch gedrag in video's analyseren, soorten herkennen en structuren in weefsels classificeren. Daarnaast speelt AI een belangrijke rol in hersenonderzoek.