

Bio-informatica

Opleidingsbeschrijving

Schooljaar: 2018-2019

Inhoud

Het vakgebied bio-informatica	3
Bio-informatica opleidingen in Nederland	3
Landelijke Profiel	4
Competenties van het Domein Applied Science	4
Dublin descriptoren en generieke HBO competenties	5
Landelijk opleidingsprofiel Bio-informatica	6
Gemeenschappelijke Body of Knowledge & Skills: De BoKS	7
Overzicht van de opleiding	10
Algemene beschrijving van het curriculum	10
Administratieve kenmerken van de opleiding	11
Opleidingsprofiel Bio-informatica Hanzehogeschool	12
Beschrijving van beroepstaken	12
Vertaling van landelijke naar beroepsspecifieke bio-informatica competenties	13
De BoKS bij Bio-informatica aan de HG: Aanvullende leerlijnen	18
De BoKS als tabel: Wat zit in welke module	21
Minimaal cursusmateriaal	22
Kwartalen van de Major Bio-informatica	24
Kwartaal 1.1: Orde in Chaos	25
Kwartaal 1.2: Energiehuishouding van de cel	27
Kwartaal 1.3: DNA, harde schijf van de cel	29
Kwartaal 1.4: Meten is Weten	32
Kwartaal 2.1: Genomica Praktijk	34
Kwartaal 2.2: BLAST basics	36
Kwartaal 2.3: Analyse van Genexpressie	38
Kwartaal 2.4: Introduction to Systems Biology	40
Kwartaal 3.1: Introduction Machine Learning	42
Kwartaal 3.2: Research Web Applications	44
Verdiepende Minor “High-throughput / High-performance Biocomputing”	46
Kwartaal 3.3: Advanced Datamining	46
Kwartaal 3.4: Big Data Computing	49
Verdiepende Minor “Application Design”	51
Kwartaal 3.3: Application Design	51
Kwartaal 3.4: Visualisatie en Gebruikersinteractie	53
Jaar 4: Afstudeerjaar	55
Eerste semester: Stage	55
Tweede semester: Afstuderen	56
Verbreedende Minor <i>Bioinformatics for Life Science Students</i>	57
Lijst van afkortingen	61

Het vakgebied bio-informatica

Bio-informatica is het vakgebied waarin computer- en informatietechnologie wordt gecombineerd met biologie, (bio-)chemie en statistiek om gegevens uit het *life sciences* onderzoek op te slaan, te analyseren, te interpreteren en toegankelijk te maken. Dit vakgebied richt zich onder meer op 'omics' technologieën (DNA: genomics, RNA: transcriptomics, eiwit: proteomics, metabolieten: metabolomics), data-integratie en visualisatie, dataopslag en data-ontsluiting. Bio-informatici zijn doorgaans werkzaam in het *life sciences* onderzoek bij wetenschappelijke instituten en bij bedrijven in diverse kennisintensieve industrietakken (farmacie, biotechnologie, plantenveredeling, voeding). Het belang van bio-informatica in het *life sciences* onderzoek is de laatste jaren sterk gegroeid en belangrijke ontwikkelingen in het vakgebied hebben elkaar snel opgevolgd, zowel in de informatietechnologie als in de *life sciences*. De immense datavolumes bij hedendaags DNA-sequenzen is daar een heel goed voorbeeld van.

Bio-informatica opleidingen in Nederland

Nederland heeft drie voltijds HBO opleidingen bio-informatica. De hogescholen die deze aanbieden zijn de Hanzehogeschool (HG) in Groningen, de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN) in Nijmegen en de Hogeschool Leiden (HSL) in Leiden. Voor deze drie opleidingen is een landelijk competentieprofiel opgesteld door het *Domein Applied Science* (DAS). Daarnaast is een landelijke *Body of Knowledge and Skills* (BoKS) opgesteld door het Landelijk Overleg Bio-informatica (LOBIN – een onderdeel van DAS). Deze worden hieronder kort beschreven. Voor details omtrent landelijk vastgestelde zaken wordt verwezen naar de site van DAS: <http://www.appliedscience.nl/>

Landelijke Profiel

Competenties van het Domein Applied Science

In samenwerking met het werkveld heeft de werkgroep Onderwijs binnen DAS 8 beroepsspecifieke domeincompetenties voor de *Bachelor of Applied Science* vastgesteld. Deze zijn: (1) onderzoeken, (2) experimenteren, (3) ontwikkelen, (4) beheren/coördineren, (5) adviseren/in- en verkopen, (6) instrueren/begeleiden/ doceren/coachen, (7) leiding geven/managen, (8) zelfsturing.

Hieronder een kopie van de beschrijving van elke competentie (versie 2), voor zover die relevant zijn voor de opleiding bio-informatica. Het gehele document is te vinden op de website van het Domein Applied Science (DAS), onder het kopje Profielbeschrijving (<https://appliedscience.nl>).

1. Onderzoeken

De Bachelor of Science doet onderzoek dat bijdraagt aan de oplossing van een probleem of de ontwikkeling van een methode, of tot groter inzicht leidt in een onderwerp binnen de eigen werkomgeving.

2. Experimenteren

De Bachelor of Science voert experimenten zodanig uit dat aantoonbaar betrouwbare resultaten worden verkregen.

4. Beheren/coördineren

De Bachelor of Science ontwikkelt, implementeert en onderhoudt een (data)beheersysteem of onderdelen daarvan, zodat het voldoet aan wet- en regelgeving, kwaliteitsnormen en normen en waarden van de organisatie.

5. Adviseren/in- en verkopen

De Bachelor of Science geeft goed onderbouwde adviezen over het ontwerpen, verbeteren of toepassen van producten, processen en methoden en brengt renderende transacties tot stand met goederen of diensten.

6. Instrueren/begeleiden/doceren/coachen

De Bachelor of Science instrueert en begeleidt medewerkers en klanten bij het aanleren van nieuwe kennis en vaardigheden.

7. Leiding geven/managen

De Bachelor of Science geeft richting en sturing aan organisatieprocessen en de daarbij betrokken medewerkers, om zo de doelen te realiseren van het organisatieonderdeel of project waaraan hij leiding geeft.

8. Zelfsturing

De Bachelor of Science stuurt zichzelf in zijn functioneren en in zijn ontwikkeling en zorgt dat hij qua kennis en vaardigheden op de hoogte is van de nieuwste ontwikkelingen,

ook in relatie tot ethische dilemma's en maatschappelijk geaccepteerde normen en waarden.

Definitie van niveaus van de competenties.

In het landelijke beroepscompetentieprofiel zijn vier niveaus geformuleerd. De beschrijving van de competenties in niveau IV is zodanig dat ze gelden voor beroepsbeoefenaars die al 5 jaren werkzaam zijn in hun functie. Omdat het voor een pas afgestudeerde bachelor aan het eind van de opleiding niet haalbaar is niveau IV te bereiken, zijn er nog een drietal lagere niveaus geformuleerd: namelijk I, II en III. In de onderstaande tabel worden deze niveaus nader toegelicht.

Tabel 1 Beschrijving van de competentieniveaus

Niveau	Omschrijving
I	Effectief gedrag vertonen als de omgeving daartoe directe aanleiding geeft. Trefwoorden: uitvoeren, in opdracht van
II	Effectief gedrag vertonen op basis van eigen initiatief. Trefwoorden: oplossen, analyseren
III	Effectief gedrag van anderen in directe werkomgeving versterken, in het bijzonder door voorbeeldgedrag. Trefwoorden: integreren, ontwikkelen, transfer van kennis en vaardigheden
IV	Effectief gedrag van anderen binnen de organisatie inspireren en daarmee binnen de/het organisatie(onderdeel) het niveau van de competentie verhogen. Trefwoorden: kennis genereren

Dublin descriptors en generieke HBO competenties

Voor de herziening van de profielbeschrijving BSc is in 2011 een generieke koppeling vastgesteld tussen de beroepscompetenties van de BSc in het domein en de Dublin-descriptors van het HBO bachelor-niveau. Hiervoor zijn de Dublin-descriptors van de *Associate degree* (Ad, niveau 5) vergeleken met die van de bachelor (niveau 6) en is tot een koppeling met de Competenties gekomen. Zie wederom de website van het Domein Applied Science (DAS), onder Profielbeschrijving (<https://appliedscience.nl> Bijlage IV). Hier is voor het gemak uitsluitend een screenshot van de tabel opgenomen die deze koppeling weergeeft.

Dublin-descriptoren Bachelor	DAS-beroepscompetenties met het minimum competentieniveau waarop een indicator bijdraagt aan het Dublin-bachelorniveau							
	onderzoeken	experimenteren	ontwikkelen	beheren coördineren	adviseren verkopen	instrueren	leidinggeven managen	zelfsturing
kennis en inzicht*:	II	II	II	II	II	II	-	-
toepassen kennis en inzicht:	III	III	III	III	III	III	-	-
oordeelsvorming:	II	II	II	III	II	III	-	II
communicatie:	III	-	III	III	II	III	-	III
leervaardigheden:	-	-	-	-	-	-	-	II

* Naast de beroepscompetenties draagt de Body of Knowledge and Skills in belangrijke mate bij aan het op bachelorniveau opdoen van kennis en inzicht.

Landelijk opleidingsprofiel Bio-informatica

In 2007 heeft het Landelijk Overleg Bio-informatica (LOBIN) de competenties van het landelijk opleidingsprofiel vastgesteld samen met hun te halen eindniveau. Deze gelden voor de drie Bio-informatica opleidingen van Nederland. Dit landelijke opleidingsprofiel is het profiel waaraan elke bio-informatica opleiding minimaal moet voldoen. In onderstaande tabel zijn de competenties voor Bio-informatica beschreven, met de bijbehorende eindniveaus van de drie opleidingen.

Tabel 2 Eindniveaus van de competenties

Competentie	Eindniveau
Onderzoeken	III
Experimenteren	III
Beheren	II
Adviseren	I
Instrueren	I
Leidinggeven	I
Zelfsturing	II

Gemeenschappelijke Body of Knowledge & Skills: De BoKS

Hier volgt de BoKS zoals die landelijk is besproken en vastgesteld door het LOBIN (in 2018), en ter vaststelling aan het DAS is aangeboden. Het geldt als de gemeenschappelijke basis voor de drie Nederlandse bio-informatica opleidingen.

1. Biologie

- a) Algemene biologie [organismen, weefsels, evolutie]
- b) Celbiologie [celstructuur, energievoorziening, transport, cel-cel communicatie, mitose, meiose, genregulatie, signaaltransductie routes, metabole routes]
- c) Genetica [DNA structuur, replicatie, code, transcriptie, translatie, epigenetica, mutaties, SNPs, structurele variaties, overerving, populatiegenetica]
- d) Microbiologie/Virologie [bouw, diversiteit, metabole strategieën, evolutie]

Extra verplichte onderwerpen aan de Hanzehogeschool

- e) Immunologie [immunochemie en immuno-celbiologie]

Gebruikte literatuur:

- Campbell et. al., Biology
- Klug and Cumming, Concepts of Genetics

2. Chemie

- a) Algemene chemie [atoombouw, periodiek systeem, moleculen, nomenclatuur, reacties, kinetiek]
- b) Biochemie [bouwstenen, macromoleculen, koolhydraten, lipiden, eiwitten, enzymen, metabolisme]

Gebruikte literatuur:

- Denniston et. al., General, Organic and Biochemistry

3. Informatica

- a) Programmeren in Python [datatypes, controlestructuren, modulaire aanpak, GUIs, Biopython, python-database benadering]
- b) Programmeren in Java [object georiënteerd programmeren, datastructuren, toepassen van algoritmen, overerving]
- c) Programmeren in R [scripting, data-analyse, statistiek, data visualisatie]
- d) Web technologie [HTML, CSS, webservices]
- e) Databases [relationeel ontwerp, implementatie, querying en programmatische interactie (MySQL)]
- f) Workflow tools [bv. Galaxy, Snakemake]

Extra verplichte onderwerpen aan de Hanzehogeschool

- g) Java web technologie (Servlets, JSP)
- h) Linux gebruik in de hele opleiding
- i) Versiebeheer [git]

Voorbeelden van gebruikte literatuur:

- Gaddis, Starting out with Python
- Necaie, Data Structures and Algorithms using Python

4. Bio-informatica

Op het gebied van de Bio-informatica hebben afgestudeerden Bio-informatica kennis en analysevaardigheden van ten minste onderstaande onderwerpen:

- a) Sequencing technologieën [NGS technologieën, assembly, mapping, NGS toepassingsgebieden zoals de-novo & re-sequencen, exome sequencing]
- b) Algoritmische aspecten van sequences [alignment, mapping, graphs, scoring matrices]
- c) Sequence annotatie [BLAST en gerelateerde software]
- d) Genexpressie analyse [RNA-seq data; Bioconductor]
- e) Homologie en fylogenie
- f) Praktisch gebruik van Bio-informatica tools [bijvoorbeeld BLAST, OMIM, Genome Browsers, Genbank, Uniprot, KEGG, MSA tools, topologie predictie, PFAM, PROSITE, YASARA PDBe, GeneExpressionOmnibus, FASTQ, mappers & aligners & assemblers]

Extra verplichte onderwerpen aan de Hanzehogeschool

- g) Systeembioologie

Gebruikte literatuur:

- Pevsner et. al., Bioinformatics and Functional Genomics

5. Statistiek & data-analyse

- a) Sampling [typen data, populatie en sample, fouten, bias, variatie, (on)zekerheid]
- b) Beschrijvende statistiek [o.a. gemiddelde, mediaan, standaarddeviatie, range, interkwartiel range]
- c) Visualisatie [o.a. box-plot, histogram, scatterplots, Venn diagram, bomen, heatmaps]
- d) (Hypothese) toetsen [o.a. t-test, ANOVA, chi-kwadraat, Wilcoxon, non-parametrische]
- e) Cluster analyse [afstandsmaten, hierarchical clustering, k-means clustering]
- f) Regressie [Lineair, Niet-lineair, Multivariaat, PCA]
- g) Datamining/Machine learning [o.a. Weka, Decision Trees, Naive Bayes, k-Nearest Neighbour, Neural Networks, SVM]

Extra verplichte onderwerpen aan de Hanzehogeschool

- h) Wiskunde [lineaire algebra en calculus]

Voorbeelden van gebruikte literatuur:

- Verzani, Using R for Introductory Statistics
- Witten et. al., Data Mining
- Samuels et. al., Statistics for the Life Science

De opleiding in Groningen onderscheidt zich verder van de andere bio-informatica opleidingen doordat we twee Verdiepende minoren aanbieden: **VERDIEPENDE MINOR “APPLICATION DESIGN”** en **VERDIEPENDE MINOR “HIGH-THROUGHPUT / HIGH-PERFORMANCE BIOCOMPUTING”**. Deze worden verderop in dit document beschreven.

Overzicht van de opleiding

Algemene beschrijving van het curriculum

Het curriculum van de opleiding bio-informatica bestaat - naast stage en afstuderen - uit 12 thema's die elk een periode van 10 onderwijsweken beslaan (een onderwijskwartaal, of kortweg kwartaal). Deze thema's, met themaopdrachten en ondersteunende modules, worden in meer detail beschreven in het hoofdstuk "Kwartalen van de major Bio-informatica". De laatste twee thema's van de studie vormen samen de keuzeruimte. Studenten kunnen in dit half jaar (semester) kiezen voor een verdiepende minor of een verbredende minor. De opleiding bio-informatica biedt twee verdiepende minoren aan, te weten "Application Design" en "High-throughput / High-performance Biocomputing". Het instituut ILST biedt voor bio-informatica studenten de verbredende minor "Food Ingredients & Health" aan. Ten slotte hebben studenten de vrijheid om een minor elders te volgen, aan een ander instituut van de Hanzehogeschool of aan een andere hogeschool waarbij buitenlandse onderwijsinstellingen ook mogelijk zijn. Voor niet-ILST minoren is toestemming van de examencommissie vereist.

In elk thema staat een themaopdracht centraal die direct aansluit bij of -bij voorkeur- direct opdrachten ontleent aan de activiteiten van het werkveld. In het derde jaar van de opleiding is deze aansluiting logischerwijs wat reëler en sterker dan in de propedeuse. Benodigde kennis en kunde worden aangeboden in de vorm van ondersteunende theoretische en praktische modules. Het programma is op door deze opzet zeer praktijkgericht. De opleiding eindigt met een stage/afstudeerjaar waarin de student in twee periodes van elk ruwweg een half jaar op locatie van een bedrijf of instituut zelfstandig aan grotere projecten werkt. Alle vakomschrijvingen van de opleiding zijn hier te vinden, geordend per kwartaal: https://michielnoback.github.io/vakomschrijvingen_bioinformatica/

Administratieve kenmerken van de opleiding

ISAT/CROHO-code	39215
Naam opleiding (volgens CROHO)	Bio-informatica
Niveau / oriëntatie van de opleiding	HBO-bachelor
Naam internationaal	Bioinformatics
Studielast in ECTS	240 ECTS
Varianten	Voltijd
Aantal studenten	156 (1 oktober 2018)
Verdiepende Minoren	<ol style="list-style-type: none">1. Application Design2. High performance/high throughput bio-computing
Verleende graad	Bachelor of Science (BSc)
Start opleiding	2002
Datum vorig accreditatiebesluit	30 april 2014
Huidig accreditatiekeurmerk geldig tot	29 april 2020

Opleidingsprofiel Bio-informatica Hanzehogeschool

In onderstaande tabel staat weergegeven in welk kwartaal welke competentie getoetst wordt op welk niveau. De competenties worden uitsluitend getoetst door middel van de praktijkopdrachten en de stage- en afstudeeropdracht. Om toetsing van competenties beter te laten aansluiten met de specifieke aard in inhoud van de opleiding zijn beroepsspecifieke competenties geformuleerd die zijn afgeleid van, maar corresponderen met, de landelijke competenties. Deze beroepsspecifieke competenties, beschreven op verschillende niveaus in paragraaf “vertaling van landelijke naar beroepsspecifieke bio-informatica competenties”, worden dan ook in alle andere hoofdstukken van dit document gebruikt. Bij de beschrijving van de betreffende praktijkopdrachten is telkens gedetailleerd beschreven hoe de verschillende competenties getoetst worden.

Tabel 3 Competentieontwikkeling over de thema's

Kwartaal	Thema-naam	ECs	O	E	B	A	I	L	Z
1.1	Orde in Chaos	4	I	I	I		I	I	I
1.2	Energiehuishouding van de cel	4	I	I		I	I	I	I
1.3	DNA, harde schijf van de cel	4	I	I	I			I	I
1.4	Meten is Weten	4	I	I	I	I	I	I	I
2.1	Genomica Praktijk	6	II	I	II			I	I
2.2	BLAST basics	5	I	II	II	I		I	I
2.3	Analyse van Genexpressie	6	II	II	I			I	I
2.4	<i>Introduction to Systems Biology</i>	5	II	II	II	II	I	I	I
3.1	Introductie Machine Learning	6	III	III	II	II	I		
3.2	<i>Research Web Applications</i>	5	III	III	II	I		I	II
3.3-3.4	<i>Minor Application Design</i>	14	III	III	II	II	I	I	I
3.3-3.4	<i>Minor High-Throughput / High-Performance Biocomputing</i>	14	III	III	II	I	I	I	I
4.1-4.2	Stage	28	III	III	II	II	I	I	II
4.3-4.4	Afstuderen	30	III	III	II	II	I	I	II

Beschrijving van beroepstaken

In het werkveld van de bio-informatica kennen we ruwweg 4 beroepstaken. Studenten zullen in hun stage, afstuderen en werkomgeving ná de studie één of meerdere van deze taken als belangrijkste dagelijkse werkzaamheden hebben. Deze taken worden uitgevoerd vanuit inzicht in de (laboratorium)processen die achter de data liggen, zodat de bio-informaticus -onder andere- in staat is biologische van technische variatie te kunnen onderscheiden.

Tabel 4 Beroepstaken van de bio-informatica

Beroepstaak	Beschrijving
1: Opzetten en beheren van een bio-informatica infrastructuur.	De bio-informaticus selecteert, ontwerpt en implementeert data infrastructuren (databases, data <i>warehousing</i>) en (parallele) <i>compute</i> architecturen voor het beheren en analyseren van biologische/medische gegevens, ook op <i>big data</i> schaal. Hiervoor analyseert de bio-informaticus de probleemstelling en ontwerpt en implementeert hij deze. Hij bewaakt de kwaliteit van het product.
2: Het ontwerpen en ontwikkelen van software	De bio-informaticus ontwikkelt software voor het domein van de Life Sciences. Hiervoor analyseert de bio-informaticus het probleem, maakt hij een softwareontwerp en selecteert hij relevante algoritmen en software tools en -bibliotheken. De implementatie van de benodigde software voert hij uit. Hij bewaakt de kwaliteit van het product. Hiervoor maakt hij een testplan en zorgt hij voor de technische documentatie van het product.
3: Het beschikbaar stellen, integreren en presenteren van biologische gegevens.	De bio-informaticus zorgt dat derden analyses en/of informatie via een (web)interface kunnen benaderen en raadplegen. Hiervoor analyseert de bio-informaticus samen met de gebruikers hun informatiebehoefte en producteisen. De bio-informaticus vertaalt de eisen naar een ontwerp. Op basis van dit ontwerp wordt de benodigde functionaliteit geïmplementeerd. Hij bewaakt de kwaliteit van het product.
4: Het uitvoeren van bio-informatica onderzoek op het gebied van de Life Sciences.	De bio-informaticus voert onderzoek binnen het domein van de Life Sciences uit. Vanuit een basaal begrip van de biologische processen bestudeert de bio-informaticus relevante literatuur, onderzoekt bestaande tools op geschiktheid, formuleert hij onderzoeksvraagstellingen, raadpleegt hij andere experts en stelt hij een onderzoeksplan op voor de beantwoording van een onderzoeksvraagstelling. Hij voert het onderzoek volgens plan uit. Hij beoordeelt -statistisch onderbouwd- correctheid en relevantie van de onderzoeksresultaten. Hij bediscussieert de resultaten met het onderzoeksteam en stelt het onderzoeksplan zo nodig bij. Hij presenteert zijn onderzoek schriftelijk en mondeling.

Vertaling van landelijke naar beroepsspecifieke bio-informatica competenties

Aangezien de landelijke competenties erg generiek zijn opgesteld – een heel breed scala aan opleidingen moet erdoor vertegenwoordigd worden – werden deze (bij het team en werkveld) niet als eenvoudig toepasbaar en toetsbaar bevonden in het onderwijs van de opleiding bio-informatica. Dit gold ook in sterke mate voor het beoordelen van stage- en afstudeerwerk, wat gebeurt in overleg met begeleiders uit het werkveld. De vertaling van landelijke competenties naar de realiteit van het afstudeerwerk van onze studenten bleek erg vaak een moeilijk of gekunstelde inspanning. Om deze redenen bestond binnen de opleiding een grote behoefte om de landelijke competenties te vertalen naar een set van competenties die nauwer aansloot bij de opleiding en de beroepspraktijk. Dit heeft geresulteerd in onderstaande twee tabellen waarin de beroepsspecifieke competenties van

de opleiding bio-informatica (in Groningen) worden beschreven met hun samenhang met de landelijk geformuleerde beroepscompetenties. Onderstaande is geïnspireerd door (maar afwijkend van) de competenties zoals geformuleerd door het instituut Applied Sciences van de HAN. In de eerste tabel zijn de 13 beroepsspecifieke competenties in algemene vorm beschreven met hun relatie tot de landelijk vastgestelde competenties. In de tweede tabel zijn deze uitgesplitst en gedetailleerd omschreven voor de verschillende niveaus (indien relevant) voor de opleiding bio-informatica.

Tabel 5 Vertaling van generieke naar specifieke competenties

Landelijke competentie	Specifieke Bio-informatica competentie	Omschrijving: de student...
Onderzoeken Eindniveau: III	1: Concretiseren van de vraagstelling	Verdiept zich in en toont inzicht in het onderwerp en vertaalt de vraagstelling naar een onderzoeksplan, rekening houdend met de huidige status van de literatuur, kwaliteits- en veiligheidseisen, technische (on)mogelijkheden, gezondheid, milieu, duurzaamheid en ethiek.
	2: De wetenschappelijke methode toepassen	Voert onderzoek uit volgens het wetenschappelijke proces: Vraagstelling formuleren, hypothese vormen, experimenten bedenken en uitvoeren en de resultaten ervan interpreteren vanuit biologisch inzicht. Erkent en benoemt implicaties voor vervolgonderzoek.
	OF De software ontwikkelingscyclus doorlopen	OF Voert software ontwikkelwerk uit volgens het “agile” proces: Doelen formuleren, specificaties verzamelen, functionaliteit ontwikkelen en testen, product lanceren en bijstellen.
	3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	Garandeert reproduceerbaarheid door de dagelijkse werkzaamheden te documenteren. Presenteert zowel mondeling als schriftelijk onderzoeksresultaten volgens de in het werkveld geldende standaarden en overziet voortgang in bredere context (literatuur, onderzoeksprogramma).
Experimenteren en Ontwikkelen Eindniveau III	4: Experimenten uitvoeren	Is in staat tot het ontwerpen, uitvoeren en documenteren van een experiment in bredere zin (data acquisitie strategie, data-analyse, data verwerkingsmethode, visualisatie) en het (statistisch) verwerken en evalueren van de resultaten hiervan.
	5: Programmeren	Ontwerpt, implementeert en documenteert bio-informatica software. Selecteert de meest geschikte programmeertaal voor het probleem en controleert door middel van -bijvoorbeeld- tests of benchmarks de betrouwbaarheid van de software.
Beheren/Coördineren Eindniveau II	6: Data beheren	Ontwerpt, implementeert en onderhoudt een (database) systeem voor biomedische gegevens. Het FAIR principe (<i>Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable</i>) wordt bij voorkeur toegepast; zo ook bij competenties 7 en 8.

	7: Code beheren	Beheert code in een versiebeheerssysteem, documenteert deze volgens geldende standaarden voor de taal en ontsluit deze volgens de <i>FAIR</i> -richtlijnen voor gebruik door derden.
	8: Het eigen systeem beheren	Is in staat tot het zelfstandig inrichten en onderhouden van een Linux-gebaseerd computersysteem dat geschikt is voor het efficiënt uitvoeren van bio-informatica werkzaamheden.
Adviseren & in- en verkopen Eindniveau II	9: Adviseren	Adviseert de begeleider of opdrachtgever over de aanpak van bio-informatica onderzoek en softwareontwikkeling
Instrueren Eindniveau I	10: Instrueren	<i>Zoals landelijk gedefinieerd:</i> Geeft op verzoek eigen kennis en vaardigheden door aan medewerkers (door demonstreren en toelichten).
Leidinggeven Eindniveau I	11: Projectmatig werken	Kan voor zijn eigen werk een realistische planning maken voor een project, deze activiteiten uitvoeren en indien nodig bijsturen. Kan structuur aanbrengen in het werk en resultaten binnen de gestelde tijd opleveren.
	12: Samenwerken in onderzoeksteam	Kan op uitvoerend niveau effectief functioneren in een (multidisciplinair) onderzoeksteam; verleent assistentie en geeft richting aan medewerkers wanneer daarom wordt gevraagd.
Zelfsturing Eindniveau II	13: Zelfsturing	<i>Zoals landelijk gedefinieerd:</i> Reflecteert op eigen functioneren en ontwikkeling. Stuurt zichzelf in zijn functioneren en in zijn ontwikkeling en zorgt dat hij qua kennis en vaardigheden op de hoogte is van de nieuwste ontwikkelingen, ook in relatie tot ethische dilemma's en maatschappelijk geaccepteerde normen en waarden

Hieronder zijn de competenties beschreven op de verschillende niveaus. Waar een cel leeg is gelaten gaat het om een niveau dat niet door onze studenten bereikt hoeft te worden tijdens de opleiding bio-informatica.

Tabel 6 Competenties op verschillende niveaus beschreven

Specifieke Bio-informatica competentie	Niveau I	Niveau II	Niveau III
1: Concretisering Vraagstelling (O) <i>De student verdiept zich in en toont inzicht in het onderwerp en laat dit zien door...</i>	een eenvoudige vraagstelling te vertalen naar een onderzoeksplan, rekening houdend met aangereikte literatuur, gegeven technische randvoorwaarden.	een vraagstelling te vertalen naar een onderzoeksplan, rekening houdend met aangereikte literatuur, kwaliteitseisen, en technische randvoorwaarden.	een vraagstelling te vertalen naar een onderzoeksplan, rekening houdend met de huidige status van de literatuur, kwaliteits- en veiligheidseisen, technische (on)mogelijkheden, gezondheid, milieu, duurzaamheid en ethiek.

<p>2: De wetenschappelijke methode toepassen (O)</p> <p><i>De student voert onderzoek uit volgens het wetenschappelijke proces en laat dit zien door...</i></p>	<p>(a) onder begeleiding de vooraf gedefinieerde stappen van deze cyclus te doorlopen, aangereikte experimenten met een kritische blik uit te voeren.</p> <p>(b) onder begeleiding implicaties voor vervolgonderzoek te herkennen en benoemen</p>	<p>(a) onder begeleiding deze cyclus te doorlopen, (eventueel aangereikte) experimenten te selecteren en deze met een kritische blik uit te voeren.</p> <p>(b) implicaties voor vervolgonderzoek te herkennen en benoemen</p>	<p>(a) redelijk zelfstandig deze cyclus te doorlopen, relevante experimenten te selecteren en deze met een kritische blik uit te voeren.</p> <p>(b) implicaties voor vervolgonderzoek te herkennen en benoemen, ook in relatie tot de huidige stand van de techniek, literatuur, en inbedding in onderzoeksprogramma</p>
<p>De software ontwikkelingscyclus doorlopen (O)</p> <p><i>De student voert software ontwikkelwerk uit volgens het "agile" proces en laat dit zien door...</i></p>	<p>volgens aangereikt stappenplan dit proces te doorlopen en gegeven kwaliteitscontroles uit te voeren en suggesties voor doorontwikkeling te geven.</p>	<p>onder begeleiding dit proces te doorlopen, de kwaliteit van het opgeleverde product te borgen volgens aangeleverde criteria voorstellen te doen voor doorontwikkeling van de software.</p>	<p>in redelijke mate van zelfstandigheid dit proces te doorlopen, de kwaliteit van het opgeleverde product te evalueren en te borgen en al dan niet in overleg met opdrachtgevers en/of gebruikers voorstellen te doen voor doorontwikkeling van de software.</p>
<p>3: Rapporteren en presenteren van onderzoek (O)</p> <p><i>De student garandeert reproduceerbaarheid, en communiceert over resultaten en laat dit zien door...</i></p>	<p>zowel mondeling als schriftelijk resultaten te presenteren volgens gegeven voorschrift of format en hierop op basaal niveau te reflecteren.</p>	<p>(a) de dagelijkse werkzaamheden te documenteren volgens aangereikte richtlijnen.</p> <p>(b) zowel mondeling als schriftelijk resultaten volgens geldende standaarden te presenteren en te voorzien van kritische reflectie.</p>	<p>(a) de dagelijkse werkzaamheden te documenteren volgens standaarden van het actuele werkdomein.</p> <p>(b) zowel mondeling als schriftelijk resultaten volgens geldende standaarden te presenteren en te voorzien van kritische reflectie.</p>
<p>4: Experimenten uitvoeren (E)</p> <p><i>De student verricht experimenten en verwerkt en analyseert de resultaten ervan. De student laat dit zien door...</i></p>	<p>(a) een gegeven experimenteel protocol nauwgezet uit te voeren en te documenteren en de opzet ervan te kunnen verklaren.</p> <p>(b) gebruikmakend van gegeven gedetailleerde handleiding de resultaten van een experiment te verwerken en gegeven evaluerende vragen hierover te beantwoorden.</p>	<p>(a) een experiment te ontwerpen, nauwgezet uit te voeren en te documenteren, gebruikmakend van aangereikte controles of benchmarks</p> <p>(b) gebruikmakend van aangereikte statistiek en visualisatie middelen de resultaten van een experiment te verwerken en kritisch te evalueren.</p>	<p>(a) een experiment te ontwerpen, nauwgezet uit te voeren en te documenteren, gebruikmakend van de juiste controles of benchmarks</p> <p>(b) gebruikmakend van relevante statistiek en visualisatie middelen de resultaten van een experiment te verwerken en kritisch te evalueren.</p>
<p>5: Programmeren (E)</p> <p><i>De student ontwerpt, implementeert en documenteert bio-informatica</i></p>	<p>(a) nette, correcte en goed gedocumenteerde code te schrijven.</p> <p>(b) eenvoudige controles te implementeren die de betrouwbaarheid van de code borgen.</p>	<p>(a) nette, correcte, efficiënte (juiste datastructuren / algoritmen), onderhoudbare en goed gedocumenteerde code te schrijven.</p>	<p>(a) zelfstandig de meest geschikte taal en/of softwarebibliotheken te selecteren.</p> <p>(b) nette, correcte, efficiënte (juiste datastructuren / algoritmen),</p>

programma's en laat dit zien door...		(b) code te voorzien van (unit) tests of andere controles die de betrouwbaarheid van de code borgen.	onderhoudbare en goed gedocumenteerde code te schrijven en indien nodig te <i>refactoren</i> . (c) code te voorzien van (unit) tests of andere controles die de betrouwbaarheid van de code borgen.
6: Data beheren (B) <i>De student ontwerpt, implementeert en onderhoudt een (database-) systeem voor biomedische gegevens en laat dit zien door...</i>	een (MySQL) databasesysteem volgens gegeven specificaties te ontwerpen, implementeren en efficiënt te doorzoeken.	Een informatie beheers model op te stellen en deze, gebruikmakend van de meest relevante technologie, te implementeren, ontsluiten en te onderhouden.	
7: Code beheren (B) <i>De student beheert eigen code en laat dit zien door...</i>	code te ontsluiten voor derden (door middel van <i>commandline argument parsing</i> en <i>Readme</i>).	een versiebeheerssysteem correct toe te passen (zoals <i>git</i>) en de code te ontsluiten voor derden (door middel <i>commandline argument parsing</i> , <i>Readme</i> , instructies, handleidingen e.d.)	
8: Het eigen systeem beheren (B) <i>De student beheert het eigen systeem en laat dit zien door...</i>	om te kunnen gaan met een Linux-gebaseerd computersysteem de daarop geïnstalleerde (bio-informatica) software zich snel eigen te maken.	zelfstandig een persoonlijk Linux gebaseerd computersysteem te onderhouden dat geschikt is voor het efficiënt uitvoeren van bio-informatica onderzoek of software ontwikkeling.	
9: Adviseren (A) <i>De student verdiept zich in de wensen van de gebruiker (opdrachtgever) en draagt bij aan het oplossen van een technisch probleem en laat dit zien door...</i>	(a) De opdracht helder en eenduidig te omschrijven (b) De wensen van klant/opdracht-gever of gebruiker te herkennen als een relevant (technisch) probleem.	(a) Relevante open vragen te stellen. (b) begeleider of opdrachtgever te adviseren over inrichting van systemen, de aanpak van bio-informatica onderzoek en softwareontwikkeling	
10: Instrueren (I) <i>De student instrueert en begeleidt medewerkers en laat dit zien door...</i>	op verzoek eigen kennis en vaardigheden door te geven aan medewerkers (door middel van demonstraties, presentaties en mondelinge toelichtingen)		

<p>11: Projectmatig werken (L)</p> <p><i>De student kan projectmatig werken en laat dit zien door...</i></p>	<p>(a) voor zijn eigen werk een realistische planning te maken voor een (onderzoeks-) project, deze activiteiten uit te voeren en indien nodig bij te sturen. (b) structuur aan te brengen in het werk en resultaten binnen de gestelde tijd op te leveren.</p>
<p>12: Samenwerken in onderzoeksteam (L)</p> <p><i>De student kan samenwerking in een ontwikkel-of onderzoeksteam en laat dit zien door...</i></p>	<p>(a) eerlijk en betrouwbaar te handelen naar medewerkers, medestudenten en docenten. (b) aanspreekbaar en bereikbaar te zijn voor medewerkers, medestudenten en docenten</p>
<p>13: Zelfsturing (Z)</p> <p><i>De student stuurt zichzelf in zijn functioneren en in zijn ontwikkeling en laat dit zien door</i></p>	<p>(door de docent gegeven) feedback op het eigen functioneren te vertalen naar concrete gedragsveranderingen op uitvoerend niveau</p> <p>(a) te reflecteren op eigen functioneren en ontwikkeling (b) zichzelf te sturen in eigen functioneren en ontwikkeling en te zorgen dat kennis en vaardigheden up-to-date zijn - ook in relatie tot ethische dilemma's en maatschappelijk geaccepteerde normen en waarden</p>

De BoKS bij Bio-informatica aan de HG: Aanvullende leerlijnen

Naast de onder de landelijke BoKS genoemde leerlijnen heeft de Groningse opleiding een aantal aanvullende leerlijnen gedefinieerd. Dit zijn: Communicatie, Ondernemerschap en Versiebeheer. Die worden hier in iets meer detail beschreven.

Leerlijn 6: Communicatie

Deze leerlijn heeft de volgende onderdelen.

- a) Presenteren
- b) Rapporteren (leerlijn verslaglegging)
- c) Taal (Nederlands)
- d) Taal (Engels)

De **verslagleerlijn** is van deze aspecten het meest uitgebreid. Afsproken is om tijdens de opleiding het aspect verslaglegging in verschillende rondes met steeds grotere diepgang te laten passeren. Daarbij wordt in verschillende thema's vaak één onderdeel van

het verslag uitgelicht en aan extra oefening & feedback onderworpen. Wel wordt elk jaar 1 keer een geheel verslag geschreven door de studenten. Deze uitgelichte onderdelen zijn:

Tabel 7 Leerlijn Communicatie, onderdeel Rapporteren

Thema	Uitgelicht onderdeel	Inbedding
Thema 01	-	
Thema 02	Heel verslag	Module Rapporteren
Thema 03	Poster	Practicum
Thema 04	Materiaal & Methoden + Figuren (alleen deze onderdelen)	Practicum
Thema 05	Inleiding (nadruk op doelstelling) & literatuurlijst (alleen dit onderdeel)	Practicum
Thema 06	Resultaten + literatuur (en summier geheel verslag)	Practicum
Thema 07	Poster	Practicum
Thema 08	Heel verslag	Practicum
Thema 09	Resultaten en Discussie (en summier geheel verslag)	Practicum
Thema 10	Samenvatting en Materialen & Methoden (alleen deze onderdelen)	Practicum
Thema 11	Poster	Practicum
Thema 12	Heel verslag	Practicum
Stage	Stageverslag; Nederlandse samenvatting (+ Engelse samenvatting); poster	Onderdeel Verslaglegging
Afstuderen	Afstudeerverslag; Nederlandse samenvatting (+ Engelse samenvatting)	Afstuderen

Leerlijn 7: Ondernemerschap

Bij ondernemerschap onderscheiden we de volgende aspecten.

- a) Leren plannen
- b) Samenwerken/projectmatig werken [o.a. Trello, Scrum, versiebeheer met git]
- c) Bedenken van een toepassing/applicatie/product
- d) Kwaliteitszorg
- e) Teamwerk & Projectmanagement

Hieronder is weergegeven in welke thema's welke onderwerpen uit de leerlijn ondernemerschap behandeld zullen worden.

Thema 6

- Leren plannen. Studenten moeten een planning opstellen voor de thema-opdracht en daar aan het einde van het kwartaal op reflecteren. Zijn alle doelen gehaald en zo niet, waardoor kwam dit?
- Samenwerken/projectmatig werken. Via Trello boards projectmatig werken per projectgroep. Concept van Tickets (taken van maximaal een halve dag) introduceren. Overleg over wat prioriteit heeft en wie wat doet.

Thema 7

- Bedenken van toepassing/applicatie/product. Op basis van het onderzoek van de eigen eindopdracht van het practicum moet de student een toepassing of applicatie bedenken die marktpotentieel heeft. Denk hierbij aan bijvoorbeeld een diagnostisch instrument voor een aandoening die via genexpressie is te detecteren.
- Kwaliteitszorg (versiebeheer). Zie leerlijn versiebeheer.

Thema 9

- Kwaliteitszorg (statistiek, controles, benchmarks). Minimaal 2 uit de volgende vier aspecten worden door de student uitgevoerd tijdens het practicum:
 1. De student ontwerpt controles om de betrouwbaarheid van eigen code (of die van projectpartners) te borgen.
 2. De student ontwerpt een of meerdere benchmark experimenten om verschillende analyse tools te vergelijken met als doel de meest geschikte voor een bepaalde analyse/proces te selecteren
 3. De student zet statistiek in om eigen resultaten te evalueren
 4. De student ontwerpt een experimentele opzet om een bepaalde (deel-)onderzoeksvraag te beantwoorden
- Bedenk een practicumproject voor een minor. De student moet, op basis van het eigen werk in thema 9, een potentieel interessant project bedenken die in een van de verdiepende minors van de opleiding bio-informatica uitgevoerd kan worden. Hiervoor moet een partner uit het werkveld gezocht worden.

Thema 10

- Teamwerk + projectmanagement, financieel beheer, presentatie. De student gaat verder met werken via Trello en versiebeheer met git. Daarnaast moeten studenten voor het practicum project reële mijlpalen gaan definiëren en per mijlpalen een kostenverantwoording geven (wat kost het om een applicatie te maken en wat kost elke individuele feature). Dit moet *gepitch*t worden naar een opdrachtgever (liefst een externe).

Leerlijn 8: Versiebeheer

Versiebeheer (van code) is een belangrijke beroepsvaardigheid voor een bio-informaticus. In het werkveld is *git* daarbij veruit het meest gebruikte systeem. In de beoordeling van het afstudeerwerk wordt nadrukkelijk gekeken naar de manier waarop de student code en data beheert (via *git*). Daarom hebben we een leerlijn versiebeheer met *git*. Globaal herkennen we drie niveaus van beheersing:

- a) Beginner** – Enkele gebruiker: *commando's clone, pull, init, add, commit, push*
- b) Basis** -- Coöperatief: *commando's merge, pull, branch, .gitignore*. Ook het opstellen van een goede *Readme.md*
- c) Gevorderd** – Coöperatief: *commando's fork, pull request, tag*. Ook het zorgen voor een *clean commit history*

De details van de leerlijn zijn in onderstaande tabel beschreven.

Thema	Onderdeel/Aspect voor feedback	Inbedding
Thema 01	-	
Thema 02	Clone en pull	Practicum
Thema 03	Clone en pull	Practicum
Thema 04	Add & Commit	Practicum
Thema 05	Alle voorgaande plus <i>init, add, commit, push</i> . (Basic git)	Practicum
Thema 06	Alle voorgaande plus <i>branch, merge</i> (Intermediate git)	Practicum
Thema 07	Alle voorgaande plus opstellen Readme.md (Intermediate git)	Practicum
Thema 08	Alle voorgaande	Practicum
Thema 09	Alle voorgaande plus <i>fork, pull request</i> (Advanced git)	Practicum
Thema 10	Alle voorgaande plus <i>tag, checkout, schone commit</i> geschiedenis (Advanced git)	Practicum
Thema 11	In eigen minoren: Alle voorgaande	Practicum/Minor
Thema 12	In eigen minoren: Alle voorgaande	Practicum/Minor
Stage	Beginnend professioneel gebruik van versiebeheer	Beoordelingsformulier
Afstuderen	Beginnend professioneel gebruik van versiebeheer	Beoordelingsformulier

De BoKS als tabel: Wat zit in welke module

In onderstaande tabel (volgende pagina) staat weergegeven hoe elk onderdeel van de verschillende leerlijnen vertegenwoordigd is in de modules van de opleiding.

Tabel 8 BoKS onderdelen in het curriculum. De laatste drie modules (in gele vak) vallen in de minor ruimte en zijn dus optioneel

Kwartaal	Module	1. Biologie	2. Chemie	3. Informatica	4. Bio-informatica	5. Statistiek & data analyse	6. Communicatie	7. Ondernemerschap	8. Versiebeheer
1.1	Praktijkopdracht	a		a	a,f		a,c		
1.1	Biologie 1	a							
1.1	Startvaardigheden Engels						d		
1.1	Chemie 1		a						
1.1	Informatica 1			a					
1.1	Basisvaardigheden Wiskunde								
1.1	SLB/Introductie								
1.1	Startvaardigheden Nederlands						c		
1.2	Praktijkopdracht	b	b	a	f		b		a
1.2	Rapporteren propedeuse						b		
1.2	Biologie 2	b	b						
1.2	Chemie 2		a						
1.2	Informatica 2			a					
1.2	SLB								

1.3	Praktijkopdracht	c		a,d			a,b,c		a
1.3	Biologie 3	c							
1.3	Bio-informatica 1				a,b,c				
1.3	Informatica 3			a					
1.3	Presenteren						a		
1.3	SLB								
1.4	Praktijkopdracht	c		c		a,b,c,d	b	a	a
1.4	Statistiek 1 + 2			c		a,b,c,d			
1.4	Biologie 4	c							
1.4	Informatica 4			c		b,c			
1.4	SLB								
2.1	Praktijkopdracht	b,c		a,f	a,f		b	b	a,b
2.1	Bio-informatica 2				b,c				
2.1	Databases 1			e					
2.1	Biochemie 1		b						
2.2	Praktijkopdracht	c,d		a,f	a,e,f		b	b	a,b
2.2	Biochemie 2		b						
2.2	Databases 2			f					
2.2	Genetica 1	c							
2.2	SLB								
2.3	Praktijkopdracht	c		c	d	a-e	a,b	c,d	a,b
2.3	Statistiek 3				d	d,e			
2.3	Algoritmen & Datastructuren			b					
2.3	Microbiologie 1	d							
2.4	Praktijkopdracht			c		a	b	a	a,b
2.4	Microbiologie 2	d							
2.4	Immunologie 1	e							
2.4	Wiskunde					h			
2.4	SLB								
3.1	Praktijkopdracht			b,c		a-g	b	a,c,d	a,b,c
3.1	Introductie Java			b					
3.1	Introductie Datamining					a,e,g			
3.1	Bio-informatica 3				b,e,f				
3.2	Praktijkopdracht			b,d,e,g			b	a,b,e	a,b,c
3.2	Web-based informatiesystemen 1			b,d,e,g					
3.2	Genetica 2	c,d							
3.2	Statistiek 4					e,f			
3.2	SLB								
3.3	Immunologie 2	e							
3.3	Dataprocesing			g,j					
3.4	Statistiek 5			c,l		f			

Minimaal cursusmateriaal

Aanleiding

Deze omschrijving van minimaal cursusmateriaal is vastgesteld door het bio-informatica onderwijsteam met als reden dat elke module aan deze twee criteria moet voldoen

1. Een module is studeerbaar, ook als lessen gemist worden.
2. Een module is gemakkelijk tussen collega's overdraagbaar – b.v. bij ziekte van de vakdocent.

Checklist minimaal cursusmateriaal

1. Er is een cursuswebsite, op Blackboard of van daaruit naar verwezen en deze is van buiten het bio-informatica Linux netwerk goed te vinden.
2. Er zijn goede leerdoelen geformuleerd (in de vakomschrijving)
3. Er is een toetsvorm gegeven (in de vakomschrijving)
4. Er is duidelijk omschreven en afgebakend studiemateriaal, zoals boek(en), presentaties, dictaat, of online resource (verwezen vanuit de vakomschrijving). Dus niet alleen het materiaal voor zelfstudie is aanwezig, maar ook een duidelijke beschrijving van de pagina's of onderdelen die de stof vormen.
5. Er is bij voorkeur een (globaal) lesprogramma
6. Er is ten minste 1 oefentoets (demo tentamen) of een set van opdrachten -inclusief uitwerkingen- die representatief zijn voor de manier en het niveau van toetsing op het echte tentamen.
7. Bij vaardigheidsvakken (programmeren) is er voldoende oefenmateriaal voor de student, inclusief eventuele datasets.
8. Indien er docentmateriaal is (slides, dictaat, voorbeeldcode) is goed beschreven waar dit te vinden is (bij voorkeur door middel van een link naar OneDrive/Git repo vanuit een verborgen item of folder in de betreffende Bb cursus). In ieder geval geldt: als jij om wat voor reden er niet over kan communiceren moet het materiaal snel te vinden zijn. Ook moet het natuurlijk toegankelijk zijn voor je collega's, dus zorg er in het geval van (*git*) repo's voor dat ten minste 1 collega ook toegang heeft.

Kwartalen van de Major Bio-informatica

In onderstaand hoofdstuk worden alle kwartalen van de opleiding bio-informatica beschreven, inclusief de thema's van beide verdiepende minoren en de minor *Bioinformatics for Life Science Students*. De vakomschrijvingen van alle modules in de opleiding zijn online te vinden op dit adres: https://michielnoback.github.io/vakomschrijvingen_bioinformatica/. Daarnaast biedt Blackboard voor de kwartalen en modules meer gedetailleerde informatie. Deze sectie is expliciet bedoeld om een *birds' eye view* van de kwartalen te geven waarbij de focus ligt op de verbindende thema's ervan, de competentieontwikkeling, en de onderlinge samenhang tussen de modules.

In de thema's worden de beroepscompetenties volgens onderstaande tabel behandeld en getoetst.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Beroepsspecifieke competentie
	Concretisering Vraagstelling	wetenschappelijke methode / software ontwikkelings- cyclus	Rapporteren en presenteren	Experi- menten uitvoeren	Program- meren	Data beheren	Code beheren	Eigen systeem beheren	Advi- seren	Instru- eren	Project- matig werken	Samen- werken in onderzoeks team	Zelf- sturing	
Thema	O	O	O	E	E	B	B	B	A	I	L	L	Z	Landelijke competentie
1	I	I	I		I	I				I	I	I	I	
2	I	I	I		I				I	I	I		I	
3	I	I	I	I	I		I	I			I		I	
4	I	I	I	I	I	I	I		I	I		I	I	
5	I	I	II	I	I	I	I				I		I	
6	I	I	I	I	II	II	II		I		I	I	I	
7	II	II	I	II	II	I		I			I		I	
8	II	II	II	II	II		II	I	II	I	I	I	I	
9	III	III	III	III	III		II		II	I				
10	II	III	II		III	I	II		I		I	I	II	
11 DM	III	III	III	III	III		II		I		I	I	I	
12 DM		III	II	III	III		II		I	I	I	I	I	
11 AD	III	III	III		III	II	II	II	II	I	I	I	I	
12 AD		III	III		III	II	II	II	II	I	I	I	I	
Stage	III	III	III	III	III	II	II	II	II	I	I	I	II	
Afstuderen	III	III	III	III	III	II	II	II	II	I	I	I	II	
	III	III	III	III	III	II	II	II	II	I	I	I	II	Eindniveau

Kwartaal 1.1: Orde in Chaos

Thema-onderwerp

Diversiteit van leven en van data. In dit thema worden de studenten wegwijs gemaakt in de breedte van het vakgebied bio-informatica door middel van een practicum over bronnen en formaten van biologische data. Daarbij worden theoriemodules aangeboden die kennis over biologie en chemie uitbouwen. Ook worden praktische vaardigheden wiskunde en programmeren geïntroduceerd. In het practicum worden al deze vaardigheden en kennis gebruikt om een casus op biomedisch gebied op te lossen.

Vakken

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVP15PRTH1	Praktijkopdracht	4	O	Programmeren gebruiken voor het beantwoorden van biologische vragen in de praktijk.
BFVP3BIO1	Biologie 1	3	S	Een overzicht van de diversiteit van het leven; kennismaking met een aantal van de belangrijkste groepen organismen; de dieren, planten en schimmels (inclusief gisten).
BFVP2CHM1	Chemie 1	3	S	De opbouw van atomen en moleculen; vorm, grootte en polariteit van moleculen
BFVP15INF1	Informatica 1	3	P	Aanleren basisvaardigheden programmeren aan de hand van de programmeertaal Python.
LSVP15BVWIS	Basisvaardigheden Wiskunde	1	S	Rekenen en algebra op eindexamen niveau HAVO wiskunde-B met daarbij logaritmen en e-machten.
LSVP15SVNED	Startvaardigheden Nederlands	0	S	De spellingregels kennen en kunnen toepassen. Goede beheersing van Nederlands taal.
LSVP7STB1A	SLB/Introductie	1	O	Ondersteuning bij starten met studeren.

*: T is de toetsvorm: O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Relatie tussen de modules

In de themaopdracht leren studenten verschillende bronnen en formaten van biologische data te lezen en te analyseren. In het ondersteunende vak biologie 1 leren studenten de theorie over de DNA / RNA informatie, transcripties, translaties en mutaties. Het analyseren van moleculaire informatie zoals de aminozuur structuur maar ook de theorie van chemische bindingen leren studenten bij het ondersteunende vak chemie 1. De basisvaardigheden wiskunde geeft de studenten voldoende basis om chemische reacties en moleculaire massa's uit te rekenen. In het vak informatica 1 leren studenten de analyses te automatiseren door middel van kleine opdrachten met een biologische of chemische achtergrond. Uit de beroepspraktijk van het HBO is gebleken dat de Nederlandse taalvaardigheden van afgestudeerde studenten soms te wensen overlaten. Om die reden wordt het vak basisvaardigheden Nederlands gegeven in deze fase van de opleiding zodat

studenten voldoende taalvaardigheid beheersen om de opdrachten te begrijpen en het eindresultaat te presenteren.

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

Bio-informatica competentie	Niveau	Manier van toetsing
1: Concretisering Vraagstelling	I	Plenaire discussie tijdens practicum aan de hand van een aangereikt stappenplan.
2: De wetenschappelijke methode toepassen / De software ontwikkelingscyclus doorlopen	I	Deelopdracht literatuuronderzoek. Ingeleverde programmeerconstructen (deze moeten de vragen over biologische databestanden beantwoorden).
3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	I	Resultaten van de eindopdracht worden aan medestudenten en de docent gepresenteerd.
5: Programmeren	I	De ingeleverde code wordt getoetst op aangereikte stijl richtlijnen, correcte werking, volledigheid en efficiëntie.
6: Data beheren	I	Individuele discussie tussen docent en student tijdens practicum.
10: Instrueren	I	Presentatie waarin student de gekozen casus en resultaten aan de klas uitlegt.
11: Projectmatig werken	I	Het op tijd inleveren van opdrachten.
12: Samenwerken in onderzoeksteam	I	Studenten zijn in staat de taken tussen leden van een koppel te verdelen.
13: Zelfsturing	I	De mate waarin een student feedback van de docent verwerkt in zijn vervolgoopdrachten en gedrag op uitvoeringsniveau.

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (<u>formatief</u> / <u>summatief</u>)	Toetsvorm	Beoorde- ling (cijfer / weging)*
Praktijkopdracht	Week 1-7	s	Werkhouding	30%
	Week 7	s	Presentatie	20%
	Week 6-7	s	Eindopdracht	50%
Biologie 1	Week 3	f	Oefentoets deel 1	-
	Week 9	s	Schriftelijke toets	100%
Chemie 1	Tentamenweek	s	Schriftelijke toets	100%
Informatica 1	Tentamenweek	s	Digitale toets	100%
Basisvaardigheden Wiskunde	Tentamenweek	s	Schriftelijke toets	100%
Startvaardigheden Nederlands	Tentamenweek	s	Schriftelijke toets	100%
SLB/Introductie	Week 1-7	s	Portfolio (onderdelen)	O/V

* : O/V is verplicht onderdeel zonder - cijfer Onvoldoende / Voldoende

Kwartaal 1.2: Energiehuishouding van de cel

Thema-onderwerp: Celbiologie & simuleren

Tijdens dit thema wordt er gekeken naar de werking van een aantal belangrijke biologische processen. Zo komen de metabolische processen van glycolyse en citroenzuurcyclus aan bod in de module biologie 2 en zijn de onderliggende reacties onderwerp bij de module chemie 2. Daarnaast staat de cel als *fabriek van het leven* centraal waarbij aandacht wordt besteed aan hoe deze fabriek werkt, waar de productieprocessen (metabolisme) plaatsvinden en welke onderdelen van de cel hiervoor verantwoordelijk zijn (celstructuur). Bij de module informatica 2 wordt ook aandacht besteed aan structuur in de context van een programma. Zo wordt middels templates duidelijk gemaakt hoe een compleet programma ontworpen en opgezet kan worden.

Bij de praktijkopdracht wordt de opgedane kennis van de ondersteunende modules gebruikt om van een zelf gekozen (bio-)chemisch proces een inzichtelijke simulatie te programmeren. Deze simulatie kan schematisch (versimpelde weergave) of op atomistisch model middels Python code en de POV-Ray *raytracer* gemaakt worden.

Vakken

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVP17PRBF2	Praktijkopdracht	4	O	Een biologisch proces of chemische reactie inzichtelijk maken door middel van een <i>simulatie</i> of <i>model</i> .
BFVP3BIO2	Biologie 2	3	S	Metabolisme, celstructuur en cel functies, alsook de verschillende typen macromoleculen.
BFVP2CHM2	Chemie 2	3	S	Verkenning van chemische (evenwichts-) reacties en berekeningen aan deze reacties
BFVP3INF2	Informatica 2	3	P	Zelfstandig een goed gedocumenteerd en gestructureerd Python script schrijven dat <i>commandline</i> argumenten accepteert en afhandelt, met gebruik van functies, uitgebreide <i>flow control</i> en de juiste data types.
LSVP7STB1B	SLB/Introductie	1	O	Leren studeren & Sociale- en-communicatieve vaardigheden.
LSVP15RAP	Rapporteren propedeuse	1	O	Onderzoeksresultaten doeltreffend en op een aantrekkelijke manier schriftelijk presenteren.

*: T is de toetsvorm. O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Relatie tussen de modules

In de praktijkopdracht werken studenten aan onderwerpen die aan bod zijn gekomen tijdens de drie ondersteunende modules. Zo wordt een deel van de (bio)chemische reacties waaruit gekozen kan worden om te simuleren behandeld bij biologie en chemie. Daarnaast is er de vrijheid om zelf een reactie of proces te kiezen mits de concepten deel uitmaken van

de theorie modules. Daarnaast is de module rapporteren verweven in het practicum waarbij er regelmatig (als onderdeel van een weekopdracht bij het practicum of als huiswerk voor de module rapporteren) hoofdstukken geschreven worden over het gedane werk aan de simulatie. Deze hoofdstukken worden dan uitvoerig behandeld bij rapporteren. Hierdoor is het mogelijk om het verslag in week 7 afgerond te hebben. Beoordeling van het verslag wordt inhoudelijk door de practicum docenten en door de docenten rapporteren op alle andere criteria gedaan.

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

In onderstaande tabel is voor de praktijkopdracht aangegeven welke bio-informatica competenties worden getoetst met aangegeven het niveau en de manier van toetsing.

Bio-informatica competentie	Niveau	Manier van toetsing
1: Concretisering Vraagstelling	I	Complete beschrijving van gekozen (bio)chemisch proces met daarin alle componenten benoemd.
2: De software ontwikkelingscyclus doorlopen	I	Opbouwende deelopdrachten, ontwerp v/d eindopdracht middels flowchart/ activiteitendiagram.
3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	I	Verslag, demonstreren eindproduct.
5: Programmeren	I	Uitwerking ontwerp eindopdracht.
9: Adviseren	I	Advies voor verbetering in verslag (Discussie en Conclusie).
10: Instrueren	I	Demonstreren eindproduct.
11: Projectmatig werken	I	Werk binnen de gestelde deadlines ingeleverd.
13: Zelfsturing	I	Docent feedback meegenomen bij deelopdrachten.

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (formatief / summatief)	Toetsvorm	Beoordeling (cijfer / weging)
Praktijkopdracht	Week 2	s	weekopdracht	7%
	Week 3	s	weekopdracht	7%
	Week 4	s	weekopdracht	7%
	Week 7	f	eindopdracht	40%
	Week 8	f	verslag	40%
Biologie 2	Tentamenweek	f	tentamen	100%
Chemie 2	Tentamenweek	f	tentamen	100%
Informatica 2	Tentamenweek	f	tentamen	100%
SLB	Week 7	f	portfolio	100%
Rapporteren	Week 8	f	verslag	100%

Kwartaal 1.3: DNA, harde schijf van de cel

Thema-onderwerp

Dit thema maakt deel uit van genomonderzoek (*genomics*), een belangrijk terrein binnen het werkveld van de bio-informaticus. *Genomics* houdt zich bezig met het, door middel van *in silico* onderzoek, bestuderen van genomen van organismen en het toekennen van functies aan genen. Ontwerp en aanpassing van nieuwe software is bij dit onderzoek noodzakelijk. Aangezien het web de meest gebruikte manier is om zelfgecreëerde software aan de wereld aan te bieden, zal web technologie in dit thema een belangrijke rol spelen. Binnen het thema zal er een webapplicatie gebouwd gaan worden die de inhoud van veel gebruikte datatypen in de bio-informatica zal gaan visualiseren en weergeven.

De themaopdracht zal voortbouwen op hetgeen in kwartaal 1 al mee begonnen is: verkennen van diversiteit in data en dataformats in de bio-informatica. In dit kwartaal zal echter de nadruk liggen op visualisatie ervan. Studenten kunnen kiezen uit bijvoorbeeld het GFF, BED of FastQ dataformat (andere keuzen zijn mogelijk) en moeten door dit format goed te bestuderen een programmatisch datamodel (Object-georiënteerd) ontwerpen en implementeren en dit gebruiken om in een webapplicatie een gebruikersvriendelijke visualisatie te genereren van een door een gebruiker geüploade file. Ook zal de student (voor het eerst) werken met data die door derden geleverd worden. Dit vraagt om extra aandacht voor goede foutafhandeling (Excepties). De webapplicatie zal gebouwd worden gebruikmakend van Python3, de Python Flask bibliotheek, het Jinja2 templating systeem en HTML5 & CSS3.

Vakken

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVP17PRBF3	Praktijkopdracht	4	O	Visualisatie van een dataformat uit de bio-informatica met behulp van web technologie.
BFVP3BIO3	Biologie 3	3	S	Moleculaire genetica. Centrale dogma.
BFVP17BIN1	Bio-informatica 1	3	S	Onderwerp van deze eerste module is de basis van alle bio-informatica-analyses: Homologie; <i>pairwise</i> en <i>multiple sequence alignment</i> ; het bepalen of sequenties "op elkaar lijken"; de databases met bio-informatica data; NGS (Next Generation Sequencing) methoden.
BFVP3INF3	Informatica 3	3	S	Python built-ins, reguliere expressies, OOP programmeren, excepties.
LSVP16PRE	Presenteren	1	O	Studenten leren een publieke presentatie te maken en te geven.
LSVP7STB1C	SLB	1	O	Leerstijlen en beroepscompetenties.

*: T is de toetsvorm. O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Relatie tussen de modules

De module biologie 3 leert de student de beginselen van de moleculaire genetica. Dit geeft de student de achtergrondkennis die nodig is om een aantal dataformats vanuit een biologische perspectief beter te begrijpen (GFF, FastA). Tijdens de informatica3 colleges komen object-georiënteerde programmeer concepten aan bod, alsmede reguliere expressies en excepties welke toegepast moeten worden bij de themaopdracht. Het eindresultaat van de themaopdracht moet middels een poster gepresenteerd worden aan een breed publiek. De vaardigheden hiervoor zullen bij het vak presenteren worden opgedaan. In de module Theorie van Bio-informatica 1 zullen de achtergronden en toepassingen van biologische sequentie vergelijkingen en *Next Generation Sequencing* (NGS) technologieën worden behandeld. NGS-databronnen staan aan de basis van het leeuwendeel van alle bio-informatica onderzoeken. Het leren verwerken van NGS-data met behulp van de geldende algoritmen en programma's om biologische vragen te beantwoorden. De verworven achtergrondkennis bij het vak Theorie van Bio-informatica 1 geeft de student meer inzicht in een aantal gebruikte datatypen (FastA, GFF, BED). Het vak SLB staat dit kwartaal op zichzelf en heeft geen directe relatie met de themaopdracht of andere vakken.

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

In onderstaande tabel is voor de praktijkopdracht aangegeven welke bio-informatica competenties worden getoetst met aangegeven het niveau en de manier van toetsing.

Bio-informatica competentie	Niveau	Manier van toetsing
1: Concretisering Vraagstelling	I	Plan van aanpak presentatie.
2: De software ontwikkelingscyclus doorlopen	I	Deelopdrachten/eindproduct webapplicatie.
3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	I	Presentatie plan van aanpak, poster en poster flash.
4: Experimenten uitvoeren	I	Werkende webapplicatie en poster.
5: Programmeren	I	Deelopdrachten/eindproduct webapplicatie.
7: Code beheren	I	Code documentatie en Readme deelopdrachten/eindproduct webapplicatie.
8: Eigen systeem beheren	I	Zelf <i>Git</i> installeren en (Python) virtuele omgevingen maken (<i>virtualenv</i>) en beheren.
11: Projectmatig werken	I	Werk binnen de gestelde deadlines ingeleverd.
13: Zelfsturing	I	Docent feedback meegenomen bij deelopdrachten.

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (f _{formatief} / s _{summatief})	Toetsvorm	Beoordeling (cijfer / weging)
Praktijkopdracht	Doorlopend	f	Deelopdrachten	30%
	Doorlopend	f	Werkhouding	10%
	Einde kwartaal	f	Eindopdracht	40%
	Laatste les	f	Posterpresentatie	20%
Biologie 3	Tentamenweek	s	Schriftelijke toets	100%
Bio-informatica 1	Tentamenweek	s	Schriftelijke toets	100%
Informatica 3	Tentamenweek	s	Digitale toets	100%
Presenteren	Laatste les	s	Posterflash presenteren	100%
SLB	Week 7	s	Portfolio (onderdelen)	O/V

Kwartaal 1.4: Meten is Weten

Thema-onderwerp

Dit thema draait om protocollen, meten, fouten en data-analyse, met inhoudelijke nadruk op de rol van genen en overerving. Studenten gaan zelf “het veld” in om data te verzamelen. Voordat ze dat kunnen doen moeten ze eerst de onderzoeksvraag zorgvuldig formuleren en bedenken met welke data deze (misschien) te beantwoorden zal zijn. Vervolgens moeten ze bepalen en beschrijven hoe deze data dan verzameld moeten worden en wat de eventuele knelpunten zijn, zoals bronnen van fouten (meetfout en bias). De gemeten data wordt in de thema-opdracht aan de hand van (o.a.) Mendeliaanse overerving verkend, door onderzoek te doen aan simpel en snel te meten aspecten van het menselijke lichaam, zoals biometrische aspecten en oogkleur.

Vakken

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVP17PRBF4	Praktijkopdracht	4	O	Verkenning van het proces van vraagstelling (hypothese), onderzoeksontwerp, data acquisitie, -analyse en -visualisatie.
BFVP4STA1EN2	Statistiek 1+2	3	P	Beschrijvende statistiek: verdelingen en relaties, <i>sampling</i> , <i>confidence interval</i> .
BFVP3BIO4	Biologie 4	3	S	Celdeling, overerving, populatiegenetica.
BFVP17RLX1	Informatica 4	4	P	Introductie in de programmeertaal R (3 EC) en beter leren werken op een Linux systeem (1 EC).
LSVP7STB1D	SLB	1	O	Interview met bio-informaticus. Filmpje maken.

*: T is de toetsvorm. O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Relatie tussen de modules

Om de themaopdracht te kunnen uitvoeren is begrip nodig van overerving van eigenschappen (aangeboden vanuit de Biologie module), van verdelingen, *sampling*, beschrijvende statistiek en correlaties (aangeboden vanuit de Statistiek module) en moet de student overweg kunnen met de programmeertaal R en de rapportage techniek van *RMarkdown* (module Informatica 4). Alle “theorie” modules belichten dus aspecten die relevant zijn voor de themaopdracht. (Behalve SLB)

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

In onderstaande tabel is voor de praktijkopdracht aangegeven welke bio-informatica competenties worden getoetst met aangegeven het niveau en de manier van toetsing.

Bio-informatica competentie	Niveau	Manier van toetsing
1: Concretisering Vraagstelling	I	Plan van aanpak, meetprotocol in verslag.

2: De wetenschappelijke methode toepassen	I	Alle deelopdrachten werken aan deze competentie.
3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	I	Schrijven van protocol en plan van aanpak, vast te leggen in Materiaal en Methoden, en presentatie van resultaten in publicatie kwaliteit figuren.
4: Experimenten uitvoeren	I	Data verzamelen en verwerken volgens eerder opgesteld protocol.
5: Programmeren	I	Verwerken en analyseren van data en genereren van grafieken.
6: Data beheren	I	Verzamelen, verwerken en opslaan van data.
7: Code beheren	I	Beheer van code via een <i>git repository</i> (<i>git</i> commando's <i>add, commit</i>).
9: Adviseren	I	Op basis van een meetprotocol van een andere groep wordt een advies geformuleerd ten aanzien van de uitvoering.
10: Instrueren	I	Meetprotocollen worden uitgewisseld tussen groepen voor uitvoering.
11: Projectmatig werken	I	Protocollen opstellen en uitvoeren en rapportage binnen de gestelde deadlines.
12: Samenwerken in een onderzoeksteam	I	Bijdragen per persoon worden aangegeven in de materiaal en methoden (tegenwoordig wordt een paragraaf die aangeeft wie wat voor een studie deed vaak gevraagd bij publicaties).
13: Zelfsturing	I	Docent feedback meegenomen bij deelopdrachten.

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (formatief / <u>s</u> ummatief)	Toetsvorm	Beoordeling (cijfer / weging)
Praktijkopdracht	Doorlopend	s+f	Opdrachten	40%
	Doorlopend	s+f	Werkhouding / performance	20%
	Tentamenweek	s	Deadline rapportage eindopdracht	40%
Statistiek 1+2	Tentamenweek	s	Schriftelijk + Digitaal	100%
Biologie 4	Tentamenweek	s	Schriftelijke toets	100%
Informatica 4	Week 2	f	Verplichte online toets	0%
	Week 2	f	Verplichte online toets	0%
	Week 2	f	Verplichte online toets	0%
	Week 2	f	Verplichte online toets	0%
	Tentamenweek	s	Digitale toets	100%
SLB	Week 5-7	s	Portfolio (onderdelen)	O/V

Kwartaal 2.1: Genomica Praktijk

Thema-onderwerp

In dit thema wordt gewerkt aan een diagnostisch project waarin het identificeren van genomische varianten in patiënt data uit het UMCG centraal staat. Deze patiënten zijn gediagnostiseerd met een hartaandoening (cardiomyopathie), maar de specifieke variant van deze aandoening hangt af van een combinatie van varianten in betrokken genen. Middels een combinatie tussen bio-informatica tools beschikbaar in Galaxy, zelfgeschreven Python programma's en een zelfgemaakte relationele database wordt de link gelegd tussen betrokken varianten, genen en de aandoening.

Vakken

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVH3TH5	Praktijkopdracht	6	O	Diagnostisch project met als doel het identificeren van de genetische oorzaak van een hartziekte middels analyse van genetische varianten.
BFVH18BIN2	Bio-informatica 2	3	S	Algoritmen om met grote hoeveelheden NGS-data om te gaan. BLAST+ en z'n databases, <i>Mapping</i> programma's voor RNA-seq data, <i>Assembly</i> voor DNA-seq en kwaliteitsmaten voor de uitkomsten.
BFVH4DBS1	Databases 1	3	S	Relationeel database ontwerp, implementatie en querying met MySQL.
BFVH15BCH1	Biochemie 1	3	S	Structuur van eiwitten en gerelateerde functie.

*: T is de toetsvorm. O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Relatie tussen de modules

Er zijn diverse vaardigheden (en kennis) nodig om diagnostische genoom analyseprojecten uit te voeren. Sommige van deze (bijvoorbeeld workflow ontwerp en implementatie met behulp van de Galaxy) worden uitsluitend in het project behandeld, terwijl anderen behandeld worden in een apart vak. Python is een veel gebruikte taal voor gegevensverwerking in de bio-informatica en wordt daarom als apart vak gegeven. De Linux-terminal (Command Line Interface) dient als lijm tussen veel bio-informatica activiteiten en wordt als werkomgeving gebruikt. Gegevens worden opgeslagen en verwerkt in een door de student zelfontworpen en geïmplementeerde relationele database (MySQL). Tenslotte behandelt de module Bioinformatica 2 de theoretische aspecten van genomische / *high-throughput sequencing*: BLAST, *mapping* en *assembly* algoritmen, technische aspecten van deze programma's, kwaliteitswaarborgen van de resultaten en toepassingen en analyse.

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

In onderstaande tabel is voor de praktijkopdracht aangegeven welke bio-informatica competenties worden getoetst met aangegeven het niveau en de manier van toetsing.

Bio-informatica competentie	Niveau	Manier van toetsing
1: Concretisering Vraagstelling	I	Hypothese formulering beschreven in het verslag fragment (hoofdstuk Inleiding).
2: De wetenschappelijke methode toepassen	I	Met kritische onderbouwing vervolgstappen definiëren.
3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	II	Bijhouden van een digitaal logboek, uitgebreid met discussie op getoonde resultaten en bespreking van beslissingen.
4: Experimenten uitvoeren	I	Gegeven bekende data en protocol, op de juiste uitkomsten uitkomen.
5: Programmeren	I	Analysesoftware uitwerken aan de hand van opdrachten en met behulp van code-templates.
6: Data beheren	I	Analyseresultaten opslaan en bevragen vanuit een zelf ontworpen relationele database geïmplementeerd in MySQL.
7: Code beheren	I	Programmeer-templates worden vanuit een Git <i>fork</i> gebruikt en ingediend.
11: Projectmatig werken	I	Houd zich aan een zelfgemaakte planning en kan beslissingen nemen om dit te bewaken.
13: Zelfsturing	I	Verwerkt feedback van docent en projectpartner op een juiste manier.

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (f _{formatief} / s _{summatief})	Toetsvorm	Beoordeling (cijfer / weging)
Praktijkopdracht	Doorlopend	s	Deelopdrachten	20%
	Week 9	s	Projectopdracht	40%
	Week 9	s	verslag	30%
Theorie van Bio-informatica 2	Tentamenweek	s	tentamen	100%
Databases 1	Tentamenweek	s	tentamen	100%
Biochemie 1	Week 3	f	Tussentijdse toets kennis aminozuren	10%
	Tentamenweek	s	tentamen	90%

Kwartaal 2.2: BLAST basics

Thema-onderwerp

Dit thema is gericht op “*functional genomics*”, een onderdeel van de moleculaire biologie die zich bezighoudt met het beschrijven en voorspellen van de functies en interacties van genen en eiwitten. Dit door gebruik te maken van genoom- en transcriptoom-gegevens, zoals genoom- en RNA-sequencing data. Om te kijken welke functionele elementen, genen, promotor sequenties en andere regulerende elementen in het onbekende DNA verborgen zijn wordt er gebruik gemaakt van een verscheidenheid aan NGS-tools. Daarnaast zal ook *Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST), het meest gebruikte algoritme om DNA-volgordes met elkaar te vergelijken, een belangrijke rol gaan spelen. De data zal gericht zijn op veranderingen in genexpressie in relatie met functionele annotatie. Uitkomsten zullen in een database worden opgeslagen, zodat deze gebruikt kunnen worden voor metabolische route analyses.

Samenwerking in teamverband speelt een belangrijke rol in dit thema. Uiteindelijk zal ieder team een eigen annotatie *pipeline* hebben geconstrueerd, om het metaboolom van het onbekende DNA monster te annoteren en zo de mogelijk functionaliteiten van de bacteriën te bepalen.

Vakken

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVH3TH6	Praktijkopdracht	5	O	Virulentie elementen identificeren in een metagenomics/genomics DNA monster.
BFVH15BCH2	Biochemie 2	3	S	Metabolische routes, citroenzuurcyclus en energie huishouding.
BFVH4DBS2	Databases 2	3	S	Database efficiëntie, <i>stored procedures</i> , <i>MySQL injection</i> afhandeling.
BFVH3GEN1	Genetica 1	3	S	Verschillende genregulatie- en DNA-reparatie systemen in eukaryoten en prokaryoten.
LSVH7STB2A	SLB	1	O	Portfolio ontwikkeling.

*: T is de toetsvorm. O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Relatie tussen de modules

Centraal tijdens dit thema, staat het verkennen van metabolische pathways. Het effect van verschillende factoren op genregulatie wat uiteindelijk weer zijn werking op de concentraties van verschillende metabolieten heeft. Bij Biochemie 2 leren studenten verschillende metabolische routes die betrokken zijn bij de energiehuishouding van een cel. Tijdens Genetica 1 komt genregulatie door intercellulaire componenten aan bod. Voorbeelden van dit soort componenten zijn mRNA's, maar ook epigenetica en katabole regulatie. De verworven inzichten komen van pas in de thema opdracht. Om de thema opdracht goed te kunnen maken zal er een database moeten worden geconstrueerd, wat bij Databases 2 aan de orde komt.

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

In onderstaande tabel is voor de praktijkopdracht aangegeven welke bio-informatica competenties worden getoetst met aangegeven het niveau en de manier van toetsing.

Bio-informatica competentie	Niveau	Manier van toetsing
1: Concretisering Vraagstelling	I	Verslaglegging, hypothese formulering Discussie met studenten team.
2: De wetenschappelijke methode toepassen / De software ontwikkelingscyclus doorlopen	I	Week 2, gekozen software lijst inspectie en discussie. Code kwaliteit van de opgeleverde pipeline evalueren Git repository inspectie.
3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	I	Verslaglegging.
4: Experimenten uitvoeren	I	In verslag, verschillende parameter instellingen vergelijken.
5: Programmeren	II	Code kwaliteit evalueren.
6: Data beheren	II	Database schema inspectie/discussie en evaluatie. (Ok in module Databases II). Gebruik Galaxy <i>workflow</i> .
7: Code beheren	II	Versie beheer middels Git.
9: Adviseren	I	Monitoring van samenwerking.
11: Projectmatig werken	I	Trello board inspectie.
12: Samenwerken in onderzoeksteam	I	Monitoring van inzet en gedrag.
13: Zelfsturing	I	Monitoring van samenwerking.

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (f _o rmatief / s _u mmatief)	Toetsvorm	Beoordeling (cijfer / weging)
Praktijkopdracht	Tentamenweek	f	Rapport	60%
	Tentamenweek	f	Software	30%
	Tentamenweek	f	Samenwerking/ Trello/inzet	10%
Biochemie 2	Tentamenweek	s	Tentamen	100%
Databases 2	Tentamenweek	s	Tentamen	100%
Genetica 1	Tentamenweek	s	Tentamen	100%
SLB	Week 7	d	Portfolio (onderdelen)	O/V

Kwartaal 2.3: Analyse van Genexpressie

Thema-onderwerp

Dit thema draait om het onderzoeken van genexpressie op een genomische schaal. RNA-seq (RNA sequencing) is een *high-throughput* sequencing technologie die het mogelijk maakt om de expressie van alle genen in een genoom tegelijk te onderzoeken. Dit maakt het bijvoorbeeld mogelijk te analyseren welke genen betrokken zijn bij een bepaalde ziekte of ontwikkelingsproces. In statistiek 3 wordt de statistische kennis van de student verder uitgediept om dit soort data te verwerken en te analyseren. De statistische programmeeromgeving R is daar een cruciaal onderdeel van. Het kwartaal wordt afgesloten met deelname in de jaarlijkse ILST posterdag.

Vakken

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVH3TH7	Praktijkopdracht	6	O	Genexpressie analyse via RNA-seq data met behulp van R & Bioconductor.
BFVH3STA3	Statistiek 3	3	S	Statistische toetsen (o.a. t-test, Chi-square), en confidence intervals en regressie (basis) zijn de belangrijkste onderwerpen.
BFVH4ADS1	Algoritmen & Datastructuren	3	S	De belangrijkste datastructuren voor de informatica (trees, lists, queues, etc.) en hun algoritmen worden behandeld, alsmede manieren om de <i>performance</i> van algoritmen te omschrijven en analyseren.
BFVH15MBI1	Microbiologie 1	3	S	Introductie in microbiologie, met nadruk op metabolisme en evolutie.

*: T is de toetsvorm. O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Relatie tussen de modules

In dit kwartaal is de meest sterke koppeling aanwezig tussen de praktijkopdracht en de module Statistiek 3. De in de praktijkopdracht benodigde statistische kennis wordt in de module statistiek geïntroduceerd en/ of versterkt. De module Algoritmen & Datastructuren is minder sterk gebonden, maar geeft wel inzicht in wat een analyse traag zal maken - een heel erg relevant aspect aan bio-informatica onderzoek - en hoe dit verbeterd zou kunnen worden. De module Microbiologie 1 biedt, aan de hand van “simpelere” organismen, een inkijkje in hoe cellulaire processen gereguleerd worden op biochemisch niveau (terwijl de thema-opdracht dit juist op genetisch niveau benaderd).

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

In onderstaande tabel is voor de praktijkopdracht aangegeven welke bio-informatica competenties worden getoetst met aangegeven het niveau en de manier van toetsing.

Bio-informatica competentie	Niveau	Manier van toetsing
1: Concretisering Vraagstelling	II	Middels een eigen gekozen onderwerp met bijbehorende publicatie en data set een onderzoeksstrategie bepalen. Presentatie van plan van aanpak.
2: De wetenschappelijke methode toepassen	II	In overleg met docent, volgens literatuur onderzoeksmethode reproduceren/aanpassen, uitvoeren en evalueren.
3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	I	Poster met eindresultaat en middels uitgebreid digitaal logboek.
4: Experimenten uitvoeren	II	Digitaal logboek met daarin alle experiment stappen met bijbehorende resultaten en visualisaties.
5: Programmeren	II	Tonen en beschrijven van alle R-code voor uitvoeren analyse stappen in digitaal logboek.
8: Eigen systeem beheren	I	R packages installeren en dit proces debuggen is essentieel om opdracht te kunnen maken (dus dit wordt impliciet getoetst)
11: Projectmatig werken	I	Plan van aanpak.
13: Zelfsturing	I	Benadering van het einddoel zoals zichtbaar in digitaal logboek.

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (f _o rmatief / s _u mmatief)	Toetsvorm	Beoorde- ling (cijfer / weging)
Praktijkopdracht	Week 2	s	Onderzoeksvoorstel & Plan van aanpak	15%
	Week 1-7	s	Professioneel functioneren	15%
	Week 7	s	Posterpresentatie	20%
	Week 8	s	RMarkdown onderzoekslog	50%
Statistiek 3	Week 9	s	Schriftelijke toets	100%
Algoritmen & Datastructuren	Week 9	s	Schriftelijke toets	100%
Microbiologie 1	Week 9	s	Schriftelijke toets	100%

Kwartaal 2.4: Introduction to Systems Biology

Thema-onderwerp

In de themaopdracht *Introduction to systems biology* leren de studenten biologische processen in de cel te modelleren en te simuleren. Het thema start met een introductie modellen en simulaties, gevolgd door reactiekinetiek met gekoppelde reacties en de beschrijving daarvan als differentiaalvergelijkingen (*ordinary differential equations*, ODEs). De eerste weken worden simpele modellen opgesteld en doorgerekend in R, gebruikmakend van RStudio met RMarkdown. Voor de eindopdracht zoeken de studenten in tweetallen geschikte artikelen op het gebied van systeembioïologie, die gebruikt worden als basis voor het eigen onderzoek. De beoordeling is op participatie, de code en op het verslag, dat geheel volgens de template opgesteld dient te worden.

Vakken

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVH3TH8	Praktijkopdracht	5	O	Systems biology modelleren en simulatie.
BFVH15MBI2	Microbiologie 2	3	S	Biologie van bacteriën en virussen: hoe ze het lichaam beïnvloeden en hoe ze te bestrijden.
BFVH3IML1	Immunologie 1	3	S	Opbouw en werking van het immuunsysteem.
BFVH18WIS	Wiskunde	3	S	Integreren, differentiëren en matrices.
LSVH7STB2B	SLB	1	O	Afronding KiesKoers project, portfolio & vooruitblik jaar 3.

*: T is de toetsvorm. O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Relatie tussen de modules

De oefencasus van de praktijkopdracht gaat over de dynamiek van ontstekingsgenen in de cel met daarbij behorende interactie tussen medicijn en de verschillende receptoren die een rol spelen. Kennis van immunologie, moleculaire biologie en microbiologie kan een toegevoegde waarde bij het begrijpen van het te modeleren biologisch systeem. De wiskunde besteedt o.a. aandacht aan het differentiëren en matrix rekenen, beide nodig voor begrip van het ODE modeleren.

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

Bio-informatica competentie	Niveau	Manier van toetsing
1: Concretisering vraagstelling	II	Discussie met docent van de onderzoeksvraag, hypothese en onderzoeksmethodiek.
2: De wetenschappelijke methode toepassen / De software	II	Deelopdrachten waarin student de biologische werking van de elementen uit een systeem model (afgeleide functie) beschrijft. Validatie van de opgeleverde software evalueren Git repository inspectie.

ontwikkelingscyclus doorlopen		
3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	II	Peer review van draft onderzoeksverslag en Docent review van eind onderzoeksverslag volgens RMarkdown format.
4: Experimenten uitvoeren	II	Rapportage van experimenteer en simulatie studiecassussen.
5: Programmeren	II	Peer review (voorlopig) & Docent review (definitief) op Code kwaliteit van de opgeleverde software.
7: Code beheren	II	Versie beheer middels Git (gezamenlijk <i>repository</i>).
8: Het eigen systeem beheren	I	Correcte implementatie van benodigde packages en bibliotheken in R.
9: Adviseren	II	Evaluatie kritische reflectie experimenteer en simulatie studie casussen. Evaluatie van discussie en conclusie gedeelte van het eindverslag.
10: Instrueren	I	Beoordeling van <i>git issues</i> en <i>commits</i> .
11: Projectmatig werken	I	Monitoring van inzet en gedrag (evaluatie git log).
12: Samenwerken in onderzoeksteam	I	Monitoring van samenwerking (evaluatie git log).
13: Zelfsturing	I	Op tijd inleveren van opdrachten en volledigheid van opdrachten.

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (f _{ormatief} / s _{ummatief})	Toetsvorm	Beoordeling (cijfer / weging)
Praktijkopdracht	Week 1-4	f	Deelopdrachten	
	Week 5	f	Onderzoeksvoorstel & Plan van aanpak	
	Week 1-7	s	Professioneel functioneren	30%
	Tentamenweek	s	RMarkdown onderzoeksverslag	50%
	Tentamenweek	s	Code	20%
Microbiologie 2	Tentamenweek	s	Schriftelijke toets	100%
Immunologie 1	Tentamenweek	s	Schriftelijke toets	100%
Wiskunde	Tentamenweek	s	Schriftelijke toets	100%
SLB	Week 7	s	<i>KiesKoers</i> project presentatie & Portfolio (onderdelen)	O/V

Kwartaal 3.1: Introduction Machine Learning

Thema-onderwerp

Het onderwerp van dit kwartaal is een kennismaking met *Machine Learning* (ML). Machine Learning is een verzamelnaam voor een heel palet aan programma's, algoritmen en methodologieën die steeds meer gebruikt worden in de bio-informatica om complexe vraagstukken op te lossen. Voorbeelden zijn annotatie van microscopische beelden, genen zoeken in genomen en eiwit annotatie van nieuw gesequente genen. De *toolbox* waarmee dit kwartaal gewerkt wordt bevat de Weka Datamining software omgeving en de Java programmeertaal.

Vakken

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVH3TH9	Praktijkopdracht	6	O	Machine Learning project met Weka en Java.
BFVH3JAVA	Introductie Java	3	P	Introductie tot programmeren in Java.
BFVH18IDMN	Introductie Datamining	3	S	Introductie in Datamining / Machine Learning algoritmen en toepassingen.
BFVH3TBIO	Theorie van bio-informatica 2	3	S	<i>Multiple sequence alignment</i> , fylogenie, Hidden Markov Models en sequentie annotatie in brede zin.

*: T is de toetsvorm. O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Relatie tussen de modules

In de praktijkopdracht werken de studenten aan een actuele dataset met bijbehorende onderzoeksvraag. Deze dataset komt uit het werkveld (liefst aangeleverd door onderzoekspartners van ILST) met behulp van Weka en R en proberen een voorspellend model te bouwen voor nieuwe data. Dit geleerde model wordt vervolgens in een distribueerbaar Java programma verwerkt.

In de module Introductie Machine Learning worden aan de hand van het boek *Data Mining* (Witten et al) verschillende fundamentele *Data Mining* principes en technieken behandeld, De module Introductie Java bereid de studenten voor op het maken van een (*command-line*) applicatie, en is tegelijkertijd een voorbereiding op het volgende thema (3.2) die geheel om deze programmeertaal draait.

In de module Theorie Bio-informatica 3 worden een aantal toepassingen van Machine Learning behandeld die veel in het werkveld worden gebruikt.

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

Bio-informatica competentie	Niveau	Manier van toetsing
1: Concretisering Vraagstelling	III	Deelopdrachten: "Document status of knowledge" en "Formulate own research question and project goals". (Peer en docent review).
2: De wetenschappelijke methode toepassen	III	Deelopdrachten "Carry out an exploratory data analysis", "Investigate performance of ML algorithms".

		en “Criteria definiëren voor goede performance” en “uitvoeren, evalueren en bijstellen van verschillende algoritmen”.
3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	III	Alle deelopdrachten: Logfile. Opdracht met feedback “Write Results and Conclusions”. Daarnaast eindverslag
4: Experimenten uitvoeren	III	Deelopdracht: “Use Weka Experimenter to optimize a selection of algorithms”.
5: Programmeren	III	Deelopdrachten: “Carry out an exploratory data analysis” en “Create Java wrapper program for your learned model”. Beoordeling van functionaliteit en documentatie.
7: Code beheren	II	Gebruik van <i>git</i> /Bitbucket wordt expliciet beoordeeld als een eindproduct.
9: Adviseren	II	Deelopdracht “Determine quality metrics relevant for your research”.
		Studenten moeten de gegeven opdracht correct interpreteren en vertalen naar een bruikbare oplossing – aspect “Verslaglegging”.
10: Instrueren	I	Deelopdracht “Pitch your results”.

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (formatief / <u>s</u> ummatief)	Toetsvorm	Beoordeling (cijfer / weging)
Praktijkopdracht				
Deelopdracht Data Exploratie	3	s	Rapportage	
Formuleer onderzoeksvraag / doel / aanpak	3	s	Presentatie	
Criteria definiëren voor goede performance	4	f	Peer review	
Command line applicatie	7	s	Code repository	
Verslag inleveren	Tentamenweek	s	Verslag	
Introductie Java	Tentamenweek	s	Praktische toets	100%
Genetica 2	Tentamenweek	s	Schiftelijke toets	100%
Theorie van bio-informatica 2	Tentamenweek	s	Schiftelijke toets	100%

Kwartaal 3.2: Research Web Applications

Thema-onderwerp

In dit kwartaal staat het web centraal. In de wetenschappelijke praktijk worden onderzoeksresultaten en ontwikkelde analyse tools via het web aangeboden. De student leert in dit kwartaal hoe webapplicaties ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek ontwikkeld kunnen worden, gebruikmakend van de toolbox Java, Java web technologie, HTML, CSS, JavaScript en jQuery.

Vakken

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVH3TH10	Praktijkopdracht	5	O	Ontwikkeling van een web applicatie voor "externe" opdrachtgevers.
BFVH4WBI1	Web-based informatiesystemen 1	3	O	Introductie tot ontwikkelen van een web applicatie met Java web technologie.
BFVH18GEN2	Genetica 2	3	S	Tumorcelontwikkeling, genregulatie, genomics en proteomics.
BFVH4STA4	Statistiek 4	3	P	Lineaire modellen: regressie, PCA en clustering.
LSVH7STB3A	SLB	1	O	Beroepsoriëntatie.

*: T is de toetsvorm. O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Relatie tussen de modules

De module Web-based informatiesystemen 1 behandelt of benoemt alle technieken die nodig zijn om een volledige, interactieve, Java webapplicatie te creëren. Naast voortborduren op eerder opgedane Java kennis worden hier alle benodigde aspecten voor *front-end* ontwikkeling (HTML, CSS, JavaScript) behandeld. Tijdens de praktijkopdracht wordt er in koppels gewerkt aan diverse projecten aangeleverd door het werkveld en docenten waarbij de opdrachtgever ook een actieve rol krijgt tijdens het project. Na projectkeuze dienen studenten zelf bij de opdrachtgever de wensen te inventariseren en een plan van aanpak te presenteren. De uiteindelijke web tool wordt opgeleverd middels een duidelijk beschreven code repository, gepresenteerd in het bijzijn van de opdrachtgever en kort beschreven in een verslag middels een uitgewerkte *use-case*. De module Statistiek 4 heeft – afhankelijk van het gekozen project bij het practicum – weinig raakvlak met de overige modules en is wordt in kwartaal 3.4 opgevolgd door de afsluitende module statistiek 5. Ook de inhoud van de module Genetica 3 wordt niet expliciet gebruikt in andere modules. Hierin wordt de basis gelegd om de complexe materie van de tumorcelontwikkeling vanuit een genetisch perspectief te begrijpen. Verder komt de genregulatie bij prokaryoten en eukaryoten (o.a. transcriptiefactoren) aan bod. Daarnaast wordt er ingegaan op genomics en proteomics en de mechanismen van evolutie.

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

In onderstaande tabel is voor de praktijkopdracht aangegeven welke bio-informatica competenties worden getoetst met aangegeven het niveau en de manier van toetsing of het getoetste product.

Bio-informatica competentie	Niveau	Manier van toetsing
1: Concretisering Vraagstelling	II	Plan van aanpak.
2: De software ontwikkelingscyclus doorlopen	III	Gehele proces van het thema. Eindproduct.
3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	II	Verslaglegging en demonstratie v/h eindproduct.
5: Programmeren	III	Eindproduct (incl. versiebeheer).
6: Data beheren	I	(Optioneel) Eindproduct (incl. versiebeheer).
7: Code beheren	II	Eindproduct (incl. versiebeheer).
9: Adviseren	I	Eindpresentatie.
11: Projectmatig werken	I	Plan van aanpak en Trello-bord.
12: Samenwerken in onderzoeksteam	I	Eindpresentatie en eindproduct.
13: Zelfsturing	II	Dagelijks functioneren, omgaan met conflicten, Trello-bord.

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (formatief / summatief)	Toetsvorm	Beoorde- ling (cijfer / weging)
Praktijkopdracht	Week 7	s	Eindproduct (repository)	80%
	Week 7	s	Verslag	20%
Web-based informatiesystemen 1	Week 5-8	s	Praktische toets	100%
Genetica 3	Tentamenweek	s	Schriftelijke toets	100%
Statistiek 4	Tentamenweek	s	Digitale toets	100%
SLB	Week ??	s	Portfolio (onderdelen)	O/V

Verdiepende Minor “High-throughput / High-performance Biocomputing”

De toenemende hoeveelheid aan onoverzichtelijk grote datastromen (“Big Data”) in de biologie maakt een traditionele beoordeling en duiding door menselijke onderzoekers steeds vaker niet meer haalbaar. Daarom worden tegenwoordig “machine learning” technieken gebruikt ten behoeve van data-mining, d.w.z. het (semi-)automatisch opsporen en karakteriseren van patronen en relaties tussen meetvariabelen die niet noodzakelijk van tevoren bekend zijn. Deze verdiepende minor heeft tot doel om bestaande technieken voor het verwerken van grote datasets en datastromen aan te leren en om tevens een solide basis te geven om ontwikkelingen omtrent nieuw opkomende technieken in dit dynamische werkveld te kunnen volgen. Het eerste kwartaal van deze minor focust op het verkrijgen van begrip omtrent de theorie die aan diverse machine-learning methoden ten grondslag ligt en het opdoen van praktische ervaring met het werken met deze technieken; tijdens het tweede kwartaal worden libraries om parallel te programmeren en om computing grids te gebruiken geïntroduceerd.

Gedurende de twee opeenvolgende kwartalen voeren studenten in koppels een relevante praktijkopdracht uit op het snijvlak van biologie en data-mining. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de scrum-methodiek. De onderwerpen zijn voornamelijk afkomstig vanuit het werkveld (regionale onderzoeksinstellingen, ziekenhuizen, bedrijven, e.d.). Hierdoor hebben deze een actuele praktische relevantie en bieden ze de student gelegenheid om kennis te maken met het werken voor een externe opdrachtgever.

Kwartaal 3.3: Advanced Datamining

Thema-onderwerp

Het eerste kwartaal van de verdiepende minor “High-throughput / High-performance Biocomputing” heeft als voornaamste focus om enerzijds theoretische kennis te verkrijgen omtrent de werking van machine-learning algoritmen en hun mogelijke toepassingsgebieden en om anderzijds praktische ervaring op te doen met workflow management systemen die het mogelijk maken om dergelijke analyses op beheersbare wijze uit te voeren. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van Weka, een verzameling machine-learning algoritmen geïmplementeerd in Java, en SnakeMake, een hulpmiddel om reproduceerbaar en opschaalbaar data analyses uit te voeren. In dit kwartaal wordt tevens een begin gemaakt met het uitvoeren van de thema-opdracht, waarbij een globale opdracht van een externe opdrachtgever wordt vertaald naar gedetailleerde projectdoelstellingen, er een oplossingsstrategie wordt bedacht en wordt begonnen met het implementeren hiervan. Tenslotte vormt de module “Immunologie 2” onderdeel van dit kwartaal ter completering van de leerlijn Biologie.

Vakken

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVH4TH11	Praktijkopdracht	6	0	Een globale vraagstelling van een externe opdrachtgever wordt omgezet naar een gedetailleerde productbeschrijving en

				oplossingsstrategie, waarna gestart wordt met de praktische implementatie.
BFVH4DMN2	Advanced Datamining	3	S	Kennis opdoen omtrent de theoretische achtergrond en toepassingsmogelijkheden van algoritmes voor machine learning t.b.v. het herkennen van patronen in ruwe data.
BFVH4DPS1	Dataprocesing	3	O	Ontwerpen en implementeren van een command-line workflow met Snakemake.
BFVH4IML2	Immunologie 2	3	S	Theorie van immunologische afweer bij infecties met diverse pathogenen.

*: T is de toetsvorm. O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Relatie tussen de modules

De opdrachten die in de Praktijkopdracht door de studenten in koppels worden uitgewerkt worden erop geselecteerd dat ze vereisen dat onoverzichtelijk grote hoeveelheden gegevens worden geanalyseerd, of anders tenminste dat ze mogelijkheden bieden tot het toepassen van machine-learning technieken zoals regressie, classificatie, en clustering. Te denken valt hierbij bijvoorbeeld aan toepassingen op het gebied van beeldverwerking, genetica, klinische data, of life-logging. Hierdoor zal de voornamelijk theoretische inhoud van de module “Advanced Datamining” vanzelfsprekend centraal staan in deze Praktijkopdracht, of afhankelijk van de aard van de opdracht toch tenminste een onmisbare ondersteunende rol spelen. Omgekeerd biedt de Praktijkopdracht de studenten de gelegenheid om kennis te nemen van de criteria die gehanteerd worden bij de keuze van een geschikte analyse-methode en om ervaring op te doen met zowel de mogelijkheden als de beperkingen van dergelijke methoden. Meer praktisch zal de module “Dataprocesing” veelal rechtstreeks toegepast kunnen worden bij de implementatie van de gekozen oplossingsstrategie in de Praktijkopdracht, en biedt deze Praktijkopdracht omgekeerd wederom de kans om meer diepgaand en uitgebreid een workflow uit te werken die begrijpelijk, reproduceerbaar, en opschaalbaar is. Het aspect van opschaalbaarheid is met name relevant vooruitblikkend op het aansluitende kwartaal 3.4 waarin de Praktijkopdracht zal worden voortgezet binnen het thema “Big Data Computing”.

De module “Immunologie 2” staat enigszins los van de overige drie modules en vormt de afronding van de leerlijn Biologie.

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

De praktijkopdracht toetst op beroepscompetenties Onderzoeken (III), Experimenteren (III), Beheren (II), Adviseren (II), Leidinggeven (I) en Zelfsturing (II).

Bio-informatica competentie	Niveau	Manier van toetsing
1: Concretisering Vraagstelling	III	Plan van aanpak.
2: De wetenschappelijke methode/software ontwikkelingscyclus doorlopen	III	Continue beoordeling; Scrum sprints.

3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	III	Scrum-sprints; eindpresentatie; posterpresentatie.
4: Experimenten uitvoeren	III	Continue beoordeling; Scrum-sprints; eindproduct (incl. versiebeheer).
5: Programmeren	III	Eindproduct (incl. documentatie).
7: Code beheren	II	Versiebeheer van project.
9: Adviseren	I	Eindpresentatie, interactie met opdrachtgever.
11: Projectmatig werken	I	Plan van aanpak; scrum-sprints; eindpresentatie.
12: Samenwerken in onderzoeksteam	I	Continue beoordeling; Taakverdeling binnen projectgroep.
13: Zelfsturing	I	Continue beoordeling; Scrum-sprints.

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (formatief / <u>s</u> ummatief)	Toetsvorm	Beoordeling (cijfer/weging) **
Praktijkopdracht	Week 2	s	Plan van aanpak	20%
	Doorlopend	f	Scrum meetings	-
	Week 3, 5, 7	s	Scrum-sprints, eindpresentatie	30%
	Week 8	s	Poster	20%
	Tentamenweek		Eindproducten inleveren (incl. versiebeheer)	30%
Advanced Datamining	Tentamenweek	s	Schriftelijke toets	100%
Dataprocessing	Tentamenweek	s	Deadline eindopdracht	100%
Immunologie	Tentamenweek	s	Schriftelijke toets	100%

Kwartaal 3.4: Big Data Computing

Thema-onderwerp

Dit kwartaal gaat simpelweg verder met de projecten die in het eerste kwartaal opgestart zijn. De nadruk ligt nog meer op het “simuleren” van een stage; de studenten worden geacht zich het project eigen gemaakt te hebben en nu grotendeels zelfstandig de ingeslagen weg af te maken. Belangrijke aspecten ter verzelfstandiging zijn hierbij het onderhouden van het contact met de opdrachtgever en het verzamelen van resultaten voor de eindrapportage (verslag). Daarnaast zijn er nog 2 ondersteunende modules; Big Data Computing en Statistiek 5. Big Data Computing leert studenten hoe grote datasets/zware berekeningen te verdelen over meerdere processing units; meer CPU's in één server, meerdere cores op een GPU of meerdere nodes in een netwerk. Er wordt ingegaan op de algoritmische aspecten en technische implementaties, o.a. grid computing met SLURM, multiple-cpu programming met threading, multi-node computing in het MapReduce paradigma met Apache Spark, en GPU's inzetten met CUDA/Tensorflow.

Vakken

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVH15THM1 1AD	Praktijkopdracht	8	O	Komen tot een implementatie die in productie genomen kan worden door de opdrachtgever.
BFVH4BDC	Big data computing	3	P	Opsplitsen van grote data analyse opdrachten over meerdere CPU's/nodes/GPU's.
BFVH4STA5	Statistiek 5	3	P	Niet-lineaire modellen en Genome-Wide Association Studies (GWAS).
LSVH7STB3B	SLB	1	O	Stagevoorbereiding.

*: T is de toetsvorm. O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Relatie tussen de modules

De praktische opdracht is zoals in kader 3.3 vermeld een biologische vraag uit het werkveld over een dataset die voor de opdrachtgever van daadwerkelijk belang is. Big Data Computing leert de student over technieken die direct toepasbaar zijn op de data van hun praktische opdracht. De opzet van de projecten is dat dit biologische vragen zijn over datasets die erg groot zijn, groter dan de opdrachtgever aan kan op een gemiddelde desktop PC. Een of meerdere van de technieken uit "Big Data Computing" zullen dus van nut zijn bij het (tijdig) verwerken van het project.

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

De praktijkopdracht toetst op beroepscompetenties Onderzoeken (III), Experimenteren (III), Beheren (II), Adviseren (II), Leidinggeven (I) en Zelfsturing (II).

Bio-informatica competentie	Niveau	Manier van toetsing
2: De wetenschappelijke methode/software	III	Scrum sprints.

ontwikkelingscyclus doorlopen		
3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	II	Scrum-sprints; eindverslag.
4: Experimenten uitvoeren	III	Scrum-sprints; eindproduct (incl. versiebeheer).
5: Programmeren	III	Eindproduct (incl. versiebeheer).
7: Code beheren	II	Eindproduct (incl. versiebeheer).
9: Adviseren	I	Eindverslag.
10: Instrueren	I	Scrum-sprints.
11: Projectmatig werken	I	Scrum-sprints.
12: Samenwerken in onderzoeksteam	I	Eindverslag; eindproduct (incl. versiebeheer).
13: Zelfsturing	I	Scrum-sprints.

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (formatief / <u>s</u> ummatief)	Toetsvorm	Beoordeling (cijfer/weging) **
Praktijkopdracht	Week 1, 3, 5, 7	s	End/Start of Sprint bijeenkomsten	30%
	Doorlopend	f	Scrum meetings	
	Tentamenweek	s	Eindverslag inleveren	40%
	Tentamenweek	s	Eindproducten inleveren (incl. versiebeheer)	30%
Big data computing	Week 2,3,4,5,6,7	s	Praktijkopdrachten	100%
Statistiek 5	Tentamenweek	s	Praktische toets	100%
SLB	Week ??	s	Portfolio (onderdelen)	O/V

Verdiepende Minor “Application Design”

Deze minor heeft als centrale thema het ontwerpen en “bouwen” van software met een gebruikersvriendelijk interface. Aspecten die hier een rol bij spelen zijn onder andere interviewen van opdrachtgevers, opstellen van specificaties, gebruikmaken van zogenaamde “design patterns”, werken volgens de *Scrum* methodologie, en Unit testing. In het eerste kwartaal worden de technieken geleerd en toegepast die nodig zijn om van een eerste globale opdracht tot een gedetailleerd productontwerp te komen. In het tweede kwartaal wordt de implementatie van het product afgerond.

Kwartaal 3.3: Application Design

Thema-onderwerp

In het eerste kwartaal worden de technieken geleerd en toegepast die nodig zijn om van een eerste globale opdracht tot een gedetailleerd productontwerp te komen. Het thema start met de keuze van een project uit een portfolio van opdrachten uit het werkveld (vaak het UMCG). Het belangrijkste eindproduct dat beoordeeld wordt is het gedetailleerde productontwerp, ofwel de *Software Requirements Specifications (SRS)*. Projectmatig werken wordt in deze specialisatie intensief getraind middels de *Scrum* methodologie en project collaboratie middelen zoals Trello en versiebeheerssysteem *git*.

Vakken

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVH15THM1 1AD	Praktijkopdracht	6	O	Van globale opdracht naar gedetailleerde productbeschrijving en start implementatie.
BFVH4APPD	Application Design	3	P	Leren van enkele <i>agile</i> tools: OO principes, Functioneel Programmeren, design patterns, JUnit testing.
BFVH4DPS1	Dataprocessing	3	O	Ontwerpen en implementeren van een command-line workflow met Snakemake.
BFVH4IML2	Immunologie 2	3	S	Theorie van immunologische afweer bij infecties met diverse pathogenen.

*: T is de toetsvorm. O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Relatie tussen de modules

De module *Application Design* geeft de theorie van en eerste kennismaking met alle aspecten die relevant zijn voor de ontwerpfasen van gebruikerssoftware met grafische gebruikersinterface (GUI). In de themaopdracht worden deze vaardigheden vervolgens verder uitgebouwd door te werken aan een opdracht die uit het werkveld komt, met opdrachtgevers uit het werkveld. In de module *Dataprocessing* wordt geleerd hoe verschillende *commandline* applicaties middels *Snakemake* aan elkaar geknoopt kunnen worden tot een *commandline workflow*. Dergelijke *workflows* kunnen later als de *backend* dienen voor gebruikerssoftware zodat een eenvoudigere interactie met de eindgebruiker ontstaat.

De module Immunologie 2 staat eigenlijk op zichzelf in dit thema. Er was in dit kwartaal simpelweg nog de ruimte om deze verdiepende immunologie module aan te bieden.

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

Bio-informatica competentie	Niveau	Manier van toetsing
1: Concretisering Vraagstelling	III	Software ontwerpdocument.
2: De software ontwikkelingscyclus doorlopen	III	Toepassen / meedoen van Scrum methodologie, Ticket Board (Trello), Omgaan met feedback van opdrachtgever(s).
3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	III	Presentaties (End-of-sprints), Software ontwerpdocument.
4: Experimenten uitvoeren	-	-
5: Programmeren	III	Software repo, waarin code, docs, en JUnit tests.
6: Data beheren	II	<i>Data layer</i> : ontwerp en ontsluiting.
7: Code beheren	II	Gebruik van git (waaronder Readme en <i>Commit</i> historie).
8: Het eigen systeem beheren	II	Installeren en deployen van Spring Boot webapplicatie framework. Extra benodigde software selecteren en installeren.
9: Adviseren	II	Contacten (email, interview, verwerken gebruikers feedback) met opdrachtgever(s).
10: Instrueren	I	Scrum meetings, End of Sprint.
11: Projectmatig werken	I	Gebruik van Trello en samenwerking via <i>git</i> .
12: Samenwerken in onderzoeksteam	I	Aanwezigheid, Bereikbaarheid voor medestudent en docent en opdrachtgever.
13: Zelfsturing	I	Scrum meetings, continue feedback (dagelijks functioneren).

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (f _{ormatief} / s _{ummatief})	Toetsvorm	Beoordeling (cijfer/weging) **
Praktijkopdracht				
	Week 3	s	Sprint	
	Week 5	s	Sprint	
	Week 7	s	Sprint/Eindpresentatie	Alle sprints: 40%
	Week 8	s	Poster	15%
	Tentamenweek		Eindproducten inleveren	45%
Application Design	Week 1-5	f	Oefenopdrachten	0%
	Tentamenweek	s	Praktische toets; ontwerpopdracht	100%
Dataprocessing	Tentamenweek	s	Deadline eindopdracht	100%
Immunologie	Tentamenweek	s	Schriftelijke toets	100%

Kwartaal 3.4: Visualisatie en Gebruikersinteractie

Thema-onderwerp

Dit kwartaal gaat simpelweg verder met de projecten die in het eerste kwartaal opgestart zijn. Daarnaast zijn er nog 2 ondersteunende modules.

Vakken

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVH15THM1 1AD	Praktijkopdracht	8	O	Komen tot een implementatie die in productie genomen kan worden door de opdrachtgever.
BFVH4DBS3	Web-based informatiesystemen 2	3	P	Web architectuur ontwerpen die bouwt op (micro-)services.
BFVH4STA5	Statistiek 5	3	P	Niet-lineaire modellen en Genome-Wide Association Studies (GWAS).
LSVH7STB3B	SLB	1		Stagevoorbereiding.

*: T is de toetsvorm. O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Relatie tussen de modules

De module Web-based informatie systemen verbreedt het palet aan tools die ingezet kunnen worden om volwassen web applicaties te bouwen. De module Statistiek 5 hoort hier functioneel niet bij maar eindigt de leerlijn statistiek.

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

Bio-informatica competentie	Niveau	Manier van toetsing
1: Concretisering Vraagstelling	-	-
2: De software ontwikkelingscyclus doorlopen	III	Toepassen / meedoen van Scrum methodologie, Trello Board, Feedback van opdrachtgever(s).
3: Rapporteren en presenteren van onderzoek	III	Presentaties (End-of-sprints), Software ontwerpdocument.
4: Experimenten uitvoeren	-	-
5: Programmeren	III	Software repo, waarin code, docs, JUnit tests.
6: Data beheren	II	<i>Data layer</i> : ontwerp en ontsluiting.
7: Code beheren	II	Gebruik van git (waaronder Readme en <i>Commit</i> historie).
8: Het eigen systeem beheren	II	Installeren en deployen van Spring Boot web applicatie framework.
9: Adviseren	II	Contacten (email, interview, verwerken gebruikers feedback) met opdrachtgever(s).
10: Instrueren	I	Scrum meetings, End of Sprint.

11: Projectmatig werken	I	Gebruik van Trello en samenwerking via <i>git</i> .
12: Samenwerken in onderzoeksteam	I	Aanwezigheid, Bereikbaarheid voor medestudent en docent en opdrachtgever.
13: Zelfsturing	I	Scrum meetings, continue feedback (dagelijks functioneren).

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (f _o rmatief / s _u mmatief)	Toetsvorm	Beoordeling (cijfer/weging) **
Praktijkopdracht	Week 1, 3, 5, 7	s	End/Start of Sprint bijeenkomsten	
	Doorlopend	f/s	Scrum meetings	10%
	Week 7	s	Eindpresentatie	10%
	Tentamenweek	s	Eindverslag inleveren	20%
	Tentamenweek	s	Eindproducten inleveren	60%
Web-based informatiesystemen 2			Eindopdracht	100%
Statistiek 5	Tentamenweek	s	Praktische toets	100%
SLB	Week ??	s	Portfolio (onderdelen)	O/V

Jaar 4: Afstudeerjaar

Het afstudeerjaar is verdeeld in twee helften – stage en afstuderen. Studenten zoeken zelf een geschikte “werkgever” en project. Deze dienen wel door de stagecoördinator te worden goedgekeurd.

Eerste semester: Stage

De stage bestaat uit een aaneengesloten periode van ongeveer 20 weken, bij nominaal studeren in de eerste helft van het derde studiejaar. De doelen en werkwijze van de stage en het afstuderen staan uitgebreid beschreven in de stagehandleiding (te vinden op Blackboard, onder *course* Stage en afstuderen ILST, dus hier volgt alleen een zeer korte samenvatting daarvan. De stage is die periode waarin de student onder meer kennis en ervaring opdoet in een toekomstige werksituatie. Voor bio-informatica studenten is dat vaak een academische instelling (met name UMCG) of een research-gericht bedrijf (bv KeyGene, AVEBE). De stage is nog steeds sterk gericht op het leerproces en de professionele ontwikkeling. De stageperiode wordt afgesloten met een eindverslag en een poster pitch- en -presentatie op de ILST-brede “terugkomdag”.

Dit zijn de onderdelen van de stageperiode:

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVH15STAGE	Stage	26	O	Stageperiode
LSVH15STAGE RAP	Rapporteren Stage	2	O	Controle eindniveau schrijfvaardigheid
LSVH15KWAL Z	Kwaliteitszorg	1		De student inventariseert bij het bedrijf/instelling hoe aan kwaliteitszorg wordt gedaan.
LSVH15ARBO	ARBO	1		De student inventariseert bij het bedrijf/instelling de regels en het beleid rond ARBO

*: T is de toetsvorm. O = Opdracht; S = Schriftelijk tentamen; P = Praktisch tentamen (computertoets)

Koppeling stagebeoordeling en beroepscompetenties

De competenties zoals die in het hoofdstuk [VERTALING VAN LANDELIJKE NAAR BEROEPSSPECIFIEKE BIO-INFORMATICA COMPETENTIES](#) beschreven zijn, worden allen op eindniveau getoetst. Dit gebeurt aan de hand van het Beoordelingsformulier Stage en Afstuderen.

Tweede semester: Afstuderen

Het Afstudeerproject (30 EC groot, Osiris code BFVH15AFST) is het enige onderdeel van de tweede helft van het afstudeerjaar. Het afstudeerproject geldt als een soort “proeve van bekwaamheid”; studenten moeten met een redelijke mate van zelfstandigheid laten zien dat ze klaar zijn voor een eerste aanstelling in het werkveld.

Dit onderdeel wordt afgesloten met een verslag en een publieke eindpresentatie op school. Dit onderdeel wordt altijd door twee eindexaminatoren (docenten) bijgewoond en beoordeeld, eventueel in observerende en informeel adviserende rol aangevuld met een lid van de Werkveld Advies Commissie (WAC).

Koppeling stagebeoordeling en beroepscompetenties

De competenties zoals die in het hoofdstuk **VERTALING VAN LANDELIJKE NAAR BEROEPSSPECIEKE BIO-INFORMATICA COMPETENTIES** beschreven zijn, worden hier allen op eindniveau getoetst. Dat alle competenties het eindniveau hebben is een vereiste om te kunnen afstuderen. Dit gebeurt aan de hand van het Beoordelingsformulier Stage en Afstuderen.

Verbreedende Minor *Bioinformatics for Life Science Students*

Het opleidingsteam bio-informatica verzorgt één verbreedende minor. Deze minor loopt in het tweede semester (kwartaal 3 en 4) en staat open voor niet-Nederlandstalige studenten; daarom volgt hier de tekst in het Engels.

More and more, lab technicians encounter data and analysis challenges unsolvable (or unsuitable) for traditional means of storage and exploration (*i.e.* Excel). Therefore, this minor focuses on those computer skills that will help tackling data handling and analysis challenges in modern life science research. Subjects that will be dealt with are Next Generation Sequencing (NGS) technologies and their applications, and many aspects of data processing: storage strategies, exploration, visualization and analysis. Along the way, basic programming skills in Python and R will be learned.

This minor is open to all (third year) life science students with basic statistics knowledge covering at least descriptive statistics, normal distribution, t-test. Foreign students are required to attend the course Dutch Language & Culture (provided by the Hanze University of Applied Science). The target group for this minor is Life Science students in their third year wishing to strengthen the digital skills relevant to their profession. However, the minor is also open for other students with sufficient background in biology (primarily genetics) and statistics.

All course material is developed in English, but only when non-Dutch students participate, the lectures will be held in English as well.

Learning outcomes of the minor

These are the learning outcomes of the minor as a whole. The central learning outcome of this minor is “Presenting a broad view of the different aspects of the field of bioinformatics: programming, analysis, databases, data and concepts. A student who has taken this minor should be able to apply learned skills to relevant challenges in the work place and know how to quickly broaden their skillset and knowledge based on current tasks”.

- The student knows the main analysis tools in the field of bioinformatics, being primarily Next Generation Sequencing (NGS), and is able to describe their applications, strengths and weaknesses.
- The student knows the major online bioinformatics databases, knows the file formats used to present information from them, and is able to retrieve relevant information needed to address a biomedical research question.
- The student is able to carry out genome diagnostics and other genetic analyses using NGS data in order to, for example, to (1) elucidate a heritable disease or genetic disorder or (2) to analyse gene expression on a whole-genome scale.
- The student is able to process, store, explore, transform, and visualize large datasets originating from lab experiments & high-throughput analysis machines by applying scripting skills in the languages R, SQL and Python.

- The student is able to independently translate a biomedical research challenge into bioinformatics workflow design, implementation and execution.
- The student is able to effectively communicate, document and justify bioinformatics analyses to other professionals in the biomedical work field.

Quarter 1: Genome Diagnostics

Theme of this quarter

The first half (quarter) of this minor will revolve around the essentials and applications of modern sequencing technologies, culminating in a project in which the student will analyze the DNA of a patient with the goal of identifying those genomic variants that are the most likely candidates for causing a certain disease.

Courses

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVH15DIAGN	Diagnostic genome analysis (project)	5	O	Project aiming to identify the genetic cause for a heart disease case using analysis of genetic variants.
BFVH15PYTHON	Programming with Python	3	P	Introduces basis skills in programming using the language Python.
BFVH17LINUX	Linux	3	P	Deals with the fundamentals working at the command line (terminal).
BFVH15THBIN EN1	Theory of Bioinformatics 1	3	S	Theory of NGS and its applications, sequence alignment and SNPs.
BFVH15IAC	Introduction or Academic Counselling	1	O	Afhankelijk van waar de student vandaan komt: regulier SLB, aparte SLB opdracht voor verkenning bio-informatica in eigen vakgebied, of introductie voor buitenlandse studenten.

*: T is de assessment method. O = Assignment/Project; S = Written exam; P = Practical (computer) exam

Relationship between courses (coherence)

A variety of skills (and knowledge) are required to be able to carry out diagnostic genome analysis projects. Some of these (e.g. workflow design and implementation using Galaxy) are dealt with in the project exclusively, while others have a course expanding on the subject. Python is a major general-purpose data processing tool in bioinformatics and therefore deserves a separate course. The Linux terminal (Command Line Interface) serves as the glue and environment for many bioinformatics activities. Finally, the Theory of Bioinformatics course deals with and expands upon the theoretical aspects of genomic / high-throughput sequencing: technical aspects, applications, analysis. A main subject here is sequence alignment, a central concept in bioinformatics.

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

Aangezien dit een verbredende minor voor andere opleidingen is, is dit geen relevant aspect, althans niet voor de opleiding bio-informatica.

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (formatief / summatief)	Toetsvorm	Beoordeling (cijfer / weging)
Diagnostic genome analysis (project)	Weekly (week 3, 5, 6)	s	Deliverables	20%
	Week 7	s	Poster Presentation	20%
	Week 9	s	Project Journal	60%
Programming with Python	Week 9	s	Practical exam	100%
Linux	Week 9	s	Practical exam	100%
Theory of Bioinformatics 1	Week 9	s	Written exam	100%
Introduction or Academic Counselling	Week 9	s	Portfolio document	100%

Quarter 2: Data to Biology

Theme of this quarter

In the second half of the minor, we will switch to another –but related- domain of bioinformatics. This is the domain of digital experimentation, analysis, inference and visualization. Instead of Python, we will use the (statistical) language R to explore this domain. The central topic will be genome-wide gene expression analysis using RNA-seq data (a NGS technology).

Courses

Code	Naam	ECs	T*	Omschrijving (1 zin)
BFVH15CAPST ONE	<i>Capstone project:</i> Analysis of gene expression	8	O	Researching a disease of biological phenomenon of own choosing, using publicly available RNA-seq datasets.
BFVH15DA&V UR	Data analysis and visualization using R	4	P	Data import, analysis & visualization using the statistical language R. Performing descriptive statistics, statistic tests and presenting results graphically.
BFVH15THBIN 2	Theory of bioinformatics 2	3	S	Online databases, sequence analysis (cont.), phylogeny.

*: T is de assessment method. O = Assignment/Project; S = Written exam; P = Practical (computer) exam

Relationship between courses (coherence)

The main toolbox of this quarter is R; therefore the R course lectures are concentrated in the first 3 weeks of the quarter in order to learn the skills relevant to the capstone project. The second theory of bioinformatics course also deals with gene expression analysis and expands on NGS applications and concepts, of which RNA-seq is an important field.

Koppeling praktijkopdracht en beroepscompetenties

Aangezien dit een verbredende minor voor andere opleidingen is, is dit geen relevant aspect.

Toetsplan

Module	Moment van toetsing / inlevering	Functie (formatief / <u>s</u> ummatief)	Toetsvorm	Beoordeling (cijfer / weging)
Capstone project	Week 2	s	Project Proposal	15%
	Week 1-7	s	Professional functioning	10%
	Week 8	s	Report (Scientific short publication)	25%
	Week 8	s	RMarkdown Lab-journal	50%
Data analysis and visualization using R	Week 1, 2, 3, 4	s	Digital assignment (Maple TA)	Pass/Fail
	Week 9	s	Practical exam	100%
Theory of Bioinformatics 2	Week 9	s	Written exam	100%

Lijst van afkortingen

BIN	Opleiding Bio-informatica (in Groningen)
BoKS	Body of Knowledge & Skills
BSC	Bachelor of Science
DAS	Domein Applied Science
FAIR	FAIR principe: Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable
HAN	Hogeschool van Arnhem en Nijmegen
HBO	Hoger Beroeps Onderwijs
HG	Hanzehogeschool Groningen
HSL	Hogeschool Leiden
LOBIN	Landelijk Overleg Bio-informatica