

## Stellungnahme des Zentrums für Qualitätssicherung und -entwicklung (ZQ)

### M.Sc. Bioinformatik

JGU Mainz, 09.02.2012

#### 1. Vorbemerkungen

Das Prozesshandbuch zur Systemakkreditierung sieht vor, dass ein Studiengangskonzept nach einem abgestimmten Spektrum ausgearbeiteter Qualitätskriterien bewertet werden sollte. Zu diesen Kriterien zählen:

- die Transparenz der Studiengangsziele,
- die Anbindung des Studiengangs an Gesamtstrategien und Schwerpunkte des Fachbereichs und der Hochschule,
- die regionale und überregionale Verortung des Studiengangs (Wettbewerbsfähigkeit),
- die Relevanz des Konzeptes für bestehende und zu entwickelnde Forschungsschwerpunkte und für die Förderung wissenschaftlichen Nachwuchses,
- das Vorhandensein hochschulinterner und -externer Kooperationspotenziale,
- die Berücksichtigung internationaler Fachstandards und der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion,
- die internationale Ausrichtung des Studiengangs,
- ein ausreichender Bedarf an Absolventen/innen auf dem Arbeitsmarkt und die Ausrichtung des Studiengangs an zu erwartenden Studierendenzahlen,
- die berufspraktische Orientierung des Studiengangs,
- der Nachweis notwendiger sächlicher und personeller Ressourcen.

Im Folgenden wird ausgeführt, in welchen Bereichen die dargelegten Aspekte im M.Sc.-Studiengang Bioinformatik bereits berücksichtigt sind bzw. weiterer Klärung bedürfen.

In die Stellungnahme fließen insbesondere die Anmerkungen externer Berater/innen ein, denen das Konzept zur Beurteilung vorlag. Auf diese Weise wird jeweils die Einschätzung von Fachexperten/innen, Berufspraktikern/innen und Studierenden einbezogen, die im Falle des vorliegenden Konzeptes bis auf wenige unten aufgeführte Aspekte übereinstimmend positiv ausfällt.

#### 2. Ziele und Ausrichtung des Studiengangs Bioinformatik

Die für den mehr anwendungsorientierten konsekutiven Masterstudiengang Bioinformatik explizierten Ziele und Leitideen sind nach Aussage der externen Gutachter/innen in der Studiengangsdokumentation deutlich beschrieben und entsprechen den gängigen curricularen Entwicklungen. Ein Gutachter hebt als Alleinstellungsmerkmal des Programms die gezielte anwendungsorientierte Ausrichtung hervor, die eine Brücke zwischen der Informatik und der Lebenswissenschaften bilde und nicht der Methodenentwicklung, sondern der Anwendung den Vorrang gibt. Der angestrebte Abschlussgrad erscheine angemessen und die zusätzlichen Qualifikationen der Studierenden im Bereich der Informatik seien mit Blick auf die Berufsqualifizierung sinnvoll.

Gemäß Selbstdokumentation verfolgt der Studiengang das Ziel, Studierende auf die Anwendung bioinformatischer Methoden in Wissenschaft und Industrie vorzubereiten. Im Hinblick darauf werden die Studierenden *in die Lage versetzt, aktuelle bioinformatische Forschung nachzuvollziehen und auf konkrete Probleme anzuwenden. Da der Fokus nicht auf der Methodenentwicklung, sondern vielmehr*

*auf deren Anwendung liege, habe der Bereich der Lebenswissenschaften ein starkes Gewicht.*

### *3. Einbindung des M.Sc. Bioinformatik in Fachbereich, Hochschule und Region*

Eine Anbindung des Studiengangs an Gesamtstrategien des Fachbereichs wird aus der Studiengangdokumentation auf mehreren Ebenen deutlich. Die Ausrichtung eines Masterstudiengangs auf eine Brückenfunktion zwischen Lebenswissenschaften und Informatik erscheint aus Sicht der Gutachter und insbesondere vor dem Hintergrund der Struktur der Fachlandschaft der Universität Mainz angemessen.

Laut Antrag wurde beim Neuaufbau der Mainzer Informatik eine Anbindung an interdisziplinäre Konzepte auf Forschungsebene verfolgt, die z.B. zum Schwerpunkt „Rechnergestützte Forschungsmethoden in den Naturwissenschaften“ bestehen. Auch eine Stärkung der Bioinformatik ist avisiert (etwa über einen DFG-Antrag auf ein Graduiertenkolleg im Bereich der Bioinformatik).

Hinzu kommt, dass sämtliche informatische Lehrstühle relevante Kernmethoden der Informatik mit engem Bezug zu Naturwissenschaften vertreten. Am Institut seien Arbeitsgruppen in den Bereichen Algorithmik, Bioinformatik, Data-Mining, High-Performance Computing, Modellbildung und Simulation (derzeit vakant) und Computergrafik und virtuelle Realität eingerichtet. Das Masterprogramm besitzt nach Einschätzung der Antragsteller das Potential, die enge Verbindung der Informatik zu den Lebenswissenschaften zu befördern. Laut Antrag werden derzeit bereits in zahlreichen Arbeitsgruppen aus diesen Bereichen bioinformatische Kenntnisse benötigt<sup>1</sup>.

Zudem kooperiert der Studiengang mit dem Rechenzentrum in Mainz.

Aus dem Blickwinkel des Praxisvertreters erscheint es relevant, Masterarbeiten sowohl in den wissenschaftlichen Schwerpunktbereichen als auch in Kooperation mit Wirtschaftsunternehmen anzufertigen. Dies verschaffe den Studierenden häufig nicht nur einen Einstieg zu einer ersten Arbeitsstelle, sondern ermögliche auch, das tatsächliche Umfeld mit den Arbeitsbedingungen kennenzulernen. Kooperationen zwischen den Universitätsinstituten und Unternehmen könnten einerseits den Rahmen für solche Arbeiten schaffen, wie sich daraus auch gemeinsame Forschungsprojekte erschließen ließen.

Auf die zweifelsohne vorhandenen weiteren Vernetzungen der Mainzer Institute im außeruniversitären Bereich (Firmen, Labore etc.), insbesondere im Hinblick auf Vermittlungsmöglichkeiten von Studierenden, ist im Studiengangskonzept jedoch noch kein Bezug genommen.

➔ Gerade vor dem Hintergrund des eher anwendungsorientierten Charakters des Programms wären einige Angaben über entsprechende Verbindungen hilfreich. Es wird daher eine (ggf. exemplarische) Ergänzung von Kooperationspartnern im Konzept erbeten sowie eine knappe Erläuterung, in welchen Kontexten des Studiengangs die Studierenden von diesen profitieren können.

### *4. Interkulturelle Kompetenzen und internationale Ausrichtung des M.Sc.-Studiengangs Bioinformatik*

Gemäß den Ausführungen im Konzept wie auch nach Einschätzung der Gutachter/innen wird eine internationale Ausrichtung des Studiengangs deutlich. Ein Auslandsaufenthalt bietet sich gemäß Konzept im dritten Semester an, in welchem hauptsächlich Wahlpflichtveranstaltungen belegt werden. Seitens der Fachvertreter/innen wird zu Recht empfohlen, den Auslandsaufenthalt mit der Studienberatung abzustimmen, um zu gewährleisten, dass die Auslandsmodule sinnvoll in die Masterarbeit eingebracht werden können.

Die Möglichkeit, Auslandserfahrung während des Studiums zu sammeln, wird von dem Praxisvertreter wie auch dem studentischen Gutachter begrüßt. Aus dem Blickwinkel der Praxis fördert ein sol-

---

<sup>1</sup> so z.B. in den Arbeitsgruppen von Prof. Stöcker, Prof. Decker, Prof. Jänicke und Prof. Markl auf strukturebiologischer Ebene, in den Gruppen von Prof. Schmid, Prof. Hankeln und Prof. Zischler auf sequenzieller Ebene.

cher Aufenthalt nicht nur das Verständnis für unterschiedliche Kulturen, sondern bereitet auch auf das immer globalere Arbeitsumfeld vor, wie es Absolventen/innen heute in der Regel vorfinden.

Bezogen auf den Studienverlauf merkt der Vertreter der Studierenden jedoch kritisch an, dass bei einem einsemestrigen Aufenthalt im Ausland möglicherweise Anschlussprobleme auftreten. So werde das Modul „Einführung in die Bioinformatik“ nur jährlich angeboten und könne, sofern es an der ausländischen Hochschule nicht vorgesehen ist, nicht unmittelbar im Semester nach dem Auslandsaufenthalt absolviert werden.

→ Eine Einschätzung zu diesem Sachverhalt wird erbeten.

Laut Antrag pflegen das Institut für Informatik wie auch die Biologie zahlreiche Kooperationen auf wissenschaftlicher Ebene.

→ Ein Nachtrag wäre hilfreich, welche kooperierenden Universitäten für einen Auslandsaufenthalt in Frage kämen (etwa auch: Erasmuskoooperationen etc.).

## 5. Konzeption des Studiengangs Bioinformatik

Der Studiengang verbindet die Bioinformatik mit weiteren Disziplinen der Fachbereiche 08 und 10 und ist als 1-Fach-Studiengang (4 Semester, 120 Leistungspunkte (LP)) konzipiert. Das Programm kann zum SoSe sowie zum WS begonnen werden.

Der Aufbau des Studiengangs erklärt sich laut Antrag aus dem Ziel, (Bio-)informatische Kenntnisse direkt auf biologische Probleme anwenden zu können. Die Absolventen/innen des Studiengangs vereinen damit einen lebenswissenschaftlichen Hintergrund mit einer Informatikausbildung und bioinformatischen Kenntnissen und unterscheiden sich in ihrem Fähigkeitsspektrum von Masterabsolventen/innen sowohl der Lebenswissenschaften als auch der Informatik.

Das Studium besteht aus insgesamt neun Modulen:

- Vier Module aus dem Bereich Informatik (42 LP): Grundlegende Veranstaltungen aus Informatik und Mathematik (importiert aus dem B.Sc. Informatik) sollen die Studierenden in die Lage versetzen, bioinformatische Algorithmen und Programme analysieren, modifizieren und anwenden zu können<sup>2</sup>.
- Zwei Module aus dem Bereich Biologie (Biologie I und II): Weiterführende Veranstaltungen aus den Lebenswissenschaften sollen den Studierenden ein tiefes Verständnis biologischer Systeme und Arbeitsweisen vermitteln und in Forschungsthemen einführen. Dabei können die Studierenden zwischen verschiedenen biologischen Anwendungsfeldern wählen: Humangenetik und Molekulargenetik, Molekulargenetik – Gentechnologie, Molekulare Zellbiologie (Weitere Veranstaltungen der Lebenswissenschaften können zu Modulen anerkannt werden).
- Das Modul Bioinformatik vermittelt wichtige Algorithmen und Methoden aus verschiedenen Bereichen der Bioinformatik. Ein Bioinformatik-Praktikum dient dazu, den Studierenden die Probleme bei der Anwendung der Verfahren in der Praxis aufzuzeigen und Lösungsstrategien einzuüben. Um eine individuelle Gewichtung zwischen Anwendung und Methodik zu ermöglichen, können die Studierenden weitere Wahlpflicht-Veranstaltungen im Umfang von 9 LP aus dem Masterprogramm der Informatik oder der Lebenswissenschaften wählen.

Im Rahmen einer sechsmonatigen Masterarbeit (30 LP), die zusätzlich mit einem Masterseminar (9 LP) vorbereitet wird, sowie einer Abschlussprüfung (3 LP) sollen bioinformatische Kenntnisse auf ein aktuell im Labor bestehendes Problem angewandt werden. Positiv hervorzuheben ist, dass die Masterarbeit daher von Dozenten/innen in der Informatik und den Lebenswissenschaften gemeinschaftlich betreut wird. Die Masterarbeit befähigt die Studierenden, selbstständig Methoden der Bioinformatik auf eine Fragestellung der Lebenswissenschaften anwenden zu können.

Nach Abschluss des Programms besitzen Absolventen/innen laut Antrag die Fähigkeiten zur Anwendung bioinformatischer Methoden in der täglichen Praxis im Labor und haben genügend Kenntnisse in der Informatik, um die verwendeten Algorithmen verstehen, analysieren und modifizieren zu können. Zudem verfügen sie über besondere Kompetenzen in den lebenswissenschaftlichen Disziplinen,

---

<sup>2</sup> Sie setzen sich zusammen aus den verpflichtenden Modulen „Mathematik für Informatiker“ (9 LP), „Grundlagen der Informatik“ (12 LP), „Datenstrukturen und effiziente Algorithmen“ (9 LP) und „Vertiefung Informatik“ (12 LP). In letzterem Modul enthalten ist auch die Vorlesung „Einführung in die Bioinformatik“ aus dem Bachelorprogramm der Informatik. Zusammen vermitteln die Module die für ein Verständnis informatischer und bioinformatischer Methoden nötigen Kompetenzen und genügen, um die spezielleren Bioinformatik-Veranstaltungen erfolgreich absolvieren zu können. Zusätzlich werden typische Arbeitsweise und Anwendung von Computern im Praktikum trainiert.

um die Probleme der Daten und deren Erhebung zu verstehen sowie die praxisrelevante Analyse der Resultate durchführen zu können. Der Erwerb übergreifender Kompetenzen wird aus Sicht der Fachvertreter/innen durch den interdisziplinären Ansatz des Studiengangs gefördert, da die Studierenden die Kompetenzen erwerben, Denkweisen und Resultate der jeweiligen einen Disziplin in die Sprache der anderen Disziplin zu übersetzen.

Hinsichtlich der Gesamtstruktur des Curriculums bemängelt der studentische Gutachter vor diesem Hintergrund jedoch den geringen Fokus, der inhaltlich auf die Schnittstelle Informatik und Biologie/Lebenswissenschaften gelegt wird und zieht in Zweifel, dass sich sämtliche wesentlichen Kompetenzen eines zwischen den Disziplinen liegenden Studiengangs in einem Modul „Bioinformatik“ von 9 LP (abzüglich der 3 LP des Praktikums mit seinem als eher allgemein eingestuften Beitrag zu diesem Thema) erwerben ließen. Auch der Fachgutachter sieht bei der aktuellen Konzeption des Programms die Herausforderung, über die informatikorientierten Lehrveranstaltungen aus dem eher klassisch ausgerichteten B.Sc. tatsächlich das notwendige anwendungsorientierte Wissen und Können zu vermitteln, welches ein/e Lebenswissenschaftler/in in seinem späteren Berufsfeld benötigt.

So stimmen beide Gutachter darin überein, dass eine einfache Übernahme existierender Lehrveranstaltungen aus dem Bachelorstudiengang in Informatik in das neue Curriculum mit seinen doch anderen Anforderungen als kritisch anzusehen ist. Die eigenständige Übertragung von Algorithmen der Informatik auf die Probleme der Lebenswissenschaften sei nur bedingt zu erwarten. Daher ist nach Einschätzung des Fachgutachters zumindest sicherzustellen, dass die Lehrveranstaltungen der Studierenden des Masterstudiengangs bspw. durch Übungsgruppen begleitet werden, die von speziell auf die Anwendung in den Lebenswissenschaften vorbereiteten Tutoren/innen durchgeführt werden.

→ Eine Begleitung der Lehrveranstaltungen durch Übungsgruppen/Tutorien (gerade auch mit Blick auf erweiterte Möglichkeiten für den/die interdisziplinäre/n Diskurs/Reflektion) wird erbeten; eine knappe Erläuterung des Konzeptes wäre hilfreich.

Im Hinblick auf die Abfolge der Inhalte erachtet der studentische Gutachter es ferner als strukturell ungünstig, dass Studierende mit Beginn im Sommersemester im Modul „Bioinformatik“ die Kompetenz erwerben sollen „effiziente Algorithmen für biologische Systeme“ zu entwerfen, jedoch erst im zweiten Semester die Veranstaltungen im Modul „Datenstrukturen und effiziente Algorithmen“ besuchen. Mit Beginn im Wintersemester ergäbe sich ein ähnliches Problem, da das Modul „Datenstrukturen und effiziente Algorithmen“ im ersten Semester geplant sei, jedoch trüge erst das Modul „Grundlagen der Informatik“ im zweiten Semester inhaltlich zu den Fragestellungen bei.

Ferner vermisst der studentische Gutachter das Thema Datenbanken, welches s.E. auch für Bioinformatiker relevant ist.

→ Es wird eine Einschätzung erbeten, inwieweit die fachliche Abfolge sich nachteilig auf die Ausbildung auswirken kann/ggf. Aufzeigen von Lösungsmöglichkeiten.

→ Zudem ist eine Rückmeldung zur Frage, inwieweit das Thema Datenbanken in das Programm integriert werden könnte, hilfreich.

Generell fällt auf, dass einige Angaben zur Moduldauer von jenen im Studienverlaufsplan abweichen (z.B. Modul „Grundlagen der Informatik“).

→ Anpassung des Studienverlaufsplanes bzw. der Angaben zur Moduldauer.

Aus Sicht der Berufspraxis bildet der Studiengang angemessen auf das spätere Aufgabenfeld von Bioinformatikern/innen aus. Als gelungen wird dabei das Verhältnis zwischen Theorie und Praxis bzw. zwischen Vorlesung und Übung bewertet, über welches Studierende Gelerntes anwenden und auf neue Problemstellungen zu übertragen lernen. Besonders relevante Lehrveranstaltungen stellten aus dieser Perspektive folgende dar:

Theoretische Grundlagen der Informatik I, Einführung in die Softwareentwicklung, Datenstrukturen und effiziente Algorithmen, Mathematik für Informatiker, Einführung in die Bioinformatik, Strukturbasierte Bioinformatik, Seminar zu Themen der Bioinformatik, Praktikum Anwendung bioinformatischer Softwarewerkzeuge.

Da nach Erfahrungen aus der Praxis gerade Statistik-Kenntnisse sowie Lineare Algebra, Analysis und Numerik als relevant zu gelten haben, erscheint der Gutachterin die Veranstaltung „Mathematik für Informatiker“ mit nur 4 + 2 SWS recht knapp bemessen. Auch die Veranstaltung „Maschinelles Lernen und Data Mining“ aus dem Informatik-Masterstudiengang ist i.E. für das Programm empfehlenswert (z.B. als Vertiefungsvorlesung der Informatik).

Ferner werden Bioinformatik-Veranstaltungen zum Thema Systembiologie und Analyse biologischer Netzwerke sowie zur Wirkstoff-Forschung und Chemoinformatik angeregt.

→ Es stellen sich daher die Fragen,

- ob das Mathematik-Modul erweitert (ggf. um 2 SWS) bzw. um eine zusätzliche Statistik-Veranstaltung ergänzt werden kann,
- ob die Veranstaltung „Maschinelles Lernen und Data Mining“ für den Studiengang nutzbar gemacht werden kann,
- inwieweit Lehrveranstaltungen zum Thema Systembiologie und Analyse biologischer Netzwerke sowie zur Wirkstoff-Forschung und Chemoinformatik integriert werden könnten.

Als weniger zielführend erachtet die Gutachterin die beiden Praktika aus dem Bereich der Biologie, da Bioinformatiker/innen im Berufsalltag selten Laborarbeit zu verrichten hätten<sup>3</sup>.

Aus der Praxiserfahrung ergibt sich ferner eine hohe Relevanz der englischen Sprache im späteren Berufsleben, so dass die Gutachterin empfiehlt, zumindest das Seminar (die Vorträge sowie die anschließenden Diskussionen) verpflichtend auf Englisch durchzuführen.

→ Eine Rückmeldung wird erbeten, auf welche Weise der Erwerb englischer Sprachkompetenz in das Curriculum integriert werden kann.

An dieser Stelle seien ferner einige Formalia genannt, die im Rahmen der Zertifizierung noch auszugestalten bzw. vorzulegen sind:

→ Erbeten wird die Vorlage des Diploma Supplements (in dt. und engl. Sprache). Zudem sollten das Transcript of Records sowie das Diploma Supplement über Jogustine angelegt werden<sup>4</sup>.

→ Darüber hinaus sollte dafür Sorge getragen werden, dass das aktualisierte Modulhandbuch und die Studienverlaufspläne nach Inkrafttreten in einem den Studierenden zugänglichen Medium veröffentlicht werden (Homepage etc.).

→ Wegen der zahlreichen Möglichkeiten, im Rahmen des Studiengangs verschiedene Lehrveranstaltungen aus dem Bachelorbereich und von Nachbarfächern zu belegen, sollte über die Prüfungsordnung gewährleistet werden, dass eine wiederholte Belegung von Lehrveranstaltungen aus dem B.Sc. im M.Sc. ausgeschlossen wird.

→ Aufgrund der interdisziplinären Ausrichtung des Studiengangs wird um Vorlage einer schriftlichen Kooperationsvereinbarung zwischen den beteiligten Fächern gebeten (in Kopie an das ZQ und zur Kenntnis über die jeweiligen Dekanate) wie auch eine Rückmeldung zu erbitten ist, welcher Fachbereich der Träger des Studiengangs ist.

## *Strukturelle Aspekte des Studiengangs / Allgemeines*

### *Zugangsvoraussetzungen*

Als Zugangsvoraussetzungen für den Master sind im Antrag genannt:

Nachweis eines Bachelorabschlusses im Fach Biologie oder eines gleichwertigen Studienabschlusses an einer Hochschule in Deutschland oder im Ausland; des Weiteren grundlegende Programmierkenntnisse. Liegen diese nicht zu Studienbeginn vor, können sie vor Ablauf des ersten Stu-

---

<sup>3</sup> Dadurch frei werdende LP könnten i.E. zur Aufstockung des Mathematik-Moduls dienen oder zur Einführung anderer „Schlüsselqualifikationen“, etwa zu den Themen: Patentrecht und Bioethik, Literatur-Recherche und Verfassen wissenschaftlicher Publikationen, Rhetorik und Präsentationstraining, Grundlagen der Pharmaforschung (z.B. klinische Phasen).

<sup>4</sup> s. unter: <http://www.uni-mainz.de/studlehr/250.php>. Bezüglich der technischen Umsetzung dieser Dokumente an der JGU kann das Studienbüro kontaktiert werden.

dienjahres durch den erfolgreichen Abschluss der Vorlesung „Einführung in die Programmierung“ des Bachelorstudiengangs „Informatik“ an der JGU nachgeholt werden<sup>5</sup>.

### *Veranstaltungsformen*

Die Wissensvermittlung erfolgt vornehmlich über Vorlesungen und Übungen wie auch durch ein begleitendes Seminar im Modul Bioinformatik und eines zur Vorbereitung der Masterarbeit. Das insgesamt vorgesehene Spektrum an Veranstaltungsformen wird von den Gutachtern/innen als positiv erachtet.

### *Prüfungen*

Positiv hervorzuheben ist, dass sämtliche Module eine abschließende Modulprüfung vorsehen. Bezüglich der Art der Prüfung dominieren im Curriculum schriftliche Formen. So schließen sämtliche Module mit einer Klausur ab; lediglich beim Modul Bioinformatik oder den Modulen Biologie I und II (je nach Wahl) ist zudem die Option einer mündlichen Prüfung (als Alternative zu einer Klausur) bzw. einer anderen Art der Prüfung angegeben. Positiv herauszuheben ist in diesem Zusammenhang, dass das für alle Studierenden verpflichtende Masterseminar das Spektrum in sinnvoller Weise erweitert, indem es Kompetenzen im Bereich von Präsentationen vermittelt. Begleitend zur Arbeit ist schließlich eine mündliche Abschlussprüfung zu absolvieren.

→ Um das Prüfungsspektrum zu optimieren, erscheint es aus der Perspektive der Qualitätssicherung sinnvoll, in einem der Module (ggf. auf Ebene des Vertiefungsmoduls Informatik) eine verpflichtende mündliche Prüfung zu integrieren. Eine solche Erweiterung des Spektrums erachtet auch der studentische Gutachter als hilfreich.

Formal anzumerken ist, dass in Bezug auf das Modul Bioinformatik die Beschreibungen des Prüfungsprocedures im Modulhandbuch und in der Prüfungsordnung voneinander abweichen.

→ Eine Angleichung wird erbeten.

Ferner ist darauf hinzuweisen, dass die Anzahl der LP für die Masterarbeit in der Prüfungsordnung mit 25 LP von den angegebenen 6 Monaten Bearbeitungszeit (entspräche 30 LP) abweicht sowie von den Beschreibungen in den übrigen Dokumenten (dort: 30 LP).

→ Eine Angleichung in den Dokumenten wird erbeten.

→ Insgesamt sind die Angaben zu den Prüfungen im Modulhandbuch (auch in Abgleich mit der Prüfungsordnung) nochmals hinsichtlich ihrer Transparenz/Stringenz zu überarbeiten.

### *Modularisierung*

In Bezug auf die Konzeption der Module ist festzustellen, dass sich diese in wünschenswerter Weise über maximal ein bis zwei Semester erstrecken, wie auch nach Ansicht der Gutachter/innen die Abfolge gut nachvollziehbar ist. Ferner wird dem Programm ein angemessenes Verhältnis von lebenswissenschaftlichen und informatischen Inhalten attestiert.

Hinsichtlich der Verteilung der Leistungspunkte im Verlaufsplan ist festzustellen, dass diese den bundesweiten Rahmenvorgaben von 30 LP pro Semester (+/- 4 LP) entsprechen.

Positiv fällt auf, dass sich die Kreditierung der Module ausnahmslos am Mainzer Richtwert von 12 (+/- 3) LP orientiert.

→ Mit Blick auf die Notengewichtung im Modulhandbuch und dem fachspezifischen Anhang der Prüfungsordnung ist ein leichter lesbarer Schlüssel zu wählen.

→ Zudem wird erbeten, im Modulhandbuch die Gruppengrößen transparent zu machen. Hierzu sind die Werte aus der Berechnung der Stabsstelle Planung und Controlling (Spalte „gk“) zu übertragen.

→ Es stellt sich die Frage, ob die Gewichtung der Masterarbeit zu hoch angesetzt ist.

---

<sup>5</sup> Gelingt dies nicht, ist eine Fortführung des Studiums in der Regel nicht mehr möglich.

- Zu klären, mit der Abteilung Studium und Lehre wäre, wie die Module im fachspezifischen Anhang abzubilden sind; in der PO und im Modulhandbuch wird ferner noch deutlich wie mit den, Seminare umgegangen werden soll.
- Zudem erscheint es sinnvoll, dass Masterseminar als eigenes Modul zu gestalten. Ferner fällt auf, dass die Vorlesung des Moduls „Mathematik für Informatiker“ laut PO des B.Sc. Informatik mit 9 LP gewichtet ist, im Master jedoch nur 6 LP erbringt.
- Eine knappe Erläuterung wäre hilfreich.
- Des Weiteren ist unter der Rubrik „Verwendbarkeit“ im Handbuch eine entsprechende Ergänzung bei den Modulen nachzutragen, die auch im B.Sc. Verwendung finden.
- In der Rubrik „Modulverantwortliche“ wird bei einigen Modulen noch um Nachtrag von Ansprechpartner/innen gebeten.

Darüber hinaus sind bei den Modulen 1-3 die Formulierungen des Erwerbs „Grundlegender Kenntnisse“ (versus ggf. fortgeschrittenem Wissen auf Masterniveau) im Bereich der Learning Outcomes hinsichtlich des angezielten Niveaus zu überprüfen.

- Diesbezüglich wäre eine eventuelle Anpassung an das angestrebte Niveau im Modulhandbuch wünschenswert.
- Zudem wäre eine Anpassung der Modulbeschreibung in Modul 1 (Grundlagen der Informatik) sowie des Moduls Bioinformatik mit einem Fokus auf die Perspektive der zu erwerbenden Kompetenzen (Learning Outcomes) hilfreich.

Beim Modul „Vertiefung Informatik“ suggeriert die Angabe des Regelsemesters eine dreisemestrige Dauer.

- Die Angaben in der Rubrik „Regelsemester“ im Handbuch sind insgesamt zu überprüfen und entsprechend anzupassen.

Mit Blick auf die Ländergemeinsamen Strukturvorgaben<sup>6</sup>, die darauf hinweisen, dass *für jedes Modul beschrieben sein sollte, „wie der Studierende sich auf die Teilnahme an diesem Modul vorbereiten kann (u.a. Literaturangaben, Hinweise auf multimedial gestützte Lehr- und Lernprogramme)“*; wären diese Angaben entweder im Modulhandbuch nachzutragen (etwa unter „Sonstiges“) oder ein Verweis auf eine alternative Art der Veröffentlichung dieser Informationen ins Handbuch einzufügen (etwa Ankündigungen im JoGuStine System etc.).

- Ein entsprechender Nachtrag wird erbeten.

#### *Studienberatung/-betreuung:*

Da der Studiengang auf Wahlpflichtveranstaltungen vor allem aus dem Bereich der Lebenswissenschaften basiert, ist er mit Blick auf die Beratung als anspruchsvoll einzustufen. Diese ist gemäß Antrag von beiden fachlichen Seiten gewährleistet und nach Einschätzung der Gutachter/innen hinreichend. Den Studierenden steht jederzeit eine Studienberatung zur Verfügung, wie auch ein Beratungsgespräch zu Beginn des Studiums dringend empfohlen wird.

#### *Außeruniversitäres Berufspraktikum*

Ein fest in das Curriculum integriertes außeruniversitäres Berufspraktikum ist nicht vorgesehen.

#### *Qualitätssichernde Maßnahmen*

Das Zentrum für Qualitätssicherung und -entwicklung (ZQ) führt regelmäßig verschiedene Erhebungen (etwa Lehrveranstaltungsbefragungen etc.) durch (s. Prozesshandbuch<sup>7</sup>).

<sup>6</sup> [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2003/2003\\_10\\_10-Laendergemeinsame-Strukturvorgaben.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_10_10-Laendergemeinsame-Strukturvorgaben.pdf).

<sup>7</sup> <http://www.zq.uni-mainz.de/873.php>.

- ➔ Im Hinblick auf eine Rezertifizierung des Programms wird die regelmäßige Teilnahme an den Befragungen erbeten. Zudem sind Maßnahmen zu treffen, die spätere Absolventen/innen-Befragungen über das ZQ ermöglichen (z.B. Alumni-Arbeit; Sammlung von E-Mail-Adressen).
- ➔ Darüber hinaus wird eine Skizzierung des künftigen Umgangs mit Fragen der Qualitätssicherung im Fach erbeten (Zuständigkeiten für Qualitätssicherung im Fach (Gremien; Ausschüsse, AGs) / Umgang mit Ergebnissen aus den Erhebungen des ZQ und Anwendung auf die Qualitätssicherung des Programms).

### *Wettbewerbsfähigkeit / Bedarf*

Bedarf am Studiengang „Angewandte Informatik“ besteht laut Antrag einerseits von Seiten der Bachelorabsolventen/innen der Lebenswissenschaften, die sich auf die computergestützte Analyse biologischer Daten spezialisieren wollen. Für diese Klientel stehen nach Einschätzung der Mainzer Fachvertreter/innen in Deutschland kaum Angebote zur Verfügung, die einen Studienverlauf mit hoher Anwendungsorientierung erlauben; zum anderen besteht ein Bedarf nach Absolventen/innen eines solchen Studiengangs, in den biologischen Instituten, z.B. auch der JGU und der Universitätsmedizin. Ferner sei in der Industrie, z.B. der Pharma-Branche oder den Biotech-Unternehmen, ein Bedarf an geschulten Anwendern/innen bioinformatischer Verfahren erkennbar.

Nach Auffassung der Gutachterin sind derzeit bundesweit existierenden Studiengänge der Bioinformatik zumeist eher methodisch orientiert und richten sich nicht gezielt an Absolventen/innen eines B.Sc. Biologie.

Zu rechnen ist laut Antrag mit einer Nachfrage von ca. 10 Studierenden pro Jahr (Zulassungsgrenze), da nicht mehr Praktikumsplätze von Seiten der Biologie zur Verfügung gestellt werden können.

### *6. Berufsfeldorientierung des M.Sc.-Studiengangs Bioinformatik*

Die im Programm erworbenen Fähigkeiten sind nach Meinung der Mainzer Fachvertreter/innen in Berufsfeldern von Interesse, in welchen große Mengen biologischer Daten produziert und verarbeitet werden, d.h.:

- in der Pharma- oder Biotech-Industrie,
- in lebenswissenschaftlichen Instituten oder
- an Kliniken

Die in einem Biotechnologie-Unternehmen tätige Praxisvertreterin weist im Hinblick auf das spätere Berufsfeld von Bioinformatikern/innen darauf hin, dass dieses nicht eng festgelegt sei, sondern sich in zahlreiche verschiedene Teilbereiche des Faches (mit fließenden Übergängen) aufgliedere; hierbei handelt es sich um:

- Strukturbasierte Bioinformatik: beschäftigt sich mit Proteinstrukturen sowie deren Wechselwirkungen mit anderen Molekülen
- Sequenzbasierte Bioinformatik: beschäftigt sich mit Protein- und Nukleotid-Sequenzen
- Systembiologie: beschäftigt sich mit biologischen Prozessen und Netzwerken
- evtl. Chemoinformatik: beschäftigt sich mit niedermolekularen Verbindungen und deren Eigenschaften

Zudem merkt sie an, dass in großen Pharmafirmen in der Regel zwischen „Bioinformatics/ Computational Biology“ (Sequenzbasierte Bioinformatik und Systembiologie) und „Chemoinformatics/ Computational Chemistry“ (Strukturbasierte Bioinformatik und Chemoinformatik) unterschieden werde, wohingegen Mitarbeiter/innen in kleinen Biotechnologie-/Pharmafirmen in sämtlichen genannten Bereichen eingesetzt würden.

Erwähnenswert erscheint aus dem Blickwinkel der Praxisvertreterin ferner, dass sich die Wirkstoff-Forschung von den großen Pharmakonzernen (s. Stellenabbau und Auslaufen der wichtigsten Wirkstoff-Patente in den kommenden Jahren) eher zu kleineren Biotechnologie-/Pharmaunternehmen und öffentlichen Forschungseinrichtungen hin verlagert. Daher sei in Zukunft mit einem zunehmenden Bedarf an Bioinformatikern/innen zu rechnen, die über ein breit gefächertes Wissen bezüglich der verschiedenen Teilbereiche der Bioinformatik verfügen, statt einer Spezialisierung auf nur einen Teil-

bereich.

Insgesamt handelt es sich nach Auffassung der Gutachterin bei der Bioinformatik aktuell noch um einen Nischenberuf mit eher begrenztem Stellenpool. Englischkenntnisse und Programmierfähigkeiten werden als relevante Kompetenzen angesehen, die beruflichen Chancen zu verbessern.

Darüber hinaus regt die Gutachterin aus dem Praxisfeld an, den Studierenden z.B. durch studienbegleitende Industrie-Praktika und durch Vorträge von Bioinformatikern aus der Industrie ein möglichst umfassendes Gesamtbild der Bioinformatik zu vermitteln und ihnen damit zu ermöglichen, ihr Profil für denkbare Tätigkeitsfelder im späteren Berufsleben zu schärfen.

Da die Kompetenzen an der Schnittstelle zwischen Informatik und Lebenswissenschaften aus Sicht des studentischen Gutachters etwas unterrepräsentiert erscheinen, werden diese daher s.E. im späteren Berufsleben weiter zu vertiefen sein, nämlich, wenn die Absolventen/innen sowohl mit Biologen/innen/Lebenswissenschaftlern/innen und Informatikern/innen zusammenarbeiten. Für die Kommunikation mit Angehörigen der beiden Fachgebiete Lebenswissenschaft und Informatik sind die Absolventen/innen s.E. jedoch ausreichend gerüstet.

### *7. Personelle und sächliche Ressourcen*

Seitens des Fachgutachters werden die personellen und sächlichen Ressourcen als hinreichend erachtet.

Nach einer Curricularwertbestimmung der Stabsstelle Planung und Controlling lässt sich absehen, dass sich der Master mit Blick auf seinen Curricularwert angemessen in den zur Verfügung stehenden Rahmen einpasst (s. Berechnung (Herr Gorges, M.A.)).

## Synopse der Empfehlungen bzw. Auflagen

**Das Zentrum für Qualitätssicherung und -entwicklung (ZQ) sieht die Qualitätskriterien für eine Akkreditierung des M.Sc.-Studiengangs Bioinformatik unter folgenden Auflagen als erfüllt an. Bis zur Einrichtung des Studiengangs sind Ergänzungen zu folgenden Sachverhalten nachzuweisen:**

### 1. Curriculum:

- a) Etablierung von begleitenden Tutorien/Übungsgruppen, wodurch Studierenden mit Blick auf den interdisziplinären Anspruch des Programms (und vor dem Hintergrund der eher klassisch-informatischen Lehrveranstaltungen aus dem Bachelorprogramm) Unterstützung bezüglich der Erschließung des speziell bioinformatischen Wissens zuteil wird und im Curriculum mehr Raum für den/die interdisziplinäre/n Diskurs/Reflektion geschaffen werden könnte/kurze Erläuterung des Konzeptes
- b) Rückmeldung, welcher Fachbereich der Träger des Studiengangs ist
- c) Rückmeldung/Lösungsmöglichkeiten zu folgenden gutachterlichen Anregungen und Fragen:
  - ob das Mathematik-Modul erweitert (ggf. um 2 SWS) bzw. um eine zusätzliche Statistik-Veranstaltung ergänzt werden kann
  - ob die Veranstaltung „Maschinelles Lernen und Data Mining“ für den Studiengang nutzbar gemacht werden kann
  - inwieweit Lehrveranstaltungen zum Thema Systembiologie und Analyse biologischer Netzwerke sowie zur Wirkstoff-Forschung und Chemoinformatik in Frage kämen
  - auf welche Weise der Erwerb englischer Sprachkompetenz in das Curriculum integriert werden kann (z.B. Seminar verpflichtend in englischer Sprache)
  - inwieweit das Thema Datenbanken im Curriculum Berücksichtigung finden könnte
  - wie den Kritikpunkten des studentischen Gutachters (s. S. 4) am Studienverlaufsplan Rechnung getragen werden kann
- c) Anpassung des Studienverlaufsplans (in Abstimmung mit der im Modulhandbuch ausgewiesenen Dauer bestimmter Module)<sup>8</sup>/ferner: Überprüfung der Angaben in der Rubrik „Regelsemester“ im Modulhandbuch/ggf. Anpassung
- d) Gewährleistung, dass eine wiederholte Anrechnung von Lehrveranstaltungen aus dem Bereich des B.Sc. und den Nachbarfächern ausgeschlossen ist

### 2. Modularisierung:

- a) Angleichung der Anzahl der LP für die Masterarbeit in der Prüfungsordnung (25 LP) an die übrigen Dokumente (30 LP) sowie Anpassung der Bearbeitungszeit
- c) Im Modulhandbuch und der Prüfungsordnung ist bezogen auf die Gewichtung der Note ein leichter lesbarer Schlüssel zu wählen
- d) In der Rubrik „Verwendbarkeit“ im Modulhandbuch sind Ergänzungen nachzutragen, sofern die Module auch in anderen Programmen (z.B. des B.Sc.) Verwendung finden; ferner wird bei einigen Modulen um Nachtrag der Modulverantwortlichen gebeten
- e) Geringere Gewichtung der Masterarbeit
- f) Abstimmung mit der Abteilung Studium und Lehre, wie die versch. Module im fachspezifischen Anhang abzubilden sind; (u.a. Klärung des Umgangs mit den evtl. optionalen Seminaren)
- g) Überarbeitung der Module Grundlagen der Informatik und Bioinformatik mit Blick auf die Beschreibung der Learning Outcomes (Rubrik „Qualifikationsziele“)
- h) Erläuterung der abweichenden Kreditierung der Vorlesung Mathematik für Informatiker, die laut Prüfungsordnung des B.Sc. Informatik 9 LP erbringt, im Master jedoch lediglich 6 LP
- i) Überprüfung der Formulierung des Erwerbs „grundlegender Kenntnisse“ (vs. ggf. fortgeschrittenem Wissen auf Masterniveau) im Bereich der Learning Outcomes (s. Modulhandbuch, Beschreibung der Qualifikationsziele)
- j) Gestaltung des Masterseminars als eigenes Modul
- k) Nachtrag, wie Studierenden Hinweise auf Vorbereitungsmöglichkeiten zur Teilnahme an Modulen vermittelt werden sollen (u.a. im Modulhandbuch: Nachtrag von Literaturangaben, Hinweise auf multimedial gestützte Lehr- und Lernprogramme; ggf. auch: Verweis im Handbuch auf alternative Optionen der Veröffentlichung dieser Informationen (etwa JoGuStine etc.))

<sup>8</sup> Bspw. wird das Modul „Grundlagen der Bioinformatik“ im Plan mit einem Semester und im Handbuch mit 2 Semestern geführt.

### 3. Prüfungen:

- a) Rückmeldung zu Möglichkeiten der Integration einer verpflichtenden mündlichen Prüfung in das Curriculum
- b) Angleichung des Prüfungsprocedures des Moduls Bioinformatik im Modulhandbuch und in der Prüfungsordnung
- c) Überarbeitung der Angaben zu den Prüfungen im Modulhandbuch (hinsichtlich Transparenz/Stringenz der Angaben zw. Modulhandbuch und Prüfungsordnung) sowie bestimmter Begrifflichkeiten

### 4. Kooperationen/Vernetzungen/Praxisanbindung:

- a) Rückmeldung, welcher Fachbereich der Träger des Studiengangs ist/ Nachreichung von Kooperationsvereinbarungen der beteiligten Disziplinen (in schriftlicher Form an das ZQ und zur Kenntnis über die jeweiligen Dekanate (spätestens bis zum Senatsausschusstermin))
- b) Ergänzung zu weiteren Vernetzungen des Mainzer Instituts im außeruniversitären Bereich im Konzept (bspw. zu Firmen, Laboren, Einrichtungen etc.), insbesondere mit Blick auf die Möglichkeiten der Vermittlung von Studierenden/knappe Erläuterung, in welchen Kontexten des Studiengangs die Studierenden von diesen Kooperationen profitieren können - gerade mit Blick auf das eher anwendungsorientierte Profil des Programms

### 5. Internationalisierung:

- a) Einschätzung, inwieweit durch einen einsemestrigen Aufenthalt im Ausland Anschlussprobleme durch das nur jährliche Angebot des Moduls „Einführung in die Bioinformatik“ auftreten können
- b) Nachtrag im Konzept, welche kooperierenden Universitäten für einen Auslandsaufenthalt in Frage kommen (etwa auch: Erasmukooperationen etc.).

### 6. Kommunikation/Transparenz/Formalia:

- a) Rechtzeitige Veröffentlichung des Modulhandbuchs und der Studienverlaufspläne in einem den Studierenden zugänglichen Medium (Homepage etc.)
- b) Vorlage des Diploma Supplements (in dt. und engl. Sprache). Anlage des Diploma Supplements und des Transcript of Records in Jogustine<sup>9</sup>

### 7. Kapazitäten:

- Hinzufügung einer Spalte zur Gruppengröße der Lehrveranstaltungen im Modulhandbuch; Übertragung der Gruppengrößen (s. Liste der Stabsstelle Planung und Controlling; Spalte „gk“)

### 8. Qualitätssichernde Maßnahmen:

- a) Skizzierung des künftigen Umgangs mit Fragen der Qualitätssicherung im Fach (Zuständigkeiten hinsichtlich Qualitätssicherung im Fach (Gremien; Ausschüsse, AGs)/Umgang mit Ergebnissen aus den Erhebungen des ZQ und Anwendung auf die Qualitätssicherung des Programms)

**Im Hinblick auf die Weiterführung (Reakkreditierung) des Studiengangs werden neben den obligatorischen Fragestellungen (s. Leitfaden<sup>10</sup>) insbesondere die folgenden Aspekte berücksichtigt, weshalb empfohlen wird, bis zu diesem Zeitpunkt entsprechende Daten bereitzuhalten:**

#### 1. Qualitätssichernde Maßnahmen:

- a) Nutzung der unterschiedlichen Erhebungsinstrumente des ZQ<sup>11</sup>/ Zudem wären Maßnahmen zu treffen, die spätere Absolventen/innen-Befragungen über das ZQ ermöglichen (z.B. Alumni-Arbeit; Sammlung von E-Mail Adressen)

#### 2. Internationalisierung:

- a) Kompatibilität des Studiengangs mit einem (optionalen) Auslandsaufenthalt

<sup>9</sup> s. unter: <http://www.uni-mainz.de/studlehr/250.php>. Bezüglich der technischen Umsetzung dieser Dokumente an der JGU kann das Studienbüro kontaktiert werden.

<sup>10</sup> <http://www.zq.uni-mainz.de/873.php>.

<sup>11</sup> etwa: Lehrveranstaltungsbefragungen (mind. einmal pro Masterkohorte) sowie andere über das ZQ angebotene Befragungen (s. Prozesshandbuch: <http://www.zq.uni-mainz.de/873.php>).