HGS MathComp

Die Heidelberger Graduiertenschule für mathematische und computergestützte Methoden in den Wissenschaften

Michael Winckler

Eine Interdisziplinäre Graduiertenschule – mit mathematischem Kern oder: Der Doktorand lebt nicht von der Lehre allein!

Mit gleich drei Graduiertenschulen gelang es der Ruprecht-Karls-Universität bei der Exzellenzinitiative der DFG zu reüssieren - was für den Wissenschaftsstandort beziehungsweise für die gesamte Wissenschaftsregion rund um Heidelberg ganz sicher als ein echter Glücksfall bezeichnet werden darf. Nun, vielleicht mag 'Glücksfall' in diesem Zusammenhang nicht ganz als der rechte Begriff erscheinen, bedurfte dieser Erfolg doch einer konzertierten und durchaus intensiven Vorarbeit. Glücklich dürfen wir diese Entwicklung zweifelsohne jedoch insofern bezeichnen, als wir nun die Möglichkeit haben, junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler noch nachhaltiger als bislang zu fördern, uns in der Lage sehen, systematisch interdisziplinäre und internationale Talentnetzwerke zu etablieren sowie Promotionsvorhaben mit echtem Pioniercharakter zu unterstützen. Die positiven Effekte der wissenschaftlichen Vorhaben, die wir dank der vorhandenen guten finanziellen und organisatorischen Ausstattung auf die Bahn zu bringen vermögen, werden sicherlich über den Tag hinaus, sprich über den zunächst anvisierten Förderzeitraum von fünf Jahren, deutlich wahrnehmbar bleiben.

Im Unterschied zu den beiden anderen Heidelberger Graduiertenschulen, der HBIGS (Molekular- und Zellbiologie) und die HGSFP (Fundamental Physics), verfolgt die von uns betreute Einrichtung, die Heidelberger Graduiertenschule für mathematische und computergestützte Methoden in den Wissenschaften (HGS MathComp) ein Konzept, welches sich per se als fachübergreifend versteht. Dies liegt zunächst in dem Umstand begründet, dass wir keiner Disziplin bzw. keiner spezifischen Fakultät angeschlossen sind, sondern uns vielmehr auf ein Querschnittsinstitut als Träger stützen: Das In-

terdisziplinäre Zentrum für Wissenschaftliches Rechen (IWR). Diese besondere Grundstruktur und die damit verbundene Integration von sieben Fakultäten in das Konzept der Schule führen in der Tat zu einem in Deutschland bislang einzigartigen Forschungs- und Lehrumfeld.

Gerade von dieser lebendigen Vielfalt an neuen und reizvollen Wissenschaftsprojekten, die gegenwärtig im Entstehen sind, erwarten wir uns eine nachhaltige Anziehungskraft auf herausragende Nachwuchswissenschaftler aus aller Welt. Es ergeben sich spannende und anregende Interaktionen, es findet ein aktiver Austausch zwischen divergierenden Forschungsansätzen und -methoden statt. Dass dieses weitgreifende Forschungsumfeld uns vor gewisse organisatorische und inhaltliche Herausforderungen stellen wird – auch dies mag nicht verschwiegen werden.

Das IWR: Ein Aushängeschild der Universität Heidelberg

Als zentrale Forschungseinrichtung der Universität hat sich das IWR über die letzten 20 Jahre hinweg zu einem viel beachteten Aushängeschild der Ruperto Carola entwickelt. Als eines der weltweit größten universitären Zentren für Wissenschaftliches Rechnen (Scientific Computing) beherbergt es gegenwärtig rund 380 Mitarbeiter in 31 Arbeitsgruppen. Um interdisziplinäre Fragestellungen umfassend und detailliert erforschen zu können, entstammen die Mitglieder des IWR neben der Fakultät für Mathematik und Informatik auch stärker anwendungsorientierten Disziplinen wie etwa der Biologie, Physik und Astronomie, der Chemie oder der Medizin. In den letzten Jahren wurden überdies erfolgreiche und anerkannt innovative Kooperationen beispielsweise mit den Geisteswissenschaften (etwa Archäologie, Architektur oder Kunst- und Frühgeschichte) oder den Wirtschaftswissenschaften (zu Problemstellungen aus dem Bereich der Finanzmathematik oder der Preisentwicklung an den Rohstoffmärken) entwickelt. Die bereits zur Verfügung stehenden Ressourcen des IWR – seine umfassende technologische Ausrüstung, die langjährigen Kontakte im Bereich internationaler Wissenschaftsaustausch, seine interdisziplinären Forschungsprojekte, Erfahrungen im Wissenschaftsmanagement und Kooperationen mit forschungsnahen Wirtschaftsunternehmen sowie der Nachwuchsförderung und der Öffentlichkeitsarbeit – stehen den künftigen Doktoranden unmittelbar ab Eröffnung der HGS MathComp zur Verfügung.

Vielfältige Chancen – mit einem klaren fachlichen Fokus

Die Vielfalt wie auch die thematische Breite der Promotionsgebiete sowie die unterschiedliche wissenschaftliche Vorbildung bzw. disziplinäre Herkunft der Doktoranden stellte bei der Formulierung eines gemeinsamen Ausbildungsprogramms zunächst ein gewisses Hindernis dar. Hier führte der erste Weg zu einem erfolgreichen Konzept über die Suche nach Gemeinsamkeiten: Der einigende Gedanke sämtlicher 25 Antragsteller des Exzellenz-Konzeptes HGS MathComp ist die mathematische und computergestützte Modellierung. Jeder Zukunftsbereich, jede Vorlesung und jeder Teil des Ausbildungsprogramms wurde diesem "Lackmustest" unterworfen.

Auf dieser Basis entwickeln wir ein Curriculum der Graduiertenschule, das sich inhaltlich auf drei Säulen stützt:

- In Zentralkursen gewinnen unsere Doktoranden Einblicke in aktuelle Forschungsmethoden, die auf diesem Niveau in den Masterstudiengängen der Universitäten nicht zu finden sind. Optimale Versuchsplanung oder Numerik und Implementierung von Mehrgittermethoden sind Beispiele für solche Zentralkurse, aber auch Monte-Carlo-Methoden in der Bioinformatik.
- Ergänzungskurse bieten gleichermaßen praktisch-technische wie theoretischwissenschaftliche Erkenntnisse zu komplementären Feldern wie Numerik und Implementierung paralleler Methoden oder Computergrafik und Visualisierung im Wissenschaftlichen Rechnen. Für die Entwicklung und die Anwendung von spezialisierter Software geben diese Ergänzungskurse zudem Trainingsmöglichkeiten unter der Anleitung erfahrener Praktiker.
- Die Ausbildung der Graduiertenschule zielt neben den primär fachlichen Aspekten wesentlich darauf ab, die Jungwissenschaftler

auf ihre Rolle als internationale Forscher und Leiter von Arbeitsgruppen vorzubereiten. Zu Themen wie Management in wissenschaftlichen Projekten oder Grant Writing werden daher ebenfalls Kursangebote zusammengestellt und in das Curriculum integriert.



Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 368: Eine der ersten Adressen für Wissenschaftliches Rechnen

Nicht nur "Schule" – sondern auch Forschungseinrichtung!

Um nun ein Konzept zur strukturierten Ausbildung von Doktoranden zu entwickeln, mussten wir diese vielfältigen disziplinären Einflüsse und Forschungsperspektiven schlüssig verbinden: Wichtig war uns dabei auf der einen Seite, jedem einzelnen Promotionsprojekt größtmögliche (Ideen- und Forschungs-)Freiheit zu bieten, auf der anderen Seite leitete uns die Vorstellung, einen klaren, umfassenden Rahmen zu etablieren, der die Gruppe der Graduierten sichtbar und dauerhaft integriert sowie ihre Interaktion bei der konkreten wissenschaftlichen Projektarbeit fördert. Vielleicht nicht ganz zu Unrecht mahnen einige erfahrene Forscher, dass der Bologna-Prozess auch kritische Aspekte enthalte: Die Ausbildung werde mancherorts zu stark "verschult" und durch zeitliche Verknappung bestehe überdies die Gefahr, dass gerade Promovenden nicht mehr in vollem Umfang 'frei' zu forschen vermögen. Diese Erwägungen nahmen wir sehr ernst und bezogen sie in unser Konzept mit ein, denn in der Tat gilt: Der herausragende junge Wissenschaftler lebt nicht von der Lehre allein!

Durch die insgesamt nicht zu hohe Ausbildungsverpflichtung, 12 Semesterwochenstunden verteilt auf drei Jahre, bleibt den Nachwuchsforschern genügend Zeit, sich in das von

ihnen bearbeitete Projekt intensiv zu vertiefen. Auch gewähren wir ihnen die freie Wahl, welche Kurse, Vorlesungen und Workshops sie besuchen möchten - oder ob sie sogar in Eigeninitiative Workshops sowie Konferenzen organisieren möchten. Die Promovenden erhalten dabei in Zusammenarbeit mit der Graduiertenschule die Möglichkeit, selbst herausragende Vertreter ihres Faches zu aktuellen Themen einzuladen, wobei wir die notwendige ergänzende Infrastruktur zur Verfügung stellen. Diese Möglichkeit eine solche Konferenz eingeständig zu organisieren, ist nicht zuletzt deshalb ein weiterer wichtiger Baustein der Ausbildung, da die jungen Wissenschaftler so einen unmittelbaren Einblick auch in den Bereich Veranstaltungsorganisation erhalten, (vom call for papers über die Reiseplanung und Honorarfragen bis hin zu Buchpublikation).

Die Ausbildungsangebote des Graduiertenprogramms sind durchgehend als Blockveranstaltungen angelegt, um keine langfristigen Lernverpflichtungen zu erzeugen. So erhöhen wir deren Attraktivität für die Nachwuchswissenschaftler abermals: Denn gerade wenn es beispielsweise um Austausch mit ausländischen Forschergruppen oder internationalen Graduiertenkollegs geht, beziehungsweise Konzentration auf die nächsten Teilergebnisse des eigenen Forschungsprojektes gefordert ist, wird zeitliche Flexibilität unerlässlich.

Das Grundkonzept der HGS MathComp ist die Ausbildung von Doktoranden. Gleichwohl gilt: Authentische Forschung der Doktoranden, und diese halten wir aus Überzeugung für unerlässlich, vermag in einer reinen Lehreinrichtung ihren angemessenen Platz nur schwerlich zu finden. Daher hat sich unsere Graduiertenschule ausdrücklich eigene Ziele im Bereich der Forschung gesetzt. Eine ganze Reihe solcher Zukunftsfelder wurde bereits im Exzellenzantrag genannt: Neue Modelle für den Finanz- und Rohstoffmarkt, modellgestützte Simulation in der Medizin und Methoden des Wissenschaftlichen Rechnens in den Geisteswissenschaften. Sie alle sind Beispiele für jene Bereiche, in denen die Forschung künftig durch innovative und oft auch ,risikoreiche' Promotionsprojekte intensiviert werden soll.

Zwei Junior Research Groups, ausgestattet mit jeweils zwei eigenen Promotionsstellen sowie 16 weitere Stipendien, sind daher ein zentraler Bestandteil des HGS MathComp-Konzepts. Die Vergabe der Stipendien erfolgt in einem hoch kompetitiven und klar reglementierten Verfahren. Die Stipendien werden dabei nicht zur kollegartigen Begleitung der Schule verwendet, sondern sollen die schnelle und unbürokratische Anwerbung besonders talentierter Studenten ermöglichen, den weiblichen wissenschaftlichen Nachwuchs gezielt fördern so-

wie Promotionsprojekte mit Pioniercharakter in neuen Anwendungsgebieten des Wissenschaftlichen Rechnens unterstützen.

Eine dritte Junior Research Group konnten wir dank eines Kooperationsvertrags mit der BASF einrichten. Die Gruppe wurde neben der Position für einen Nachwuchsgruppenleiter mit zwei Doktorandenstellen ausgestattet und ist zunächst auf eine Laufzeit von vier Jahren ausgelegt. Sie deckt ein besonders zukunftsträchtiges Forschungsfeld ab: Unter dem Thema "Optimale Versuchsplanung" beschäftigt sie sich mit der Modellierung chemischer Verfahrensprozesse und versucht so, für die Zukunft möglichst optimale Versuchsanordnungen zu entwerfen.

Zukunftsorientiert handeln: Wissenschaftlicher Erfolg auf kollegialer und sozialer Basis

Unser Ziel ist es ausdrücklich, die HGS Math-Comp nicht nur zu einem Magneten für herausragende deutsche Nachwuchsforscher zu machen, sondern auch international exzellente junge Wissenschaftler nach Heidelberg zu holen. Hierzu haben wir eine ganze Reihe weiterer Bausteine und Module entworfen, die unsere Attraktivität im internationalen Wettbewerb erhöhen. Die von uns eingeworbenen Gelder sollen damit einen langfristigen Mehrwert für den Wissenschaftsstandort und die Universität einerseits, wie aber ausdrücklich auch für die von uns betreuten Doktorandinnen und Doktoranden generieren. Ein Mehrwert, der sich sichtbar in ihrer weiteren beruflichen Laufbahn zeigen, der soziale Aspekte beinhalten und sich in einem aktivem Engagement für ein wissenschaftsfreundliches Klima in unserer Gesellschaft niederschlagen soll.

Als Beispiele können genannt werden:

- Mit zehn Romberg-Gastprofessuren für die ersten fünf Jahre der Graduiertenschule werden die Möglichkeiten zu wissenschaftlichen Kooperationen der Doktorandinnen und Doktoranden mit international renommierten Forschern erweitert. Innerhalb der vorgesehenen jeweils sechs Monate Aufenthaltszeit der Gastprofessoren können Promotionsprojekte intensiver und individueller besprochen werden, als dies bei den oftmals kurzen Kontakten im Rahmen üblicher Gastaufenthalte oder Konferenzbesuche möglich ist.
- Die HGS MathComp bietet eigene Ressourcen für die Kinderbetreuung an: Zum einen während der Arbeitszeiten, aber auch darüber hinaus insbesondere bei Konferenzbesuchen oder Auslandsaufenthalten. So

werden Familie und (Wissenschafts-)Beruf besser miteinander vereinbar. Dieses Angebot richtet sich dabei nicht nur (wenngleich in erster Linie) an unsere weiblichen Promovenden und erweitert so das Gleichberechtigungskonzept, das in den Stipendienrichtlinien etabliert wurde und das auch bei der Besetzung der Stellen für Nachwuchsgruppenleiter fortgeführt wird.

- o Wir bieten Kontakte zu Unternehmen und anderen wissenschaftlichen Einrichtungen an. Bereits seit Jahren kooperiert das IWR mit bedeutenden forschenden Großunternehmen wie Siemens, BASF, Roche oder SAP. Auch mit Stiftungen arbeiten unsere Wissenschaftler seit Jahren in international hoch angesehenen Projekten zusammen, wie etwa der Daimler-Benz-Stiftung bei der virtuellen Rekonstruktion der ehemaligen kambodschanischen Kaiserstadt Angkor Wat. Gute Kontakte bestehen ebenfalls zu dem vor einigen Jahren gegründeten Verband Metropolregion Rhein-Neckar oder dem nahe gelegenen Heidelberger Technologiepark, der sich zu einem echten Motor wissenschaftlicher Vernetzung entwickelt hat, von dem vor allem junge Menschen profitieren.
- o Wir geben der HGS MathComp künftig bewusst ein öffentliches Profil und bieten den Doktoranden an, sich im Bereich Public Relations und Medienarbeit fortzubilden. So sind wir beispielsweise bei der Langen Nacht der Wissenschaft aktiv, bieten öffentliche Kolloquien und Vorträge in vier Vortragsserien an, nehmen an einem öffentlichen Vortrag zum Jahr der Mathematik teil (gemeinsam mit der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, der Landesakademie Baden-Württembergs). Ebenfalls kooperieren wir mit Schülern an Gymnasien aus der Region oder engagieren uns bei dem Projekt KinderUni. Die jungen Wissenschaftler erhalten so auf Wunsch die Möglichkeit, Erfahrungen im Bereich Presse- und Öffentlichkeitsarbeit zu sammeln und gewinnen damit Praxiswissen - welches zunehmend von Drittmittelgebern der Forschung gefordert wird.

Fazit: Herausragende junge Wissenschaftler systematisch und international anziehen

Es ist uns ein wichtiges Anliegen, an der HGS MathComp ein zugleich kommunikatives wie ambitioniertes Forschungsklima zu schaffen: Unsere Doktoranden individuell zu fördern, ihnen Rahmenbedingungen zu schaffen, die sie anspornen und zu wissenschaftlichen Bestleistungen motivieren. Dieses Engagement

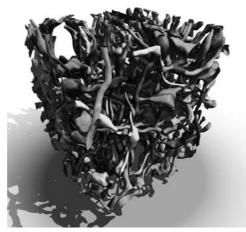
soll zum einen die Sichtbarkeit und Präsenz unserer Graduiertenschule in der Region sowie an der Eliteuniversität Heidelberg als Alma Mater stärken. Zum anderen möchten wir aber auch einen aktiven Beitrag dazu leisten, dass Deutschland als Wissenschaftsstandort exzellent ist – zeigen, dass Einrichtungen wie das IWR und die HGS MathComp in der ersten Liga spielen.

Ergebnisse: Tatsächlich gelang es uns auf Anhieb in der ersten Bewerberrunde bei einer Gesamtzahl von 78 aufgenommenen Doktoranden einen Anteil von 38 Prozent an ausländischen lungwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern zu erzielen. Dies stellt für uns eine außerordentlich ermutigende Resonanz dar, die uns zuversichtlich sein lässt, das von uns angestrebte internationale Profil der HGS MathComp wie geplant realisieren zu können. Auch stellen wir bereits heute eine starke internationale Wahrnehmung unserer Promovenden fest: Sie werden als Referenten bei Konferenzen und als Autoren bei Publikationen nachgefragt, was als positiver Indikator für ihre Forschungsleistung gewertet werden darf. Diese guten Ergebnisse bereits in der Startphase verdanken wir natürlich auch den langjährigen Erfahrungen des IWR bei seiner Doktorandenausbildung - dessen Weg wir nun insofern konsequent weiterverfolgen, als uns nun seine institutionelle Verstetigung möglich ist.

Ein Beispiel: Zum Abschluss möchten wir schlaglichtartig beleuchten, wie Mathematik, Informatik und Anwendungsdisziplin in Promotionsprojekten der HGS MathComp ineinander greifen. Björn Andres aus der Arbeitsgruppe Multidimensionale Bildverarbeitung erforscht als Doktorand die dreidimensionale Rekonstruktion von neuronalem Gewebe aus elektronenmikroskopischen Daten. In diesem Forschungsbereich hat die Arbeitsgruppe um Winfried Denk am Max-Planck-Institut für medizinische Forschung in den letzten fünf Jahren enorme Fortschritte erzielt, die es nun erstmals erlauben, größere Hirnareale in isotrop hoher Auflösung zu vermessen. Um die Interaktionen und strukturellen Verbindungen zwischen den Nervenzellen verstehen zu können, arbeitet Herr Andres an der Segmentierung von Schnittebenenbildern und den daraus berechneten räumlichen Modellen der Nervenzellen. Damit stellt eine Fragestellung aus der Mikrobiologie in diesem Projekt den Ausgangspunkt des interdisziplinären Forschungsansatzes dar. Aufgrund der extrem großen Datenmengen - Trainings- und Anwendungssätze bestehen aus 105 bis 107 Voxeln, der komplette Datensatz eines Fliegengehirns aus ca. 10¹¹ Datenpunkten - sind die praktischen Anforderungen an die Datenhaltung und -verarbeitung enorm, was spannende Bereiche der Informatik

MDMV 16/2008 | 168–172

berührt. Um schließlich ein realitätsadäquates Programm zu generieren, müssen mathematische Modellbildung, statistische Methoden und lernende Algorithmen eng verzahnt ineinander greifen. Doch erst die Rückkopplung an die Mikrobiologie zeigt, ob die entstehenden Modelle fein genug sind, um die Forschungsfragen auf diesem Gebiet verlässlich zu beantworten.



Nervenzell-Ausläufer in der Retina der Ratte. 3D-Rekonstruktion aus einem Stapel von 512 Elektronenmikroskopie-Aufnahmen bei $22 \times 22 \times 30$ nm Auflösung

Dieses Promotionsvorhaben mag veranschaulichen, weshalb sich junge Wissenschaftler ganz bewusst für uns als Ort ihrer Ausbildung entscheiden. Wir offerieren ihnen ein Forschungsumfeld, das ausdrücklich Mut macht, neue Wege zu beschreiten und innovative Forschungsprojekte in Angriff zu nehmen. Und um damit wieder auf den Anfang unserer Überlegungen zurück zu kommen: dass solche Promotionen mit Pioniercharakter nun systematisch gefördert werden können, stellt einen echten Glücksfall dar. Für die jungen Forscher, weil sie ihre Ideen an der HGS MathComp verwirklichen können – aber auch für uns als wissenschaftliche Einrichtung, weil es künftig in noch stärkerem Umfang möglich sein wird, international herausragend begabte und motivierte junge Leute nach Heidelberg zu holen, um hier gemeinsam mit ihnen zu arbeiten.

Heidelberger Graduiertenschule der mathematischen und computergestützten Methoden in den Wissenschaften – HGS MathComp

Prof. Dr. h.c. Hans Georg Bock (Sprecher)

Prof. Dr. Rolf Rannacher (stellvertretender Sprecher)
Prof. Dr. Gerhard Reinelt (stellvertretender Sprecher)

Dr. Michael Winckler (Geschäftsführer)

Interdisziplinäres Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg Im Neuenheimer Feld 368 69120 Heidelberg hgs@iwr.uni-heidelberg.de www.mathcomp.de