

Qualität und Wirkung - Von der guten zur signifikanten Forschung

Workshop der österreichischen Forschungsgemeinschaft
5.- 6. 6. 2009

Über das Finden ertragreicher Forschungsthemen

Univ.Prof. Dr. Peter W. Michor
Fakultät für Mathematik
Universität Wien,
Nordbergstraße 15, 1090 Wien
peter.michor@univie.ac.at
<http://www.mat.univie.ac.at/~michor>

Ich danke für die Einladung und die Möglichkeit, hier zu Ihnen zu sprechen. Um mich nicht im wenigsgagenden Allgemeinen und in Platitüden zu verlieren, habe ich mich entschlossen, ganz deutlich über mich und meine Art der Betreuung zu sprechen. Entschuldigen Sie daher, dass das Wort 'ich' sehr häufig vorkommt. Das soll auch ausdrücken, dass ich mir nicht anmasse, für andere zu sprechen oder ihnen gute Ratschläge zu erteilen. Jeder akademische Lehrer hat seine eigenen Methoden und bringt seine eigene Persönlichkeit in die Betreuung ein.

Jede Wissenschaft hat ihren eigenen Stil. Physik, Chemie und Biologie etwa haben wenige grosse internationale Zeitschriften die oft wöchentlich erscheinen und das Tempo der Forschung vorgeben. Viele Forscher arbeiten gleichzeitig am selben Thema, und es kommt auch darauf an, schnell zu publizieren und die Priorität zu sichern.

Die Mathematik lebt mit vielen Zeitschriften: etwa 800, manche davon klein (darunter die besten), 500 davon sind signifikant. Viele davon werden von Universitäten und wissenschaftlichen Vereinigungen herausgegeben und sind nicht teuer. Ihre Existenz steht auf dem Spiel, weil die grossen Wissenschaftsverlage durch die Strategie des gebündelten Anbietens von etwa 1800 Zeitschriften aus allen Naturwissenschaften die kleinen Zeitschriften aus dem Markt treiben.

Die mathematische Forschung ist ein Gegenbild der Struktur der Zeitschriften. Sie ist kleinteilig, aber auch ganzheitlich. Man untersucht eng begrenzte Fragestellungen, die aber manchmal ganz unerwartete Verbindungen zu ganz anderen Teilgebieten der Mathematik ergeben. Daher soll man das grosse Bild nicht aus den Augen verlieren und auch als Mathematiker umfassend gebildet sein. Wichtig im Leben eines Mathematikers ist Kontakt, Kontakt, Kontakt, dann wieder Ruhe und Muße, und eine gute Bibliothek. Es gibt Tage, an denen ich zehnmals in die Bibliothek eile (oder neuerdings Artikel online suche und auch finde). Besuch von Konferenzen, Tagungen,

wissenschaftlichen Zentren, Gespräche mit Kollegen und Studenten geben Anregungen.

Etwas zu meinem mathematischen Werdegang: Ich habe in Wien studiert und eine Dissertation zu kategorientheoretischen Methoden in der Funktionalanalysis (bei Johann Cigler) geschrieben. Während eines Auslandsaufenthalts an der University of Warwick (im Rahmen eines Akademie-Austauschprogramms) habe ich mir die Differentialgeometrie und die Differentialtopologie erarbeitet. Diese Gebiete waren damals in Österreich nicht einmal in der Lehre vertreten. Dies habe ich dann mit meinen Kenntnissen in Funktionalanalysis kombiniert um unendlichdimensionale Mannigfaltigkeiten (von Abbildungen) und Diffeomorphismengruppen zu untersuchen. Dies ist eine rote Linie in meiner Forschung geblieben, und auch heute arbeite ich intensiv an "shape spaces", welche direkt Anwendungen in der "computational anatomy" haben. Publiziert habe ich jedoch in fast allen Teilgebieten der Mathematik. Sehr hilfreich war für mich die Zusammenarbeit mit Geometern aus Brünn und Prag, im Rahmen des mitteleuropäischen Seminars für Differentialgeometrie, das nun schon 25 Jahre lang stattfindet. Für einige Jahre war dies wohl das einzige Seminar der Welt, das regelmäßig monatlich durch den eisernen Vorhang hindurch funktionierte. Die Kontakte, die zur Gründung des Erwin Schrödinger Instituts für Mathematische Physik (www.esi.ac.at) führten, wurden durch dieses Seminar geknüpft.

Wie finde ich Forschungsthemen: Ich habe schon welche, die mir (1) einen Vorrat an Problemen geben, die ich bisher nicht lösen konnte. Ich versuche, diese aktiv im Gedächtnis zu halten, und Methoden und Resultate, die ich in Vorträgen höre, im Geiste daran auszuprobieren - während des Vortrags. Andererseits (2) verfüge ich über eine Reihe von Methoden, die ich zum Teil selbst mitentwickelt habe. Höre ich von einem Problem oder einer Fragestellung, so versuche ich zu sehen, ob nicht eine der Methoden, die ich gut beherrsche, dazu etwas beitragen kann. Es muss mich auch (3) wirklich interessieren, und das Interesse wandelt sich im Laufe des Lebens. Für mich ist es interessant, wenn ein Thema geometrische Aspekte hat, sodass meine geometrische Intuition daran arbeiten kann, wenn es signifikante Beispiele gibt, und wenn es Verbindungen zu verschiedenen Teilen der Mathematik hat. Die Einheit der Mathematik spielt für mich eine grosse Rolle. Sie ist mir wichtiger als Methodenreinheit. Wann finde ich ein Thema uninteressant oder wenig aussichtstreich: Wenn es schon sehr bearbeitet ist und viel Unklares darüber geschrieben wurde. Wenn ich keine Beziehung herstellen kann zu den Gebieten in denen ich mich zu Hause fühle.

Mit zunehmendem Alter finde ich, dass ich manchmal bei Vorträgen einschlafe, auch wenn sie mich sehr interessieren. Eine tröstliche Anekdote dazu wird über Paul Funck erzählt (Student in Wien, Dissertation bei Hilbert in Göttingen, Prof. an der deutschen technischen Universität in Prag, als Jude 1944 nach Theresienstadt deportiert. Das hat er überlebt und wurde noch 1945 o. Prof. an der TU Wien). Er kam zu allen Vorträgen der österreichischen mathematischen Gesellschaft, saß in der ersten Reihe, und schlief

regelmäßig hörbar ein. Doch einmal nicht. Als man ihn fragte “Herr Professor, das muß Sie aber sehr interessiert haben?”, kam die Antwort: “Nein! Normalerweise finde ich etwas Interessantes in einem Vortrag, und beginne darüber nachzudenken. Beim Denken schlafe ich ein. Doch dieser Vortrag war so langweilig, dass er mir nicht die kleinste Anregung zum Nachdenken gab.”

Wie finde ich Forschungsthemen für Studentinnen und Studenten: Es ist nicht so, dass ich einen fertigen Katalog habe, aus dem ich schöpfe. Diplomarbeitsthemen ergeben sich oft aus Vorlesungen, Proseminaren und Seminaren. Wenn ich sehe, dass ein Student sich sehr um eine Aufgabe bemüht und daran interessiert ist, versuche ich, diese Aufgabe allgemeiner zu fassen und weitere Fragen zu stellen; einige Male hatte dann der Student eine Diplomarbeit fertig bevor er richtig begriffen hat, dass er daran arbeitet. Oft schliesst daran eine Dissertation an. Ein guter weiterer Schritt ist jedoch auch ein Doktorat an einer ausländischen führenden Universität (wie MIT oder Berkeley).

Wenn ein Student zu mir kommt und um ein Dissertationsthema bittet, der sein Diplom woanders gemacht hat, versuche ich, in mehrstündigen Gesprächen herauszufinden, was ihn interessiert, was in seiner Diplomarbeit steht, was seiner bisherigen Arbeit naheliegt. In welcher Vorlesung bei wem hat er bei welchem Thema einen Schauer verspürt? Was fasziniert ihn so, dass er sein weiteres Leben in diese Richtung orientieren will? Ich bin mir dabei bewusst, dass dieser Mensch seine berufliche Zukunft in meine Hände legt. Wenn ich ihn in die Irre schicke, habe ich ein Menschenleben vergeudet: (a) Wenn etwa das Problem zu schwer ist und keine leichten Teilergebnisse erlaubt. Daher sind auch Probleme, an denen ich selbst gescheitert bin, nicht geeignet. (b) Oder wenn international zu starke Gruppen daran arbeiten. Dann sollte er sich einer solchen Gruppe anschliessen. Andererseits ist er selbst für sich verantwortlich und ich erwarte, dass er seine Wünsche und Erwartungen äußert. Wenn sich bei ihm für kein mathematisches Thema wirkliche Begeisterung einstellen will, dann ist es möglicherweise besser, er sucht sich einen anderen Beruf, als den harten steinigen Weg eines Wissenschaftlers.

Begeisterung allein ist nicht genug, es braucht auch Begabung. Mathematische Begabungen können sehr verschieden sein: Der schnelle Denker ist genauso geeignet wie der beharrliche und saubere Grübler. Doch die Fähigkeit, über rein sprachliche Reflektion hinaus zum symbolischen Denken oder zur symbolischen Intuition zu kommen, ist wichtig, wie auch ein pedantischer Hang zum präzisen Denken. Am letzten scheitert mancher.

Wenn das Thema gefunden ist, dann gebe ich Zeit und Muße zum Einarbeiten. Ein halbes Jahr ohne Verpflichtung, wobei ich nur erwarte, dass unsere beiden regelmässigen Seminare aktiv besucht werden und Spezialvorlesungen gehört werden; der Student sollte aber zumindest Fragen haben. Dann kommt eine Zeit in der ich mich “auf den Studenten draufsetze”. Er muss dann im Seminar vortragen, einige Monate lang jede Woche. Meine

Kollegen und ich geben Rat, Kritik, Hinweise, Anregungen, und stellen unsere Expertise zur Verfügung. Doch jede Woche muss er vortragen. Es kann unfertig sein, es können nur Fragen sein, oder erste Ergebnisse. Eine Zeit der Muße folgt. Dann wird wieder vorgetragen. Bis die Dissertation fertig ist, und genug Ergebnisse für eine oder mehrere Publikationen enthält. Doch damit ist die Betreuung noch nicht zu Ende. Es ist heute niemandem möglich, mit einer Handvoll Arbeiten nach der Dissertation eine Stelle zu finden. Als Postdoc in die Welt hinaus ist eine Möglichkeit und ein Ziel. Sehr hilfreich sind davor einige Jahre als Postdoc in meinem jeweiligen FWF-Projekt.

Nach Aufforderung möchte ich nun über gelungene Karrieren berichten. Details finden Sie auf meiner Webseite. Konstanze Rietsch, Tochter von ausgewanderten Österreichern in den USA, besuchte ein österreichisches Gymnasium, wobei sie bei ihrer Grossmutter wohnte, und studierte dann in Wien, machte bei mir ihr Diplom und begann auch mit der Dissertation. (soviel zum Ruf der österreichischen Ausbildung in den USA). Gleichzeitig hat sie sich nur in Princeton, Harvard, und am MIT beworben und wurde überall akzeptiert. Sie suchte überall die sie interessierenden Professoren auf, sprach mit ihnen, und entschied sich dann für das MIT. Nach dem Doktorat am MIT führte sie ihr Weg über das IAS in Princeton, Cambridge, und Oxford ans University College in London. Josef Teichmann studierte in Graz und machte das Diplom in Besançon bei einem Gastprofessor aus Ulm. Er kam zu mir zum Dissertieren, war kurz Postdoc bei mir und erhielt dann eine Stelle an der TU Wien. Er bekam den START Preis und wurde vor kurzem an die ETH Zürich berufen. Andreas Cap machte Diplom und Doktorat bei mir; er wollte nie ins Ausland. Er ist a.Prof in Wien, und hat mit Kollegen aus Tschechien die parabolische Geometrie begründet. Diese gilt international als eine der bahnbrechenden neuen Entwicklungen in der Differentialgeometrie, und sie gilt als Beispiel eines Durchbruchs, der nicht an einem der Weltzentren der Mathematik entstanden ist. Von meinen bis jetzt 13 Dissertanten sind 9 erfolgreich an Universitäten tätig.

Mehr als über erfolgreiche Karrieren denke ich über gescheiterte nach welche trotz hoher Begabung und erfolgreicher Forschung nicht gelungen sind. Ein schneller Weg in die Welt hinaus ist manchmal kontraproduktiv. Ich habe hin und wieder meine zur Zeit begabtesten Schüler rasch auf Assistentenstellen anderswo vermittelt. Der eine hat dann Wien so vermisst, dass er trotz erfolgreicher Forschung seine ausländische Stelle aufgab, auf keine Stelle nach Wien zurückkam, und dann die Mathematik aufgab. Dem anderen war das Institut, in dem er dann war, nicht anregend genug, und er entschloss sich, den akademischen Bereich zu verlassen.

Unser Umgang (auch der von Berufungskommissionen) mit dem wissenschaftlichen Nachwuchs ist zynisch: Wir erwarten, dass die Jungen nach einer hervorragenden Dissertation als akademische Vagabunden auf Postdoc-Stellen durch die Welt ziehen, durch Deutschland, England, die USA, und Japan. Beziehungen und Ehen sollen weniger wichtig sein als der Beruf in dem sie/er noch keinen Fuss gefasst hat. Wenn sie zurück wollen, werfen wir

ihnen mangelnde Lehrerfahrung vor, oder dass sie schon wieder zu alt sind. Der Markt ist zu klein. Es gibt kein Karrieremodell. Das Leben eines arri- vierten Professors ist zu erstrebenswert, mit zuwenig weiteren Leistungskon- trollen, zu voll von Privilegien und zieht zu sehr karriereorientierte Menschen an. Was wir brauchen sind Menschen die in der Wissenschaft ihrer Berufung nachgehen und dann schlechtes Gewissen haben, dass sie für etwas bezahlt werden, das sie sowieso tun würden. Der Markt für Wissenschaftler in den USA ist viel weiter. Das liegt daran, dass es viele "Undergraduate Colleges" gibt, durch die etwa die Hälfte der Altersgruppe durchgeht um in der Regel eine "liberal arts education" zu erwerben. Die entspricht (im Durchschnitt!) einer Oberstufengymnasialausbildung bei uns. Also sollte der Beruf des Leh- rers an der Oberstufe eines Gymnasiums hier für Wissenschaftler offenstehen und ein anerkannter Karriereschritt sein. Karl Weierstrass (1815-1897) etwa lehrte 1841 bis 1956 an verschiedenen Gymnasien wo er an seiner Theorie der abelschen Funktionen arbeitete, die er in der Zeitschrift seiner Schule publizierte. Dies brachte ihm einen Ruf an das königliche Gewerbeinstitut in Berlin und an die Humboldt-Universität Berlin ein, wo er dann Wichtigstes in der reellen und komplexen Analysis entwickelte und viele Schüler hatte.

Forschungsprojekte des FWF sind äusserst hilfreich. Zwei bis drei Stellen und etwas Reisegeld sind genug. Einzelprojekte sind (für mich und vielleicht für die Mathematik) bei weitem am besten, besonders wenn man die Stel- len nicht gleich besetzen muss und das Projekt verlängern kann. Bei Wis- senschaftlern, die grosse Labors betreiben müssen, ist das sicherlich anders. Grosse strukturierte Programme wie Wissenschaftskollegs, die IK's der Uni- versität Wien, Spezialforschungsbereiche, etc., finde ich persönlich weniger hilfreich. Ich habe es ausprobiert, will es für mich nicht mehr, werde aber von vielen Seiten gedrängt, solche zu organisieren. Sie sind meist zu breit angelegt um genügend viele gute Wissenschaftler zu integrieren; das gemein- same Seminar zerflattert dann thematisch, weil Dissertanten tiefe, spezielle, unfertige Vorträge halten sollen an die sich lange Diskussionen anschliessen, doch die Zuhörer gute Übersichtsvorträge vorziehen. Antragstellung, Berich- te, und Organisation nimmt zu viel Zeit. Bei Genehmigung hat man viele Stellen binnen kurzer Frist zu besetzen, und dies geht nicht immer gut. Ich bevorzuge es, ein Einzelprojekt (und nur eines) des FWF zu haben, das so flexibel ist, dass ich Dissertationstellen auch unbesetzt lassen kann, wenn kein geeigneter Kandidat da ist, und dann das Projekt verlängern kann. Postdocs kommen nach meiner Erfahrung auch mit eigenem Geld.