

Kritische Selbstbetrachtung eines Doktoranden der Physik

Von John R. Powers*), Philadelphia/USA

Die Vorstellungen über Inhalt, Form und Verpflichtung des klassischen Doktorats haben wir aus der Tradition der Universitäten übernommen. Obwohl wir keine genaue Kenntnis des formalen Promotionsvorganges und seiner Erfordernisse im Lyzeum von Athen, im Museum von Alexandria oder in den großen Universitäten des mittelalterlichen Europa haben, glauben wir doch seinen akademischen Inhalt zu verstehen. Das sind insbesondere das Herausgehobensein und die außerordentliche Leistung des Einzelnen, die mit dem Promotionsvorgang verbunden sind und denen wir nachzufolgen uns bemühen.

Obgleich niemand diese Ziele und den Wunsch, diese Ziele zu erreichen, in Frage stellt, wollen wir untersuchen, bis zu welchem Grad es möglich ist, ihnen wirklich nahe zu kommen. Wertet man Fragebogen und Interviews aus, so wird ersichtlich, daß etwa 90 % aller Doktoranden keinen persönlichen Beitrag zur Physik leisten werden, der sowohl überragend als auch originell ist.

Zwar wird das Ideal-Ziel in Jahresberichten und Vorlesungsverzeichnissen der Universitäten betont, doch hat es seine stärkste Stütze im idealisierten Selbstbild, das sich der Student während seiner Studienzeit aufbaut. Der Ursprung dieser „Phantasien“ variiert zweifellos, doch läßt er sich herleiten aus den Tatsachen, daß selbst der umfassend ausgebildete Doktorand nur ein sehr unvollständiges Bild der Geschichte der Physik besitzt. Aus den Einführungskapiteln jedes Lehrbuchs der Mechanik sind wir beeindruckt durch die Namen und Beiträge von Lagrange, Hamilton und Jacobi, jedoch ignorieren wir z. B. vollständig die große Zahl der Physiker, die mit zunehmendem Erfolg eine präzise Berechnung der Nutation eines Kreiseisels ausführt.

Glücklicherweise haben die meisten meiner Freunde und Mitdoktoranden im Laufe ihres Studiums eine Korrektur dieser mythologischen Konzeption vornehmen müssen. Dadurch sind sie zu einer realistischen und annehmbaren Zielsetzung gelangt. Damit ist nicht gesagt, daß sie alle praktische Leute geworden sind, die sich vor den großen Fragen verschließen, zu deren Lösung ein Enthusiasmus erforderlich ist. Jedoch haben wir Wege gefunden, uns diesen Fragen anzupassen und uns nicht in Zerstörung der Vorstellungen zu verbrauchen.

Um die Notwendigkeit einer Anpassung voll zu begreifen, müssen wir jedoch einige Faktoren und Kräfte berücksichtigen, die in dieses Problem einbezogen werden. Alle diese Kräfte sind im Endeffekt mit der Tatsache verbunden, daß ein Doktorand nur eine endliche Zeit zur Erlangung des Doktorats aufbringen kann. Diese Zeit ist zum Teil durch finanzielle Verantwortung bestimmt, weil z. B. ein Drittel aller Studenten verheiratet ist und ein zweites Drittel kurz vor diesem Schritt steht.

*) Der Autor ist Doktorand am Department of Physics, University of Pennsylvania (Philadelphia Pa.). Er hat seine Vorstellungen und Erfahrungen bei seiner Doktorarbeit zu Papier gebracht und sich Gedanken über die Straffung des Ausbildungsganges sowie die Überwindung mancher Hemmungen und Unzulänglichkeiten gemacht. Dabei steht sein Arbeitsgebiet Kernphysik im Vordergrund, und es sind amerikanische Verhältnisse, um die es geht. Der Beitrag, der hier ungekürzt wiedergegeben wird, wurde von Privatdozent Dr. Klaus Bethge (II. Phys. Inst. Heidelberg) vermittelt und auch übersetzt, wofür ihm gedankt sei.

In diesem Zusammenhang ist es interessant anzumerken, daß eine kürzliche Umfrage an dieser Universität ergeben hat, daß die mittlere Länge einer Doktorarbeit sechs Jahre übersteigt. Von noch größerem Interesse war die Überraschung auf Seiten der Fakultätsmitglieder, denen es bisher nicht aufgegangen war, welche Zeit für eine Doktorarbeit aufgewandt wurde, daß sie aber bereit waren, sich dieses Problems anzunehmen, um die Zeit beträchtlich zu verkürzen. Jede Herabsetzung der Zeit wird jedoch weitere Anpassung erfordern, aber damit sind Veränderungen eingeschlossen, die nicht ohne weiteres akzeptabel sind, weil sie den Inhalt einer Doktorarbeit und damit den Wert des Doktorgrades selbst beeinträchtigen können. Um die Faktoren, die eine Anpassung erfordern, voll berücksichtigen zu können, muß man allerdings bereits hier zwischen Studenten der experimentellen und der theoretischen Physik unterscheiden. Typisch für das letztere Gebiet ist die Erfahrung eines Studenten, der das große Glück hatte, von einem der führenden Theoretiker dieses Departments als Doktorand angenommen zu werden. Seine Leistungen in Vorlesungen und Übungen waren überaus hervorragend. Als er jedoch mit einer eigenen Forschungsarbeit beginnen sollte, fühlte er sich derart deprimiert, weil die Fülle des Gebietes ihn so überwältigte, daß er keinen Ansatzpunkt für seine Arbeit sah. Glücklicherweise war der Doktorvater mit derartigen Situationen vertraut, die häufig bei jungen Doktoranden auftreten, spezifizierte die Aufgabenstellung im Detail und stand ihm bei vielen Einzelfragen mit Lösungsvorschlägen zur Seite. Berücksichtigt man die Tatsache, daß dieser Student an die Arbeit geht, ohne wirklich verstanden zu haben, warum diese Vorschläge gemacht wurden, kommt man dem fundamentalen Problem sehr nahe, mit dem die Studenten der theoretischen Physik konfrontiert werden, daß sie nämlich aus dem Vorlesungsbetrieb, völlig unvorbereitet, an die vorderste Front der Forschung geschickt werden.

Der Vorlesungsbetrieb, der weitaus stärker auf die Bedürfnisse der theoretischen Physik abgesteilt ist als die der Experimentalphysik, kann nur als bedingt brauchbare Voraussetzung für die Forschung angesehen werden. Obwohl Literatur überall verfügbar ist, hat der Student doch so gut wie keine Ahnung, wo er nachzuschlagen hat und keine Kenntnis davon, daß das meist wichtigste Material nur in Vorpublikationen mit beschränktem Umlauf bisher erschienen ist. Obwohl dem Beschreiten von Irrwegen ein gewisser Wert nicht abgestritten werden kann, scheint es doch sehr wünschenswert, sofern es möglich ist, Umwege zu vermeiden und die bereits vorhandene Arbeit nicht zu duplizieren. Andererseits jedoch nimmt eine weitgehende Leitung während der Arbeit sehr viel vom Individualismus und der Eigenständigkeit, die eigentlich einen wesentlichen Beitrag der Dokтораusbildung darstellt.

Die Probleme liegen etwas verschieden bei den Studenten der experimentellen Physik. Zu den meisten experimental-physikalischen Gruppen, speziell in der Hochenergiephysik, ist der Forschungsumfang sehr groß und daher eine sehr komplexe Aufgabe. Dadurch erfordern derartige Projekte eine große Zahl von Leuten, die die umfangreichen und spezialisierten Experimentier-Einrichtungen zu bedienen verstehen. Diese Einrichtungen haben sich wesentlich verändert seit den Zeiten von Elisha Gray oder Charles Dufay, die lange Seidenschnüre zwischen Gebäuden aufspannten, um die Kommunikation mit Hilfe der Wellen zu studieren. Bevor ein Student heute überhaupt das Thema seiner Doktorarbeit näher in Angriff nimmt, muß er Fachmann sein, um die sich immer mehr erweiternden und nicht mehr als trivial zu bezeichnenden Apparaturen, die einen hohen technischen Ausbildungsstand erfordern, bedienen zu können.

Außerdem muß er als Teil seiner „Lehrlingsausbildung“ den Appetit anderer nach menschlicher Hilfsarbeit befriedigen und an Projekten mitarbeiten, die mit seiner eigentlichen Arbeit nichts zu tun haben. Gerade dieser Punkt ist es, über den sich die meisten Studenten beschwerten und ihren Unwillen, nur menschliche Sklaven wissenschaftlicher Hilfsarbeit zu sein, ausdrücken. Sie fühlen, daß

sie in ihrer Arbeit legitim an allen Projekten, auf allen Stufen, teilnehmen sollten, selbst an den hervorragenden Stellen. Die Studenten zeigen daher großen Unwillen und Unbefriedigung, wenn ihnen nur ganz spezielle (untergeordnete Hilfs-) Aufgaben übertragen werden, die außerhalb ihrer Ausbildung stehen und ihnen nur deshalb übertragen werden, weil es den Laboratorien an anderem Personal für diese Aufgaben mangelt. Speziell dann ist der Unwillen groß, wenn die Aufgabe nicht einmal mit ihrem eigenen Forschungsprojekt in Zusammenhang steht.

Dieses Problem wird jedoch immer im Gegensatz zu den Gegebenheiten des experimentellen Unternehmens stehen, wobei speziell der praktische Grund der Nichtverfügbarkeit von ausreichenden Geldmitteln zu berücksichtigen ist. Daher bleiben dem Studenten nur folgende zwei Alternativen: er kann entweder in einer Gruppe mitarbeiten, die ein interessantes und vielleicht überragendes Experiment ausführt, oder er ist auf sich selbst angewiesen und muß dann aber die experimentellen Schwierigkeiten selbst überwinden, die mit einem, in diesem Falle begrenzten, Experiment in Verbindung stehen. Die erste Gruppe findet sich oft lediglich als Hilfsarbeiter mit der Bescheinigung, daß sie den besseren Teil erwählt und mehr Erfolg dabei haben als die zweite Gruppe. Die weitere Möglichkeit, daß ein Individuum auch allein ein aufregendes Experiment durchführen kann, wird im allgemeinen als sehr unwahrscheinlich angesehen.

Daher findet man die Studenten meist nur in einer der obengenannten Kategorien. Ihr Studienweg scheint deshalb auch weniger durch die klassische Vorstellung geleitet zu sein als vielmehr dem Mittel zu dienen, eine zeitgemäße Berufsausbildung zu erlangen, die der dem schon bestehenden Ausbildungssystem in der Medizin ähnlich ist. Die Folgerung aus dieser veränderten Anschauung des Doktorats sollen am Schluß dieser Betrachtung noch näher behandelt werden. Wir wollen zunächst die Erfahrungen von Studenten untersuchen, die sich gegen eine weitgehende Anpassung sträuben.

Die Ursachen dieser Widerstände liegen klar. Da ist zunächst die Vorstellung des Studenten von seinen Zielen, die wir diskutiert haben und die zur Entscheidung, in das Gebiet der Physik einzutreten, führte. Die Studenten begründen ihre Wahl mit Formulierungen, die man in zwei Kategorien einteilen kann. Begriffe wie „Glanz“ und „Prestige“ beschreiben seine Vorstellung über die zu erwartende Stellung in der Gesellschaft. Er wird daher einer Erleichterung der Anforderungen, die an die Erlangung des Doktorgrads gestellt werden, widersprechen, weil es direkt den Wert seines Berufsstandes herabsetzen würde. Die zweite Kategorie der Begründung schließt die Eigenart der Studenten ein, sich mit der Natur, dem Universum, zu beschäftigen und seinen Wunsch zu befriedigen, an den Forschungen in diesem Gebiet teilzuhaben. Daher überwiegen oftmals Begriffe wie „Reine Wissenschaft“, „Grundlagenforschung“, „Endgültiges Verstehen“, wenn diese Studenten ihre Fragebogen ausfüllen. Jedoch sollte bereits hier bemerkt werden, daß die Beweggründe dieser Studenten dem Glauben an die Möglichkeit entspringen, selbst signifikant an einem solchen Forschungsprozeß teilzunehmen. Wenn die Kenntnis der Physik durch Offenbarung erzielt werden könnte, bestünde (für den Studenten von heute) wenig Interesse an diesem Gebiet. Daher ist es nicht erstaunlich, daß er ungeduldig darauf wartet, ein vollwertiger Mitarbeiter auf dem Gebiet zu werden. Wenn jedoch des Studenten Antrieb durch eine solche Ungeduld entzündet wird, die eine Anpassung verhindert, kann er durch eine solche schädliche Situation stark verletzt und gehemmt werden. Ein Beispiel:

Ein Student, dessen Energie und Wunsch nur noch durch seine Ziele überwogen wurden, begann seine Forschungen mit großem Enthusiasmus. Er beeindruckte die Lehrer in der Fakultät und überraschte sich selbst durch seine schöpferischen Fähigkeiten. Er arbeitete sich selbst in die detaillierteste Literatur hinein, und nach drei Jahren schien er am Rande eines wirklich neuen Bei-

trages zu stehen. Aber mit zunehmendem Fortschritt schien das endgültige Resultat in immer größere Ferne zu entrücken. Er begann über Fehler zu stolpern, die noch in der Arbeit steckten, und kein noch so großer Arbeitsaufwand konnte diese Situation für ihn ändern. Seine Energien erlahmten, er verlor das Selbstvertrauen und gab in einer Situation starker Depression schließlich auf. Mehrere Monate hindurch dämmerte er dahin, berichtete pünktlich über die „geleistete“ Arbeit, aber verschwendete seine Tage in vielerlei Richtungen. Nach einer langen Periode des Neuanfangs ist er im Augenblick dabei, eine Doktorarbeit zu beenden, auf einem vollständig anderem neuen Gebiet. Diese Wendung war aber nur seiner Fähigkeit zuzuschreiben, sich schließlich für das zu entscheiden, was möglich war und nicht nach dem zu streben, was als aufregendes Ziel am Horizont stand.

Einer der Professoren der Fakultät definierte seine Aufgabe als Doktorvater im wesentlichen, den Studenten darin zu bestärken, so frei wie möglich, so schnell wie möglich voranzugehen, aber dabei sicherzustellen, daß er stets auf ein mögliches Ziel, auf einen möglichen Abschluß hin arbeitet. Das erfordert, daß der Student eine möglichst gute Grundlage auf jedem Niveau seines Fortschreitens erreicht hat. Dieses Fakultätsmitglied teilt mit vielen Studenten die „schreckliche Gewißheit“, daß Enthusiasmus, der zu einer zu starken Ausdehnung des Gebiets führt, unweigerlich zu Depression, Frustration und zum Nichterreichen des Zieles führt.

Faßt man diese verschiedenen Faktoren zusammen, so kommt man zwangsläufig zu einer Umbewertung des Doktorgrades in der Physik. Es ist daher besser zu versuchen, zu einer Synthese zwischen den Zielen und der Praktikierbarkeit zu gelangen, als daß man versucht, den tiefen Unterschied zwischen einem de jure Konzept, das dem Doktorgrad zu Grunde liegt und den de facto Fortschritten, die notwendig sind, diesen Doktorgrad zu erreichen, aufrechtzuerhalten. Dabei lassen sich durchaus Werte erhalten, auch wenn man den Doktorgrad als einen Berufsabschluß ansehen würde.

Als Grundlage dazu sollten wir die Abhängigkeit des Doktoranden von seinem Doktorvater ansehen. Wenn man zugibt, daß des einzelnen Studenten Doktorarbeit als Teil eines größeren zusammenhängenden Projektes zu betrachten ist, kann man seine Aufmerksamkeit von der Originalität dieser Arbeit abwenden und sich wesentlich besser auf die realen Fortschritte, die der Student erreichen soll, konzentrieren. Es bleibt dann natürlich zu fragen, wieviel dieser Arbeit ist in Wirklichkeit der Beitrag des Studenten, wie hat er seine Zeit eingesetzt, welche Kompetenz hat er auf diesem speziellen Gebiet erlangt, und wieviel Kenntnisse hat er auf verwandten Teilgebieten der Physik erworben? Diese Neudefinition vermeidet mögliche Fiktionen, die die augenblickliche Praxis beinhaltet, und der Doktorvater erhält größere Möglichkeiten, die Ausbildung des Studenten individueller zu gestalten. Sofern man die Realitäten dieser Situation verstanden hat und sie akzeptiert, ist es möglich, den Ausbildungsgang gewinnbringend zu beeinflussen. Das könnte natürlich dazu führen, wie auch ein Fakultätsmitglied bereits vorgeschlagen hat, daß es notwendig wird, Unterschieden innerhalb der Doktorgrade zu machen. Diese Unterschiede müßten anhand der Erfordernisse von Spezialrichtungen gemacht werden, wobei die Fakultätsmitglieder in jedem Bereich der Forschung größere Autonomie erhalten, die Voraussetzung und Bedingung für die Erlangung des Doktorgrades zu definieren.

In der Physik könnte man dann einen Standardkatalog übernehmen, ähnlich dem, der an der Universität von Pennsylvania für die Erlangung des Doktors in Erziehungswissenschaften bereits besteht. Die Studenten sind angehalten, 1) eine umfassende Kenntnis der Physik zu erlangen und eine besondere Kenntnis auf einem Spezialgebiet vorzuweisen, 2) besondere Fähigkeiten zu entwickeln, die Forschung in ihrem Spezialgebiet kritisch zu beurteilen, und 3) in der Lage zu

sein, mit Erfolg Forschungen auf Gebieten grundsätzlicher Bedeutung der Physik zu planen und auch auszuführen.

Es ist eine historische Tatsache, daß innerhalb der letzten 50 Jahre die Zahl der verliehenen Doktorgrade pro Jahr um eine Größenordnung angestiegen ist. Das war die Antwort auf die erhöhten Forderungen von Industrie und Regierungslaboratorien, die eine größere Zahl von Mitarbeitern benötigt, sowie des sich vergrößernden Universitätssystems, das immer mehr Lehrer für die Ausbildung braucht. Übernimmt man die eben vorgeschlagene neue Konzeption, ist es möglich, sowohl die Forderung zu erfüllen, während zur gleichen Zeit der größtmögliche Gewinn für den einzelnen Studenten erreicht werden kann. Bei geeigneter Struktur des Systems wird es auch dem überdurchschnittlichen Studenten erlaubt sein, ein Ziel, das mit größerem Risiko verbunden ist, zu verfolgen, ohne daß dadurch ihm die Gefahr droht, seine Doktorarbeit auf acht Jahre auszudehnen. Das würde möglich durch die Tatsache, daß die Anforderungen für den Doktorgrad nicht notwendigerweise die Vervollständigung der Gesamtarbeiten zu beinhalten hat. Teile davon müssen allerdings vollständig bearbeitet sein. In diesem System könnten auch größere Forschungsvorhaben in den Rahmen der Doktorandenausbildung eingebaut werden, ohne dem einzelnen Studenten eine zu große Zeitlast aufzubürden. Darüberhinaus besteht natürlich die Möglichkeit, daß diese Neuorientierung zu einem schöpferischen Neuanfang und eine Neubetrachtung des ursprünglichen klassischen Doktor-Standes führen kann.