

weit nur ein Linearbeschleuniger dieser Größenordnung gebaut werden kann und noch kein Konsens über die Technologie – supraleitende oder normalleitende Beschleunigerstrukturen – erzielt wurde, müssten zunächst internationale Entwicklungen abgewartet werden. DESY solle aber die Forschungsarbeiten an TESLA weiterführen, damit eine deutsche Beteiligung an einem späteren globalen Projekt möglich bleibt. Diese Entscheidung sei daher nicht als „eine Herabstufung der Bedeutung der Hochenergiephysik für unser Land“ zu verstehen. So ist denn auch Albrecht Wagner nicht enttäuscht, sondern begrüßt die „klare Perspektive für beide DESY-Projekte“. Angesichts der bekannten Finanzlage der öffentlichen Haushalte sei eine weitergehende Entscheidung zu TESLA derzeit nicht „drin gewesen“.

Sowohl die Begutachtungen durch den Wissenschaftsrat als auch die Entscheidungen des BMBF wurden international aufmerksam verfolgt. „Meine Kollegen in USA, Japan und Europa beneiden uns kräftig dafür, dass Deutschland wieder in hochklassige Grundlagenforschung investiert und die Welt einlädt sich zu beteiligen“, sagt der zuständige Unterabteilungsleiter im BMBF, Hermann-Friedrich Wagner. Selbst die USA würden sich in diesem Punkt Deutschland als Beispiel nehmen und hätten kürzlich eine ähnliche Großgeräte-Initiative gestartet.

STEFAN JORDA

Hervorragende Physiker?

Auf dem Papier sind sich die deutschen Physik-Fachbereiche unisono einig, wenn es um die Notengebung geht: Laut Diplomprüfungsordnungen soll die Note „gut“ vergeben werden für eine Leistung, die „erheblich über den durchschnittlichen Anforderungen liegt“, die Note „befriedigend“ für eine Leistung, die „durchschnittlichen Anforderungen entspricht“. Die real-existierende Notengebung hat sich von diesen Definitionen freilich längst verabschiedet: Wie der Wissenschaftsrat kürzlich in einem Arbeitsbericht¹⁾ über Prüfungsnoten an deutschen Hochschulen festgestellt hat, liegt die Durchschnittsnote aller rund 1800 im Studienjahr 2000 bestandenen Diplomprüfungen Physik bei

1,4, also einem „sehr gut“, das eigentlich „hervorragenden Leistungen“ vorbehalten sein soll. Zugleich hält der Wissenschaftsrat fest, dass die Notengebung mit einem Anteil von 93 % an guten und sehr guten Bewertungen nur „eine geringe Nivellierung“ aufweist und dass Studiendauer und Note im Mittel kaum miteinander zusammenhängen.

Mit dem Bericht möchte der Wissenschaftsrat die „Beobachtungen einseitiger Notengebung in einigen Fächern, verbunden mit fehlender Transparenz der Notengebung und geringem Aussagewert der Leistungsbeurteilung von Hochschulabsolventen“ auf eine statistische Grundlage stellen. Eine ausreichende Ausschöpfung der Notenskala sei notwendig, damit die Qualität der Ausbildung im Arbeitsmarkt transparent wird. Zugleich sei eine hinreichende Vergleichbarkeit der Noten angesichts des Wettbewerbs zwischen den Hochschulen wichtig. Auf der Grundlage der Daten, die die Hochschulprüfungsämter an die Statistischen Ämter übermittelt haben, hat der Wissenschaftsrat für den Bericht quer über alle Fächer, Abschlussarten und Hochschulen die Noten für die Prüfungsjahre 1996, 1998 und 2000²⁾ sowie die zugehörigen Studiendauern ausgewertet (Tab.). Erfasst wurden nur bestandene Prüfungen deutscher Erstabsolventen.

ern ausgewertet (Tab.). Erfasst wurden nur bestandene Prüfungen deutscher Erstabsolventen.

Angesichts eines „zum Teil problematischen und nur bedingt belastbaren“ Datenmaterials will der Wissenschaftsrat die Ergebnisse als „ersten Arbeitsbericht“ verstanden sehen. Die Einschränkung sei unter anderem darauf zurückzuführen, dass Angaben kleiner als vier aus Datenschutzgründen nicht ausgewiesen sind, was insbesondere bei Fachbereichen mit wenigen Absolventen zu über- oder unterbewerteten Notendurchschnitten führen kann. Dies trifft in der Physik sowohl auf die Universität Gießen zu, die mit dem vermeintlich fabelhaften Notendurchschnitt von 0,6 an der Spitze steht, als auch für das rein arithmetische Schlusslicht TU Chemnitz mit einem Schnitt von 3,0. Beide Noten sind jedoch allein schon aufgrund der unvollständigen Angaben klar als Artefakte auszumachen.³⁾ Dem Chemnitzer Studiendekan Hans-Jürgen Hinneberg ist es sogar „völlig schleierhaft“, wie die 3,0 zustande kommt, denn in seinen Unterlagen findet er für das genannte Studienjahr nur einmal die Note befriedigend. So kann er nur vermuten, dass bei der Datenerfassung alle Noten konsequent aufge-

1) Der Bericht erscheint nach dem Redaktionsschluss dieses Heftes unter www.wissenschaftsrat.de

2) Das Prüfungsjahr 2000 umfasst das Wintersemester 99/00 sowie das Sommersemester 00.

3) Die Gießener Note kommt beispielsweise als Durchschnitt von viermal „Mit Auszeichnung“ (als „0“ gewertet) sowie sechsmal „sehr gut“ zustande. Von den insgesamt 14 abgelegten Prüfungen sind aber vier nicht in die Bewertung eingegangen, die zu einem Schnitt von 1,0 oder schlechter führen.

Studiendauern und Noten an deutschen Physik-Fakultäten für das Prüfungsjahr 2000

Hochschule	Anzahl insg.	Studien-dauer	Noten $\bar{\sigma}$	Hochschule	Anzahl insg.	Studien-dauer	Noten $\bar{\sigma}$
Aachen (TH)	75	12,6	1,5	Jena (U)	19	10,4	1,1
Augsburg (U)	21	11,5	1,4	Kaiserslautern (U)	43	13,7	1,2
Bayreuth (U)	15	12,1	1,5	Karlsruhe (U)	100	12,7	1,5
Berlin (TU)	34	13,0	1,3	Kassel (GH)	9	10,5	1,0
Berlin (FU)	28	11,7	1,2	Kiel (U)	39	11,8	1,3
Berlin (HU)	29	10,6	1,2	Köln (U)	47	13,1	1,4
Bielefeld (U)	16	13,7	1,0	Konstanz (U)	45	11,5	1,4
Bochum (U)	18	13,0	1,6	Leipzig (U)	14	10,4	1,0
Bonn (U)	65	11,5	1,2	Magdeburg (U)	5	10,8	-
Braunschweig (TU)	11	12,5	1,0	Mainz (U)	49	12,1	1,0
Bremen (U)	24	13,5	1,7	Marburg (U)	23	13,2	1,4
Chemnitz (TU)	9	10,8	3,0	München (U)	51	11,2	1,4
Darmstadt (TU)	28	11,5	1,5	München (TU)	76	11,9	1,7
Dortmund (U)	36	11,6	1,4	Münster (U)	49	11,5	1,4
Dresden (TU)	27	10,5	1,0	Oldenburg (U)	30	13,4	1,3
Düsseldorf (U)	14	12,5	2,0	Osnabrück (U)	14	12,7	1,0
Duisburg (U-GH)	8	11,0	1,0	Paderborn (U-GH)	9	12,1	1,0
Erl.-Nürnberg (U)	30	11,3	1,4	Potsdam (U)	6	10,0	-
Essen (U-GH)	9	11,1	2,0	Regensburg (U)	51	11,6	1,9
Frankfurt a.M. (U)	35	11,2	0,9	Rostock (U)	6	10,6	1,0
Freiburg i.Br. (U)	26	11,4	1,5	Saarbrücken (U)	15	10,6	1,4
Gießen (U)	14	11,0	0,6	Siegen (U-GH)	8	13,0	1,0
Göttingen (U)	49	11,1	1,4	Stuttgart (U)	58	11,4	1,6
Greifswald (U)	6	11,6	1,0	Tübingen (U)	64	12,4	1,5
Halle (U)	4	11,0	-	Ulm (U)	28	12,6	2,0
Hamburg (U)	87	12,6	-	Würzburg (U)	31	11,2	1,5
Hannover (U)	41	10,9	1,5	Wuppertal (U-GH)	11	12,5	1,6
Heidelberg (U)	160	11,4	1,6	Insgesamt	1815	11,7	1,4

rundet wurden. In der Vergangenheit sei die Chemnitzer Durchschnittsnote allerdings in der Tat meist in der Nähe von 2 gelegen, aber um „unseren Absolventen nicht zu schaden“, hätten sich die Chemnitzer Kollegen darauf geeinigt, sich dem allgemeinen Benotungsverhalten anzupassen. Ein Vorstoß bei der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP), die Praxis der Notengebung zu diskutieren und eine „wirklich reale Bewertung“ anzustreben, sei zuvor auf wenig Gegenliebe gestoßen.

Unabhängig davon, ob die KFP bei ihrer nächsten Sitzung im Juni nun erneut über die inflationäre Notengebung beraten wird, Unternehmen wie die Softwareschmiede SAP AG haben sich längst darauf eingestellt. „Zu unserer *policy* gehört es, bei den Noten nach Fächern und Universitäten zu differenzieren“, sagt Axel Kersten vom Personalmarketing bei SAP, „da sie sonst nicht vergleichbar sind“. Daher stellt SAP seinen Führungskräften eine kommerzielle Datenbank im Intranet zur Verfügung⁴⁾, die ein findiger Anbieter lange vor dem Wissenschaftsrat mit den jetzt allgemein zugänglichen Daten gefüttert hat.

STEFAN JORDA

„Wir verkaufen nicht nur Hoffnung, sondern Erfolg“

Fünf Jahre nachdem erste Krebspatienten bei der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) in Darmstadt mit Ionenstrahlen behandelt wurden, zieht die GSI eine sehr positive Bilanz: Mehr als 150



Mehr als 150 Krebspatienten wurden in den vergangenen fünf Jahren an der GSI mit Ionen bestrahlt (Foto: GSI)

Patienten haben sich inzwischen durchweg erfolgreich dieser neuen Strahlentherapie unterzogen. Die meisten davon litten unter bestimmten Tumoren der Schädelbasis (Chordome und Chondrosarkome), die kaum zu operieren

und wegen ihrer Nähe zu strahlenempfindlichen Organen wie Hirnstamm und Augen auch nicht mit konventioneller Strahlentherapie zu behandeln sind.

Mit Ionenstrahlen, die im Schwerionensynchrotron (SIS) der GSI bis auf etwa halbe Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden, ließen sich bei so gut wie allen Patienten die Tumore mit Millimeterpräzision zerstören, und das bei nur sehr geringen Nebenwirkungen. Die Heilungsrate liegt deutlich über der konventioneller Strahlentherapien etwa mit Röntgenstrahlen – im Falle der Chondrosarkome wurden die Patienten sogar völlig geheilt.

Als biologisch besonders wirksam haben sich Kohlenstoff-Ionen (¹²C) erwiesen, die in den Krebszellen irreparable „Doppelstrangbrüche“ der DNA induziert. Da körpereigene Reparaturmechanismen nicht mehr in der Lage sind, solche Schäden zu flicken, bedeutet dies den Tod für die Krebszellen.

Der Vorteil von Ionenstrahlen für die Tumorthherapie besteht darin, dass sie erst am Ende ihrer Reichweite die größte Wirkung entfalten. Die Energieabgabe steigt mit wachsender Eindringtiefe bis zu einem scharfen Maximum an, dem „Bragg-Maximum“ an und bricht dann steil ab. Die Lage dieses Maximums im Körpergewebe lässt sich mit der Anfangsenergie der Ionen variieren. Mit dem von der GSI entwickelten „intensitätsgesteuerten Raster-scanner“ können Querschnitt und Eindringtiefe des Ionenstrahls aktiv an das Zielvolumen angepasst werden. Dieser tastet jede Schicht des Tumors rasterförmig ab, so wie der Elektronenstrahl den Bildschirm eines Fernsehers.

Die Einrichtung eines Bestrahlungsplatzes bei der GSI eigens für medizinische Zwecke war das Ergebnis aufwändiger Vorbereitungen. Die Physiker der GSI arbeiten dabei bereits seit Anfang der achtziger Jahre – noch während der Planungsphase für SIS – intensiv mit Wissenschaftlern des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ) in Heidelberg und Medizinern der Heidelberger Universitätsklinik zusammen.

Dank leistungsfähigerer Software und neuer Regelungsstufen stieg beispielsweise die Genauigkeit der Bestrahlung von 0,5 auf 0,2 Millimeter. Auch die Kontrolle der Dosisverteilung durch Positronen-Emissions-Tomographie (PET), die

am Forschungszentrum Rossendorf für die Teilchentherapie weiterentwickelt wurde, ließ sich deutlich optimieren.

Gerhard Kraft, Leiter der Arbeitsgruppe Biophysik an der GSI, zieht nach den ersten fünf Jahren Tumorthherapie ein positives Fazit: „Die Methode hat sich von einer Experimentaltherapie zu einer anerkannten Therapiemethode entwickelt. Wir verkaufen jetzt nicht nur Hoffnung, sondern Erfolg“. Allerdings sei diese Therapie kein Allheilmittel gegen Krebs. Er schätzt, dass bundesweit rund 10000 der jährlich etwa 380000 neuen Krebspatienten von der Schwerionentherapie profitieren könnten. Geplant ist, die Methode auf weitere Tumorarten, z. B. in der Wirbelsäule oder in der Prostata auszudehnen, bemerkt Kraft, aber auch die Bestrahlung von (etwa durch die Atmung) bewegten Körperbereichen sei prinzipiell möglich.

Die Behandlungskapazitäten an der GSI, die sich hauptsächlich der physikalischen Grundlagenforschung widmet, sind allerdings begrenzt. Deshalb soll ein Beschleunigerzentrum an der Heidelberger Universitätsklinik entstehen^{#)}, mit einer Behandlungskapazität für bis zu tausend Patienten jährlich. Der Bau dieses klinischen Prototyps für Schwerionentherapie soll diesen Sommer beginnen. Die Inbetriebnahme ist für 2006 geplant.

ALEXANDER PAWLAK

Digitaler Himmel über Europa

Ein „digitaler Himmel“, von dem alle astronomischen Informationen auf Mausklick abrufbar sind – dieser Traum der Astrophysiker wird seit November 2001 in die Wirklichkeit umgesetzt. Ein virtuelles Observatorium (VO) soll instantanen Zugriff auf die immensen astronomischen Datenbanken ermöglichen, die weltweit von Teleskopen quer über den gesamten Wellenlängenbereich erstellt werden. Die dafür benötigten Technologien und wissenschaftlichen Anforderungen werden bereits im *Astrophysical Virtual Observatory* (AVO) entwickelt. Am 20. Januar wurde das erste Resultat dieses auf drei Jahre angelegten und von der Europäischen Union und sechs Partnerorganisationen mit 5 Millionen Euro

4) CD Faktum, www.jobware.de/ro/cd/

#) www.aix.gsi.de/~spiller/therapie.html