

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

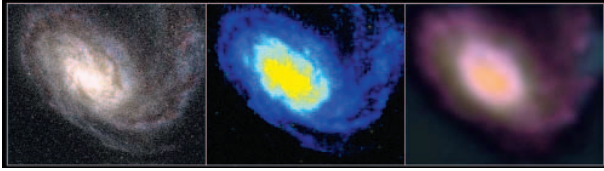
Ein „digitaler Himmel“, von dem alle astronomischen Informationen auf Mausklick abrufbar sind – dieser Traum der Astrophysiker wird seit November 2001 in die Wirklichkeit umgesetzt. Ein virtuelles Observatorium (VO) soll instantanen Zugriff auf die immensen astronomischen Datenbanken ermöglichen, die 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

finanzierten Projekts vorgestellt: die AVO-Prototyp-Software.

Peter Quinn, beim European Southern Observatory für Datenmanagement zuständig und Leiter des AVO, begründet die Notwendigkeit eines virtuellen Observatoriums mit der Explosion in der Größe der astronomischen Da-



Im virtuellen Observatorium lassen sich die Bilddaten verschiedener Teleskope zusammenführen, wie z. B. das Bild einer Galaxie im Bereich von optischer, Radio- und Gammastrahlung (von links nach rechts). (Quelle: AVO)

tensätze, die von den neuen großen Anlagen geliefert werden. Die von Astronomen benötigten Bearbeitungs- und Speicherkapazitäten werden die Fähigkeiten der derzeit erhältlichen Desktopsysteme bei Weitem übersteigen. Außerdem bliebe sonst eine potenzielle wissenschaftliche Goldader ungenutzt und unerforscht, weil große Datensätze in der Astronomie nicht kombiniert werden.

Derzeitige Observatorien produzieren pro Nacht etwa 0,1 Terabyte Daten. In Archiven sind um die 10–100 Terabyte gespeichert, und die Datenmenge verdoppelt sich in weniger als 12 Monaten. Neue Teleskope, wie das Large-aperture Synoptic Survey Telescope (LSST), werden jede Nacht sogar mehrere Terabyte Daten aufnehmen. Diese Daten, die hauptsächlich als Bilder vorliegen, müssen dann zeitaufwändig Pixel für Pixel von den entsprechenden Forschungsanlagen auf den Desktop des einzelnen Astro-

nomen übertragen werden. Die AVO-Software dagegen arbeitet weitaus schneller mittels eines Metabrowsers, einer Art „Astro-Google“ für astronomische Beobachtungen. Über diesen können Metadaten zur Charakterisierung und Analyse ausgetauscht werden, ohne jedes Mal die ganzen Bilder hin- und zurückzuschicken. Ein Werkzeug namens „astronomical catalog extractor“ erlaubt es den Astronomen dann, große Datensätze mittels spezialisierter Computer zu bearbeiten, die vom Internet mittels Grid-Technologien aus überall erreichbar sind. Ein Hauptziel des AVO ist es daher, ein entsprechend standardisiertes Format für astronomische Daten zu definieren.

Die größte Herausforderung eines solchen Projektes sieht Andrew Lawrence, der Leiter des britischen AstroGrid, darin, ein verteiltes Team zu enger Zusammenarbeit zu bringen: „Wissenschaftler und Software-Entwickler zu leiten ist wie Katzenhüten.“ Ernsthafte fügt er hinzu: „Die Herausforderung ist es, die richtigen technischen Verfahren auszuwählen und zu implementieren und dabei eine klare Vision im Auge zu behalten.“

Nach der dreijährigen Testphase wollen die AVO-Partner zusammen mit allen anderen europäischen Datenzentren bis Ende 2007 ein voll funktionsfähiges europäisches VO entwickeln. Ein solches Projekt könnte innerhalb des 6. Rahmenprogrammes gefördert werden. Auch über eine Kooperation mit anderen virtuellen Observatorien im Rahmen der „International Virtual Observatory Alliance“ ist geplant.¹⁾

SONJA FRANKE-ARNOLD

Physik im Rampenlicht

Die Bildungsinitiative „Physics on Stage“ wird von den sieben führenden europäischen Forschungsorganisationen und der EU unterstützt. Im November findet der große Didaktik-Jahrmarkt zum dritten Mal statt.

Es gibt nichts Gutes – außer man tut es. Während landauf, landab noch über das schlechte Abschneiden Deutschlands bei der PISA-Studie lamentiert wird, engagieren sich deutsche Physikpädagogen schon seit mehr als drei Jahren bei der europäischen Initiative „Physics on Stage“. In einer nationalen Ausschreibung konkurrieren sie um die begehrten Tickets zum großen Physik-Festival, das am Satelliten-Testzentrum ESTEC der ESA im niederländischen Noordwijk stattfindet. Deutschland darf insgesamt 33 Delegierte entsenden, die sich vor Ort mit Physiklehrerinnen und -lehrern aus ganz Europa über Lehrmethoden und -material austauschen können. Neben einem „Physik-Jahrmarkt“, Präsentationen und Aufführungen sowie zahlreichen Fortbildungs-Seminaren erarbeiten die Teilnehmer in Workshops auch Handlungsempfehlungen für die Bildungspolitik. Physics on Stage 3 findet vom 8. bis 15. November im Rahmen der European Science and Technology Week statt. Bewerbungsunterlagen finden sich auf der der Homepage des deutschen Organisationskomitees.^{*)}

Das kommende Festival wird unter dem Motto „Physics and Life“ stehen. Auf diese Weise wollen die Organisatoren das Projekt auch für andere Wissenschaften öffnen. Zum einen, um die schon gesammelten

1) www.ivoa.net/

*) www.physik.uni-bonn.de/physics-on-stage

Prof. Dr. Michael Kobel, Universität Bonn, ist Vorsitzender des nationalen Organisationskomitees von „Physics on Stage“