

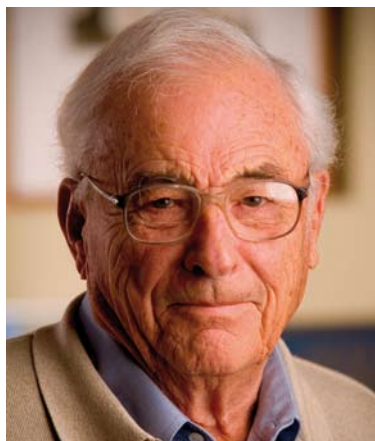
■ Lichte Bilder und Signale

Der Physik-Nobelpreis 2009 zeichnet die Untersuchung von Glasfasern und die Erfindung des CCD aus.

Den Physik-Nobelpreis 2009 erhalten drei Amerikaner, welche die Grundlagen für moderne Informations- und Kommunikationstechniken gelegt haben. Eine Hälfte des Preises geht an den gebürtigen Chinesen Charles Kao für seine „bahnbrechenden Erfolge bei der Übertragung von Licht durch Glasfasern“, die zweite Hälfte teilen sich Willard Boyle und George Smith für die Erfindung des CCD (Charge-Coupled Device). Dieses Jahr handelte das Komitee ganz im Sinne Alfred Nobels, der sich wünschte, diejenigen Wissenschaftler auszuzeichnen, die „der Menschheit den größten Nutzen“ gebracht haben.

Die Idee, Lichtleiter zu verwenden, um Informationssignale über größere Strecken zu transportieren, war in den 60er-Jahren schon lange bekannt. Jedoch waren die Verluste in den damals verfügbaren Glasfasern so hoch, dass ein Signal nach nur wenigen Metern abklang. Kao beschäftigte sich mit der theoretischen Beschreibung dieser Verluste und zeigte 1966, dass Verunreinigungen im Glas, hauptsächlich Eisenionen, dafür verantwortlich waren. Von reinem Siliziumdioxid erwartete er, dass es Licht einige 100 km weit leiten könnte. Kao erkannte auch, dass Streuung und Absorption stark von der Wellenlänge des Lichts abhängen und die Wellenlänge mit den geringsten Verlusten bei 1,3 oder 1,55 μm liegt. Des Weiteren kann die Lichtwelle im Leiter unterschiedliche Formen – oder „Moden“ – annehmen. In Singlemode-Fasern ist der Kern der Faser ungefähr so breit wie eine einzige Wellenlänge und damit so dünn, dass nur eine einzige Mode möglich ist. Ein Puls, der sich in dieser Mode fortbewegt, bleibt auch nach vielen Kilometern fast unverändert. Singlemode-Fasern stellen laut Kaos Arbeit die effizienteste Art der Lichtübertragung dar.

Kao gilt nicht nur als exzellenter Physiker, sondern auch als erfolg-



Willard Boyle (links) und George Smith (rechts) hatten leitende Positionen an den Bell Laboratories in New Jersey, USA, inne. Der gebürtige Kanadier Boyle (85) war bis 1979 Forschungsdirektor der

reicher Kommunikator, der viele experimentelle Forschergruppen dazu inspirierte, hochreine und damit verlustarme Glasfasern herzustellen. Mit Erfolg: Die ersten kommerziellen Glasfasern wurden 1975 verlegt, das erste transatlantische Glasfaserkabel 1988. Inzwischen würden alle verlegten Glasfasern aneinander gehängt die Erde 25 000-mal umspannen. Sowohl die von Kao empfohlenen Wellenlängen im Infrarotbereich als auch die Singlemode-Fasern haben sich dabei durchgesetzt.

Eimerkette zur Datensammlung

Boyle und Smith mussten sich 1969 beeilen, eine neue Speichertechnologie auf Halbleiterbasis zu entwickeln. Denn der Vizepräsident der Bell Laboratories plante, Geldmittel aus Boyles Arbeitsgruppe abzu ziehen, um die Entwicklung von Magnetblasen, eine andere Speichertechnologie, voranzutreiben. Um ihn davon abzuhalten, musste ein Konkurrenzprodukt her. Und das ganz schnell. „In einer Diskussion, die nicht länger als eine Stunde dauerte, war die grundlegende Struktur des CCD an der Tafel entworfen“, erinnert sich Smith.

Die Oberflächenstruktur eines CCD besteht aus einer großen Anzahl Elektroden, die in Reihen



„Communication Sciences Division“, der aus New York stammende Smith (79) leitete bis 1986 die Abteilung, die sich mit komplexen Schaltungen beschäftigte.



Der US-Amerikaner Charles Kao wurde 1933 in Shanghai geboren und forschte bis 1996 an der Universität Hongkong.

und Spalten angeordnet sind und als lichtempfindliche Zellen (Pixel) dienen. Die Grundidee dieses Speichers besteht darin, Ladungspakete zunächst in Potentialtöpfen zu sammeln. Liegt Spannung an einer Elektrode an, so entsteht in ihrer Umgebung ein Potentialtopf, aus dem Elektronen nicht mehr entweichen können. Bei einem CCD in einer Kamera stammen diese Elektronen aus dem Material selbst. Treffen nämlich Photonen auf die Pixel, lösen sie aufgrund des Photoeffekts Elektronen heraus, die in den Potentialtopf wandern. Die Anzahl an gespeicherten Elektronen ist proportional zur Lichtinten-

sität an diesem Ort. Damit lassen sich digitale Bilder aufnehmen. Um diese auszulesen, werden die Elektronen in einer Art „Eimerkette“ von einem Potentialtopf zum nächsten weitergegeben und am Ende registriert. Durch die Analyse der „Eimer“ lässt sich also aus dem elektronischen Signal schließlich das digitale Bild rekonstruieren.

Heute sind CCDs und Glasfasern aus dem Alltag und aus der Wissenschaft nicht mehr wegzudenken. Der schnelle, bequeme Austausch von Urlaubsbildern über das Internet wäre ohne die Entwicklungen von Boyle, Smith und Kao nicht möglich. CCDs haben die moderne Astronomie revolutioniert und die faszinierenden Bilder

entfernter Galaxien ermöglicht, die wir z. B. vom Hubble-Weltraumteleskop kennen. Aber auch andere Wissenschaften und insbesondere die medizinische Bildgebung haben von der Erfindung des CCD und der Kommunikation über Glasfasern profitiert.

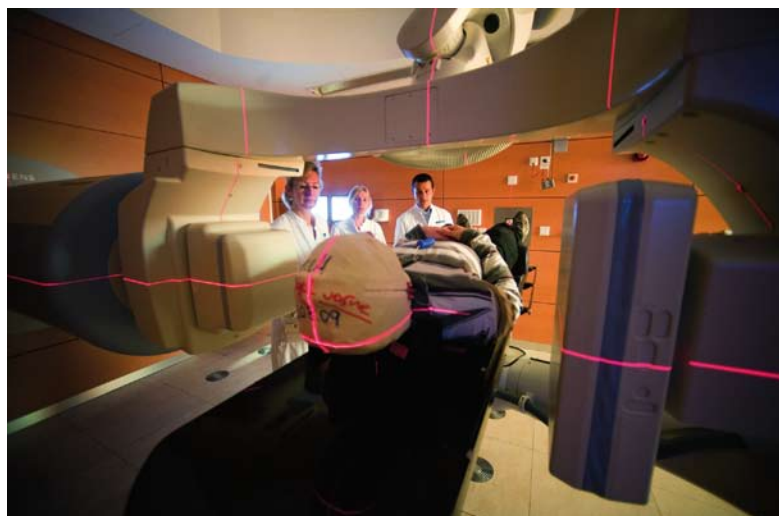
Hannah Tomczyk

■ Tumore unter schwerem Beschuss

Am 2. November öffnete das Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum seine Türen für die ersten Patienten.

Schwere Geschütze fahren Heidelberger Mediziner künftig im Kampf gegen Krebs auf: Nach monatelangen Verzögerungen startet nun am Heidelberger Universitätsklinikum das Ionenstrahl-Therapiezentrum HIT, bei dem Protonen- oder Schwerionenstrahlen Tumoren gezielt zu Leibe rücken sollen.¹⁾ Dafür kommen vor allem solche in Frage, die tief im Körper eines Patienten sitzen oder neben wichtigen Organen liegen (z. B. Hirntumore) und daher herkömmlichen Bestrahlungstechniken mit hochenergetischen Photonen nicht zugänglich sind. Vier Partner haben seit 1993 eng zusammengearbeitet, um die 120 Millionen Euro teure Anlage zu realisieren: die Universitätsklinik für Radioonkologie und Strahlentherapie Heidelberg, die Gesellschaft für Schwerionenforschung Darmstadt (GSI), das Deutsche Krebsforschungszentrum Heidelberg und das Forschungszentrum Rossendorf bei Dresden.

Eigentlich sollte das HIT bereits im letzten Jahr in Betrieb gehen, doch das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten funktionierte nicht. „Wir haben mit dem gleichen Problem gekämpft wie der A380“, vergleicht Jürgen Debus, ärztlicher Direktor der Abteilung Radioonkologie und Strahlentherapie am Universitätsklinikum Heidelberg. „So wie man bei einem großen Flugzeug nicht alles komplett modellieren kann, sind auch wir darauf angewiesen, die Anlage in Echtzeit zu betreiben, um eine Vorstellung



Fotos: Universitätsklinikum Heidelberg, Medienzentrum

Für die Ionenstrahltherapie eines Hirntumors ist es nötig, den Patienten mit einer

Kopfmaske zu fixieren, damit sich der Tumor millimetergenau treffen lässt.

davon zu bekommen, wie sie funktioniert.“ Doch nun beginnt in zwei der vier Behandlungsräume die Arbeit, ein dritter ist für die Forschung vorgesehen, und der vierte wird erst im Laufe des kommenden Jahres für Bestrahlungen bereitstehen. Die ersten Patienten sind bereits ausgewählt. Wie viele sich in Heidelberg noch in diesem Jahr einer Strahlentherapie unterziehen können, ist unklar. „Wir müssen abwarten, wie gut das Gerät läuft. Aber eine zweistellige Zahl wird es sicherlich sein“, meint Debus. Künftig sollen es rund 1300 Patienten pro Jahr sein.

Schon in den 70er-Jahren begannen Wissenschaftler der GSI, schwere Ionen für die Tumorthherapie zu erforschen.²⁾ Vor mehr als zehn Jahren konnten sie damit die ersten Patienten behandeln.³⁾

Während Röntgen- oder Gammastrahlen auf dem Weg zum Tumor im Gewebe schnell an Energie verlieren, gibt ein Ionenstrahl erst am Ende seiner Reichweite (Bragg-Peak) den Großteil seiner Energie ab. Dadurch lassen sich mit Ionen Tumore gezielt bestrahlen, während das umliegende Gewebe weitgehend verschont bleibt. Zudem dringen Ionen je nach Geschwindigkeit bis zu 30 cm in den Körper eines Patienten ein und erreichen somit auch tief liegende Tumore. Sie beschädigen das Erbgut in den Krebszellen, sodass diese sich nicht mehr teilen können und absterben. Ein weiterer Vorteil ist, dass Ionenstrahlen sich mit Magnetfeldern ablenken lassen. „Damit kann man im Prinzip beliebig geformte Volumina gezielt bestrahlen“, erklärt Jürgen Debus.

1) www.klinikum.uni-heidelberg.de/Heidelberger-Ionenstrahlen-Therapie-HIT.1165.0.html

2) vgl. Physik Journal, Februar 2007, S. 29

3) vgl. Physik Journal, März 2003, S. 8