

## Ein Teilchenbeschleuniger gegen den Krebs

**Med-Austron.** Eines der abstraktesten Wissenschaftsgebiete, die Teilchenphysik, kann in Fällen Leben retten, in denen jede andere medizinische Methode versagt. Ein Behandlungszentrum in Wiener Neustadt steht kurz vor der Fertigstellung.



Der Beschleunigerring von Med-Austron bei Wiener Neustadt hat einen Umfang von circa 80 Meter. „Die Presse“ warf einen exklusiven Blick auf den Teilchenbeschleuniger.

[Thomas Kästenbauer]

VON REINHARD KLEINDL

Der Komplex sieht nicht aus wie eine medizinische Einrichtung. Die Behandlungsräume sind mit Holz verkleidet, die farbige Beleuchtung sorgt für ein beruhigendes Ambiente. Der Patient wird in einen Raum geführt, in dem ein Behandlungstisch auf einem weißen Roboterarm ruht. Dort wird er in eine für ihn maßgefertigte Liege umgebettet, ein darauf montierter, kompakter Computertomograf durchleuchtet nochmals den Körper, bevor die Liege automatisch ausgerichtet wird.

Was dann passiert, ist für den Patienten nicht spürbar, kann ihm aber das Leben retten: Ein hochenergetischer Strahl aus Protonen oder Kohlenstoffionen wird auf einen nur wenige Millimeter großen Punkt im Inneren des Körpers fokussiert. Die Person auf dem Behandlungstisch ist ein Krebspatient mit einem Tumor, der so nah an wichtigen Organen liegt, dass er mit herkömmlichen Bestrahlungen nicht behandelbar ist.

### Hochenergetischer Strahl

Ein hochenergetischer Strahl aus Protonen – wer dabei an den Large Hadron Collider (LHC) am Europäischen Kernforschungszentrum CERN bei Genf denkt, liegt nicht falsch: Im Keller unter dem Behandlungsraum steht ein ringförmiger Teilchenbeschleuniger, eine Miniaturversion des LHC. Die Anlage heißt Med-Austron, steht in der Nähe von Wiener Neustadt und ist eine der modernsten Anlagen für Tumorthherapie mit Ionen der Welt.

„Der Umfang des Beschleunigerrings beträgt knapp über 80 Meter. Er besteht aus 1000 unterschiedlichen Komponenten, die allesamt bei Med-Austron entwickelt und dann von 230 Unternehmen aus 22 Ländern hergestellt wurden. Damit erreichen wir eine Strahlenergie von 250 Megaelektronenvolt, das sind etwa zwei Drittel der Lichtgeschwindigkeit“, sagt Bernd Mößlacher, Physiker und Geschäftsführer des Zentrums. Die elektrische Anschlussleistung beträgt acht Megawatt, dazu kommen vier Megawatt Kühlleistung. Es mag paradox erscheinen, einen solchen

Strahl auf menschliches Gewebe zu richten. Die abgegebene Leistung ist dabei minimal, gerade groß genug, um das Erbgut des Tumors zu schädigen.

Warum diese hohe Geschwindigkeit? „Um im Tumor die maximale Dosis zu erreichen, muss die Strahlenergie genau eingestellt werden“, so Mößlacher. „Das Gewebe bremst den Strahl, wo die Ionen zum Stillstand kommen, ist das Dosismaximum. Es geht also um die Eindringtiefe, die erst bei hohen Geschwindigkeiten erreicht wird.“ Diese Tatsache – maximale Dosis nicht beim Eintritt, sondern im Inneren des Körpers – ist das Besondere der Bestrahlung mit Protonen und anderen Ionen (siehe unten).

Dabei ist es einfacher, den Patienten zum Strahl zu bewegen als umgekehrt. „Die Patientenpositio-

nierung erfolgt bei uns robotisch. Wir haben deshalb einen Industrieroboter mit sechs Achsen, wie er in der Automobilproduktion eingesetzt wird, zu einem Medizinprodukt umgebaut, um den Patienten unter allen Bedingungen optimal ausrichten zu können.“ Die Ausrichtung passiert millimetergenau. Ein Behandlungsraum verfügt au-

### LEXIKON

**LHC** steht für Large Hadron Collider. Der größte und leistungsfähigste Teilchenbeschleuniger steht am europäischen Kernforschungszentrum CERN bei Genf: 27 Kilometer Länge, in 100 Metern Tiefe.

**Med-Austron** ist ein medizinischer Teilchenbeschleuniger für Protonen und Kohlenstoffionen zur Bestrahlung von Tumoren bei Wiener Neustadt.

ßerdem über die Möglichkeit, den Winkel des Strahls zu ändern. Das ist mit erheblichem Aufwand verbunden: Eine 220 Tonnen schwere Vorrichtung rotiert um den gesamten Raum und dreht den Strahl. Das ist nötig, um die hohe Präzision zu erreichen.

### Tumore wandern mit Organen

Die Ausrichtung des Patienten ist deshalb so schwierig, weil Tumore gemeinsam mit den Organen wandern können. Der Patient muss also nicht nur völlig ruhig fixiert werden, die Lage des Tumors wird auch vor und während der Behandlung immer wieder überprüft, genauso wie die Position der Liege, die aus Kohlefaserkunststoff besteht und deren Verformung durch das Gewicht des Patienten mitberechnet wird.

## Tumorbestrahlung mit Ionen

**Krebstherapie.** Protonen und schwere Ionen sind eine schonendere Alternative zu Gammastrahlen für die Behandlung von Tumoren. Es gibt aber auch Kritik daran.

Bestrahlung ist eine der Standardmethoden in der Krebstherapie. Die Logik ist einfach: Hochenergetische Strahlung schädigt menschliche DNA, also auch in Tumorgewebe.

Üblicherweise wird bei Strahlentherapien sehr hochenergetisches Licht (Gammastrahlung) oder Elektronenstrahlung eingesetzt. Seit den 1950er-Jahren gibt es allerdings Versuche, Patienten mit Ionenstrahlung zu behandeln, meist mit Protonen, den Kernen von Wasserstoffatomen. Diese werden auf bis zu zwei Dritteln der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und können bis zu 38 Zentimeter weit in den Körper eindringen.

Die Bestrahlungsenergie von Protonen lässt sich, im Gegensatz zu Gammastrahlen, sehr präzise auf einen bestimmten Bereich im Inneren des Körpers konzentrieren, ohne das dahinterliegende Gewebe zu schädigen. So werden manche Tumore, die in der Nähe wichtiger Organe liegen, überhaupt erst behandelbar. „Wir haben uns in Österreich drei Monate lang alle Pa-

tienten angesehen, die eine Bestrahlungstherapie bekommen haben. Zehn bis 15 Prozent davon würden von der Bestrahlung mit Ionen profitieren“, sagt Ramona Mayer, medizinische Leiterin des Med-Austron in Wiener Neustadt. Vergleichbare Studien in Italien und Frankreich kamen auf ähnliche Zahlen. Das ergibt einen Bedarf von etwa 2000 Patienten im Jahr in Österreich.

### Kandidaten für Studien fehlen

Wie groß der Vorteil durch Bestrahlung mit Ionen im Gegensatz zu anderen Methoden wirklich ist, darüber gibt es, trotz etwa 120.000 behandelter Personen weltweit, noch zu wenige wissenschaftliche Studien, meinen manche Kritiker. Das liegt, so Mayer, auch am Fehlen von Kandidaten für randomisierte Studien, bei denen die Versuchspersonen per Zufallsmechanismus unterschiedlichen Gruppen zugeordnet werden.

Allerdings stellt sich, angesichts der sehr genau verstandenen physi-

kalischen Effekte (Eindringtiefe, Wechselwirkung mit Materie) und von über hundert Jahren Erfahrung mit der Wirkung von Strahlung auf den menschlichen Körper, die Frage, was so dringend der Klärung bedarf. Dabei dürfte es eher um die Frage der Kosten – und wann diese gerechtfertigt sind – gehen als um grundlegende Zweifel an der Ionenstrahlung. Während man bei Med-Austron davon ausgeht, dass die Krankenkassen die Behandlungskosten von etwa 25.000 bis 30.000 Euro pro Patient zur Gänze tragen werden und auf eine diesbezügliche Gesetzesnovelle von 2005 verweist, gibt es vonseiten der Krankenkassen noch keine Festlegung zur Höhe des Zuschusses.

In Deutschland zahlen die Krankenkassen die Gesamtkosten von 20.000 Euro für eine Ionenstrahlung, etwa in Heidelberg. Dort werden jährlich 750 Patienten behandelt. Allerdings gibt es in Deutschland einzelne Streitfälle, bei denen die Kosten nicht übernommen wurden. (rk)

Drei Behandlungsräume sind künftig vorgesehen, mit unterschiedlichen Spezifikationen. Im November nächsten Jahres sollen die ersten Patienten behandelt werden. „Derzeit sind wir dabei, den Strahl in den ersten Behandlungsraum zu führen. Dann werden wir alle Einstellungen des Beschleunigers durchtesten, 85.000 verschiedene, und verifizieren, damit sie auch medizinisch gesichert eingesetzt werden können.“

Neben Bewunderung erntet das Projekt auch von verschiedenen Seiten Kritik. Die ursprünglich geplanten Kosten von 116 Millionen Euro stiegen inzwischen auf etwa 200 Millionen und werden aus öffentlichen Mitteln, etwa dem Wissenschaftsministerium oder dem Land Niederösterreich, finanziert.

Am Med-Austron ist man stolz darauf, alle Komponenten – in Zusammenarbeit mit dem CERN – selbst entwickelt zu haben. Tatsächlich gibt es aber international einen Trend zu kompakteren, günstigeren Anlagen, für die es inzwischen auch kommerzielle Anbieter gibt. Das sind allerdings neue Entwicklungen, die Machbarkeitsstudien für den Med-Austron gehen auf die späten 1990er-Jahre zurück. Mößlacher spricht seinerseits von Plänen, das gewonnene Know-how weiterzuverkaufen.

Med-Austron kann außerdem noch mehr: Er ist groß genug, um mit Kohlenstoffionen zu bestrahlen, die medizinische Vorteile bieten. Weltweit gibt es derzeit nur drei Anlagen, die auf Kohlenstoffionen und Protonen ausgelegt sind. Der Beschleuniger stellt zudem den Teilchenstrahl für drei Behandlungsräume bereit und liefert für Materialforschung auch Protonen mit bis zu der vierfachen Energie.

Für die Elementarteilchenphysik wird Med-Austron keine Rolle spielen: Der LHC, derzeit weltweit die einzige Anlage, mit der neue Teilchen entdeckt werden können, hat die 5000-fache Strahlenergie, die in der derzeitigen Umbauphase, die bis 2015 dauern soll, gerade noch einmal verdoppelt wird. Bis dahin wird Mößlacher, der am CERN bei der Entwicklung des LHC beteiligt war, am Med-Austron schon erste Patienten behandelt haben.