



UniversitätsKlinikum Heidelberg

Das Heidelberger Ionenstrahl- Therapiezentrum



Grußworte	04
Mit Ionenstrahlen gegen Krebs	08
Die Ausstattung des HIT ist einzigartig	12
Patienten im HIT	20
Das HIT und seine Partner in Klinik und Forschung	24
Ursprung der Strahlentherapie in Heidelberg	30
Entwicklung des HIT	32
Die Architektur: Technik und Ästhetik im Einklang	34
Der HIT Steckbrief	36
Kontaktadressen	38
Impressum	39

Inhaltsverzeichnis

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

Diese Broschüre soll einen Einblick in den aktuellen technischen und medizinischen Stand des Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum HIT geben. Am 2. November 2009 wurde es eröffnet, am 15. November der erste Patient bestrahlt. Zwei Jahre später sind es bereits mehr als 500 Patienten. Bei voller Auslastung können pro Jahr 1.300 Patienten bestrahlt werden.

Die wissenschaftliche Pionierleistung der Ärzte, Wissenschaftler und Techniker, die Ausdauer aller Beteiligten in der schwierigen Anlaufphase sowie der unternehmerische Mut des Universitätsklinikums Heidelberg und seiner Partner haben Früchte getragen – zum Wohle der Patienten und für den wissenschaftlichen Fortschritt: Erstmals in Europa steht eine Therapieanlage zur Verfügung, in der Patienten mit bösartigen Tumoren sowohl mit Schwerionen als auch mit Protonen behandelt werden können und die über eine weltweit einzigartige technische Ausstattung verfügt.

Ein hochinnovatives Projekt wie das HIT braucht verlässliche Partner, die es wohlwollend unterstützen und mit Augenmaß begleiten. Neben den wissenschaftlich-technischen und medizinischen Partnern sind dies insbesondere die Krankenkassen, die ihren Mitgliedern im Rahmen klinischer Studien den Zugang zu einer neuen onkologischen Behandlungsform ermöglichen.

In den vergangenen zwei Jahren konnte nicht nur die klinische Praxis im HIT etabliert werden, sondern in seinem Nachbargebäude wurde – dank des Engagements der Deutschen Krebshilfe – binnen kürzester Zeit das NCT, das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen, errichtet, ein gemeinsames Projekt mit dem Deutschen Krebsforschungszentrum. Die Behandlung im HIT ist nun Bestandteil eines wahrhaft interdisziplinären Therapieangebots.

Unser Dank gilt allen, die sich täglich in der Krankenversorgung und Forschung im HIT engagieren, oder das HIT durch ihre Kooperation unterstützen.



I. Gürkan

Irmtraut Gürkan
Kaufmännische Direktorin
des Universitätsklinikums Heidelberg



Nawroth

Professor Dr. Peter Nawroth
Komm. Leitender Ärztlicher Direktor
des Universitätsklinikums Heidelberg

Grüßworte



Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Jürgen Debus
Ärztlicher Direktor der Klinik für RadioOnkologie und
Strahlentherapie am Universitätsklinikum Heidelberg,
Wissenschaftlich-medizinischer Leiter des Heidelberger
Ionenstrahl-Therapiezentrams (HIT)

Prof. Dr. sc. hum. Thomas Haberer
Wissenschaftlich-technischer Direktor des Heidelberger
Ionenstrahl-Therapiezentrams (HIT)

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

Die Entdeckung der Röntgenstrahlung vor mehr als 100 Jahren war ein Meilenstein in der Medizin. Der Physiker Wilhelm Conrad Röntgen erkannte sofort die Möglichkeiten, die sich mit diesen „neuen Strahlen“ auftaten. Was damals als ungeheure Neuigkeit erschien, ist heute im medizinischen Alltag eine selbstverständliche Routine. Röntgenstrahlen dienen nicht nur der Diagnostik, sondern auch der Behandlung bösartiger Erkrankungen: Mehr als 60 Prozent der Krebspatienten werden heute bestrahlt – allein oder in Kombination mit Operation oder Chemotherapie. Mit den Protonen und Schwerionen sind weitere „neue Strahlen“ in der Tumorthherapie hinzugekommen. Sie versprechen eine noch höhere Präzision und Effektivität – erfordern aber auch einen deutlich größeren apparativen Aufwand.

Diese Herausforderung meisterte ein Team aus Mitarbeitern des GSI Helmholtzzentrums für Schwerionenforschung, des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ), des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf (HZDR) und des Universitätsklinikums Heidelberg: In einem Pilotprojekt wurden von 1997 bis 2008 mehr als 400 Patienten erfolgreich mit Ionenstrahlung behandelt und Erfahrungen für den Aufbau einer klinischen Anlage in Heidelberg gesammelt.

Seit 2009 werden im Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) Patienten bestrahlt. Die Therapie ist stets in ein onkologisches Gesamtkonzept eingebettet. Durch die Anbindung des Nationalen Centrums für Tumorerkrankungen Heidelberg (NCT) an das HIT steht ein breites Angebot an Therapien zur Verfügung, so dass jedem Patienten eine individuell auf ihn zugeschnittene und mit Experten aus verschiedenen medizinischen Fachrichtungen abgestimmte Behandlung angeboten werden kann. Hinzu kommt ein breites psychosoziales Beratungsangebot.

Das HIT ist ein hervorragendes Beispiel für die erfolgreiche Zusammenarbeit zahlreicher Experten unterschiedlicher Disziplinen wie Physik, Medizin, Informatik, Biologie und Architektur, die etwas Einzigartiges geschaffen haben. Bei vielen Krebserkrankungen können wir mit dieser Technologie höhere Heilungsraten erzielen. Doch die Wissenschaftler ruhen nicht, die Behandlungsergebnisse noch weiter zu verbessern. Wir möchten Ihnen mit dieser informativen Broschüre einen Einblick in das HIT geben und wünschen Ihnen eine interessante Lektüre.

Heidelberg, im Februar 2012

Prof. Dr. Dr. Jürgen Debus

Prof. Dr. Thomas Haberer

Seit vielen Jahren setzen Mediziner Strahlung ein, um bösartige Tumoren zu zerstören. In der herkömmlichen Strahlentherapie arbeiten sie dabei mit Röntgen- bzw. Gammastrahlen, die aus kleinen Lichtteilchen, den so genannten Photonen, bestehen. Photonenstrahlung ist heute die am häufigsten eingesetzte Strahlenart in der Krebstherapie. Im Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) kommt Ionenstrahlung zum Einsatz. Sie wird auch Teilchen- bzw. Partikelstrahlung genannt, denn sie besteht aus hochbeschleunigten, geladenen Atomkernen.

Dazu gehören Protonen und Schwerionen.

- > Protonen sind die positiv geladenen Kerne von Wasserstoffatomen.
- > Schwerionen sind die positiv geladenen Kerne von Atomen größerer Masse. Sie sind deutlich schwerer als Protonen.
- > Die Schwerionen, die im HIT zum Einsatz kommen, sind Kohlenstoff-, Sauerstoff- und Heliumionen.

Ionenstrahlung erreicht auch tiefliegende Tumoren

Ionenstrahlung hat eine definierte und exakt einstellbare Reichweite. Die geladenen Teilchen werden im HIT auf über drei Viertel der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und dann zielgenau in Richtung Tumor geschickt. Je nach Geschwindigkeit bzw. Energie können die Ionen bis zu 30 Zentimeter tief ins Gewebe eindringen. Ionenstrahlen ermöglichen also auch in der Tiefe ausreichend hohe Dosen bei gleichzeitig guter Schonung des Normalgewebes. Das zeichnet sie gegenüber Photonen- bzw. Röntgenstrahlung aus. Diese ist in einer Gewebetiefe von ca. drei Zentimetern am wirksamsten. Danach fällt die Dosis ab, weil der Strahl auf seinem Weg durch das Gewebe kontinuierlich abgeschwächt wird. Seitlich vom Tumor liegendes gesundes Gewebe wird daher belastet, und tief im Körper liegende Tumoren erhalten keine ausreichend hohe, zerstörerische Strahlendosis. Mit modernen Bestrahlungstechniken lassen sich diese Nachteile oft vermindern – aber nicht immer.

Hochbeschleunigte Atomkerne



Statt Photonen kommen Protonen und Schwerionen zum Einsatz



Ionenstrahlung trifft genauer.

Aufgrund ihrer hohen Geschwindigkeiten und ihrer großen Masse durchschlagen Ionen das Gewebe wie ein Pfeil und bilden ein scharf begrenztes Strahlenbündel mit nur minimaler seitlicher Streuung. Erst ganz am Ende ihres Weges, kurz bevor sie stoppen, geben die Ionen den wesentlichen Teil ihrer zerstörerischen Energie an das Gewebe ab. Forscher nennen diesen Bereich Bragg-Peak, benannt nach seinem Entdecker William Henry Bragg (1862-1942, englischer Nobelpreisträger für Physik). „Peak“ heißt auf deutsch „Spitze“ und bezeichnet den Bereich, an dem die Strahlung ihren Spitzenwert erreicht. Danach kommt es zu einem steilen Dosisabfall auf nahezu Null.

Mit Ionenstrahlung können höhere Strahlendosen verabreicht werden.

Ärzte und Physiker können den Therapiestahl so steuern, dass die maximale Strahlendosis genau den Tumor trifft. Daneben und dahinter liegendes gesundes Gewebe wird kaum belastet. Mithilfe der Rastersteuertechnik können viele Tausend Strahlen (Bragg-Peaks) überlagert werden, so dass Tumoren jeder Form, Größe und Tiefenlage im Gewebe millimetergenau vom Strahlenbündel getroffen werden. Weil die Strahlen so genau treffen und gesundes Gewebe verschont bleibt, schätzen Experten, dass die Strahlendosis im Vergleich zur konventionellen Bestrahlung bei einer Protonenbestrahlung um bis zu 20 Prozent und bei einer Schwerionenbestrahlung um bis zu 35 Prozent erhöht werden kann. Damit würden die Heilungschancen für die Patienten steigen.

Schwerionenstrahlung ist biologisch wirksamer.

Zellen verfügen über leistungsfähige Mechanismen, um Strahlenschäden zu reparieren. Die Reparaturfähigkeit des bestrahlten Gewebes ist nach einer Schwerionenbestrahlung deutlich geringer als nach einer Photonenbestrahlung gleicher Dosis, denn die Schäden sind gravierender. Außerdem schädigen Schwerionen auch Tumoren, die gegenüber herkömmlicher Bestrahlung sehr widerstandsfähig sind. Das sind Tumoren, die sehr langsam wachsen, und solche, die schlecht durchblutete, sauerstoffarme Bereiche enthalten.

Ionenstrahlen treffen genauer
und schonen das gesunde Gewebe

Die Ausstattung des HIT ist einzigartig

Seit November 2009 werden im Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) Krebspatienten mit Ionenstrahlung behandelt. Sie ist außerordentlich präzise und höchstwirksam und bietet vielen Patienten mit bisher strahlentherapeutisch schwer beherrschbaren Tumoren neue Behandlungsmöglichkeiten. HIT ist eine Therapieanlage der Superlative. Eine Fläche fast so groß wie ein Fußballfeld, verteilt auf drei Stockwerke, zwei davon unterirdisch, und eine medizintechnische Ausstattung von internationaler Spitzenklasse – das sind die Dimensionen von HIT.

Es gibt bereits mehrere Therapieanlagen zur Bestrahlung mit Protonen und Schwerionen.

Das HIT hat aufgrund seiner besonderen Ausstattung Alleinstellungsmerkmale:

- > HIT ist die erste kombinierte Therapieanlage Europas, an der mit Protonen und Schwerionen bestrahlt wird.
- > HIT setzt erstmals kooperierende Roboter zur automatisierten Bildgebung und höchstpräzisen Patientenpositionierung ein.
- > HIT ist die erste Schwerionentherapie-Anlage mit einer um 360° drehbaren Bestrahlungsquelle (Gantry).
- > HIT ist die erste Ionenstrahl-Anlage mit Intensitätsmoduliertem Rasterscan-Verfahren, dem weltweit präzisesten Bestrahlungsverfahren.

Medizintechnik der Spitzenklasse





Die Gantry: eine gigantische Konstruktion aus Stahl



- > **HIT ist die erste kombinierte Therapieanlage Europas, an der Patienten sowohl mit Protonen als auch mit verschiedenen Schwerionen bestrahlt werden können.**

So sind vergleichende klinische Studien möglich. Für bestimmte Tumorerkrankungen, bei denen die herkömmliche Strahlentherapie nicht erfolgreich ist, soll in den nächsten Jahren ermittelt werden, ob eine Protonen- oder eine Schwerionenbestrahlung größere Heilungserfolge bringt. Es soll auch untersucht werden, welche Schwerionen (Kohlenstoff-, Sauerstoff- oder Heliumionen) bei den einzelnen Tumorerkrankungen therapeutisch am wirksamsten sind. Für einige Tumoren ist das bereits heute eindeutig belegt. Für andere fehlen noch klinische Studien.

- > **Im HIT werden erstmals kooperierende Roboter eingesetzt, die den Bestrahlungstisch präzise einstellen und somit den Patienten optimal vor der Bestrahlungsquelle positionieren.**

Der Tisch ist in sechs Richtungen beweglich, so dass sich viele verschiedene Einstrahlrichtungen ergeben. Mittels digitaler Röntgentechnologie, die dreidimensionale Bilder des Tumorareals liefert und mit dem Bestrahlungsplan vergleicht, kann die beste Bestrahlungsposition ermittelt und automatisch eingestellt werden.

- > **HIT ist die erste Schwerionentherapie-Anlage mit einer um 360° drehbaren Bestrahlungsquelle (Gantry).**

In der konventionellen Strahlentherapie mit Photonen sind bewegliche Bestrahlungsquellen schon seit Jahrzehnten sehr erfolgreich im klinischen Einsatz. Die Gantry im HIT ermöglicht eine Bestrahlung des Tumors mit Schwerionen aus einer Vielzahl von Richtungen. Zusätzlich kann der Bestrahlungstisch in sechs Richtungen gedreht werden. Kombiniert man diese beiden Bewegungen, ergeben sich beliebig viele Einstrahlrichtungen für den Behandlungstrahl. Die einzelnen Strahlenbündel überschneiden sich im Tumor und addieren sich nur hier zur Gesamtdosis. Darüber hinaus wurde in die HIT-Gantry mit dem Rasterscan-Verfahren das präziseste Bestrahlungsverfahren integriert (siehe Seite 16). Gesundes Gewebe wird auf diese Weise optimal geschont, auch bei komplizierten Tumorkomplexen in der Nähe höchst strahlenempfindlicher Organe, wie Darm oder Sehnerv.

Die Gantry im HIT ist eine gigantische technische Konstruktion aus Stahl: Sie ist 25 m lang, im Durchmesser 13 m groß und wiegt 670 t, wovon 600 t mit Submillimeterpräzision drehbar sind. Die Gantry arbeitet sehr präzise: Der Strahl erreicht den Patienten mit bis zu drei Vierteln der Lichtgeschwindigkeit, kann bis zu 30 cm ins Gewebe eindringen und weicht dennoch höchstens einen Millimeter vom Ziel ab.

> **HIT ist die erste Ionentherapie-Anlage mit Intensitätsmoduliertem Rasterscan-Verfahren.**

Mit dieser speziellen Bestrahlungsmethode können Tumoren jeder Form, Größe und Tiefenlage im Körper mit einer niemals zuvor erreichten Präzision bestrahlt werden. „Intensitätsmoduliert“ heißt, dass der Behandlungsstrahl im Querschnitt betrachtet in mehrere Bereiche unterteilt ist, die alle eine unterschiedliche Strahlenintensität haben – ganz wie es die Strahlenempfindlichkeit des Tumors und seines Nachbargewebes erlaubt.

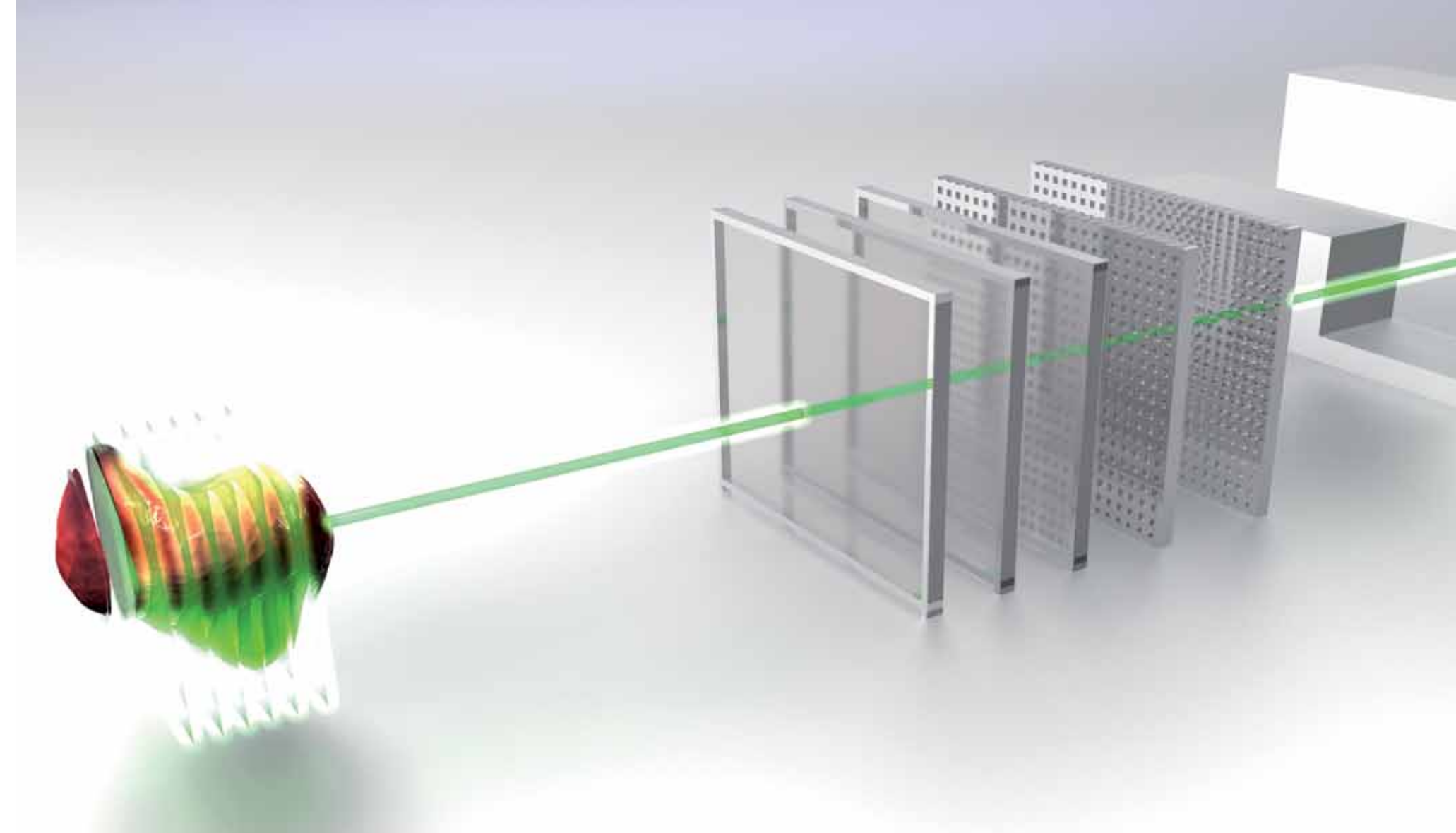
Geladene Teilchen lassen sich mit Hilfe von Magnetfeldern in verschiedene Richtungen lenken. Deshalb kann der Ionenstrahl während der Bestrahlung so präzise gesteuert werden. Wie weit der Strahl ins Gewebe vorstößt, hängt dagegen von seiner Energie ab: Je mehr die Teilchen im HIT beschleunigt werden, d.h. je schneller und damit energiereicher der Ionenstrahl ist, desto tiefer dringt er in den Körper ein. Am Teilchenbeschleunigersystem können 100.000 verschiedene Kombinationen der Strahlparameter eingestellt werden. So treffen maßgeschneiderte Strahlenbündel den Tumor millimetergenau und bestrahlen das gesamte Tumolvolumen. Bei der herkömmlichen Bestrahlung mit Photonen kommt die Intensitätsmodulation schon seit einigen Jahren zum Einsatz, für Ionen ist sie neu.

Rasterscan-Verfahren (rechts): Mit Hilfe eines Computertomographen wird der Tumor in seinen genauen Konturen bildlich dreidimensional dargestellt und anschließend im Rechner in digitale Scheiben von jeweils etwa einem Millimeter Stärke „geschnitten“. Die Computer-Software belegt jede Tumorscheibe schachbrettartig mit nebeneinander liegenden Bildpunkten und berechnet für jeden Punkt die notwendige Eindringtiefe der Strahlung und die höchstmögliche Strahlendosis. Der intensitätsmodulierte Ionenstrahl tastet dieses Raster millimetergenau ab und verweilt so lange auf einem Punkt, bis die zuvor berechnete Strahlendosis erreicht ist. Liegen empfindliche Organe direkt am Tumor, wird an dieser Stelle mit einer geringeren Dosis bestrahlt. Für Tumorareale, die extrem widerstandsfähig gegen Strahlung sind, wählen die Ärzte eine höhere Dosis.

Höchste Sicherheit durch die Online-Therapie-Kontrolle

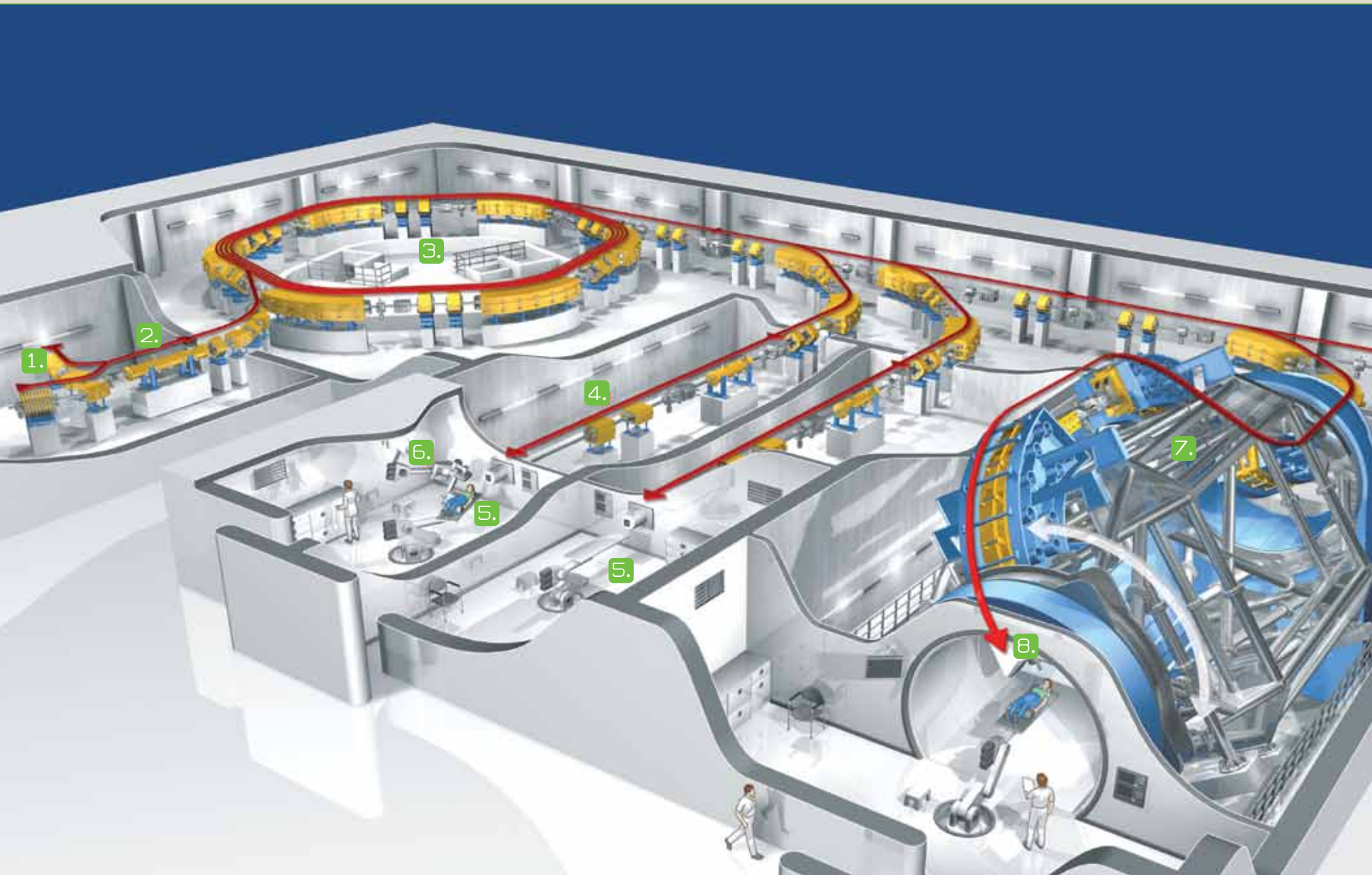
Während der Therapie werden Lage, Form und Intensität des Ionenstrahls bis zu 100.000 Mal pro Sekunde überprüft. Fünf hochauflösende Teilchendetektoren erfassen das gesamte Bestrahlungsfeld und vergleichen den Therapiestahl mit den Vorgaben der Bestrahlungsplanung. Bei der kleinsten Abweichung stoppt die Bestrahlung innerhalb einer halben Millisekunde.

Intensitätsmoduliertes Rasterscan-Verfahren



Weltweit höchste Präzision und Sicherheit
in der Ionenstrahlentherapie

Von der Ionenstrahlquelle bis zum Patienten



Die Medizintechnik im HIT

- 1. Ionenquellen:** Hier werden Strahlen positiv geladener Atome – Ionen – erzeugt. Zur Gewinnung von Protonen wird Wasserstoffgas und zur Gewinnung von Kohlenstoffionen Kohlendioxid verwendet.
- 2. Zweistufiger Linearbeschleuniger:** Ionen werden bis auf ein Zehntel der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt.
- 3. Synchrotron:** Sechs 60°-Magneten halten die Ionenstrahlen auf einer Kreisbahn. Während etwa einer Million Umläufe wird die Geschwindigkeit der Ionen auf bis zu 75 % der Lichtgeschwindigkeit erhöht.
- 4. Auf dem Weg zum Behandlungsraum:** Der Therapiestahl wird in Vakuumröhren von Magneten geführt und gebündelt.
- 5. Bestrahlungsraum:** Der Therapiestahl gelangt durch eine Öffnung in den Bestrahlungsraum. Der Patient wird auf einem Behandlungstisch gelagert, der von computergesteuerten Robotern exakt eingestellt wird.
- 6. Positionskontrolle:** Mit einem digitalen Röntgensystem werden vor der Bestrahlung Aufnahmen erzeugt und mit dem Computertomogramm aus der Bestrahlungsplanung verglichen.
- 7. Die Gantry:** Mit der drehbaren Bestrahlungsquelle kann der Therapiestahl im optimalen Winkel auf den Patienten gelenkt werden. Die Gantry wiegt 670 t, wovon 600 t mit Submillimeterpräzision drehbar sind.
- 8. Bestrahlungsplatz in der Gantry:** Hier tritt der Strahl aus der Gantry aus. Zwei rotierende digitale Röntgensysteme ermöglichen die Positionskontrolle vor der Bestrahlung.

Von einer Ionentherapie im HIT sollen langfristig ca. 10 Prozent der Krebspatienten profitieren, bei denen das Tumorstadium mit der herkömmlichen Strahlentherapie nicht gestoppt werden kann, weil es technisch unmöglich ist, eine ausreichend hohe Strahlendosis zu verabreichen. Diese Patienten leiden an Tumoren, die

- > tief im Körper liegen,
- > extrem widerstandsfähig gegenüber herkömmlicher Bestrahlung sind,
- > von hoch strahlenempfindlichem gesunden Gewebe umschlossen werden, beispielsweise Sehnerv, Hirnstamm, Rückenmark oder Darm.

Das HIT soll mit seiner technischen Ausstattung der Spitzenklasse und der biologisch höchstwirksamen Ionenstrahlung diese Behandlungslücke schließen. Bei voller Auslastung können hier pro Jahr ca. 1.300 Patienten bestrahlt werden.

Derzeit werden im HIT folgende Tumoren bestrahlt:

- > Chordome und Chondrosarkome der Schädelbasis
- > Speicheldrüsenkarzinome (inkl. den adenoidzystischen Karzinomen)
- > Chordome und Chondrosarkome des Beckens
- > kindliche Tumoren
- > neuroonkologische Tumoren
- > Leberzellkarzinome
- > Inoperable Enddarmkrebsrezidive
- > Inoperable Knochensarkome
- > Prostatakrebs

Über aktuelle Entwicklungen informiert die Homepage www.hit-heidelberg.com.

Tumorerkrankungen bei Kindern

Besonders günstig ist der Einsatz von Ionenstrahlen bei bestimmten Krebsarten im Kindesalter. Gerade bei Kindern ist es wichtig, Langzeitnebenwirkungen einer Therapie zu vermeiden. Mit Ionenstrahlen ist es möglich, das gesunde Gewebe maximal zu schonen. So können unter anderem Wachstums- und Entwicklungsdefizite sowie die Entstehung von Zweittumoren vermieden werden.

Kostenübernahme durch die Krankenkassen

Ein Bestrahlungszyklus im HIT kostet 19.500 Euro. Der Preis liegt damit unter dem komplexer Operationen und innovativer Chemotherapien. Die Kostenübernahme wird durch Vereinbarungen mit den Krankenkassen geregelt, die ihren Mitgliedern einen Zugang zu der innovativen Therapie ermöglichen.

Auch Patienten mit **seltene Tumoren**
werden kompetent behandelt

Behandlungslücke schließen





Breite Anwendung vorbereiten

In der Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie des Universitätsklinikums Heidelberg wird die breite Anwendung der Ionenstrahlung sorgfältig vorbereitet. In klinischen Studien untersuchen Strahlentherapeuten die Wirksamkeit der Ionenstrahlung im Vergleich zur konventionellen Strahlentherapie. Ein großer Teil der Patienten wird heute im Rahmen solcher klinischen Studien behandelt. Weitere Studien sind für die kommenden Jahre geplant oder werden bereits behördlich geprüft. Über aktuelle Entwicklungen informiert die Homepage www.hit-heidelberg.com.

Koordinationszentrum Heidelberg

Die Deutsche Gesellschaft für RadioOnkologie (DEGRO), Berlin, hat die Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie des Universitätsklinikums Heidelberg beauftragt, in Abstimmung mit dem Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg, als Koordinationszentrum für klinische Studien zu wirken und alle zukünftig in Deutschland an der Protonentherapie interessierten Zentren einzubinden.

Patienten werden in
klinische Studien aufgenommen

Das Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) profitiert von seiner Einbettung in ein einzigartiges klinisches und wissenschaftliches Umfeld in Heidelberg. Es ist räumlich mit der Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie in der Kopfklinik verbunden sowie mit dem Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) und der Kinderklinik. Die Medizinische Klinik, die neue Frauenklinik und die neue Hautklinik befinden sich in der Nachbarschaft. Während die Mitarbeiter der HIT-Betriebs GmbH, vor allem Physiker und Ingenieure, dafür sorgen, dass der Ionenstrahl und die Bestrahlungspläne für die Behandlung zur Verfügung stehen, stellt die Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie die medizinische Expertise.

Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie

In der Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie des Universitätsklinikums Heidelberg wird das gesamte Spektrum der modernen strahlentherapeutischen Diagnostik und Therapie auf international höchstem Niveau angeboten. Etwa 4.000 Krebspatienten werden jährlich in der Klinik behandelt. Das Therapieangebot der Klinik umfasst:

- > Intraoperative Strahlentherapie
- > Intensitätsmodulierte Strahlentherapie
- > Stereotaktische Strahlentherapie
- > Extrakranielle Stereotaxie
- > Tomotherapie
- > Brachytherapie
- > Ganzkörperbestrahlung
- > Therapie mit Ionenstrahlung
- > Strahlentherapie bei Kindern

Unter der Leitung der Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie wurden die klinischen Studien des Pilotprojektes zur Therapie mit Ionenstrahlung von 1997 bis 2008 beim GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung durchgeführt (siehe Pilotprojekt, S.32). Die Klinik sowie das HIT selbst verfolgen darüber hinaus ein breit angelegtes Forschungsprogramm auf den Gebieten der Teilchenbeschleunigertechnik, Rasterescantechnik, Bestrahlungsplanung, Medizinphysik und Strahlenbiologie. Die Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie verfügt damit über ein einzigartiges Know-how auf dem Gebiet der Ionentherapie.

Das HIT und seine Partner

Das HIT ist eingebettet in den
Heidelberger Campus





Fachübergreifende Expertenrunde

Direkter Nachbar: Das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen NCT

Das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) Heidelberg, das in unmittelbarer Nachbarschaft des HIT liegt, ist ein Kooperationsprojekt des Universitätsklinikums Heidelberg, des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ), Heidelberg, der Thoraxklinik Heidelberg und der Deutschen Krebshilfe. Letztere fördert das NCT als onkologisches Spitzenzentrum.

Von der interdisziplinären Struktur des NCT, die klinische Patientenversorgung mit aktueller Krebsforschung verknüpft, profitieren Patienten doppelt: Zum einen steht ihnen eine zentrale Anlaufstelle zur Verfügung, in der sie umfassend betreut werden, zum anderen lassen sich neue Erkenntnisse und vielversprechende Ansätze aus der Grundlagenforschung schneller in der klinischen Praxis einsetzen.

Tumorambulanz und Beratung

Zentrale Anlaufstelle für Patienten ist die Tumorambulanz. Hier finden interdisziplinäre Sprechstunden statt, in denen jeder Patient gemeinsam von allen erforderlichen Spezialisten untersucht wird und seine Therapieempfehlung erhält. Komplizierte Fälle werden einer fachübergreifenden Expertenrunde, den so genannten Tumorboards, vorgestellt. Dabei beraten sich je nach Tumorart beispielsweise Chirurgen, Radioonkologen und Internisten.

Das Ergebnis dieser Konferenz ist ein qualitätsgesicherter Therapieplan nach den höchsten Standards. Die Teilnahme an klinischen Studien eröffnet den Patienten Zugang zu innovativen Therapien, beispielsweise auch im HIT, wo europaweit alle Studien im Bereich der Schwerionenforschung koordiniert werden. Das NCT ist somit eine bedeutende Plattform zur Übertragung neuer Forschungsergebnisse aus dem Labor in die Klinik.

Die Patienten profitieren außerdem von zahlreichen Beratungsangeboten wie z. B. psychoonkologischer Betreuung, Selbsthilfegruppen, Ernährungsberatung und dem Programm Sport und Krebs.

Das HIT ist vernetzt in Klinik und Wissenschaft

Das HIT kooperiert mit international renommierten Forschungszentren. Die meisten davon sind Mitbegründer des HIT bzw. Kooperationspartner von der ersten Stunde an.

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

Das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt gehört zu den international führenden Zentren für Schwerionenforschung. An seiner Beschleunigeranlage forschen mehr als 1.000 Wissenschaftler aus über 30 Ländern. Bereits seit seiner Gründung betreibt dieses Zentrum strahlenbiologische Forschung, insbesondere zur radiobiologischen Wirkung von Ionen. Darüber hinaus existiert eine große Expertise auf den Gebieten der Beschleunigertechnik und der Entwicklung hochpräziser Bestrahlungsverfahren. Am Schwerionensynchrotron SIS des GSI Helmholtzzentrums für Schwerionenforschung wurde von 1997 bis 2008 die einzige Beschleunigeranlage in Europa betrieben, an der Patienten mit tiefliegenden Tumoren mit Ionen bestrahlt werden konnten.

Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)

Das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg mit dem Schwerpunkt Radiologische Diagnostik und Therapie ist der Ort international richtungweisender Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet moderner Techniken der Strahlentherapie. Die Zusammenarbeit zwischen der Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie des Universitätsklinikums Heidelberg und dem DKFZ führte zur Gründung der Klinischen Forschergruppe Medizinische Physik und der Klinischen Kooperationseinheit Strahlentherapie, durch die viele Entwicklungen der letzten Jahre schnell und unbürokratisch zur klinischen Anwendung gebracht werden konnten.

Zu diesen erfolgreichen, mittlerweile international richtungweisenden Heidelberger Entwicklungen, an denen das DKFZ maßgeblich beteiligt war, gehören

- > die Dreidimensionale Strahlentherapieplanung,
- > die Stereotaktische Radiochirurgie,
- > die medizinphysikalischen Aspekte der Therapie mit schweren geladenen Teilchen (Kohlenstoffionen),
- > die Intensitätsmodulierte Strahlentherapie (IMRT) und Inverse Strahlentherapieplanung sowie
- > Techniken zur exakten Patientenlagerung unter der Bestrahlungsquelle.

Diese Verfahren haben sich mittlerweile weltweit etabliert und neue Qualitätsstandards in der onkologischen Strahlentherapie definiert.

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)

Das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) betreibt Grundlagen- und angewandte Forschung auf den Gebieten Materialforschung, Biomedizin, Chemie, Umwelt, Kern-, Hadronen- und Strahlungsphysik. Im Hinblick auf die Anwendung der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) im biomedizinischen Bereich besitzt das Institut eine große Expertise, die auch im HIT genutzt wird: Das HZDR entwickelte für das HIT ein bildgebendes Verfahren, mit dem der Ionenstrahl auf dem Weg durch den Körper sichtbar gemacht werden kann.

Heidelberger Institut für Radioonkologie (HIRO)

Das Heidelberger Institut für Radioonkologie (HIRO) steht für gebündelte Kompetenz in der Strahlenforschung zum Wohle des Patienten. Es ist ein international herausragendes Bündnis von Institutionen, die auf dem Gebiet der Strahlenforschung in der Onkologie tätig sind. Dazu gehören das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ), das Universitätsklinikum Heidelberg und das HIT. HIRO und das OncoRay Zentrum in Dresden wurden im Jahr 2010 von Annette Schavan, Bundesministerin für Bildung und Forschung, zum Nationalen Zentrum für Strahlenforschung ernannt. Seine Struktur ermöglicht es, dass wissenschaftliche Erkenntnisse in Zukunft noch schneller zum Wohle der Patienten umgesetzt werden können. Hierzu gibt es Plattformen, die Ergebnisse aus der Grundlagenforschung schnell aufgreifen können und die sowohl die Zulassungstechnischen Voraussetzungen als auch die praktische Umsetzung der neuen Verfahren beschleunigen. Erste Ergebnisse dieser erfolgreichen Zusammenarbeit sind beispielsweise molekularbiologische Verfahren, die das Ansprechen von Tumoren auf eine Therapie anhand von molekularen Markern im Gewebe vorhersagen können.

Internationale Kooperationen

Forschungskooperationen bestehen auch mit Partnern, die in anderen Ländern Protonen- und Schwerionentherapie-Anlagen betreiben, vor allem in den USA und in Japan.

Ursprung der Strahlentherapie in Heidelberg



Begründer der Strahlentherapie in Heidelberg: Vincenz Czerny

Die Strahlentherapie hat in Heidelberg eine über 100-jährige Geschichte. Der große Heidelberger Chirurg und Strahlentherapeut Vincenz Czerny (1842-1916), dessen Büste in der Eingangshalle des Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) seinen Platz gefunden hat, erkannte als einer der ersten Mediziner, „dass Therapieergebnisse durch zusätzliche Strahlen- und Chemotherapie verbessert werden können“.

1906 gründete er das Samariterhaus in Heidelberg-Bergheim, eine „Heil- und Pflegeanstalt für Krebskranke“, in dem er das „Institut für Experimentelle Krebsforschung“ ansiedelte. Patientenbehandlung und Forschung waren somit erstmals unter einem Dach vereinigt. Aus diesem Samariterhaus sind neben der operativen Medizin die „Drei Säulen“ der Heidelberger Krebstherapie hervorgegangen:

- > die Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie am Universitätsklinikum Heidelberg, die das HIT medizinisch betreibt,
- > das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg,
- > das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) Heidelberg.

Der Standort Heidelberg gilt heute als eines der größten und modernsten Zentren für Strahlentherapie und Radioonkologie weltweit. Hier wurden maßgebliche Entwicklungen in der onkologischen Strahlentherapie gemacht, die international neue Qualitätsstandards definierten.

In der Planung und Realisierung des Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) waren das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Darmstadt, und die Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie des Universitätsklinikums Heidelberg federführend. Weitere Kooperationspartner waren das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg und das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR). Diese Pilotprojektspartner haben neue zukunftsweisende Methoden und Schlüsseltechnologien für das HIT entwickelt. Die Vorarbeiten sowie die Expertise der beteiligten Institute auf verschiedenen Gebieten der Teilchentherapie waren ideale Voraussetzungen für eine erfolgreiche Realisierung des HIT und die Einbeziehung industrieller Partner.

1991: Das am GSI entwickelte Rasterverfahren wird erstmals erprobt.

1992 - 1995: Forscher des GSI entwickeln die biologisch-basierte Bestrahlungsplanung für Schwerionen.

1993: Vier Partner beginnen mit den Planungen für ein Pilotprojekt zur Ionenstrahltherapie: das GSI, die Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie, das DKFZ und das HZDR.

1997: Erstmals in Europa werden Patienten im GSI mit Ionenstrahlen (Kohlenstoff) behandelt.

1998: Veröffentlichung des Projektvorschlags zur Errichtung einer klinischen Therapieanlage zur Krebsbehandlung mit Ionenstrahlen.

September 2000: Vorlage der Machbarkeitsstudie für die Heidelberger Schwerionentherapieanlage.

November 2001: Positives Votum des Wissenschaftsrates zur Förderung des Projektes.

12. Mai 2004: Der Grundstein für das HIT wird gelegt.

20. Juni 2005: Richtfest für das HIT-Gebäude.

1. September 2006: Übernahme des Gebäudes durch das Universitätsklinikum Heidelberg.

Juni 2008: Technische Fertigstellung und Aufnahme des Wissenschaftsbetriebs.

2. November 2009: Feierliche Eröffnung des HIT und Übergabe der Betriebsgenehmigung durch das Regierungspräsidium Karlsruhe.

15. November 2009: Die Patientenbestrahlungen beginnen.

November 2011: HIT feiert zweijähriges Bestehen. Bisher wurden ca. 600 Patienten erfolgreich bestrahlt.

Technik und Anwendungsmöglichkeiten haben sich stetig weiterentwickelt. So können sich bewegende Organe bestrahlt werden. Mit einem PET-Computertomographen kann nach der Behandlung die Genauigkeit der Bestrahlung geprüft und ggf. korrigiert werden. Für seine Innovationskraft wird das HIT als „Ausgewählter Ort 2011“ im Bundeswettbewerb „Deutschland – Land der Ideen“ ausgezeichnet.

1997 bis 2008: Das Pilotprojekt demonstriert eindrucksvoll sowohl die klinische Wirksamkeit als auch die technische Durchführbarkeit der Ionentherapie: Über 400 Patienten mit Chordomen und Chondrosarkomen der Schädelbasis und 50 Patienten mit adenoidzystischen Speicheldrüsentumoren der Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie wurden am Teilchenbeschleuniger des GSI Helmholtzzentrums mit Schwerionen bestrahlt. Diese Tumoren sind mit konventioneller Bestrahlung kaum zu behandeln. Ein großer Teil dieser Patienten, konnte mit der Schwerionentherapie geheilt werden.

Meilensteine von 1991 bis 2011



Entwicklung des HIT

Die Architektur: Technik und Ästhetik im Einklang



Büros und Besprechungsräume im Glasbau

Im Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) präsentiert sich medizinische Spitzentechnologie in eindrucksvoller Architektur. Trotz seines enormen Raumvolumens integriert sich der Neubau des HIT zwischen Kopf- und Kinderklinik unaufdringlich und harmonisch in die natürliche Landschaft. Das HIT erstreckt sich über eine Fläche von 5.027 m², was nahezu der Größe eines Fußballfeldes entspricht. Es hat drei Stockwerke, zwei davon unterirdisch, und ist in drei Gebäudeteile unterteilt, die entsprechend der räumlichen Nutzung eine inhaltliche Trennung widerspiegeln: in Glasbau, Kupferblock und grünes Plateau.

Im Glasbau, der eingeschossig aus dem Gelände ragt, sind die Diensträume der 70 Ärzte, Assistenten und Pflegekräfte sowie der Physiker, Ingenieure und Techniker untergebracht. Dem Glasbau direkt angeschlossen, ragt der so genannte Kupferblock aus der Erde heraus, der mit einem markanten Kupferdach bedeckte höchste Gebäudeteil des Bestrahlungsbereiches. Dieser Raum erstreckt sich über alle drei Stockwerke, weil er die 670 t schwere, 25 m lange und im Durchmesser 13 m große Schwerionen-Gantry beherbergt, die weltweit erste um 360° rotierbare Bestrahlungsquelle für Ionen. Die übrigen Räume des Bestrahlungsbereiches liegen unterirdisch und wurden mit einer bis zu 7 m hohen Erdschicht aufgeschüttet, die als Grashügel, grünes Plateau genannt, fließend in die bestehende Landschaft übergeht. Hier befindet sich die Bestrahlungstechnik mit Ionenquelle, Linearbeschleuniger und Teilchenbeschleuniger (Synchrotron). Daran angrenzend liegen die drei Bestrahlungsräume – der Bestrahlungsraum der Gantry und zwei Horizontalbestrahlplätze mit festem Strahl. Der gesamte Bestrahlungsbereich ist aus Gründen des Strahlenschutzes mit bis zu 2,50 m dicken Wänden und Decken aus Stahlbeton umgeben. Über einen Verbindungsgang ist das HIT mit der Kopfklinik verbunden, in der sich die Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie befindet.

Betreiber:

Universitätsklinikum Heidelberg

Wissenschaftlich-medizinischer Leiter:

Professor Dr. med. Dr. rer. nat. Jürgen Debus

Wissenschaftlich-technischer Leiter:

Professor Dr. sc. hum. Thomas Haberer

Gebäudegröße / Architektur:

5.027 m² (fast so groß wie ein Fußballfeld); drei Stockwerke, zwei davon unterirdisch. Drei Bereiche: überirdischer Glasbau mit den Diensträumen der Mitarbeiter; unterirdischer Bestrahlungsbereich; Kupferblock mit der sich über alle drei Stockwerke erstreckenden Schwerionen-Gantry (sie ist 670 t schwer und im Durchmesser 13 m groß).

Baubeginn / Eröffnung:

Mai 2004 / November 2009

Gesamtkosten:

119 Millionen € (je zur Hälfte vom Universitätsklinikum Heidelberg und vom Bund aufgebracht).

Mitarbeiter:

Ärzte, Pflegekräfte, Medizinisch-Technische Radiologieassistenten, Physiker, Ingenieure und Techniker bilden das ca. 70 Mitarbeiter umfassende Team.

Kapazität:

Bei voller Auslastung können im HIT 1.300 Patienten pro Jahr bestrahlt werden.

Medizintechnische Neuheiten:

- > HIT ist die erste kombinierte Therapieanlage Europas, an der mit Protonen und Schwerionen bestrahlt wird.
- > HIT setzt erstmals kooperierende Roboter zur automatisierten Bildgebung und höchstpräzisen Patientenpositionierung ein.
- > HIT ist die erste Schwerionentherapie-Anlage mit einer um 360° drehbaren Bestrahlungsquelle (Gantry).
- > HIT ist die erste Ionentherapie-Anlage mit Intensitätsmoduliertem Rasterscan-Verfahren, dem weltweit präzisesten Bestrahlungsverfahren.

Bestrahlungsplätze:

Drei Bestrahlungsplätze für die Patientenbehandlung mit dem Rasterscanverfahren sowie ein Bestrahlungsraum für methodische Untersuchungen und Entwicklungsarbeiten. Zwei Behandlungsplätze sind mit einer festen horizontalen Strahlführung ausgestattet, der dritte mit einer beweglichen Bestrahlungsquelle (Gantry), die 360° um den Patienten rotieren kann.

Die Behandlungstische sind robotergesteuert und in sechs Richtungen beweglich, um die optimale Einstrahlrichtung des Therapiestrahls wählen zu können. Deckenmontierte Roboter führen digitale Röntgensysteme, mit der die Position des Patienten vor der Bestrahlung ermittelt wird und automatisch vom Behandlungstisch aus feinjustiert werden kann.

Eingesetzte Strahlung:

Ionenstrahlung, auch Partikel- oder Teilchenstrahlung genannt. Protonen sind positiv geladene Kerne von Wasserstoffatomen. Schwerionen sind positiv geladene Kerne von Atomen größerer Masse (im HIT kommen Kohlenstoff-, Sauerstoff- und Heliumionen zum Einsatz). Ionenstrahlung gewährleistet die höchstmögliche Präzision. Schwerionen haben darüber hinaus bei gleicher Dosis eine höhere medizinische Wirksamkeit als die konventionelle Bestrahlung mit Photonen.

Betriebszeiten:

Das HIT ist jeden Tag 24 Stunden in Betrieb. Der erzeugte Strahl wird rund um die Uhr genutzt, entweder therapeutisch oder für Forschungszwecke. Die Patientenbestrahlungen nehmen zunächst fünf Tage, später sechs Tage pro Woche in Anspruch, voraussichtlich 12 bis 14 Stunden täglich.

Energieverbrauch:

Die Beschleuniger sind täglich 24 Stunden in Betrieb und werden im Schichtbetrieb betreut. HIT verbraucht maximal drei Megawatt – das ist so viel wie eine Kleinstadt mit ca. 3.000 Einwohnern.

Der HIT Steckbrief

Kontaktadressen

Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT)

Im Neuenheimer Feld 450
D - 69120 Heidelberg

Homepage:

www.hit-heidelberg.com

Für Patienten und Ärzte

Info-Hotline:

+49 (0) 62 21 / 56 54 45

E-Mail:

strahlentherapie@med.uni-heidelberg.de

Terminvereinbarungen:

Ambulanz der Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie
Tel. +49 (0) 62 21 / 56 76 11
(Montag bis Donnerstag von 8.00 bis 16.00 Uhr, Freitag von 8.00 bis 15.00 Uhr)

Für Journalisten:

Stabsstelle für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
des Universitätsklinikums Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 672, 69120 Heidelberg
Telefon: +49 (0) 62 21 / 56 45 36
E-Mail: presse@med.uni-heidelberg.de

Impressum

Redaktion

Stabsstelle für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit des
Universitätsklinikums Heidelberg und der
Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg
Leitung Dr. Annette Tuffs
presse@med.uni-heidelberg.de
www.klinikum.uni-heidelberg.de/presse
Julia Bird
Dr. Karin Henke-Wendt

Gestaltung und Satz

Fotografie und Bildbearbeitung

Medienzentrum
Stabsstelle des Universitätsklinikums
und der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg
Leitung Markus Winter
markus.winter@med.uni-heidelberg.de
www.medienzentrum.klinikum.uni-heidelberg.de
Markus Winter, Hendrik Schröder, Stefan Lehnert, Foto
Sybille Sukop, Grafik

Bildnachweis

medienzentrum 3D, S.17
Stern, Grafik, S. 18
Universitätsklinikum Heidelberg, Medienzentrum
www.istockphoto.com, Titelbild

Wesentliche beteiligte Firmen

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

Beschleunigeranlagen

MT Mechatronics GmbH

Schwerionen-Gantry

Siemens AG Medical Solutions

Medizintechnik

Arge SIT (Strabag AG, M+W Zander)

Generalunternehmer Bau
Stand: Februar 2012