connect

DAS NCT MAGAZIN

UNIVERSITÄTS KLINIKUM HEIDELBERG

dkfz.
DEUTSCHES KREBSFORSCHUNGSZENTRUM IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Sonderdruck 2_2019

10 Jahre HIT am Universitätsklinikum Heidelberg

» Innovationskraft in Klinik und Forschung

NCT

Titelbild
Horizontaler Behandlungsplatz mit robotergesteuertem Patiententräger und drehbarem Computertomographen.

Die Gantry

Die Gantry im HIT am Universitätsklinikum Heidelberg (UKHD) ist eine gigantische Konstruktion, die größtenteils aus Stahl besteht. Sie ist 25 Meter groß, im Durchmesser 13 Meter lang und wiegt 670 Tonnen, wovon 600 Tonnen mit Submillimeterpräzision drehbar sind. Die Gantry arbeitet sehr präzise: Drehung < 0,3 Millimeter, Strahllage < 0,5 Millimeter. Der Strahl erreicht den Patienten mit bis zu drei Viertel der Lichtgeschwindigkeit, kann bis zu 30 Zentimeter ins Gewebe eindringen und weicht dennoch höchstens einen Millimeter vom Ziel ab.

Beliebige Bestrahlungsrichtung

Die Gantry im HIT ermöglicht eine Bestrahlung des Tumors aus beliebiger Richtung. Zusätzlich wird ein roboterbasierter Bestrahlungstisch in sechs Richtungen justiert. Kombiniert man diese beiden Bewegungen, ergeben sich beliebig viele Einstrahlrichtungen für den Behandlungsstrahl und somit optimale Schonung von Risikoorganen.

Prof. Dr. Dr. Jürgen Debus, wissenschaftlich-medizinischer Leiter (li.), und Prof. Dr. Thomas Haberer, wissenschaftlich-technischer Direktor des Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrums HIT, mit einer Büste von Vincenz Czerny, Chirurg und Strahlentherapeut (1842 – 1916), der als Begründer der modernen Onkologie in Heidelberg gilt.

Das HIT wird 10

2009 wurde das Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum HIT am Universitätsklinikum Heidelberg (UKHD) – weltweit eines der modernsten Therapiezentren für Strahlentherapie – feierlich eröffnet. Damals war es die erste Therapieanlage in Europa, in der bösartige Tumoren sowohl mit Schwerionen als auch mit Protonen behandelt werden konnten. Einzigartig ist die drehbare Strahlführung für die Behandlung mit Schwerionen mit der sogenannten Gantry. Diese ermöglicht die dreidimensionale Abtastung eines Tumors durch einen fokussierten Ionenstrahl. Mit diesem sogenannten Rasterscanverfahren lässt sich in der Therapie eine sehr hohe räumliche Genauigkeit erzielen.

Die Strahlenbehandlung mit Schwerionen- und Protonentherapie ermöglicht es, tief im Körper liegende oder extrem widerstandsfähige Tumoren mit maximaler Präzision zu erreichen und dabei umliegendes gesundes Gewebe zu schonen. Dieser Vorteil ist besonders wichtig bei Tumoren, die nah an empfindlichen Geweben liegen, wie etwa an der Schädelbasis, dem Sehnerv oder Darm sowie Tumoren von Kindern und Jugendlichen.

Zehn Jahre später haben wir über 5000 Patienten im HIT behandeln können. Darüber hinaus verfügt das HIT über einen Bestrahlungsraum für Experimente. Hier wird intensiv geforscht, um Behandlungsmethoden weiter zu verbessern.

Durch die Integration des HIT in die Radioonkologie und Strahlentherapie am Universitätsklinikum Heidelberg, sowie die Verbindung zum Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT), sind wir optimal darauf vorbereitet, jedem Patienten die bestmögliche Therapie für seine Erkrankung zukommen zu lassen. Zusätzlich bieten wir in klinischen Studien weitere innovative Behandlungskonzepte der Strahlentherapie an.

Mit dieser Sonderausgabe des NCT-Magazins *Connect* möchten wir Ihnen zum 10-jährigen Jubiläum des HIT einen kleinen Einblick in unser Therapiezentrum und unsere Arbeit geben.

Eine spannende Lektüre wünschen Ihnen

Jürgen Debus, wissenschaftlich-medizinischer Leiter des HIT und Direktor am NCT Heidelberg

Thomas Haberer, wissenschaftlich-technischer Direktor des HIT

1980er Jahre
Die Idee zum Bau des HIT entstand in den 80er Jahren bei ersten Diskussionen zwischen Wissenschaftlern der Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie am UKHD und des GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Darmstadt. Schon Ende der 70er Jahre wurde auf dem Gebiet der Schwerionenbestrahlung geforscht, seit 1993 wurden Forschung und Entwicklung dann intensiv vorangetrieben. Im Jahre 2005 wurde der Bau des HIT begonnen.

1991
Am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung wird **das erste Experiment zur intensitätskontrollierten Rasterscan-Technik** durchgeführt. Mit einem Xenon-Strahl wird das GSI-Logo in einen ortsauflösenden Teilchendetektor geschrieben.

1992 – 1995
Wissenschaftler des GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung entwickeln eine spezielle Software für eine biologisch basierte Bestrahlungsplanung.

1993
Vier Partner beginnen mit den **Planungen für ein Pilotprojekt zur Ionenstrahltherapie**: Das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Darmstadt, die Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie am UKHD, das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg, und das Helmholtzzentrum Dresden-Rossendorf (HZDR).

1997
Erstmals in Europa werden Patienten am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung mit Ionenstrahlen (Kohlenstoff) behandelt. Das Pilotprojekt, das bis zum Jahr 2008 lief, startet unter medizinischer Leitung von Prof. Dr. Dr. Jürgen Debus und technischer Leitung von Prof. Dr. Thomas Haberer.

1998
Veröffentlichung des Projektvorschlags zur Errichtung einer klinischen Therapieanlage zur Krebsbehandlung mit Ionenstrahlen durch die Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie am UKHD, das DKFZ und das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung.

September 2000
Vorlage der Machbarkeitsstudie für die Heidelberger Schwerionentherapieanlage.

November 2001
Positives Votum des Wissenschaftsrates zur Förderung des Projektes.

12. Mai 2004
Grundsteinlegung des HIT

5. Oktober 2005
Beginn der Beschleunigermontage parallel zum Bau sowie Beginn der Installation der Bestrahlungstechnik durch die Siemens AG.

1. September 2006
Übernahme des Gebäudes durch das UKHD.

November und Dezember 2006
Linearbeschleuniger in Betrieb.
Der Strahl erreicht das Synchrotron.

Januar 2007
Die Tragestruktur der Gantry wird montiert.

Februar 2007
Erreichen der Maximalbeschleunigung im Synchrotron. Montageabschluss der Medizintechnik in den Horizontalbestrahlplätzen.

Juni 2008
Technische Fertigstellung und Aufnahme des Wissenschaftsbetriebs.

November 2009
Die für die Behörden zulassungsrelevanten Tests der Anlage werden durchgeführt. Das Regierungspräsidium erteilt die Betriebsgenehmigung. **Das HIT wird von Ministerpräsident Günther Oettinger feierlich eröffnet.** Erste Patientenbehandlungen im HIT.

Die Geschichte des HIT

»

Innovationskraft in Klinik und Forschung

Im Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) am Universitätsklinikum Heidelberg (UKHD) werden seit zehn Jahren ausgewählte Krebserkrankungen bei Erwachsenen, Kindern und Jugendlichen mit Schwerionen- und Protonentherapie behandelt. Wie alles anfing, zeigt dieser Zeitstrahl.

November 2011
Das HIT wird zwei Jahre alt und von Ministerpräsident Winfried Kretschmann zum „Ausgewählten Ort im Land der Ideen" gekürt.

20. Juli 2012
Der eintausendste Patient wird im HIT bestrahlt.

29. Oktober 2012
Bundesforschungsministerin Annette Schavan und Baden-Württembergs Wissenschaftsministerin Theresia Bauer nehmen mit einem Knopfdruck die weltweit einzigartige **Gantry in Betrieb**.

2013
Die dritte Strahlenquelle wird installiert, in das System integriert und in Betrieb genommen. Nun können am HIT neben Protonen und Kohlenstoffionen auch Heliumionen erzeugt werden. Die Heliumionenstrahlen werden zunächst zu Forschungszwecken an einem speziellen Forschungsplatz genutzt. Das Ziel ist es, in einigen Jahren die Heliumionenstrahlen auch in der klinischen Therapie am HIT einzusetzen.

2018
Am 8. August wird der fünftausendste Patient im HIT bestrahlt.

2019
Das neue **Airo CT-Gerät** wird installiert. Durch das mobile Gerät zur 3D-Bildgebung kann nun eine Lagekontrolle direkt im Behandlungsraum durchgeführt werden. Außerdem ermöglicht es eine adaptive Bestrahlung, also eine direkte Reaktion auf anatomische Veränderungen während der Therapie.

Strahlentherapie in Heidelberg

Die Strahlentherapie hat in Heidelberg eine lange Tradition. Der Heidelberger Chirurg und Strahlentherapeut Vincenz Czerny (1842–1916) erkannte als einer der ersten Mediziner die Bedeutung einer interdisziplinären Krebsbehandlung.

Er gründete neben einem Samariterhaus, das Patientenbehandlung und Forschung unter einem Dach vereinigte, das „Institut für Experimentelle Krebsforschung".

Daraus sind die „drei Säulen" der Heidelberger Krebstherapie hervorgegangen, die Grundlage für Therapie, Forschung und Lehre sind:

- die Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie am Universitätsklinikum Heidelberg (UKHD)
- das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT)
- und das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ).

Therapieanlage HIT

»

Von der Ionenstrahlquelle bis zum Patienten

Das Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) am Universitätsklinikum Heidelberg (UKHD) 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.

Die geladenen Teilchen werden im HIT auf bis zu drei Viertel der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und dann zielgenau in Richtung Tumor geschickt. Wie weit der Strahl ins Gewebe vorstößt, hängt von seiner Energie ab: Je mehr die Teilchen im HIT beschleunigt werden, das heißt 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 rastern maßgeschneiderte Strahlenbündel den Tumor millimetergenau ab und bestrahlen das gesamte Zielvolumen.

Die genaue Strahlführung von der Ionenstrahlquelle bis zum Patienten und den Aufbau der Beschleunigeranlage am HIT zeigt diese Grafik.

1 Ionenquellen: Hier werden Strahlen aus positiv geladenen Ionen erzeugt: Protonen, Kohlenstoff- und Heliumionen. Zur Gewinnung von Protonen wird Wasserstoff, zur Gewinnung von Kohlenstoffionen wird Kohlendioxid verwendet.

2 Hochfrequenzstrukturen: Hier werden die Ionen bis auf ein Zehntel der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt.

3 Synchrotron: Sechs 60°-Magneten halten die Ionenstrahlen auf einer Ringbahn. Während etwa einer Million Umläufe wird die Geschwindigkeit der Ionen auf bis zu 75 % der Lichtgeschwindigkeit erhöht.

4 Auf dem Weg zum Behandlungsraum: Der Therapiestrahl wird in Vakuumröhren von Magneten geführt und gebündelt.

5 Behandlungsraum: Der Patient wird auf einem Bestrahlungstisch mithilfe eines computergesteuerten Roboters exakt in seine Bestrahlungsposition gebracht.

6 Positionskontrolle: Mit einem digitalen Röntgensystem werden vor der Bestrahlung Aufnahmen erzeugt. Ein Computerprogramm vergleicht diese mit der Bestrahlungsplanung für die exakte Positionierung des Patienten. Durch das mobile Airo-CT-Gerät zur 3D-Bildgebung kann eine Lagekontrolle sowie eine Bestrahlungsadaption auch direkt im Behandlungsraum durchgeführt werden.

7 Gantry: Mit der drehbaren Strahlführung kann der Therapiestrahl im optimalen Winkel auf den Patienten gelenkt werden. Die Gantry wiegt 670 Tonnen, wovon 600 Tonnen mit Submillimeterpräzision drehbar sind.

8 Bestrahlungsplatz in der Gantry: Hier tritt der Strahl aus der Gantry aus. Zwei mitrotierende digitale Röntgensysteme ermöglichen die Positionskontrolle vor der Bestrahlung.

9 Forschungsstrahlplatz: Der eigens dafür vorgesehene Forschungsplatz macht das HIT zu einer einzigartigen Forschungsplattform für Ionenstrahlung.

3
4
4
9
6
5
7
8

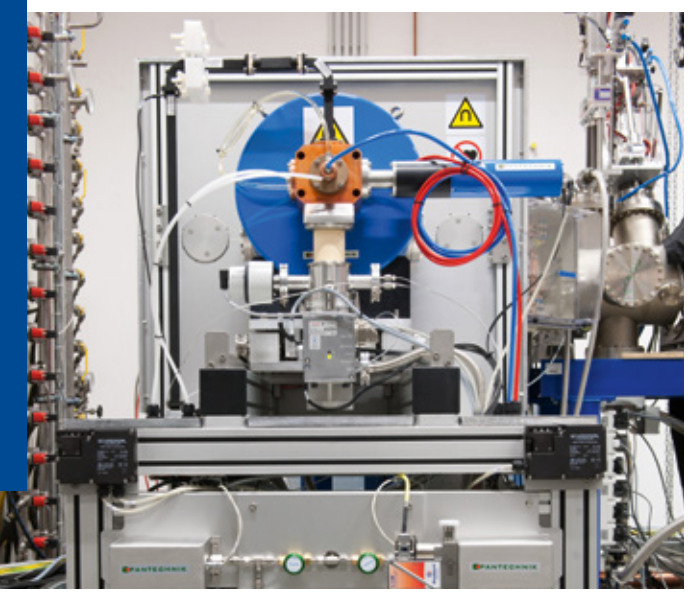
Therapieanlage HIT

»

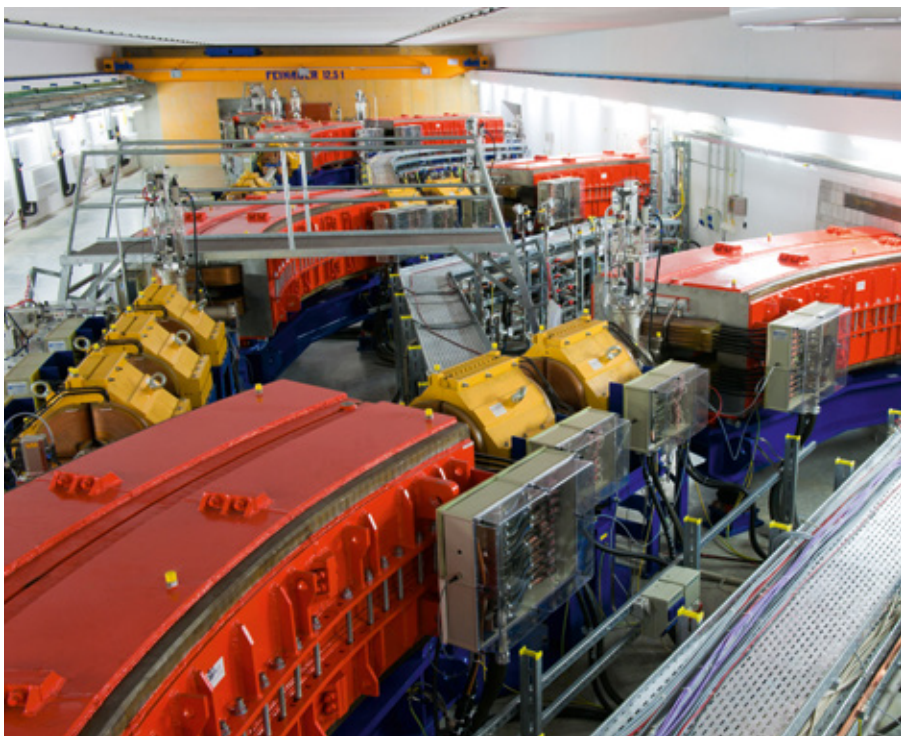
Eine einzigartige Ausstattung

Im Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) am Universitätsklinikum Heidelberg (UKHD) präsentiert sich medizinische Spitzentechnologie in eindrucksvoller Architektur.

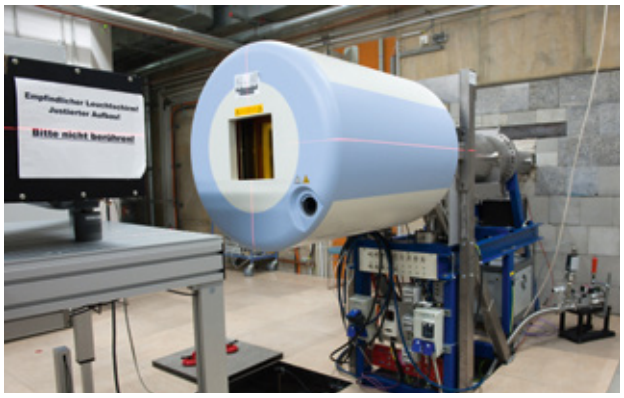
Die Bestrahlungsanlagen und Beschleuniger sind metertief unter dicken Mauern verborgen und zusätzlich von einem sieben Meter hohen Erdhügel bedeckt.



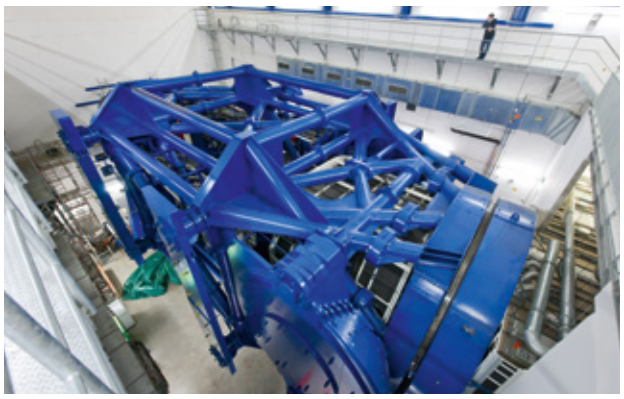
Eine von drei Quellen: Hier werden Strahlen positiv geladener Atome – Ionen – erzeugt. Im HIT kommen Protonen und Schwerionen zum Einsatz.



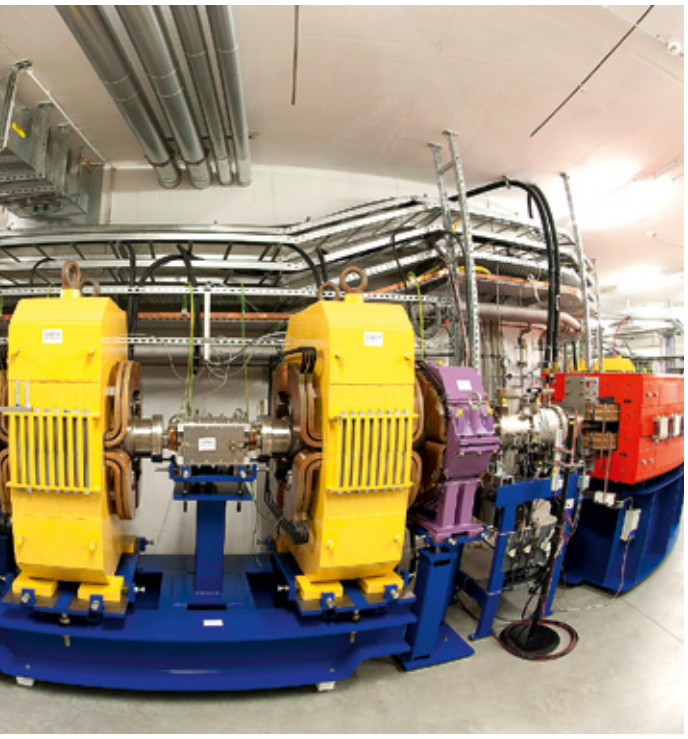
Hinter der Glasfassade des HIT verbergen sich die Büros und Besprechungsräume.



Ein Bestrahlungsplatz speziell für die Grundlagenforschung.



Vor dem Gantry-Bestrahlungsplatz liegt die „eigentliche" Gantry – eine riesige, um ihre Achse drehbare Strahlführung, mit deren Hilfe der Patient von allen Seiten bestrahlt werden kann.



Oben: Das Synchrotron in einer stark verzerrten Aufnahme mit einem Fischaugenobjektiv. In der Kreisbahn des Synchrotron wird die Geschwindigkeit der Ionen während etwa einer Million Umläufe auf bis zu 75 Prozent der Lichtgeschwindigkeit erhöht.

Nach dem Synchrotron teilt sich die Strahlenführung auf in Richtung der drei Behandlungsplätze. Das HIT verfügt über zwei horizontale Behandlungsplätze und einen Gantry-Behandlungsplatz. Zusätzlich gibt es einen Bestrahlungsplatz speziell für die Grundlagenforschung.

Oben: Der Bestrahlungsplatz in der Gantry

Airo CT-Gerät: Das mobile Gerät zur 3D-Bildgebung kann eine Lagekontrolle direkt im Behandlungsraum durchführen.

Partikelstrahlentherapie

»

Treffsicher gegen Krebs

Die Strahlentherapie mit Heliumionen könnte bei bestimmten Krebspatienten und Tumorarten die Vorteile der Partikelbestrahlungen weiter optimieren. Am Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) am Universitätsklinikum Heidelberg (UKHD) soll die Technik in Zukunft weltweit zum ersten Mal im Rahmen einer klinischen Prüfung bei Patienten eingesetzt werden.

Bereits seit Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts nutzen Ärzte die Strahlentherapie als wirksame Therapie gegen Krebs. Die Natur der Strahlung ist dabei keineswegs immer gleich. Üblicherweise kommt Röntgenlicht zum Einsatz, vermehrt aber auch Strahlung, die aus winzigen positiv geladenen Teilchen besteht, sogenannten Ionen, das sind Atome denen Elektronen fehlen. Am Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) behandeln Radiologen mit dieser Partikelbestrahlung seit dem Jahr 2009 rund 700 Krebspatienten jährlich. Bislang verwenden sie dazu Strahlen aus Protonen – das sind einzelne Wasserstoffatome, denen jeweils ihr einziges Elektron abhanden gekommen ist – oder Kohlenstoffionen. Bald soll allerdings eine weitere, vielversprechende Ionensorte hinzukommen: das Heliumion. „Im Vergleich zu den leichteren Protonen streuen die Heliumionen auf dem Weg zum Tumor weniger. Damit ist eine präzisere Bestrahlung möglich" erklärt Prof. Dr. Dr. Jürgen Debus, Ärztlicher Direktor der Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie am Universitätsklinikum Heidelberg (UKHD) sowie wissenschaftlich-medizinischer Leiter des HIT. Gegenüber den deutlich größeren Kohlenstoffionen können die Teilchen ebenfalls punkten: „Heliumionen zerfallen im Gewebe deutlich weniger in kleinere Partikel als Kohlenstoff. Das ist ein Vorteil, da die Fragmente ebenfalls eine hohe biologische Wirksamkeit haben und gesundes Gewebe schädigen können", sagt Debus. Insbesondere bei Tumoren an kritischen Stellen, wie der Wirbelsäule oder im Gehirn, könnte die Bestrahlung mit Heliumionen daher eine erfolgversprechende Option sein.

Wie wirkt die Strahlung?

Die Geschichte der Strahlentherapie beginnt im Jahr 1895 mit der Entdeckung von Röntgenlicht. Rasch war klar, dass man diese Strahlung aus hochenergetischem Licht zu Therapiezwecken nutzen kann. Bereits zwei Jahre später behandelte der österreichische Mediziner Leopold Freund mit Röntgenstrahlen den ersten Patienten. Heutzutage ist diese Methode insbesondere in der Krebstherapie weit verbreitet.

Das Prinzip dahinter ist einfach: Bei ausreichend hoher Dosis tötet Röntgenlicht Zellen ab. Daher lassen sich damit beispielsweise Krebszellen bekämpfen. Meist sitzt ein Tumor aber nicht direkt an der Oberfläche des Körpers, sondern hinter gesundem Gewebe. Die Folge: Die Strahlung schädigt auf dem Weg zum Zielobjekt viele gesunde Zellen. Gleiches passiert dahinter.

Krebs gezielter beschießen

Besonders wegen der unerwünschten Gewebeschäden, begannen Physiker bereits vor rund 70 Jahren zu prüfen, ob man nicht auch Partikelstrahlen zu therapeutischen Zwecken nutzen könnte. Denn gleichsam wie Röntgenlicht dringen die Teilchen in Gewebe ein, zerstören Zellen jedoch in einem deutlich begrenzteren Bereich. Das liegt daran, dass die Ionen bei ihrer Reise durch das Gewebe alle ungefähr gleich weit kommen, und daher im Gegensatz zu Röntgenlicht ihre Energie wesentlich konzentrierter abgeben. Mittels der Anfangsgeschwindigkeit der Teilchen lässt sich das Ziel im Körper genau festlegen und gezielt Tumorzellen abtöten, so die Idee. Es folgten Jahrzehnte der Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Im Vergleich zur Röntgenstrahlung ist die Erzeugung von Teilchenstrahlung technisch viel anspruchsvoller und kostspieliger. Doch mittlerweile gibt es an einigen Standorten in Deutschland Ionenstrahlgeräte, die Protonen oder Kohlenstoffionen nutzen – so auch am HIT seit zehn Jahren. „Mit den Strahlen können wir bis zu 30 Zentimeter in Gewebe eindringen und ein Zielobjekt auf den Millimeter genau treffen", sagt Debus. Der große Vorteil von Partikel- gegenüber Röntgenstrahlung ist also, dass gesundes Gewebe deutlich weniger in Mitleidenschaft gezogen

„Wir möchten für jeden Tumor das passende Ion einsetzen."

wird. Daher sei die Ionenstrahltherapie bereits bei etlichen Krankheitsbildern effektiver und schonender als die klassische Röntgenbestrahlung, berichtet Debus.

Helium – die neue Option

Allerdings gibt es auch bei den Ionentypen Unterschiede hinsichtlich ihrer Wirkung. Heliumionen sind schwerer als Protonen und werden daher weniger von ihrem Weg abgelenkt. Experten sagen, die Streustrahlung ist geringer, was offensichtlich umliegendes Gewebe schont. Dies gilt auch für Kohlenstoffionen, die noch schwerer sind. Auf Grund dessen haben Kohlenstoffionen allerdings wiederum ein sehr hohes zerstörerisches Potential. „Das qualifiziert sie nur für ganze bestimmte Anwendungsgebiete", meint Debus. Der Radiologe schätzt daher die Situation folgendermaßen ein: „Im Prinzip könnten in der Strahlentherapie Heliumionen künftig Protonen ersetzen, da sie weniger streuen, während Kohlenstoffionen weiterhin für andere Patienten und Tumoren geeignet wären. Wir möchten für jeden Tumor das passende Ion einsetzen." Neben Patienten mit Tumoren an sehr kritischen Stellen, könnten von der treffsicheren Heliummethode besondere Patientengruppen wie Schwangere profitieren.

Die zur klinischen Einführung notwendigen wissenschaftlich-technischen Testergebnisse liegen bereits alle vor. Momentan entwickelt ein externer Partner noch eine Planungssoftware, mit der sich die Strahlungsparameter des Heliumionenstrahls berechnen lassen. Im Rahmen einer klinischen Zulassungsprüfung für Medizinprodukte sollen dann in Zukunft die ersten Patienten behandelt werden. Damit wäre das HIT das erste Institut, an dem eine Heliumionenstrahlentherapie möglich ist.

Ionen sind nicht gleich Ionen – das HIT als Forschungsplattform

Die Forschung ist ein wichtiger Arbeitsbereich im HIT. „Wir arbeiten stetig daran, nicht nur unsere eigene Therapieanlage, sondern auch die Ionenstrahltherapie grundsätzlich voranzubringen, um die Heilungschancen sowie die Verträglichkeit der Therapie für die Patienten zu verbessern", betont Debus. Für diese Arbeiten stehen Laborräume und ein Forschungsstrahlplatz zur Verfügung, die von Forschern aus der ganzen Welt genutzt werden.

Die Forschungsgruppe für Biophysik in der Partikeltherapie am HIT arbeitet beispielsweise daran, die zugrunde liegenden physikalischen und biologischen Mechanismen besser zu verstehen. Hierzu werden mathematische Modelle auf Basis experimenteller Daten zur Beschreibung biologischer Effekte in der Ionenstrahltherapie entwickelt und Computersimulationen angewandt. In der Praxis umfasst dies die Entwicklung und Anwendung von Methoden zur Dosisberechnung für eine individuell optimierte Therapie. Eng mit diesen Aktivitäten verzahnt ist auch das NCT Programm „Radioonkologie", innerhalb dessen Forschungsfragen mit klinischem Bezug angegangen werden. Dazu gehört beispielsweise klinische und radiobiologische Forschung im Bereich Biomarker, die biomedizinische Forschung am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) und die klinische Radioonkologie zusammenbringen, um so individualisierte Therapien zu ermöglichen.

KinderHIT

»

Im Gespräch mit Semi Ben Harrabi

Dr. Semi Ben Harrabi behandelt am KinderHIT am Universitätsklinikum Heidelberg (UKHD) gemeinsam mit Spezialisten aus der Kinderonkologie Kinder und Jugendliche mit bestimmten Tumorerkrankungen. Da sich die jungen Patienten noch im Wachstum befinden, ist eine schonende Therapie mit möglichst wenig Langzeitfolgen wichtig. Harrabi erklärt, was das Besondere an der Ionenstrahltherapie ist und warum eben diese geeignet für die Behandlung von Kindern und Jugendlichen ist.

Wie viele Kinder werden jährlich im KinderHIT bestrahlt?

Als großes europäisches Zentrum behandeln wir am KinderHIT circa 80 bis 100 Patienten pro Jahr. Die Zahl der Anfragen ist jedoch um ein Vielfaches höher.

Was ist der Vorteil einer Strahlentherapie mit Ionenstrahlen gegenüber Röntgenstrahlen bei der Behandlung von Tumoren?

Die Strahlentherapie mit Ionenstrahlen, die wir am HIT durchführen, zeichnet sich gegenüber Photonenstrahlen (Röntgenstrahlen) durch eine extrem wichtige Eigenschaft aus: Beim Eindringen des Ionenstrahls in den Patienten verliert der sehr dünne Strahl kaum Energie durch Streustrahlung an das Nachbargewebe und gibt erst ganz am Ende seiner präzise berechneten Reichweite – dort, wo der Tumor liegt – seine gesamte wirksame Energie auf einen Schlag an das Tumorgewebe ab. Man nennt diesen Bereich Bragg-Peak. Hier erreicht die Strahlung ihren Spitzenwert. Hinter dem Tumor fällt die Dosis auf nahezu null ab. Das heißt, das benachbarte, vor und hinter dem Tumor liegende gesunde Normalgewebe, wird bei einer Ionentherapie so optimal wie niemals zuvor geschont. Das ist besonders wichtig, wenn empfindliche Organe wie die Augen, das Rückenmark oder der Darm benachbart sind.

Schwerionen sind zusätzlich auch biologisch wirksamer. Sie haben eine größere Zerstörungskraft als die konventionelle Photonenstrahlung. Das heißt, eine mit Schwerionen bestrahlte Tumorzelle stirbt mit wesentlich größerer Wahrscheinlichkeit ab, weil das Erbgut der Zelle irreparabel geschädigt wird. Nach einer Photonenbestrahlung sind die Schäden am Erbgut oft weniger gravierend und können von der Tumorzelle repariert werden.

Schwerionen können außerdem auch Tumoren zerstören, die sehr langsam wachsen oder schlecht durchblutet sind. Hier können Photonen therapeutisch oftmals nicht genug ausrichten. Außerdem können mit Ionenstrahlen höhere Dosen verabreicht werden. Weil sie so genau treffen und gesundes Gewebe verschont bleibt, kann die Strahlendosis im Vergleich zur konventionellen Photonenbestrahlung erhöht werden, und zwar um bis zu 20 Prozent bei einer Protonenbestrahlung und um bis zu 35 Prozent bei einer Schwerionenbestrahlung. Je höher die Dosis, desto größer ist auch die Wahrscheinlichkeit, dass ein Patient geheilt werden kann.

Warum ist dies besonders relevant bei der Behandlung von Kindern?

Die Erfolgsaussicht einer Krebsbehandlung im Kindes- und Jugendalter ist sehr hoch, daher ist es wichtig, das Risiko für Langzeitnebenwirkungen

Beim ersten Gespräch bespricht der Arzt mit dem Patienten und seinen Eltern die Krankheitssituation und geht auf mögliche Fragen ein. Im Anschluss daran wird eine Therapieempfehlung ausgesprochen.

einer Therapie so gering wie möglich zu halten. Die Ionenstrahltherapie ermöglicht es, die Strahlendosis im gesunden Gewebe deutlich zu reduzieren. Somit können unter anderem Wachstums- und Entwicklungsdefizite vermieden werden sowie das Risiko zur Entstehung von Zweittumoren gesenkt werden.

Für welche kindlichen Tumore ist die Behandlung am HIT besonders geeignet?

Der Einsatz der Protonenbestrahlung sollte im Kindes- und Jugendalter grundsätzlich geprüft werden. Die Behandlung ist insbesondere bei Hirntumoren und (Weichteil-)Sarkomen im Schädelbasisbereich geeignet. Folgende Indikationen werden regelmäßig im HIT behandelt:

- Ependymome
- Medulloblastome
- Gliome
- Kraniopharyngeome
- Lymphome
- Sarkome
- Neuroblastome
- Keimzelltumoren
- Kraniopharyngeome

Wie stellen Sie am HIT eine optimale Behandlung für die jungen Patienten sicher?

Die enge Zusammenarbeit verschiedener Fachbereiche und Abteilungen, wie der Pädiatrie, Anästhesie, Neurochirurgie und natürlich Radioonkologie ist uns sehr wichtig. Zusammen mit den Kollegen nehmen wir uns ausreichend Zeit um die optimale Behandlung und Betreuung unserer kleinen Patienten im Tumorboard abzustimmen. Das KinderHIT wird von der Dietmar Hopp Stiftung gefördert und befindet sich außerdem in unmittelbarer Nachbarschaft zum Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin, dem Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) und dem bald entstehenden Hopp-Kindertumorzentrum (KiTZ), was die interdisziplinäre Zusammenarbeit optimal unterstützt und für die Familien kurze Wege bedeutet.

Findet die Behandlung in Narkose statt?

Während der Bestrahlung muss der Patient ganz ruhig liegen. Meistens ist bei sehr kleinen Kindern, in der Regel unter fünf bis sechs Jahren, eine Bestrahlung ohne ein Beruhigungsmittel oder eine Narkose (keine Vollnarkose, sondern nur ein Dämmerschlaf) kaum möglich. Gerne bringen unsere jungen Patienten auch zur Beruhigung ein Kuscheltier oder einen Tablet-PC mit.

Wie lange dauert die Therapie?

Wenige Minuten bis maximal 30 Minuten. Die Therapiedauer beträgt in der Regel fünf bis sieben Wochen und üblicherweise findet eine Bestrahlung einmal täglich an fünf Tagen der Woche statt.

Was muss bei der Behandlung von Kindern berücksichtigt werden?

Für unsere jungen Patienten ist die Behandlung eine außergewöhnliche Erfahrung. Daher ist es uns wichtig, ihnen viel Aufmerksamkeit, Zeit und Zuwendung entgegenzubringen. Wir wollen sichergehen, dass sich das Kind und seine Eltern bei unserem Team gut aufgehoben fühlen und sie über ihre Hoffnungen und Erwartungen an die Therapie aber auch über ihre Ängste und Sorgen sprechen können.

Bei Bestrahlungen am Kopf wird eine individuell angefertigte Kunststoffmaske benötigt, die sicherstellt, dass auch bei mehreren aufeinander folgenden Bestrahlungen in exakt der gleichen Position bestrahlt wird.

Kontakt
Radioonkologie und Strahlentherapie
Im Neuenheimer Feld 400
69120 Heidelberg

E-Mail: strahlentherapie@med.uni-heidelberg.de
Telefon: 06221 56-35689
Montag bis Freitag von 8 bis 16 Uhr

Strahlentherapeutische Kindersprechstunde am NCT
Donnerstag- und Freitagvormittag
Terminvereinbarung:
06221 56- 7611

Weitere Informationen zur Behandlung von Kindern am HIT finden Sie hier:
www.klinikum.uni-heidelberg.de/KinderHIT

Patientengeschichte

Bei Stimme bleiben

Ein Interview mit Frau Rosenow im Video: **http://ukhd.de/radiologie-videos**

Bei Frau Rosenow wurde 2016 ein seltener, bösartiger Tumor, das sogenannte adenoid-zystische Karzinom, im Bereich des Kehlkopfes festgestellt. Eine effektive Chemotherapie des adenoid-zystischen Karzinoms ist bislang nicht verfügbar. Die operative Entfernung des Kehlkopfes hätte für sie einen Verlust der Stimme und Sprache bedeutet. Frau Rosenow entschied sich daher erstmal für die Möglichkeit einer Bestrahlung mit Ionen am Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) am Universitätsklinikum Heidelberg (UKHD). Drei Jahre nach der Bestrahlung hat Frau Dr. Sati Akbaba mit Frau Rosenow über Ihre Erfahrungen gesprochen.

Akbaba Was wurde Ihnen alternativ zur Strahlentherapie damals angeboten und warum haben Sie sich für die Strahlentherapie entschieden?

Rosenow Die krasseste Option war, dass mir der Kehlkopf eventuell entfernt würde und dann habe ich gedacht, ich probiere erstmal die Strahlentherapie, dann kann man danach immer noch den Kehlkopf entfernen. Denn das ist natürlich ein sehr harter Eingriff und ich bin froh, dass ich die Strahlentherapie gemacht habe und bis heute ist alles einwandfrei.

Akbaba Wie haben Sie die Bestrahlungstherapie damals empfunden?

Rosenow Nicht unangenehm, überraschenderweise sehr gut. Die Therapie ist mir sehr gut „bekommen".

Akbaba Wie hat sich die Zeit nach der Strahlentherapie für Sie gestaltet? Hatten Sie Nebenwirkungen?

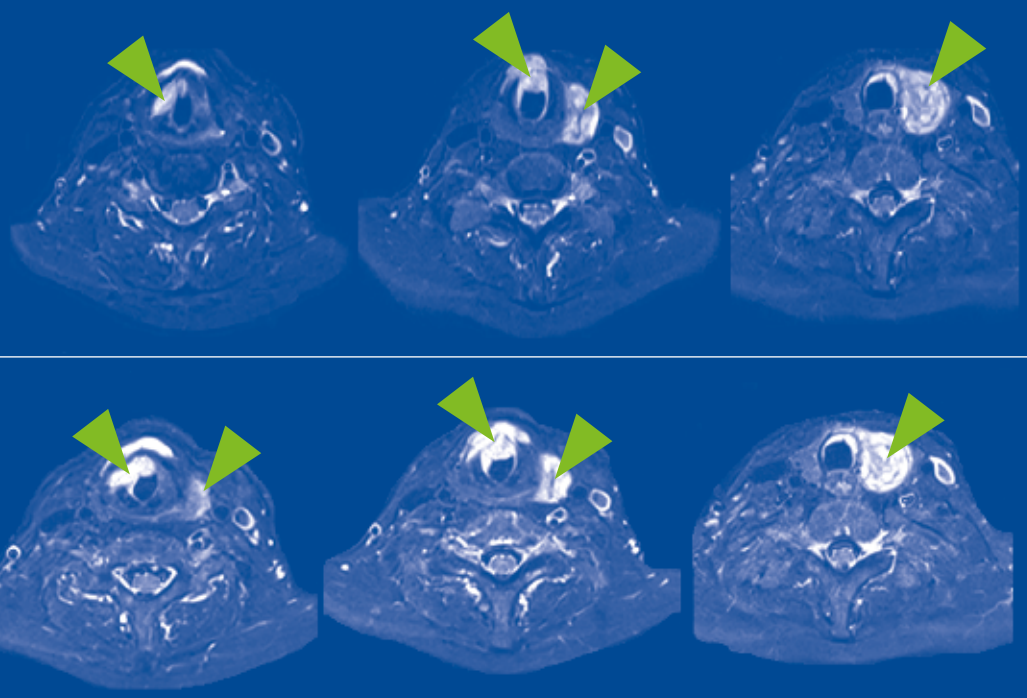
Rosenow Nebenwirkungen hatte ich fast keine. Etwas Schluckbeschwerden und leichte Verbrennungen am Hals. Aber diese sind sehr gut abgeheilt. Ich habe etwas an Gewicht verloren, aber insgesamt war alles in Ordnung.

Akbaba Wie hat sich ihre Stimmqualität entwickelt und haben Sie Veränderungen in der Stimme verspürt?

Rosenow Meine Stimme ist sehr viel besser geworden. Vor der Therapie war sie heiser und ich konnte zum Beispiel nicht ans Telefon gehen. Jetzt ist meine Stimme wieder einwandfrei und wesentlich klarer.

Akbaba Bisher hatten Sie kein Tumorrezidiv?

Rosenow Ja, bisher ist der Tumor nicht zurückgekommen. Ich gehe regelmäßig zu Vorsorge. Wenn alles so bleibt, bin ich mehr als zufrieden.



MRT-Untersuchung
vor Therapiebeginn

MRT-Untersuchung nach drei Jahren. Nach der Ionenstrahl-Therapie zeigt sich das adenoid-zystische Karzinom (Pfeile) größenkonstant, welches bei diesem Tumor als gutes Therapie-ansprechen gewertet wird.

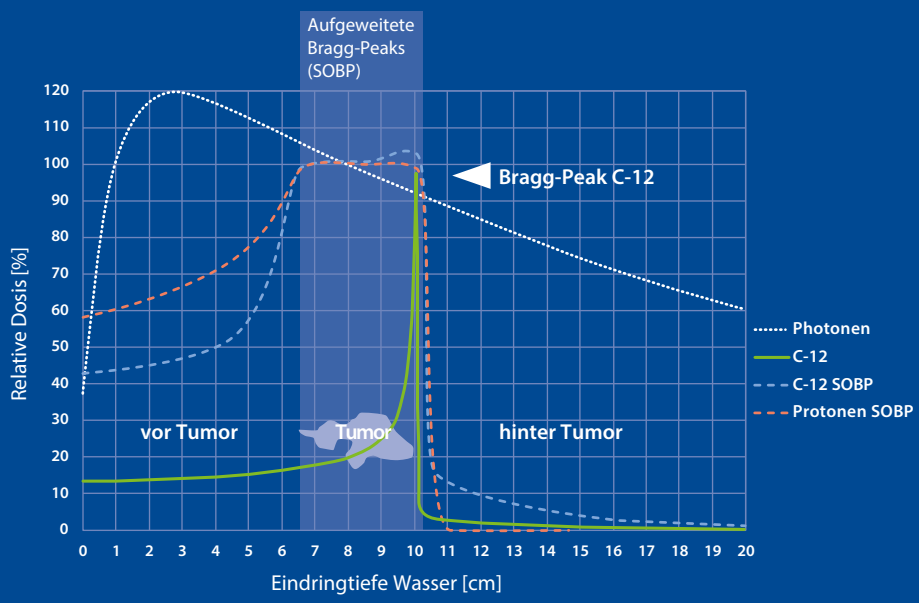
Goldstandard für jeden?

Connect In welchen Fällen wird eine primäre Bestrahlung des adenoid-zystische Karzinom einer Operation vorgezogen?

Akbaba Eine Bestrahlung wird besonders bei Patienten angewandt, die den ausdrücklichen Wunsch nach einem Kehlkopferhalt haben. Auch bei Patienten mit inoperablen Tumoren entscheidet man sich vor allem für die primäre Strahlentherapie, mit der sowohl der Kehlkopf, als auch die Kehlkopffunktion erhalten werden. Natürlich wird in jedem einzelnen Fall die Entscheidung in einer interdisziplinären Tumorkonferenz diskutiert.

Connect Was ist, wenn sich ein Tumorrezidiv bildet? Besteht dann die Option einer weiteren Strahlentherapie?

Akbaba Prinzipiell besteht die Option einer weiteren Strahlentherapie, allerdings muss auch hier die Indikation gründlich hinterfragt und interdisziplinär diskutiert werden.



Therapie mit Ionenstrahlen

Vorteile bei der Behandlung von Tumoren mit ungünstiger Lage
Ionenstrahlung hat eine vorteilhafte Energieverteilung: Erst kurz bevor sie stoppen geben die Ionen den Hauptteil ihrer zerstörerischen Energie an das Gewebe ab (Bragg-Peak), dahinter fällt die Dosis auf nahezu Null ab. Durch Einstellen der Energie des Strahls wird die Reichweite der Strahlen exakt steuerbar. Die geladenen Teilchen können am HIT bis zu 30 Zentimeter tief in das Gewebe eindringen und ermöglichen so auch in der Tiefe ausreichend hohe Dosen bei gleichzeitiger Schonung des dahinterliegenden Normalgewebes.

Hohe biologische Wirksamkeit
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.

Impressum

Herausgeber
NCT Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 460
69120 Heidelberg
connect@nct-heidelberg.de

Das NCT Heidelberg ist eine gemeinsame Einrichtung des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ), des Universitätsklinikums Heidelberg (UKHD) und der Deutschen Krebshilfe.

Verantwortlich im Sinne des Presserechts
Prof. Dirk Jäger,
Prof. Stefan Fröhling

Redaktion
Dr. Friederike Fellenberg, Lisa Kuczaty

Autoren
Dr. Janosch Deeg,
Dr. Friederike Fellenberg,
Lisa Kuczaty

Wissenschaftlicher Redaktionsbeirat
Prof. Hermann Brenner, Prof. Stefan Fröhling, Markus Hoffmann, Eva Klein, Dr. Juliane Hörner-Rieber, Prof. Jürgen Krauss, Dr. Christiane Opitz, Prof. Friederike Rosenberger, Prof. Andreas Schneeweiss, Prof. Guy Ungerechts, Jürgen Walther, Prof. Eva Winkler

Gestaltung und Produktion
Unit Werbeagentur GmbH,
Weinheim

Druck
abcdruck GmbH, Heidelberg

Papierausgabe: 2509-971X
Elektr. Ausgabe: 2509-9728

Die elektronische Ausgabe finden Sie als PDF und e-Paper unter www.nct-heidelberg.de/connect

Abonnement
Sie können das Magazin *Connect* kostenlos abonnieren. Das Heft erscheint zweimal pro Jahr.
Anfragen an connect@nct-heidelberg.de

Nachdruck
Die Wiedergabe und der Nachdruck von Artikeln aus *Connect* sind nur mit Genehmigung der Redaktion erlaubt.

Bildnachweis
Titel, S. 2–5; S. 8–9, S. 12–15: Universitätsklinikum Heidelberg | S. 6–7: 3D Grafik, Dirk Fischer, Unternehmenskommunikation, UKHD.de | S. 10: Atommodell, pixabay.com, ColiN00B | S. 10–11: NCT Heidelberg/Philip Benjamin

Das NCT Heidelberg auf Facebook und Twitter:
www.facebook.de/nctheidelberg
www.twitter.com/nct_hd

NCT Spendenkonto
NCT Heidelberg, LBBW Stuttgart
IBAN: DE64 6005 0101 7421 5004 29
Betreff (bitte angeben): D 100 70680 C
www.nct-heidelberg.de/spenden

Für eine bessere Lesbarkeit der Texte wird auf die Verwendung beider Geschlechtsformen verzichtet. Damit ist keine Bevorzugung eines Geschlechts verbunden.

HIT
Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum

Patienten-informationen HIT

Therapieanfragen
Strahlentherapie@med.uni-heidelberg.de
Telefon: 06221 56-35689

Informations-Hotline HIT
Für nähere Informationen zur Therapie am HIT oder bei jeglichen Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung. Über unsere Informations-Hotline geben wir Patienten oder Zuweisern Auskunft über die Behandlungsmöglichkeiten.
Telefon: 06221 56-5445

Ambulanzen und Sprechstunden
Gerne können Sie sich auch persönlich bei uns vorstellen: In den Sprechstunden der Ambulanzen unserer Klinik können sich Patienten von Fach- und Oberärzten beraten und eine Therapieempfehlung geben lassen. Bitte vereinbaren Sie mit uns telefonisch einen Termin.

Allgemeine Radioonkologische Ambulanz
(für gesetzlich versicherte Patienten)
Terminvergabe: 06221 56-7611

Privatambulanz (für privatversicherte Patienten)
Terminvergabe: 06221 56-7603

NCT
NATIONALES CENTRUM FÜR TUMORERKRANKUNGEN HEIDELBERG

getragen von:
Deutsches Krebsforschungszentrum
Universitätsklinikum Heidelberg
Thoraxklinik-Heidelberg
Deutsche Krebshilfe

UNIVERSITÄTS KLINIKUM HEIDELBERG

dkfz.
DEUTSCHES KREBSFORSCHUNGSZENTRUM IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT