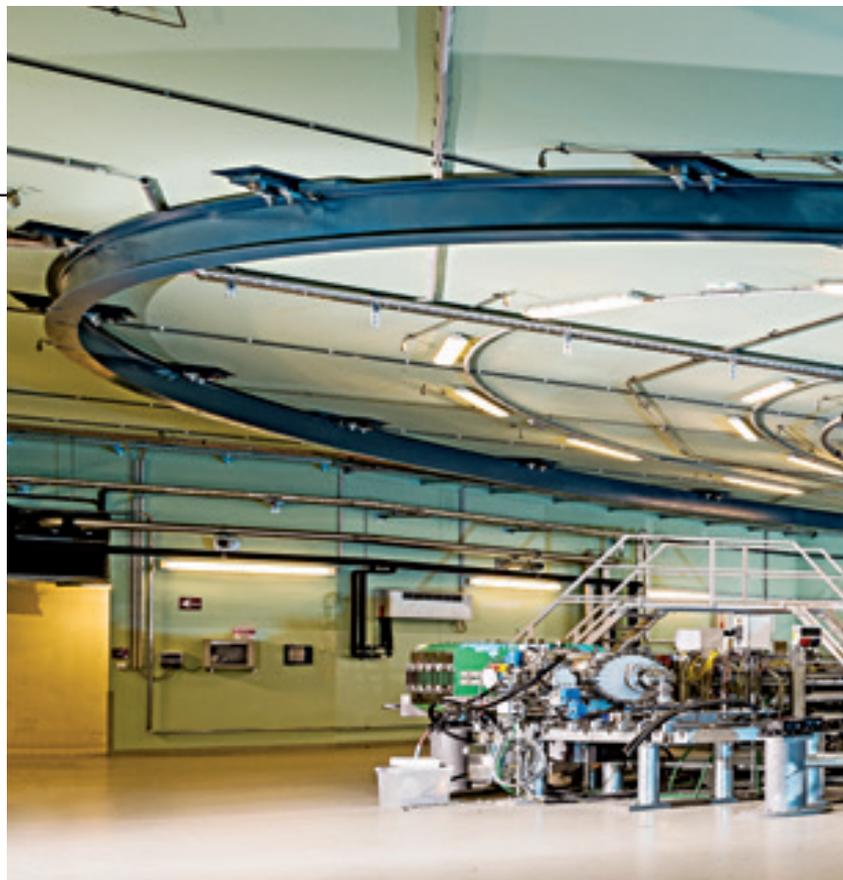


Die Zukunft der Ionentherapie

MedAustron, das Zentrum für Ionentherapie und Forschung in Wiener Neustadt, wird in Europa das dritte Zentrum zur Behandlung von Krebspatienten mit Protonen- und Kohlenstoffionenstrahlen sein.

TEXT DR. MARGIT HEMETSBERGER



Derzeit noch in der Aufbauphase, können voraussichtlich schon Ende 2015 erste Patienten mit Protonen, ab 2017 auch mit Kohlenstoffionen behandelt werden. Neben der Behandlung von Patienten bietet das Zentrum auch eine hochklassige Forschungsinfrastruktur für die nicht klinische Forschung. Neben verschiedenen Labors steht ein nicht klinischer Forschungsraum zur Verfügung, der mit den Behandlungsräumen technisch ident ausgestattet ist und die Entwicklung von neuen Verfahren im Vorfeld der Anwendung am Patienten ermöglicht. Bisher wurden bereits Kooperationen mit nationalen und inter-

nationalen Forschungszentren etabliert, beispielsweise mit dem europäischen Kernforschungszentrum CERN, dem Ionenstrahl-Therapiezentrum CNAO in Pavia und dem Schweizer Paul-Scherrer-Institut (PSI) bzw. auch österreichischen Universitäten und Spitälern. Im Vollbetrieb sollen bei MedAustron 160 teils hochqualifizierte Arbeitsplätze zur Verfügung stehen.

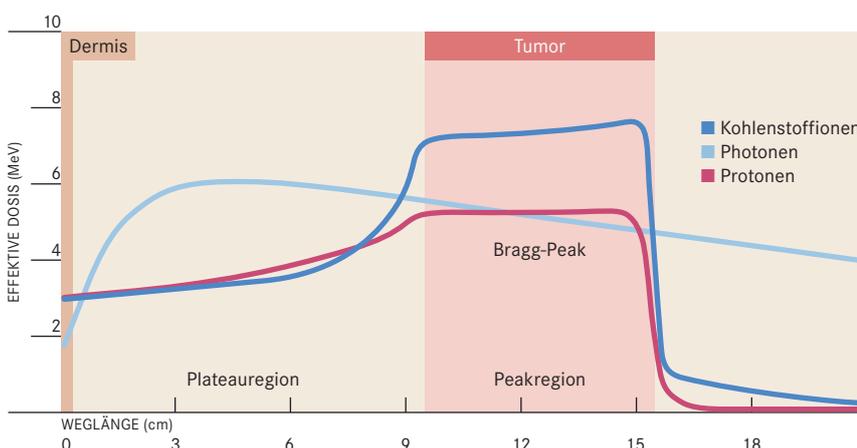
Prinzip der Ionentherapie. Bei der konventionellen Strahlentherapie kommen Photonen oder Elektronen zum Einsatz, die ihre Strahlungsenergie im

Sinne des sogenannten Aufbaueffektes bereits beim Eintritt in den Körper voll entfalten und auf dem Weg zum Tumor kontinuierlich an Energie verlieren. Durch dieses Wirkprinzip tritt im Bereich des gesunden Gewebes vor bzw. hinter dem Tumor eine Strahlenbelastung im gesunden Gewebe auf.

Im Gegensatz dazu entfalten Protonen und Kohlenstoffionen ihre Strahlungsenergie erst im Tumor. Die Dosisbelastung des gesunden Gewebes vor dem eigentlichen Tumor ist vergleichsweise geringer, hinter dem Tumor fast gar nicht gegeben. Dies ist auf die physikalischen Eigenschaften der Ionen zurückzuführen, die – solange sie ihre maximale Geschwindigkeit aufweisen – kaum mit fester Materie interagieren. Werden sie abgebremst, wird ihre Energieabgabe maximal. Dabei kann die Reichweite des Strahls, das heißt der Bereich, an dem die Ionen ihre Geschwindigkeit verlieren und ihre volle Energie ausstrahlen (Bragg-Maximum), genau festgelegt werden (siehe Abbildung). Das Bragg-Maximum wird dabei genau mit der Lokalisation des Tumors in Deckung gebracht und so gestaltet, dass damit die Tumorausdehnung vollständig erfasst wird. Der Protonen- und der Kohlenstoffionenstrahl unterscheiden sich insofern, dass die physikalischen Verlaufskurven zwar sehr

→ Der Energieverlust von Photonen, Protonen und Kohlenstoffionen

Quelle: MedAustron





Im Synchrotron bekommen die geladenen Teilchen ihre Endgeschwindigkeit von ca. 200.000km/s.

ähnlich sind, Kohlenstoffionen jedoch eine drei- bis fünffach höhere biologische Wirksamkeit aufweisen.

Therapeutischer Einsatz. Die Konzentration der Strahlendosis auf den Tumor ist besonders wichtig bei Malignomen mit einer Nahebeziehung zu empfindlichen Geweben, wie dem Gehirn, dem Rückenmark oder dem Auge. Auch kindliche Tumore werden als mögliches Indikationsgebiet für Protonen betrachtet, da die konventionelle Strahlentherapie mit Spätfolgen bis hin zu Sekundärtumoren einhergehen kann.

Die besonderen Strahlencharakteristika der Iontherapie erlauben zwei unterschiedliche Therapieprinzipien:

1. die Reduktion der lokalen Dosis gegenüber herkömmlicher Strahlentherapie, um Früh- und Spätfolgen zu reduzieren (Anwendung vor allem in der Pädiatrie), und
2. die Erhöhung der lokalen Dosis, um eine bessere lokale Tumorkontrolle zu erreichen.

Indikationen. Bisher ist die klinische Erfahrung mit Iontherapien jedoch aufgrund der geringen Verfügbarkeit limitiert. Insgesamt wurden welt-

weit knapp 94.000 Patienten mit Protonen und 11.000 Patienten mit Kohlenstoffionen behandelt. Patienten sollten daher im Wesentlichen innerhalb von klinischen Studienprotokollen behandelt werden, um die möglichen Einsatzgebiete dieser Therapieform detailliert zu erheben.

→ Kurzvorstellung MedAustron



Technik: Die geladenen Teilchen werden zunächst im sogenannten Linac-Bunker auf gerader Strecke auf 36.000km/s beschleunigt, um dann im Synchrotron, einem Kreisbeschleuniger mit einem Umfang von rund 80 Metern, auf ihre Endgeschwindigkeit von ca. 200.000km/s beschleunigt zu werden.

Behandlungsräume: drei für die Patientenbehandlung, einer für die nicht klinische Forschung. Ausstattung mit horizontalem bzw. mit horizontalem und vertikalem Fixstrahl bzw. einer mit einer Gantry, einem Drehgestell, das die Bestrahlung aus beliebigen Winkeln erlaubt. Das Positionierungssystem ist ein weltweit einzigartiges deckenmontiertes robotisches System, das mit einer Genauigkeit von einem halben Millimeter den Patienten exakt positioniert.

Timeline: 2011: Grundsteinlegung, 2012: Fertigstellung des Gebäudes, 2013: Aufbau des Teilchenbeschleunigers, 2014: Testphase Behandlungsablauf der Beschleunigeranlage, Installation der Medizintechnik, 2015: Medizinischer Probebetrieb, erste ambulante Behandlungen ab dem vierten Quartal, 2016: laufende Erweiterung der Indikationen, 2020: Vollbetrieb für bis zu 1.400 Patienten pro Jahr.

Weitere Informationen finden Sie unter <http://www.medaustron.at/>

von der Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO) eine Zusammenstellung potenzieller Indikationsgebiete publiziert. Dazu zählen Tumore im Kindesalter, unterschiedliche Tumoren mit definierten Tumorausdehnungen im thorakalen, abdominellen oder Kopf-Hals- bzw. Extremitätenbereich sowie intrakranielle/Schädelbasistumore.¹ All diesen möglichen Indikationen ist gemein, dass sie bisher mit der herkömmlichen Strahlentherapie nur bedingt lokal kontrollierbar sind. Grundsätzlich gilt, dass die kurative Behandlungsintention von lokal begrenzten Tumoren im Zentrum der Ionentherapie steht, während eine palliative Anwendung kaum durchgeführt wird.¹



Univ.-Prof. Dr. Dr.h.c. Christoph Zielinski, Univ.-Prof. Dr. Ramona Mayer, Msc (MedAustron Ionentherapie- und Forschungszentrum), LHM Mag. Wolfgang Sobotka und Univ.-Doz. Dr. Paul Christian Hajek vor der Eröffnung der Konsensus-Konferenz am 21. November 2013 im MedAustron-Forschungszentrum

Schrittweiser Ausbau. MedAustron plant einen schrittweisen Ausbau der angebotenen Indikationen. In einer ersten Phase werden ausschließlich Protonen zur Anwendung kommen und relativ etablierte klinische Indikationen der Protontherapie in klinischen Studienprotokollen behandelt. Hierbei sollen insbesondere Tumore therapiert werden, die keine oder nur eine minimale physiologische Beweglichkeit aufweisen. In zwei weiteren Ausbaustufen wird das Spektrum der Indikationen zunächst auf die Anwendungsgebiete der Kohlenstoffionentherapie erweitert und auch beweglichere Zielvolumina behandelt, um letztlich auch unter Einsatz der Gantry, einer drehbaren Bestrahlungsquelle, insbesondere unterschiedliche kindliche Tumore einzuschließen. <

Referenzen

1 Deutsche Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO). Stellungnahme zur Strahlentherapie mit Protonen in Deutschland. 2008.

Zusammenfassung einer Konsensuskonferenz am Forschungszentrum MedAustron, 21. 11. 2013, durchgeführt durchgeführt von MedAustron (Univ.-Prof. Dr. Ramona Mayer) in Zusammenarbeit mit der Central European Cooperative Oncology Group (CECOG, Präsident Univ.-Prof. Dr. Dr.h.c. Christoph Zielinski) und ihrer affilierten Wissenschaftler.

Die TeilnehmerInnen

Austria: Dr. Hemma Bauer, Prim. Univ.-Doz. Dr. Johannes Burtscher, Prim. Univ.-Doz. Dr. Paul Christian Hajek, Prim. Univ.-Doz. Dr. Johann Hofbauer, Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Köstler, Prim. PD Dr. Stefan Oberndorfer, Univ.-Prof. Dr. Karl Pummer und Univ.-Prof. Dr. Reinhard Windhager MedAustron: Univ.-Doz. Dr. Ulrike Mock
Bulgarien: Prof. Lilia Gocheva
Kroatien: Ass. Prof. Hrvoje Sobot
Polen: Prof. Jacek Jassem, Prof. Tadeusz Pienkowski
Rumänien: Prof. Rodica Anghel, Dr. Victor Mirciulescu
Schweiz: Dr. Ralf A. Schneider (PSI)