

# PHYSIK TRIFFT MEDIZIN

MEDAUSTRON – DAS ZENTRUM FÜR IONENTHERAPIE  
UND FORSCHUNG IN WIENER NEUSTADT (NÖ)

## MedAustron

### DER TEILCHEN- BESCHLEUNIGER

Das Herzstück des Zentrums ist die Beschleunigeranlage. Damit werden die Ionen auf bis zu zwei Drittel der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und danach in einen der vier Bestrahlungsräume geführt.

Die wesentlichen Bestandteile der Beschleunigeranlage sind:

- > Injektor – Ionenquellen und Linearbeschleuniger
- > Synchrotron – Kreisbeschleuniger
- > Hochenergie-Strahltransport – Extraktionslinie und Strahlzuführungen in die Bestrahlungsräume

Das Synchrotron als Hauptbeschleuniger weist einen Umfang von 78 Metern auf. Dabei dienen 16 Dipolmagnete zur Ablenkung und insgesamt 24 Quadrupolmagnete zur Fokussierung bzw. Defokussierung des Teilchenstrahls.

Teilchenarten	Protonen	Kohlenstoffionen
Energie	60 – 800 MeV/A	120 – 400 MeV/A
Intensität	$\leq 1 \cdot 10^{10} / \text{spill}$	$\leq 4 \cdot 10^9 / \text{spill}$
Extraktionszeit	0,1 – 10 s	0,1 – 10 s

Bei MedAustron werden entweder Protonen oder Kohlenstoffionen beschleunigt. Die Teilchenenergie bestimmt die maximale Eindringtiefe in das Gewebe. Die Intensität beschreibt die maximale Teilchenanzahl pro Beschleunigungszyklus. Die Extraktionszeit ist jene Zeit, in der sämtliche Teilchen eines Beschleunigungszyklus in den Bestrahlungsraum geleitet werden.



#### STECKBRIEF MEDAUSTRON

- > Krebsbehandlung mittels Ionentherapie
- > Behandlung von bis zu 1200 Patienten jährlich
- > Klinische und nichtklinische Forschung
- > Wiener Neustadt, Niederösterreich
- > Inbetriebnahme Ende 2015
- > [www.medastron.at](http://www.medastron.at)



#### IONENQUELLE

Die Ionenquellen generieren die für die Bestrahlung notwendigen Teilchen, Protonen oder Kohlenstoffionen.



#### LINEARBESCHLEUNIGER

Die beiden Linearbeschleuniger sorgen mit Hilfe von elektromagnetischen Wechselfeldern für eine Vorbeschleunigung der geladenen Teilchen.



#### BESTRAHLUNGSRÄUME

In den vier Bestrahlungsräumen (drei klinische und ein nichtklinischer) werden die Strahleigenschaften nochmals verifiziert, bevor der Strahl die Vakuumröhre verlässt und dann gezielt auf den Tumor oder ein Experiment gelenkt wird.



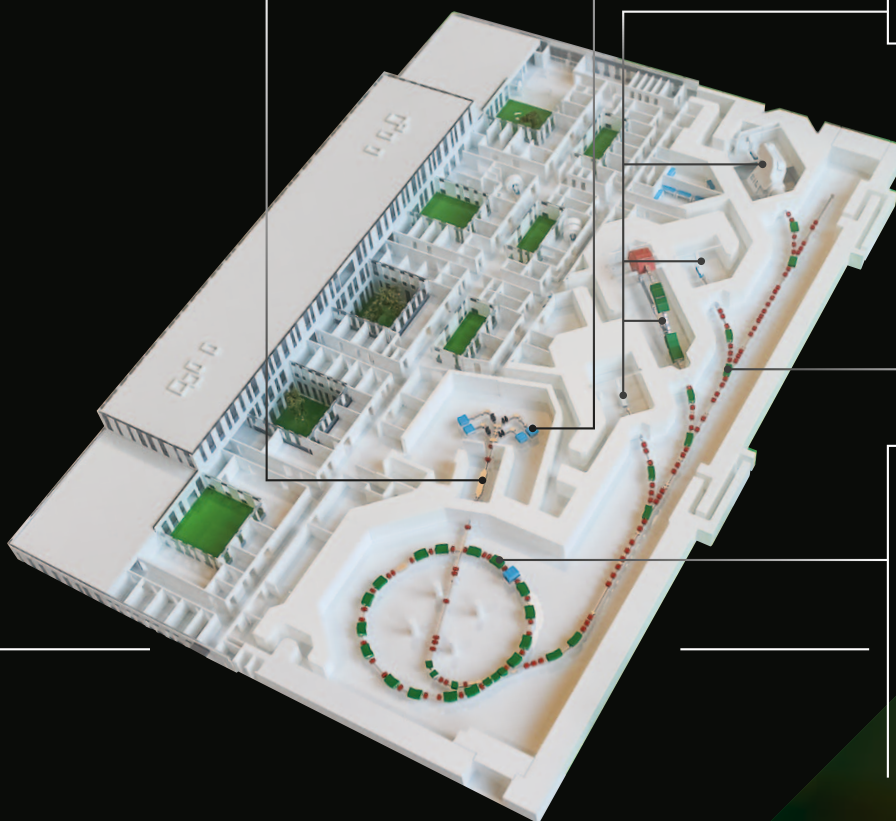
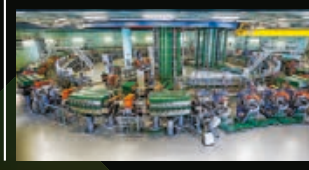
#### HOCHENERGIE- STRAHLFÜHRUNG

Nach der Beschleunigung werden die Teilchen aus dem Synchrotron extrahiert und in einen der vier Bestrahlungsräume geleitet.



#### SYNCHROTRON (KREISBESCHLEUNIGER)

Das Synchrotron als Hauptbeschleuniger erhöht die Energie der Teilchen bei jedem Umlauf, diese erreichen dabei eine Energieschwindigkeit von bis zu 2/3 der Lichtgeschwindigkeit.







**A**

PHOTONEN (IMXT)



**B**

PROTONEN (IMPT)



**C**

KOHLENSTOFFIONEN (<sup>12</sup>C)

## MEDIZINISCHE ANWENDUNG

Die Ionentherapie unter Verwendung von Protonen und Kohlenstoffionen ist eine innovative Form der Strahlentherapie zur Behandlung von Krebspatienten.

Die Vorteile gegenüber der herkömmlichen Strahlentherapie sind:

- › Die Strahlenbelastung des gesunden Gewebes vor dem Tumor kann gesenkt werden.
- › Strahlensensible Organe, die hinter dem Tumor liegen, bleiben geschont.
- › Nebenwirkungen und Spätfolgen wie Sekundärmalignome können reduziert werden.

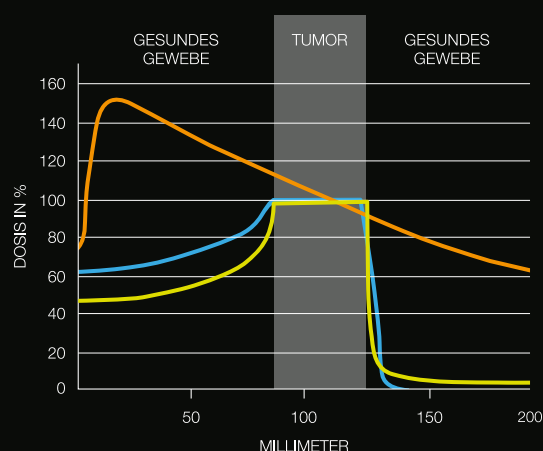
## NICHTKLINISCHE FORSCHUNG

Für die nichtklinische Forschung sind im Wesentlichen drei Forschungsschwerpunkte vorgesehen:

- › STRAHLENBIOLOGIE
  - › Bioimaging, Biomarker
- › MEDIZINISCHE STRAHLENPHYSIK
  - › Dosimetrie
  - › Bestrahlungsplanung
- › EXPERIMENTALPHYSIK
  - › Detektorentwicklung, Detektortests
  - › Protonen-Computertomographie

## VERGLEICHENDE BESTRAHLUNGSPLANUNG

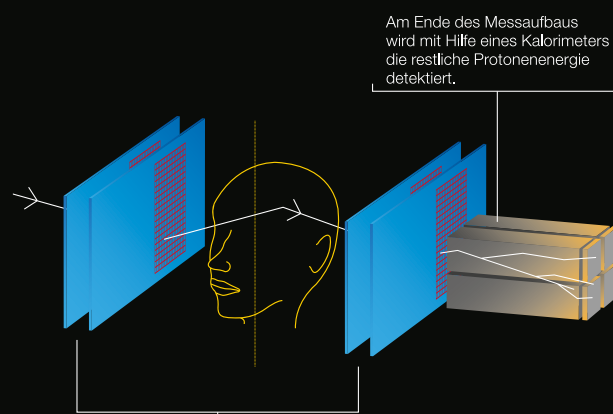
Die Bilder zeigen anhand der farbigen begrenzten Flächen die Dosis-Verteilung für einen Hirntumor bei einer Behandlung mit **A** Photonen (IMXT), **B** Protonen (IMPT) und **C** Kohlenstoffionen (<sup>12</sup>C). Man sieht deutlich, dass Risikoorgane wie z.B. das Auge oder der Hirnstamm bei der Ionentherapie (Protonen und Kohlenstoffionen) besser geschont werden können.



— PHOTONEN  
— PROTONEN  
— KOHLENSTOFFIONEN

## VERGLEICH DER TIEFENDOSISVERTEILUNG

Die Energieabgabe der Photonen, die in der konventionellen Strahlentherapie zum Einsatz kommen, erreicht kurz nach dem Eindringen in das Gewebe ihr Maximum und fällt danach exponentiell ab. Ionen hingegen geben beim Eintreten ins Gewebe zunächst nur sehr wenig Energie ab, sobald sie aber eine kritische Geschwindigkeit unterschreiten, steigt die Energieabgabe sehr stark an, um danach auf nahezu null zu sinken.



Am Ende des Messaufbaus wird mit Hilfe eines Kalorimeters die restliche Protonenenergie detektiert.

Vor und hinter dem zu untersuchenden Objekt befinden sich jeweils zwei Spurdetektoren zur Messung des Protonenweges in zwei Ebenen.



Dreidimensionales Wasserphantom zur Untersuchung von Tiefendosisverläufen und Querprofilen. Entsprechende Dosimeter können mittels drei ansteuerbaren Achsen den gesamten Bereich abfahren und jeweils eine Dosismessung durchführen. Die gesammelten Messungen werden dann grafisch in Tiefendosis- und Querprofilen aufgetragen.