



HELIOS Klinikum Erfurt



Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



HELIOS Klinikum Erfurt



NF2- Medizinisches Patientenseminar – 02.- 04.10.2009, Erfurt, Augustinerkloster

Radiochirurgie (RCH = RS) und stereotaktische Radiotherapie (SRT) bei Akustikusneurinomen (AN) / NF2- Tumoren

K. Hamm (Neurochirurg)
G. Kleinert (Strahlenther.)
G. Surber (Med.-physiker)

(interdisziplinäre Teamarbeit !)



HELIOS Klinikum Erfurt
Hans-Martin-Str. 74
99080 Erfurt
Tel. 03 61 / 75 55 111

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Dr. Hamm ist Leiter der selbständigen Abteilung für stereotaktische Neurochirurgie und Radiochirurgie im Helios-Klinikum Erfurt. In dieser interdisziplinären Abteilung arbeitet er als Neurochirurg tagtäglich zusammen mit einer erfahrenen Strahlentherapeutin und einem Medizinphysiker/-techniker. Die Abteilung ist ein selbständiger Teil des Neurozentrums im Helios Klinikum Erfurt, was in Deutschland einmalig und wegweisend ist. Es bedeutet, dass Mikrochirurgen (also Operateure), Radiochirurgen, Neuroradiologen und Neurologen immer eng zusammenarbeiten und bei der Behandlung von NF2-Patienten individuell alle Therapiemöglichkeiten kritisch gegeneinander abgewogen und ausgewählt werden.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Die folgenden Abkürzungen sind wichtig zum Verständnis des Textes:
RS bedeutet einmalige Präzisionsbestrahlung mit einer hohen Dosis
(mit Gamma Knife, speziellen Linac wie z.B. Novalis oder Cyber Knife)

- SRT bedeutet fraktionierte Präzisionsbestrahlung mit täglichen kleinen Einzeldosen ("Fraktionen")
- Beide Verfahren werden in Erfurt (Gerätetyp "Novalis") individuell abgestimmt angewendet.
- Gy (Abkürzung von "Gray") ist die Maßeinheit für die Strahlendosis.
- AN bedeutet Akustikusneurinom (=Vestibularisschwannom) - diese häufigsten Tumore bei NF2 wollen wir jetzt näher betrachten

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Die häufigste Begleiterscheinung von NF2 sind beidseitige Akustikusneurinome

Die Symptome für Akustikusneurinome sind

- Ohrgeräusche (Tinnitus) und Hörstörungen
- Schwindel, Gleichgewichtsstörungen
- Schiefes Gesicht (Gesichtslähmung)
- Missemmpfindungen und Schmerzen im Gesicht. Beim Hörverlust und bei der Gesichtslähmung gibt es Skalierungen (Bewertungsmaßstäbe): Für die Funktion des Gesichtsnerven heißt das House-Brackman und für das Gehör Gardner-Robertson

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



► Wie macht sich ein AN bemerkbar?



Symptomatik:

→ Ohrgeräusche (Tinnitus) / Hörstörungen

Gardner-Robertson Hearing Scale (serviceable= brauchbar, nützlich)

Grade	Description	PTA, (dB)	SD (%)
1	Good, Excellent	0 - 30	70 - 100
2	Serviceable	31 - 50	50 - 69
3	Non-Serviceable	51 - 90	5 - 49
4	Poor	90 - 100	1 - 4
5	None CNT	0	

→ Schwindel / Gleichgewichtsstörungen

House-Brackmann Facial Nerve Grading System

I	normale Funktion
II	leichte Schwäche
III	deutliche Differenz beider Seiten, aber nicht entstellend, kompletter Augenschluß mit Anstrengung
IV	deutlich entstellende Asymmetrie, inkompletter Augenschluß
V	kaum noch erkennbare Bewegungen, Asymmetrie in Ruhe
VI	keine Bewegung

→ („schiefes Gesicht“ – mimische Muskelschwäche)

→ (Mißempfindungen / Schmerzen im Gesicht)

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



► Therapie-Optionen bei NF2- Tumoren:



- Operation (mikrochirurgische Tumorentfernung = Exstirpation, Teilentfernung = Resektion)
→ haben Sie gestern ausführlich besprochen ...
- Radiochirurgie (RCH=RS) = stereotaktisch geführte, einmalige Präzisionsbestrahlung mit einer hohen Dosis
- stereotaktische Radiotherapie (SRT) = fraktionierte Präzisionsbestrahlung mit täglichen kleinen Einzeldosen
- kombinierte Therapie- Strategie (OP + RS / SRT)
- keine Therapie ? – zuwarten/kontrollieren („wait and watch“)

Hier sieht man die Möglichkeiten, ein Akustikusneurinom zu behandeln. Oberstes Ziel muss immer sein, die größtmögliche Chance auf einen Funktionserhalt der Nerven zu haben.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



- Warten und Kontrollieren
- Operieren bei kompletter Entfernung des Tumors (Exstirpation) oder bei teilweiser Entfernung (Resektion), um Funktionen zu erhalten. Die Operation ist immer Methode der Wahl, wenn AN so groß sind, dass sie den Hirnstamm komprimieren
- Radiochirurgie/stereotaktische Radiotherapie (einmalig/fraktioniert), diese Behandlung ist vor allem für kleinere Tumoren (bis 3cm) geeignet.

Eine weitere Behandlungsmöglichkeit ist eine Kombination aus den beiden vorgenannten: Zuerst operieren (Resektion), dann stereotaktisch bestrahlen. Diese Kombination ermöglicht eventuell einen sichereren Funktionserhalt, der ja immer das oberste Ziel bei der Behandlung dieser Tumoren sein muss. Diese kombinierte Behandlung eignet sich auch für große Akustikusneurinome.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



► Bildgebende Diagnostik der Wahl bei NF2- Tumoren: MRT

→Entscheidend für die RS- bzw.SRT-Planung ist nicht der Durchmesser, sondern das Volumen der Tumoren

HELIOS Klinikum Erfurt

Abt. für stereotaktische Neurochirurgie und Radiochirurgie

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Für die Vorbereitung einer stereotaktischen Bestrahlung (RS oder SRT) eines Akustikusneurinoms oder eines anderen gutartigen Tumors ist nicht der Durchmesser des Tumors entscheidend, sondern sein Volumen.

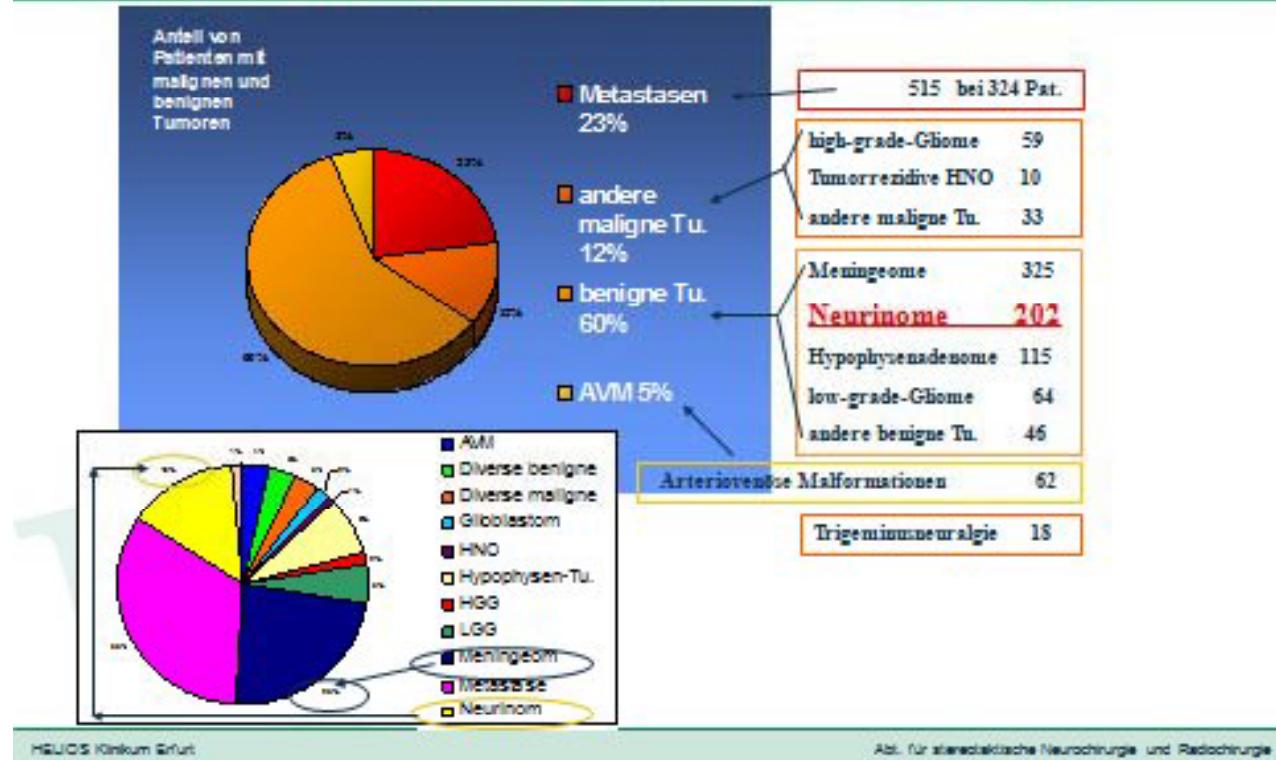
Beispiel: Bei einem Durchmesser von 2,3 cm hat ein Tumor etwa 6,5 Kubikzentimeter, bei einem nur um wenige Millimeter geringeren Durchmesser (2,0 cm) hat er fast nur noch die Hälfte an Volumen.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Indikationen zur RS / SRT

Novalis-Zentrum Erfurt (Pat. 05/00 - 10/08) 1533 Befunde bei 1258 Pat.



Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Von allen in Erfurt in den letzten 8 Jahren bestrahlten Tumoren machen gutartige Tumoren den weitaus größten Teil aus.

Das ist so, weil die Bestrahlungsdosis am Rand des Tumors wie messerscharf abfällt. Gutartige Tumoren sind Meningeome, Neurinome und andere, also auch Akustikusneurinome und alle anderen NF2-Hirntumoren.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



► RS + SRT – was ist das ?



Radiochirurgie (RS)

Stereotakt. Radiotherapie (SRT)

Ziel

- Nichtinvasive Devitalisierung von Gewebe in einem definierten Bereich

Charakteristika

- Lokalisation und Positionierung mittels eines stereotaktischen Führungssystems
- **Konzentration der verordneten Dosis innerhalb des Zielvolumens**
- Geringstmögliche Dosisbelastung des den Tumor umgebenden gesunden Gewebes (wichtig nahe Risikostrukturen wie Hirnstamm, Sehnerven etc.)
➡ **Steiler Dosisabfall am Rande des Zielvolumens**

Dosis-Schema

Einmalig applizierte hohe
Dosis (12..20 Gy entspr.
50..80% umschließend)

Fraktionierte Applikation relativ
kleiner Einzeldosen (1,6...4,5 Gy
entspr. 90...95% umschließend)

Kopf-Fixierung

Stereotaktischer Rahmen
(head ring/frame)



Spezielles stereotaktisches
Maskensystem



Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Alle stereotaktischen Bestrahlungen haben das gleiche Ziel: die Devitalisierung (Abtötung) des Tumors. Das heißt, man möchte, dass sich die Tumorzellen nicht weiter teilen und damit vermehren können.

Dazu werden die Strahlen aus verschiedenen Richtungen so in den Kopf "gelenkt", dass sie sich an einem genau definierten Punkt (dem Zielpunkt = Isozentrum) treffen. Dieser Zielpunkt wird durch einen automatischen Lamellen-Kollimator immer an die jeweilige Tumogröße (an den Tumorrand) angepaßt und dort (und nur dort) wird die Dosis erreicht, die das Tumorgewebe zerstört. Am Rand des Tumors fällt die Strahlendosis dadurch steil ab und das umgebende, gesunde Gewebe wird geschont.

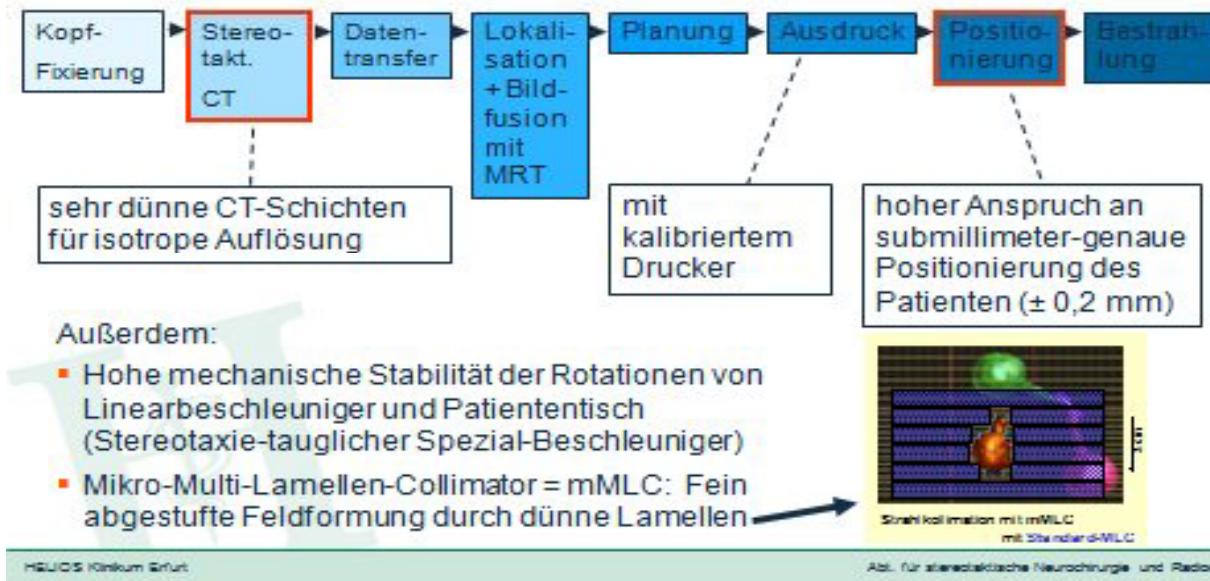
Voraussetzung für die Genauigkeit ist die Fixierung des Kopfes - bei einmaliger Bestrahlung (RS) durch einen stereotaktischen Ring, bei Bestrahlung in täglichen kleinen Einzeldosen (SRT) mit einem vorher individuell angepassten stereotaktischen Maskensystem. Dieses Maskensystem besteht aus zwei Teilen (Hinterkopf und Gesicht), die durch Klips am Maskengestell verbunden werden. Diese aus im Wasserbad erwärmtem Kunststoff-Netz bestehenden Teile werden bei der Anpassung anmodelliert und bei der Abkühlung in dieser Form fixiert. Dabei darf der Patient auf keinen Fall den Kopf und das Gesicht bewegen, das würde die Genauigkeit von plus/minus 1-2 mm gefährden.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



► Voraussetzung : Stereotaxie

Präzision im gesamten Ablauf !



Voraussetzung für jede RS und SRT ist die Stereotaxie, die Methode zur präzisen Lokalisierung und Positionierung eines zu definierenden Punktes in einem dreidimensionalen Koordinatensystem.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm

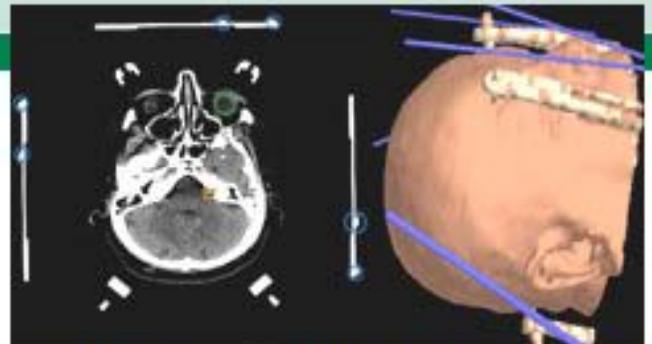


Die gewünschte, millimetergenaue Präzision verlangt für den gesamten Ablauf raffinierte technische Verfahren. Erforderlich ist eine hohe mechanische Stabilität des gesamten Systems, außerdem ein Stereotaxie-tauglicher Spezial-Linearbeschleuniger, der mit einem Mikro Multi LamellenKollimator (MMLC) ausgerüstet ist. Die Lamellen müssen sehr dünn sein, bei "Novalis" sind es 3 mm, die eine genaue Anpassung der Lamellen an den Umriss des Tumors erlauben.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



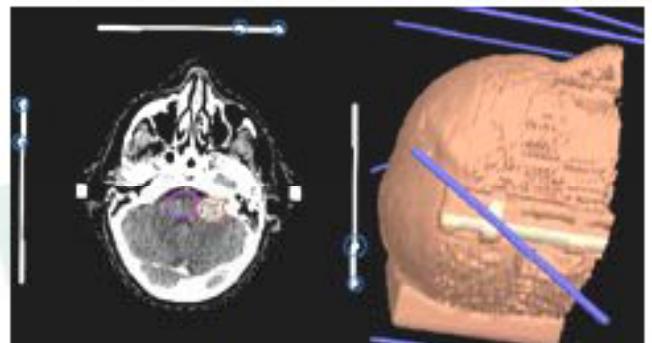
reprod. Befund- Lokalisierung durch Stereotaxie



Stereotaktischer Ring für die RCH



$< 0,5 \text{ mm}$



Stereotakt. Maskensystem für die SRT



$\pm 1 \text{ mm}$

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Vor der RS / SRT muss ein MRT und ein stereotaktisches CT (mit der Kopffixierung!) für die 3D-Bestrahlungsplanung gemacht werden. Die beiden Datensätze dieser Aufnahmen werden anschließend zur Deckung gebracht (automatische Bildfusion). Damit können die notwendigen Informationen beider Untersuchungstechniken optimal für die Planung der RS/SRT genutzt werden. Tumor und sogenannte Risikostrukturen (besonders strahlenempfindliche Strukturen wie Hirnstamm, Augen, Nerven) werden nun Schicht für Schicht definiert, denn die Strahlen müssen so dosiert werden, dass gesundes Gewebe nicht und der Tumor optimal geschädigt wird. Ihre zerstörerische Kraft erreichen sie nur in dem durch die Lamellen auf die Tumorgröße angepassten Zielpunkt, wo sie sich aus allen Einstrahlrichtungen treffen. Das kann man sich vorstellen wie die Sonnenstrahlen, wenn sie durch eine starke Lupe auf den Brennpunkt gelenkt werden und da einen Brand entfachen können. Dieser definierte Zielpunkt im Tumorvolumen ist das Isozentrum. Es wird mit einer Genauigkeit von plus/minus 0,1 mm exakt eingestellt.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



► Hochauflösende 3D-Bildgebung
für die stereotaktische Bestrahlungsplanung

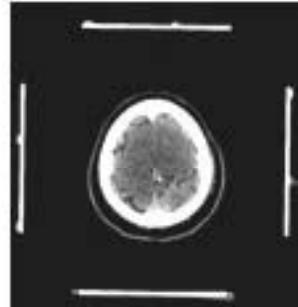


Magnetresonanztomografie MRT (z.B. am Vortag)

Standard: Axial, Schichtdicke < 1.0 mm, Bildmatrix 512²
Voxelgröße: 1.0 x 0.46 x 0.46 mm

Stereotaktische Computertomografie CT

Standard: Axial, Schichtdicke 1.25 mm, Bildmatrix 512²
Voxelgröße: 1.25 x 0.75 x 0.75 mm



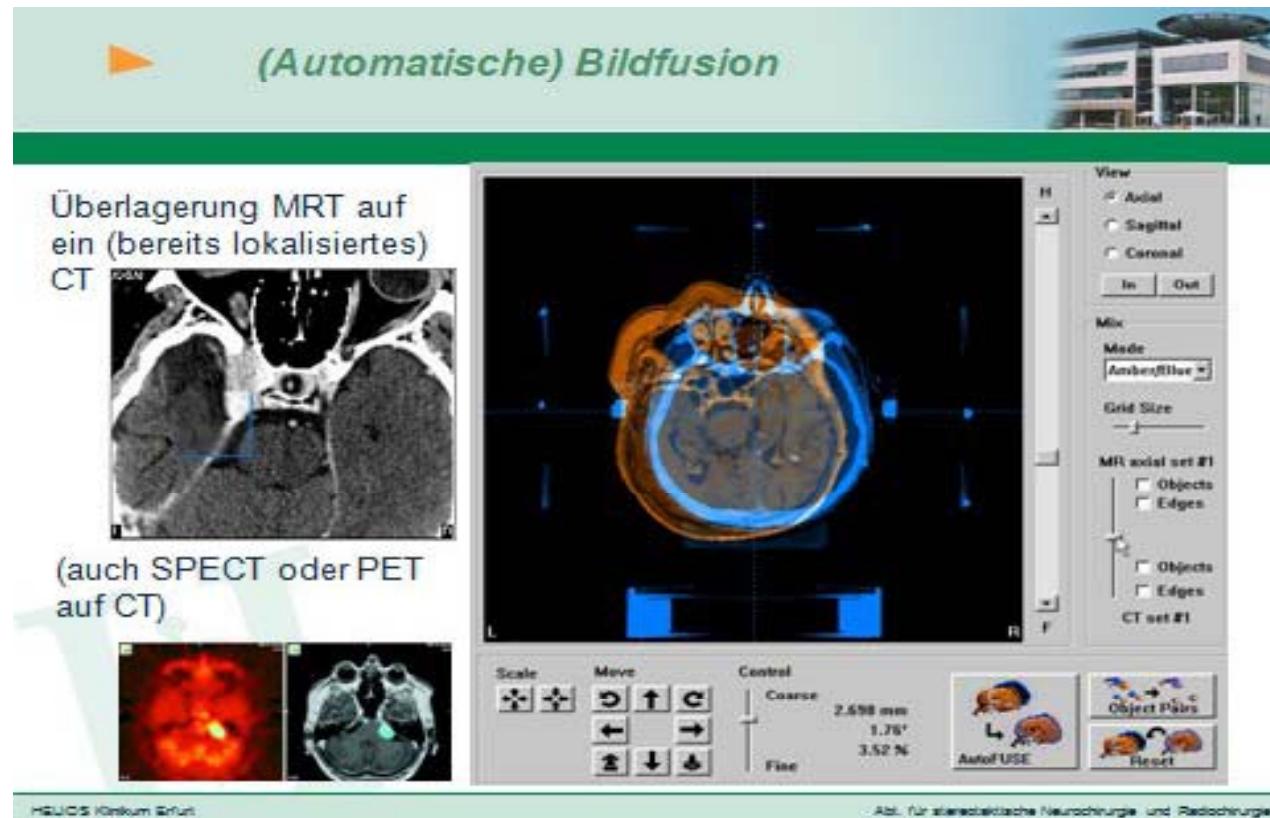
Planungs-CT mit angelegtem Ring/ Rahmen und Lokalisations-Box

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



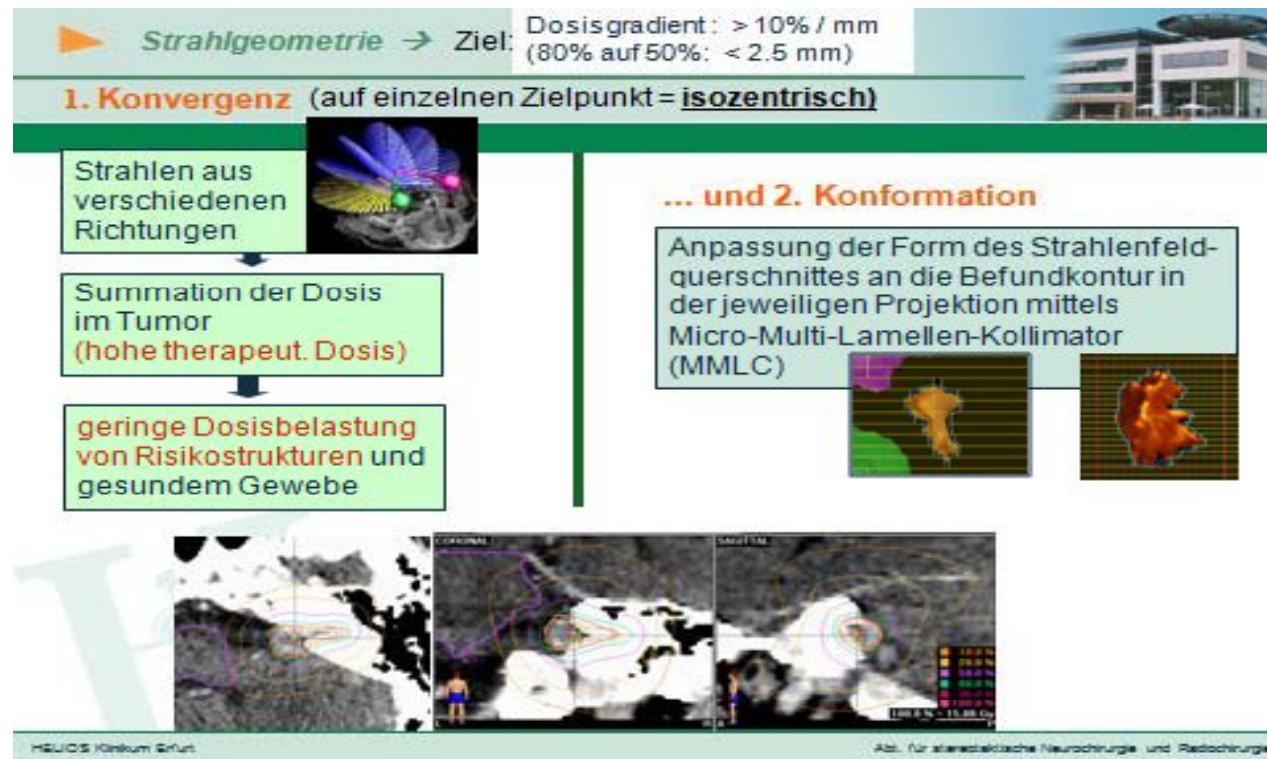
Für das stereotaktische Planungs-CT wird am im Ring oder Maskensystem fixierten Kopf noch eine Lokalisations-Box angebracht, die mit Markern ausgestattet ist. Wenn der Computer diese Marker hat, ist der Kopf im dreidimensionalen Koordinatensystem lokalisiert und jetzt kann jeder Punkt auf hundertstel Millimeter genau bestimmt werden, hier natürlich der Zielpunkt (das Isozentrum) im Tumor.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Das stereotaktische CT wird lokalisiert und mit dem vorher angefertigten MRT in mehreren Schritten automatisch fusioniert. Das kann man dann noch prüfen und eventuell von Hand korrigieren, es ist aber zumeist nicht nötig.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Der Strahlenfeldquerschnitt wird mit der Technik des Micro Multi Lamellen Kollimators in jedem dreidimensional möglichen Schnitt an die genaue Form des Tumors angepasst (Konformation).

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



► **Ablauf der Bestrahlungsplanung**

bei RS + SRT identisch !

auch
die präzise Einstellung
der Zielkoordinaten =
des Isozentrum →

HELIOS Klinikum Erfurt

Abt. für stereotaktische Neurochirurgie und Radiochirurgie

Die präzise Einstellung der Zielkoordinaten des Isozentrums.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



→ Konvergenz- Prinzip

viele non-koplanare
Stehfeldern mit jeweils fixem
Winkel von Gantry und Tisch
aus kranialer Halbsphäre

Zentralstrahl eines jeden eingestrahlten
Feldes ist auf den Zielpunkt = das
Isozentrum gerichtet



HELIOS Klinikum Erfurt

Abt. für stereotaktische Neurochirurgie und Radiochirurgie

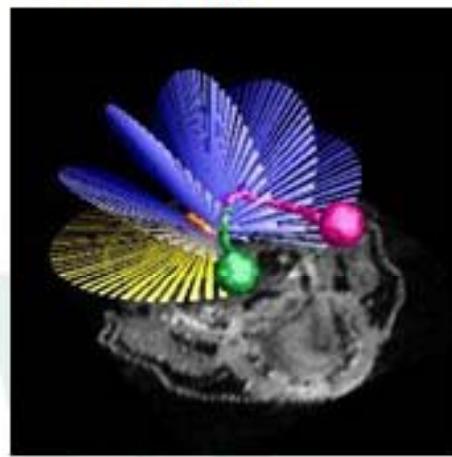
Rechts sieht man, wie Novalis bei der Arbeit aussieht. Die Strahlen werden aus vielen verschiedenen Richtungen immer auf den Zielpunkt (das Isozentrum im Tumor) gerichtet, das nennt man Konvergenz-Bestrahlung.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



→ Konvergenz-Prinzip

Kontinuierliche Anpassung
des Strahlquerschnittes an
die jeweilige Kontur des
Tumors während der Rotation
unter Strahlung !



→ Rotationsbestrahlung (MMLC)



Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Während der Bestrahlung bewegt sich das Bestrahlungsgerät (hier: Novalis) in einer Rotationsbewegung um den Kopf bei einer definierten Tischposition (dynamische Bogen-Bestrahlung). Dann wird dieser Tisch, auf dem der Patient liegt, in eine andere Position gedreht und es wird wieder in einem dynamischen Bogen bestrahlt. Die notwendige Genauigkeit wird dabei ständig überwacht. Die Strahlen kommen wie aus einer Halbkugel aus allen Richtungen. Sie sind immer konvergent, also zielen alle auf das Isozentrum (im Tumor). Gesundes Gewebe und Risikostrukturen im Tumor können ausgespart werden, so erreicht man eine geringe Strahlenbelastung dieser Gewebe.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



► Rationale für die SRT (Fraktionen) ?



- Tumoren sind häufig größer + unmittelbar an Hirnnerven und Hirnstamm gelegen (Beachtung der Dosis- Volumen-Beziehung! + der Dosis- Toleranz- Grenzen an Risikostrukturen!)
- Die ausreichende Strahlenwirkung auf gutartige Tumoren wie Hypophysadenome, Meningeome und Neurinome ist bekannt! + garantiert eine hohe Tumorkontrollrate! – (ohne Stereotaxie waren Spätfolgen durch die hohe Dosisbelastung des umgebenden Hirngewebe gefürchtet !)
- Die stereotaktische Fraktionierung kombiniert die positiven strahlenbiologischen Effekte + die Präzision der radiochirurgischen Technik ! → erreicht die notwendige biologisch wirksame Dosis im Tumor und eine bessere Schonung des gesunden Gewebes + volumenabhängig geringere Dosisbelastung der umgebenden gesunden Hirnstrukturen

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Ein großer Vorteil der fraktionierten Bestrahlung:

Man kann damit auch Tumoren bestrahlen, die etwas größer sind. Bei einmaliger Bestrahlung (etwa im Gamma Knife) sind Funktionsverluste der beteiligten Nerven (gerade bei NF2) gefürchtet.

Fraktionierte Präzisionsbestrahlung (SRT) kann dann bei gleich guten Ergebnissen der Tumorkontrolle (das bedeutet Wachstumsstop oder Schrumpfen des Tumors) gesundes Gewebe und Nerven besser schonen.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Unterschied RS / SRT

Radiochirurgie (RS) ?

=einmalige Gabe
einer hohen Dosis

- Kurze Behandlungsdauer
- Höhere Komplikationsgefahr
- Kompromisse bei größeren Tumoren (max. 3 cm möglich) + Nähe sens. Strukt. Dosisreduktion notwendig !
- Stereotakt. Ring (<0,5mm genau)

Stereotakt. Radiother (SRT) ?

=Fraktionierung...
mehrere kleinere Dosen

- Lange Behandlungsdauer
- Geringe Komplikationsgefahr
- Keine Dosisreduktion notwendig durch Wahl der Fraktionierung
- Stereotakt. Maske (+/- 1 mm) → Berücksichtigung bei der Planung

→ gleiche Tumorkontrollraten !

HELIOS Klinikum Erfurt

Abt. für stereotaktische Neurochirurgie und Radiochirurgie

Hier sind noch einmal die Unterschiede dargestellt zwischen einmaliger Bestrahlung (RS - sehr bequem) und SRT, die über Wochen in kleinen Dosen erfolgt und daher viel aufwändiger ist. In Erfurt wird interdisziplinär und individuell nach Tumogröße und Nervenfunktionen entschieden, ob RS oder SRT empfohlen wird - beide Verfahren sind mit dem Novalis möglich und werden durchgeführt.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



► Literatur



J Neurosurg 2001 Sep; 95(3): 440-9

Analysis of the risk factors associated with radiosurgery for vestibular schwannoma.

Foote KD et al. (Dpt. of Neurosurg., Univ. of Florida)

- 1. RS ist eine sichere und effektive Behandl. für kleine AN**
- 2. Dosisreduktion war wichtigste Faktor der Senkung von Komplik.**
- 3. Dosis am Hirnstamm ist weniger entscheidend für Neuropathien nach RS als die Länge der mit bestrahlten Nerven.**
- 4. Vorangegangene OP erhöhen das Komplikationsrisiko**
- 5. Tumorränderdosis von 12,5 Gy optimal für hohe Tumorkontrolle und niedrige Komplik.-rate.**

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Ergebnis: Präzisionsbestrahlung wirkt am besten bei kleinen, nicht voroperierten gutartigen Tumoren. Die Strahlendosis soll möglichst niedrig so gewählt werden, dass sie eine ausreichende Tumorkontrolle gewährleistet. Fraktionierung lässt die Einzeldosierungen sehr niedrig werden und minimiert das Risiko von Nervenschäden. Bei voroperierten Tumoren steigt die Gefahr von Komplikationen, ebenso bei zunehmender Größe des Tumors (wegen der größeren Länge, auf der die einzelnen Nerven bestrahlt werden). Eine Tumorkontrolle kann in $\geq 90\%$ der Fälle erreicht werden.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Zusammenfassung

Welche NF2-Tumoren eignen sich besonders für eine Bestrahlung?

Wie beim Operieren erzielt man die besten Bestrahlungs-Ergebnisse bei kleineren, nicht voroperierten Tumoren. Bei großen Tumoren kann es die günstigste Lösung sein, in einem ersten Schritt den Tumor operativ zu verkleinern und im zweiten Schritt (nach ca. 3-6 Monaten) den Tumorrest stereotaktisch zu bestrahlen.

Am besten geeignet für stereotaktische Bestrahlung sind generell Hirntumoren. Der Kopf lässt sich gut fixieren.

Es gibt auch Gerätesysteme, mit denen man Spinaltumoren und andere Tumoren des Körpers bestrahlen kann. Zum Beispiel das Cyberknife, bei dem ein Roboter dafür sorgt, dass Bewegungen ausgeglichen werden. Auch ein nachgerüstetes bzw. bereits mit dem Roboter-Tisch ausgerüstetes Novalis kann das. In Erfurt ist es bisher noch nicht möglich.

Spinaltumoren sind aber in der Regel ohnehin besser für die Mikrochirurgie geeignet.

Bei RS und SRT, wie sie in Erfurt mit dem Novalis durchgeführt wird, sind die Ergebnisse des Hörerhalts und des Facialiserhalts bei Akustikusneurinomen in etwa denen der Mikrochirurgie vergleichbar. Der Patient entscheidet mit, was ihm lieber ist.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



NF2-Tumoren verhalten sich anders als "gewöhnliche" gutartige Tumoren. Sie sind schwerer zu operieren und auch ungünstiger zu bestrahlen. Die Ergebnisse, gemessen am Funktionserhalt, sind schlechter.

Die Tumorgröße (das Volumen des Tumors) kann nach radiochirurgischer Behandlung gleich bleiben, abnehmen und gelegentlich auch einmal zunehmen.

Bei Größenzunahme sollte man Geduld haben und nicht zu schnell operieren lassen. Die Erfahrung zeigt, dass es auch erst nach einigen Jahren doch noch zum Schrumpfen kommen kann.

Die RS und SRT (NF2 und andere zusammen) hat bei 92% der in Erfurt behandelten Fälle mit AN zur Tumorkontrolle geführt, d.h. das Wachstum der Tumoren wurde gestoppt. 8 % mussten als Rezidive gewertet werden, d.h. der Tumor ist nachgewachsen.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Ausnahme sind große AN mit starker Hirnstammkompression. Diese sollten nicht primär bestrahlt werden, weil ein Risiko besteht, dass der Druck auf den Hirnstamm zu groß wird und Lähmungen eintreten. Denn nach jeder Bestrahlung reagiert der Körper, schickt Abräumzellen zum Tumor, um die abgestorbenen Zellen abzuräumen. Diese Reaktion ist verschieden stark, manchmal so stark, dass der Tumor nach der RS (seltener nach der SRT) anschwillt. Diese Reaktion kann bei gefährlich nah am Hirnstamm liegenden Tumoren zu Komplikationen führen.

Chancen der stereotaktischen Präzisionbestrahlung bei der Behandlung von NF2-Tumoren, PD Dr. Klaus Hamm



Verteilung der Präzisionsbestrahlungs-Geräte in Deutschland:

Novalis (RS und SRT) gibt es in Berlin, Erlangen, Frankfurt/Oder, Bonn und Erfurt. Cyberknife (mit Roboterarm, einmalige Bestrahlung oder wenige Fraktionen) gibt es in München.

Gamma Knife (nur RS) gibt es in Frankfurt/Main, Krefeld, Aachen und Hannover.

Das neue Heidelberger Zentrum für Schwerionenbestrahlung ist eine andere, völlig neue Technik. Der Beschleuniger hat die Größe eines Fussballfeldes. Diese sehr aufwendige Technik ermöglicht die Bestrahlung sehr schwierig liegender Tumoren um den Hirnstamm, an der Schädelbasis. Damit hat sie für NF2-Patienten nur in Ausnahmefällen Vorteile gegenüber der SRT.

[Download der Patientenbroschüre des Novalis Shaped Beam Surgery TM-Zentrum](#)