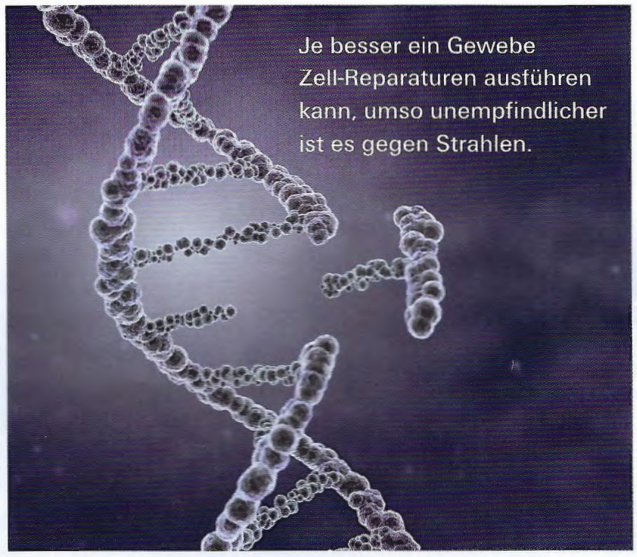
Radiotherapie: Unsichtbare Strahlen, die heilen

Sie ist eine der zentralen Säulen der Krebstherapie und kommt bei etwa jedem zweiten Krebspatienten im Laufe der Erkrankung zum Einsatz: Strahlentherapie. Als lokale Maßnahme, die nur innerhalb des Bestrahlungsfeldes wirkt und im Zuge immer modernerer Technologie, erhält die Behandlung mit Strahlen eine wachsende Bedeutung.

Text von **Tanja Fuchs**

„Das dritte Standbein in der Behandlung von Krebserkrankungen" – so wird die Strahlentherapie im blauen Ratgeber der Deutschen Krebshilfe bezeichnet. Wie kaum ein anderer medizinischer Bereich, hat sie sich in den letzten Jahren rasant weiterentwickelt. Die Fortschritte in der Technologie ermöglichen eine immer präzisere und gleichzeitig schonendere Behandlung.

Wer im Internet den Begriff Strahlentherapie eingibt, findet eine Vielzahl unterschiedlicher Bestrahlungsarten. Das grundsätzliche Wirkprinzip ist bei allen Arten dasselbe: Die kleinste funktionsfähige Einheit in jedem lebenden Organismus – auch in jedem Tumor – ist die Zelle. Die Strahlung schädigt die Erbsubstanz der Zellen, wodurch die Zellteilung gehemmt und das Wachstum ausgebremst wird. Das gilt natürlich für alle Zellen von lebendem Gewebe. Auch für gesundes.



Je besser ein Gewebe Zell-Reparaturen ausführen kann, umso unempfindlicher ist es gegen Strahlen.

Fotos: iStockphoto.com© kertlis (Motiv Strahlenfond) / iLexx (Motiv Gene)

Dr. Hendrik Herm, Strahlentherapeut im DTZ Berlin, ein zertifiziertes medizinisches Versorgungszentrum, das schwerpunktmäßig onkologisch ausgerichtet ist. Die Einrichtung verfügt über vier Fachbereiche: Zwei diagnostische Zentren für Nuklearmedizin und Radiologie sowie zwei therapeutische Zentren für Interventionelle Onkologie & Radionuklidtherapie und für Strahlentherapie. Die angebundene, eigene Radiochemie sowie das deutschlandweit einzige ambulante Zyklotron versorgen die Fachbereiche und andere Einrichtungen.

Aber: Zellen – insbesondere gesunde Zellen – verfügen über ein eigenes Reparatursystem, das aus speziellen Enzymen besteht. Diese können, wie eine Schere, defekte Stellen aus der DNS ausschneiden und ersetzen. „Gesunde Zellen", erklärt Dr. Hendrik Herm, „sind dazu viel besser in der Lage als Krebszellen." Dr. Herm ist Strahlentherapeut im Zentrum für Strahlentherapie im DTZ in Berlin-Friedrichshain.

Die Bestrahlung setzt also einem Tumor viel stärker zu, als dem umliegenden gesunden Gewebe. Und während sich gesundes Gewebe meist wieder von der Bestrahlung erholt, sind Tumoren oder auch vereinzelte Krebszellen so stark beschädigt, dass sie nicht weiter wachsen beziehungsweise ganz zerstört werden. Damit lässt sich unter Umständen auch verhindern, dass Tochtergeschwülste (Metastasen) in anderen Organen entstehen.

Wann kommt Strahlentherapie zum Einsatz

Ob und wann die Strahlentherapie zum Einsatz komme, erläutert Dr. Herm, sei abhängig von der Art des Tumors und auch davon, ob dieser lokal begrenzt ist oder möglicherweise bereits gestreut hat. Ist Letzteres der Fall, sei eine systemische Therapie, z. B. die medikamentöse Tumortherapie angezeigt. Ist der Tumor lokal begrenzt, wäre die Strahlentherapie die Methode der Wahl. Entscheidend hierfür ist eine präzise bildgebende Diagnostik im Vorfeld der Behandlung.
Eine Strahlenbehandlung kann vor oder nach, während oder anstelle einer Operation sinnvoll sein, mitunter werden Chemo- und Strahlentherapie auch kombiniert. „Sehr große Tumoren etwa, können besser operiert werden, wenn sie zuvor durch Bestrahlung verkleinert werden", sagt der Mediziner. Die Bestrahlung vor einer Operation wird als präoperative oder neoadjuvante Bestrahlung bezeichnet. Nach einer Operation (postoperativ oder adjuvant) kann eine Bestrahlung das Rückfallrisiko verringern. Bei einigen Krebsarten ist eine adjuvante Bestrahlung mittlerweile Standard. Zum Beispiel bei Brustkrebs. Nach einer brusterhaltenden Operation gehört die Nachbestrahlung fest zur Behandlungsstrategie. Bei anderen Tumoren wird nur nachbestrahlt, wenn diese eine bestimmte Größe hatten oder nur ohne ausreichenden Sicherheitsabstand zum gesunden Gewebe operiert werden konnte.

Bestrahlung statt OP?

In einigen Fällen kommt Bestrahlung anstelle einer Operation zum Einsatz. So etwa, wenn eine Operation nicht möglich ist. Je nach Lage und Größe kann der Tumor entweder inoperabel, oder das Risiko eines Funktionsverlustes von Organen durch eine OP zu groß sein. Ist dies der Fall, wird der Radio-Chemotherapie der Vorzug gegeben. „Bei Prostatakrebs kann eine Radikaloperation zum Verlust der Potenz oder Inkontinenz führen", erläutert Dr. Herm. „Durch den Einsatz von Strahlentherapie anstelle der OP ist es in der Hälfte der Fälle möglich, die Potenz zu erhalten, eine Inkontinenz tritt nur sehr selten ein. Gleichzeitig sind die Heilungschancen mit denen der Radikaloperation vergleichbar."
Der Strahlentherapeut nennt noch weitere Gründe für den Einsatz von Bestrahlung anstelle einer OP: „Wenn Patienten unter Begleiterkrankungen leiden, kann ein großer Eingriff mit Narkose manchmal zu belastend und risikoreich sein." Auch bei Patienten, die unter schweren Symptomen leiden, Schmerzen haben oder insgesamt eher instabil sind, ist eine Strahlentherapie oft die schonendere Methode. Dies gilt auch für Patienten, die gerade erst eine Chemotherapie hinter sich und mitunter noch mit Nebenwirkungen zu tun haben. „Eine Chemotherapie ist ja immer systemisch, betrifft also den ganzen Körper. Hier muss man abwägen, ob eine erneute Chemo den Organismus zu sehr belasten würde", so Herm.

Chemo und Bestrahlung in Kombination

Für bestimmte Tumoren wurden in den letzten Jahren Möglichkeiten entwickelt, die Vorteile der lokalen und der systemischen Behandlung zu kombinieren.
Die erzielten Heilungsraten sind mitunter besser als mit einer der genannten Methoden allein. Bei Enddarm- oder Speiseröhrenkrebs zum Beispiel lassen sich durch eine Vorbestrahlung – teilweise mit einer Chemotherapie kombiniert – die Heilungschancen deutlich verbessern. Die Tumoren schrumpfen durch diese Behandlung und können dann leichter entfernt werden.

Nebenwirkungen der Strahlentherapie?

Auch wenn die Bestrahlung nur lokal wirkt – auch diese Form der Behandlung ist nicht frei von Nebenwirkungen. Wie stark sie spürbar sind, ist meist abhängig von der zu bestrahlenden Fläche. Je größer diese ist, desto belastender ist es für den Körper. „Wird nur ein sehr kleiner Bereich bestrahlt", so Dr. Herm, „spürt der Patient das meist gar nicht." Ebenso wie die Behandlung selbst, träten Nebenwirkungen in der Regel aber auch nur lokal, organbezogen und oft auch nur vorübergehend auf, sagt Dr. Herm.
Häufig gebe es akute Hautreaktionen, so etwa Rötungen an der bestrahlten Stelle. Nach einer Strahlenbehandlung im Kopf-Hals-Bereich könne es auch zu Schleimhautentzündungen im Mund oder in der Speiseröhre kommen. Wird der Bauchbereich bestrahlt, ist das Auftreten von Übelkeit, Erbrechen oder Durchfall möglich. Bestrahlung im Kopfbereich, so der Strahlentherapeut, führe in der Regel zum Verlust von Haaren an der bestrahlten Stelle.
Darüber hinaus gibt es immer wieder Patienten, die über Erschöpfung und Müdigkeit, Fieber und Appetitlosigkeit klagen. Dies hängt unter anderem auch damit zusam-

Hautreizungen lassen sich sehr gut mithilfe von speziellen Cremes und Salben minimieren, die man bestenfalls bereits vor Beginn der Therapie anwendet.

men, dass der Körper mit dem Abbau zerstörter Krebszellen und der Reparatur gesunder Zellen beschäftigt ist. Die meisten dieser Symptome, erläutert Dr. Herm, seien zwar vorübergehend, mitunter könne es aber auch zu bleibenden Spätreaktionen kommen. Hierzu gehören Verhärtungen des Unterhautfettgewebes oder Hautveränderungen.

Nebenwirkungen vorbeugen

Um Hautreaktionen vorzubeugen, empfiehlt der Facharzt für Strahlentherapie, bereits einige Zeit vor der ersten Bestrahlung mit einer speziellen Hautpflege zu beginnen. Hierfür stehen unterschiedliche Präparate zur Verfügung, und durch die konsequente Anwendung dieser, lassen sich Hautreizungen vermeiden oder zumindest minimieren. Auch in der Zeit während und nach der Bestrahlung sind schonende Hautpflege und das Vermeiden möglicher Reizung durch Sonne oder Chemikalien von Bedeutung. Auf Gifte, wie Alkohol und Tabak sollte verzichtet, übermäßiger Stress wenn möglich vermieden werden. Patienten, die unter Fatigue leiden, empfiehlt Herm moderate Bewegungseinheiten. Obwohl es häufig schwer falle: Bewegung sei eine gute Möglichkeit, die Erschöpfung besser in den Griff zu bekommen. Wie bei allen Erkrankungen gilt zudem: Ein möglichst gesunder Lebensstil mit einer ausgewogenen Ernährung ist unbedingt empfehlenswert. Nicht zuletzt spielt auch die Psyche eine Rolle. Wer die Möglichkeit hat: Die Inanspruchnahme psychologischer Unterstützung ist in den allermeisten Fällen enorm hilfreich.

Kinderwunsch?

Ist eine Bestrahlung im Unterleib erforderlich, werden möglicherweise Fortpflanzungsorgane in Mitleidenschaft gezogen, Ei- oder Samenzellen geschädigt. Nach der Gesetzesänderung im Jahr 2019 haben Versicherte, bei denen eine Behandlung mit einer **keimzellschädigenden Therapie** medizinisch notwendig ist, sowohl Anspruch auf die **Kryokonservierung** von Ei- oder Samenzellen oder von Keimzellgewebe, als auch auf die dazugehörigen medizinischen Maßnahmen.

Auch wenn es schwerfällt: Bewegung tut gut und hilft gegen Fatigue. Wer auch sonst gerne mit dem Rad unterwegs ist, muss während der Therapie nicht darauf verzichten. Manchmal hilft auch einfach ein kleiner Spaziergang.

© Foto: iStockphoto.com/LarisaBozhikova (Motiv Creme / Marcus Millo (Motiv Radfahrer)

Moderne Strahlentherapie: Effizient und schonend

Um eine Strahlentherapie so effizient wie nötig, aber auch so schonend wie möglich durchzuführen, ist sorgfältige Planung erforderlich. Während der Tumor mit möglichst hohen Dosen bestrahlt werden soll, will man das gesunde Gewebe so wenig wie möglich belasten. Durch moderne Bildgebungsverfahren lassen sich die genaue Lage und die Grenzen des Tumors exakt darstellen, mithilfe der computergestützten Bestrahlungsplanung wird das zu bestrahlende Körperareal im Voraus berechnet und millimetergenau festgelegt.

Wie oft, wie viel, wie lange?

Wie bei der Chemotherapie, kommt es auch bei der Bestrahlung auf die richtige Gesamtdosis an. Diese wird vom behandelnden Radioonkologen – meist in einem interdisziplinären Tumorboard – auf Basis der Untersuchungsergebnisse berechnet. Dabei kann der Zeitplan von Tumor zu Tumor und Patient zu Patient variieren.
Häufig findet die Bestrahlung an fünf aufeinanderfolgenden Tagen, jeweils einmal täglich statt, gefolgt von zwei Tagen Pause. Möglich sind aber auch mehrere Bestrahlungssitzungen an einem Tag (hyperfraktioniert) oder nur ein- bis dreimalige Bestrahlungen wöchentlich (hypofraktioniert), heißt es im Blauen Ratgeber. In den meisten Fällen werde diese Gesamtdosis in „Einzelportionen" aufgeteilt. *(Fortsetzung Seite 12)*

LINKS

> www.krebsgesellschaft.de
> www.krebsinformationsdienst.de
> www.degro.org/patienten/strahlentherapie/
> www.berlin-dtz.de
> www.krebshilfe.de/infomaterial/Blaue_Ratgeber/Strahlentherapie_BlaueRatgeber_DeutscheKrebshilfe.pdf
> www.klinikum.uni-heidelberg.de/interdisziplinaere-zentren/heidelberger-ionenstrahl-therapiezentrum-hit

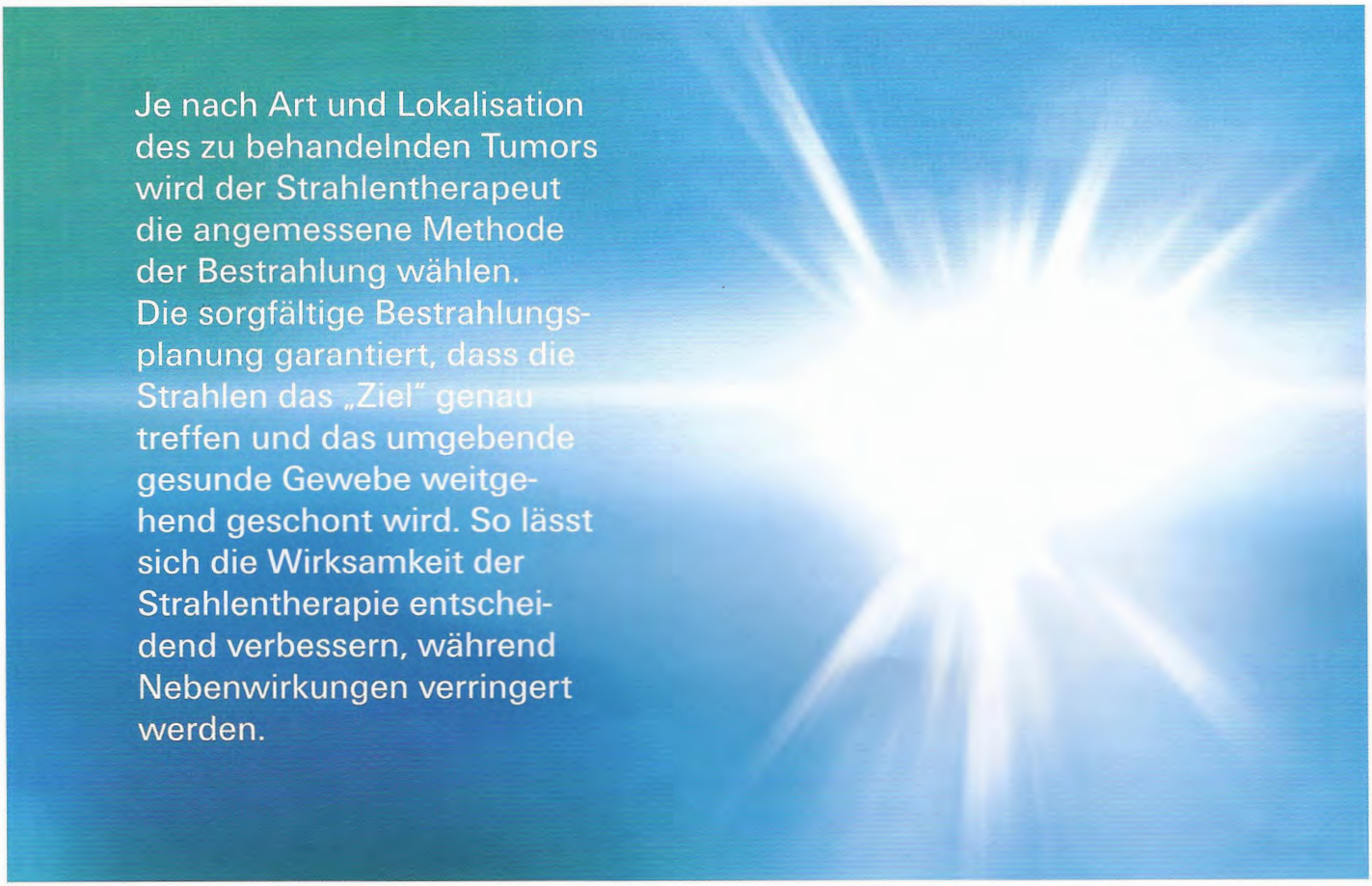
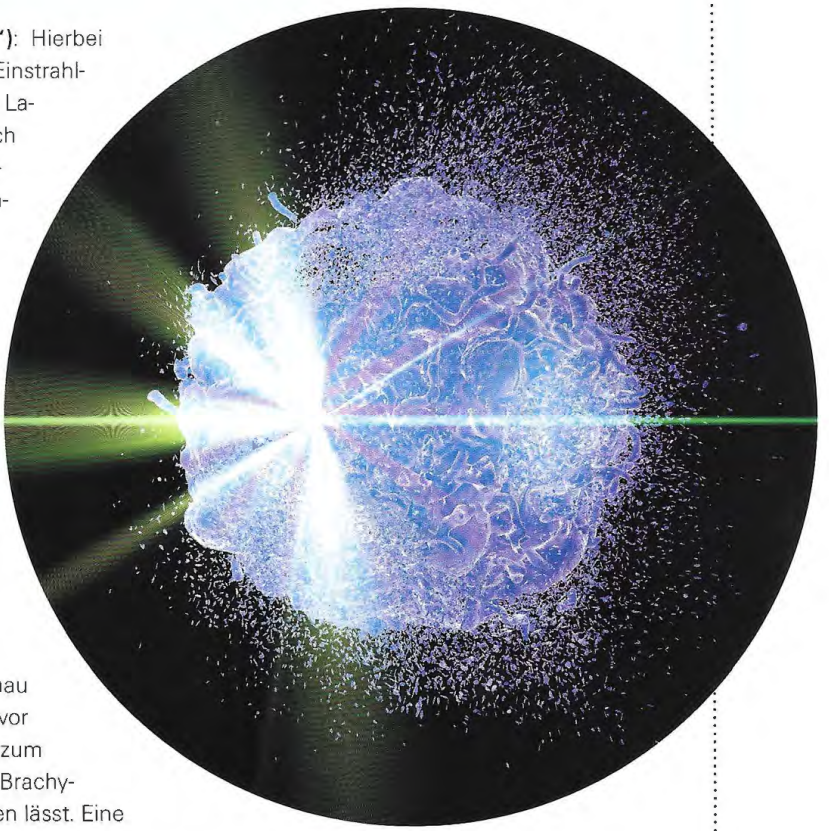


Foto: iStockphoto.com / ivanastar

Besondere Arten der Bestrahlung



Stereotaxie („Radiochirurgie, Strahlenchirurgie"): Hierbei treffen die Behandlungsstrahlen aus verschiedenen Einstrahlwinkeln punktgenau auf den Tumor, wobei spontane Lageveränderungen und Atembewegungen automatisch ausgeglichen werden. Auf das gesunde Gewebe entlang der Einstrahlbahnen trifft nur eine geringe Strahlendosis, sodass der Tumor selbst mit hohen Energiedosen bestrahlt werden kann. Die Bestrahlung ist dadurch sehr präzise, vergleichbar mit einem chirurgischen Eingriff, weshalb diese Form der Bestrahlung auch als Radiochirurgie bezeichnet wird. Die stereotaktische Bestrahlung ist für Hirntumoren, Tumoren im Kopf-Hals-Bereich sowie Tumoren und Metastasen in Lunge, Leber, Prostata und Wirbelsäule geeignet.
Geräte, mit denen die radiochirurgische Behandlung möglich ist, sind z. B. das ‚Cyberknife' oder die ‚Tomotherapy'.

Bei der **Brachytherapie** bzw. beim **Afterloading** wird die Strahlenquelle direkt am Tumor oder an genau der Stelle im Körper platziert, an der sich der Tumor vor der Operation befunden hat. Hierfür wird der Tumor zum Beispiel mit einer Hohlnadel „gespickt" (interstitielle Brachytherapie), durch die sich die Strahlenquelle einbringen lässt. Eine andere Möglichkeit ist das direkte Platzieren der Strahlenquelle in Körperöffnungen (z.B. intrakavitäre Brachytherapie). Die Strahlung hat nur eine geringe Reichweite von wenigen Millimetern („brachy"). Die Strahlendosis wird in Abhängigkeit von der Halbwertszeit des Radionuklid vom Medizinphysiker vorab exakt berechnet und bestimmt die Verweildauer im Körper. Das Tumorgewebe kann bei dieser Methode mit einer hohen Dosis bestrahlt werden, ohne dass das gesunde Gewebe zu sehr geschädigt wird. Geeignet ist die Brachytherapie z. B. bei Lebertumoren, Gebärmutterhalskrebs, bei Prostatakrebs, bei Sarkomen oder bei Kopf-Hals-Tumoren.

Eine Sonderform der Brachytherapie stellt die **Intraoperative Radiotherapie (IORT)** dar, bei der der Tumor während einer Operation durch die geöffnete Körperhöhle direkt bestrahlt wird. Die IORT eignet sich für Bestrahlungen im Bauchraum, weil so umliegende Organe gut geschützt werden können. Auch im Rahmen der brusterhaltenden Behandlung des Mammakarzinoms kommt die intraoperative Bestrahlung zur Anwendung, um die Dauer der Bestrahlung durch die Haut zu reduzieren.

Protonen oder andere schwere Ionen geben die Strahlenenergie erst dann frei, wenn sie beim Durchdringen des Gewebes abgebremst werden und eine geringere Geschwindigkeit erreichen. Durch Variierung der Strahlenenergie kann die Tiefe der Dosisverteilung gesteuert werden. Dies erlaubt eine bessere Fokussierung der Strahlung auf das Tumorgewebe und eine Schonung des gesunden Gewebes. Die Ionentherapie eignet sich gut für die Bestrahlung solcher Tumoren, die gegen eine herkömmliche Strahlentherapie eher unempfindlich sind, z. B. bei Tumoren der Schädelbasis wie Chondromen (gutartige, knorpelbildende Tumoren), Chondrosarkomen (bösartige Knochentumoren) und Meningeomen (meist gutartige Tumoren der Hirnhaut) oder Tumoren der Speicheldrüsen. *(Mehr zu Protonen und Schwerionen lesen Sie auf den Seiten 26-29)*

© Foto: iStockphoto.com/Dr_Microbe

STRAHLENTHERAPIE

Die Blauen Ratgeber sind in verständlicher Form verfasste Fachbroschüren, die von der Deutschen Krebsgesellschaft und der Deutschen Krebshilfe herausgegeben werden. Im Ratgeber ‚Strahlentherapie' erfährt man, was einen bei dieser Behandlung erwartet, welche Arten es gibt, und welche Nebenwirkungen auftreten können.

> www.krebshilfe.de

Prinzipiell gilt: Je kleiner die Einzeldosis, umso verträglicher ist die Therapie und umso geringer ist vor allem auch das Risiko, dass bleibende Spätfolgen entstehen. Ein bildhafter Vergleich soll dies verdeutlichen: Ein Sonnenbad von vielen Stunden verursacht einen schweren Sonnenbrand; geht man dagegen nur für ein paar Minuten in die Sonne, so richtet sie meist keinen Schaden an. Viele Einzelbestrahlungen sind also keine besonders aggressive Therapie, sondern eine besonders schonende (vgl. Blauer Ratgeber). „Aufteilung und Dosis", erläutert Dr. Herm, „hängen auch davon ab, ob die Bestrahlung kurativ oder palliativ eingesetzt wird."

Palliativ

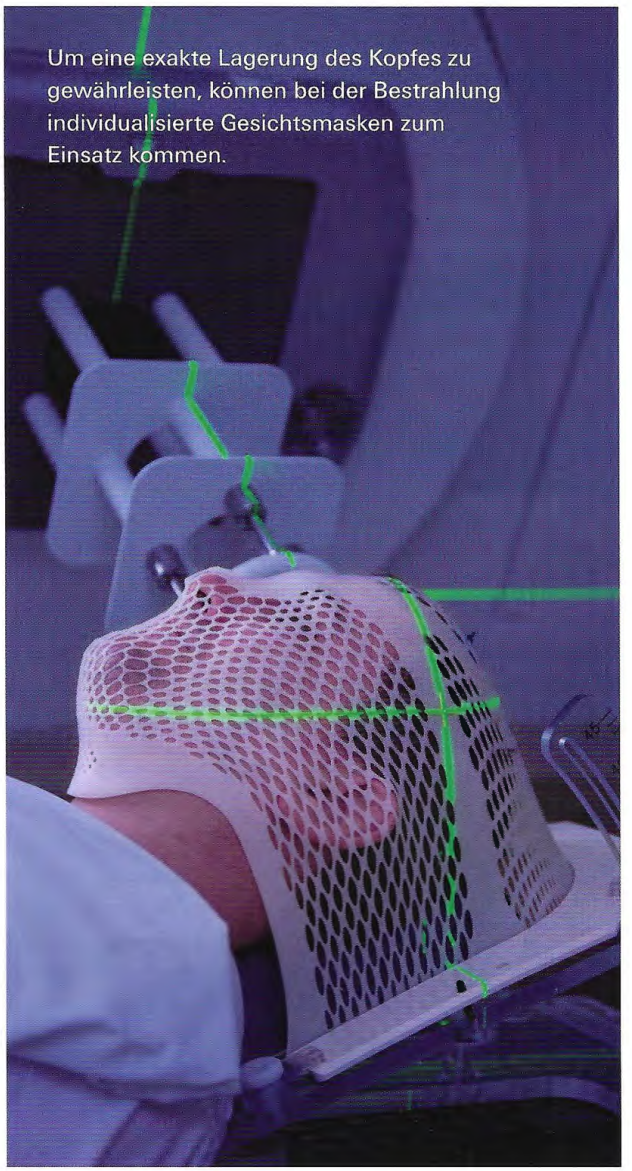
Ist der Gesamtzustand des Patienten eher schlecht, und dient die Bestrahlung dem Lindern von Schmerzen sowie der Verbesserung der Lebensqualität, sind Dosis und Häufigkeit geringer.

Besonders gut lassen sich Schmerzen durch eine Bestrahlung lindern. Bei etwa 80 Prozent aller Krebskranken, die z.B. unter schmerzhaften Knochenmetastasen leiden, können die Schmerzen dadurch verringert werden. In vielen Fällen könne sich der Knochen dann wieder aufbauen, Knochenbrüche verhindert werden. Auch Atemnot, Schluckbeschwerden, Lähmungen, Harnstauung, Lymphstau oder Blutungen lassen sich oft günstig beeinflussen. Die palliative Strahlentherapie kann bei vielen Krebskranken die Lebensqualität verbessern beziehungsweise erhalten.

Kurativ

Ist das Ziel der Bestrahlung die Heilung einer Krebserkrankung, erhalten die Patienten über einen längeren Zeitraum regelmäßig etwas höhere Bestrahlungseinheiten. In der Regel müssen Patienten drei bis sechs Wochen lang von Montag bis Freitag täglich zur Bestrahlung kommen. Das Maximum liegt bei acht Wochen.

„Die Bestrahlung selbst dauert meist nur wenige Minuten – alles in allem sind die Patienten oft nicht länger als 20 Minuten in unserem Zentrum", sagt Dr. Herm. Viele würden weiter ihrer Arbeit nachgehen – manche, weil sie es wollen, manche aber auch, weil sie es aus finanziellen Gründen müssen.



Um eine exakte Lagerung des Kopfes zu gewährleisten, können bei der Bestrahlung individualisierte Gesichtsmasken zum Einsatz kommen.

Foto: iStockphoto.com©Mark Kostich

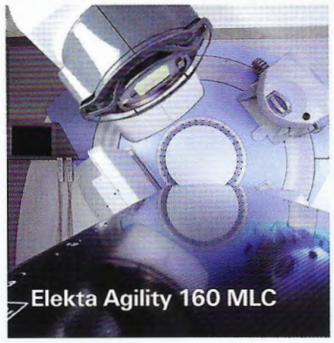
Techniken der Strahlentherapie

IMRT/VMAT

Bei der IMRT (intensitätsmodulierte Radiotherapie) und VMAT (volumenmodulierte Radiotherapie) passen sich bewegliche Lamellen während der Bestrahlung kontinuierlich den Spezifika des Tumors an – gleichgültig, welche Form er besitzt. So ist es möglich, Tumoren besonders aggressiv zu bestrahlen und gleichzeitig das umliegende gesunde Gewebe optimal zu schonen. Dies ist insbesondere bei sensiblen benachbarten Organen und Strukturen von Bedeutung, wie etwa dem Rückenmark oder dem Gehirn.

Die **IGRT** ist eine image-guided, also bildgeführte Radiotherapie, bei der vor jeder Behandlung mittels einer im Beschleuniger integrierten Röntgenvorrichtung oder Low-dose-CT die Position des Patienten und seiner Organe überprüft, mit dem Bestrahlungsplan verglichen und ggf. korrigiert wird. Dies geschieht dadurch, dass die unter Therapie aufgenommenen Bilder mit denen der Planungs-CT überlagert und so die aktuelle Lagerung des Patienten exakt berechnet werden kann – der Bestrahlungstisch wird entsprechend neu ausgerichtet. Die IGRT-Technik ist auch in den Strahlentherapiegeräten Elekta 160 MLC und TomoHD (siehe Abbildungen rechts) integriert.

(Quelle: DTZ Berlin, www.berlin-dtz.de)



© Mit freundlicher Genehmigung des DTZ Berlin

Hochmoderne Geräte

Bei einigen Kopftumoren, die einmalig mit hoher Dosis bestrahlt werden, nimmt der gesamte Vorgang mehr Zeit in Anspruch. Grundsätzlich ist es möglich, Musik oder Hörbücher zu hören. Eine Fixierung des Patienten auf der Bestrahlungsliege ist heute – dank moderner Geräte – in den meisten Fällen nicht mehr erforderlich. Durch die bildgesteuerte Bestrahlung (IGRT – image guided radiotherapy), die Bildgebung und Bestrahlung in einem Gerät verbindet, kann vor und während der Behandlung eine exakte, reproduzierbare Lagerung des Patienten und des Zielgebiets gewährleistet werden. Gleichzeitig ermöglicht die 3D-Bildgebung unmittelbar auf anatomische Veränderungen des Patienten und des Tumors zu reagieren.

Wenn nötig, kann bei Lageänderung die Bestrahlung unmittelbar adaptiert werden. Auf diese Weise können Unterdosierungen des Zielvolumens/Tumors und Überdosierungen in gesundem Gewebe verhindert werden.

Warum sprechen einige Tumoren nicht auf Strahlentherapie an?

Verantwortlich dafür, dass ein Tumor auf die Strahlentherapie anspricht, ist seine Biologie. „Es gibt", erklärt Hendrik Herm, „Tumoren, die nicht so teilungsfreudig sind. Je schneller ein Tumor wächst, desto besser spricht er auf Bestrahlung an." Allerdings, fügt der Strahlentherapeut hinzu, gebe es auch Fälle, „in denen wir schlichtweg im Nebel stehen." Während bei dem einen Patienten nach der Behandlung der Tumor verschwunden sei, passiere bei einem anderen mit dem gleichen Tumor mitunter gar nichts.
Eine Vorhersage, ob und wie ein Tumor auf welche Art von Strahlung reagiert – ähnlich wie bereits bei einigen Antikörpertherapien – sei zwar derzeit noch Zukunftsmusik, dass es aber in nicht allzu weiter Ferne möglich sein werde, hält Hendrik Herm für sehr wahrscheinlich.

© Fotos: Mit freundlicher Genehmigung des DTZ Berlin