

Ein Gruppenpuzzle zum Thema Strahlentherapie

Helene Felde und Rainer Müller

Die Kernphysik gilt allgemein als ein etwas trockenes Thema, bei dem es schwerfällt, Alltagsbezüge herzustellen. Zwar erlauben es die Themenkreise „Kernkraftwerke/Kernfusion“ und „Kernbomben“ wie nur wenige andere Themen in der Physik der Sekundarstufe I, die Kompetenzbereiche „Bewerten/Beurteilen“ und „Kommunizieren“ auszufüllen. Dies wird allerdings damit erkauft, dass man sich im Physikunterricht (wieder einmal) mit affektiv negativ besetzten Inhalten beschäftigt.

Es ist bekannt, dass Schülerinnen und Schüler am Kontext Medizin im Physikunterricht besonderes Interesse zeigen (s. z. B. [1]). Auch in der Kernphysik ist es möglich, diesen Kontext nutzbar zu machen, nämlich im Bereich der Diagnose und Therapie mit ionisierender Strahlung. Hierzu sind in der Vergangenheit einige informierende Artikel erschienen ([2],[3]). Ausgearbeitete Arbeitsmaterialien wurden bisher jedoch kaum vorgestellt.

Im Folgenden sollen die Materialien für ein Gruppenpuzzle zum Thema Strahlentherapie beschrieben werden. Das Gruppenpuzzle ist einer Unterrichtseinheit *Kernphysik in der Medizin* [4] entnommen, die für Jahrgangsstufe 9/10 konzipiert wurde. In den sechs Stunden der Unterrichtseinheit wurden mehrere Diagnose- und Therapiemethoden für Krebs und Tumoren erarbeitet.

Die erste Stunde sensibilisierte die Schülerinnen und Schüler für das Thema Krebs. Dazu bearbeiteten sie eine Statistik, in der die Anzahl der diagnostizierten Krebsfälle (Inzidenz) und ihre Mortalität in Deutschland innerhalb von 30 Jahren dargestellt waren. Die Schüler sollten erkennen, dass die Inzidenz in diesem Zeitraum gestiegen, die Mortalität jedoch gleichzeitig gesunken war. Der Schwerpunkt lag auf der Interpretation der Statistik. Die Lernenden vermuteten richtig, dass die Möglichkeiten der Früherkennung und bessere Therapieansätze die wichtigsten Einflussfaktoren für den Verlauf der Statistik sind. Schwieriger war für sie zu erkennen, dass heute verstärkt Krebsarten auftreten, die ein geringeres Mortalitätsrisiko haben.

Zur Aktivierung des Vorwissens bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler mit einem Partner ein Arbeitsblatt, auf dem die ihnen schon bekannten Krebsarten sowie Diagnose- und Therapiemethoden genannt werden sollten. Den Abschluss der Stunde bildete die für Schüler wohl bekannteste Diagnosemethode, das Röntgen. Anhand einer echten Lungenröntgenaufnahme mit Tumor sollten die Schüler sowohl die Möglichkeiten als auch die Schwächen dieser Diagnoseart herausarbeiten.

In der zweiten Stunde wurde dem Röntgenbild die planare Szintigraphie entgegengestellt. Diese den Schülern weitgehend unbekannte Diagnosemethode beruht auf dem Zerfall radioaktiver Substanzen im Körper eines Patienten. Es wird ein Medikament verabreicht, das eine radioaktive Substanz mit kurzer Halbwertszeit enthält. Das Medikament reichert sich vorwiegend im Tumor an, zerfällt und gibt dabei γ -Strahlung ab.

Die Positron-Emissions-Tomographie (PET) war Gegenstand der dritten Stunde. Eine Computeranimation, die die 3D-Aufnahme eines menschlichen Körpers mithilfe von PET darstellte, sollte die Schüler zur physikalischen Funktionsweise dieser Methode hinführen. Ähnlich wie bei der planaren Szintigraphie wird auch hier ein radioaktives Medikament verabreicht. Allerdings sendet das eingesetzte Medikament Positronen aus, d. h. Antiteilchen zum Elektron mit gleicher Masse und entgegengesetzter Ladung. Bei der Rekombination eines Positrons mit einem Elektron werden im Winkel von 180° zwei γ -Quanten ausgesandt. Dies macht es möglich, den Ort der Rekombination genau zu bestimmen und somit Tumoren zu

lokalisieren (um diese Lokalisierung quantitativ zu beschreiben, wäre eine Verknüpfung zum Mathematikunterricht möglich, die in vorgestellten Unterrichtsgang jedoch nicht erfolgte).

Die ersten drei Stunden der Einheit wurden meist in Form von Unterrichtsgespräch, Einzel- und Partnerarbeit durchgeführt. Das Thema *Tumorthherapie* sollte dann in Form eines Gruppenpuzzles von den Schülerinnen und Schülern erarbeitet werden.

Das Gruppenpuzzle ist eine kooperative Unterrichtsmethode, bei der großen Wert darauf gelegt wird, dass die einzelnen Schülerinnen und Schüler sich Wissen in einer Gruppe erarbeiten (vgl. [9]). Im Anschluss sollen sie ihr Wissen an ihre Mitschüler weitergeben und dabei durch Lehren lernen.

Für ein Gruppenpuzzle werden die Schülerinnen und Schüler zunächst in kleine, gleich starke Gruppen von 3-5 Personen eingeteilt. Jede so genannte Stammgruppe bearbeitet nun unterschiedliche Aspekte eines Themas. Es ist darauf zu achten, dass die Bearbeitungszeit aller Gruppen in etwa übereinstimmt. Am Ende dieser Stammgruppenphase soll jedes Mitglied einer Gruppe fähig sein, sein eben erworbenes Wissen an andere weiterzugeben. In der zweiten Phase, der Expertengruppenphase, werden nun Gruppen so gebildet, dass in jeder Expertengruppe ein Vertreter der unterschiedlichen Stammgruppen teilnimmt. Eine Graphik verdeutlicht die Funktion der einzelnen Phasen:

Phase 1: Stammgruppen

In jeder Gruppe wird von allen gemeinsam je ein Aspekt des Oberthemas behandelt.

Phase 2: Expertengruppen

In den Expertengruppen kommen die „Experten“ für die unterschiedlichen Aspekte zusammen und lernen voneinander

Abb. 1: Prinzip des Gruppenpuzzles

Im durchgeführten Unterrichtsversuch wurden die Schüler aufgrund der großen Schülerzahl in acht Stammgruppen aufgeteilt, von denen jeweils zwei das gleiche Thema behandelten. Auf diese Weise blieben die Gruppen relativ klein. Die einzelnen Themen waren:

- Strahlenschäden an Zellen
- Geräte der Strahlentherapie
- Brachytherapie
- Bor-Neutronen-Einfangtherapie

Um sicherzustellen, dass die Schüler am Ende des Gruppenpuzzles nicht nur das eigene Thema sicher beherrschen, sondern auch von den anderen Gruppen etwas gelernt haben, wurden den Schülern am Ende des Gruppenpuzzles Aufgaben gestellt, in denen das neu erlernte Wissen angewendet wurde.

Im vorliegenden Gruppenpuzzle sind die Arbeitsaufträge der Gruppen sehr ähnlich: Ein Text zu einem Aspekt der Strahlentherapie soll gelesen und von den Gruppenmitgliedern so bearbeitet werden, dass sie in der Lage sind, ihren Mitschülern den Inhalt in der darauf folgenden Stunde wiederzugeben. Außerdem soll eine vertiefende Aufgabe bearbeitet und z.B. im Internet nach Zusatzinformationen und veranschaulichenden Bildern zum Thema gesucht werden. Dazu sollte in den Gruppen besprochen werden, welche Informationen gesucht werden sollen und eine Aufgabenteilung stattfinden. Nach Möglichkeit sollte diese Stunde im Computerraum durchgeführt werden, damit diejenigen Schüler, die zu Hause keinen Zugang zum Internet haben, in der Schule die notwendigen Materialien finden können. Als

Hausaufgabe bereiten die Schüler ihren Vortrag für die Expertengruppe vor und suchen nach Materialien.

In der darauf folgenden Stunde setzen sich die Stammgruppen nochmals zusammen, um ihre neuen Informationen und Materialien zusammenzutragen. Anschließend werden die einzelnen Schülerinnen und Schüler einer Expertengruppe zugeordnet und jeder Experte hält einen kurzen Vortrag zu seinem Thema. Anschließend können innerhalb der Expertengruppe Verständnisfragen gestellt werden und die Zuhörer machen sich kurze Notizen zum Inhalt des Vortrags.

Im Folgenden werden die einzelnen Arbeitsblätter jeder Stammgruppe vorgestellt:

Stammgruppe 1: Strahlenschäden an Zellen

Bearbeitet die folgenden Aufgaben so, dass jeder aus eurer Gruppe sie anderen Mitschülern in der nächsten Stunde in einem ca. 7-minütigen Vortrag erklären kann. Dazu sollte sich jedes Gruppenmitglied Notizen machen und ein Exemplar der von euch zusammengestellten Materialien (siehe Aufgabe 3) haben.

Aufgaben:

1. Lest den unten stehenden Text einzeln und fasst die wichtigsten Informationen in kurzen Sätzen oder Bildern zusammen.
2. Findet mit Hilfe eures Physikbuches heraus, was der Begriff (Energie-)Dosis bedeutet. Macht euch anschaulich klar, ob die in der Tumorthherapie verwendete Dosis „viel“ oder „wenig“ Energie ist.
3. Tragt eure Informationen zusammen und sucht nach weiteren Informationen und Materialien (z.B. Bilder, Modelle), die euch und euren Zuhörern beim Verständnis helfen und als Veranschaulichung dienen.

Wie wirkt Strahlentherapie?

Jeder Tumor besteht aus Zellen, den kleinsten funktionsfähigen Einheiten eines jeden Organismus.

Die meisten Zellen sterben nach einer bestimmten Zeit ab und werden daher fortlaufend durch neue ersetzt. Neue Zellen entstehen durch Teilung. Diese Basisfunktion des Lebens muss ungestört ablaufen, damit Organe arbeiten können. Auch ein Tumor wächst, indem sich seine Tumorzellen teilen. Im Vergleich zu normalen Zellen sind Krebszellen aktiver, d.h. sie teilen sich schneller und häufiger. Eine Strahlentherapie setzt genau hier an: Sie stört oder verhindert die Zellteilung im Tumor.

Biologische Grundlagen der Zellteilung

Der Hauptbestandteil einer Zelle ist der Zellkern, der u.a. die Desoxyribonukleinsäure (DNS) enthält. Auf der DNS ist die gesamte Erbinformation des Organismus gespeichert. Die DNS ist auf mehrere Chromosomen verteilt. Ein Chromosom ist ein Molekül, das in zwei Strängen schraubenförmig angeordnet ist.

Vor der Zellteilung werden die zwei Stränge eines Chromosoms geteilt und je eine Hälfte an die zwei neuen Tochterzellen weitergegeben. Dort werden die Hälften wieder zu vollständigen Doppelsträngen ergänzt.

In einer Strahlentherapie wird die DNS so stark beschädigt oder ihre Struktur so sehr verändert, dass die Tochterzellen nicht überlebensfähig sind und absterben. Für diesen Fall existieren in der Zelle Reparatursysteme: Spezielle Enzyme können defekte Teile der DNS ausschneiden und ersetzen. In normalen Zellen funktioniert das Reparatursystem besser als bei den meisten Tumorzellen, so dass die Strahlung bei Tumorzellen einen größeren Schaden anrichtet als bei gesunden Zellen.

Die unterschiedliche Wirkung der Strahlung auf gesunde Zellen einerseits und Tumorzellen andererseits nutzt man in der Strahlentherapie. Bei einer Bestrahlung soll Tumorgewebe so weit beschädigt werden, dass weiteres Wachstum des Tumors durch Zellteilung verhindert wird. Auch entstehen so keine Metastasen, also Ableger des Tumors in anderen Teilen des Körpers. Sterben Zellen ab, so werden sie durch die Makrophagen abgeräumt. Diese Fresszellen sind das Reinigungssystem des Körpers, die die toten Zellen zerlegen und in sich aufnehmen.

Bei einer Bestrahlung wird jedoch immer auch gesundes Gewebe bestrahlt. Damit es sich von den Strahlenschäden erholen kann, ist es ratsam die Strahlendosis in mehrere kleinere Dosen aufzuteilen („Fraktionierung der Strahlendosis“).

Mit welcher Dosis wird der Patient bestrahlt?

Nicht nur Medikamente auch die Strahlung hat eine Dosis. Die Einheit der Dosis in der Strahlentherapie Gray (Gy) ist nach dem britischen Physiker L. H. Gray benannt. Da unterschiedliche Tumorarten unterschiedlich auf Strahlung reagieren, muss der zuständige Radioonkologe vor Behandlungsbeginn festlegen, welche Dosis dem Patienten verabreicht werden soll. Typischerweise liegt die Dosis zwischen 40 und 70 Gy, die jedoch zur Schonung des anliegenden gesunden Gewebes in Fraktionen von meist 2 Gy pro Sitzung verabreicht werden. Eine fraktionierte Strahlendosis wirkt ähnlich wie ein Sonnenbad: Die Strahlung der Sonne ist für die Haut besser verträglich, wenn man sich täglich eine halbe Stunde sonnt als mehrere Stunden an einem Tag.

Text nach Sautter-Bihl, M. L.: Broschüre "Strahlen für das Leben", Kap. I.7 - Eine Broschüre für Strahlentherapie-Patienten, deren Angehörige und alle Interessierte, Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO), 2. Auflage 1996, Quelle: www.degro.org

Stammgruppe 2: Woher kommt die Strahlung - Geräte der Strahlentherapie

Bearbeitet die folgenden Aufgaben so, dass jeder aus eurer Gruppe sie anderen Mitschülern in der nächsten Stunde in einem ca. 7-minütigen Vortrag erklären kann. Dazu sollte sich jedes Gruppenmitglied Notizen machen und ein Exemplar der von euch zusammengestellten Materialien (siehe Aufgabe 2) haben.

Aufgaben:

1. Lest den unten stehenden Text und fasst das Wichtigste in Stichpunkten bzw. Zeichnungen zusammen.
2. Tragt eure Informationen zusammen und sucht nach weiteren Informationen und Materialien (z.B. Bilder, Modelle), die euch und euren Zuhörern beim Verständnis helfen und zur Veranschaulichung dienen.
3. Macht die Funktionsweise eines Linearbeschleunigers anhand des vorliegenden Textes deutlich.

Linearbeschleuniger und Telekobaltgerät

Die Strahlentherapie nutzt die schädliche Wirkung ionisierender Strahlung, um z. B. Krebs zu behandeln. Dabei wird der Tumor der ionisierenden Strahlung ausgesetzt, die aus unterschiedlichen Quellen stammen kann. Unterschiedliche Strahlenarten unterscheiden sich durch ihre Eindringtiefe in den Körper.

Heutzutage werden meist Linearbeschleuniger verwendet. Im Linearbeschleuniger werden zwei Arten von Strahlen erzeugt: Elektronenstrahlen und energiereiche (sog. ultraharte) Röntgenstrahlung.

Im Linearbeschleuniger werden Elektronen in einem Hochvakuumrohr sehr stark beschleunigt. Diese energiereichen Elektronen können nun direkt auf die zu bestrahlende Partie des Körpers gelenkt werden. Elektronen besitzen im Körper eine Reichweite von einigen Zentimetern unter der Hautoberfläche, daher kann man damit Tumoren behandeln, die dicht unter der Hautoberfläche angesiedelt sind.

Möchte man einen Tumor bestrahlen, der tiefer sitzt, lässt man die Elektronen auf ein wassergekühltes Metall (ein sog. Target) aufprallen, das daraufhin sehr energiereiche Röntgenstrahlung aussendet, die weit in den Körper eindringt.

Der Einsatz von Linearbeschleunigern ist sehr vielseitig. Dies liegt zum einen an den zwei möglichen Bestrahlungsarten. Zum anderen kommen noch weitere Vorteile dieses Gerätes dazu: Der Bestrahlungsarm ist schwenkbar. Damit kann die Einstrahlrichtung computergesteuert verändert werden, ohne dass der Patient sich bewegen muss. Der Tumor kann dann aus verschiedenen Richtungen bestrahlt werden. Diese Art der Therapie wird Multibeamtherapie genannt. Außerdem kann durch einen der Tumorform angepassten Strahl erreicht werden, dass der Tumor und das angrenzende Gewebe die meiste Energie abbekommen. Das andere, zwar ebenfalls bestrahlte aber gesunde, Gewebe wird so geschont. Vor allem in der 3. Welt kommen noch Telekobaltgeräte zum Einsatz, die sehr einfach zu bedienen sind. Im Telekobaltgerät wird eine radioaktive, γ -Strahlen aussendende Substanz gelagert. Bei einer Therapie wird diese Substanz manuell auf das zu bestrahlende Gewebe gerichtet. Die dort erzeugten γ -Strahlen eignen sich wegen ihrer geringen Eindringtiefe nur für die Behandlung von oberflächlich sitzenden Tumoren.

Text nach Sautter-Bihl, M. L.: Broschüre "Strahlen für das Leben", Kap. I.9.1 - Eine Broschüre für Strahlentherapie-Patienten, deren Angehörige und alle Interessierte, Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO), 2. Auflage 1996, Quelle: www.degro.org

Stammgruppe 3: Strahlung von innen – Brachytherapie

Bearbeitet die folgenden Aufgaben so, dass jeder aus eurer Gruppe sie anderen Mitschülern in der nächsten Stunde in einem ca. 7-minütigen Vortrag erklären kann. Dazu sollte sich jedes Gruppenmitglied Notizen machen und ein Exemplar der von euch zusammengestellten Materialien (siehe Aufgabe 2) haben.

Aufgaben:

1. Lest den unten stehenden Text einzeln und gebt das Wichtigste in Stichpunkten bzw. Zeichnungen wieder.
2. Tragt eure Information zusammen und sucht nach weiteren Informationen und Materialien (z. B. Bilder, Modelle), die euch und euren Zuhörern beim Verständnis helfen und zur Veranschaulichung dienen.
3. Findet heraus, für welche Krebsarten Brachytherapie besonders geeignet ist. (Hinweis: Afterloadingtherapie ist ein Teil der Brachytherapie)

Die Brachytherapie

Die Strahlentherapie kann grob in Nah- und Ferntherapie bzw. *Brachy-* und *Teletherapie* unterteilt werden. Ungefähr 90% der Strahlentherapiepatienten werden mit Teletherapie behandelt, nur 10% mit Brachytherapie. Trotzdem spielt die Brachytherapie eine wichtige Rolle bei der Behandlung bestimmter Tumorarten und ist vielseitig anwendbar.

In der Medizin unterscheidet man mehrere Formen der Brachytherapie (von griech. brachos = nah). Allen gemeinsam ist, dass eingekapselte, meist γ -Strahlen aussendende Substanzen entweder auf oder in die zu bestrahlende Körperstelle platziert werden. Außerdem hat die Strahlung im Körper - im Gegensatz zur äußerlichen Bestrahlung - eine deutlich geringere Reichweite, d.h. sie dringt nur wenige Zentimeter ins Gewebe ein. Damit wird ein großer Schaden im gewünschten Gebiet erzielt, während das umgebende (gesunde) Gewebe weitgehend geschont wird.

Bei der *intrakavitären Brachytherapie* wird die Strahlenquelle in einer speziellen Halterung in eine Körperhöhle (z.B. Speiseröhre, Luftröhre, Enddarm, Scheide, Gebärmutter) eingebracht und gibt dort in genau berechneter Weise Strahlung ab.

Eine weitere Form der Brachytherapie ist die *interstitielle Brachytherapie*, bei der spezielle Nadeln oder Schläuche unter Narkose direkt in ein (Tumor-)Gewebe eingeführt werden. Dies geschieht entweder nur für einige Zeit (temporär, wenige Minuten bis Stunden) oder dauerhaft (permanent). Im ersten Fall wird dann eine radioaktive Quelle mithilfe eines sogenannten Afterloadinggerätes durch Schläuche bewegt und bestrahlt so das umliegende Gewebe. Am Ende werden sowohl die Quelle als auch die Schläuche entfernt.

Im zweiten Fall werden die meist reisförmigen radioaktiven Quellen an einem bestimmten Ort im Tumorgewebe platziert und bleiben dann lebenslänglich im Körper. Aufgrund der kurzen Halbwertszeit und der geringen Reichweite sind die Quellen für die Umgebung jedoch weitgehend ungefährlich.

Oberflächliche Tumoren können mittels Brachytherapie behandelt werden, indem die Strahlenquellen in geeigneter „Verpackung“ (sogenannten Moulagen) direkt auf die Haut aufgelegt werden.

Stammgruppe 4: α -Teilchen im Körper – Bor-Neutroneneinfang-Therapie

Bearbeitet die folgenden Aufgaben so, dass jeder aus eurer Gruppe sie anderen Mitschülern in der nächsten Stunde in einem ca. 7-minütigen Vortrag erklären kann. Dazu sollte sich jedes Gruppenmitglied Notizen machen und ein Exemplar der von euch zusammengestellten Materialien (siehe Aufgabe 3) haben.

Aufgaben:

1. Lest die unten stehenden Texte einzeln und fasst die wichtigsten Informationen zum Thema Tumorthherapie in kurzen Sätzen oder Bildern zusammen.
2. Welche Reaktionsgleichung gehört in die Lücke im Text „Neutronen gegen Krebs“?
3. Tragt eure Information zusammen und sucht nach weiteren Informationen und Materialien (z.B. Bilder, Modelle), die euch und euren Zuhörern beim Verständnis helfen und zur Veranschaulichung dienen.

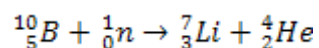
Besonders präzise Strahlentherapie

Seit Jahrzehnten werden Strahlen zur Behandlung von Krebserkrankungen eingesetzt. Dabei werden jedoch nicht nur Tumorzellen, sondern auch gesundes Gewebe geschädigt. Eine präzisere Wirkung der Bestrahlung erhofft man sich von der Neutronen-Einfangtherapie, einer besonderen Form der Strahlentherapie. Medikamente, die Tumorzellen gezielt aufsuchen, werden dabei mit einer Bestrahlung kombiniert. Kurze Zeit nach der Gabe des Medikamentes, welches das Element Bor enthält, wird der Patient mit Neutronen bestrahlt, die zusammen mit dem Bor eine Nuklearreaktion erzeugen. Die Wirkung beschränkt sich dabei auf eine Zelle. So wird es im Prinzip möglich, die Krebszelle zu zerstören und gleichzeitig die gesunde Nachbarzelle zu schonen. Derzeit gibt es auf der ganzen Welt acht Zentren, die in der Lage sind, die Neutroneneinfangtherapie an Patienten im Rahmen klinischer Studien zu realisieren - fünf befinden sich in Europa.

Quelle: Essener Uniklinikum veranstaltet Internationalen Kongress zur Bor-Neutroneneinfangtherapie, Auszüge aus der Meldung vom 03.09.2002, www.uni-protokolle.de/nachrichten/id/5738/

Die Bor-Neutroneneinfang-Therapie

Für die Therapie eines Tumors kommen zur Zeit Chirurgie, Strahlentherapie und Chemotherapie zum Einsatz, wobei häufig eine Kombination mehrerer Therapiemaßnahmen vorgenommen wird. Die Bor-Neutroneneinfangtherapie ist eine neu entwickelte Modifikation der Strahlentherapie. Dabei wird dem Patienten ein Medikament verabreicht, das das Bor-Isotop B-10 enthält. In der Natur kommen die stabilen Bor-Isotope B-10 und B-11 mit einer Häufigkeit von 20% bzw. 80% vor. Für die Anwendung in der Therapie muss B-10 vom anderen Isotop abgetrennt werden. Das B-10 enthaltende Medikament reichert sich nach der Verabreichung bevorzugt im Tumorgewebe, jedoch kaum im gesunden Gewebe an. Der Patient wird dann mit langsamen Neutronen bestrahlt, wobei die Dosis so gewählt wird, dass gesundes Gewebe von den Neutronen nicht beschädigt wird. B-10 neigt zur Absorption von Neutronen. Wird ein Neutron absorbiert, findet eine Kernreaktion statt, bei der sich B-10 und das Neutron in Lithium und Alpha-Strahlung verwandeln. Die Reaktionsgleichung sieht wie folgt aus:



Die entstehenden Alpha-Strahlen haben eine Reichweite von maximal 10 μm , was in etwa dem Durchmesser einer menschlichen Zelle entspricht. Entlang der Bewegungsrichtung geben die Alphateilchen ihre gesamte Energie ab, was zur Schädigung der Zellmoleküle und damit zum Tod der Zelle führt. Genau dies ist das Ziel der Strahlentherapie.

Text nach Volkmer, Martin: Neutronen gegen Krebs – Anwendung von Erkenntnissen aus der Reaktorsteuerung in der Tumorthherapie. In: Unterricht Physik 9 (1998) Nr. 45, S. 34

Überblick Strahlentherapie

Die Aufgaben zu den einzelnen Gruppenarbeitsthemen sollen Dir einen Überblick darüber verschaffen, was Du über die einzelnen Themen wissen solltest.

1. Strahlenschäden an Zellen

Stelle die Strahlenschäden an Zellen mithilfe von Zeichnungen dar. Verwende dazu folgende Stichpunkte:

- a) Schäden an DNS durch Ionisation der Atome
- b) Unfähigkeit der Teilung
- c) Tod der Zelle

2. Woher kommt die Strahlung? - Geräte der Strahlentherapie

Beschreibe die Funktion eines Telekobaltgerätes

Beschreibe die Funktion eines Linearbeschleunigers

3. Strahlung von innen - Brachytherapie

Was ist Brachytherapie und wie funktioniert sie?

Welche Strahlungsart wird verwendet?

Für welche Krebsarten ist sie besonders geeignet?

4. α -Teilchen im Körper - Bor-Neutroneneinfang-Therapie

Welche Reaktion findet im Körper bei der Neutroneneinfangtherapie statt? (Reaktion von Bor-10 und Neutronen zu ...)

Wodurch werden die Tumorzellen beschädigt?

Fazit

Das Gruppenpuzzle wurde in zwei Gymnasialklassen der Jahrgangsstufe 10 erprobt. In beiden Klassen verlief die Durchführung ohne große Probleme. Die meisten Aufgaben wurden von den Schülern gut gelöst, wenn auch das Verstehen der Texte nicht immer ganz einfach war. Trotzdem waren die Schüler konzentriert sowie motiviert.

Die Evaluation zeigte, dass die Schülerinnen und Schüler die kontextorientierte Unterrichtseinheit interessanter und relevanter fanden als den vorangegangenen „normalen“ Kernphysik-Unterricht. Die Unterschiede sind hochsignifikant; insbesondere bei den Mädchen ist ein enormer Anstieg zu verzeichnen (zu den Details der Evaluation s. [11]). Als besonders positiv wurde hervorgehoben, dass die Jungen und Mädchen selbständig, ohne Anweisung des Lehrers arbeiten konnten. In der Klassenarbeit wurde deutlich, dass die mit der Methode des Gruppenpuzzles bearbeiteten Themen von den allermeisten Schülern gut verstanden, behalten und wiedergegeben werden konnten.

Literatur:

- [1] Berger, Roland: Moderne bildgebende Verfahren der medizinischen Diagnostik - Ein Weg zu interessanterem Physikunterricht. Logos Verlag Berlin, 2000.
- [2] Zollman, Dean: Medizinische Diagnose und Therapie als Anwendungen der aktuellen Physik PdN-PhiS. 8/53 (2004), S. 12.
- [3] Pohlitz, W.: Tumorthherapie mit ionisierenden Strahlen. PdN-Ph. 40 (1991) 7, S. 8.
- [4] Felde, Helene: Physikalische Methoden in der medizinischen Therapie und Diagnostik, Examensarbeit für das 1. Staatsexamen für das Lehramt an der TU Braunschweig, Januar 2007
- [5] Gabel, D.: Bor-Neutroneneinfangtherapie von Tumoren, In: Chemie in unserer Zeit, Nr. 5 (1997), S.235-240.
- [6] Müller, Wieland: Impulse Physik 2, Physik und Medizin, ein Lehrbuch für den fachübergreifenden Physikunterricht in der Gymnasialen Oberstufe, Ernst Klett Schulbuchverlag, Stuttgart 1998.
- [7] Pfeiffer, E.: Nuklearmedizin - Untersuchung mit radioaktiv markierten Verbindungen, In: Praxis der Naturwissenschaften- Biologie, Nr. 5 (2002), S. 10-15.
- [8] Sautter-Bihl, M. L.: Broschüre "Strahlen für das Leben" - Eine Broschüre für Strahlentherapie-Patienten, deren Angehörige und alle Interessierte, Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO), 2. Auflage 1996, Quelle: www.degro.org.
- [9] Volkmer, M.: Neutronen gegen Krebs – Anwendung von Erkenntnissen aus der Reaktorsteuerung in der Tumorthherapie. In: Unterricht Physik 9, Nr. 45 (1998), S. 34.
- [10] Berger, R.: Das Gruppenpuzzle am Beispiel des Mikrowellenofens, PdN-PhiS 2/56 (2007), S. 5

[11] Felde, H., Strahl, A. Physik in der Medizin. Auswertung einer Schülerinteressen-orientierten Unterrichtseinheit, Braunschweiger Beiträge zu Lehrerbildung und Fachdidaktik Bd. 4 (erscheint 2008).

Abbildungsnachweis:

Abb. 1: Prinzip des Gruppenpuzzles,

Abbildung im Arbeitsblatt für Stammgruppe 1: Broschüre "Strahlen für das Leben" - Eine Broschüre für Strahlentherapie-Patienten, deren Angehörige und alle Interessierte, Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO), 2. Auflage 1996, Quelle: www.degro.org, Zugriff am 10.10.07