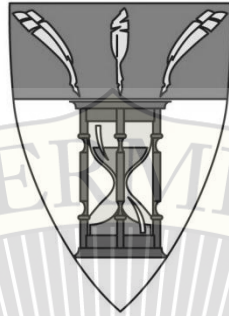


Les travaux personnels du Lycée Ermesinde Mersch



# Strahlenbiologie

Johanna Merten

Classe : 5CLA1

Tutrice : Amélie Mossiat

Semestre : 2

Juillet 2015



# STRAHLENBIOLOGIE

Merten Johanna

*Travail personnel*

Semestre 2

5cla1

Mme Mossiat

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	2
2. Strahlung .....	3
2.1. Radioaktive Strahlung .....	4
2.2. Strahlenbiologie .....	5
2.3. Grundlagen einer Strahlenwirkung auf Organismen .....	5
3. Auswirkungen auf den Menschen und seine Umwelt .....	6
3.1. Auswirkung auf die Zelle und die DNA .....	6
3.1.1. Aufbau einer Zelle .....	6
3.1.2. Aufbau der DNS .....	6
4. Strahlentherapie .....	8
5. Röntgenstrahlung .....	9
6. Schutz gegen Strahlen .....	9
7. Schlussfolgerung .....	10
8. Quellen .....	11

## 1. Einleitung

In diesem Travail Personel geht es um das Thema Strahlenbiologie. Jedoch möchte ich erst einmal schreiben, wieso ich dieses Thema herausgesucht habe und wieso es mich interessiert. Zunächst galt mein Interesse nur der Heilung von Tumoren durch Strahlentherapie. Doch dann wurde mir bewusst, wie sehr wir unter Beeinflussung von Strahlung stehen. Letztendlich entschied ich mich dazu, herauszufinden, welche Auswirkung diese Dauerbelastung auf uns hat und mit welchen Konsequenzen wir leben müssen. Ich werde in dieser Arbeit erklären, was Strahlenbiologie ist und auf zwei Beispiele eingehen. Dabei habe ich mich hauptsächlich auf radioaktive Bestrahlung im Mikrobereich und die Strahlentherapie spezialisiert. Ich werde erklären welche Folgen Bestrahlung hat und wie wir diese aber auch zu unserem Vorteil nutzen können.





## 2. Strahlung

Mit Strahlung bezeichnet man eine Energieabgabe und -Ausbreitung. Dies kann in Form von Wellen oder Teilchen geschehen. Zur Teilchenstrahlung gehören hauptsächlich die Neutronenstrahlung, die Alphastrahlung und die Betastrahlung. Zu der Wellenstrahlung zählt man Licht, welches wiederum in einzelne Lichtarten eingeteilt ist, wie zum Beispiel in das extrem kurzwellige Licht. Es umfasst Gammastrahlung und Röntgenstrahlung. Dann gibt es noch das kurzwellige UV-Licht. Danach kommen das langwellige Licht und zuletzt das sichtbare Licht. Dieses beinhaltet Infrarot, Mikrowellen und Radiowellenstrahlung. Bei der gegenseitigen Beeinflussung der Strahlen und der sich umgebenden Materie, spricht man entweder von ionisierender Strahlung oder nicht-ionisierender Strahlung.

Die ionisierende Strahlung führt zur Ionisierung eines Atoms. Dies bedeutet, dass durch diese Strahlen einzelne Elektronen aus einem Atom oder Molekül entfernt werden können, und somit ein Ion, also ein positiv oder negativ geladenes Atom, zurückbleibt.

Die nicht-ionisierende Strahlung ist eine elektromagnetische Strahlung, die allerdings nicht wie im vorherigen Beispiel genügend Energie erzeugen kann um ein Elektron aus einem Atom zu werfen. Elektromagnetische Strahlung ist ein elektronischer Stromkreislauf, der ein magnetisches Feld erzeugen kann. Dies kann aber auch umgekehrt geschehen. Nämlich kann ein magnetisches Feld auch elektrischen Strom erzeugen.

Meistens verbindet man das Wort Strahlung mit einem negativen Zusammenhang. Dennoch ist sie sehr natürlich. Sehen wir uns als Beispiel das extrem kurzwellige Licht an. Diese Strahlenarten kommen überall auf der Erde in der natürlichen Umwelt der Organismen vor. Zu einem Teil als sogenannte kosmische Höhenstrahlung und der andere Teil als Spuren radioaktiver Elemente.

Die kosmische Höhenstrahlung ist eine Teilchenstrahlung die aus dem Universum, genau genommen von der Sonne, der Milchstraße und von fernen Galaxien kommt. Sie besteht aus Protonen, Elektronen und ionisierten Atomen. Die Spuren radioaktiver Elemente hingegen befinden sich in der Luft, in der Erde und somit auch in allen Lebewesen.

Insgesamt handelt es sich hierbei um geringe und schwache Mengen, die keinerlei verheerenden Konsequenzen auf die Organismen haben. Die natürliche Strahlenbelastung gehört daher zu einer großen Gruppe von Umweltfaktoren, die für das Leben auf der Erde nicht von



[http://www.scinexx.de/redaktion/wissen\\_aktuell/bild9/kosmische\\_strahlung5g.jpg](http://www.scinexx.de/redaktion/wissen_aktuell/bild9/kosmische_strahlung5g.jpg)

enormer Bedeutung sind. Trotz des Vorhandenseins von dieser energiereichen Strahlung, kann man nicht von einer Strahlengefährdung für alle Lebewesen sprechen. Erst durch die vielen potentiellen Gefahren durch den Menschen, wie Atomunfälle, machen Strahlung so gefährlich.

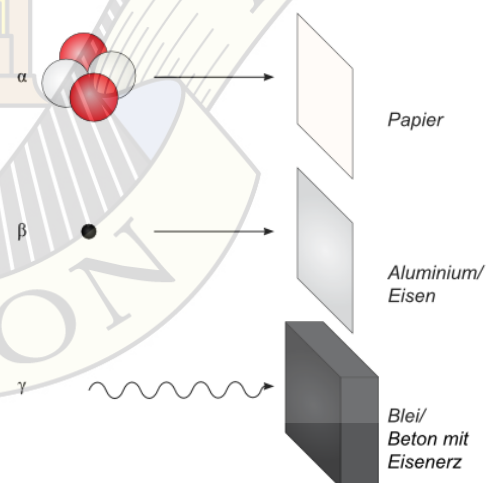
## 2.1. Radioaktive Strahlung

Die Radioaktive Strahlung entsteht durch den Zerfall von Atomen. Dabei ist nicht vorherzusagen welches Atom, zu welcher Zeit in seine Abbauphase hinübergeht. Der Zerfall beschreibt den Prozess, indem sich das Ausgangsatom verändert. Dies kann in drei verschiedenen Varianten auftreten. Die Alpha Strahlung, die Beta Strahlung und die Gamma Strahlung.

Die  $\alpha$ -Strahlung ist die am wenigsten schädliche Strahlung, da sie nicht lange übertragen werden kann. Sie wird schon von einem einfachen Blatt aufgehalten. Bei dem Zerfall eines Atoms werden Heliumkerne aus dem Atomkern gelöst. Diese bestehen aus Nukleonen, um genau zu sein zwei Protonen und zwei Neutronen. Dieses herausgelöste Teil ist positiv geladen. Da diese recht groß sind, wird es von jedem noch so kleinen Hindernis aufgehalten. Die Reichweite beträgt nur wenige Zentimeter.

Die  $\beta$ -Strahlung ist nur etwas gefährlicher als die  $\alpha$ -Strahlung. Sie kann höchstens zehn Zentimeter weit kommen. Um diese Strahlungen einzudämmen benötigt man eine dickere Dichte, wie zum Beispiel Blei. Bei dem Zerfall zerfällt ein Neutron in ein Proton oder Elektron. Dann werden aus dem Atomkern Elektronen abgestrahlt.

Die  $\gamma$ -Strahlung ist die letzte und mit Sicherheit auch die gefährlichste Strahlung. Sie ist so klein, dass sie nur durch dicke Betonwände aufgehalten werden kann. Bei dieser Strahlung handelt es sich nicht, wie bei den vorherigen um Teilchenstrahlung, sondern um eine elektromagnetische Wellenstrahlung. Es gibt zwei verschiedene Ansichten, woraus die  $\gamma$ -Strahlung besteht. Eine davon stellt diese Strahlung als "Welle" dar. Die andere zeigt, dass die  $\gamma$ -Strahlung aus sogenannten Photonen (Lichtquant) besteht. Diese Photonen bewegen sich mit Lichtgeschwindigkeit. Das bedeutet, dass sich auch die  $\gamma$ -Strahlung mit Lichtgeschwindigkeit ausdehnt, beziehungsweise verbreitet.  $\gamma$ -Strahlen verlieren ihre Energie beim Durchdringen von Materie, beziehungsweise durch Zusammenstöße mit Elektronen oder ganzen Atomkernen.



<https://lp.uni-goettingen.de/get/image/5106>

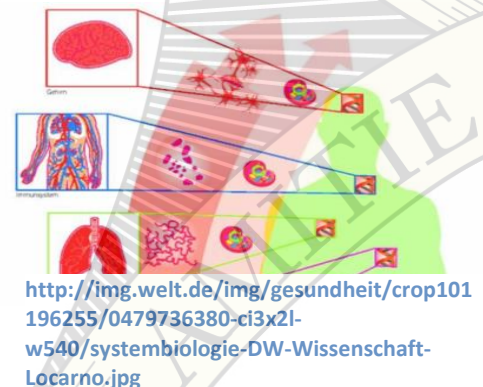
## 2.2. Strahlenbiologie

Die Strahlenbiologie ist eine Wissenschaft, welche den Vorgang von hauptsächlich ionisierender aber auch nichtionisierender Strahlung auf den Menschlichen Körper, Tiere und Pflanzen beschreibt. Durch die verschiedenen Strahlungsarten, entstehen auch verschiedene Auswirkungen auf die Zelle und den Zellstoffwechsel. Die Strahlenbiologie hilft dabei, die Beeinflussung auf Biomaterie von jeder einzelnen Strahlenbelastung herauszufinden. Denn die Auswirkung auf Organismen ist größer, umso energiereicher die Strahlung ist. Die Auswirkung der Strahleneinwirkung hängt von der Menge und der Dauer ab, in der der Organismus bestrahlt wurde.

Bei kurzer Dauer der Bestrahlung erwiesen sich physikalische und chemische Prozesse. Es kommt zu schnellen Bildungen aber auch zu Zerstörungen von chemischen Verbindungen. Dazu gehören Teile der DNA und Proteine. Bei längerer Strahleneinwirkung treten die Folgen erst später auf.

### 2.3. Grundlagen einer Strahlenwirkung auf Organismen

Zuerst wollen wir uns mit dem Wort Organismus auseinander setzen. Ein Organismus beschreibt das ganze System der Organe, und somit auch des ganzen Lebens. Wenn wir ihn betrachten, finden wir zunächst verschiedene Organe, die wir mit bloßem Auge sehen können. Wenn wir nun weitervorandringen, sehen wir, dass diese Organe wiederum aus Zellgeweben besteht, welches aus zahlreichen Einzelzellen besteht. In den Zellen haben wir Bauelemente die eine lebendige Ganzheit darstellt. Diese lebendige Materie kann von Strahlen getroffen werden.



Gammastrahlen sowie Korpuskularstrahlen, das sind energiereiche, ionisierende Strahlen aus geladenen oder ungeladenen beweglichen Teilchen wie z. B. Alpha-, Beta- oder Neutronenstrahlen, die auf einen Organismus treffen, können nicht nur in die Materie hineindringen sondern auch, ohne einen Schaden ausgelöst zu haben, wieder herausgehen. Allerdings können sie auch an der Materie stecken bleiben und von dieser absorbiert werden. Man muss also zwischen der eingestrahnten Energie und dem absorbierten Teil unterscheiden. Bei der Absorption von eingestrahnten Quanten oder Korpuskeln, geht ihre Energie auf die betroffenen Atome oder Moleküle über. Dabei werden Elektronen gelöst, welche sich an andere Moleküle oder positiv geladene Atome anhängen. Nun bleibt aber ein positiv geladenes Ion zurück. Dieses Herausholen eines Elektrons aus einem neutralen Atom, nennt man Ionisation. Jede Art von energiereicher Strahlung löst dieses Verfahren beim



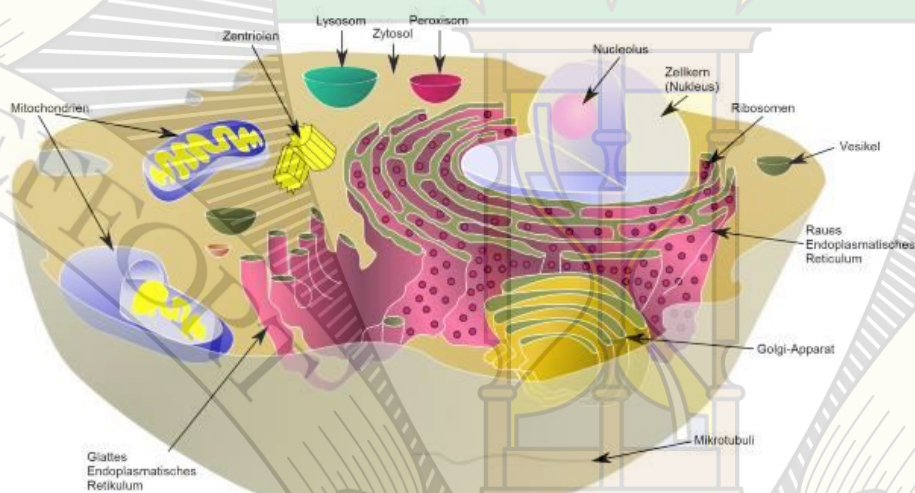
Aufprallen von Materie aus. Energiereiche Strahlung kann man daher auch ionisierende Strahlung bezeichnen.

### 3. Auswirkungen auf den Menschen und seine Umwelt

#### 3.1. Auswirkung auf die Zelle und die DNA

##### 3.1.1. Aufbau einer Zelle

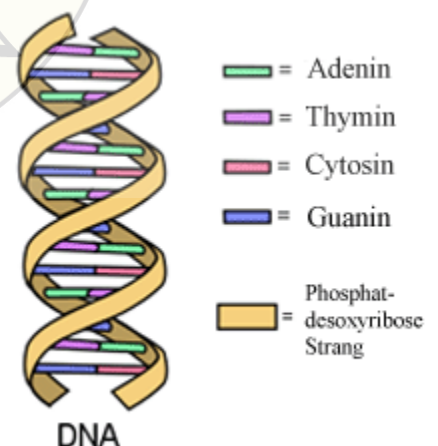
Die Zelle ist einer der wichtigsten Bestandteile eines Organismus. Alle uns bekannten Lebewesen sind aus ihr aufgebaut. Sie gilt als kleinste Einheit des Lebens und kann sich selbst reproduzieren und sich ohne irgendeine Hilfe erhalten. Dies macht sie durch Zellteilung. Sie besteht aus dem Nukleolus, dem Zellkern, den Ribosomen, dem Vesikel, dem Rauen Endoplasmatischen Retikulum, dem Golgi-Apparat, der Mikrotubuli, dem Glatten Endoplasmatischen Retikulum, den Mitochondrien, dem Lysosom, dem Zytosol, dem Peroxisom und den Zentriolen. Um die Zelle herum befinden sich die Zellmembran und die Zellwand. Im Zellkern befindet sich die DNS.



[http://static.doccheck.com/pictures.doccheck.com/images/a70/85f/a7085ff5b4b4808b39e5e4ac0e11c5a1/50436/m\\_1407911814.jpg](http://static.doccheck.com/pictures.doccheck.com/images/a70/85f/a7085ff5b4b4808b39e5e4ac0e11c5a1/50436/m_1407911814.jpg)

##### 3.1.2. Aufbau der DNS

Der Begriff DNA, Desoxyribonukleinsäure, auf Deutsch DNS, bezeichnet eine chemische Verbindung die unsere Erbinformation darstellt. Dabei ist die DNA aus verschiedenen Bausteinen aufgebaut. Sie besteht aus zwei langen Ketten von Nukleotiden. Diese bestehen aus Phosphat, Zucker und einer Base. Man nennt sie auch Doppelhelix. Es gibt vier verschiedene Basen. Cytosin,





Guanin, Adenin und Thymin. Bei den Basen gibt es allerdings nur zwei verschiedene Verbindungen. Adenin und Thymin oder Cytosin und Guanin.

Beginnen wir bei den Auswirkungen auf die Zelle mit dem Zellkern. In ihm können zwei verschiedene Teile angegriffen werden. Der Arbeitskern und der Teilungskern.

- Der Arbeitskern kommt in den Zellgeweben erwachsener menschlicher Organe vor. Er bezeichnet den Zustand eines Atoms während seiner Interphase. Eine Interphase ist einer der Schritte der Zellteilung. Wenn nun eine Zelle von einer ionisierender Strahlung getroffen wird, trifft diese Strahlung meist eine Zelle im Funktionszustand, also einen Arbeitskern. Bei ausreichender Energie, kann es zu Veränderungen der Funktion eines solchen Arbeitskerns kommen: das Chromatin, die Materie aus der Chromosomen bestehen, verteilt sich im Kern anders, Nukleonen ändern ihre Anzahl und andere Phänomene geschehen.
- Der Teilungskern ist ein Zellkern, der sich in der Phase der Zellteilung befindet. Wenn die Strahlen eine Zelle während ihrer Zellteilung treffen, passieren ganz andere Dinge. Nun ist der Vorgang der Zellteilung selbst getroffen. Dabei können Chromosomen aneinander kleben bleiben. Zudem gelingt der Transport der Chromosomen auf zwei Zellen nicht mehr. In solch einem Fall entstehen keine lebensfähigen Tochterzellen. Deshalb ist Strahlenbelastung besonders schlimm, wenn sich eine Zelle in ihrer Teilungsphase befindet.

Allein schon diese beiden Schwerpunkte können eine Änderung der Struktur sowie eine Änderung des Stoffwechsels verursachen und die Vermehrung von Zellen unterbinden. Die Strahlenbelastung richtet also hauptsächlich im Zellkern und somit auch an der DNA Schäden an. Wenn die Strahlen direkt die DNA eines Zellkerns treffen, führt dies zu Veränderungen des genetischen Codes. Dies kann wiederum zu Funktionsstörungen, Zelltod und zum Verlust der Wachstumskontrollen einer Zelle führen. Die Folgen einer solchen Strahlenbelastung führen meist auf Krebs zurück. Sollte diese Strahlenschädigung auch noch in einer Keimzelle stattfinden, kann es sein das die Schäden auf Nachkommen übertragen werden.

Doch auch außerhalb des Zellkerns verändern sich Vorgänge in der Zelle selbst.

- Das Zytoplasma wird auch schwer beschädigt. Im Grundplasma bilden sich kleine Vakuolen, wie sie in Pflanzenzellen vorkommen. Sie bestehen hauptsächlich aus Wasser. Zudem lagert sich Fett in der Zelle ab.
- Das Zellmembran verliert durch Bestrahlung an Durchlässigkeit. Durch dieses defekte Membran, wird die Energieversorgung unterbrochen und der Golgi-Apparat und das Ergoplasma lösen sich auf.
- Die Mitochondrien sind auch betroffen. Wie bei dem Zytoplasma, lagern sie Fett ab und bauen Vakuolen. Dies führt dazu, dass sie die gesamten Mitochondrien auflösen.

## 4. Strahlentherapie

Eine Strahlentherapie ist für das Zerstören von Tumorzellen geeignet. Es soll durch gesetzte Strahlung auf den Körper Tumorzellen abstreben lassen, damit diese sich nicht weiter ausbreiten oder vermehren.

Man unterscheidet zwischen zwei Strahlentherapien. Der kurativen und der palliativen Strahlentherapie.

- Eine kurative Strahlentherapie soll Tumorerkrankungen heilen. Meist reicht schon der alleinige Einsatz von Strahlung. Bei diesem Verfahren muss der Tumor allerdings noch sehr klein sein. Andernfalls muss zuerst durch eine Operation der Großteil eines Tumors entfernt werden, bevor man ihn bestrahlen kann. Dies dient dann hauptsächlich aber nur noch zur Vergewisserung, dass auch alle Tumorzellen abgestorben sind.
- Eine palliative Behandlung soll Schmerzen, Bewegungseinschränkungen, Harnstauung, Schluckbeschwerden und Luftnot lindern.

Die Behandlung wird mit einem Gerät außerhalb des Körpers durchgeführt. Dabei wird dieses Gerät auf den Tumor gerichtet. Dieses Gerät nennt man Linearbeschleuniger. Mit diesem Gerät können Elektronen beinahe auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden und auf den Körper geschossen werden. Dies funktioniert aber nur mit oberflächlich liegenden Tumoren. Bei tieferen wird die Energie der Elektronen jedoch zunächst durch einen physikalischen Prozess in Röntgenstrahlung umgewandelt, da diese Strahlenart eine größere Reichweite im Gewebe hat als Elektronenstrahlung. Denn desto höher die Energie ist, umso weiter können die Elektronen vordringen.

Die Funktion dieser Strahlentherapie ist relativ simpel. Die Strahlen können so genau auf einen Tumor gerichtet werden, dass diese Tumorzellen die Fähigkeit sich zu teilen verlieren und somit sterben. Dennoch verlieren die Zellen nicht nach einer einzelnen Bestrahlung ihre Teilungsfunktion. Deshalb muss die Behandlung mehrmals durchgeführt werden.

Dennoch führt auch diese Bestrahlung zu Nebenwirkungen dazu zählen Müdigkeit, leichte Übelkeit, Appetitlosigkeit oder Hautrötung. Spätere folgen durch nicht heilendes Gewebe sind Hautverfärbungen oder Verhärtungen des Unterhautfettgewebes.



<http://www.apotheken-umschau.de/multimedia/40/14/215/88767701009.jpg>

## 5. Röntgenstrahlung

Röntgenstrahlen sind elektromagnetische Wellen. Sie entstehen durch starke Beschleunigung und Verzögerung von geladenen Teilchen. Dies sind meist Elektronen. In Röntgenröhren wird dies auch so genutzt. Die Elektronen werden beschleunigt. Da diese Beschleunigung noch nicht groß genug ist um eine Röntgenstrahlung frei zu setzen, werden die Elektronen gegen einen Metallblock geschleudert. Dabei entsteht die Röntgenstrahlung oder auch Bremsstrahlung genannt.

Der Vorteil von Röntgenstrahlen ist, dass er Materie durchdringen kann. Jenachdem welcher Stoff es ist, werden sie geschwächt. Dies ist sehr wichtig für die Radiologie, weil die Röntgenbestrahlung sonst teilweise viel zu stark wäre. Zudem nimmt die Intensität der Röntgenstrahlung nach gewisser Länge ab.

Da die Röntgenstrahlen zu den ionisierenden Strahlen zählen können sie in Organismen viel verursachen und sogar Krebs auslösen. Daher ist es wichtig in der Radiologie auf Strahlenschutz zu achten.

Mit Röntgenstrahlen kann der menschliche Körper durchleuchtet werden, wobei man Organe Knochen und Muskeln sehr gut sehen kann.

## 6. Schutz gegen Strahlen

Strahlenschutz soll den Menschen und seine Umwelt vor ionisierenden Strahlen schützen. Dies ist vor allem in Atomkraftwerken und in der Radiologie wichtig. Daher gibt es zehn Grundsätze des Strahlenschutzes.

1. Verantwortlichkeit für den Strahlenschutz  
Die alleinige Verantwortung für den Schutz vor ionisierender Strahlung trägt die Person oder Organisation verantwortlich für Anlagen und Aktivitäten welche Strahlungsrisiken entstehen lassen.
2. Aufsichtspflicht der Regierung  
Ein effektiver legaler und behördlicher Rahmen für Strahlenschutz und Sicherheit, inklusive einer unabhängigen und kompetenten Aufsichtsbehörde, muss von der Regierung erschaffen und aufrechterhalten werden.
3. Leitung und Management der Sicherheit  
Eine effektive Führung und ein qualitätsgesichertes Management der Sicherung vor Strahlungsrisiken muss von Organisationen verfolgt werden welche betroffen sind von Strahlungsrisiken, oder Anlagen und Aktivitäten betreiben welche Strahlungsrisiken entstehen lassen.



4. Notwendigkeit und Rechtfertigung  
Es dürfen keine Strahlungsrisiken ohne einen daraus resultierenden überwiegend positiven Nutzen entstehen.
5. Optimierung des Strahlenschutzes Alle Strahlenexpositionen oder Strahlungsrisiken müssen so niedrig wie vernünftigerweise möglich gehalten werden.
6. Limitierung und Überwachung individueller Dosisgrenzwerte  
Die Strahlendosis von Einzelpersonen soll die für die jeweiligen Bedingungen festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten. Dies ist der praktische Bereich des Strahlenschutzes und die in Deutschland gültigen Gesetze und Grenzwerte werden weiter unten erläutert.
7. Schutz der heutigen und zukünftigen Generationen  
Der Strahlenschutz erstreckt sich über die heutige und zukünftigen Generationen und der heutigen und zukünftigen Umwelt.
8. Prävention von Unfällen  
Ein nuklearer oder radiologischer Unfall muss mit allen sinnvollen Mitteln verhindert oder/und die Auswirkungen eines solchen reduziert werden. Dieser Grundsatz betrifft hauptsächlich die Sicherheit von kerntechnischen Anlagen, trifft aber auch auf medizinisch radiologische Quellen zu.
9. Vorbereitung und Durchführung von Notfallmaßnahmen  
Vorbereitungen müssen getätigt werden um Notfallschutzmaßnahmen auszulösen und durchführen zu können.
10. Schutz vor bestehenden oder unregulierten Strahlungsrisiken  
Der Schutz, oder Aktionen zur Minderung, vor bestehenden oder unregulierten (natürlichen) Strahlungsrisiken muss verantwortbar sein und optimiert werden

## 7. Schlussfolgerung

Durch die Nachforschungen und Recherchen zum Thema Strahlenbiologie, habe ich sehr viel Neues dazugelernt. Zunächst war ich etwas schockiert über die Tatsache, dass wir immerzu unter gesundheitsgefährdender Strahlung stehen. Doch dann wurde mir immer bewusster, dass die Strahlung ein natürliches Verfahren der Natur ist. Der einzige Störfaktor ist nur der gefährliche Gebrauch der Menschen. Als Fazit ziehe ich, dass Strahlung gute und schlechte Seiten hat; sie kann heilen aber auch zerstören. Die Strahlenbiologie hilft dabei diese unterschiedlichen Ansichten zu erklären und zu erforschen. Heutzutage wird, dank der der Strahlenbiologie, auch Fortschritte in der Medizin gemacht und viele Leben werden damit gerettet. Andererseits hat der Mensch es sich zur Gewohnheit gemacht, vieles zu verschlimmern und somit auch die Risiken der Strahlung zu überdehnen.

## 8. Quellen

<http://flexikon.doccheck.com/de/Strahlenbiologie>

<http://pictures.doccheck.com/de/photo/17036-aufbau-und-bestandteile-einer-zelle>

<http://www.uniklinik-ulm.de/struktur/kliniken/strahlentherapie-und-radioonkologie/home/patienteninformation/was-ist-strahlentherapie.html>

<http://www.abc-dienst-cloppenburg.de/Download/Die%20zehn%20Grundsaeetze%20des%20Strahlenschutzes.pdf>

<http://129.143.230.62/faecher/physik/physik/physik-13/0940-strahlenbiologie/strahlenbiologie.htm#membranstrukt1>

Grundlagen der Strahlenbiologie / Prof. Dr. Z. M. Bacq, Dr. P. Alexander/ Georg Thieme Verlag –Stuttgart

Die Strahlengefährdung des Menschen durch Atomenergie Probleme der Strahlenbiologie im technischen Zeitalter / Hans Marquardt, Gerhard Schubert / Rowohlt Hamburg