

# Privater Masterstudiengang Strahlenphysik





## Privater Masterstudiengang Strahlenphysik

- » Modalität: online
- » Dauer: 12 Monate
- » Qualifizierung: TECH Technologische Universität
- » Zeitplan: in Ihrem eigenen Tempo
- » Prüfungen: online

Internetzugang: [www.techtitute.com/de/ingenieurwissenschaften/masterstudiengang/masterstudiengang-strahlenphysik](http://www.techtitute.com/de/ingenieurwissenschaften/masterstudiengang/masterstudiengang-strahlenphysik)

# Index

01

Präsentation

---

Seite 4

02

Ziele

---

Seite 8

03

Kompetenzen

---

Seite 14

04

Kursleitung

---

Seite 18

05

Struktur und Inhalt

---

Seite 22

06

Methodik

---

Seite 32

07

Qualifizierung

---

Seite 40

# 01

# Präsentation

Die Strahlenphysik ist ein multidisziplinäres Gebiet, das die Prinzipien der Physik nutzt, um Technologien im Zusammenhang mit elektromagnetischen Wellen zu verstehen, zu entwickeln und anzuwenden. Dieser Zweig des Ingenieurwesens befasst sich mit dem Verständnis von Phänomenen wie der Ausbreitung, der Modulation und dem Empfang von radioelektrischen Signalen und reicht von der elektromagnetischen Theorie bis zur praktischen Umsetzung in verschiedenen Bereichen, insbesondere in der Medizin. Aus diesem Grund stellt TECH dieses Universitätsprogramm vor, das Ingenieure in der Entwicklung der fortschrittlichsten und innovativsten Technologie für die Nutzung von Strahlung fortbilden soll. Dieser Studiengang wird zu 100% online angeboten, so dass die Studenten die Möglichkeit haben, ihre Fähigkeiten flexibel und angepasst an ihren Zeitplan zu erweitern.



“

*Dank dieses privaten Masterstudiengangs werden Sie effizientere und robustere Systeme entwerfen und damit einen wichtigen Beitrag zum technologischen und wissenschaftlichen Fortschritt der Gesellschaft leisten"*

Die Strahlenphysik in den Ingenieurwissenschaften ist bestrebt, die Effizienz verschiedener Systeme, wie z. B. medizinischer Bildgebungsgeräte, zu optimieren und zu verbessern, indem sie die physikalischen Grundlagen für die Schaffung und Verbesserung von Technologien nutzt, die sich direkt auf das tägliche Leben der Gesellschaft auswirken. Dieser Zweig der Physik ist auf die Analyse der Eigenschaften von elektromagnetischen Wellen und ihrer Wechselwirkung mit der Materie spezialisiert, um effiziente Geräte und Systeme in Bereichen wie der Medizin zu entwickeln.

TECH bietet mit dem Privaten Masterstudiengang in Strahlenphysik ein umfassendes Programm an, das die Anwendungen und Grundprinzipien der Strahlung im Bereich der Ingenieurwissenschaften eingehend analysiert. Dieser Studiengang wird die Studenten in die detaillierte Untersuchung der fortschrittlichsten Techniken zur Messung von Strahlung eintauchen lassen, einschließlich der detaillierten Untersuchung von Detektoren, Messeinheiten und Kalibrierungsmethoden.

Zusätzlich zur Strahlenbiologie und ihren Auswirkungen auf biologisches Gewebe wird diese Weiterbildung auch die physikalischen Prinzipien und die klinische Dosimetrie sowie die Anwendung fortschrittlicherer Methoden wie der Protonentherapie behandeln. Techniken wie die intraoperative Strahlentherapie und die Brachytherapie werden ebenfalls gemeistert, wobei ihre physikalischen Grundlagen und ihre Bedeutung in verschiedenen Umgebungen untersucht werden.

Ebenso wird sich der Ingenieur mit der Strahlenphysik in der diagnostischen Bildgebung befassen und ein gründliches Verständnis der Physik hinter der medizinischen Bildgebung, einer Vielzahl von Bildgebungsverfahren und sogar der Dosimetrie in der Radiodiagnose erlangen. Darüber hinaus werden auch Bereiche wie Magnetresonanz und Ultraschall, die keine ionisierende Strahlung verwenden, behandelt. Schließlich wird ein besonderer Schwerpunkt auf die Entwicklung von Sicherheitsmaßnahmen, Vorschriften und sicheren Praktiken gelegt.

TECH hat ein umfassendes Programm entwickelt, das auf der revolutionären *Relearning*-Methode basiert, die sich auf die Vertiefung der wichtigsten Konzepte konzentriert, um ein gründliches Verständnis der Inhalte zu gewährleisten. Zudem benötigen die Studenten nur ein elektronisches Gerät mit einer Internetverbindung, um auf alle verfügbaren Ressourcen zuzugreifen.

Dieser **Privater Masterstudiengang in Strahlenphysik** enthält das vollständigste und aktuellste wissenschaftliche Programm auf dem Markt. Die wichtigsten Merkmale sind:

- ♦ Die Entwicklung praktischer Fälle, die von Experten in Strahlenphysik vorgestellt werden
- ♦ Der anschauliche, schematische und äußerst praxisnahe Inhalt vermittelt alle für die berufliche Praxis unverzichtbaren wissenschaftlichen und praktischen Informationen
- ♦ Die praktischen Übungen, bei denen der Selbstbewertungsprozess zur Verbesserung des Lernens durchgeführt werden kann
- ♦ Sein besonderer Schwerpunkt liegt auf innovativen Methoden
- ♦ Theoretische Vorträge, Fragen an den Experten, Diskussionsforen zu kontroversen Themen und individuelle Reflexionsarbeit
- ♦ Die Verfügbarkeit des Zugriffs auf die Inhalte von jedem festen oder tragbaren Gerät mit Internetanschluss



*Als Spezialist für Strahlenphysik werden Sie die Leistung der Sensoren und die Qualität der medizinischen Bilder optimieren. Schreiben Sie sich jetzt ein!"*

“

*Sie werden die Ausbreitung, die Modulation und den Empfang elektromagnetischer Wellen nutzen, um die Qualität medizinischer Bilder zu verbessern und so eine bessere Diagnostik und Behandlung zu ermöglichen"*

Zu den Lehrkräften des Programms gehören Fachleute aus der Branche, die ihre Berufserfahrung in diese Fortbildung einbringen, sowie renommierte Fachleute von Referenzgesellschaften und angesehenen Universitäten.

Die multimedialen Inhalte, die mit der neuesten Bildungstechnologie entwickelt wurden, werden der Fachkraft ein situiertes und kontextbezogenes Lernen ermöglichen, d. h. eine simulierte Umgebung, die eine immersive Fortbildung bietet, die auf die Ausführung von realen Situationen ausgerichtet ist.

Das Konzept dieses Programms konzentriert sich auf problemorientiertes Lernen, bei dem die Fachkraft versuchen muss, die verschiedenen Situationen aus der beruflichen Praxis zu lösen, die während des gesamten Studiengangs gestellt werden. Zu diesem Zweck wird sie von einem innovativen interaktiven Videosystem unterstützt, das von renommierten Experten entwickelt wurde.

*In diesem 100%igen Online-Studiengang werden Sie elektromagnetische Phänomene bei der Entwicklung fortschrittlicher Systeme und Technologien effektiv anwenden.*

*Sie werden Ihre fundierten Kenntnisse der Physik mit technischen Fähigkeiten kombinieren, um Systeme zu entwerfen und zu optimieren, die Bereiche wie die Medizin revolutionieren.*



# 02 Ziele

Dieser private Masterstudiengang zielt darauf ab, Ingenieure mit den physikalischen Prinzipien elektromagnetischer Wellen sowie deren Anwendung in der modernen Technik vertraut zu machen. Durch eine Verschmelzung von Theorie und Praxis soll dieses Programm Fachleute hervorbringen, die in der Lage sind, revolutionäre Systeme zu entwerfen, von hochmodernen Kommunikationsgeräten bis hin zu medizinischen Innovationen. Mit diesem Studiengang werden die Studenten nicht nur zu Experten an der Schnittstelle zwischen Physik und Ingenieurwesen, sondern auch zu Akteuren des Wandels, die in der Lage sind, technologische Durchbrüche zu erzielen, die das Tempo in der nächsten Ära der Innovation vorgeben.



“

*Das Ziel von TECH ist es, Sie zu einem der führenden Experten bei der Entwicklung technologischer Lösungen zu machen, die die Türen zu einer innovativen und vielversprechenden Zukunft öffnen"*



## Allgemeine Ziele

---

- ♦ Analysieren der grundlegenden Wechselwirkungen von ionisierender Strahlung mit Geweben
- ♦ Ermitteln der Auswirkungen und Risiken von ionisierender Strahlung auf zellulärer Ebene
- ♦ Analysieren von Elementen der Photonen- und Elektronenstrahlungsmessung in der externen Strahlentherapie
- ♦ Untersuchen des Qualitätssicherungsprogramms
- ♦ Identifizieren der verschiedenen Planungstechniken für externe Strahlentherapiebehandlungen
- ♦ Analysieren der Wechselwirkungen von Protonen mit Materie
- ♦ Untersuchen des Strahlenschutzes und der Strahlenbiologie bei der Protonentherapie
- ♦ Analysieren der Technologie und Ausrüstung, die bei der intraoperativen Strahlentherapie eingesetzt wird
- ♦ Untersuchen der klinischen Ergebnisse der Brachytherapie in verschiedenen onkologischen Situationen
- ♦ Analysieren der Bedeutung des Strahlenschutzes
- ♦ Erfassen der Risiken, die sich aus der Anwendung ionisierender Strahlung ergeben
- ♦ Erarbeiten der internationalen Normen für den Strahlenschutz





## Spezifische Ziele

---

### **Modul 1. Wechselwirkung von ionisierender Strahlung mit Materie**

- ♦ Verinnerlichen der Bragg-Gray-Theorie und der in der Luft gemessenen Dosis
- ♦ Erarbeiten der Grenzwerte der verschiedenen dosimetrischen Größen
- ♦ Analysieren der Kalibrierung eines Dosimeters

### **Modul 2. Strahlenbiologie**

- ♦ Bewerten der Risiken, die mit den wichtigsten medizinischen Expositionen verbunden sind
- ♦ Analysieren der Auswirkungen der Wechselwirkung von ionisierender Strahlung mit Geweben und Organen
- ♦ Untersuchen der verschiedenen existierenden mathematischen Modelle in der Strahlenbiologie

### **Modul 3. Externe Strahlentherapie. Physikalische Dosimetrie**

- ♦ Überprüfen des Qualitätssicherungsprogramms für Geräte zur externen Strahlentherapie

### **Modul 4. Externe Strahlentherapie. Klinische Dosimetrie**

- ♦ Bestimmen der verschiedenen Merkmale der einzelnen Arten von externen Strahlentherapiebehandlungen
- ♦ Analysieren der verschiedenen Überprüfungssysteme für externe Strahlentherapiepläne sowie der verwendeten Metriken

### **Modul 5. Fortgeschrittene Methode der Strahlentherapie. Protonentherapie**

- ♦ Analysieren der Protonenstrahlung und ihrer klinischen Anwendung
- ♦ Beurteilen der Voraussetzungen für die Charakterisierung dieser Strahlentherapietechnik
- ♦ Ermitteln der Unterschiede zwischen dieser Modalität und der konventionellen Strahlentherapie

### **Modul 6. Fortgeschrittene Methode der Strahlentherapie. Intraoperative Strahlentherapie**

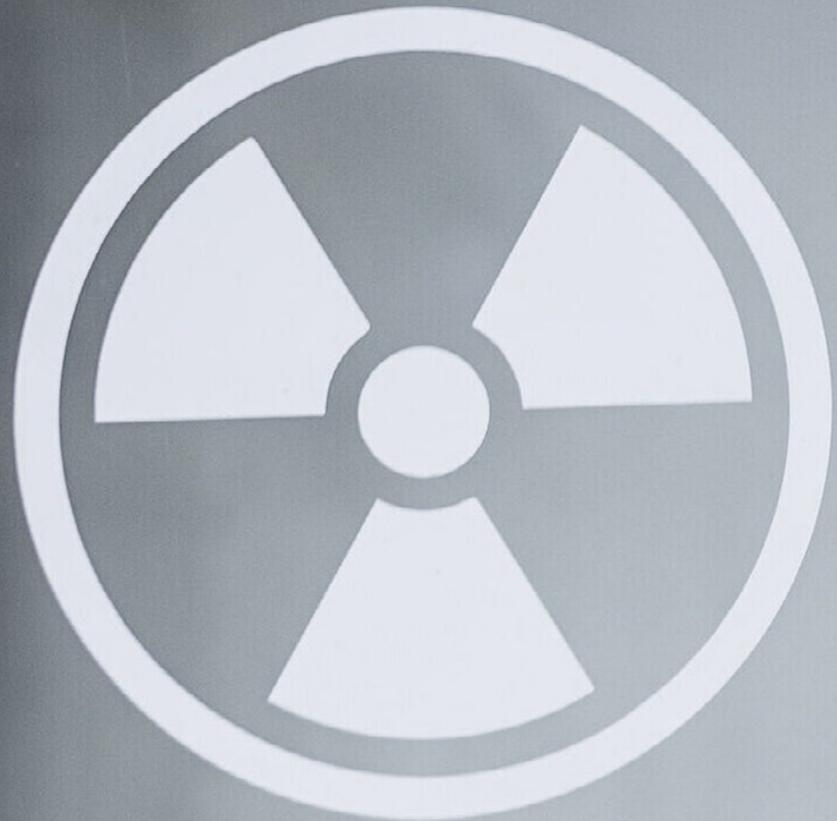
- ♦ Identifizieren der wichtigsten klinischen Indikationen für die Anwendung der intraoperativen Strahlentherapie
- ♦ Detailliertes Analysieren der Methoden der Dosisberechnung bei der intraoperativen Strahlentherapie
- ♦ Untersuchen der Faktoren, die die Sicherheit der Patienten und des medizinischen Personals bei der intraoperativen Strahlentherapie beeinflussen

### **Modul 7. Brachytherapie im Bereich der Strahlentherapie**

- ♦ Untersuchen der Anwendung der Monte-Carlo-Methode in der Brachytherapie
- ♦ Bewerten der Planungssysteme mit Hilfe des TG-43 Formalismus
- ♦ Planen der Dosis in der Brachytherapie
- ♦ Identifizieren und Analysieren der wichtigsten Unterschiede zwischen HDR-Brachytherapie (High Dose Rate) und LDR-Brachytherapie (Low Dose Rate)

### **Modul 8. Fortgeschrittene diagnostische Bildgebung**

- ♦ Entwickeln von Fachkenntnissen in der Funktionsweise einer Röntgenröhre und eines digitalen Bilddetektors
- ♦ Identifizieren der verschiedenen Arten der radiologischen Bildgebung (statisch und dynamisch) sowie der Vor- und Nachteile der verschiedenen derzeit verfügbaren Technologien
- ♦ Analysieren der internationalen Protokolle für die Qualitätskontrolle von radiologischen Geräten
- ♦ Vertiefen der grundlegenden Aspekte der Dosimetrie von Patienten, die sich radiologischen Untersuchungen unterziehen



#### **Modul 9. Nuklearmedizin**

- ♦ Unterscheiden zwischen verschiedenen Arten der Bildaufnahme von einem Patienten mit Radiopharmazeutika
- ♦ Entwickeln von Fachkenntnissen über die MIRD-Methodik in der Dosimetrie

#### **Modul 10. Strahlenschutz in radioaktiven Krankenhauseinrichtungen**

- ♦ Bestimmen der radiologischen Risiken, die in radioaktiven Anlagen in Krankenhäusern bestehen, sowie die spezifischen Größen und Einheiten, die in diesen Fällen angewendet werden
- ♦ Erwerben der Konzepte, die für die Auslegung einer radioaktiven Anlage gelten, mit Kenntnis der wichtigsten spezifischen Parameter



*Dank TECH und diesem privaten Masterstudiengang, der über eine umfangreiche Bibliothek mit den innovativsten Multimedia-Ressourcen verfügt, werden Sie Ihre Ziele erreichen"*

# 03

# Kompetenzen

Dieser Studiengang wird Ingenieure mit einem Arsenal an Fähigkeiten ausstatten, die sie zu Führungskräften im technologischen Bereich machen werden. Von der fortgeschrittenen Beherrschung der elektromagnetischen Theorie bis hin zur Fähigkeit, bei der Entwicklung von Kommunikationssystemen und medizinischen Geräten innovativ zu sein, wird dieser Studiengang die Studenten in die Lage versetzen, die Physik mit dem Ingenieurwesen zu verschmelzen, um komplexe Herausforderungen zu lösen. Die Fähigkeit, elektromagnetische Phänomene zu modellieren und zu simulieren, kombiniert mit Fähigkeiten in der Systemoptimierung und der Anwendung von Spitzentechnologien, wird diese Fachleute als Visionäre definieren, die in der Lage sind, revolutionäre Fortschritte im Bereich der Ingenieurwissenschaften voranzutreiben.





“

*Schreiben Sie sich jetzt für diesen 100%igen Online-Masterstudiengang ein! Sie werden Ihr Wissen in Strahlenphysik erweitern, um die technologische Zukunft zu verändern"*



## Allgemeine Kompetenzen

---

- ♦ Entwickeln der bestehenden mathematischen Modelle und ihrer Unterschiede
- ♦ Spezifizieren der Geräte, die bei externen Strahlentherapien verwendet werden
- ♦ Untersuchen der wichtigsten und fortschrittlichsten physikalischen Aspekte des Protonentherapie-Strahls
- ♦ Entwickeln der Verfahren zum Strahlenschutz und zur Sicherheit
- ♦ Entwickeln von Strategien zur Optimierung der Strahlenverteilung im Zielgewebe und zur Minimierung der Bestrahlung des umliegenden gesunden Gewebes
- ♦ Vorschlagen von Qualitätsmanagementprotokollen für Brachytherapieverfahren
- ♦ Zusammenstellen des Instrumentariums einer nuklearmedizinischen Abteilung
- ♦ Entwickeln von fundiertem Fachwissen über Gammakameras und PET
- ♦ Beschreiben der wichtigsten Sicherheitsmaßnahmen bei der Verwendung von ionisierender Strahlung
- ♦ Entwerfen und Verwalten des baulichen Strahlenschutzes in Krankenhäusern





## Spezifische Kompetenzen

---

- Durchführen der Qualitätskontrolle einer Ionisationskammer
- Festlegen der Geräte für Simulation, Lokalisierung und bildgesteuerte Strahlentherapie
- Kontrollieren der Kalibrierungsverfahren für Photonenstrahlen und Elektronenstrahlen
- Beherrschen der Instrumente zur Bewertung der Planung der externen Strahlentherapie
- Vorschlagen spezifischer Maßnahmen zur Minimierung der Strahlenbelastung
- Entwickeln von Techniken zur Kalibrierung von Quellen mit Hilfe von Schacht- und Freiluft-Ionisationskammern
- Beschreiben der Verfahren und der Planung für die Prostata-Brachytherapie
- Begründen der physikalischen Grundlagen für den Betrieb von Gammakameras und PET
- Bestimmen der Qualitätskontrollen von Gammakameras und PET
- Durchführen von Strahlenschutzmaßnahmen im Krankenhaus



*Sie werden die Fähigkeit entwickeln, innovative Lösungen im Bereich der elektromagnetischen Wellen zu analysieren, zu entwerfen und zu implementieren"*

# 04

## Kursleitung

Die Dozenten, die diesen akademischen Abschluss im Bereich Ingenieurwesen unterrichten, repräsentieren die Spitze des Wissens und der Erfahrung in diesem multidisziplinären Bereich. Diese Fachleute sind international anerkannte Experten auf Gebieten wie der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen sowie ionisierender und nichtionisierender Strahlung. Die Verbindung von Theorie und praktischer Anwendung, ihr Engagement für lebenslanges Lernen, ihre Hingabe an die Spitzenforschung und ihre Fähigkeit, Studenten zu führen und zu motivieren, machen diese Lehrkräfte zu außergewöhnlichen Mentoren und Vorbildern für diejenigen, die sich in der aufregenden Welt der Strahlenphysik bewähren wollen.





“

*Die Dozenten dieses privaten Masterstudiengangs haben sich verpflichtet, ihr Wissen an die nächste Generation von Ingenieuren weiterzugeben"*

## Leitung



### Dr. De Luis Pérez, Francisco Javier

- ♦ Spezialist für medizinische Strahlenphysik
- ♦ Leiter der Abteilung für Strahlenphysik und Strahlenschutz in den Quirónsalud-Krankenhäusern in Alicante, Torrevieja und Murcia
- ♦ Multidisziplinäre Forschungsgruppe für personalisierte Onkologie, Katholische Universität San Antonio von Murcia
- ♦ Promotion in Angewandter Physik und Erneuerbaren Energien an der Universität von Almería
- ♦ Hochschulabschluss in Physik, Fachrichtung Theoretische Physik, an der Universität von Granada
- ♦ Mitglied von: Spanische Gesellschaft für Medizinische Physik (SEFM), Königliche Spanische Gesellschaft für Physik (RSEF), Offizielles Kollegium der Physiker, Beratungs- und Kontaktausschuss, Protonentherapiezentrum (Quirónsalud)

## Professoren

### Dr. Rodríguez, Carlos Andrés

- ♦ Spezialist für medizinische Strahlenphysik
- ♦ Strahlenphysiker im Universitätskrankenhaus von Valladolid, Leiter der Abteilung für Nuklearmedizin
- ♦ Haupttutor für die Assistenzärzte der Abteilung für Strahlenphysik und Strahlenschutz des Universitätskrankenhauses von Valladolid
- ♦ Hochschulabschluss in Medizinische Strahlenphysik
- ♦ Hochschulabschluss in Physik an der Universität von Salamanca

### Dr. Morera Cano, Daniel

- ♦ Spezialist für medizinische Strahlenphysik
- ♦ Strahlenphysiker im Universitätskrankenhaus Son Espases
- ♦ Masterstudiengang in Arbeitssicherheit und Umwelt an der Polytechnischen Universität von Valencia
- ♦ Masterstudiengang in Strahlenschutz in radioaktiven und nuklearen Anlagen an der Polytechnischen Universität von Valencia
- ♦ Hochschulabschluss in Wirtschaftsingenieurwesen an der Polytechnischen Universität von Valencia



#### **Dr. Irazola Rosales, Leticia**

- ◆ Spezialistin für medizinische Strahlenphysik
- ◆ Strahlenphysikerin im Krankenhaus des Biomedizinischen Forschungszentrums von La Rioja
- ◆ Arbeitsgruppe für Lu-177-Behandlungen bei der Spanischen Gesellschaft für Medizinische Physik (SEFM)
- ◆ Mitarbeiterin an der Universität von Valencia
- ◆ Gutachterin für die Zeitschrift Applied Radiation and Isotopes
- ◆ Internationaler Dokortitel in Medizinischer Physik von der Universität von Sevilla
- ◆ Masterstudiengang in Medizinischer Physik an der Universität von Rennes I
- ◆ Hochschulabschluss in Physik an der Universität von Zaragoza
- ◆ Mitglied von: European Federation of Organisations in Medical Physics (EFOMP), Spanische Gesellschaft für Medizinische Physik (SEFM)

#### **Fr. Milanés Gaillet, Ana Isabel**

- ◆ Strahlenphysikerin im Universitätskrankenhaus 12 de Octubre
- ◆ Medizinische Physikerin im Krankenhaus Beata María Ana de Hermanas Hospitalarias
- ◆ Expertin für radiologische Anatomie und Physiologie von der Spanischen Gesellschaft für Medizinische Physik
- ◆ Expertin für Medizinische Physik von der Internationalen Universität von Andalusien
- ◆ Hochschulabschluss in Physik an der Autonomen Universität Madrid



*Nutzen Sie die Gelegenheit, sich über die neuesten Fortschritte auf diesem Gebiet zu informieren und diese in Ihrer täglichen Praxis anzuwenden“*

# 05

## Struktur und Inhalt

Die Struktur dieses privaten Masterstudiengangs wird eine perfekte Kombination aus soliden theoretischen Grundlagen und innovativen praktischen Anwendungen umfassen. Angefangen bei spezialisierten Modulen zur Ausbreitung elektromagnetischer Wellen ist jede Komponente des Studiengangs darauf ausgerichtet, technische Elitefähigkeiten zu kultivieren und das kritische Denken bei der Lösung komplexer Probleme zu fördern. Darüber hinaus werden neue Themen wie medizinische Strahlung und technologische Anwendungen in verschiedenen Bereichen in das Programm aufgenommen, um sicherzustellen, dass die Studenten in der Lage sind, an der vordersten Front der Innovation mitzuwirken.



“

*TECH bietet Ihnen mit diesem privaten Masterstudiengang eine einzigartige Bildungserfahrung, die Sie darauf vorbereiten wird, die technologische Landschaft mit Vision und Kompetenz zu verändern"*

## Modul 1. Wechselwirkung von ionisierender Strahlung mit Materie

- 1.1. Wechselwirkung ionisierende Strahlung-Materie
  - 1.1.1. Ionisierende Strahlung
  - 1.1.2. Kollisionen
  - 1.1.3. Bremsleistung und Reichweite
- 1.2. Wechselwirkung zwischen geladenen Teilchen und Materie
  - 1.2.1. Fluoreszierende Strahlung
    - 1.2.1.1. Charakteristische Strahlung oder Röntgenstrahlen
    - 1.2.1.2. Auger-Elektronen
  - 1.2.2. Bremsstrahlung
  - 1.2.3. Spektrum bei der Kollision von Elektronen mit einem Hoch-Z-Material
  - 1.2.4. Elektron-Positron-Vernichtung
- 1.3. Wechselwirkung zwischen Photonen und Materie
  - 1.3.1. Abschwächung
  - 1.3.2. Halbwertsschicht
  - 1.3.3. Photoelektrischer Effekt
  - 1.3.4. Compton-Effekt
  - 1.3.5. Erzeugung von Paaren
  - 1.3.6. Vorherrschender Effekt je nach Energie
  - 1.3.7. Bildgebung in der Radiologie
- 1.4. Strahlendosimetrie
  - 1.4.1. Das Gleichgewicht geladener Teilchen
  - 1.4.2. Bragg-Gray-Hohlraumtheorie
  - 1.4.3. Spencer-Attix-Theorie
  - 1.4.4. In Luft absorbierte Dosis
- 1.5. Größen der Strahlungsdosimetrie
  - 1.5.1. Dosimetrische Größen
  - 1.5.2. Größen des Strahlenschutzes
  - 1.5.3. Strahlungswichtungsfaktoren
  - 1.5.4. Gewichtungsfaktoren für strahlenempfindliche Organe
- 1.6. Detektoren für die Messung von ionisierender Strahlung
  - 1.6.1. Ionisierung von Gasen
  - 1.6.2. Anregung von Lumineszenz in Festkörpern
  - 1.6.3. Dissoziation der Materie
  - 1.6.4. Detektoren in der Krankenhausumgebung
- 1.7. Dosimetrie der ionisierenden Strahlung
  - 1.7.1. Umgebungsdosimetrie
  - 1.7.2. Bereichsdosimetrie
  - 1.7.3. Personendosimetrie
- 1.8. Thermolumineszenzdosimeter
  - 1.8.1. Thermolumineszenzdosimeter
  - 1.8.2. Kalibrierung von Dosimetern
  - 1.8.3. Kalibrierung im Nationalen Zentrum für Dosimetrie
- 1.9. Physik der Strahlungsmessung
  - 1.9.1. Wert einer Größe
  - 1.9.2. Genauigkeit
  - 1.9.3. Präzision
  - 1.9.4. Wiederholbarkeit
  - 1.9.5. Reproduzierbarkeit
  - 1.9.6. Rückverfolgbarkeit
  - 1.9.7. Qualität der Messung
  - 1.9.8. Qualitätskontrolle einer Ionisationskammer
- 1.10. Unsicherheit der Strahlungsmessung
  - 1.10.1. Messunsicherheit
  - 1.10.2. Toleranz und Auslösewert
  - 1.10.3. Messunsicherheit vom Typ A
  - 1.10.4. Messunsicherheit vom Typ B

**Modul 2. Strahlenbiologie**

- 2.1. Wechselwirkung von Strahlung mit organischem Gewebe
  - 2.1.1. Wechselwirkung von Strahlung mit Geweben
  - 2.1.2. Wechselwirkung der Strahlung mit der Zelle
  - 2.1.3. Physikalisch-chemische Reaktion
- 2.2. Auswirkungen von ionisierender Strahlung auf die DNA
  - 2.2.1. Struktur der DNA
  - 2.2.2. Strahlungsinduzierte Schäden
  - 2.2.3. Schadensbehebung
- 2.3. Auswirkungen der Bestrahlung auf organisches Gewebe
  - 2.3.1. Auswirkungen auf den Zellzyklus
  - 2.3.2. Bestrahlungssyndrome
  - 2.3.3. Aberrationen und Mutationen
- 2.4. Mathematische Modelle des Zellüberlebens
  - 2.4.1. Mathematische Modelle des Zellüberlebens
  - 2.4.2. Alpha-Beta-Modell
  - 2.4.3. Fraktionierungseffekt
- 2.5. Wirksamkeit ionisierender Strahlung auf organisches Gewebe
  - 2.5.1. Relative biologische Wirksamkeit
  - 2.5.2. Faktoren, die die Strahlenempfindlichkeit verändern
  - 2.5.3. LET und Sauerstoffeffekt
- 2.6. Biologische Aspekte in Abhängigkeit von der Dosis der ionisierenden Strahlung
  - 2.6.1. Strahlenbiologie bei niedrigen Dosen
  - 2.6.2. Strahlenbiologie bei hohen Dosen
  - 2.6.3. Systemische Reaktion auf Strahlung
- 2.7. Schätzung des Risikos einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung
  - 2.7.1. Stochastische und zufällige Effekte
  - 2.7.2. Schätzung des Risikos
  - 2.7.3. ICRP-Dosisgrenzwerte

- 2.8. Strahlenbiologie bei medizinischen Expositionen in der Strahlentherapie
  - 2.8.1. Isoeffekt
  - 2.8.2. Effekt der Proliferation
  - 2.8.3. Dosis-Wirkungs-Verhältnis
- 2.9. Strahlenbiologie bei medizinischen Expositionen bei anderen medizinischen Expositionen
  - 2.9.1. Brachytherapie
  - 2.9.2. Radiodiagnostik
  - 2.9.3. Nuklearmedizin
- 2.10. Statistische Modelle für das Zellüberleben
  - 2.10.1. Statistische Modelle
  - 2.10.2. Überlebensanalyse
  - 2.10.3. Epidemiologische Studien

**Modul 3. Externe Strahlentherapie. Physikalische Dosimetrie**

- 3.1. Linearbeschleuniger. Ausrüstung in der externen Strahlentherapie
  - 3.1.1. Linearbeschleuniger (LINAC)
  - 3.1.2. Behandlungsplanungssystem (TPS) für die externe Strahlentherapie
  - 3.1.3. Registrierungs- und Verifizierungssysteme
  - 3.1.4. Besondere Techniken
  - 3.1.5. Hadronentherapie
- 3.2. Simulations- und Lokalisierungsgeräte in der externen Strahlentherapie
  - 3.2.1. Konventioneller Simulator
  - 3.2.2. Simulation mit Computertomographie (CT)
  - 3.2.3. Andere Bildgebungsmodalitäten
- 3.3. Ausrüstung in der bildgesteuerten externen Strahlentherapie
  - 3.3.1. Simulationsgeräte
  - 3.3.2. Ausrüstung in der bildgesteuerten externen Strahlentherapie CBCT
  - 3.3.3. Ausrüstung in der bildgesteuerten externen Strahlentherapie Planare Bildgebung
  - 3.3.4. Hilfssysteme zur Lokalisierung

- 3.4. Photonenstrahlung in der physikalischen Dosimetrie
  - 3.4.1. Messgeräte
  - 3.4.2. Kalibrierungsprotokolle
  - 3.4.3. Kalibrierung des Photonenstrahls
  - 3.4.4. Relative Dosimetrie von Photonenstrahlen
- 3.5. Elektronenstrahlung in der physikalischen Dosimetrie
  - 3.5.1. Messgeräte
  - 3.5.2. Kalibrierungsprotokolle
  - 3.5.3. Kalibrierung des Elektronenstrahls
  - 3.5.4. Relative Dosimetrie von Elektronenstrahlen
- 3.6. Inbetriebnahme von Geräten für die externe Strahlentherapie
  - 3.6.1. Installation der Geräte für die externe Strahlentherapie
  - 3.6.2. Abnahme der Geräte für die externe Strahlentherapie
  - 3.6.3. Anfänglicher Bezugszustand
  - 3.6.4. Klinische Anwendung der Geräte für die externe Strahlentherapie
  - 3.6.5. Behandlungsplanungssystem
- 3.7. Qualitätskontrolle der Geräte für die externe Strahlentherapie
  - 3.7.1. Qualitätskontrolle von Linearbeschleunigern
  - 3.7.2. Qualitätskontrolle von IGRT-Geräten
  - 3.7.3. Qualitätskontrolle von Simulationssystemen
  - 3.7.4. Besondere Techniken
- 3.8. Qualitätskontrolle von Strahlungsmessgeräten
  - 3.8.1. Dosimetrie
  - 3.8.2. Messgeräte
  - 3.8.3. Verwendete Dummies
- 3.9. Anwendung von Risikoanalyse-Systemen in der externen Strahlentherapie
  - 3.9.1. Systeme zur Risikoanalyse
  - 3.9.2. Systeme zur Fehlermeldung
  - 3.9.3. Prozesskarten
- 3.10. Qualitätssicherungsprogramm in der physikalischen Dosimetrie
  - 3.10.1. Zuständigkeiten
  - 3.10.2. Anforderungen in der externen Strahlentherapie
  - 3.10.3. Qualitätssicherungsprogramm. Klinische und physikalische Aspekte
  - 3.10.4. Aufrechterhaltung des Qualitätssicherungsprogramms

## Modul 4. Externe Strahlentherapie. Klinische Dosimetrie

- 4.1. Klinische Dosimetrie in der externen Strahlentherapie
  - 4.1.1. Klinische Dosimetrie in der externen Strahlentherapie
  - 4.1.2. Behandlungen in der externen Strahlentherapie
  - 4.1.3. Strahlverändernde Elemente
- 4.2. Schritte der klinischen Dosimetrie in der externen Strahlentherapie
  - 4.2.1. Behandlung mit dem Linearbeschleuniger
  - 4.2.2. Behandlungsplanung
  - 4.2.3. Überprüfung der Behandlung
  - 4.2.4. Behandlung mit dem Linearbeschleuniger
- 4.3. Behandlungsplanungssysteme für die externe Strahlentherapie
  - 4.3.1. Modellierung in Planungssystemen
  - 4.3.2. Berechnungsalgorithmen
  - 4.3.3. Nutzen der Planungssysteme
  - 4.3.4. Bildgebende Hilfsmittel der Planungssysteme
- 4.4. Qualitätskontrolle von Planungssystemen für die externe Strahlentherapie
  - 4.4.1. Qualitätskontrolle von Planungssystemen für die externe Strahlentherapie
  - 4.4.2. Anfänglicher Bezugszustand
  - 4.4.3. Regelmäßige Kontrollen
- 4.5. Manuelle Berechnung von Monitoreinheiten (MU)
  - 4.5.1. Manuelle Kontrolle der Monitoreinheiten
  - 4.5.2. Faktoren bei der Dosisverteilung
  - 4.5.3. Praktisches Beispiel für die Berechnung der Monitoreinheiten
- 4.6. 3D-konformale Strahlentherapie-Behandlungen
  - 4.6.1. 3D-konformale Strahlentherapie
  - 4.6.2. 3D-Bestrahlung mit Photonenstrahl
  - 4.6.3. 3D-Bestrahlung mit Elektronenstrahl
- 4.7. Fortgeschrittene intensitätsmodulierte Behandlungen
  - 4.7.1. Intensitätsmodulierte Behandlungen
  - 4.7.2. Optimierung
  - 4.7.3. Spezifische Qualitätskontrolle

- 4.8. Bewertung der Planung der externen Strahlentherapie
  - 4.8.1. Dosis-Volumen-Histogramm
  - 4.8.2. Konformitätsindex und Homogenitätsindex
  - 4.8.3. Klinische Auswirkungen der Planung
  - 4.8.4. Planungsfehler
- 4.9. Fortgeschrittene Spezialtechniken in der externen Strahlentherapie
  - 4.9.1. Radiochirurgie und extrakranielle stereotaktische Strahlentherapie
  - 4.9.2. Ganzkörperbestrahlung
  - 4.9.3. Oberflächenbestrahlung
  - 4.9.4. Andere Technologien in der externen Strahlentherapie
- 4.10. Überprüfung von Behandlungsplänen in der externen Strahlentherapie
  - 4.10.1. Überprüfung von Behandlungsplänen in der externen Strahlentherapie
  - 4.10.2. Systeme zur Überprüfung der Behandlung
  - 4.10.3. Metriken zur Überprüfung der Behandlung

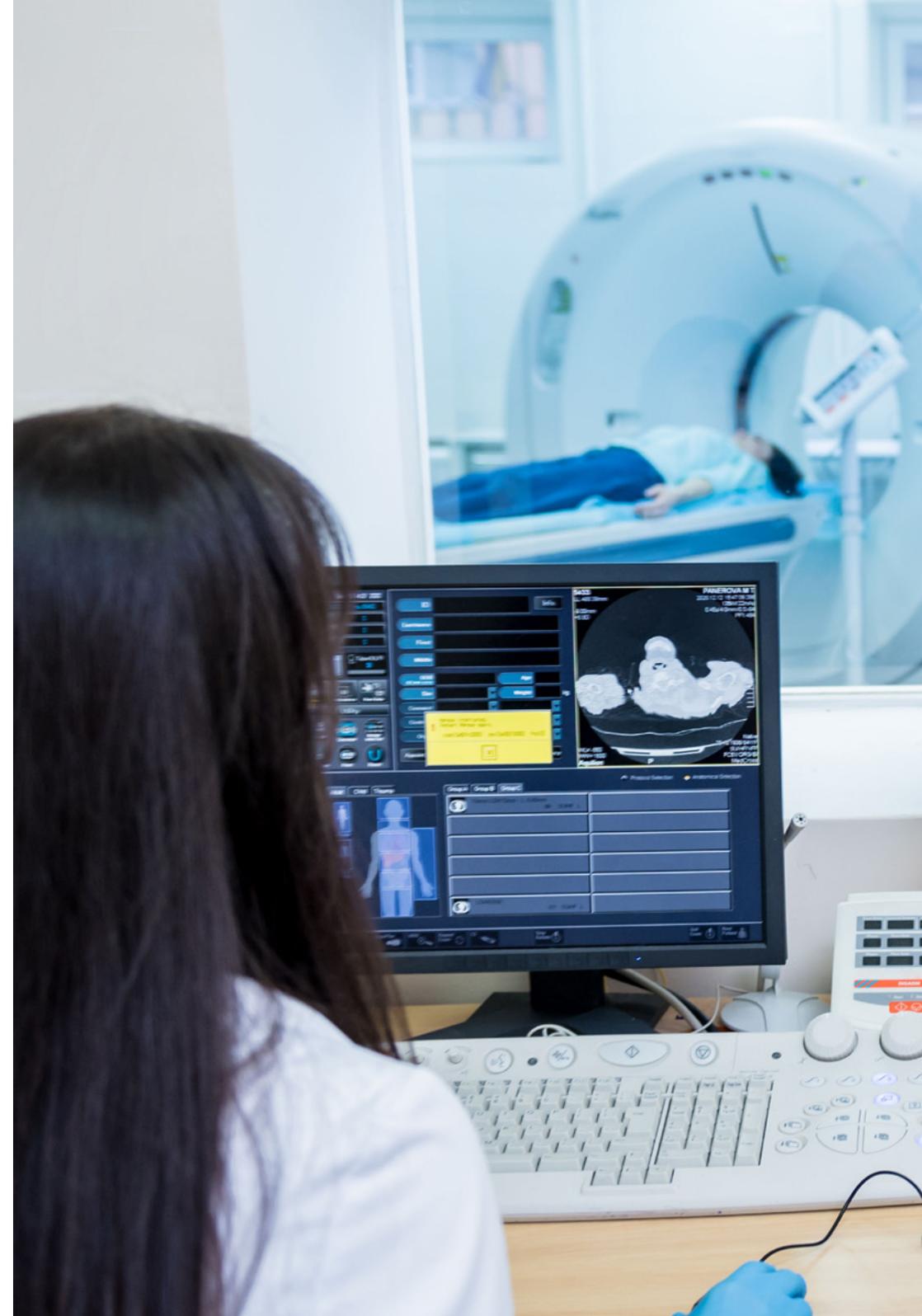
## Modul 5. Fortgeschrittene Methode der Strahlentherapie. Protonentherapie

- 5.1. Protonentherapie Strahlentherapie mit Protonen
  - 5.1.1. Wechselwirkung von Protonen mit Materie
  - 5.1.2. Klinische Aspekte der Protonentherapie
  - 5.1.3. Physikalische und strahlenbiologische Grundlagen der Protonentherapie
- 5.2. Ausrüstung für die Protonentherapie
  - 5.2.1. Einrichtungen
  - 5.2.2. Komponenten einer Protonentherapie-Anlage
  - 5.2.3. Physikalische und strahlenbiologische Grundlagen der Protonentherapie
- 5.3. Protonenstrahl
  - 5.3.1. Parameter
  - 5.3.2. Klinische Implikationen
  - 5.3.3. Anwendung bei onkologischen Behandlungen
- 5.4. Physikalische Dosimetrie in der Protonentherapie
  - 5.4.1. Messungen der Absolutdosimetrie
  - 5.4.2. Strahlparameter
  - 5.4.3. Materialien in der physikalischen Dosimetrie

- 5.5. Klinische Dosimetrie in der Protonentherapie
  - 5.5.1. Anwendung der klinischen Dosimetrie in der Protonentherapie
  - 5.5.2. Planung und Berechnungsalgorithmen
  - 5.5.3. Bildgebungssysteme
- 5.6. Strahlenschutz bei der Protonentherapie
  - 5.6.1. Entwurf einer Anlage
  - 5.6.2. Neutronenproduktion und -aktivierung
  - 5.6.3. Aktivierung
- 5.7. Protonentherapie-Behandlungen
  - 5.7.1. Bildgesteuerte Behandlung
  - 5.7.2. In-vivo-Behandlungsüberprüfung
  - 5.7.3. BOLUS-Nutzung
- 5.8. Biologische Auswirkungen der Protonentherapie
  - 5.8.1. Physikalische Aspekte
  - 5.8.2. Strahlenbiologie
  - 5.8.3. Dosimetrische Implikationen
- 5.9. Messgeräte für die Protonentherapie
  - 5.9.1. Dosimetrische Ausrüstung
  - 5.9.2. Strahlenschutz-ausrüstung
  - 5.9.3. Personendosimetrie
- 5.10. Unsicherheiten bei der Protonentherapie
  - 5.10.1. Unsicherheiten im Zusammenhang mit physikalischen Konzepten
  - 5.10.2. Unsicherheiten im Zusammenhang mit dem therapeutischen Prozess
  - 5.10.3. Fortschritte in der Protonentherapie

## Modul 6. Fortgeschrittene Methode der Strahlentherapie. Intraoperative Strahlentherapie

- 6.1. Intraoperative Strahlentherapie
  - 6.1.1. Intraoperative Strahlentherapie
  - 6.1.2. Aktueller Ansatz der intraoperativen Strahlentherapie
  - 6.1.3. Intraoperative Strahlentherapie vs. konventionelle Strahlentherapie
- 6.2. Technologie in der intraoperativen Strahlentherapie
  - 6.2.1. Mobile Linearbeschleuniger in der intraoperativen Strahlentherapie
  - 6.2.2. Intraoperative Bildgebungssysteme
  - 6.2.3. Qualitätskontrolle und Wartung der Geräte
- 6.3. Behandlungsplanung in der intraoperativen Strahlentherapie
  - 6.3.1. Methoden zur Dosisberechnung
  - 6.3.2. Volumetrie und Abgrenzung der Risikoorgane
  - 6.3.3. Dosisoptimierung und Fraktionierung
- 6.4. Klinische Indikationen und Patientenauswahl für die intraoperative Strahlentherapie
  - 6.4.1. Arten von Krebserkrankungen, die mit intraoperativer Strahlentherapie behandelt werden
  - 6.4.2. Bewertung der Eignung des Patienten
  - 6.4.3. Klinische Studien und Diskussion
- 6.5. Chirurgische Verfahren bei der intraoperativen Strahlentherapie
  - 6.5.1. Chirurgische Vorbereitung und Logistik
  - 6.5.2. Bestrahlungstechniken während der Operation
  - 6.5.3. Postoperative Nachsorge und Patientenbetreuung
- 6.6. Berechnung und Verabreichung von Strahlungsdosen für die intraoperative Strahlentherapie
  - 6.6.1. Formeln und Algorithmen zur Dosisberechnung
  - 6.6.2. Korrekturfaktoren und Dosisanpassung
  - 6.6.3. Echtzeit-Überwachung während der Operation
- 6.7. Strahlenschutz und Sicherheit bei der intraoperativen Strahlentherapie
  - 6.7.1. Internationale Strahlenschutzstandards und -vorschriften
  - 6.7.2. Sicherheitsmaßnahmen für medizinisches Personal und Patienten
  - 6.7.3. Strategien zur Risikominderung



- 6.8. Interdisziplinäre Zusammenarbeit bei der intraoperativen Strahlentherapie
  - 6.8.1. Die Rolle des multidisziplinären Teams bei der intraoperativen Strahlentherapie
  - 6.8.2. Kommunikation zwischen Strahlentherapeuten, Chirurgen und Onkologen
  - 6.8.3. Praktische Beispiele für interdisziplinäre Zusammenarbeit
- 6.9. *Flash*-Technik. Der neueste Trend in der intraoperativen Strahlentherapie
  - 6.9.1. Forschung und Entwicklung in der intraoperativen Strahlentherapie
  - 6.9.2. Neue Technologien und neue Therapien in der intraoperativen Strahlentherapie
  - 6.9.3. Implikationen für die zukünftige klinische Praxis
- 6.10. Ethische und soziale Aspekte der intraoperativen Strahlentherapie
  - 6.10.1. Ethische Überlegungen bei der klinischen Entscheidungsfindung
  - 6.10.2. Zugang zur intraoperativen Strahlentherapie und Gleichheit in der Versorgung
  - 6.10.3. Kommunikation mit Patienten und Familien in komplexen Situationen

## Modul 7. Brachytherapie im Bereich der Strahlentherapie

- 7.1. Brachytherapie
  - 7.1.1. Physikalische Grundlagen der Brachytherapie
  - 7.1.2. Biologische Prinzipien und Strahlenbiologie in der Brachytherapie
  - 7.1.3. Brachytherapie und externe Strahlentherapie. Unterschiede
- 7.2. Strahlenquellen in der Brachytherapie
  - 7.2.1. Strahlenquellen in der Brachytherapie
  - 7.2.2. Strahlungsemission der verwendeten Quellen
  - 7.2.3. Kalibrierung der Quellen
  - 7.2.4. Sicherheit bei der Handhabung und Lagerung von Brachytherapie-Quellen
- 7.3. Dosisplanung in der Brachytherapie
  - 7.3.1. Techniken der Dosisplanung in der Brachytherapie
  - 7.3.2. Optimierung der Dosisverteilung im Zielgewebe
  - 7.3.3. Anwendung der Monte-Carlo-Methode
  - 7.3.4. Besondere Überlegungen zur Minimierung der Bestrahlung von gesundem Gewebe
  - 7.3.5. TG-43 Formalismus

- 7.4. Techniken zur Verabreichung der Brachytherapie
  - 7.4.1. HDR-Brachytherapie (High Dose Rate) versus LDR-Brachytherapie (Low Dose Rate)
  - 7.4.2. Klinische Verfahren und Behandlungslogistik
  - 7.4.3. Handhabung von Geräten und Kathetern, die bei der Verabreichung der Brachytherapie verwendet werden
- 7.5. Klinische Indikationen für die Brachytherapie
  - 7.5.1. Anwendungen der Brachytherapie bei der Behandlung von Prostatakrebs
  - 7.5.2. Brachytherapie bei Gebärmutterhalskrebs: Techniken und Ergebnisse
  - 7.5.3. Brachytherapie bei Brustkrebs: Klinische Überlegungen und Ergebnisse
- 7.6. Qualitätsmanagement in der Brachytherapie
  - 7.6.1. Spezifische Qualitätsmanagementprotokolle für die Brachytherapie
  - 7.6.2. Qualitätskontrolle von Behandlungsgeräten und -systemen
  - 7.6.3. Auditierung und Einhaltung der regulatorischen Standards
- 7.7. Klinische Ergebnisse in der Brachytherapie
  - 7.7.1. Überprüfung von klinischen Studien und Ergebnissen bei der Behandlung bestimmter Krebsarten
  - 7.7.2. Bewertung der Wirksamkeit und Toxizität der Brachytherapie
  - 7.7.3. Klinische Fälle und Diskussion der Ergebnisse
- 7.8. Ethische und internationale regulatorische Aspekte in der Brachytherapie
  - 7.8.1. Ethische Fragen bei der gemeinsamen Entscheidungsfindung mit den Patienten
  - 7.8.2. Einhaltung der internationalen Strahlenschutzvorschriften und -standards
  - 7.8.3. Internationale Haftung und rechtliche Aspekte in der Anwendung der Brachytherapie
- 7.9. Technologische Entwicklung in der Brachytherapie
  - 7.9.1. Technologische Innovationen auf dem Gebiet der Brachytherapie
  - 7.9.2. Forschung und Entwicklung von neuen Techniken und Geräten in der Brachytherapie
  - 7.9.3. Interdisziplinäre Zusammenarbeit bei Brachytherapie-Forschungsprojekten
- 7.10. Praktische Anwendung und Simulationen in der Brachytherapie
  - 7.10.1. Klinische Simulation der Brachytherapie
  - 7.10.2. Lösung von praktischen Situationen und technischen Herausforderungen
  - 7.10.3. Bewertung von Behandlungsplänen und Diskussion der Ergebnisse

## Modul 8. Fortgeschrittene diagnostische Bildgebung

- 8.1. Fortgeschrittene Physik bei der Erzeugung von Röntgenstrahlen
  - 8.1.1. Röntgenröhre
  - 8.1.2. In der diagnostischen Radiologie verwendete Strahlenspektren
  - 8.1.3. Radiologische Technik
- 8.2. Radiologische Bildgebung
  - 8.2.1. Digitale Bildaufzeichnungssysteme
  - 8.2.2. Dynamische Bilder
  - 8.2.3. Geräte für die Radiodiagnostik
- 8.3. Qualitätskontrolle in der Radiodiagnostik
  - 8.3.1. Qualitätssicherungsprogramm in der Radiodiagnostik
  - 8.3.2. Qualitätsprotokolle in der Radiodiagnostik
  - 8.3.3. Allgemeine Qualitätskontrollen
- 8.4. Abschätzung der Patientendosis in Röntgeneinrichtungen
  - 8.4.1. Abschätzung der Patientendosis in Röntgeneinrichtungen
  - 8.4.2. Patientendosimetrie
  - 8.4.3. Referenzwerte für die Diagnosedosis
- 8.5. Allgemeine Radiologiegeräte
  - 8.5.1. Allgemeine Radiologiegeräte
  - 8.5.2. Spezifische Qualitätskontrolltests
  - 8.5.3. Patientendosis in der allgemeinen Radiologie
- 8.6. Mammographiegeräte
  - 8.6.1. Mammographiegeräte
  - 8.6.2. Spezifische Qualitätskontrolltests
  - 8.6.3. Patientendosis in der Mammographie
- 8.7. Durchleuchtungsgeräte. Vaskuläre und interventionelle Radiologie
  - 8.7.1. Durchleuchtungsgeräte
  - 8.7.2. Spezifische Qualitätskontrolltests
  - 8.7.3. Patientendosis in der interventionellen Radiologie
- 8.8. Geräte für die Computertomographie
  - 8.8.1. Geräte für die Computertomographie
  - 8.8.2. Spezifische Qualitätskontrolltests
  - 8.8.3. Patientendosis in der CT

- 8.9. Andere Geräte für die Radiodiagnostik
  - 8.9.1. Andere Geräte für die Radiodiagnostik
  - 8.9.2. Spezifische Qualitätskontrolltests
  - 8.9.3. Geräte mit nichtionisierender Strahlung
- 8.10. Radiologische Bildanzeigesysteme
  - 8.10.1. Digitale Bildverarbeitung
  - 8.10.2. Kalibrierung von Anzeigesystemen
  - 8.10.3. Qualitätskontrolle von Anzeigesystemen

## Modul 9. Nuklearmedizin

- 9.1. In der Nuklearmedizin verwendete Radionuklide
  - 9.1.1. Radionuklide
  - 9.1.2. Typische Radionuklide für die Diagnose
  - 9.1.3. Typische Radionuklide für die Therapie
- 9.2. Gewinnung von künstlichen Radionukliden
  - 9.2.1. Kernreaktor
  - 9.2.2. Zyklotron
  - 9.2.3. Generatoren
- 9.3. Instrumentierung in der Nuklearmedizin
  - 9.3.1. Aktivimeter. Kalibrierung von Aktivimetern
  - 9.3.2. Intraoperative Sonden
  - 9.3.3. Gammakameras und SPECT
  - 9.3.4. PET
- 9.4. Qualitätssicherungsprogramm in der Nuklearmedizin
  - 9.4.1. Qualitätssicherung in der Nuklearmedizin
  - 9.4.2. Abnahme-, Referenz- und Konstanzprüfungen
  - 9.4.3. Routine der guten Praxis
- 9.5. Nuklearmedizinische Ausrüstung: Gammakameras
  - 9.5.1. Bildaufbau
  - 9.5.2. Modi der Bildaufnahme
  - 9.5.3. Standardprotokoll für einen Patienten
- 9.6. Nuklearmedizinische Ausrüstung: SPECT
  - 9.6.1. Tomographische Rekonstruktion

- 9.6.2. Sinogramm
- 9.6.3. Korrekturen der Rekonstruktion
- 9.7. Nuklearmedizinische Ausrüstung: PET
  - 9.7.1. Physikalische Grundlage
  - 9.7.2. Material des Detektors
  - 9.7.3. 2D- und 3D-Erfassung. Empfindlichkeit
  - 9.7.4. Flugzeit (*Time of Flight*)
- 9.8. Korrekturen der Bildrekonstruktion in der Nuklearmedizin
  - 9.8.1. Korrektur der Abschwächung
  - 9.8.2. Korrektur der Totzeit
  - 9.8.3. Korrektur von Zufallsereignissen
  - 9.8.4. Korrektur von gestreuten Photonen
  - 9.8.5. Normalisierung
  - 9.8.6. Bildrekonstruktion
- 9.9. Qualitätskontrolle der nuklearmedizinischen Ausrüstung
  - 9.9.1. Internationale Richtlinien und Protokolle
  - 9.9.2. Planare Gammakameras
  - 9.9.3. Tomographische Gammakameras
  - 9.9.4. PET
- 9.10. Dosimetrie bei nuklearmedizinischen Patienten
  - 9.10.1. MIRD-Formalismus
  - 9.10.2. Schätzung der Unsicherheiten
  - 9.10.3. Falsche Verabreichung von Radiopharmazeutika

## Modul 10. Strahlenschutz in radioaktiven Krankenhauseinrichtungen

- 10.1. Strahlenschutz im Krankenhaus
  - 10.1.1. Strahlenschutz im Krankenhaus
  - 10.1.2. Größen des Strahlenschutzes und spezialisierte Strahlenschutzeinheiten
  - 10.1.3. Spezifische Risiken für den Krankenhausbereich
- 10.2. Internationale Strahlenschutzbestimmungen
  - 10.2.1. Internationaler Rechtsrahmen und Genehmigungen
  - 10.2.2. Internationale Vorschriften zum Schutz der Gesundheit vor ionisierender Strahlung
  - 10.2.3. Internationale Vorschriften über den Strahlenschutz des Patienten
  - 10.2.4. Internationale Vorschriften über das Fachgebiet der medizinischen Strahlenphysik
  - 10.2.5. Andere internationale Vorschriften

- 10.3. Strahlenschutz in radioaktiven Krankenhauseinrichtungen
  - 10.3.1. Nuklearmedizin
  - 10.3.2. Radiodiagnostik
  - 10.3.3. Radioonkologie
- 10.4. Dosimetrische Überwachung von exponierten Personen
  - 10.4.1. Dosimetrische Überwachung
  - 10.4.2. Dosis-Grenzwerte
  - 10.4.3. Verwaltung der Personendosimetrie
- 10.5. Kalibrierung und Überprüfung von Strahlenschutzinstrumenten
  - 10.5.1. Kalibrierung und Überprüfung von Strahlenschutzinstrumenten
  - 10.5.2. Überprüfung von Umgebungsstrahlungsdetektoren
  - 10.5.3. Überprüfung von Detektoren für Oberflächenkontamination
- 10.6. Kontrolle der Dichtheit von gekapselten radioaktiven Quellen
  - 10.6.1. Kontrolle der Dichtheit von gekapselten radioaktiven Quellen
  - 10.6.2. Methodik
  - 10.6.3. Internationale Grenzwerte und Zertifikate
- 10.7. Design der baulichen Abschirmung in radioaktiven medizinischen Einrichtungen
  - 10.7.1. Design der baulichen Abschirmung in radioaktiven medizinischen Einrichtungen
  - 10.7.2. Wichtige Parameter
  - 10.7.3. Dickenberechnung
- 10.8. Design der baulichen Abschirmung in der Nuklearmedizin
  - 10.8.1. Design der baulichen Abschirmung in der Nuklearmedizin
  - 10.8.2. Einrichtungen für Nuklearmedizin
  - 10.8.3. Berechnung der Arbeitsbelastung
- 10.9. Design der baulichen Abschirmung in der Strahlentherapie
  - 10.9.1. Design der baulichen Abschirmung in der Strahlentherapie
  - 10.9.2. Einrichtungen für Strahlentherapie
  - 10.9.3. Berechnung der Arbeitsbelastung
- 10.10. Design der baulichen Abschirmung in der Radiodiagnostik
  - 10.10.1. Design der baulichen Abschirmung in der Radiodiagnostik
  - 10.10.2. Einrichtungen für Radiodiagnostik
  - 10.10.3. Berechnung der Arbeitsbelastung

06

# Methodik

Dieses Fortbildungsprogramm bietet eine andere Art des Lernens. Unsere Methodik wird durch eine zyklische Lernmethode entwickelt: **das Relearning**.

Dieses Lehrsystem wird z. B. an den renommiertesten medizinischen Fakultäten der Welt angewandt und wird von wichtigen Publikationen wie dem **New England Journal of Medicine** als eines der effektivsten angesehen.





*Entdecken Sie Relearning, ein System, das das herkömmliche lineare Lernen hinter sich lässt und Sie durch zyklische Lehrsysteme führt: eine Art des Lernens, die sich als äußerst effektiv erwiesen hat, insbesondere in Fächern, die Auswendiglernen erfordern"*

## Fallstudie zur Kontextualisierung aller Inhalte

Unser Programm bietet eine revolutionäre Methode zur Entwicklung von Fähigkeiten und Kenntnissen. Unser Ziel ist es, Kompetenzen in einem sich wandelnden, wettbewerbsorientierten und sehr anspruchsvollen Umfeld zu stärken.

“

*Mit TECH werden Sie eine Art des Lernens erleben, die an den Grundlagen der traditionellen Universitäten auf der ganzen Welt rüttelt"*



*Sie werden Zugang zu einem Lernsystem haben, das auf Wiederholung basiert, mit natürlichem und progressivem Unterricht während des gesamten Lehrplans.*



*Der Student wird durch gemeinschaftliche Aktivitäten und reale Fälle lernen, wie man komplexe Situationen in realen Geschäftsumgebungen löst.*

## Eine innovative und andersartige Lernmethode

Dieses TECH-Programm ist ein von Grund auf neu entwickeltes, intensives Lehrprogramm, das die anspruchsvollsten Herausforderungen und Entscheidungen in diesem Bereich sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene vorsieht. Dank dieser Methodik wird das persönliche und berufliche Wachstum gefördert und ein entscheidender Schritt in Richtung Erfolg gemacht. Die Fallmethode, die Technik, die diesem Inhalt zugrunde liegt, gewährleistet, dass die aktuellste wirtschaftliche, soziale und berufliche Realität berücksichtigt wird.



*Unser Programm bereitet Sie darauf vor, sich neuen Herausforderungen in einem unsicheren Umfeld zu stellen und in Ihrer Karriere erfolgreich zu sein"*

Die Fallmethode ist das von den besten Fakultäten der Welt am häufigsten verwendete Lernsystem. Die Fallmethode wurde 1912 entwickelt, damit Jurastudenten das Recht nicht nur auf der Grundlage theoretischer Inhalte erlernen. Sie bestand darin, ihnen reale komplexe Situationen zu präsentieren, damit sie fundierte Entscheidungen treffen und Werturteile darüber fällen konnten, wie diese zu lösen sind. Sie wurde 1924 als Standardlehrmethode in Harvard etabliert.

Was sollte eine Fachkraft in einer bestimmten Situation tun? Mit dieser Frage konfrontieren wir Sie in der Fallmethode, einer handlungsorientierten Lernmethode. Während des gesamten Programms werden die Studenten mit mehreren realen Fällen konfrontiert. Sie müssen ihr gesamtes Wissen integrieren, recherchieren, argumentieren und ihre Ideen und Entscheidungen verteidigen.

## Relearning Methodology

TECH kombiniert die Methodik der Fallstudien effektiv mit einem 100%igen Online-Lernsystem, das auf Wiederholung basiert und in jeder Lektion 8 verschiedene didaktische Elemente kombiniert.

Wir ergänzen die Fallstudie mit der besten 100%igen Online-Lehrmethode: Relearning.

*Im Jahr 2019 erzielten wir die besten  
Lernergebnisse aller spanischsprachigen  
Online-Universitäten der Welt.*

Bei TECH lernen Sie mit einer hochmodernen Methodik, die darauf ausgerichtet ist, die Führungskräfte der Zukunft zu spezialisieren. Diese Methode, die an der Spitze der weltweiten Pädagogik steht, wird Relearning genannt.

Unsere Universität ist die einzige in der spanischsprachigen Welt, die für die Anwendung dieser erfolgreichen Methode zugelassen ist. Im Jahr 2019 ist es uns gelungen, die Gesamtzufriedenheit unserer Studenten (Qualität der Lehre, Qualität der Materialien, Kursstruktur, Ziele...) in Bezug auf die Indikatoren der besten spanischsprachigen Online-Universität zu verbessern.



In unserem Programm ist das Lernen kein linearer Prozess, sondern erfolgt in einer Spirale (lernen, verlernen, vergessen und neu lernen). Daher wird jedes dieser Elemente konzentrisch kombiniert. Mit dieser Methode wurden mehr als 650.000 Hochschulabsolventen mit beispiellosem Erfolg in so unterschiedlichen Bereichen wie Biochemie, Genetik, Chirurgie, internationales Recht, Managementfähigkeiten, Sportwissenschaft, Philosophie, Recht, Ingenieurwesen, Journalismus, Geschichte, Finanzmärkte und -instrumente fortgebildet. Dies alles in einem sehr anspruchsvollen Umfeld mit einer Studentenschaft mit hohem sozioökonomischem Profil und einem Durchschnittsalter von 43,5 Jahren.

*Das Relearning ermöglicht es Ihnen, mit weniger Aufwand und mehr Leistung zu lernen, sich mehr auf Ihre Spezialisierung einzulassen, einen kritischen Geist zu entwickeln, Argumente zu verteidigen und Meinungen zu kontrastieren: eine direkte Gleichung zum Erfolg.*

Nach den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen der Neurowissenschaften wissen wir nicht nur, wie wir Informationen, Ideen, Bilder und Erinnerungen organisieren, sondern auch, dass der Ort und der Kontext, in dem wir etwas gelernt haben, von grundlegender Bedeutung dafür sind, dass wir uns daran erinnern und es im Hippocampus speichern können, um es in unserem Langzeitgedächtnis zu behalten.

Auf diese Weise sind die verschiedenen Elemente unseres Programms im Rahmen des so genannten Neurocognitive Context-Dependent E-Learning mit dem Kontext verbunden, in dem der Teilnehmer seine berufliche Praxis entwickelt.



Dieses Programm bietet die besten Lehrmaterialien, die sorgfältig für Fachleute aufbereitet sind:



#### Studienmaterial

Alle didaktischen Inhalte werden von den Fachleuten, die den Kurs unterrichten werden, speziell für den Kurs erstellt, so dass die didaktische Entwicklung wirklich spezifisch und konkret ist.

Diese Inhalte werden dann auf das audiovisuelle Format angewendet, um die Online-Arbeitsmethode von TECH zu schaffen. All dies mit den neuesten Techniken, die in jedem einzelnen der Materialien, die dem Studenten zur Verfügung gestellt werden, qualitativ hochwertige Elemente bieten.



#### Meisterklassen

Die Nützlichkeit der Expertenbeobachtung ist wissenschaftlich belegt.

Das sogenannte Learning from an Expert festigt das Wissen und das Gedächtnis und schafft Vertrauen für zukünftige schwierige Entscheidungen.



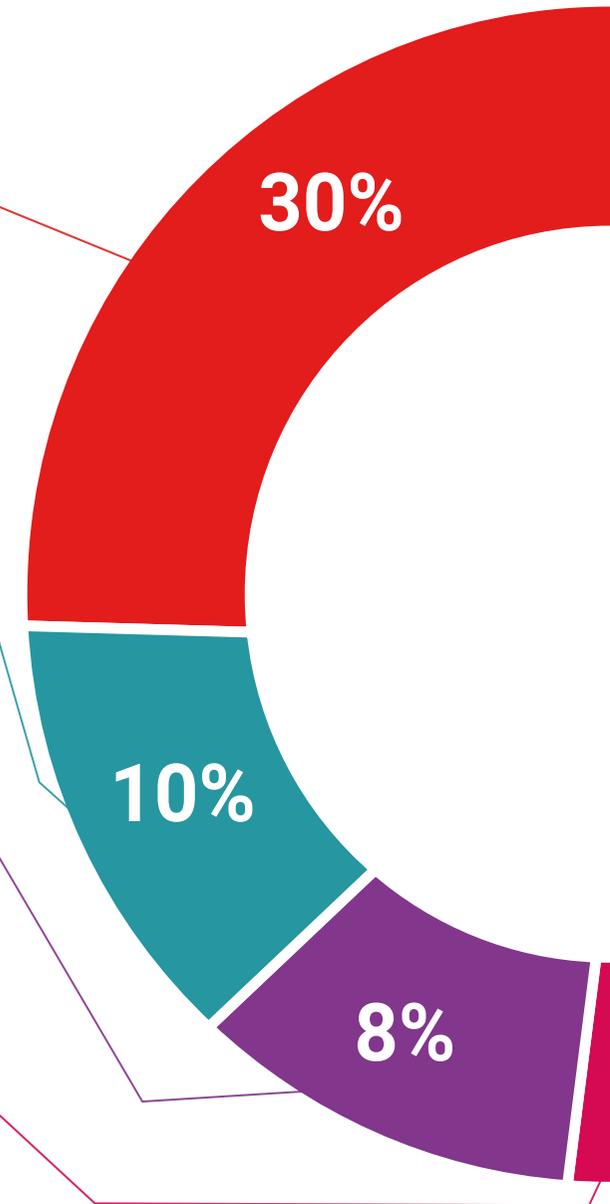
#### Übungen für Fertigkeiten und Kompetenzen

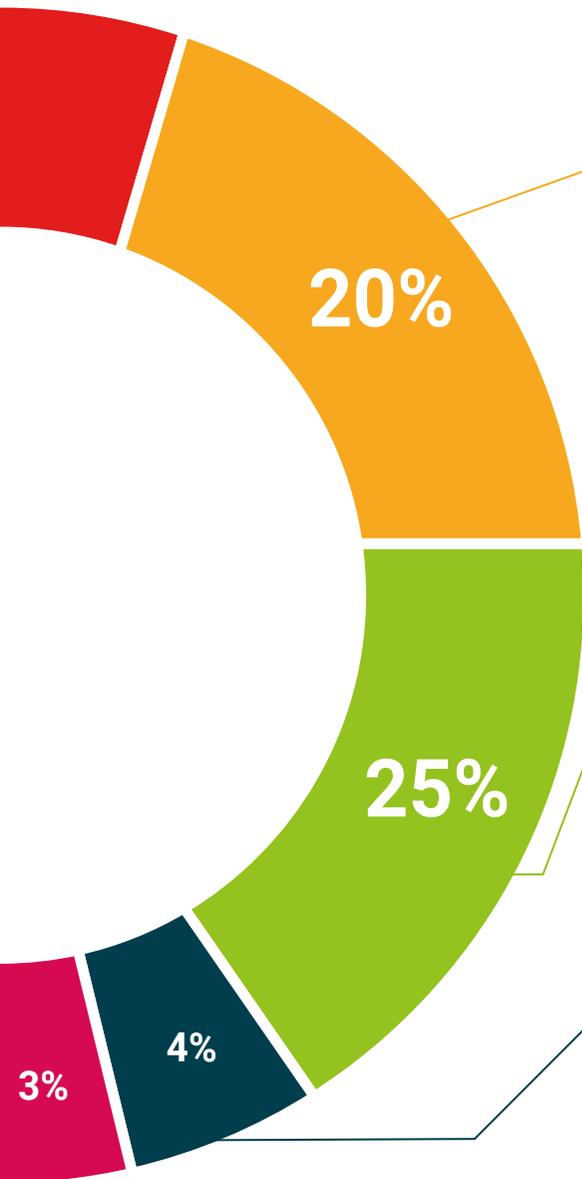
Sie werden Aktivitäten durchführen, um spezifische Kompetenzen und Fertigkeiten in jedem Fachbereich zu entwickeln. Übungen und Aktivitäten zum Erwerb und zur Entwicklung der Fähigkeiten und Fertigkeiten, die ein Spezialist im Rahmen der Globalisierung, in der wir leben, entwickeln muss.



#### Weitere Lektüren

Aktuelle Artikel, Konsensdokumente und internationale Leitfäden, u. a. In der virtuellen Bibliothek von TECH hat der Student Zugang zu allem, was er für seine Fortbildung benötigt.





#### Case Studies

Sie werden eine Auswahl der besten Fallstudien vervollständigen, die speziell für diese Qualifizierung ausgewählt wurden. Die Fälle werden von den besten Spezialisten der internationalen Szene präsentiert, analysiert und betreut.



#### Interaktive Zusammenfassungen

Das TECH-Team präsentiert die Inhalte auf attraktive und dynamische Weise in multimedialen Pillen, die Audios, Videos, Bilder, Diagramme und konzeptionelle Karten enthalten, um das Wissen zu vertiefen.

Dieses einzigartige Bildungssystem für die Präsentation multimedialer Inhalte wurde von Microsoft als "Europäische Erfolgsgeschichte" ausgezeichnet.



#### Testing & Retesting

Die Kenntnisse des Studenten werden während des gesamten Programms regelmäßig durch Bewertungs- und Selbsteinschätzungsaktivitäten und -übungen beurteilt und neu bewertet, so dass der Student überprüfen kann, wie er seine Ziele erreicht.



07

# Qualifizierung

Der Privater Masterstudiengang in Strahlenphysik garantiert neben der präzisesten und aktuellsten Fortbildung auch den Zugang zu einem von der TECH Technologischen Universität ausgestellten Diplom.



“

*Schließen Sie dieses Programm erfolgreich ab  
und erhalten Sie Ihren Universitätsabschluss  
ohne lästige Reisen oder Formalitäten”*

Dieser **Privater Masterstudiengang in Strahlenphysik** enthält das vollständigste und aktuellste Programm auf dem Markt.

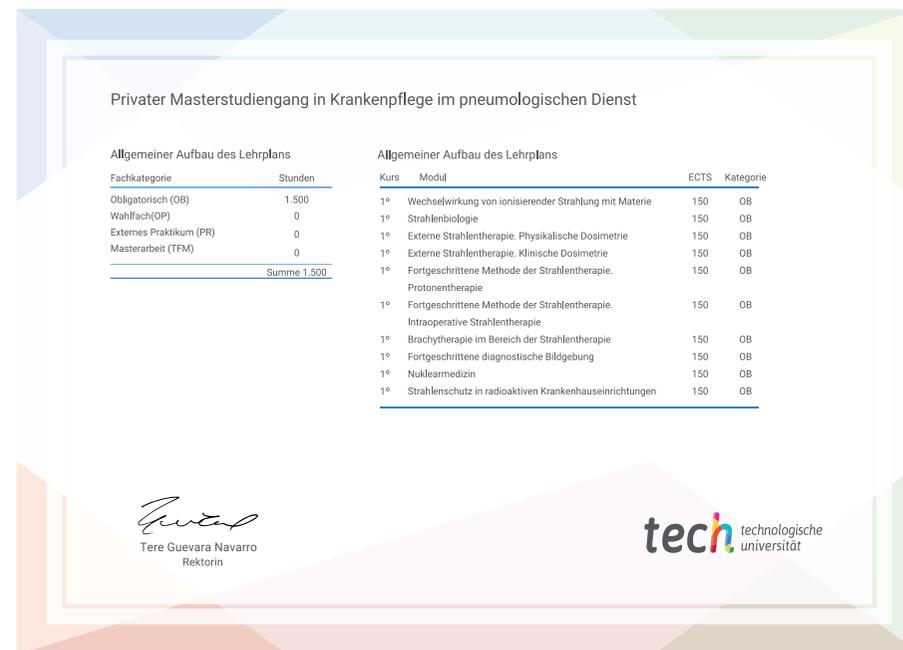
Sobald der Student die Prüfungen bestanden hat, erhält er/sie per Post\* mit Empfangsbestätigung das entsprechende Diplom, ausgestellt von der **TECH Technologischen Universität**.

Das von **TECH Technologische Universität** ausgestellte Diplom drückt die erworbene Qualifikation aus und entspricht den Anforderungen, die in der Regel von Stellenbörsen, Auswahlprüfungen und Berufsbildungsausschüssen verlangt werden.

**Titel: Privater Masterstudiengang in Strahlenphysik**

Modalität: **online**

Dauer: **12 Monate**



\*Haager Apostille. Für den Fall, dass der Student die Haager Apostille für sein Papierdiplom beantragt, wird TECH EDUCATION die notwendigen Vorkehrungen treffen, um diese gegen eine zusätzliche Gebühr zu beschaffen.

zukunft

gesundheit vertrauen menschen  
erziehung information tutoren  
garantie akkreditierung unterricht  
institutionen technologie lernen  
gemeinschaft verpflichtung  
persönliche betreuung innovation  
wissen gegenwart qualität  
online-Ausbildung  
entwicklung institutionen  
virtuelles Klassenzimmer

**tech** technologische  
universität

## Privater Masterstudiengang Strahlenphysik

- » Modalität: online
- » Dauer: 12 Monate
- » Qualifizierung: TECH Technologische Universität
- » Zeitplan: in Ihrem eigenen Tempo
- » Prüfungen: online

# Privater Masterstudiengang Strahlenphysik