

# Privater Masterstudiengang Medizinische Physik





## Privater Masterstudiengang Medizinische Physik

- » Modalität: online
- » Dauer: 12 Monate
- » Qualifizierung: TECH Technische Universität
- » Aufwand: 16 Std./Woche
- » Zeitplan: in Ihrem eigenen Tempo
- » Prüfungen: online

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

# Index

01

Präsentation

---

Seite 4

02

Ziele

---

Seite 8

03

Kompetenzen

---

Seite 14

04

Struktur und Inhalt

---

Seite 18

05

Methodik

---

Seite 34

06

Qualifizierung

---

Seite 42

# 01

# Präsentation

Wissenschaftliche Studien und technologische Fortschritte der letzten Jahrzehnte haben die Prävention, Diagnose und Behandlung von Krankheiten durch die Medizinische Physik vorgebracht. Dieses Wissen wirkt sich direkt auf das Wohlergehen der Menschen aus und erfordert hochqualifizierte Spezialisten, die zur Analyse der radiologischen Qualität der Umwelt oder zur Verbesserung der Protonentherapie beitragen. Vor diesem Hintergrund hat diese akademische Einrichtung ein 100%iges Online-Programm entwickelt, das es den Studenten ermöglicht, ihre Kenntnisse in moderner Physik, Biophysik oder Fernerkundung und Bildverarbeitung zu vertiefen. Und das alles mit innovativen Multimedia-Inhalten, auf die rund um die Uhr von jedem internetfähigen Gerät aus zugegriffen werden kann.





“

*Ein Studium, das Ihnen fundierte Kenntnisse der Physik und ihrer direkten Anwendung im Gesundheitssektor vermittelt. Machen Sie den ersten Schritt und schreiben Sie sich jetzt ein"*

Der technologische Fortschritt hat es zweifellos ermöglicht, die Erkenntnisse und Konzepte der Physik in die Realität umzusetzen. In diesem Sinne war der Beitrag der Ingenieurwissenschaften entscheidend für die heutige Verfügbarkeit von Geräten, die im Gesundheitswesen die Vorbeugung, Erkennung und Behandlung bestimmter Krankheiten erleichtern.

So wurden bedeutende Fortschritte bei den Strahlenbehandlungen (Radiographie, Tomographie, Szintigraphie), bei den Geräten und bei der Konzeption von Einrichtungen für die Anwendung dieser Therapien erzielt. Wissenschaftlichen Gruppen ist es auch gelungen, über den Rahmen eines Krankenhauses hinaus die Modellierung und Entwicklung von Impfstoffen oder die Schaffung neuer Medikamente voranzutreiben. Zweifellos ist der Beitrag der Ingenieure ein entscheidender Faktor für den Fortschritt in diesem Bereich. Aus diesem Grund hat TECH dieses 100%ige Online-Programm entwickelt, das den Studenten eine solide Fortbildung in medizinischer Physik bietet.

Zu diesem Zweck stellt diese akademische Einrichtung die innovativsten Lehrmittel zur Verfügung. Dank dieser Hilfsmittel können die Studenten die Biophysik, die Schlüsselkonzepte der Optik und die fortgeschrittene Thermodynamik viel dynamischer erlernen. Darüber hinaus können sich Berufstätige in einem theoretisch-praktischen Ansatz mit Fernerkundung und Bildverarbeitung, den gängigsten Computerprogrammen und moderner Physik vertraut machen.

Ein Studiengang, der ausschließlich online angeboten wird, ohne feste Kurszeiten, auf den der Berufstätige jederzeit und überall zugreifen kann. Alles, was Sie brauchen, ist ein elektronisches Gerät (Computer, Tablet-PC oder Mobiltelefon) mit Internetanschluss, um den gesamten Lehrplan auf dem virtuellen Campus abzurufen. Zudem können die Studenten ihr Studienpensum frei nach ihren Bedürfnissen einteilen. Diese Qualifikation ist daher eine hervorragende Möglichkeit, sich im Bereich der Medizinischen Physik durch einen privaten Masterstudiengang auf höchstem akademischem Niveau beruflich weiterzuentwickeln.

Dieser **Privater Masterstudiengang in Medizinische Physik** enthält das vollständigste und aktuellste Programm auf dem Markt. Die hervorstechendsten Merkmale sind:

- ♦ Die Entwicklung von Fallstudien, die von Experten für Physik 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



*Schreiben Sie sich jetzt für einen 100% online privaten Masterstudiengang ein, der es Ihnen ermöglicht, Ihre beruflichen Verpflichtungen mit einer qualitativ hochwertigen Weiterbildung zu verbinden"*

“

*Wollen Sie der nächste innovative Ingenieur auf dem Gebiet der Medizinischen Physik sein? Dieser private Masterstudiengang vermittelt Ihnen das nötige Wissen. Schreiben Sie sich jetzt ein"*

Zu den Dozenten des Programms gehören Fachleute aus der Branche, die ihre Erfahrungen aus ihrer Arbeit in diese Weiterbildung einbringen, sowie anerkannte Spezialisten aus führenden Unternehmen und renommierten Universitäten.

Die multimedialen Inhalte, die mit der neuesten Bildungstechnologie entwickelt wurden, werden der Fachkraft ein situierendes 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.

*Videozusammenfassungen zu jedem Thema, Detailvideos oder wichtige Lektüre stehen Ihnen zur Verfügung, um sich die fortgeschrittensten Kenntnisse in Medizinischer Physik anzueignen.*

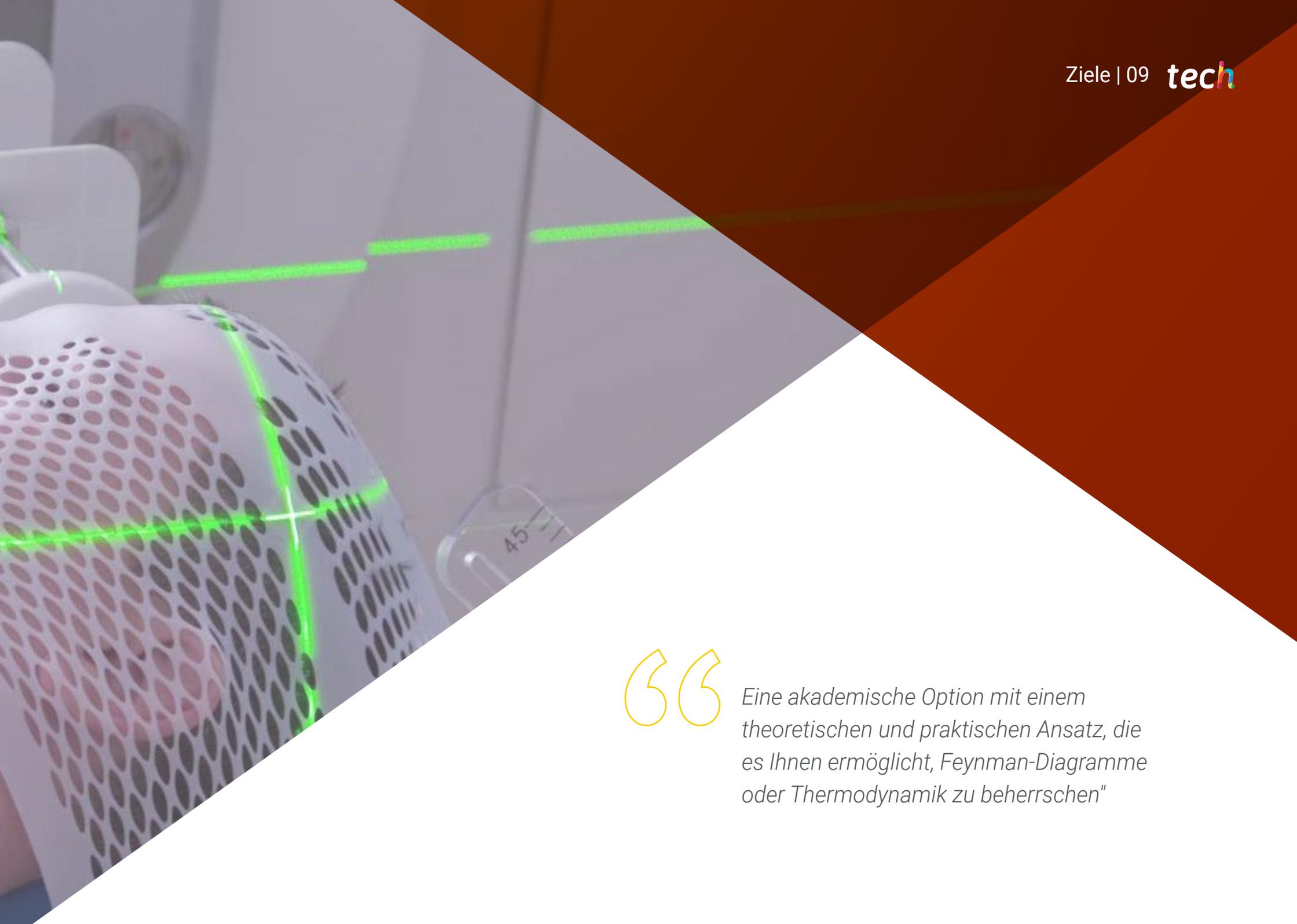
*Sie können die physikalischen Prozesse im Alltag und die medizinischen Anwendungen vertiefen, wann immer Sie wollen, auf Ihrem Computer oder Tablet.*



# 02 Ziele

Das Curriculum dieses privaten Masterstudiengangs wurde mit dem Ziel entwickelt, die fortschrittlichsten und umfassendsten Kenntnisse im Bereich der Medizinischen Physik zu vermitteln und so die berufliche Karriere der Studenten zu fördern. So werden Sie am Ende dieses Studiums mit den neuesten Entwicklungen und Fortschritten in der theoretischen und experimentellen Physik, der Kern- und Teilchenphysik oder der Anwendung von Konzepten der Thermodynamik vertraut sein. Darüber hinaus stehen Ihnen Spezialisten auf diesem Gebiet zur Verfügung, um Ihre Fragen zum Lehrplan zu beantworten.





“

*Eine akademische Option mit einem theoretischen und praktischen Ansatz, die es Ihnen ermöglicht, Feynman-Diagramme oder Thermodynamik zu beherrschen"*



## Allgemeine Ziele

---

- ◆ In der Lage sein, Verhaltensweisen mit Hilfe der grundlegenden Gleichungen der Fluidodynamik zu erklären
- ◆ Verstehen der vier Hauptsätze der Thermodynamik und deren Anwendung auf die Untersuchung thermodynamischer Systeme
- ◆ Anwenden von Prozessen der Analyse, Synthese und des kritischen Denkens
- ◆ Kennen der wichtigsten Prinzipien, auf denen die medizinische Physik beruht
- ◆ Verstehen der Konzepte der 3D- und 4D-Segmentierung und -Verarbeitung
- ◆ Kennen der Fortschritte in der Fernerkundung und Bildverarbeitung
- ◆ Verstehen der Hauptmerkmale der Nuklearmedizin





## Spezifische Ziele

---

### Modul 1. Chemie

- ◆ Erklären der grundlegenden chemischen Phänomene und Prozesse, die mit der Umwelt interagieren
- ◆ Beschreiben der Struktur, der physikalisch-chemischen Eigenschaften und der Reaktivität von Elementen und Verbindungen, die an biogeochemischen Kreisläufen beteiligt sind
- ◆ Bedienen von grundlegenden Gerätschaften in einem Chemielabor
- ◆ In der Lage sein, Ergebnisse im praktischen Umfeld der Chemie zu interpretieren

### Modul 2. Einführung in die moderne Physik

- ◆ Erkennen und Beurteilen des Vorhandenseins von physikalischen Prozessen im täglichen Leben und sowohl in spezifischen (medizinische Anwendungen, Flüssigkeitsverhalten, Optik oder Strahlenschutz) als auch in allgemeinen Szenarien (Elektromagnetismus, Thermodynamik oder klassische Mechanik)
- ◆ In der Lage sein, Computerwerkzeuge zur Lösung und Modellierung physikalischer Probleme zu verwenden
- ◆ Vertraut sein mit neuen Entwicklungen und Fortschritten auf dem Gebiet der Physik, sowohl theoretisch als auch experimentell
- ◆ Entwickeln von Kommunikationsfähigkeiten, um Berichte und Dokumente zu schreiben oder diese effektiv zu präsentieren

### Modul 3. Optik

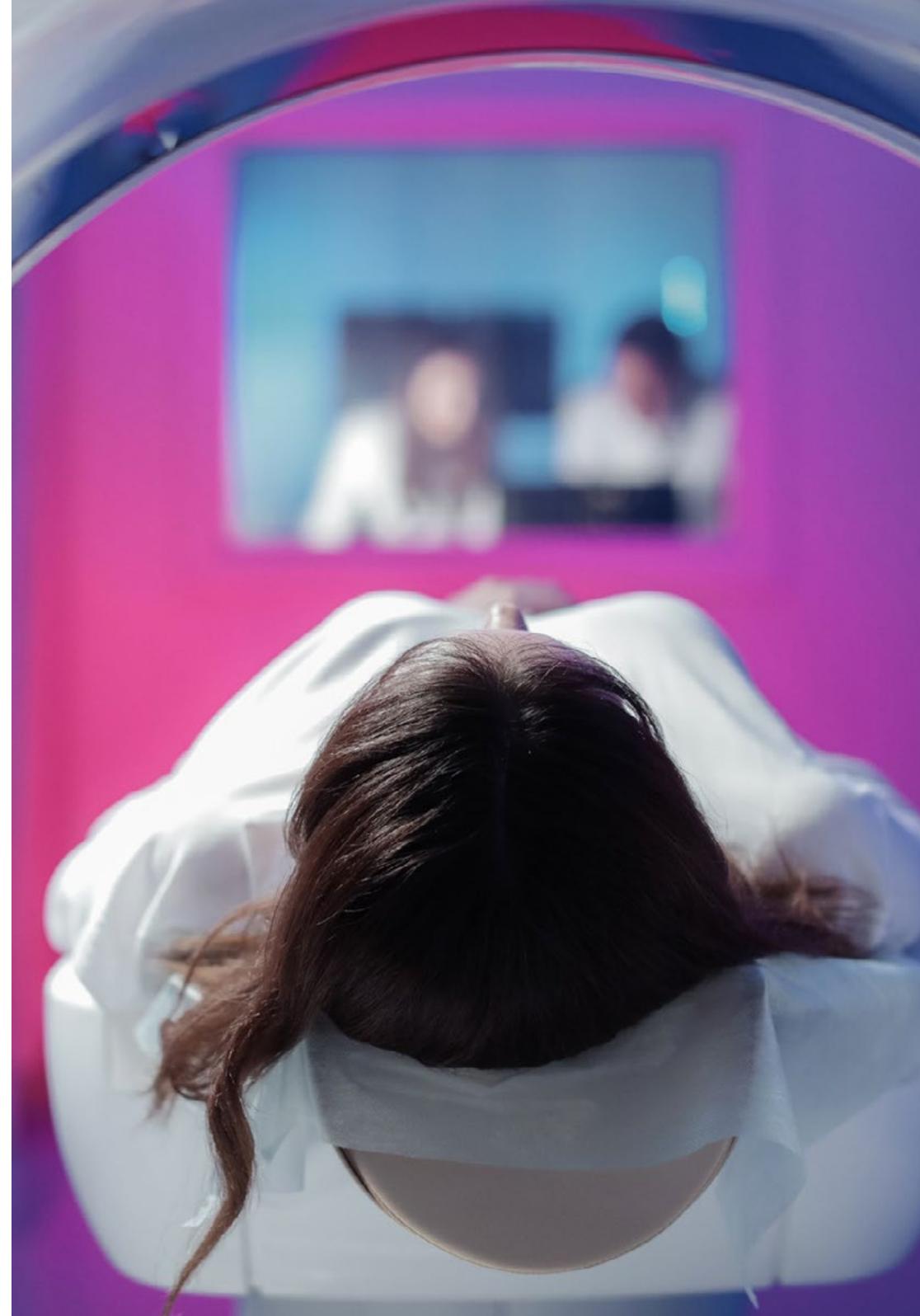
- ♦ Vertiefen der Grundkenntnisse der geometrischen Optik
- ♦ Kennen der physikalischen Prinzipien, auf denen die gängigsten optischen Instrumente beruhen
- ♦ Verstehen und Analysieren von optischen Phänomenen des täglichen Lebens
- ♦ Anwenden der Konzepte der Optik auf die Lösung physikalischer Probleme im Zusammenhang mit der Optik und Verstehen der Beziehung zwischen der Optik und anderen Disziplinen der Physik

### Modul 4. Thermodynamik

- ♦ Effektives Lösen von Problemen auf dem Gebiet der Thermodynamik
- ♦ Aneignen grundlegender Begriffe der statistischen Mechanik
- ♦ In der Lage sein, verschiedene Zusammenhänge und Umgebungen im Bereich der Physik auf der Grundlage einer soliden mathematischen Basis zu analysieren
- ♦ Verstehen und Anwenden von mathematischen und numerischen Methoden, die in der Thermodynamik häufig verwendet werden

### Modul 5. Fortgeschrittene Thermodynamik

- ♦ Vertiefen der Prinzipien der Thermodynamik
- ♦ Verstehen der Konzepte der Kollektivität und in der Lage sein, zwischen verschiedenen Arten von Kollektiven zu unterscheiden
- ♦ Unterscheiden können, welche Kollektivität bei der Untersuchung eines bestimmten Systems am nützlichsten ist, je nach Art des thermodynamischen Systems
- ♦ Kennen der Grundbegriffe des Ising-Modells
- ♦ Kennenlernen des Unterschieds zwischen Bosonenstatistik und Baryonenstatistik



**Modul 6. Kern- und Teilchenphysik**

- ◆ Erwerben von Grundkenntnissen der Kern- und Teilchenphysik
- ◆ In der Lage sein, zwischen den verschiedenen Kernzerfallsprozessen zu unterscheiden
- ◆ Kennen der Feynman-Diagramme, ihrer Verwendung und wie man sie zeichnet
- ◆ Wissen, wie man relativistische Kollisionen berechnet

**Modul 7. Strömungsmechanik**

- ◆ Verstehen der allgemeinen Konzepte der Strömungsphysik und Lösen entsprechender Probleme
- ◆ Verstehen der grundlegenden Eigenschaften von Fluiden und ihres Verhaltens unter verschiedenen Bedingungen
- ◆ Kennen der konstitutiven Gleichungen
- ◆ Gewinnen von Sicherheit im Umgang mit den Navier-Stokes-Gleichungen

**Modul 8. Fernerkundung und Bildverarbeitung**

- ◆ Erwerben grundlegender Kenntnisse der medizinischen und atmosphärischen Bildverarbeitung und ihrer Anwendungen in den entsprechenden Bereichen der medizinischen bzw. atmosphärischen Physik
- ◆ Erlangen von Fähigkeiten in der Bildoptimierung, Registrierung und Fusion
- ◆ Erwerben von Grundkenntnissen über *Machine Learning* und Datenanalyse

**Modul 9. Biophysik**

- ◆ Kennen der Eigenschaften lebender Systeme aus physikalischer Sicht
- ◆ Erwerben von Grundkenntnissen über die verschiedenen Arten des Transports durch Zellmembranen und wie sie funktionieren
- ◆ Verstehen der mathematischen Beziehungen, die biologische Prozesse modellieren
- ◆ Erwerben grundlegender Kenntnisse über die Physik von Nervenimpulsen

**Modul 10. Medizinische Physik**

- ◆ Studieren der Konzepte der Metrologie und Dosimetrie ionisierender Strahlung
- ◆ Verstehen der physikalischen Prinzipien der diagnostischen Bildgebung
- ◆ Identifizieren der physikalischen Prinzipien und praktischen Anwendungen der Nuklearmedizin
- ◆ Verstehen der physikalischen Prinzipien, auf denen die Strahlentherapie beruht



*Mit dieser Qualifikation sind Sie auf dem neuesten Stand der medizinischen Physik und ihrer Anwendung bei der Behandlung von Krankheiten"*

# 03

# Kompetenzen

Dieser Studiengang ermöglicht es den Studenten, ihre Kompetenzen im Bereich der Medizinischen Physik zu erweitern. Darüber hinaus erwerben sie in diesem Bereich Fähigkeiten, die es ihnen ermöglichen, die in der Fernerkundung verwendete Software zu beherrschen, bipolare digitale Schaltkreise und fortschrittliche Technologien anzuwenden oder die Auswirkungen ionisierender Strahlung auf den Menschen genau zu erkennen. Die in diesem Programm enthaltenen Fallstudien werden bei der Erreichung dieser Ziele sehr hilfreich sein.





“

*Das von TECH eingesetzte Relearning-System wird Ihnen helfen, viel schneller zu lernen und lange Studienzeiten zu verkürzen"*



## Allgemeine Kompetenzen

---

- ◆ Wissen, wie man 3D- und 4D-Segmentierungs- und Verarbeitungstechniken anwendet
- ◆ Anwenden von fortgeschrittenen Verarbeitungsmethoden (Ionen und Neutronen)
- ◆ Erkennen der Auswirkungen von chemischen Reaktionen auf Transportprozesse
- ◆ Beherrschen bildgebender Verfahren in der Radiologie: Radiographie und CT-Scanning



*Klicken Sie hier, um sich für einen Studiengang einzuschreiben, der Ihnen die Beherrschung der wichtigsten Softwareprogramme für die Fernerkundung vermittelt"*





## Spezifische Kompetenzen

---

- ◆ Verstehen der Grundsätze des Strahlenschutzes sowie der im Strahlenschutzsystem verwendeten Größen und Einheiten
- ◆ Erkennen der Auswirkungen von ionisierender Strahlung auf Lebewesen
- ◆ In der Lage sein, bipolare und hochentwickelte digitale Schaltungen anzuwenden
- ◆ Richtiges Anwenden von Fernerkundungssoftware mit Python

# 04

## Struktur und Inhalt

Die Wirksamkeit des *Relearning*-Systems, das auf der Wiederholung von Inhalten basiert, hat die TECH dazu veranlasst, es in allen ihren Studiengängen einzusetzen, was es den Studenten ermöglicht, den Lehrplan viel flexibler zu durchlaufen und sogar die langen Studienzeiten zu verkürzen. Auf diese Weise wird der Ingenieurwissenschaftler durch den umfassendsten Inhalt zur Medizinischen Physik geführt. Es enthält auch Video-Zusammenfassungen für jedes Thema, detaillierte Videos und spezielle Lektüre, die es Ihnen ermöglicht, in die Biophysik, Kern- und Teilchenphysik sowie in die wichtigsten Software-Programme für Fernerkundung und Bildverarbeitung einzutauchen.





“

*Ein Lehrplan, der Ihnen in zwölf Monaten  
das fortschrittlichste und aktuellste Wissen  
über Medizinische Physik vermittelt"*

## Modul 1. Chemie

- 1.1. Struktur der Materie und chemische Bindung
  - 1.1.1. Die Materie
  - 1.1.2. Das Atom
  - 1.1.3. Arten von chemischen Bindungen
- 1.2. Gase, Flüssigkeiten und Lösungen
  - 1.2.1. Gase
  - 1.2.2. Flüssigkeiten
  - 1.2.3. Arten von Lösungen
- 1.3. Thermodynamik
  - 1.3.1. Einführung in die Thermodynamik
  - 1.3.2. Erster Hauptsatz der Thermodynamik
  - 1.3.3. Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik
- 1.4. Säure-Base
  - 1.4.1. Konzepte der Azidität und Basizität
  - 1.4.2. pH
  - 1.4.3. pOH
- 1.5. Löslichkeit und Ausfällung
  - 1.5.1. Gleichgewichte in der Löslichkeit
  - 1.5.2. Flocken
  - 1.5.3. Kolloide
- 1.6. Oxidations-Reduktions-Reaktionen
  - 1.6.1. Oxidations-Reduktions-Potenzial
  - 1.6.2. Einführung in Stacken
  - 1.6.3. Elektrolytischer Tank
- 1.7. Chemie des Kohlenstoffs
  - 1.7.1. Einführung
  - 1.7.2. Kohlenstoffkreislauf
  - 1.7.3. Organische Formulierung
- 1.8. Energie und Umwelt
  - 1.8.1. Weiterführung von Batterien
  - 1.8.2. Carnot-Zyklus
  - 1.8.3. Diesel-Zyklus

- 1.9. Atmosphärische Chemie
  - 1.9.1. Die wichtigsten atmosphärischen Schadstoffe
  - 1.9.2. Saurer Regen
  - 1.9.3. Grenzüberschreitende Verschmutzung
- 1.10. Boden- und Wasserchemie
  - 1.10.1. Einführung
  - 1.10.2. Wasserchemie
  - 1.10.3. Bodenchemie

## Modul 2. Einführung in die moderne Physik

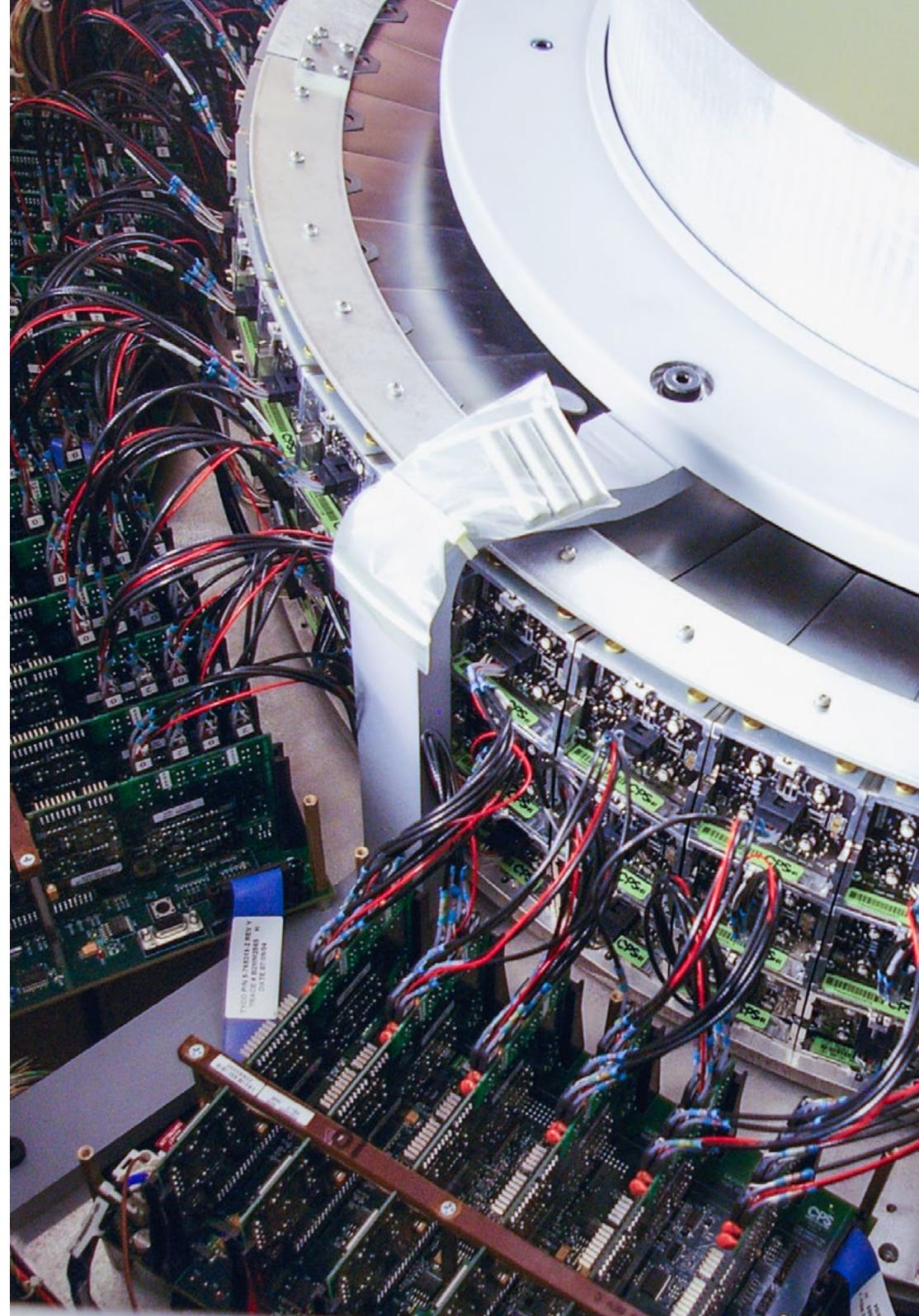
- 2.1. Einführung in die Medizinische Physik
  - 2.1.1. Anwendung der Physik in der Medizin
  - 2.1.2. Energie geladener Teilchen in Geweben
  - 2.1.3. Photonen in Geweben
  - 2.1.4. Anwendungen
- 2.2. Einführung in die Teilchenphysik
  - 2.2.1. Einführung und Ziele
  - 2.2.2. Quantisierte Teilchen
  - 2.2.3. Grundlegende Kräfte und Ladungen
  - 2.2.4. Erkennung von Teilchen
  - 2.2.5. Klassifizierung der fundamentalen Teilchen und Standardmodell
  - 2.2.6. Jenseits des Standardmodells
  - 2.2.7. Aktuelle Theorien zur Verallgemeinerung
  - 2.2.8. Hochenergie-Experimente
- 2.3. Teilchenbeschleuniger
  - 2.3.1. Prozesse in Teilchenbeschleunigern
  - 2.3.2. Linearbeschleuniger
  - 2.3.3. Zyklotrone
  - 2.3.4. Synchrotrone
- 2.4. Einführung in die Kernphysik
  - 2.4.1. Nukleare Stabilität
  - 2.4.2. Neue Methoden in der Kernspaltung
  - 2.4.3. Kernfusion
  - 2.4.4. Synthese von superschweren Elementen

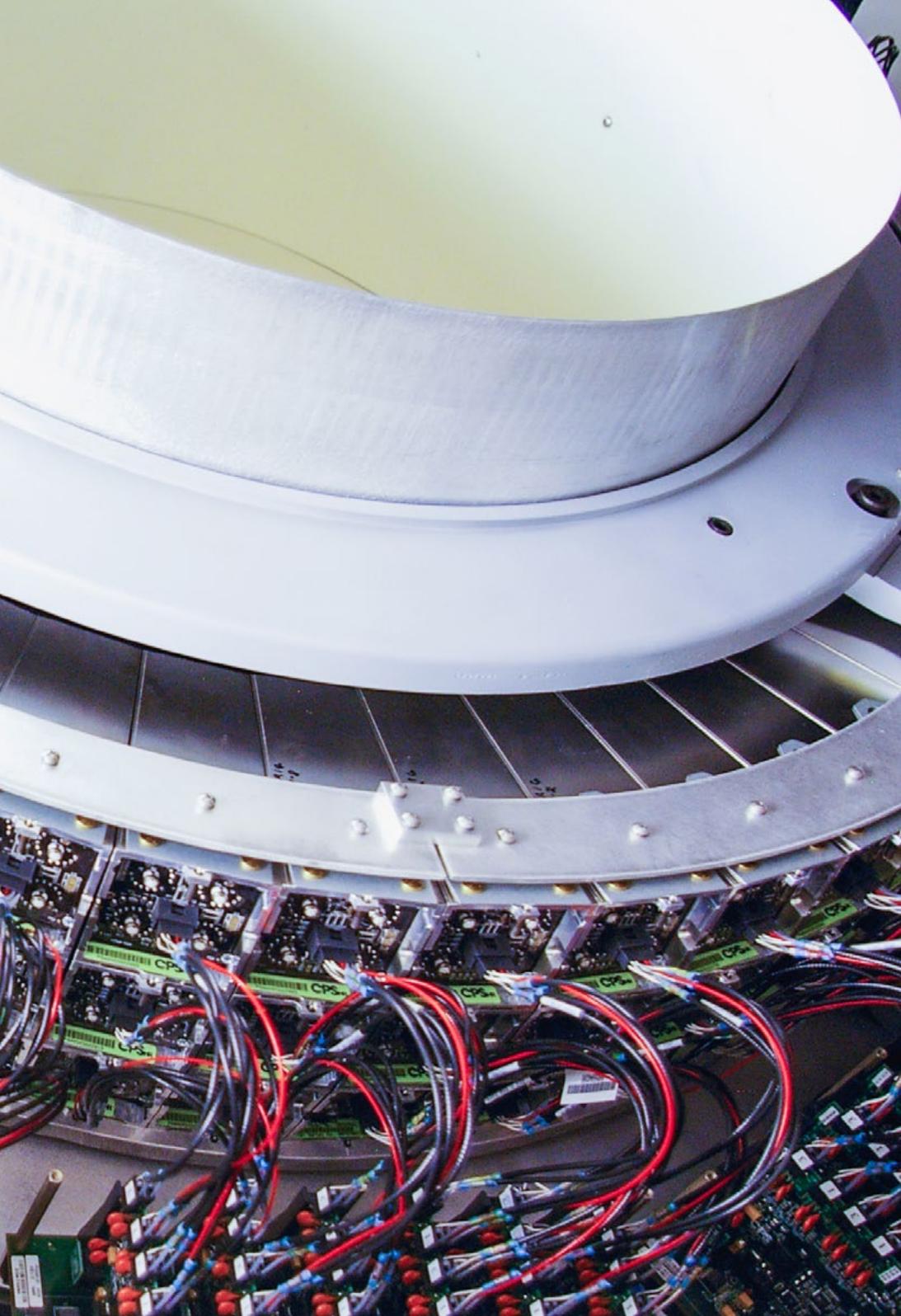
- 2.5. Einführung in die Astrophysik
  - 2.5.1. Das Sonnensystem
  - 2.5.2. Geburt und Tod eines Sterns
  - 2.5.3. Erforschung des Weltraums
  - 2.5.4. Exoplaneten
- 2.6. Einführung in die Kosmologie
  - 2.6.1. Berechnung von Entfernungen in der Astronomie
  - 2.6.2. Berechnung von Geschwindigkeiten in der Astronomie
  - 2.6.3. Dunkle Materie und dunkle Energie
  - 2.6.4. Die Expansion des Universums
  - 2.6.5. Gravitationswellen
- 2.7. Geophysik und Atmosphärenphysik
  - 2.7.1. Geophysik
  - 2.7.2. Atmosphärenphysik
  - 2.7.3. Meteorologie
  - 2.7.4. Klimawandel
- 2.8. Einführung in die Physik der kondensierten Materie
  - 2.8.1. Aggregatzustände der Materie
  - 2.8.2. Allotrope der Materie
  - 2.8.3. Krystalline Feststoffe
  - 2.8.4. Weiche Materie
- 2.9. Einführung in die Quanteninformatik
  - 2.9.1. Einführung in die Quantenwelt
  - 2.9.2. Qubits
  - 2.9.3. Mehrere Qubits
  - 2.9.4. Logikgatter
  - 2.9.5. Quantenprogramme
  - 2.9.6. Quantencomputer
- 2.10. Einführung in die Quantenkryptographie
  - 2.10.1. Klassische Information
  - 2.10.2. Quanteninformation
  - 2.10.3. Quantenverschlüsselung
  - 2.10.4. Protokolle in der Quantenkryptographie

### Modul 3. Optik

- 3.1. Wellen: Einführung
  - 3.1.1. Gleichung der Wellenbewegung
  - 3.1.2. Flache Wellen
  - 3.1.3. Sphärische Wellen
  - 3.1.4. Harmonische Lösung der Wellengleichung
  - 3.1.5. Fourier-Analyse
- 3.2. Überlagerung von Wellen
  - 3.2.1. Überlagerung von Wellen der gleichen Frequenz
  - 3.2.2. Überlagerung von Wellen mit unterschiedlicher Frequenz
  - 3.2.3. Phasengeschwindigkeit und Gruppengeschwindigkeit
  - 3.2.4. Überlagerung von Wellen mit senkrechten elektrischen Vektoren
- 3.3. Elektromagnetische Theorie des Lichts
  - 3.3.1. Makroskopische Maxwellsche Gleichungen
  - 3.3.2. Reaktion des Materials
  - 3.3.3. Energie-Beziehungen
  - 3.3.4. Elektromagnetische Wellen
  - 3.3.5. Homogenes und isotropes lineares Medium
  - 3.3.6. Transversalität von ebenen Wellen
  - 3.3.7. Energietransport
- 3.4. Isotrope Medien
  - 3.4.1. Reflexion und Brechung in Dielektrika
  - 3.4.2. Fresnel-Formeln
  - 3.4.3. Dielektrische Medien
  - 3.4.4. Induzierte Polarisation
  - 3.4.5. Klassisches Lorentz-Dipol-Modell
  - 3.4.6. Ausbreitung und Streuung eines Lichtstrahls
- 3.5. Geometrische Optik
  - 3.5.1. Paraxiale Approximation
  - 3.5.2. Fermatsches Prinzip
  - 3.5.3. Trajektorien-Gleichung
  - 3.5.4. Ausbreitung in ungleichförmigen Medien

- 3.6. Bildgestaltung
  - 3.6.1. Bildgestaltung in der geometrischen Optik
  - 3.6.2. Paraxiale Optik
  - 3.6.3. Abbe-Invariante
  - 3.6.4. Zunahmen
  - 3.6.5. Zentrierte Systeme
  - 3.6.6. Fokusse und Fokusebenen
  - 3.6.7. Ebenen und Hauptpunkte
  - 3.6.8. Dünne Linsen
  - 3.6.9. Systemkopplung
- 3.7. Optische Instrumente
  - 3.7.1. Das menschliche Auge
  - 3.7.2. Fotografische und Projektionsinstrumente
  - 3.7.3. Teleskope
  - 3.7.4. Nahsichtgeräte: zusammengesetzte Lupen und Mikroskope
- 3.8. Anisotrope Medien
  - 3.8.1. Polarisierung
  - 3.8.2. Elektrische Suszeptibilität. Index-Ellipsoid
  - 3.8.3. Wellengleichung in anisotropen Medien
  - 3.8.4. Ausbreitungsbedingungen
  - 3.8.5. Brechung in anisotropen Medien
  - 3.8.6. Fresnel-Konstruktion
  - 3.8.7. Indexellipsoid-Konstruktion
  - 3.8.8. Verzögerer
  - 3.8.9. Absorbierende anisotrope Medien
- 3.9. Interferenzen
  - 3.9.1. Allgemeine Prinzipien und Bedingungen der Interferenz
  - 3.9.2. Interferenz durch Wellenfrontaufspaltung
  - 3.9.3. Youngsche Interferenzstreifen
  - 3.9.4. Amplitudenspaltende Interferenz
  - 3.9.5. Michelson-Interferometer
  - 3.9.6. Amplitudengeteilte Mehrstrahlinterferometer
  - 3.9.7. Fabry-Perot-Interferometer





- 3.10. Diffraktion
  - 3.10.1. Huygens-Fresnel-Prinzip
  - 3.10.2. Fresnelsche und Fraunhofersche Beugung
  - 3.10.3. Fraunhofer-Beugung durch eine Apertur
  - 3.10.4. Begrenzung des Auflösungsvermögens von Instrumenten
  - 3.10.5. Fraunhofer-Beugung durch mehrere Aperturen
  - 3.10.6. Doppelspalt
  - 3.10.7. Optisches Gitter
  - 3.10.8. Einführung in die Kirchhoffsche Skalartheorie

#### Modul 4. Thermodynamik

- 4.1. Mathematische Werkzeuge: Überblick
  - 4.1.1. Überprüfung der Logarithmus- und Exponentialfunktionen
  - 4.1.2. Wiederholung der Ableitungen
  - 4.1.3. Integrale
  - 4.1.4. Ableitung einer Funktion von mehreren Variablen
- 4.2. Kalorimetrie. Der Nullsatz der Thermodynamik
  - 4.2.1. Einführung und allgemeine Konzepte
  - 4.2.2. Thermodynamische Systeme
  - 4.2.3. Der Nullsatz der Thermodynamik
  - 4.2.4. Temperaturskalen. Absolute Temperatur
  - 4.2.5. Umkehrbare und unumkehrbare Prozesse
  - 4.2.6. Vorzeichenkriterien
  - 4.2.7. Spezifische Wärme
  - 4.2.8. Molare Wärme
  - 4.2.9. Phasenwechsel
  - 4.2.10. Thermodynamische Koeffizienten
- 4.3. Thermodynamische Arbeit. Erster Hauptsatz der Thermodynamik
  - 4.3.1. Wärme und thermodynamische Arbeit
  - 4.3.2. Zustandsfunktionen und innere Energie
  - 4.3.3. Erster Hauptsatz der Thermodynamik
  - 4.3.4. Arbeit eines Gassystems
  - 4.3.5. Joulesches Gesetz
  - 4.3.6. Reaktionswärme und Enthalpie

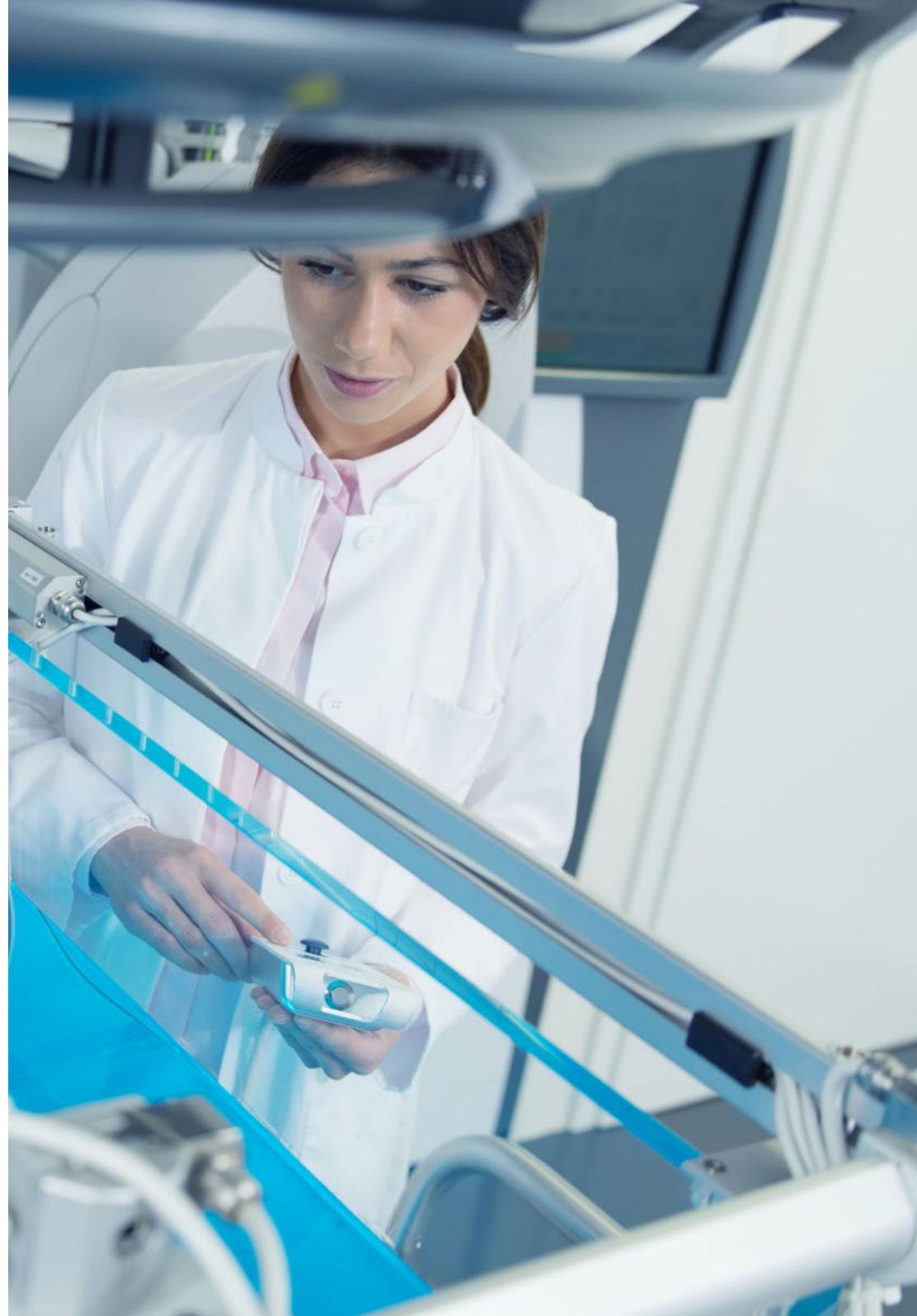
- 4.4. Ideale Gase
  - 4.4.1. Ideale Gasgesetze
    - 4.4.1.1. Gesetz von Boyle-Mariotte
    - 4.4.1.2. Gay-Lussacsche Gesetze
    - 4.4.1.3. Zustandsgleichung der idealen Gase
      - 4.4.1.3.1. Dalton-Gesetz
      - 4.4.1.3.2. Mayersches Gesetz
  - 4.4.2. Kalorimetrische Gleichungen für das ideale Gas
  - 4.4.3. Adiabatische Prozesse
    - 4.4.3.1. Adiabatische Umwandlungen eines idealen Gases
      - 4.4.3.1.1. Beziehung zwischen Isothermen und Adiabaten
      - 4.4.3.1.2. Arbeit in adiabatischen Prozessen
  - 4.4.4. Polytrope Transformationen
- 4.5. Reale Gase
  - 4.5.1. Motivation
  - 4.5.2. Ideale und reale Gase
  - 4.5.3. Beschreibung von realen Gasen
  - 4.5.4. Zustandsgleichungen der Reihenentwicklung
  - 4.5.5. Van-der-Waals-Gleichung und Reihenentwicklung
  - 4.5.6. Andrews Isothermen
  - 4.5.7. Metastabile Zustände
  - 4.5.8. Van-der-Waals-Gleichung: Konsequenzen
- 4.6. Entropie
  - 4.6.1. Einführung und Ziele
  - 4.6.2. Entropie: Definition und Einheiten
  - 4.6.3. Entropie eines idealen Gases
  - 4.6.4. Entropie-Diagramm
  - 4.6.5. Clausiussche Ungleichung
  - 4.6.6. Grundlegende Gleichung der Thermodynamik
  - 4.6.7. Satz von Carathéodory
- 4.7. Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik
  - 4.7.1. Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik
  - 4.7.2. Transformationen zwischen zwei Wärmequellen
  - 4.7.3. Carnot-Kreisprozess
  - 4.7.4. Echte Wärmekraftmaschine
  - 4.7.5. Clausius-Theorem
- 4.8. Thermodynamische Funktionen. Dritter Hauptsatz der Thermodynamik
  - 4.8.1. Thermodynamische Funktionen
  - 4.8.2. Thermodynamische Gleichgewichtsbedingungen
  - 4.8.3. Maxwell-Gleichungen
  - 4.8.4. Thermodynamische Zustandsgleichung
  - 4.8.5. Innere Energie eines Gases
  - 4.8.6. Adiabatische Umwandlungen in einem realen Gas
  - 4.8.7. Dritter Hauptsatz der Thermodynamik und Folgen
- 4.9. Kinetisch-molekulare Theorie der Gase
  - 4.9.1. Hypothesen der kinetisch-molekularen Theorie
  - 4.9.2. Kinetische Theorie des Drucks eines Gases
  - 4.9.3. Adiabatische Entwicklung eines Gases
  - 4.9.4. Kinetische Theorie der Temperatur
  - 4.9.5. Mechanisches Argument für die Temperatur
  - 4.9.6. Prinzip der Energieäquipartition
  - 4.9.7. Virialsatz
- 4.10. Einführung in die statistische Mechanik
  - 4.10.1. Einführung und Ziele
  - 4.10.2. Allgemeine Konzepte
  - 4.10.3. Entropie, Wahrscheinlichkeit und das Stefan-Boltzmann-Gesetz
  - 4.10.4. Maxwell-Boltzmann-Verteilung
  - 4.10.5. Thermodynamische Funktionen und Verteilungsfunktionen

## Modul 5. Fortgeschrittene Thermodynamik

- 5.1. Formalismus der Thermodynamik
  - 5.1.1. Gesetze der Thermodynamik
  - 5.1.2. Die fundamentale Gleichung
  - 5.1.3. Innere Energie: Euler-Form
  - 5.1.4. Gibbs-Duhem-Gleichung
  - 5.1.5. Legendre-Transformation
  - 5.1.6. Thermodynamische Potentiale
  - 5.1.7. Maxwellsche Beziehungen für eine Flüssigkeit
  - 5.1.8. Stabilitätsbedingungen
- 5.2. Mikroskopische Beschreibung von makroskopischen Systemen I
  - 5.2.1. Mikrozustände und Makrozustände: Einführung
  - 5.2.2. Phasenraum
  - 5.2.3. Kollektivitäten
  - 5.2.4. Mikrokanonische Kollektivität
  - 5.2.5. Thermisches Gleichgewicht
- 5.3. Mikroskopische Beschreibung von makroskopischen Systemen II
  - 5.3.1. Diskrete Systeme
  - 5.3.2. Statistische Entropie
  - 5.3.3. Maxwell-Boltzmann-Verteilung
  - 5.3.4. Druck
  - 5.3.5. Effusion
- 5.4. Kanonische Kollektivität
  - 5.4.1. Teilungsfunktion
  - 5.4.2. Ideale Systeme
  - 5.4.3. Energiedegeneration
  - 5.4.4. Verhalten des einatomigen idealen Gases bei einem Potential
  - 5.4.5. Energie-Äquipartitions-Theorem
  - 5.4.6. Diskrete Systeme
- 5.5. Magnetische Systeme
  - 5.5.1. Thermodynamik von magnetischen Systemen
  - 5.5.2. Klassischer Paramagnetismus
  - 5.5.3. Spin  $\frac{1}{2}$ -Paramagnetismus
  - 5.5.4. Adiabatische Entmagnetisierung
- 5.6. Phasenübergänge
  - 5.6.1. Klassifizierung von Phasenübergängen
  - 5.6.2. Phasendiagramme
  - 5.6.3. Clapeyron-Gleichung
  - 5.6.4. Gleichgewicht zwischen Dampf und kondensierter Phase
  - 5.6.5. Der kritische Punkt
  - 5.6.6. Klassifikation der Phasenübergänge nach Ehrenfest
  - 5.6.7. Landau-Theorie
- 5.7. Ising-Modell
  - 5.7.1. Einführung
  - 5.7.2. Eindimensionale Kette
  - 5.7.3. Eindimensionale offene Kette
  - 5.7.4. Mittelwertfeld-Approximation
- 5.8. Reale Gase
  - 5.8.1. Verständlichkeitsfaktor. Viriale Entwicklung
  - 5.8.2. Wechselwirkungspotential und konfigurative Verteilungsfunktion
  - 5.8.3. Zweiter Virialkoeffizient
  - 5.8.4. Van-der-Waals-Gleichung
  - 5.8.5. Gittergas
  - 5.8.6. Theorem der übereinstimmenden Zustände
  - 5.8.7. Joule- und Joule-Kelvin-Ausdehnungen
- 5.9. Photonengas
  - 5.9.1. Bosonen-Statistik vs. Fermionen-Statistik
  - 5.9.2. Energiedichte und Entartung von Zuständen
  - 5.9.3. Plancksche Verteilungsgesetz
  - 5.9.4. Zustandsgleichungen eines Photonengases
- 5.10. Makrokanonische Kollektivität
  - 5.10.1. Teilungsfunktion
  - 5.10.2. Diskrete Systeme
  - 5.10.3. Fluktuationen
  - 5.10.4. Ideale Systeme
  - 5.10.5. Das monoatomare Gas
  - 5.10.6. Dampf-Festkörper-Gleichgewicht

## Modul 6. Kern- und Teilchenphysik

- 6.1. Einführung in die Kernphysik
  - 6.1.1. Periodensystem der Elemente
  - 6.1.2. Wichtige Entdeckungen
  - 6.1.3. Atomare Modelle
  - 6.1.4. Wichtige Definitionen. Skalen und Einheiten in der Kernphysik
  - 6.1.5. Segré-Diagramm
- 6.2. Nukleare Eigenschaften
  - 6.2.1. Bindungsenergie
  - 6.2.2. Semiempirische Massenformel
  - 6.2.3. Fermi-Gas-Modell
  - 6.2.4. Nukleare Stabilität
    - 6.2.4.1. Alpha-Zerfall
    - 6.2.4.2. Beta-Zerfall
    - 6.2.4.3. Kernspaltung
  - 6.2.5. Nukleare Deexcitation
  - 6.2.6. Doppelter Betazerfall
- 6.3. Nukleare Dispersion
  - 6.3.1. Interne Struktur: Studie zur Streuung
  - 6.3.2. Wirkungsquerschnitt
  - 6.3.3. Rutherford-Experiment: Rutherfords Wirkungsquerschnitt
  - 6.3.4. Mottscher Wirkungsquerschnitt
  - 6.3.5. Impulsübertragung und Formfaktoren
  - 6.3.6. Nukleare Ladungsverteilung
  - 6.3.7. Neutronenstreuung
- 6.4. Kernstruktur und starke Wechselwirkung
  - 6.4.1. Nukleon-Streuung
  - 6.4.2. Gebundene Zustände. Deuterium
  - 6.4.3. Starke Kernwechselwirkung
  - 6.4.4. Magische Zahlen
  - 6.4.5. Das Schichtmodell des Atomkerns
  - 6.4.6. Kernspin und Parität
  - 6.4.7. Die elektromagnetischen Momente des Kerns
  - 6.4.8. Kollektive Kernanregungen: Dipolschwingungen, Schwingungszustände und Rotationszustände



- 6.5. Kernstruktur und starke Wechselwirkung II
  - 6.5.1. Klassifizierung von Kernreaktionen
  - 6.5.2. Kinematik der Reaktionen
  - 6.5.3. Erhaltungsgesetze
  - 6.5.4. Nukleare Spektroskopie
  - 6.5.5. Das Modell des zusammengesetzten Kerns
  - 6.5.6. Direkte Reaktionen
  - 6.5.7. Elastische Streuung
- 6.6. Einführung in die Teilchenphysik
  - 6.6.1. Teilchen und Antiteilchen
  - 6.6.2. Fermionen und Baryonen
  - 6.6.3. Das Standardmodell der Elementarteilchen: Leptonen und Quarks
  - 6.6.4. Das Quark-Modell
  - 6.6.5. Intermediäre Vektorbosonen
- 6.7. Dynamik der Elementarteilchen
  - 6.7.1. Die vier fundamentalen Wechselwirkungen
  - 6.7.2. Quantenelektrodynamik
  - 6.7.3. Quantenchromodynamik
  - 6.7.4. Schwache Wechselwirkung
  - 6.7.5. Zerfall und Erhaltungssätze
- 6.8. Relativistische Kinematik
  - 6.8.1. Lorentz-Transformationen
  - 6.8.2. Quadriektoren
  - 6.8.3. Energie und linearer Impuls
  - 6.8.4. Kollisionen
  - 6.8.5. Einführung in die Feynman-Diagramme

- 6.9. Symmetrien
  - 6.9.1. Gruppen, Symmetrien und Erhaltungssätze
  - 6.9.2. Spin und Drehimpuls
  - 6.9.3. Addition von Drehimpulsen
  - 6.9.4. Flavour-Symmetrien
  - 6.9.5. Parität
  - 6.9.6. Ladungskonjugation
  - 6.9.7. CP-Verletzung
  - 6.9.8. Umkehrung der Zeit
  - 6.9.9. Beibehaltung der CPT
- 6.10. Verknüpfte Zustände
  - 6.10.1. Schrödinger-Gleichung für zentrale Potentiale
  - 6.10.2. Wasserstoffatom
  - 6.10.3. Feinstruktur
  - 6.10.4. Hyperfeinstruktur
  - 6.10.5. Positronium
  - 6.10.6. Quarkonium
  - 6.10.7. Leichte Mesonen
  - 6.10.8. Baryonen

## Modul 7. Strömungsmechanik

- 7.1. Einführung in die Fluidphysik
  - 7.1.1. Schlupffreie Bedingung
  - 7.1.2. Klassifizierung von Strömungen
  - 7.1.3. Kontrollsystem und Kontrollvolumen
  - 7.1.4. Eigenschaften von Flüssigkeiten
    - 7.1.4.1. Dichte
    - 7.1.4.2. Spezifische Schwerkraft
    - 7.1.4.3. Dampfdruck
    - 7.1.4.4. Kavitation
    - 7.1.4.5. Spezifische Wärme
    - 7.1.4.6. Komprimierbarkeit
    - 7.1.4.7. Schallgeschwindigkeit
    - 7.1.4.8. Viskosität
    - 7.1.4.9. Oberflächenspannung

- 7.2. Statik und Kinematik von Flüssigkeiten
  - 7.2.1. Druck
  - 7.2.2. Druckmessgeräte
  - 7.2.3. Hydrostatische Kräfte auf untergetauchten Oberflächen
  - 7.2.4. Auftrieb, Stabilität und Bewegung von starren Festkörpern
  - 7.2.5. Lagrangesche und Eulersche Beschreibungen
  - 7.2.6. Strömungsmuster
  - 7.2.7. Kinematische Tensoren
  - 7.2.8. Wirbelstärke
  - 7.2.9. Rotationalität
  - 7.2.10. Reynolds-Transport-Theorem
- 7.3. Bernoulli und Energiegleichungen
  - 7.3.1. Erhaltung der Masse
  - 7.3.2. Mechanische Energie und Effizienz
  - 7.3.3. Bernoulli-Gleichung
  - 7.3.4. Allgemeine Energiegleichung
  - 7.3.5. Analyse der stationären Strömungsenergie
- 7.4. Analyse von Flüssigkeiten
  - 7.4.1. Gleichungen für die Erhaltung des linearen Impulses
  - 7.4.2. Gleichungen zur Erhaltung des Drehimpulses
  - 7.4.3. Homogenität der Dimensionen
  - 7.4.4. Methode der Wiederholung von Variablen
  - 7.4.5. Buckingham's Pi-Theorem
- 7.5. Strömung in Rohren
  - 7.5.1. Laminare und turbulente Strömung
  - 7.5.2. Einlassbereich
  - 7.5.3. Geringe Verluste
  - 7.5.4. Netzwerke
- 7.6. Differentialanalyse und Navier-Stokes-Gleichungen
  - 7.6.1. Erhaltung der Masse
  - 7.6.2. Stromfunktion
  - 7.6.3. Cauchy-Gleichung
  - 7.6.4. Navier-Stokes-Gleichung
  - 7.6.5. Dimensionslose Navier-Stokes Bewegungsgleichungen
  - 7.6.6. Stokes-Strömung
  - 7.6.7. Unelastische Strömung
  - 7.6.8. Irrotierende Strömung
  - 7.6.9. Grenzschichttheorie. Clausius-Gleichung
- 7.7. Externe Strömung
  - 7.7.1. Widerstand und Auftrieb
  - 7.7.2. Reibung und Druck
  - 7.7.3. Koeffizienten
  - 7.7.4. Zylinder und Kugeln
  - 7.7.5. Aerodynamische Profile
- 7.8. Komprimierbare Strömung
  - 7.8.1. Eigenschaften bei Stagnation
  - 7.8.2. Eindimensionale isentrope Strömung
  - 7.8.3. Düsen
  - 7.8.4. Stoßwellen
  - 7.8.5. Expansionswellen
  - 7.8.6. Rayleigh-Fluss
  - 7.8.7. Fanno-Strömung
- 7.9. Strömung im offenen Kanal
  - 7.9.1. Klassifizierung
  - 7.9.2. Froude-Zahl
  - 7.9.3. Wellengeschwindigkeit
  - 7.9.4. Gleichmäßige Strömung
  - 7.9.5. Allmählich variierende Strömung
  - 7.9.6. Schnell variierende Strömung
  - 7.9.7. Hydraulischer Sprung
- 7.10. Nichtnewtonsche Flüssigkeiten
  - 7.10.1. Standard-Strömungen
  - 7.10.2. Materielle Funktionen
  - 7.10.3. Experimente
  - 7.10.4. Verallgemeinertes Newtonsches Flüssigkeitsmodell
  - 7.10.5. Verallgemeinertes lineares viskoelastisches Flüssigkeitsmodell
  - 7.10.6. Erweiterte konstitutive Gleichungen und Geometrie

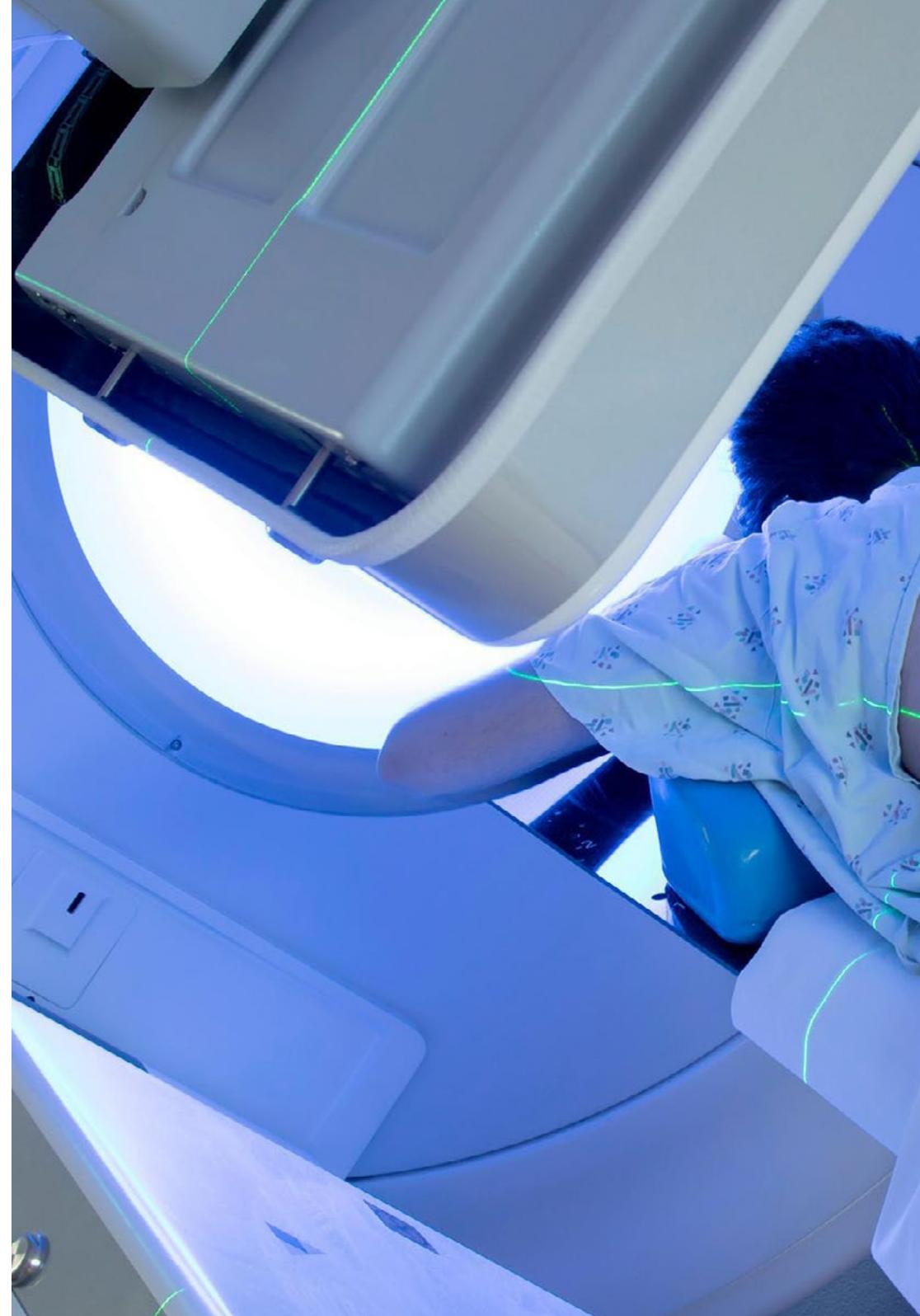
## Modul 8. Fernerkundung und Bildverarbeitung

- 8.1. Einführung in die Bildverarbeitung
  - 8.1.1. Motivation
  - 8.1.2. Digitale medizinische und atmosphärische Bildgebung
  - 8.1.3. Modalitäten der medizinischen und atmosphärischen Bildgebung
  - 8.1.4. Qualitätsparameter
  - 8.1.5. Speicherung und Anzeige
  - 8.1.6. Verarbeitungsplattformen
  - 8.1.7. Bildverarbeitungsanwendungen
- 8.2. Bildoptimierung, -registrierung und -fusion
  - 8.2.1. Einführung und Ziele
  - 8.2.2. Intensitätstransformationen
  - 8.2.3. Rauschkorrektur
  - 8.2.4. Filter im räumlichen Bereich
  - 8.2.5. Filter im Frequenzbereich
  - 8.2.6. Einführung und Ziele
  - 8.2.7. Geometrische Transformationen
  - 8.2.8. Anmeldung
  - 8.2.9. Multimodale Fusion
  - 8.2.10. Anwendungen der multimodalen Verschmelzung
- 8.3. 3D- und 4D-Segmentierung und Verarbeitungstechniken
  - 8.3.1. Einführung und Ziele
  - 8.3.2. Segmentierungstechniken
  - 8.3.3. Morphologische Operationen
  - 8.3.4. Einführung und Ziele
  - 8.3.5. Morphologische und funktionelle Bildgebung
  - 8.3.6. 3D-Analyse
  - 8.3.7. 4D-Analyse
- 8.4. Merkmalsextraktion
  - 8.4.1. Einführung und Ziele
  - 8.4.2. Textur-Analyse
  - 8.4.3. Morphometrische Analyse
  - 8.4.4. Statistik und Klassifizierung
  - 8.4.5. Präsentation der Ergebnisse
- 8.5. *Machine Learning*
  - 8.5.1. Einführung und Ziele
  - 8.5.2. Big Data
  - 8.5.3. *Deep Learning*
  - 8.5.4. Software-Tools
  - 8.5.5. Anwendungen
  - 8.5.6. Beschränkungen
- 8.6. Einführung in die Fernerkundung
  - 8.6.1. Einführung und Ziele
  - 8.6.2. Definition der Fernerkundung
  - 8.6.3. Austausch von Partikeln in der Fernerkundung
  - 8.6.4. Aktive und passive Fernerkundung
  - 8.6.5. Fernerkundungssoftware mit Python
- 8.7. Passive Photonen-Fernerkundung
  - 8.7.1. Einführung und Ziele
  - 8.7.2. Licht
  - 8.7.3. Wechselwirkung von Licht und Materie
  - 8.7.4. Schwarze Körper
  - 8.7.5. Andere Effekte
  - 8.7.6. Punktwolken-Diagramm
- 8.8. Passive Fernerkundung im ultravioletten, sichtbaren, infraroten, Mikrowellen- und Funkbereich
  - 8.8.1. Einführung und Ziele
  - 8.8.2. Passive Fernerkundung: Photonendetektoren
  - 8.8.3. Sichtbare Beobachtung mit Teleskopen
  - 8.8.4. Typen von Teleskopen
  - 8.8.5. Montagen
  - 8.8.6. Optik
  - 8.8.7. Ultraviolett
  - 8.8.8. Infrarot
  - 8.8.9. Mikrowellen und Radiowellen
  - 8.8.10. netCDF4-Dateien

- 8.9. Aktive Fernerkundung mit Lidar und Radar
  - 8.9.1. Einführung und Ziele
  - 8.9.2. Aktive Fernerkundung
  - 8.9.3. Atmosphärisches Radar
  - 8.9.4. Wetter-Radar
  - 8.9.5. Vergleich von Lidar mit Radar
  - 8.9.6. HDF4-Dateien
- 8.10. Passive Fernerkundung von Gamma- und Röntgenstrahlen
  - 8.10.1. Einführung und Ziele
  - 8.10.2. Einführung in die Röntgenbeobachtung
  - 8.10.3. Gammastrahlenbeobachtung
  - 8.10.4. Software für die Fernerkundung

## Modul 9. Biophysik

- 9.1. Einführung in die Biophysik
  - 9.1.1. Einführung in die Biophysik
  - 9.1.2. Merkmale von Biologisch Systemen
  - 9.1.3. Molekulare Biophysik
  - 9.1.4. Zelluläre Biophysik
  - 9.1.5. Biophysik komplexer Systeme
- 9.2. Einführung in die Thermodynamik von irreversiblen Prozessen
  - 9.2.1. Verallgemeinerung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik auf offene Systeme
  - 9.2.2. Dissipationsfunktion
  - 9.2.3. Lineare Beziehungen zwischen konjugierten thermodynamischen Flüssen und Kräften
  - 9.2.4. Gültigkeitsintervall der linearen Thermodynamik
  - 9.2.5. Eigenschaften der phänomenologischen Koeffizienten
  - 9.2.6. Onsager-Beziehungen
  - 9.2.7. Theorem der minimalen Entropieproduktion
  - 9.2.8. Stabilität von stationären Zuständen in der Nähe des Gleichgewichts. Stabilitätskriterium
  - 9.2.9. Prozesse, die weit vom Gleichgewicht entfernt sind
  - 9.2.10. Kriterium der Evolution





- 9.3. Zeitliche Einordnung: Irreversible Prozesse fernab vom Gleichgewicht
  - 9.3.1. Kinetische Prozesse, die als Differentialgleichungen betrachtet werden
  - 9.3.2. Stationäre Lösungen
  - 9.3.3. Lotka-Volterra-Modell
  - 9.3.4. Stabilität der stationären Lösungen: Störungsmethode
  - 9.3.5. Trajektorien: Lösungen von Systemen von Differentialgleichungen
  - 9.3.6. Arten der Stabilität
  - 9.3.7. Stabilitätsanalyse im Lotka-Volterra-Modell
  - 9.3.8. Zeitordnung: Biologische Uhren
  - 9.3.9. Strukturelle Stabilität und Bifurkationen. Das Brusselator-Modell
  - 9.3.10. Klassifizierung der verschiedenen Arten von dynamischem Verhalten
- 9.4. Anordnung im Raum: Systeme mit Diffusion
  - 9.4.1. Räumlich-zeitliche Selbstorganisation
  - 9.4.2. Reaktions-Diffusions-Gleichungen
  - 9.4.3. Lösungen dieser Gleichungen
  - 9.4.4. Beispiele
- 9.5. Chaos in biologischen Systemen
  - 9.5.1. Einführung
  - 9.5.2. Attraktoren. Seltsame oder chaotische Attraktoren
  - 9.5.3. Definition und Eigenschaften von Chaos
  - 9.5.4. Ubiquität: Chaos in biologischen Systemen
  - 9.5.5. Universalität: Wege zum Chaos
  - 9.5.6. Fraktale Struktur. Fraktale
  - 9.5.7. Eigenschaften von Fraktalen
  - 9.5.8. Überlegungen zum Chaos in biologischen Systemen

- 9.6. Biophysik des Membranpotentials
  - 9.6.1. Einführung
  - 9.6.2. Erste Annäherung an das Membranpotential: Nernstpotential
  - 9.6.3. Gibbs-Donnan-Potenziale
  - 9.6.4. Oberflächenpotentiale
- 9.7. Transport durch Membranen: passiver Transport
  - 9.7.1. Nernst-Planck-Gleichung
  - 9.7.2. Theorie des konstanten Feldes
  - 9.7.3. GHK-Gleichung in komplexen Systemen
  - 9.7.4. Theorie der festen Ladung
  - 9.7.5. Aktionspotential-Übertragung
  - 9.7.6. Transportanalyse durch TPI
  - 9.7.7. Elektrokinetische Phänomene
- 9.8. Erleichterter Transport. Ionenkanäle. Transporter
  - 9.8.1. Einführung
  - 9.8.2. Merkmale des Transporter- und Ionenkanal-unterstützten Transports
  - 9.8.3. Modell des Sauerstofftransports durch Hämoglobin. Thermodynamik von irreversiblen Prozessen
  - 9.8.4. Beispiele
- 9.9. Aktiver Transport: Auswirkungen chemischer Reaktionen auf Transportprozesse
  - 9.9.1. Chemische Reaktionen und stationäre Konzentrationsgradienten
  - 9.9.2. Die phänomenologische Beschreibung des aktiven Transports
  - 9.9.3. Die Natrium-Kalium-Pumpe
  - 9.9.4. Oxidative Phosphorylierung
- 9.10. Nervenimpulse
  - 9.10.1. Phänomenologie des Aktionspotentials
  - 9.10.2. Mechanismus des Aktionspotentials
  - 9.10.3. Hodgkin-Huxley-Mechanismus
  - 9.10.4. Nerven, Muskeln und Synapsen

## Modul 10. Medizinische Physik

- 10.1. Natürliche und künstliche Strahlungsquellen
  - 10.1.1. Alpha-, Beta- und Gammastrahlen emittierende Kerne
  - 10.1.2. Nukleare Reaktionen
  - 10.1.3. Neutronenquellen
  - 10.1.4. Beschleuniger für geladene Teilchen
  - 10.1.5. Röntgenstrahlen-Generatoren
- 10.2. Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie
  - 10.2.1. Photonen-Wechselwirkungen (Rayleigh- und Compton-Streuung, photoelektrischer Effekt und Elektron-Positron-Paarbildung)
  - 10.2.2. Elektron-Positron-Wechselwirkungen (elastische und inelastische Kollisionen, Emission von Bremsstrahlung oder Bremsstrahlung und Positronenannihilation)
  - 10.2.3. Ionen-Wechselwirkungen
  - 10.2.4. Neutronen-Wechselwirkungen
- 10.3. Monte-Carlo-Simulation des Strahlungstransports
  - 10.3.1. Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen
  - 10.3.2. Zeichnungstechniken
  - 10.3.3. Simulation des Strahlungstransports
  - 10.3.4. Praktische Beispiele
- 10.4. Dosimetrie
  - 10.4.1. Dosimetrische Größen und Einheiten (ICRU)
  - 10.4.2. Externe Exposition
  - 10.4.3. In den Körper aufgenommene Radionuklide
  - 10.4.4. Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie
  - 10.4.5. Strahlenschutz
  - 10.4.6. Zulässige Grenzwerte für die Öffentlichkeit und Fachleute

- 10.5. Strahlenbiologie und Strahlentherapie
  - 10.5.1. Radiobiologie
  - 10.5.2. Externe Photonen- und Elektronenstrahlentherapie
  - 10.5.3. Brachytherapie
  - 10.5.4. Fortgeschrittene Behandlungsmethoden (Ionen und Neutronen)
  - 10.5.5. Planung
- 10.6. Biomedizinische Bildgebung
  - 10.6.1. Biomedizinische Bildgebungstechniken
  - 10.6.2. Bildverbesserung durch Histogramm-Modifikation
  - 10.6.3. Fourier-Transformation
  - 10.6.4. Filter
  - 10.6.5. Wiederherstellung
- 10.7. Nuklearmedizin
  - 10.7.1. Tracer
  - 10.7.2. Detektor-Ausrüstung
  - 10.7.3. Gammakamera
  - 10.7.4. Planare Szintigraphie
  - 10.7.5. SPECT
  - 10.7.6. PET
  - 10.7.7. Kleintier-Ausrüstung
- 10.8. Algorithmen für die Rekonstruktion
  - 10.8.1. Radon-Transformation
  - 10.8.2. Theorem des zentralen Abschnitts
  - 10.8.3. Algorithmus der gefilterten Rückprojektion
  - 10.8.4. Rauschfilterung
  - 10.8.5. Iterative Rekonstruktionsalgorithmen
  - 10.8.6. Algebraischer Algorithmus (ART)
  - 10.8.7. Maximum-Likelihood-Algorithmus (MLE)
  - 10.8.8. Geordnete Unterseiten (OSEM)

- 10.9. Biomedizinische Bildrekonstruktion
  - 10.9.1. SPECT-Rekonstruktion
  - 10.9.2. Beeinträchtigende Effekte in Verbindung mit Photonenabschwächung, Streuung, Systemreaktion und Rauschen
  - 10.9.3. Kompensation im Algorithmus der gefilterten Rückprojektion
  - 10.9.4. Kompensation bei iterativen Methoden
- 10.10. Radiologie und Magnetresonanztomographie (MRT)
  - 10.10.1. Bildgebende Verfahren in der Radiologie: Radiographie und CT
  - 10.10.2. Einführung in MRT
  - 10.10.3. MRT-Bildgebung
  - 10.10.4. MR-Spektroskopie
  - 10.10.5. Qualitätskontrolle



*Dank dieses privaten Masterstudiengangs werden Sie in der Lage sein, mit Ihren technischen und wissenschaftlichen Kenntnissen der Physik zur Entwicklung von Geräten beizutragen, die der Medizin dienen"*

# 05

# 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.

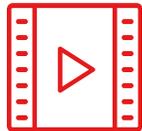
*Das Relearning ermöglicht es Ihnen, mit weniger Aufwand und mehr Leistung zu lernen, sich mehr auf Ihre Spezialisierung einzulassen, einen kritischen Geist zu entwickeln, Argumente zu verteidigen und Meinungen zu kontrastieren: eine direkte Gleichung zum Erfolg.*

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.



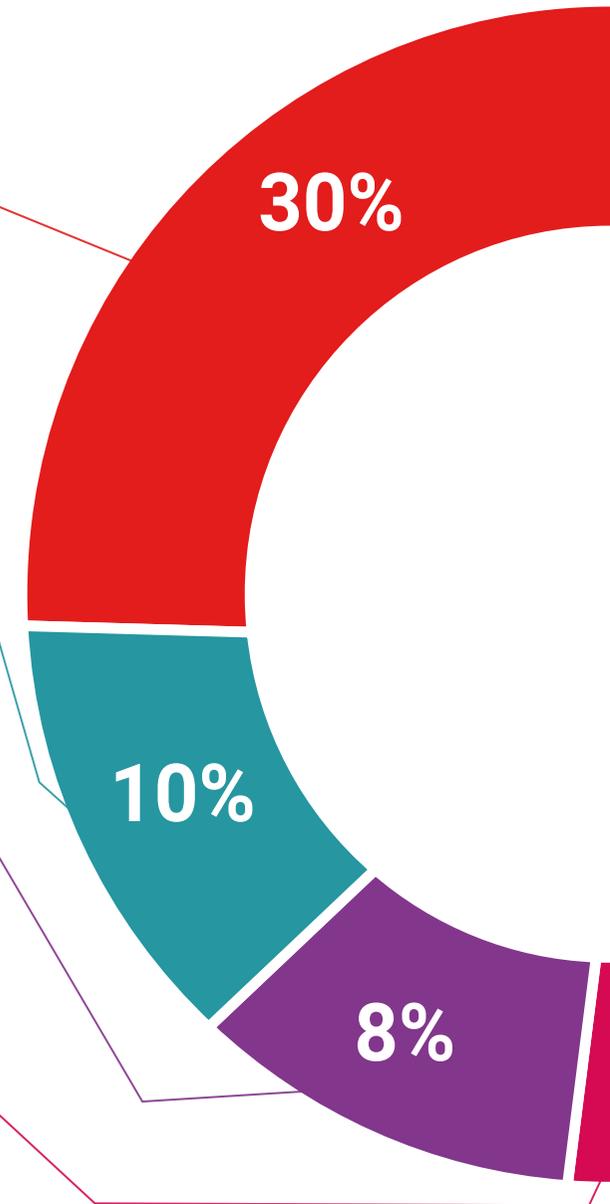
#### Übungen für Fertigkeiten und Kompetenzen

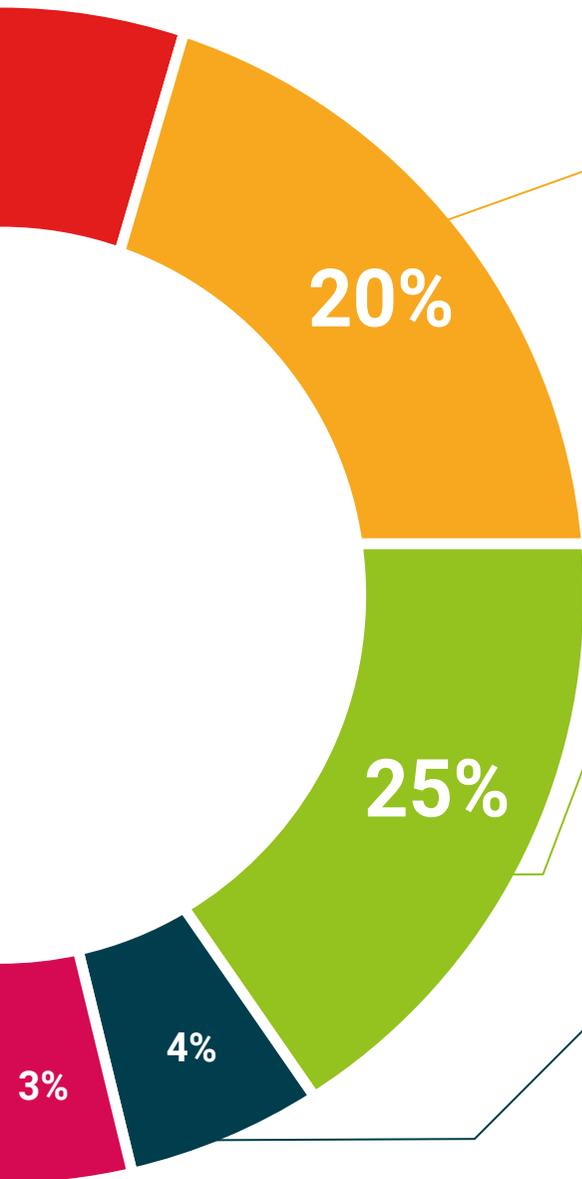
Sie werden Aktivitäten durchführen, um spezifische Kompetenzen und Fertigkeiten in jedem Fachbereich zu entwickeln. Übungen und Aktivitäten zum Erwerb und zur Entwicklung der Fähigkeiten und Fertigkeiten, die ein Spezialist im Rahmen der Globalisierung, in der wir leben, entwickeln muss.



#### 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.



06

# Qualifizierung

Der Privater Masterstudiengang in Medizinische Physik 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"*

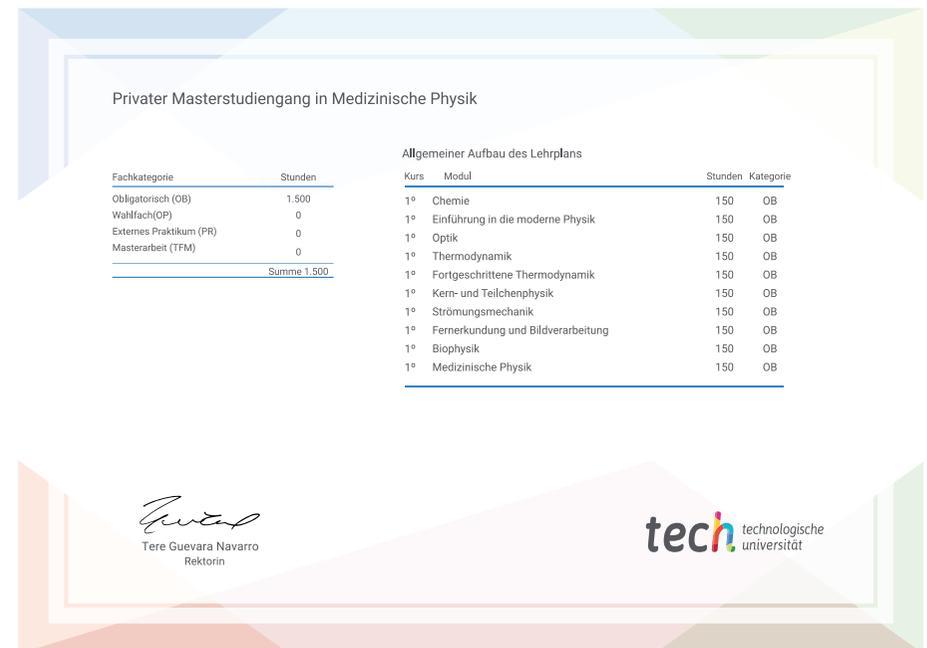
Dieser **Privater Masterstudiengang in Medizinische Physik** enthält das vollständigste und aktuellste Programm auf dem Markt.

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 Medizinische Physik**

Anzahl der offiziellen Arbeitsstunden: **1.500 Std.**



\*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 innovationen  
wissen gegenwart qualität  
online-Ausbildung  
entwicklung institutionen  
virtuelles Klassenzimmer

**tech** technologische  
universität

Privater Masterstudiengang

Medizinische Physik

- » Modalität: online
- » Dauer: 12 Monate
- » Qualifizierung: TECH Technologische Universität
- » Aufwand: 16 Std./Woche
- » Zeitplan: in Ihrem eigenen Tempo
- » Prüfungen: online

# Privater Masterstudiengang Medizinische Physik

