

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS

## **Lehrplan für die Berufsfachschule für Medizinische Technologie**

**Ausbildung  
zur Medizinischen Technologin für Radiologie bzw. zum Medizinischen  
Technologen für Radiologie**

1. bis 3. Schuljahr

März 2023

Der Lehrplan wurde mit Verfügung vom 20.06.2023 (AZ VI.5-BO4342.3/277/37) für verbindlich erklärt und gilt zur Erprobung mit Beginn des Schuljahres 2023/24. Er ersetzt den bislang gültigen Lehrplan von vom 01.08.2004 (Nr.: VII.5-5 S 9410.2M4-3-7.61 541).

Herausgeber:  
Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB), Schellingstr. 155, 80797 München  
Telefon 089 2170-2211, Telefax 089 2170-2215  
[www.isb.bayern.de](http://www.isb.bayern.de)



# INHALTSVERZEICHNIS

	SEITE
<b>EINFÜHRUNG</b>	<b>2</b>
1 Bildungs- und Erziehungsauftrag der Berufsfachschule .....	2
2 Leitgedanken für den Unterricht .....	3
3 Zum Umgang mit dem Lehrplan .....	3
4 Verbindlichkeit des Lehrplans .....	6
5 Ordnungsmittel und Studentafel .....	7
6 Übersicht über die Lernfelder .....	9
7 Berufsbezogene Vorbemerkungen .....	12
<b>LERNFELDER UND FÄCHER DES 1. SCHULJAHR</b>	<b>13</b>
LERNFELD 1.1 Ein berufliches Selbstverständnis entwickeln .....	13
LERNFELD 1.2 Das Arbeitsumfeld in der radiologischen Diagnostik erschließen .....	16
LERNFELD 1.3 Das Arbeitsumfeld in der Strahlentherapie erschließen.....	20
LERNFELD 1.4 Das Arbeitsumfeld in der Nuklearmedizin erschließen .....	22
LERNFELD 1.5 Grundlagen des Strahlenschutzes erfassen .....	24
LERNFELD 1.6 Naturwissenschaft und Technik anwenden I .....	27
LERNFELD 1.7 Angemessen fachlich kommunizieren und im Team agieren .....	31
LERNFELD 1.8 In Notfallsituationen angemessen reagieren und handeln.....	35
LERNFELD 1.9 Diagnoseverfahren bei Erkrankungen des respiratorischen Systems durchführen.....	37
LERNFELD 1.10 Diagnoseverfahren bei Erkrankungen des muskuloskelettalen Systems durchführen.....	40
LERNFELD 1.11 Therapieverfahren bei Erkrankungen des muskuloskelettalen Systems durchführen.....	43
LERNFELD 1.12 Diagnoseverfahren bei Erkrankungen des gastrointestinalen und endokrinologischen Systems durchführen .....	45
LERNFELD 1.13 Therapieverfahren bei Erkrankungen von gastrointestinalen und endokrinologischen Systemen durchführen .....	49
LERNFELD 1.14 Diagnose- und Therapieverfahren bei Erkrankungen des HNO-Bereichs durchführen.....	52

**LERNFELDER UND FÄCHER DES 2. SCHULJAHRHS 55**

LERNFELD 2.1 Gesundheitserhaltendes und gesundheitsförderndes Verhalten entwickeln und praktizieren .....	55
LERNFELD 2.2 Gerätetechnische Systeme und Verfahren in der Radiologie fachgerecht anwenden .....	58
LERNFELD 2.3 Gerätetechnische Systeme und Verfahren in der Strahlentherapie fachgerecht anwenden.....	60
LERNFELD 2.4 Gerätetechnische Systeme und Verfahren in der Nuklearmedizin fachgerecht anwenden.....	62
LERNFELD 2.5 Grundlagen des Strahlenschutzes vertiefen .....	66
LERNFELD 2.6 Naturwissenschaft und Technik anwenden II .....	68
LERNFELD 2.7 Therapieverfahren bei Erkrankungen des respiratorischen Systems durchführen.....	70
LERNFELD 2.8 Diagnoseverfahren bei Erkrankungen des Herz-Kreislauf- und des lymphatischen Systems durchführen .....	72
LERNFELD 2.9 Therapieverfahren bei Erkrankungen des Lymphsystems durchführen	75
LERNFELD 2.10 Diagnoseverfahren bei Erkrankungen der Urologie, Andrologie und Gynäkologie durchführen .....	77
LERNFELD 2.11 Therapieverfahren bei Erkrankungen der Urologie, Andrologie und Gynäkologie durchführen .....	80

**LERNFELDER UND FÄCHER DES 3. SCHULJAHRHS 83**

LERNFELD 3.1 Institutionelle und rechtliche Rahmenbedingungen im Beruf beachten und Entwicklungen kritisch verfolgen .....	83
LERNFELD 3.2 Qualitätssicherung in der radiologischen Diagnostik, Strahlentherapie und Nuklearmedizin durchführen .....	87
LERNFELD 3.3 Strahlenschutz vertieft anwenden.....	91
LERNFELD 3.4 Erweiterte Diagnose- und Therapieverfahren bei Erkrankungen des respiratorischen Systems durchführen.....	93
LERNFELD 3.5 Erweiterte Diagnose- und Therapieverfahren bei Erkrankungen des muskuloskelettalen Systems sowie der Haut durchführen .....	96
LERNFELD 3.6 Erweiterte Diagnoseverfahren bei Erkrankungen des gastrointestinalen und endokrinologischen Systems durchführen .....	99
LERNFELD 3.7 Erweiterte Diagnose- und Therapieverfahren bei Erkrankungen des Herz-Kreislauf- und des lymphatischen Systems durchführen und dabei mitwirken ..	102
LERNFELD 3.8 Diagnose- und Therapieverfahren bei neurologischen bzw. psychiatrischen Erkrankungen durchführen .....	104

<b>ANHANG</b>	<b>108</b>
Lehrplankommission .....	108
Beratung der Lehrplankommission.....	108
Leitung der Lehrplankommission .....	108



## EINFÜHRUNG

### 1 Bildungs- und Erziehungsauftrag der Berufsfachschule

Die Berufsfachschule ist gemäß Art. 13 des Bayerischen Gesetzes über das Erziehungs- und Unterrichtswesen (BayEUG) eine Schule, die, ohne eine Berufsausbildung vorauszusetzen, der Vorbereitung auf eine Berufstätigkeit oder der Berufsausbildung dient und die Allgemeinbildung fördert.

Die Aufgabe der Berufsfachschule konkretisiert sich in den Zielen,

- eine Berufsfähigkeit zu vermitteln, die Fachkompetenz mit allgemeinen Fähigkeiten methodischer und sozialer Art verbindet,
- berufliche Flexibilität zur Bewältigung der sich wandelnden Anforderungen in Arbeitswelt und Gesellschaft, auch im Hinblick auf das Zusammenwachsen Europas, zu entwickeln,
- die Bereitschaft zur beruflichen Fort- und Weiterbildung zu wecken,
- die Fähigkeit und Bereitschaft zu fördern, bei der individuellen Lebensgestaltung und im öffentlichen Leben verantwortungsbewusst zu handeln.

Zur Erreichung dieser Ziele muss die Berufsfachschule

- den Unterricht an einer für ihre Aufgabe spezifischen Pädagogik ausrichten, die Handlungsorientierung betont,
- unter Berücksichtigung notwendiger beruflicher Spezialisierung berufs- und berufsübergreifende Qualifikationen vermitteln,
- ein differenziertes und flexibles Bildungsangebot gewährleisten, um unterschiedlichen Fähigkeiten und Begabungen sowie den jeweiligen Erfordernissen der Arbeitswelt und der Gesellschaft gerecht zu werden,
- auf die mit Berufsausübung und privater Lebensführung verbundenen Umweltbedrohungen und Unfallgefahren hinweisen und Möglichkeiten zu ihrer Vermeidung bzw. Verminderung aufzeigen.

Die Berufsfachschule soll darüber hinaus im allgemeinbildenden Unterricht und soweit es im Rahmen berufsbezogenen Unterrichts möglich ist auf die Kernfragen unserer Zeit eingehen, wie

- Arbeit und Arbeitslosigkeit,
- friedliches Zusammenleben von Menschen und Völkern, Kulturen und Religionen in einer Welt unter Wahrung ihrer jeweiligen kulturellen Identität,
- Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen,
- Gewährleistung der Menschenrechte,
- Digitalisierung von Arbeits- und Lebenswelt sowie
- zivilgesellschaftliches Engagement.

## **2 Leitgedanken für den Unterricht**

Die Umsetzung kompetenz- und lernfeldorientierter Lehrpläne hat zum Ziel, die Handlungskompetenz der Schülerinnen und Schüler zu fördern. Unter Handlungskompetenz wird hier die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht, sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten, verstanden.

Ziel eines auf Handlungskompetenz ausgerichteten Unterrichts ist es, dass die Schülerinnen und Schüler die Bereitschaft und Befähigung entwickeln, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens, Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen (Fachkompetenz).

Des Weiteren sind stets die Entwicklung ihrer Persönlichkeit sowie die Entfaltung ihrer individuellen Begabungen und Lebenspläne im Fokus des Unterrichts. Dabei werden Wertvorstellungen wie Selbständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein vermittelt und entsprechende Eigenschaften entwickelt (Selbstkompetenz).

Die Bereitschaft und Fähigkeit, soziale Beziehungen zu leben und zu gestalten, Zuwendung und Spannungen zu erfassen und zu verstehen sowie sich mit anderen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen, müssen ebenfalls im Unterricht gefördert und unterstützt werden (Sozialkompetenz).

Der Erwerb beruflicher Handlungskompetenz als maßgebende Zielsetzung beruflicher Bildung bedingt auch, die mittelbaren Auswirkungen der weiter voranschreitenden Digitalisierung im Unterricht zu berücksichtigen. Dabei sind die Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien als Querschnittskompetenzen zu verstehen, die an Berufsfachschulen als integraler Bestandteil einer umfassenden Handlungskompetenz erworben werden.

Eine kontinuierliche Ergebnissicherung und mediale Aufbereitung sind Unterrichtsprinzipien; ebenso die richtige Aussprache und korrekte Verwendung von Fachbegriffen. In diesem Zusammenhang sollte der sprachliche Aspekt im Sinne des Unterrichtsprinzips Berufssprache Deutsch über alle Lernfelder bzw. Fächer hinweg in die Erarbeitung der beruflichen Handlungskompetenz einbezogen werden.

## **3 Zum Umgang mit dem Lehrplan**

### **Lernfeldkonzept**

Zur Umsetzung des Lehrplans können die Lernfelder eines Schuljahrs zeitlich nacheinander oder parallel angeboten werden. Die Zielformulierungen sind verbindlich.

Sie beschreiben die Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler nach Abschluss eines Lernfelds erworben haben. Die Lernfelder dienen als Grundlage zur Entwicklung von Lernsituationen.

Eine im Lernfeld aufgeführte Kompetenz impliziert eine umfassende Handlung, die von den Lehrenden in weitere detaillierte Handlungsschritte aufgeschlüsselt wird. Hierbei ist immer der Abgleich mit der beruflichen Praxis vorzunehmen. Außerdem sollen aus den Kompetenzen nur die für die beruflichen Arbeitsprozesse relevanten Handlungen abgeleitet werden.

Die aufgeführten Inhalte konkretisieren die Kompetenzerwartungen und stellen eine Grundlage für den schriftlichen Teil der staatlichen Prüfung dar. Der Grad der Verbindlichkeit wird durch Konjunktionen verdeutlicht:

- „z. B.“ = fakultative Inhalte
- „u. a.“ = angegebene Inhalte sind obligat, können in der staatlichen Prüfung abgefragt werden und ggf. von den Lehrenden durch weitere individuelle Inhalte ergänzt werden
- keine Konjunktion = angegebene Inhalte sind obligat und können in der staatlichen Prüfung abgefragt werden

Werden in den Inhalten zu den medizinisch-naturwissenschaftlichen Grundlagen Krankheitsbilder benannt, sind jeweils Ursachen, klinisches Bild, Diagnostik und Therapieverfahren mit gemeint und werden nicht gesondert aufgeführt. Diagnostik und Therapieverfahren beziehen sich auf die typischen Anwendungen aus der Radiologie, Nuklearmedizin und Strahlentherapie.

Die Schulen sind im Rahmen ihrer didaktischen Jahresplanung aufgefordert, die Konkretisierung der Lernfelder vorzunehmen. Als Hilfestellung sind Zeitrichtwerte für die Zuordnung der Stunden zu den Fachinhalten angegeben. Die Zeitrichtwerte implizieren dabei auch Stunden für Projekte.

Die in diesem Lehrplan angegebenen Fächer und Inhalte sollten in Form von Lernsituationen in einen handlungssystematischen Zusammenhang eingebunden werden, um den Schülerinnen und Schülern zu ermöglichen, die entsprechenden Kompetenzen, die in den Lernfeldern formuliert sind, zu erreichen.

Lernsituationen beinhalten eine problemhaltige Aufgabenstellung aus der Berufs- und Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler und veranlassen sie, selbständig ein Ergebnis zu erarbeiten. Ziel ist es, dass die Schülerinnen und Schüler selbständig handeln und alle Phasen der vollständigen Handlung durchlaufen. Dabei orientieren sich die Schülerinnen und Schüler an der gestellten Situation, informieren sich über den Sachverhalt, planen die notwendigen Schritte zur Bearbeitung des Problems, führen diese durch, bewerten sie und reflektieren ihre Arbeit, bevor sie ihr Ergebnis präsentieren und dokumentieren.

## **Aufbau des Lehrplans**

Der Lehrplan ist nach Lernfeldern strukturiert. Diese umfassen schwerpunktmäßig berufliche Handlungsebenen, aber zudem auch lebensbedeutende und gesellschaftsrelevante Handlungssituationen. Diese sollten in enger Abstimmung miteinander unterrichtet werden, um die jeweiligen Kompetenzen integrativ und durchgehend zu fördern.

Diesem Umstand entsprechend sind auch der Aufbau der Jahrgangsstufen sowie die Zuordnung der Lernfelder dieses Lehrplans angepasst. So werden zwar immer wieder die einzelnen Fächer in den Jahrgangsstufen genannt, teilweise auch Kompetenzen wiederholt, allerdings werden die Inhalte verändert und Tätigkeiten für die Lernenden werden immer weiter vertieft und spezialisiert, sodass der Schwierigkeitsgrad von Jahrgangsstufe zu Jahrgangsstufe zunimmt und die Lernenden auf ihrem bereits erworbenen Wissen des Vorjahrs aufbauen können.

Im Lehrplan wurden bewusst grundlegende Untersuchungstechniken aufgenommen, die in der Praxis möglicherweise durch neuere Verfahren ersetzt wurden. Dies soll den Lernenden ein vertieftes Verständnis der Vorgänge während des Analyseprozesses ermöglichen, auch wenn zukünftig technische Verfahren einzelne Arbeitsschritte ersetzen werden.

Der Erwerb beruflicher Handlungskompetenz bedarf der systematischen Verzahnung der Lernfelder im Unterricht. Die Verantwortung für die konkrete Ausgestaltung obliegt der Schule bzw. den betreffenden Lehrkräften.

Im Wesentlichen können die Lernfelder für die Systematisierung zwei Bereichen zugeordnet werden:

### **1. Allgemeinbildende sowie berufsfeldübergreifende Kompetenzen anbahnen**

Die Lernfelder (1.1 - 1.8, 2.1 - 2.6 sowie 3.1 - 3.3) dienen der Anbahnung allgemeiner beruflicher und personeller Kompetenzen und sollten in enger Verzahnung mit den weiteren Lernfeldern des jeweiligen Ausbildungsjahrs unterrichtet werden.

### **2. Patientinnen und Patienten mit ihren Erkrankungen fachkundig betreuen**

Diese Lernfelder (1.9 - 1.14; 2.7 - 2.11; 3.4 - 3.8) sind nach spezifischen Krankheitsbildern strukturiert, sodass die Auszubildenden sich in die jeweilige Situation der zu betreuenden Patientinnen und Patienten einfinden können.

## **Leistungsnachweise**

Es gelten die Vorgaben der Schulordnung für die Berufsfachschulen des Gesundheitswesens (BFSO Gesundheit) vom 31. Mai 2022 (GVBl. S. 322, BayRS 2236-4-1-2-K), in der jeweils gültigen Fassung.

Die Ausbildung ist so zu gestalten, dass die Lernenden schrittweise und regelmäßig auf die Anforderungen in allen Teilen der staatlichen Prüfung vorbereitet werden.

Um den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler adäquat zu messen, müssen die Struktur des Unterrichts und die Leistungsnachweise konzeptionell einander entsprechen. Für die Leistungsnachweise bedeutet das beispielsweise, dass die beteiligten Lehrenden komplexe Aufgabenstellungen und die dazugehörigen Lösungsmöglichkeiten entwerfen und die Ergebnisse fachbezogen bewerten.

Ergänzend zu den kompetenzorientierten Leistungserhebungen in den einzelnen Fächern sind in jedem Schuljahr eine komplexe berufliche Handlungssituationen zu bearbeiten, die mindestens drei Fächer integrieren. Diese Fallbearbeitungen können in einem Lernfeld stattfinden, das einen Umfang von mindestens 80 Stunden aufweist. Die gerundete Durchschnittsnote wird im Jahreszeugnis als Fach „Fallbearbeitung“ ausgewiesen.

### **Praktische Ausbildung**

Der Lehrplan ist handlungsorientiert ausgerichtet, sodass sich die Praktikumsstellen über den zu erwartenden schulischen Ausbildungsstand in den entsprechenden Handlungsfeldern informieren können. Die Praxisanleitung kann damit auf eine Anwendung und Festigung der bis zum jeweiligen Zeitpunkt erarbeiteten Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten ausgerichtet werden. Der Lernprozess kann während der Praxiseinsätze von den Berufsfachschulen durch Praxisaufträge, die den Lernfeldern zugeordnet sind, unterstützt werden. Das sind Anwendungs-, Vertiefungs- und Reflexionsaufträge, die im Anschluss an die Bearbeitung eines Lernfelds erteilt werden, um in der Berufsfachschule angebahnte Kompetenzen im entsprechenden Praxisfeld zu festigen. An von Lernenden bearbeitete Erkundungsaufträge kann im Unterricht systematisch angeknüpft werden. Praxisanleiter unterstützen die Lernenden bei der Bearbeitung dieser Aufträge während des praktischen Einsatzes in enger Kooperation mit den Praxisbegleitern der Berufsfachschulen.

## **4 Verbindlichkeit des Lehrplans**

Die Kompetenzbeschreibungen der Lernfelder und die Inhalte des Lehrplans bilden zusammen mit den Prinzipien des Grundgesetzes für die Bundesrepublik Deutschland, der Verfassung des Freistaats Bayern und des Bayerischen Gesetzes über das Erziehungs- und Unterrichtswesen die verbindliche Grundlage für den Unterricht und die Erziehungsarbeit. Im Rahmen dieser Bindung trifft die Lehrkraft oder das Lehrerteam die Entscheidungen in pädagogischer Verantwortung.

Die Lernfelder und deren Inhalte werden innerhalb einer Jahrgangsstufe in der Reihenfolge behandelt, die sich aus der Absprache der Lehrkräfte zur Unterrichtsplanung ergibt. Die Zeitrichtwerte der Lernfelder sind als Orientierungshilfe gedacht.

## 5 Ordnungsmittel und Stundentafel

### Ordnungsmittel

Dem Lehrplan liegt das Gesetz über die Berufe in der medizinischen Technologie, die Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für Medizinische Technologinnen und Medizinische Technologen (MT-Ausbildungs- und Prüfungsverordnung – MTAPrV) vom 24. September 2021 sowie die BFSO Gesundheit in der jeweils gültigen Fassung zugrunde.

### Stundentafel für den theoretischen und fachpraktischen Unterricht

Dem Lehrplan liegt die folgende Stundentafel zugrunde:

Pflichtfächer	Stundentafel (Jahreswochenstunden)				Anteil 3. QE:4. QE
	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	gesamt	QE = Qualifikationsebene
Naturwissenschaft und Technik	260	100	0	360	ca. 40 % : 60 %
Medizinische Grundlagen	144	140	60	344	ca. 20 % : 80 %
Strahlenschutzkunde	30	80	60	170	ca. 50 % : 50 %
Arbeits- und Beziehungsprozesse	120	0	40	160	ca. 20 % : 80 %
Radiologie	316	160	190	666	ca. 60 % : 40 %
Strahlentherapie	160	190	70	420	ca. 50 % : 50 %
Nuklearmedizin	120	120	80	320	ca. 70 % : 30 %
Fallbearbeitung	10	10	20	40	ca. 50 % : 50 %
Zur freien Verfügung	40	40	40	120	ca. 50 % : 50 %
Summe theoretischer und praktischer Unterricht	1200	840	560	2600	ca. 50 % : 50 %

**Allgemeinbildender Unterricht:**

Themenbereiche des allgemeinbildenden Unterrichts sind integraler Bestandteil verschiedener Lernfelder.

Die Lernfelder bilden Inhalte der allgemeinbildenden Fächer

- Deutsch und Kommunikation (80 Stunden)
- Politik und Gesellschaft (40 Stunden)
- religiös-ethische Bildung (20 Stunden)

insgesamt im Umfang von **140 Stunden** ab.

Themenbereiche der Ethik sowie der Hygiene sind integraler Bestandteil verschiedener Lernfelder. Die zur Anbahnung der Kompetenzen eines Lernfelds betreffenden Inhalte finden sich in den entsprechenden Fächern.

## 6 Übersicht über die Lernfelder

1. Schuljahr		
LF Nr.	Titel der Lernfelder	Zeitrichtwert in Stunden
1.1	Ein berufliches Selbstverständnis entwickeln	40 Std.
1.2	Das Arbeitsumfeld in der radiologischen Diagnostik erschließen	80 Std.
1.3	Das Arbeitsumfeld in der Strahlentherapie erschließen	30 Std.
1.4	Das Arbeitsumfeld in der Nuklearmedizin erschließen	80 Std.
1.5	Grundlagen des Strahlenschutzes erfassen	60 Std.
1.6	Naturwissenschaft und Technik anwenden I	200 Std.
1.7	Angemessen fachlich kommunizieren und im Team agieren	100 Std.
1.8	In Notfallsituationen angemessen reagieren und handeln	50 Std.
1.9	Diagnoseverfahren bei Erkrankungen des respiratorischen Systems durchführen	60 Std.
1.10	Diagnoseverfahren bei Erkrankungen des muskuloskeletta- len Systems durchführen	190 Std.
1.11	Therapieverfahren bei Erkrankungen des muskuloskeletta- len Systems durchführen	30 Std.
1.12	Diagnoseverfahren bei Erkrankungen des gastrointestinalen und endokrinologischen Systems durchführen	90 Std.
1.13	Therapieverfahren bei Erkrankungen des gastrointestinalen und endokrinologischen Systems durchführen	80 Std.
1.14	Diagnose- und Therapieverfahren bei Erkrankungen des HNO-Bereichs durchführen	60 Std.
	Fallbearbeitung und freie Verfügung	50 Std.
<b>gesamt:</b>		1200 Stunden

<b>2. Schuljahr</b>		
<b>LF Nr.</b>	<b>Titel der Lernfelder</b>	<b>Zeitrictwert in Stunden</b>
2.1	Gesundheitsershaltendes und gesundheitsförderndes Verhalten entwickeln und praktizieren	60 Std.
2.2	Gerätetechnische Systeme und Verfahren in der Radiologie fachgerecht anwenden	80 Std.
2.3	Gerätetechnische Systeme und Verfahren in der Strahlentherapie fachgerecht anwenden	60 Std.
2.4	Gerätetechnische Systeme und Verfahren in der Nuklearmedizin fachgerecht anwenden	80 Std.
2.5	Grundlagen des Strahlenschutzes vertiefen	80 Std.
2.6	Naturwissenschaft und Technik anwenden II	100 Std.
2.7	Therapieverfahren bei Erkrankungen des respiratorischen Systems durchführen	30 Std.
2.8	Diagnoseverfahren bei Erkrankungen des Herz-Kreislauf- und des lymphatischen Systems durchführen	110 Std.
2.9	Therapieverfahren bei Erkrankungen des Lymphsystems durchführen	20 Std.
2.10	Diagnoseverfahren bei Erkrankungen der Urologie, Andrologie und Gynäkologie durchführen	70 Std.
2.11	Therapieverfahren bei Erkrankungen der Urologie, Andrologie und Gynäkologie durchführen	100 Std.
	Fallbearbeitung und freie Verfügung	50 Std.
<b>gesamt:</b>		<b>840 Std.</b>

<b>3. Schuljahr</b>		
<b>LF Nr.</b>	<b>Titel der Lernfelder</b>	<b>Zeitrictwert in Stunden</b>
3.1	Institutionelle und rechtliche Rahmenbedingungen im Beruf beachten und Entwicklungen kritisch verfolgen	40 Std.
3.2	Qualitätssicherung in der radiologischen Diagnostik, Strahlentherapie und Nuklearmedizin durchführen	90 Std.
3.3	Strahlenschutz vertieft anwenden	60 Std.
3.4	Erweiterte Diagnose- und Therapieverfahren bei Erkrankungen des respiratorischen Systems durchführen	40 Std.
3.5	Erweiterte Diagnose- und Therapieverfahren bei Erkrankungen des muskuloskelettalen Systems sowie der Haut durchführen	50 Std.
3.6	Erweiterte Diagnoseverfahren bei Erkrankungen des gastrointestinalen und endokrinologischen Systems durchführen	50 Std.
3.7	Erweiterte Diagnose- und Therapieverfahren bei Erkrankungen des Herz-Kreislauf- und des lymphatischen Systems durchführen und dabei mitwirken	40 Std.
3.8	Diagnose- und Therapieverfahren bei neurologischen bzw. psychiatrischen Erkrankungen durchführen	130 Std.
	Fallbearbeitung und freie Verfügung	60 Std.
<b>gesamt:</b>		<b>560 Std.</b>

## 7 Berufsbezogene Vorbemerkungen

Die Ausbildung zur medizinischen Technologin bzw. zum Technologen im Fachbereich Radiologie vermittelt die für die selbständige, umfassende und prozessorientierte Analytik, Diagnostik und Therapie erforderlichen berufsspezifischen Kompetenzen.

Neben der beruflichen Handlungskompetenz liegen weitere berufsfeldübergreifende Kompetenzen im Bereich der eigenen Gesundheitskompetenz, ethischer Betrachtungen sowie im ökonomischen Denken und Handeln. Intra- und interprofessionelle und interdisziplinäre Kommunikation, Organisationsfähigkeit und IT- sowie wissensbasiertes Arbeiten sind weitere Kompetenzen der Medizinischen Technologinnen und Technologen.

Das Berufsbild Medizinische Technologinnen und Technologen für Radiologie ist bestimmt vom Einsatz von Strahlung zur Erkennung und Heilung von Krankheiten. Von jeher ist der Beruf vom unmittelbaren Umgang mit dem Patienten geprägt. Neben dem sozialen Aspekt kommen die modernsten Geräte in Kliniken und Praxen zum Einsatz und werden von MT-R bedient. Der Umgang mit dem Computer ist somit für die/den MT-R zur Selbstverständlichkeit geworden. Das Wichtigste ist jedoch der tägliche Kontakt mit Menschen. Das erfordert die Bereitschaft zum Eingehen auf die Krankheiten und Probleme der Patienten. Meist ist die/der MT-R ihr erster Ansprechpartner. Selbständigkeit, Zuverlässigkeit, sorgfältiges Arbeiten und Verantwortungsbewusstsein sind unbedingt erforderlich, um den Beruf des/der MT-R erfolgreich ausüben zu können. Die Berufsbezeichnung MT-R taucht in der Gesetzgebung auf, da es Tätigkeiten gibt, die der/dem MT-R vorbehalten sind. Die Gesetzgebung schreibt dabei vor, dass die Strahlenexposition des Personals, des Patienten und Unbeteiligter (z. B. Besucher im Warteraum) auf ein Minimum beschränkt wird, sodass ein/e MT-R keinem erhöhten Risiko durch den Umgang mit Strahlung ausgesetzt ist. Als Einsatzgebiete stehen den ausgebildeten MT-R vier unterschiedliche Fachbereiche (Strahlentherapie, Diagnostische Radiologie, Nuklearmedizin, Strahlenphysik/Dosimetrie) offen, die lediglich den Umgang mit Strahlung als Gemeinsamkeit aufweisen.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Quelle (angepasst): © Dachverband für Technologen/Technologinnen und Analytiker/-innen in der Medizin Deutschland e. V. (DVTA) unter <https://dvta.de/mtra>

## LERNFELDER UND FÄCHER DES 1. SCHULJAHR

Die Lernfelder spiegeln in Verbindung mit den Unterrichtsprinzipien beruflich relevante Handlungsfelder wider.

<b>LERNFELD 1.1 Ein berufliches Selbstverständnis entwickeln</b>	<b>ZRW<sup>1</sup>: 40 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... definieren das Berufsbild der Medizinischen Technologen und Medizinischen Technologinnen für Radiologie.</li> <li>... tragen zur Professionalisierung ihres Berufes bei, indem sie den historischen Hintergrund reflektieren sowie aktuelle und zukünftige Gegebenheiten im medizinischen und gesellschaftlichen Kontext analysieren.</li> <li>... beschreiben Aufgaben, Zuständigkeiten und praktische Relevanz der Institutionen des Gesundheitswesens und relevanter Institutionen. Sie identifizieren ihre Aufgabenfelder und erarbeiten Schnittstellen zu anderen Berufen des Gesundheitswesens.</li> <li>... leiten daraus Möglichkeiten der interprofessionellen Zusammenarbeit für die Erreichung des gemeinsamen Ziels einer optimalen Patientenversorgung, ab. Sie respektieren dabei die Verantwortungsbereiche der anderen Gesundheitsprofessionen.</li> <li>... reflektieren die ökonomischen, ökologischen sowie gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und gestalten die berufliche Tätigkeit nach ökonomischen und ökologischen Prinzipien.</li> <li>... wirken dazu an der Erforschung und Implementierung neuer Erkenntnisse für und in ihrer Arbeitswelt mit.</li> <li>... üben den Beruf unter Berücksichtigung ihrer ausbildungs- und berufsbezogenen Rechte und Pflichten selbständig und gewissenhaft aus, dabei halten sie die gesetzlichen Vorgaben in Bezug auf Schweigepflicht, Datenschutz und Dokumentationspflicht ein.</li> <li>... entwickeln eine reflektierte aktuelle und zukunftsorientierte berufsethische Haltung unter Berücksichtigung der berufsrelevanten ethischen Kodizes. Diese wenden sie unter Einbezug sozialer, kultureller und religiöser Dimensionen in beruflichen Situationen sowie bei zu treffenden Entscheidungen in der täglichen Arbeit an.</li> <li>... tragen bewusst die komplexe Verantwortung als Medizinische Technologinnen und Medizinische Technologen für Radiologie und ziehen daraus Konsequenzen für ihr weiteres berufliches Handeln. Dabei übernehmen sie ihre jeweiligen Rollen und Aufgaben in den verschiedenen beruflichen Handlungsfeldern verantwortungsvoll und entwickeln daraus ein realistisches Selbstbild.</li> </ul>	

<sup>1</sup> Zeitrichtwert

**Kompetenzen lt. MTAPrV**

- V. 1 a, b, c, d
- V. 2 d, e
- V. 3 a, b, c, d, e

**Arbeits- und Beziehungsprozesse (40 Std.)**

Historischer Abriss zur Entwicklung, zum aktuellen Stand und zu den Tätigkeitsbereichen der Berufe der medizinischen Technologie

Aufbau und Aufgaben nationaler und internationaler Berufsorganisationen und Organisationen im Gesundheitswesen, z. B.

- Träger und Institutionen
- Wohlfahrtsverbände
- Säulen des Gesundheitswesens
- Weltgesundheitsorganisation (WHO), Einrichtungen der EU

Zusammenarbeit mit anderen:

- Landesorganisationen
- Berufen im Gesundheitswesen

Wesentliche Bestimmungen aus:

- dem MTBG
- der MTAPrV
- der Schulordnung
- der Datenschutzgrundverordnung
- der Schweigepflicht (Gesetz)

Berufliche Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten

Aktuelle Berufsfragen, vor allem im Zusammenhang mit folgenden Bereichen:

- Kompetenz und Verantwortung in Abgrenzung zu anderen Berufen
- berufliche Herausforderungen, z. B. Arbeitszeiten, Berufserkrankungen, Salutogenese
- psychische, physische und fachliche Anforderungen an die Medizinischen Technologinnen und Medizinischen Technologen für Radiologie

Berufsrelevante Regelungen aus:

- dem Krankenhausfinanzierungsgesetz
- dem Bayerischen Krankenhausgesetz

Pflegesatzregelungen

- Arbeitsrecht:
  - Ausbildungs- und Arbeitsvertrag, Arbeitspflicht, Arbeitszeugnis

- Tarifvertragsrecht, z. B. Bundesangestelltentarif, Arbeitsvertragsrichtlinien

- tarifliche Interessensvertretungen
- vermögenswirksame Leistungen

Wichtige Bestimmungen aus dem Personalvertretungsrecht

Wichtige Bestimmungen aus dem Arbeitsschutzrecht, z. B.:

- Mutterschutz
- Jugendarbeitsschutz
- Kündigungsschutz
- Arbeitszeitregelung
- Schwerbehindertenschutz

Einfluss von gesellschaftlichen Normen, Wertebewusstsein und religiösen Einstellungen auf die Lebensgestaltung des Menschen

Arbeitsschutz und Unfallverhütung:

- Unfallverhütungsvorschriften
- Gesetzliche Vorgaben des Strahlenschutzes (vgl. Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz)
- Vorschriften zum Eigen- und Fremdschutz, z. B. Schutzkleidung, Arbeitshandschuhe, Schmuck
- Vorschriften über die Sicherheit medizinisch-technischer Geräte, insbesondere Pflichten für den Anwender
- verantwortliche Personen und Institutionen zur Überwachung der Unfallverhütungsvorschriften im Krankenhaus und ihre Aufgaben, z. B. Betriebsarzt, Sicherheitsbeauftragter, Fachkräfte für Arbeitssicherheit, Hygienefachkraft

Berufsrelevante Regelungen:

- Medizinproduktegesetz
- Infektionsschutzgesetz
- Betäubungsmittelgesetz

Bedeutung ethischer Grundsätze für das berufliche Verhalten bei der Patientenbegleitung, insbesondere bei Tumorerkrankungen

Ausgewählte Fragestellungen der medizinischen Ethik:

- Bedeutung der Frage des Beginns des menschlichen Lebens für medizinische Entscheidungen
- ethische Probleme im Hinblick auf z. B. gentechnische Forschungen, Organspenden

<b>LERNFELD 1.2 Das Arbeitsumfeld in der radiologischen Diagnostik erschließen</b>	<b>ZRW: 80 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... verfügen über grundlegende Kenntnisse der Radiologie und den prinzipiellen Aufbau eines radiologischen Instituts mit allen apparatetechnischen Möglichkeiten für die bildgebende Diagnostik.</li> <li>... grenzen die unterschiedlichen Untersuchungsmethoden in der Diagnostischen Radiologie voneinander ab.</li> <li>... verfügen über grundlegende Kenntnisse zur Technik der Ultraschalldiagnostik.</li> <li>... beschreiben den prinzipiellen Aufbau einer Röntgenanlage und das Zusammenwirken ihrer Bestandteile bei der Erstellung eines Röntgenbildes.</li> <li>... unterscheiden die verschiedenen Ebenen, Strahlengangrichtungen und Projektionen.</li> <li>... beschreiben die unterschiedliche Auswirkung in der Bildgebung. Sie analysieren die Bildqualität in Abhängigkeit verschiedener Parameter. Sie wählen den Belichtungsparameter nach der klinischen Fragestellung aus. Sie unterscheiden die diagnostisch verwendeten Strahlungsarten und die verschiedenen Möglichkeiten ihrer Erzeugung.</li> <li>... können ihre Kenntnisse zu Medikamenten und speziellen Pharmaka für den Einsatz bei Diagnostischen Radiologie wiedergeben.</li> <li>... berücksichtigen die Möglichkeiten zur Optimierung des Strahlenschutzes.</li> <li>... führen die Aufbereitung und Dokumentation von Patienten- und Messdaten unter Berücksichtigung von Aspekten der Patientensicherheit und des Datenschutzes durch.</li> <li>... erkennen lebensbedrohliche Notfallsituationen und führen lebenserhaltende Sofortmaßnahmen bis zum Eintreffen des notärztlichen Personals durch.</li> </ul>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>I. 1 a</li> <li>I. 2 a</li> <li>III. 1 a</li> <li>III. 3 b</li> </ul>	
<b>Medizinische Grundlagen (Pharmakologie 4 Std.)</b>	
<p>Im Fachgebiet eingesetzte Medikamente und Kontrastmittel, u. a. Applikationsform, Dosierung, Wirkung, Nebenwirkung, Wechselwirkung</p> <p>Methoden, Herstellung und Einsatzgebiete von Pharmaka</p> <p>Dokumentationspflichten</p> <p>Lagerung</p>	

**Radiologie (76 Std.)****Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Aufbau eines radiologischen Instituts, u. a. Röntgen, CT, MRT, Ultraschall

Entwicklung der Diagnostischen Radiologie und spezieller Untersuchungsmethoden

Organisation einer Röntgenabteilung

Aufbau einer Röntgeneinrichtung:

- Röntgengenerator
- Bedieneinrichtungen
- Röntgenstrahler:
  - Aufbau und Funktion
  - Einsatzmöglichkeiten im Aufnahme- und Durchleuchtungsbetrieb
  - Röhrenbelastbarkeit
  - Einfluss der Anode und des Brennflecks

Bildempfängersystem:

- Aufgabe
- Film-Folien-System
- Speicherfolie
- Bild-Verstärker-Fernseh-Kette
- Festplattendetektor

Typische röntgendiagnostische Arbeitsplätze:

- Rastertisch
- Rasterwandgerät
- Durchleuchtung
- CT

Qualitätsmerkmale von Röntgenbildern:

- Kontrast
- Auflösung, Schärfe
- Rauschen
- optische Dichte
- Modulationsübertragungsfunktion

Abhängigkeit dieser Merkmale von verschiedenen Parametern:

- Strahlenqualität (Spannung, Filterung)
- Belichtungszeit, Strom-Zeit-Produkt

- Abbildungsgeometrie
- Lage, Volumen (Kompression, Einblendung) und Beschaffenheit des Objekts
- bildregistrierendes System
- Streustrahlung
- Raster
- extrafokale Strahlung

Belichtungstechniken:

- freie Belichtung
- standardisierte Belichtungstabellen
- Belichtungsautomatik

Aufnahmetechnische Leitlinien

Strahlenschutz versus diagnostische Zielsetzung:

- Strahlenschutzmittel
- Abdeckung von Risikoorganen
- Einblendung des Nutzstrahlenfelds
- Wahl geeigneter Aufnahmebedingungen
- weitere Untersuchungsmethoden, z. B. Sonografie, MRT

### **Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Tätigkeitsbereich der MTR in einer diagnostischen Abteilung

Anatomische Ebenen: Frontal-, Sagittal-, Transversal- oder Axialebene

Strahlengangrichtungen:

- a. p. und p. a.
- senkrechte und schräge Positionen etc.

Lagebezeichnung:

- distal – proximal
- cranial – caudal
- volar – plantar

Richtige Buchstabenlegung

Bedeutung einer stabilen und schmerzfreien Lagerung

Beachtung:

- verschiedener Fokus-Film-Abstände
- verschiedener Belichtungsmöglichkeiten
- verschiedener Hilfs- und Strahlenschutzmittel

Beachtung verschiedener rechtlicher Vorgaben:

- Aufzeichnungs- und Aufbewahrungspflicht
- Strahlenschutz von Personal und Patienten, besonders in der Pädiatrie
- Qualitätssicherung in der Diagnostischen Radiologie

<b>LERNFELD 1.3 Das Arbeitsumfeld in der Strahlentherapie erschließen</b>	<b>ZRW: 30 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>... erhalten einen Einblick in Grundlagen und in den prinzipiellen Aufbau einer strahlentherapeutischen Abteilung.</p> <p>... beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise des Beschleunigers sowie weiterer Bestrahlungsanlagen. Sie differenzieren die Erzeugung der verschiedenen Strahlenarten. Sie wählen die angewandte Strahlenart und Strahlenqualität je nach Indikation aus. Sie bedienen die Anlagen unter Aufsicht sorgfältig und gewissenhaft für einen fehlerfreien Betriebsablauf. Sie vermeiden eine Fehlbedienung und daraus resultierende schwerwiegende Folgen.</p> <p>... stellen den Strahlenschutz für alle an der Therapie beteiligten Personen unter Beachtung der räumlichen Gegebenheiten sicher, erkennen Probleme des Strahlenschutzes und der Personensicherheit und leiten adäquate Maßnahmen ein. Sie handhaben mögliche Komplikationen, Grenzsituationen sowie Abweichungen der Dosisparameter, die einen Einfluss auf die Personensicherheit und die Therapie ausüben.</p> <p>... unterscheiden zwischen diagnostischem und therapeutischem Einsatz ionisierender Strahlung, beschreiben die Grundsätze der Tumorbehandlung und leiten die medizinische Bedeutung der Strahlentherapie bei der Krebsbekämpfung ab. Dabei reflektieren sie, welche Verantwortung der Mensch für seine Gesundheit übernimmt.</p> <p>... führen die Aufbereitung und Dokumentation von Patienten- und Messdaten unter Berücksichtigung von Aspekten der Patientensicherheit, des Strahlenschutzes und des Datenschutzes durch.</p>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<p>I. 1 a          III. 1 a, c, d          III. 3 a, b</p>	
<b>Strahlentherapie (30 Std.)</b>	
<p><i>Hinweis: in enger Absprache mit Medizinischen Grundlagen</i></p> <p>Geschichte der Strahlentherapie</p> <p>Aufbau einer strahlentherapeutischen Abteilung</p> <p>Gemeinsamkeiten und unterschiedliche Zielsetzungen bei Anwendung von Strahlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Begriffe, z. B. Onkologie, TNM</li> <li>– Stellung der Radioonkologie im Gesamtkonzept der Tumorbehandlung neben Chirurgie, Chemotherapie</li> <li>– Dosiskonzept, Tumorentstehung und Strahlenbiologie (Fraktionierung, Nebenwirkungen), strahlentherapeutische Verordnung</li> </ul>	

- Berechtigungsgrundlagen für den Einsatz von Strahlung in der Onkologie sowie bei gutartigen Erkrankungen (Einverständnis, Aufklärung)

Ausstattung des Bestrahlungsraums und des CT-/Simulationsraums:

- Licht-, Laser- und Ortungssysteme
- Bestrahlungstische mit Zubehör
- Lagerungszusatzvorrichtungen

Überblick Bestrahlungsgeräte: Teletherapie und Brachytherapie

Behandlungsablauf in der Strahlentherapie: Diagnostik, Planung (Lagerung, Maske etc.), Therapie, Nachsorge

Therapiebegleitung onkologischer Patienten (Überwachung Nebenwirkungen, Therapieverlauf, physischer und psychischer Zustand des Patienten)

Dokumentation und Datenschutz

<b>LERNFELD 1.4 Das Arbeitsumfeld in der Nuklearmedizin erschließen</b>	<b>ZRW: 80 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... erhalten einen Einblick in die (strahlen-)physikalische, messtechnische und apparative Grundlagen der Nuklearmedizin und den prinzipiellen Aufbau einer nuklearmedizinischen Abteilung.</li> <li>... grenzen die unterschiedlichen Untersuchungsmethoden in der Nuklearmedizin voneinander ab. Dazu beschreiben sie die Funktionsweisen der Messsysteme und der elektronischen Datenverarbeitung und wenden diese praktisch an.</li> <li>... benennen Einsatzmöglichkeiten von Radionukliden und Radiopharmaka in der Nuklearmedizin und üben den verantwortungsbewussten Umgang mit radioaktiven Stoffen ein. Sie berücksichtigen die relevanten Strahlenschutz-Aspekte, die biologischen Wirkungen unterschiedlicher Strahlung sowie die entsprechenden gesetzlichen Regelungen sowohl zum Schutz des Patienten als auch zum Eigenschutz.</li> <li>... beachten dabei alle Maßnahmen hinsichtlich qualitätssichernder Maßnahmen, einschließlich der erforderlicher Maßnahmen zur Gewährleistung von Prinzipien der Hygiene und des Infektionsschutzes von Patienten und Personal.</li> <li>... führen die Aufbereitung und Dokumentation von Patienten- und Messdaten unter Berücksichtigung von Aspekten der Patientensicherheit und des Datenschutzes durch.</li> </ul>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>I. 1 a</li> <li>III. 1 a</li> <li>III. 1 d</li> <li>III. 2 c</li> <li>III. 3 a, b</li> </ul>	
<b>Nuklearmedizin (70 Std.)</b>	
<p><i>Hinweis: in enger Absprache mit LF Strahlenschutz und LF Naturwissenschaft und Technik anwenden</i></p> <p>Anwendung strahlenphysikalischer Grundlagen auf die nuklearmedizinische Messtechnik</p> <p>Prinzipieller Aufbau eines nuklearmedizinischen Messsystems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Detektorarten</li> <li>– Kollimatoren</li> </ul> <p>Spezielle nuklearmedizinische Messsysteme und ihre Einsatzgebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gasionisationsgeräte und Messsonden</li> <li>– ortsfeste Szintillationszähler zur Erfassung des zeitlichen Verlaufs einer Aktivität</li> <li>– Gammakamera</li> </ul>	

- Single-Photonen-Emissions-Computer-Tomografie (SPECT)
- Positronen-Emissions-Tomografie (PET)

#### Dynamische Studien:

- schnelle sequenzielle Erfassung und Verarbeitung großer Datenmengen
- Berechnung physiologischer Parameter aus Messdaten
- Aufbereitung der Messdaten
- Region-of-Interest-Technik
- Dokumentation von Untersuchungen bzw. Szintigrammen

#### Pipitierübungen

### Pharmakologie

Im Fachgebiet eingesetzte Medikamente, u. a. Applikationsform, Dosierung, Wirkung, Nebenwirkung, Wechselwirkung

#### Einsatz und Aufbau von Radionuklidgeneratoren:

- angewandte Systeme, radioaktives Gleichgewicht, Aktivitätsberechnungen
- gesetzliche Vorschriften und Dokumentationspflichten

Methoden, Herstellung und Einsatzgebiete radioaktiver Pharmaka, Aktivitätsberechnungen, Applikationsmengen und -formen:

- Durchführung von Zerfallskorrekturen
- Berechnung der Aktivitätszumessung nach Gewicht
- Gebrauch von Nomogrammen
- Methoden der Aktivitätsmessung und Kalibrierung

#### Dokumentationspflichten:

- Radionuklidbuchführung
- Aufbewahrung von Unterlagen

### Naturwissenschaft und Technik (10 Std.)

#### Gewinnung von Radionukliden:

- Reaktor
- Zyklotron
- Generatorsysteme
- Chemische Grundlagen

<b>LERNFELD 1.5 Grundlagen des Strahlenschutzes erfassen</b>	<b>ZRW: 60 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>... verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten zur Erzeugung und Detektion von ionisierender Strahlung zur bildgebenden Diagnostik und Therapie am Menschen sowie von Signalen von Magnetfeldern zur Diagnostik, binden die Zusammenhänge zwischen Geräteaufbau und -bedienung, technischen Untersuchungsparametern, Bildqualität, Gerätesicherheit und Strahlenschutz sowie die physikalischen Eigenschaften und die biologischen Folgen der Anwendung in ihr Handeln folgerichtig ein.</p> <p>... verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten zu strahlenschutztechnischen Messmethoden im Umgang mit ionisierender Strahlung.</p> <p>... stellen den Strahlenschutz für alle an der Untersuchung beteiligten Personen unter Beachtung der räumlichen Gegebenheiten sicher, ermitteln Probleme des Strahlenschutzes und der Personensicherheit, leiten adäquate Maßnahmen ein, dokumentieren ihre Ergebnisse und tragen zur Bewertung der Wirksamkeit bei.</p> <p>... berücksichtigen relevante Gesetze und Verordnungen.</p>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<p>III. 1 a, b, c, d V. 3 c</p>	
<b>Strahlenschutzkunde (30 Std.)</b>	
<p><b>Strahlenphysik</b></p> <p>Aufbau von Atomkern und Atomhülle (in Absprache mit Chemie):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Eigenschaften der Atombausteine: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masse</li> <li>• Größe</li> <li>• elektrische Ladung</li> </ul> </li> <li>– Bindungsenergien</li> </ul> <p>Strahlungsquellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Röntgenröhre</li> <li>– medizinische Beschleuniger</li> <li>– Radionuklide</li> </ul> <p>Phänomene stabiler und instabiler Kerne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Neutronen-Protonen-Gleichgewicht</li> <li>– natürliche und künstliche Radioaktivität</li> </ul>	

Arten der Kernumwandlung:

- $\alpha$ -Zerfall
- $\beta^+$ -Zerfall
- $\beta^-$ -Zerfall
- Elektroneneinfang
- $\gamma$ -Strahlung

Einordnung der ionisierenden und nicht ionisierenden Strahlung in die Energieskala

Äquivalenz von Masse und Energie

Zerfallsgesetz

Definition der Aktivität

Metastabile Zustände von Atomkernen

Aufbau der Nuklidkarte

Künstliche und natürliche Strahlenexposition sowie biologische Strahlenwirkungen

Ionisierende Strahlung, Strahlenschutzmaßnahmen und Strahlenschutzmittel in den Fachgebieten:

- Diagnostische Radiologie
- Nuklearmedizin
- Strahlentherapie

Vorschriften und ihre Bedeutung für den Strahlenschutz:

- Strahlenschutzverordnung
- Normen und internationale Regelungen
- Grundsätze des praktischen Strahlenschutzes, u. a. Dosisgrenzwerte

### **Naturwissenschaft und Technik (30 Std.)**

Parameter und Größen zur Beschreibung der Wechselwirkungen, des Energieübertrags und der Energieabsorption

Wechselwirkung von Korpuskularstrahlung mit Materie:

- Wechselwirkungseffekte
- Schwächungsgesetz für Photonenstrahlung
- Beeinflussung eines Spektrums durch Filterung

Erzeugung von Röntgenstrahlung in der Röntgenröhre:

- Prinzip der Röntgenröhre:
  - Röntgenbremsstrahlung
  - charakteristische Röntgenstrahlung

- elektrische Bedingungen zum Betrieb einer Röntgenröhre
- Darstellung des erzeugten Spektrums als Funktion der Röhrenspannung, der Filtrierung und des Anodenstromes
- Wirkungsgrad, Kühlprobleme

Erzeugung von Photonen- und Korpuskularstrahlung in Teilchenbeschleunigern

Prinzip und Aufbau der Beschleuniger:

- Photonenmodus
- Elektronenmodus
- Strahlerzeugung und Strahlenaufbereitung
- Sicherheitsprobleme und Sicherheitsmaßnahmen
- Strahlenschutz an Beschleunigern

<b>LERNFELD 1.6 Naturwissenschaft und Technik anwenden I</b>	<b>ZRW: 200 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>... verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens, um die <b>berufsspezifische</b> Diagnostik- und Therapieverfahren sicher und richtig durchzuführen. Dazu erarbeiten sie sich Grundlagenwissen und praktische Fertigkeiten aus den Bezugswissenschaften (insbesondere Mathematik, Physik, Chemie und Biologie), die sie befähigen, die Geräte aus Radiologie, Strahlentherapie und Nuklearmedizin fachgerecht zu bedienen, physiologische und <b>strahlenbiologische</b> Prozesse nachzuvollziehen und pathophysiologische Störungen abzugrenzen.</p> <p>... berechnen, bewerten und dokumentieren <b>berufsspezifische</b> Analyseergebnisse und stellen diese anschaulich dar. Sie analysieren Fehlerquellen, erkennen Grenzen und Abweichungen.</p> <p>... schätzen das Gefährdungspotenzial von biologischen, chemischen, physikalischen Stoffen, von <b>berufsspezifischen</b> Geräten und Kontrastmitteln fachgerecht ein. Sie arbeiten sorgfältig und regelgeleitet mit diesen und treffen geeignete Maßnahmen zum Schutz von Mensch und Umwelt.</p>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
I. 1 a I. 2 a II. 1 a II. 2 a II. 3 a	
<b>Naturwissenschaft und Technik (200 Std.)</b>	
<b>Mathematik</b> Lineare und quadratische Gleichungen Prozentrechnungen Rechnen mit Zehnerpotenzen Umrechnen von Einheiten Rechtwinkliges Dreieck: Sinus-, Kosinus- und Tangensfunktion; Hangabtriebskraft auf der schiefen Ebene Exponentialfunktion in Vergleich zu Zehnerpotenzen und ihre Umkehrfunktion; Zerfallsgesetz, pH-Wert-Berechnungen Grafische Darstellung von Funktionen aus Wertetabellen Koordinatensysteme Achsenbeschriftungen Erstellen von Wertetabellen aus gegebenen grafischen Darstellungen	

Umwandlung der Darstellung durch Einführung neuer Variablen; Linearisieren der grafischen Darstellungen, z. B. p-V-Diagramme bzw. p-1/V-Diagramme eines idealen Gases

## Physik

In allen Bereichen sollen berufsspezifische Geräte und Arbeitsweisen behandelt werden

Physikalische Größen und Einheiten:

- skalare Größen
- vektorielle Größen

Mechanik

Bewegungsvorgänge:

- lineare Bewegungen
- Rotation
- Schwingungen

Dichte und Druck in:

- festen Körpern
- Flüssigkeiten
- Gasen

Optik

Geometrische Optik:

- Brechungs- und Reflexionsgesetz
- Totalreflexion
- Prismen
- Linsen
- einfache optische Geräte, z. B. Mikroskop

## Biologie

Stoffwechsel:

- Stoffwechsel bei Pflanzen und Tieren
- Auf-, Ab- und Umbau von Kohlenhydraten, Lipiden, Proteinen im Rahmen des Bau- und Energiestoffwechsels
- Adenosintriphosphat als biologisch verfügbare Energieform

- Überblick Verdauung des Menschen, z. B. Nährstoffe
- Enzymwirkung (Resorption)
- Energiebedarf
- Energiegewinnung (Zellatmung)

**Zytologie:**

- Zelle als Funktionseinheit (Aufbau der Zelle)
- Unterschiede Pro- und Eukaryonten
- Vergleich tierische und pflanzliche Zelle
- Zellformen
- Biomembranen und Transportvorgänge
- Gewebearten im Überblick
- Blutbestandteile und Aufgaben

**Zelle als offenes System:**

- Aufbau und Funktion von Membranen; Membranlipide
- Stoff- und Flüssigkeitstransport durch Membranen; Osmose, Diffusion
- aktiver und passiver Transport
- Zellverbindungen; Desmosen, Tight Junctions, Gap Junctions

**Genetik:**

- DNA-Aufbau und zelluläre Organisation
- Zellzyklus; Mitose, Meiose
- Keimzellen, Befruchtung, Embryonalentwicklung beim Menschen
- Replikation (PCR-Test)
- Aufbau Chromosomen, Karyogramm
- genetischer Code
- Proteinbiosynthese (Transkription, Translation)
- Mutationen (Genmutationen, Chromosomenmutationen)
- genetische Grundbegriffe und Vererbungsregeln (Mendel'sche Regeln)

**Chemie**

Umgang mit Chemikalien, Geräten und Laboreinrichtungen, Arbeitssicherheit

Maßnahmen zur sach- und umweltgerechten Entsorgung

Ausgewählte Methoden der qualitativen Analyse:

- spektroskopische Methoden
- chemische Nachweisreaktionen

Ausgewählte Methoden der quantitativen Analyse:

- gravimetrische Bestimmungen
- Säure-Base-Titrationen
- Gehaltsberechnungen
- Titrationskurven
- pH-Wert-Messungen

<b>LERNFELD 1.7 Angemessen fachlich kommunizieren und im Team agieren</b>	<b>ZRW: 100 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>... reflektieren, bewerten und kommunizieren eigene personale, soziale und fachliche Ressourcen und Grenzen bei sich häufig ändernden Anforderungen in beruflichen Handlungssituationen. Sie definieren persönliche Ziele und setzen diese im eigenen Lern- und Arbeitsprozess um. Daraus erkennen sie die Notwendigkeit des lebenslangen Lernens.</li><li>... untersuchen alltägliche und berufliche Kommunikationssituationen mit dem Ziel, sich über das eigene Kommunikationsverhalten und das des Gegenübers bewusst zu werden und ihre Wirkung auf andere zu reflektieren und setzen dabei personenabhängig und situationsspezifisch verbale sowie nonverbale und adaptive Kommunikation in beruflichen Gesprächssituationen ein.</li><li>... informieren, beraten und leiten Menschen aller Altersstufen personen- und situationsadäquat bei diagnostischen und therapeutischen Verfahren an, erkennen und reflektieren Kommunikationsfähigkeiten von Menschen aller Altersstufen, insbesondere bei spezifischen Gesundheitsstörungen, und wenden kommunikative Maßnahmen an, um den diagnostischen und therapeutischen Prozess zielführend zu unterstützen.</li><li>... geben und empfangen regelrecht Feedback und ziehen aus dem reflektierten Kommunikationsverhalten Konsequenzen für das eigene berufliche Handeln.</li><li>... wenden Basiskonzepte der Interaktion und grundlegende Aspekte im Aufbau von Beziehungen zu Einzelnen und Gruppen an. Sie analysieren Störungen in Interaktionen und therapeutischen Beziehungssituationen und zeigen Interventionsstrategien auf.</li><li>... beraten Teammitglieder kollegial bei fachlichen Fragestellungen und unterstützen sie bei der Übernahme und Ausgestaltung ihres jeweiligen Verantwortungs- und Aufgabebereichs.</li><li>... beteiligen sich im Team an der Anleitung anderer Auszubildender, Praktikantinnen und Praktikanten.</li><li>... verwenden in Fachgesprächen mit unterschiedlichen Berufsgruppen die korrekte Fachsprache. Sie stimmen ihr berufliches Handeln und ihren Kommunikationsstil zur Gewährleistung einer störungsfreien Analytik im qualifikationsheterogenen Team ab und verhalten sich bei Teamdiskussionen professionell.</li><li>... referieren zu beruflichen Fachthemen. Dazu recherchieren sie planvoll Fachliteratur in deutscher und englischer Sprache, auch unter Nutzung digitaler Medien. Sie exzerpieren aus Texten aufgabenbezogene Informationen unter Beachtung der Regeln des Zitierens und der Quellennachweise. Ihre Ausarbeitung stellen sie mit geeigneten Präsentations- und Moderationstechniken vor und geben sich konstruktives Feedback.</li><li>... stellen adressatenorientiert Bewerbungsunterlagen zusammen. Sie bereiten sich gezielt auf Vorstellungsgespräche vor und führen diese überzeugend.</li><li>... übernehmen Mitverantwortung für die Organisation und Gestaltung der gemeinsamen Arbeitsprozesse.</li></ul>	

... formulieren die Ergebnisse des diagnostischen Prozesses gemäß den fachlichen Vorgaben sprachlich-stilistisch korrekt und adressatenorientiert. Sie verwenden zielgerichtet Dokumentationsmethoden in beruflichen Situationen.

... kennen dazu wichtige Begriffe aus der Datenverarbeitung und wenden sie richtig an. Sie gehen mit Daten verantwortungsbewusst um und berücksichtigen den Datenschutz.

### Kompetenzen lt. MTAPrV

IV. 1 a, b, c  
 IV. 2 a, b, c, d, e, f, g  
 V. 1 b  
 V. 2 a, c

### Arbeits- und Beziehungsprozesse (80 Std.)

#### Psychologie

Wissenschaftliche Gegenstandsbestimmungen, Fragestellungen und Aussagen

Unterschiede zwischen Natur- und Sozialwissenschaften

Zentrale Fragestellungen

- der Psychologie: Erleben, Verhalten und Entwicklung des Individuums
- der Soziologie: Wechselwirkung zwischen Individuum und sozialem Umfeld
- der Pädagogik: Möglichkeiten erzieherischer Einflussnahme und Förderung

Das Gedächtnis, z. B. Mehrspeichermodell nach Markowitsch

Behalten und Vergessen, z. B. Vergessenskurve nach Ebbinghaus

Lern- und Arbeitstechniken, u. a. Lernrhythmus, Lesetechniken, Zeitplanung, Arbeitsplatzgestaltung, Selbstmotivierung, neuromentale Trainingsmethoden

Resilienz:

- Begriffsklärung/Bedeutung
- Risikofaktoren und Schutzfaktoren von Resilienz
- Möglichkeiten zur Stärkung der Resilienz, z. B. „Big Seven“ nach U. Nuber

#### Kommunikation

Kommunikation:

- ein Modell sozialer Kommunikation, z. B. Kommunikationstheorie nach Schulz von Thun, Kommunikationstheorie nach Watzlawick, Gewaltfreie Kommunikation nach Rosenberg
- Entstehung von Kommunikationsstörungen
- Vorbeugen und Beheben von Kommunikationsstörungen

Gesprächsführung und Kommunikationsstrategien:

- aktives Zuhören und situationsgerechtes Reagieren

- Leichte Sprache
- angemessene Intonation und Aussprache sowie Gestik und Mimik als Ausdruckshilfe
- Fachsprache, u. a. Richtungsbezeichnung, Lage, Vor- und Nachsilben

Personenadäquate Beratung und Anleitung von Patienten bzw. Angehörigen

Sterbephasen z. B. nach E. Kübler-Ross

Beratung und Betreuung von Patienten, besonders schwerkranke oder sterbende Patienten, z. B. kurz nach Diagnosestellung oder Palliativversorgung

Berücksichtigung von u. a. Altersstufen (z. B. Kinder, Senioren), physische bzw. psychische Beeinträchtigungen, Fremdsprachen

Kommunikationshilfen, z. B. Bildtafeln

Aspekte der kultursensiblen Kommunikation

Feedback-Regeln

Kommunikation aus allgemein beruflichem Anlass:

- Gespräche mit Vorgesetzten, Kollegen
- Bestellung von Waren
- Erstellen von Arztbriefen und Führen von Patientenakten

Zusammenarbeit im Team:

- die Gruppe: Definition, Formen, Merkmale und Funktionen
- Phasen der Teamentwicklung, z. B. Tuckman
- Bewältigung von Gruppenkonflikten
- Umgang mit Mobbing

### **Fachenglisch**

Themenbezogener Wortschatz:

- medizinische Fachbegriffe
- Grundbegriffe der Anatomie
- Bezeichnungen für Krankheitsbilder und Verletzungen
- Bezeichnungen für verschiedene medizinische Geräte, Ausrüstungen, Untersuchungen
- Berufsbezeichnungen im Gesundheitsbereich

**Naturwissenschaft und Technik (20 Std.)****Datenverarbeitung**

Datenschutz, Urheberrecht und Datensicherung

Datenfluss und Datenaustausch anhand ausgewählter Beispiele:

- Patientenverwaltung
- Radiologie-Informationssystem (RIS)
- Patientenablaufsteuerung
- Organisation von Daten, u. a. berufsspezifische (Dokumentations-)Software

Handhabung verschiedener Anwenderprogramme für ausgewählte berufsrelevante Aufgaben:

- Erstellen und Bearbeiten von Arbeitsberichten
- Erfassen, Bearbeiten und Darstellen von Messwerten in Form von Tabellen, Grafiken und statistischen Auswertungen
- Erschließen und Aufbereiten digitaler Informationen

<b>LERNFELD 1.8 In Notfallsituationen angemessen reagieren und handeln</b>	<b>ZRW: 50 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... realisieren akute, lebensbedrohliche Situationen, führen lebensrettende Sofortmaßnahmen durch und organisieren weiterführende Hilfe. Dabei berücksichtigen sie den Selbstschutz, den Strahlenschutz und entsprechende gesetzliche Grundlagen.</li> <li>... verwenden die Elemente einer Standardnotfallausrüstung und leisten Assistenz bei deren Anwendung in einer Notfallsituation. Sie informieren ggf. den Strahlenschutzbeauftragten.</li> <li>... leisten Erste Hilfe bei Notfällen und organisieren weiterführende Hilfemaßnahmen. Sie arbeiten mit anderen involvierten Berufsgruppen im Rahmen ihrer Kompetenzen zusammen.</li> <li>... erkennen die Notwendigkeit einer der Situation angemessenen Kommunikation mit den auf Erste Hilfe angewiesenen Menschen sowie deren Angehörigen und leisten die notwendige psychische Betreuung bzw. entsprechenden Beistand gemäß ihrem Kompetenzbereich.</li> <li>... informieren das Notfallteam bzw. die Ärzte in Notfallsituationen strukturiert auch bzgl. des Strahlenschutzes. Sie wirken unterstützend bei Notfallevakuationen mit, dabei dokumentieren und reflektieren sie Beobachtungen sowie Interventionen.</li> </ul>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
III. 3 a, b	
<b>Medizinische Grundlagen (50 Std.)</b>	
<p><b><u>Erste Hilfe (theoretische Grundlagen):</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Störungen des Bewusstseins und epileptische Anfälle</li> <li>Störungen der Atmung</li> <li>Störungen des Herz-Kreislaufsystems</li> <li>Verletzungen (Wunden, Knochenverletzungen)</li> <li>Verstrahlungen</li> <li>Vergiftungen</li> <li>Verätzungen</li> <li>Verbrennungen</li> <li>Fremdkörper</li> <li>Schockzustände</li> <li>(Nadel-)Stichverletzungen</li> </ul>	

Rechtliche Bestimmungen, u. a. Haftungsrecht, Strafrecht, z. B. unterlassene Hilfeleistung

Kooperation mit dem interdisziplinären Notfallteam bzw. Schockraum, Notfallplan; Notfall-evakuierung

Sicherheits- und Strahlenschutzaspekte (in enger Absprache mit *LF 1.5 Grundlagen des Strahlenschutzes anwenden I*)

**Erste Hilfe Maßnahmen:**

Einweisung in die venöse Injektion

Erste-Hilfe-Maßnahmen, u. a. Verbrennungen, Schock

Rettungskette

Gesprächsführung in Notfallsituationen (in Absprache mit *LF 1.7 Kommunikation*)

<b>LERNFELD 1.9 Diagnoseverfahren<sup>2</sup> bei Erkrankungen des respiratorischen Systems durchföhren</b>	<b>ZRW: 60 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten zu vorbereitenden Maßnahmen, zur Durchführung und Nachverarbeitung sowie für die Anpassung der methodischen und apparatetechnischen Vorgehensweise. Sie beschreiben die Anatomie und Physiologie des respiratorischen Systems. Sie charakterisieren davon ausgehend die Pathophysiologie häufiger Erkrankungen.</li> <li>... gleichen angeforderte Untersuchungen in der radiologischen und nuklearmedizinischen Diagnostik mit der Indikation oder Fragestellung hinsichtlich ihrer Darstellbarkeit und der sich daraus ergebenden Methodenauswahl ab.</li> <li>... beurteilen, welche Daten zur Untersuchungsdurchführung erforderlich sind, planen und realisieren die Durchführung der medizinisch-technologischen Aufgaben in der radiologischen und nuklearmedizinischen Diagnostik unter Aufsicht.</li> <li>... beurteilen die Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der technischen Bildqualität zur Befundung in Abhängigkeit von der Fragestellung und erkennen diagnostische Abweichungen von Normbefunden, die eine Rücksprache mit dem ärztlichen Dienst notwendig machen.</li> <li>... erkennen mögliche Komplikationen, Grenzsituationen sowie Abweichungen der Dosisparameter, die Einfluss auf die Untersuchung und Personensicherheit haben, handeln adäquat, dokumentieren und bewerten ihr Handeln und beschreiben situationsadäquate Lösungswege.</li> <li>... bearbeiten im Rahmen des Postprocessing erhobene digitale Datensätze von Untersuchungen standardisiert, beurteilen und dokumentieren diese.</li> <li>... informieren, beraten und leiten Menschen aller Altersstufen personen- und situationsadäquat bei Untersuchungen an und leisten die notwendige Unterstützung.</li> <li>... verfügen über Kenntnisse zu Verfahren, die die Standarduntersuchungen unterstützen, z. B. Sonografie und endoskopische Untersuchungen.</li> <li>... verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten zur Erzeugung und Detektion von ionisierender Strahlung zur bildgebenden Diagnostik, binden die Zusammenhänge zwischen Geräteaufbau und -bedienung, technischen Untersuchungsparametern, Bildqualität, Postprocessing und Gerätesicherheit ein.</li> <li>... bereiten Kontrastmittel und Radiopharmaka unter Aufsicht zur Applikation vor. Sie erarbeiten sich spezielle Diagnoseverfahren in der Nuklearmedizin und beurteilen dabei ihre Arbeitsaufgaben unter Berücksichtigung der unerwünschten Nebenwirkungen und sich daraus ergebenden Sicherheitsmaßnahmen.</li> </ul>	

<sup>2</sup> Bei Diagnoseverfahren handelt es sich im Folgenden immer um radiologische und nuklearmedizinische Diagnoseverfahren.

**Kompetenzen lt. MTAPrV**

- I. 1 a - e
- I. 2 a - c
- III. 1 a, b
- III. 2 a, b

**Medizinische Grundlagen (20 Std.)****Anatomie**

Respiratorisches System, dazu Lage, Bau und Funktion von:

- Nase und Nebenhöhlen
- Rachen
- Kehlkopf
- Trachea und Bronchialbaum
- Lungen mit Pleura und Zwerchfell

Gefäßversorgung der Lunge

Atemmechanik, Ventilation und Gasaustausch

Atemregulation und Spirometrie

**Krankheitslehre**

Erkrankungen (Ätiologie, Risikofaktoren, Symptome, Diagnostik, Therapie):

- obstruktive Erkrankungen
- Tumoren
- infektiöse Erkrankungen, u. a. Pneumonie
- Pleuraerguss

**Radiologie (30 Std.)****Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Auswahl diagnostischer Verfahren auf der Grundlage vorgegebener Krankheitsbilder

Erkennen der Lage und Orientierung der abgebildeten Körperregion, z. B. Thorax p. a. versus a. p.

Identifizieren und Benennen von anatomischen Strukturen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Projektionen und Einstelltechniken und möglicher Überlagerungen

Erkennen häufiger und lebensbedrohlicher Krankheitsbilder

Kennen des Zusammenhangs von Indikation, Einstelltechnik und diagnostischer Aussagekraft eines Bildes und Wissen um die Bedeutung und Notwendigkeit qualitätssichernder Maßnahmen

Nachverarbeitung von Volumendatensätzen im CT und Strahlenbelastung von CT-Untersuchungen

Demonstration wichtiger pathologischer Befunde

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Routine- und Spezialeinstellungen am gesamten Thorax (konventionell und Computertomografie nativ)

Erkennen wichtiger anatomischer Strukturen

Beurteilen der Bildqualität (Belichtungstechniken, aufnahmetechnische Leitlinien)

Durchführung von Fehleranalysen

Benennen der Kriterien einer gut eingestellten Aufnahme

Beachtung der Grundlagen und verschiedener Besonderheiten, z. B. Pädiatrie und Onkologie

**Nuklearmedizin (10 Std.)**

**Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung:**

Lungenzintigrafie (Inhalation/Ventilation):

- verwendete Radiopharmaka (Tc-markiertes Aerosol, Technegas, Edelgase)
- Strahlenbelastung und Vergleich mit Alternativverfahren (Pulmonalis-CT)

Lungenzintigrafie (Perfusion):

- verwendete Radiopharmaka (Tc-markierte Partikel)
- Strahlenbelastung und Vergleich mit Alternativverfahren (Pulmonalis-CT)

Lungenzintigrafie (Inhalation/Ventilation):

- Ablauf der Untersuchung und Datenaquisition
- Auswertung/SPECT-Rekonstruktion
- Dokumentation
- Qualitätskontrolle (Fehlerquellen und Artefakte)

Lungenzintigrafie (Perfusion):

- Ablauf der Untersuchung und Datenaquisition
- Auswertung/SPECT-Rekonstruktion
- Dokumentation
- Qualitätskontrolle (Fehlerquellen und Artefakte)

<b>LERNFELD 1.10 Diagnoseverfahren bei Erkrankungen des muskuloskelettales Systems durchführen</b>	<b>ZRW: 190 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... beschreiben die Anatomie und Physiologie des muskuloskelettales Systems. Sie charakterisieren davon ausgehend die Pathophysiologie häufiger Erkrankungen.</li> <li>... gleichen angeforderte Untersuchungen in der radiologischen und nuklearmedizinischen Diagnostik mit der Indikation oder Fragestellung hinsichtlich ihrer Darstellbarkeit und der sich daraus ergebenden Methodenauswahl ab.</li> <li>... beurteilen, welche Daten zur Untersuchungsdurchführung nötig sind und fordern, gegebenenfalls Vorbefunde an.</li> <li>... planen und realisieren die Durchführung der medizinisch-technologischen Aufgaben in der radiologischen und nuklearmedizinischen Diagnostik unter Aufsicht. Sie beurteilen die Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der technischen Bildqualität zur Befundung in Abhängigkeit von der Fragestellung und erkennen diagnostische Abweichungen von Normbefunden, die eine Rücksprache mit dem ärztlichen Dienst notwendig machen.</li> <li>... erkennen mögliche Komplikationen, Grenzsituationen sowie Abweichungen der Dosisparameter, und beschreiben situationsadäquate Lösungswege.</li> <li>... bearbeiten im Rahmen des Postprocessing erhobene digitale Datensätze von Untersuchungen standardisiert, beurteilen und dokumentieren diese.</li> <li>... informieren, beraten und leiten Menschen aller Altersstufen personen- und situationsadäquat bei Untersuchungen an und leisten die notwendige Unterstützung.</li> <li>... dokumentieren und steuern die relevanten Daten nach dem Stand von Wissenschaft und Technik und unter besonderer Berücksichtigung der Aspekte des Strahlenschutzes.</li> <li>... bereiten Radiopharmaka unter Aufsicht zur Applikation vor.</li> </ul>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<p>I. 1 a, b, c, d, e  III. 1 a  III. 2 b</p>	

**Medizinische Grundlagen (30 Std.)****Anatomie**Lage, Bau und Funktion des Skelettsystems und der Gelenke:

- Aufbau des Knochens, zelluläre Bestandteile, Knochenmatrix, Knochenmark
- Physiologie und Pathophysiologie (Knochenstoffwechsel, z. B. Knochenheilung, Knochenumbau bei Entzündung und bei Tumoren)

Lage, Bau und Funktion des Muskelapparates und der Sehnen:

- Aufbau der Muskeln, quergestreifte und glatte Muskulatur, Strukturen der Sehnen, Faszien und Bänder
- Physiologie und Pathophysiologie (Umwandlung von Energie in Bewegung und Kraft, z. B. anaerobe Glykolyse bzw. Laktat bei Muskelkater)

Lage, Bau und Funktion der Wirbelsäule und des Thorax:

- Wirbelsäule und Rückenmuskulatur, Wirbelkörper, Wirbelgelenke und Bandscheiben
- Hals-, Rückenmuskulatur (Physiologie: aufrechte Haltung, Pathophysiologie: Bandscheibenvorfall, altersbedingte Degeneration, Skoliose, Metastasen)
- Thorax: Rippen, Sternum, Interkostalmuskeln, Brustmuskeln (Physiologie: Atmung; Pathophysiologie: Thoraxdeformität)
- Schultergelenk, Schlüsselbein, Schulterblätter, Schultermuskeln

Lage, Bau und Funktion des Abdomens und des Beckens:

Beckenmuskulatur, Gesäßmuskel, Gelenke, z. B. Hüftgelenk, Iliosakralgelenke

Lage, Bau und Funktion der Extremitäten:

Aufbau der langen Röhrenknochen, Gelenke, Muskelapparat, Sehnen und Bänder, Handskelett und Fußskelett (Physiologie: Gehen, Laufen, Bewegung, handwerkliche Tätigkeit; Pathophysiologie: Arthrose, Verletzungen, Gelenkrheuma, Reflexdystrophie)

Lage, Bau und Funktion des Schädels:

- Schädelknochen (Kalotte, Schädelbasis und Gesichtsschädel), Muskulatur (Gesicht, Hals), Zähne
- Physiologie; Schutz des Gehirns, der Sinnesorgane, des Auges und des Ohres, z. B. Geruchssinn, Geschmack, Nahrungsaufnahme, Mimik, Sprache
- Pathophysiologie; Verletzungen, Schädelbasisfraktur, Verletzungen der Gesichtsmuskulatur

**Krankheitslehre**

Erkrankungen des muskuloskelettales Systems (Ätiologie, Risikofaktoren, Symptome, Diagnostik, Therapie):

- Traumata: Frakturzeichen, -formen, -behandlung, -heilung, Komplikationen
- Fehlbildungen; angeborene und vererbte Erkrankungen

**Radiologie (140 Std.)****Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Wichtige pathologische Befunde

Lage und Orientierung der abgebildeten Körperregion

Anatomische Strukturen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Projektionen und Einstelltechniken und möglicher Überlagerungen

Indikation, Einstelltechnik und diagnostische Aussagekraft eines Bildes

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Routine- und Spezialeinstellungen am gesamten Skelett

Erkennen wichtiger anatomischer Strukturen

Beurteilen der Bildqualität (Belichtungstechniken, aufnahmetechnische Leitlinien)

Durchführung von Fehleranalysen

Benennen der Kriterien einer gut eingestellten Aufnahme

Beachtung der Grundlagen und verschiedener Besonderheiten, z. B. Pädiatrie, Orthopädie, Chirurgie und Onkologie

**Nuklearmedizin (20 Std.)****Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung:**

Wichtige pathologische Befunde

Diagnostik (Skelettszintigrafie) zugänglicher Krankheitsbilder

Szintigrafische Methodik: planare Aufnahmen, Ganzkörper-Scan, Single-Photon-Emissions-Tomografie (SPECT)

Methoden der Bildrekonstruktion, Bildüberlagerung mit radiologischen Verfahren (SPECT-CT)

Diagnostische Aussagekraft, Fehlerquellen

Qualitätssichernde Maßnahmen

Dokumentation

<b>LERNFELD 1.11 Therapieverfahren<sup>3</sup> bei Erkrankungen des muskuloskelettalen Systems durchführen</b>	<b>ZRW: 30 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... übertragen ihr evidenzbasiertes theoretisch fundiertes Wissen aus der Anatomie und Physiologie des muskuloskelettalen Systems auf die strahlentherapeutische Behandlung.</li> <li>... planen, organisieren, realisieren, dokumentieren und steuern sowohl die Bestrahlungsplanung als auch die technische Durchführung der Bestrahlung verschiedener Tumoren des muskuloskelettalen Systems. Dazu gehören die notwendigen Vorbereitungen des Patienten für den Bestrahlungsvorgang, die fachgerechte Lagerung und letztlich die korrekte Ausführung der Therapiesitzung unter Beachtung des Strahlenschutzes und der Personensicherheit.</li> <li>... wirken im interprofessionellen Team mit und sind für die kompetente Betreuung und Überwachung des Patienten und seines Allgemeinzustandes während der strahlentherapeutischen Behandlung mit zuständig. Besondere Beachtung gilt der Ersteinstellung am Bestrahlungsgerät (Überprüfung jeglicher Daten), der besonderen psychosozialen Situation und damit Betreuung des Patienten.</li> <li>... führen passende Feldkontrollen durch und beurteilen die Bildgebung hinsichtlich Lagerung, Risikoorgane und Planungszielvolumina.</li> <li>... erkennen mögliche Komplikationen, Grenzsituationen sowie Abweichungen der Dosisparameter, und richten ihr Handeln situationsadäquat danach aus.</li> <li>... sind an der sachgerechten Dokumentation jeglicher notwendiger Bestrahlungsdaten des einzelnen Patienten beteiligt.</li> <li>... übertragen standardisiert im Rahmen der Bestrahlungsplanung erhobene digitale Datensätze an unterschiedlichen Modalitäten, dokumentieren, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese.</li> <li>... bearbeiten erhobene digitale Datensätze von den einzelnen Therapiesitzungen standardisiert, beurteilen und dokumentieren diese.</li> </ul>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>II. 1 a, b, c</li> <li>II. 2 a, b</li> <li>II. 3 a</li> </ul>	

<sup>3</sup> Bei allen Therapieverfahren handelt es sich im Folgenden um Therapieverfahren der Strahlentherapie.

**Strahlentherapie (30 Std.)****Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Tumorerkrankungen im muskuloskeletalen System (Ätiologie, Risikofaktoren, Symptome, Diagnostik, Therapie), u. a. Knochenmetastasen, Osteo- und Weichteilsarkome  
Therapiemöglichkeiten von Tumoren im muskuloskeletalen System

Medizinische und biologische Bestrahlungsplanung:

- Sicherung der Diagnose, Histologie
- Tumorlokalisierung und -ausbreitung
- Behandlungsstrategie

Physikalisch-technische Bestrahlungsplanung:

- Patientenquerschnitte am CT und MRT
- Feldaufnahme, IGRT
- Rechenplan mit Isodosenverteilung
- Zielvolumenkonzept
- Fraktionierung
- Bestrahlungstechnik
- Einsatz von Blöcken und Multileaf-Kollimatoren

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Anfertigung eines Planungs-CTs

Einstellung bedeutsamer klinischer Standard- und Spezialtechniken des muskuloskeletalen Systems anhand vorliegender Bestrahlungsprotokolle und -pläne

Zuhilfenahme aller notwendigen Geräte und Hilfsmittel

Tiefendosisprofil verschiedener Strahlungsarten

Qualitätskontrolle der Anschlussfelder

<b>LERNFELD 1.12 Diagnoseverfahren bei Erkrankungen des gastrointestinalen und endokrinologischen Systems durchführen</b>	<b>ZRW: 90 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>... beschreiben die Anatomie und Physiologie des gastrointestinalen Systems. Sie charakterisieren davon ausgehend Pathophysiologie häufiger Erkrankungen.</li><li>... gleichen angeforderte Untersuchungen mit der Indikation oder Fragestellung hinsichtlich ihrer Darstellbarkeit und der sich daraus ergebenden Methodenauswahl ab. Sie beurteilen, welche Daten zur Untersuchungsdurchführung nötig sind und fordern, gegebenenfalls Vorbefunde an. Sie planen und realisieren die Durchführung der medizinisch-technologischen Aufgaben in der radiologischen und nuklearmedizinischen Diagnostik. Sie informieren, beraten und leiten Menschen aller Altersstufen personen- und situationsadäquat bei Untersuchungen an und leisten die notwendige Unterstützung.</li><li>... erkennen mögliche Komplikationen, Grenzsituationen sowie Abweichungen der Dosisparameter, die Einfluss auf die Untersuchung und Personensicherheit haben, handeln adäquat, dokumentieren und bewerten ihr Handeln und beschreiben situationsadäquate Lösungswege.</li><li>... bearbeiten im Rahmen des Postprocessing erhobene digitale Datensätze von Untersuchungen standardisiert, beurteilen und dokumentieren diese.</li><li>... informieren, beraten und leiten Menschen aller Altersstufen personen- und situationsadäquat bei Untersuchungen an und leisten die notwendige Unterstützung.</li><li>... verfügen über grundlegende Kenntnisse der Ultraschalldiagnostik und ihre Relevanz für die gastrointestinale Bildgebung.</li><li>... planen und organisieren und steuern berufsrelevante Aufgaben bezüglich der Ultraschalldiagnostik.</li><li>... dokumentieren und steuern die relevanten Daten nach dem Stand von Wissenschaft und Technik und unter besonderer Berücksichtigung der Aspekte des Strahlenschutzes.</li><li>... beurteilen die Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der technischen Bildqualität zur Befundung in Abhängigkeit von der Fragestellung und erkennen diagnostische Abweichungen von Normbefunden, die eine Rücksprache mit dem ärztlichen Dienst notwendig machen.</li><li>... analysieren mögliche Komplikationen, Grenzsituationen sowie Abweichungen der Dosisparameter und beschreiben situationsadäquate Lösungswege.</li><li>... bearbeiten im Rahmen des Postprocessing erhobene digitale Datensätze von Untersuchungen standardisiert, beurteilen und dokumentieren diese.</li></ul>	

**Kompetenzen lt. MTAPrV**

- I. 1 a, b, c, d, e
- I. 2 a, b
- II. 2 a, b

**Medizinische Grundlagen (20 Std.)****Anatomie**

## Gastrointestinales System:

- Lage, Bau und Funktion der Abschnitte und Organe des gastrointestinalen Systems sowie deren anhängende Organe wie Leber, Gallenblase, Pankreas
- Aufbau und Anatomie der Organe des gastrointestinalen Systems
- Physiologie und Pathophysiologie

## Endokrinologisches System:

- Physiologie und Pathophysiologie, u. a. Hormonstoffwechsel, Wasser- und Elektrolythaushalt, Fortpflanzung und Wachstumsprozesse
- Lage, Bau und Funktion von Organen, Drüsen und Zellen des endokrinen Systems

**Krankheitslehre**

## Erkrankungen des gastrointestinalen Systems (Ätiologie, Risikofaktoren, Symptome, Diagnostik, Therapie):

- akute und chronisch entzündliche Erkrankungen
- Geschwüre
- gut- und bösartige tumoröse Erkrankungen
- Gallensteine
- Darmverschlüsse, Polypen
- Therapiemöglichkeiten
- Fehlbildungen; angeborene und vererbte Erkrankungen

## Erkrankungen des endokrinologischen Systems:

- Über- und Unterfunktion der Schilddrüse
- Nebenschilddrüse, z. B. HPT, Hypoparathyreoidismus
- Nebenniere, z. B. M. Cushing, Phäochromozytom
- Pankreas, z. B. Diabetes mellitus, Pankreasinsuffizienz
- neuroendokrine Tumoren, z. B. Karzinoid, Insulinom
- spezielle Stoffwechselerkrankungen

**Radiologie (60 Std.)****Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Gastrointestinales-System und endokrinologisches System:

- Auswahl diagnostischer Krankheitsbilder auf der Grundlage vorgegebener Krankheitsbilder
- Durchleuchtungsuntersuchungen mit und ohne Kontrastmittel
- endoskopische Untersuchungen
- sonographische Untersuchungen
- Lage und Orientierung der abgebildeten Körperregion
- anatomische Strukturen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Projektionen und Einstelltechniken und möglicher Überlagerungen
- Eigenschaften und Applikationsformen von Kontrastmitteltypen bei Röntgenuntersuchungen
- Dynamik von Kontrastmitteln, Kontrastmittelausscheidung
- vorbereitende Maßnahmen, z. B. Aufklärung des Patienten, Vorbereitung des Patienten, Vorbereitung des Arbeitsplatzes
- Kontraindikationen und Risiken der Kontrastmittel
- Maßnahmen bei Kontrastmittelzwischenfällen
- Erkennen häufiger und lebensbedrohlicher Krankheitsbilder
- Kennen des Zusammenhangs von Indikation, Einstelltechnik und diagnostischer Aussagekraft eines Bildes und Wissen um die Bedeutung und Notwendigkeit qualitätssichernder Maßnahmen

Demonstration wichtiger pathologischer Befunde

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Gastrointestinal-Trakt und endokrinologisches System:

- konventionelle Röntgendiagnostik und Einstelltechnik
- Durchleuchtungsuntersuchungen mit und ohne Kontrastmittel, z. B. Ösophagusbreischluck, Magen-Darm-Passage, Sellink, Colon-Kontrasteinlauf
- z. B. endoskopische Untersuchungen, sonografische Untersuchungen
- verschiedene Kontrastmittel und deren Wirkungsweise
- spezielle Vorbereitung der Patienten, z. B. Schilddrüsenhyperthyreose, Niereninsuffizienz
- Erkennen wichtiger anatomischer Strukturen
- Beurteilen der Bildqualität (Belichtungsstechniken, aufnahmetechnische Leitlinien)
- Durchführung von Fehleranalysen

- Benennen der Kriterien einer gut eingestellten Aufnahme

Beachtung der Grundlagen und verschiedener Besonderheiten, z. B. Pädiatrie, Chirurgie und Onkologie

### **Nuklearmedizin (10 Std.)**

#### **Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung:**

Erkrankungen des endokrinologischen Systems:

- Über- und Unterfunktion der Schilddrüse
- gutartige Erkrankungen der Schilddrüse
- bösartige Erkrankungen der Schilddrüse

<b>LERNFELD 1.13 Therapieverfahren bei Erkrankungen von gastrointestinalen und endokrino- logischen Systemen durchführen</b>	<b>ZRW: 80 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... übertragen ihr evidenzbasiertes theoretisch fundiertes Wissen aus der Anatomie und Physiologie des gastrointestinalen Systems auf die strahlentherapeutische Behandlung (Tele- und Brachytherapie).</li> <li>... planen, organisieren, realisieren, dokumentieren und steuern sowohl die Bestrahlungsplanung als auch die technische Durchführung der Bestrahlung von Tumoren im Gastrointestinaltrakt. Dazu gehören die notwendigen Vorbereitungen des Patienten für den Bestrahlungsvorgang, die fachgerechte Lagerung und letztlich die korrekte Ausführung der Therapiesitzung unter Beachtung des Strahlenschutzes und der Personensicherheit.</li> <li>... wirken im interprofessionellen Team mit und sind für die kompetente Betreuung und Überwachung des Patienten und seines Allgemeinzustands während der strahlentherapeutischen Behandlung im gastrointestinalen System mit zuständig. Besondere Beachtung gilt der Ersteinstellung am Bestrahlungsgerät (Überprüfung jeglicher Daten), der besonderen psychosozialen Situation und damit Betreuung des Patienten.</li> <li>... führen passende Feldkontrollen durch und beurteilen die Bildgebung hinsichtlich Lagerung, Risikoorgane und Planungszielvolumina.</li> <li>... führen berufsspezifische Aufgaben der sachgerechten Dokumentation jeglicher notwendiger Bestrahlungsdaten des einzelnen Patienten durch.</li> <li>... erkennen mögliche Komplikationen, Grenzsituationen sowie Abweichungen der Dosisparameter und richten ihr Handeln situationsadäquat danach aus.</li> <li>... übertragen standardisiert im Rahmen der Bestrahlungsplanung erhobene digitale Datensätze an unterschiedlichen Modalitäten, dokumentieren, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese.</li> <li>... bearbeiten erhobene digitale Datensätze von den einzelnen Therapiesitzungen standardisiert, beurteilen und dokumentieren diese.</li> <li>... erarbeiten sich einen Einblick in die Therapie mit offenen radioaktiven Arzneimitteln, einschließlich der Strahlenschutzaspekte und in die Anwendung dosimetrischer Grundlagen zur Berechnung der applizierten Aktivitätsmengen.</li> </ul>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>II. 1 a, b, c</li> <li>II. 2 a, b</li> <li>II. 3 a, b</li> <li>III. 1 a, b, c, d</li> <li>III. 2 a - c</li> <li>III. 3 a, b</li> </ul>	

**Medizinische Grundlagen (10 Std.)****Anatomie:**

gastrointestinales System, vgl. *LF 1.4 Diagnostik*

**Krankheitslehre:**

ausgewählte Organerkrankungen

Tumorerkrankungen des Ösophagus, des Magens, des Pankreas, der Leber, der Galle, des Dünn- bzw. Dickdarms, des Rektums und des Analkanals

**Strahlentherapie (60 Std.)****Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Tumorentitäten im gastrointestinalen System (Ätiologie, Inzidenz, Symptomatik, Diagnose, Histologie und Stadieneinteilung):

- Behandlungsschemata
- Therapiestrategie bei bösartigen Tumoren
- interdisziplinäre Maßnahmen
- kurative und palliative Behandlungsmethoden
- Prognose, Lebensqualität, Nebenwirkungen
- therapiebegleitende Maßnahmen

Dreidimensionale Bestrahlungsplanung:

- Zahl der Computerplanungsschnitte
- Einzeichnung des Zielvolumens in allen Ebenen des zu bestrahlenden Gebiets
- Bestrahlungstechniken und Dosis-Volumen-Histogramme
- physikalische Planung einer Brachytherapie

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Einstellung bedeutsamer klinischer Standard- und Spezialtechniken beim gastrointestinalen System anhand vorliegender Bestrahlungsprotokolle und -pläne

Zuhilfenahme aller notwendigen Geräte und Hilfsmittel

**Nuklearmedizin (10 Std.)****Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung:**

Überblick über therapeutisch relevante Radiopharmaka in der Biokinetik, z. B.

- Jod-131
- Yttrium-90
- Samarium-153

- Lutetium-177

Berechnung der zu applizierenden Aktivität (Dosimetrie):

- bei der Radiojodtherapie der Schilddrüse
- bei der Selektiven Internen Radio-Therapie (SIRT)

Methoden und rechtliche Bestimmungen bei der ambulanten und stationären Therapie mit offenen radioaktiven Präparaten:

- Radiojod bei Erkrankungen der Schilddrüse
- Radiopeptidtherapie bei speziellen Tumorerkrankungen
- Radioimmuntherapie bei speziellen Tumorerkrankungen
- Radioembolisation (SIRT) bei primären bzw. sekundären Lebertumoren

<b>LERNFELD 1.14 Diagnose- und Therapieverfahren bei Erkrankungen des HNO-Bereichs durchführen</b>	<b>ZRW: 60 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>... beschreiben die Anatomie und Physiologie des HNO-Bereichs. Sie charakterisieren davon ausgehend die Pathophysiologie häufiger Erkrankungen.</li><li>... überprüfen die Indikation oder Fragestellung hinsichtlich ihrer Darstellbarkeit und der sich daraus ergebenden Methodenauswahl der angeforderten Untersuchung.</li><li>... beurteilen, welche Daten zur Untersuchungsdurchführung nötig sind und fordern, gegebenenfalls, Vorbefunde an.</li><li>... planen und realisieren die Durchführung der medizinisch-technologischen Aufgaben in der radiologischen Diagnostik.</li><li>... erkennen mögliche Komplikationen, Grenzsituationen sowie Abweichungen der Dosisparameter und richten ihr Handeln situationsadäquat danach aus.</li><li>... informieren, beraten und leiten Menschen aller Altersstufen personen- und situationsadäquat bei Untersuchungen an und leisten die notwendige Unterstützung.</li><li>... übertragen ihr evidenzbasiertes theoretisch fundiertes Wissen aus der Anatomie und Physiologie des HNO-Bereichs auf die strahlentherapeutische Behandlung.</li><li>... planen, organisieren, realisieren, dokumentieren und steuern die Bestrahlungsplanung und alsdann auch die technische Durchführung der Bestrahlung verschiedener Tumoren des HNO-Bereichs. Dazu gehören die notwendigen Vorbereitungen des Patienten für den Bestrahlungsvorgang, die fachgerechte Lagerung und letztlich die korrekte Ausführung der Therapiesitzung unter Beachtung des Strahlenschutzes und der Personensicherheit.</li><li>... führen passende Feldkontrollen durch und beurteilen die Bildgebung hinsichtlich Lagerung, Risikoorgane und Planungszielvolumina.</li><li>... wirken im interprofessionellen Team mit und sind für die kompetente Betreuung und Überwachung des Patienten während der strahlentherapeutischen Behandlung mit zuständig. Besondere Beachtung gilt der Ersteinstellung am Bestrahlungsgerät (Überprüfung jeglicher Daten), der besonderen psychosozialen Situation und damit Betreuung des Patienten.</li><li>... übertragen standardisiert im Rahmen der Bestrahlungsplanung erhobene digitale Datensätze an unterschiedlichen Modalitäten, dokumentieren, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese.</li><li>... übernehmen medizinisch-technologische Aufgaben zur Verifikation und Durchführung der Brachytherapie im interprofessionellen Team und erkennen mögliche Risikosituationen im interprofessionellen Team, die das Eingreifen anderer Berufsgruppen notwendig machen.</li></ul>	

<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>
I. 1 a, b, c, e II. 1 a, b, c II. 2 a, b
<b>Medizinische Grundlagen (10 Std.)</b>
<p><b>Anatomie und Physiologie</b></p> <p>Anatomie und Physiologie des HNO-Bereichs (Epi, Oro- und Hypopharynx; Larynx und Gesichtsschädel), inkl. Ohr</p> <p><b>Krankheitslehre</b></p> <p>HNO-Erkrankungen: der Nase, der Nasennebenhöhlen, Kehlkopf und Rachen sowie der Halsweichteile und Speicheldrüsen, z. B. Entzündungen und Tumorerkrankungen im HNO-Bereich (Ätiologie, Risikofaktoren, Symptome, Diagnostik, Therapie), u. a. Knochenmetastasen, Osteo- und Weichteilsarkome</p> <p>Erkrankungen des Ohres und damit Störungen des Gehörs</p>
<b>Radiologie (10 Std.)</b>
<p><b><u>Schwerpunkt theoretische Grundlagen:</u></b></p> <p>Wichtige pathologische Befunde und Krankheitsbilder, deren Diagnostik und radiologische Darstellbarkeit</p> <p>Lage und Orientierung der abgebildeten Körperregion</p> <p>Indikation, Einstelltechnik und diagnostische Aussagekraft eines Bildes</p> <p>Anwendung verschiedener diagnostischer Untersuchungsverfahren</p> <p><b><u>Schwerpunkt praktische Anwendung „Diagnostische Radiologie“:</u></b></p> <p>Routine- und Spezialeinstellungen der NNH und der Nase, z. B. Felsenbeine für Cochleaimplantate</p> <p>Anwendung verschiedener diagnostischer Untersuchungsverfahren, z. B. Durchleuchtungsuntersuchungen von Schluckakt und Speicheldrüsen</p> <p>Sonografie von Halsweichteilen und Speicheldrüsen</p> <p>Identifizieren und Benennen von anatomischen Strukturen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Projektionen und Einstelltechniken und möglicher Überlagerungen</p> <p>Beurteilen der Bildqualität (Belichtungstechniken, aufnahmetechnische Leitlinien)</p> <p>Durchführung von Fehleranalysen</p> <p>Benennen der Kriterien einer gut eingestellten Aufnahme</p> <p>Beachtung der Grundlagen und verschiedener Besonderheiten, z. B. Pädiatrie</p>
<b>Strahlentherapie (40 Std.)</b>
<p><b><u>Schwerpunkt theoretische Grundlagen:</u></b></p> <p>Therapiemöglichkeiten von Tumoren im HNO-Bereich (Epi, Oro- und Hypopharynx)</p>

**Medizinische und biologische Bestrahlungsplanung:**

- Sicherung der Diagnose, Histologie
- Tumorlokalisierung und -ausbreitung
- Behandlungsstrategie in der Teletherapie und Brachytherapie unter Berücksichtigung einer optimalen Patientenvorbereitung (PEG, Zahnsanierung, supportive Therapie)

**Physikalisch-technische Bestrahlungsplanung:**

- Patientenquerschnitte am CT und MRT
- Feldaufnahme, IGRT, IMRT
- Rechenplan mit Isodosenverteilung
- Zielvolumenkonzept
- Fraktionierung
- Bestrahlungstechnik (IMRT und VMAT)
- Einsatz von Multileaf-Kollimatoren

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Anfertigung eines Planungs-CTs und Maskenherstellung

Einstellung bedeutsamer klinischer Standard- und Spezialtechniken des HNO-Bereichs anhand vorliegender Bestrahlungsprotokolle und -pläne in der Teletherapie und Brachytherapie

Zuhilfenahme aller notwendigen Geräte und Hilfsmittel (insbesondere Mundkeile und Zahnschienen)

## LERNFELDER UND FÄCHER DES 2. SCHULJAHR

Die Lernfelder spiegeln in Verbindung mit den Unterrichtsprinzipien beruflich relevante Handlungsfelder wider.

<b>LERNFELD 2.1 Gesundheitserhaltendes und gesundheitsförderndes Verhalten entwickeln und praktizieren</b>	<b>ZRW: 60 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... verfügen über Kenntnisse auf der Grundlage anatomischer und physiologischer Kenntnisse über die häufigsten Infektionskrankheiten und beschreiben deren Ursachen und Übertragungswege. Sie wenden adäquate Schutzmaßnahmen gemäß dem Hygieneplan zur Infektionsverhütung in ihrem jeweiligen Tätigkeitsbereich an.</li> <li>... nehmen drohende Über- oder Unterforderungen rechtzeitig wahr, erkennen notwendigen Veränderungsbedarf und leiten daraus entsprechende Handlungsinitiativen ab.</li> <li>... informieren sich über gesundheitsschädigende Verhaltensweisen und reflektieren ihr eigenes Verhalten, um adäquate Präventionsmaßnahmen anzuwenden. Sie gehen sowohl im beruflichen als auch im privaten Bereich selbstfürsorglich mit sich um, nehmen bei Bedarf Unterstützungsangebote an und tragen so zur eigenen Gesunderhaltung bei.</li> <li>... setzen Strategien zur Bewältigung beruflicher Belastungen gezielt ein und nehmen Unterstützungsangebote rechtzeitig wahr oder fordern diese aktiv ein.</li> <li>... verstehen und reflektieren ihre Rolle als professionell Handelnde im Gesundheitssystem und entwickeln ein entsprechendes Berufsverständnis.</li> <li>... grenzen die Begriffe Gesundheit, Krankheit und Behinderung voneinander ab. Sie analysieren Einflussfaktoren auf die Gesundheit und leiten ausgehend von den Grundsätzen der Gesundheitsförderung am Individuum orientierte Maßnahmen für sich ab.</li> <li>... wirken in der Gesundheitsförderung, Früherkennung und Prävention mit, wissen um die Bedeutung von Verlaufs- und Therapiekontrollen und wirken aktiv in interprofessionellen Versorgungsbereichen mit.</li> <li>... erkennen und reflektieren die ökonomischen, ökologischen sowie gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und gestalten die berufliche Tätigkeit nach ökonomischen und ökologischen Prinzipien.</li> </ul>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<p>III. 2 c V. 2 b, c, d V. 3 a, e</p>	

**Medizinische Grundlagen (60 Std.)**

Im Fachgebiet eingesetzte Medikamente, u. a. Applikationsform, Dosierung, Wirkung, Nebenwirkung, Wechselwirkung:

- Methoden, Herstellung und Einsatzgebiete von Pharmaka
- Dokumentationspflichten
- Lagerung

Begriffsbestimmung: Gesundheit, Krankheit, Behinderung

Einflussfaktoren auf die Gesundheit, u. a. individuell, gesellschaftlich, beruflich, umweltbedingt

Verlaufsformen von Krankheiten (akut, chronisch)

Krankheitsausgänge: Heilung, Defektheilung, Tod

Entzündungsprozesse

Grundzüge der Diagnostik und Prognostik, Therapie mit Verlaufs- und Therapiekontrollen, Früherkennung, Prävention und Rehabilitation

Formen der Prävention und Präventionsmaßnahmen: Primär-, Sekundär-, Tertiärprävention

Arbeitsschutz, u. a. Unfallverhütung, Umgang mit Gefahrenstoffen

Sucht:

Begriffsklärung, Verlauf, Symptomatik

Überblick über Suchterkrankungen und Suchtformen:

- stoffgebundene Süchte (Nikotin, Alkohol u. a.)
- nicht stoffgebundene Süchte (pathologisches Spielen, pathologisches Kaufen u. a.)
- Essstörungen, u. a. Anorexie, Adipositas

Berufliche Belastungen, u. a. Gewalt; sexuelle Belästigung am Arbeitsplatz, Burn-out, Mobbing, Stress

Präventionsmaßnahmen und Bewältigungsstrategien

**Hygiene**

Infektionsschutzgesetz:

- Grundlagen der Infektionslehre, u. a. Infektionsquellen, Krankheitserreger, Übertragungswege, nosokomiale Infektionen
- ausgewählte Infektionskrankheiten, u. a. Influenza, Hepatitis, HIV/AIDS, Noro-Virus-Infektion

Grundlagen zur Anatomie und Physiologie des Immunsystems

- Entzündungsprozesse
- Ausbreitungsmuster: Endemie, Epidemie, Pandemie

- Immunisierung; Impfungen
- multiresistente Erreger

**Formen der Hygiene:**

- persönliche Hygiene
- Arbeitshygiene
- Umwelthygiene

**Umwelthygiene:**

- Wechselwirkung zwischen Menschen und Umwelt: Boden/Nahrung; Wasser/Abwasser; Luft (Wetter/Klima)
- Umwelteinflüsse und Krankheit, u. a. Hauterkrankungen, Krebs, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Allergien
- Verantwortung für die Umwelt

**Umwelttechnische Verfahren:**

- Trinkwasseraufbereitung und Abwasserbeseitigung
- Luftreinhaltung
- Vermeidung, Beseitigung und Recycling von Abfällen

**Krankenhaushygiene:**

- klassischer und moderner Hospitalismus
- Methoden zur Keimminderung: Sanitation, Desinfektion, Sterilisation
- Schutzmaßnahmen: Richtlinien, u. a. Hygieneplan, Checklisten
- Unfallverhütungsvorschriften
- hygienegerechter Umgang mit Arzneimitteln und Geräten: Aufbewahrung, Anwendung, Reinigung, Entsorgung
- Auswirkung von Hygienefehlern auf Patienten und Personal

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Gesundheitsfördernde Maßnahmen, z. B. rückschonendes Arbeiten, Kinästhetik®

Netzwerke, Selbsthilfegruppen

Praktische Schutz- und Desinfektionsmaßnahmen, z. B. fachgerechtes Anlegen von PSA

<b>LERNFELD 2.2 Gerätetechnische Systeme und Verfahren in der Radiologie fachgerecht anwenden</b>	<b>ZRW: 80 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>... verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten zu vorbereitenden Maßnahmen, zur Durchführung und Nachbearbeitung sowie für die Anpassung der methodischen und apparatetechnischen Vorgehensweisen an die zu untersuchende Person für die radiologische Diagnostik und andere bildgebende Verfahren, insbesondere der Projektionsradiografie, Computertomografie und Magnetresonanztomografie, nach dem Stand von Wissenschaft und Technik und unter besonderer Berücksichtigung der Aspekte des Strahlenschutzes und der Personensicherheit sowie theoretisch fundiertes Wissen aus den Bezugswissenschaften, insbesondere Physik, Medizintechnik, auf den Prozess der Bildgebung.</p> <p>... bearbeiten im Rahmen des Postprocessing erhobene digitale Datensätze.</p> <p>... verfügen über grundlegende Kenntnisse zur Technik der Ultraschalldiagnostik.</p> <p>... verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten zur Erzeugung und Detektion von ionisierender Strahlung zur bildgebenden Diagnostik am Menschen sowie von Signalen von Magnetfeldern zur Diagnostik, binden die Zusammenhänge zwischen Geräteaufbau und -bedienung, technischen Untersuchungsparametern, Bildqualität, Gerätesicherheit und Strahlenschutz sowie die physikalischen Eigenschaften der Anwendung in ihr Handeln folgerichtig ein.</p> <p>... bearbeiten die gewonnenen Daten im Rahmen des Postprocessings zur sicheren Diagnostik, Befundung und Therapieplanung unter Berücksichtigung der aktuellen technischen Gegebenheiten, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese.</p> <p>... stellen den Strahlenschutz für alle an der Untersuchung beteiligten Personen unter Beachtung der räumlichen Gegebenheiten sicher, erkennen Probleme des Strahlenschutzes und der Personensicherheit, leiten adäquate Maßnahmen ein, dokumentieren ihre Ergebnisse und tragen zur Bewertung der Wirksamkeit bei.</p>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<p>I. 1 a, d I. 2 a III. 1 a, b, d</p>	
<b>Radiologie (80 Std.)</b>	
<p><b><u>Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung:</u></b></p> <p>Arbeitsplätze für spezielle Untersuchungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mammografie</li> <li>– digitale Subtraktionsangiografie</li> <li>– Computertomografie</li> </ul>	

- MRT
- Sonografie

### **Bildverarbeitung**

Grundlagen der digitalen Bildverarbeitung:

- Kenngrößen digitaler Bilder:
  - binäres Zahlensystem
  - Matrix
  - Speichertiefe
  - Speicherplatzbedarf

Verfahren zur Bildentstehung und Bildbeeinflussung:

- Mittelung
- Filterung
- Kantenanhebung
- Kontrastverarbeitung
- Funktion und Aufbau digitaler Bildempfängersysteme

Bedeutung und Bestimmung der Bildgütequalitätsparameter:

- visuelle optische Dichte
- Kontrast
- Kontrastauflösung
- Unschärfe, Ortsauflösungsvermögen
- Rauschen
- Modulationsübertragungsfunktion

<b>LERNFELD 2.3 Gerätetechnische Systeme und Verfahren in der Strahlentherapie fachgerecht anwenden</b>	<b>ZRW: 60 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... vertiefen die (strahlen-)physikalischen, messtechnischen und apparativen Grundlagen der Strahlentherapie.</li> <li>... kennen den Aufbau und die Funktionsweise des Beschleunigers sowie weiterer Bestrahlungsanlagen. Die Erzeugung der verschiedenen Strahlenarten ist ihnen bekannt. Sie sind sich bewusst, dass die angewandte Strahlenart und Strahlenqualität von der Indikation abhängig sind. Die sorgfältige und gewissenhafte Bedienung der Anlagen ist Voraussetzung für einen fehlerfreien Betriebsablauf.</li> <li>... realisieren, dass eine Fehlbedienung schwerwiegende Folgen für den Patienten haben kann. Sie entwickeln ein realistisches Verständnis für die Notwendigkeit des Strahlenschutzes und die Anwendung angemessener Maßnahmen.</li> <li>... planen, organisieren, realisieren, dokumentieren und steuern die technische Durchführung, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen Maßnahmen zur Bildgebung in der Bestrahlungsplanung. Sie nehmen berufsrelevante unterstützende Aufgaben der Feldkontrolle innerhalb der Bestrahlungsplanung nach dem Stand von Wissenschaft und Technik wahr. Sie identifizieren Risikoorgane und beurteilen die Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der technischen Bildqualität zur Verwendung im interprofessionellen Team der Strahlentherapie.</li> <li>... übertragen standardisiert im Rahmen der Bestrahlungsplanung erhobene digitale Datensätze an unterschiedlichen Modalitäten, dokumentieren, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese.</li> <li>... planen, organisieren und realisieren die Therapiesitzungen für Menschen aller Altersstufen unter Berücksichtigung relevanter Einflussfaktoren und bewerten die Qualität der technischen Durchführung. Sie führen Bestrahlungen als Teil des interprofessionellen Teams verantwortlich durch, dokumentieren und steuern die relevanten Bestrahlungsdaten nach dem Stand von Wissenschaft und Technik unter besonderer Berücksichtigung der Aspekte des Strahlenschutzes sowie der Personensicherheit.</li> <li>... übernehmen medizinisch-technologische Aufgaben zur Verifikation und Durchführung der Brachytherapie im interprofessionellen Team und erkennen mögliche Risikosituationen, die das Eingreifen anderer Berufsgruppen notwendig machen.</li> </ul>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
III. 1 a, d II. 1 a, c II. 2 a, b	

**Strahlentherapie (60 Std.)****Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung:**

Apparative Grundlagen:

- Prinzip und Aufbau der Beschleuniger
- Photonenmodus
- Elektronenmodus
- Strahlerzeugung und Strahlenaufbereitung
- Sicherheitsprobleme und -maßnahmen
- Strahlenschutz an Beschleunigern
- mit Zubehör (IGRT; z. B. Conebeam etc.), Stereotaxie
- Planungs-CT
- IORT
- spezielle Bestrahlungsgeräte, z. B. Tomotherapie, Cyberknife, Hyperthermie
- Partikeltherapie, z. B. Protonentherapie, Schwerionentherapie, Gamma-Knife
- Brachytherapie mit Zubehör (Afterloading), HDR und LDR
- zugehörige Softwareprogramme, z. B. Bestrahlungsplanungssysteme

<b>LERNFELD 2.4 Gerätetechnische Systeme und Verfahren in der Nuklearmedizin fachgerecht anwenden</b>	<b>ZRW: 80 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>... verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten zu vorbereitenden Maßnahmen, zur Durchführung und Nachbearbeitung sowie für die Anpassung der methodischen und apparatetechnischen Vorgehensweisen an die zu untersuchende Person für die nuklearmedizinische Diagnostik und Therapie.</p> <p>... planen, organisieren, realisieren und evaluieren die vorbereitenden Maßnahmen von nuklearmedizinischen Therapien für Menschen aller Altersstufen unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren und bewerten die Qualität der technischen Durchführung.</p> <p>... bereiten Radiopharmaka zur Applikation vor, dokumentieren und steuern die relevanten Daten nach dem Stand von Wissenschaft und Technik und unter besonderer Berücksichtigung der Aspekte des Strahlenschutzes und der Personensicherheit.</p> <p>... übertragen evidenzbasiertes theoretisch fundiertes Wissen aus den Bezugswissenschaften, insbesondere (Röntgen- und Schnittbild-)Anatomie, (Patho-)Physiologie, Medizin, Medizinphysik, Biologie, Medizintechnik, Chemie und Public Health, auf den Prozess der nuklearmedizinischen Therapie.</p> <p>... planen, organisieren und realisieren therapiebegleitende Untersuchungen innerhalb der nuklearmedizinischen Bildgebung und Methoden zur Messung der Restaktivität; erkennen Abweichungen oder Störungen der Therapie- und Aktivitätsparameter und leiten bei Bedarf situationsgerecht weitere Maßnahmen ein; dokumentieren, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese.</p> <p>... planen, organisieren, realisieren, dokumentieren und steuern die Applikation der Pharmaka nach ärztlicher Anordnung in der radiologischen Diagnostik und bei anderen bildgebenden Verfahren sowie in der Nuklearmedizin bei Standarduntersuchungen unter Berücksichtigung der möglichen unerwünschten Nebenwirkungen und sich daraus ergebenden Sicherheitsmaßnahmen.</p> <p>... setzen die sich ergebenden adäquaten Maßnahmen folgerichtig um, werten die Ergebnisse technisch aus, beurteilen diese und leiten bei Bedarf weiterführende Maßnahmen ein.</p>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
I. 1 a, c II. 3 a, b III. 2 b	
<b>Medizinische Grundlagen (20 Std.)</b>	
<b>Pharmakologie</b> Im Fachgebiet eingesetzte Medikamente, u. a. Applikationsform, Dosierung, Wirkung, Nebenwirkung, Wechselwirkung	

Einsatz und Aufbau von Radionuklidgeneratoren:

- angewandte Systeme, radioaktives Gleichgewicht, Aktivitätsberechnungen
- gesetzliche Vorschriften und Dokumentationspflichten

Methoden, Herstellung und Einsatzgebiete radioaktiver Pharmaka, Aktivitätsberechnungen

Applikationsmengen und -formen:

- Durchführung von Zerfallskorrekturen
- Berechnung der Aktivitätszumessung nach Gewicht
- Gebrauch von Nomogrammen
- Methoden der Aktivitätsmessung und Kalibrierung

Dokumentationspflichten:

- Radionuklidbuchführung
- Aufbewahrung von Unterlagen

### **Nuklearmedizin (60 Std.)**

#### **Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung:**

Anwendung strahlenphysikalischer Grundlagen auf die nuklearmedizinische Messtechnik:

- prinzipieller Aufbau eines nuklearmedizinischen Messsystems
- Detektorarten
- Kollimatoren

Spezielle nuklearmedizinische Messsysteme und ihre Einsatzgebiete:

- Gasionisationsgeräte und Messsonden
- ortsfeste Szintillationszähler zur Erfassung des zeitlichen Verlaufs einer Aktivität
- Szintillationszähler
- Gammakamera
- Single-Photonen-Emissions-Computer-Tomografie (SPECT)
- Positronen-Emissions-Tomografie (PET)

Dynamische Studien:

- schnelle sequenzielle Erfassung und Verarbeitung großer Datenmengen
- Berechnung physiologischer Parameter aus Messdaten
- Aufbereitung der Messdaten
- Region-of-Interest-Technik
- Dokumentation von Untersuchungen bzw. Szintigrammen

- Zusammensetzung und Abhängigkeiten einer Zählrate im Detektor

Abhängigkeit der Nachweiswahrscheinlichkeit der Zählrate:

- von der Hochspannung des Szintillationszählers
- von der Lage des Schwellenwerts
- von der Energiediskriminierung
- vom Aktivitätsvolumen
- vom Abstand zum Messgerät

Berechnung von relativen Geometriefaktoren für Mehrfachmessplätze

Berechnung von gerätespezifischen Kalibrierfaktoren

Aufbau und Arbeitsweise der nuklearmedizinischen Geräte, u. a.

- Gammakamera (planar/SPECT)
- Hybridgeräte: SPECT-CT, PET-CT
- rechnerische Bildfusion

Anwendung der Energiediskriminierung auf die Gammakamera

Kenngößen von Kollimatoren/Schwächungskorrektur durch CT

Aufnahmeparameter:

- Matrixgröße, Speichertiefe, Zeitinkrement bei der statischen Szintigrafie, dynamische Untersuchungen und Ganzkörperszintigrafien
- Erstellen von Region-of-Interest (ROI) oder andere quantitative Methoden

Verhalten bei Stör- und Unfällen:

- Sicherheitsvorschriften und Erste Hilfe im Heißlabor
- Umgang mit radioaktivem Material sowie mit Reagenzien und Geräten

Beachtung aller Strahlenschutzmaßnahmen:

- Aufzeigen möglicher Gefahrenquellen
- Aktivitätsmessungen
- Herstellung von Verdünnungen vorgegebener Aktivitätskonzentrationen

Bestimmung der Radionuklidreinheit (Molybdändurchbruch)

Markierung von chemischen Verbindungen mit Pertechnetat (Radiopharmaka)

Prüfung der radiochemischen Reinheit durch gängige QS-Methoden, z. B. Dünnschichtchromatografie

Dekontamination und Entsorgung radioaktiver Abfälle

Rücksendung des Mo-/Tc-Generators

Kontaminationskontrolle von Arbeitsplatz und Personen:

- Kontaminationsmessung

- Dekontaminationsmaßnahmen

<b>LERNFELD 2.5 Grundlagen des Strahlenschutzes vertiefen</b>	<b>ZRW: 80 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>... wenden Strahlenschutzmaßnahmen in Bezugnahme auf die Diagnostik sicher auf den Patienten, das Personal und die Umwelt an. Dabei berücksichtigen sie relevante Gesetze und Verordnungen.</p> <p>... führen dosimetrische Messungen durch und evaluieren und dokumentieren die Ergebnisse. Bei fehlerhaften Messergebnissen leiten sie fachgerechte Maßnahmen ein. Sie optimieren die Strahlendosis unter Berücksichtigung aktueller strahlenbiologischer Kenntnisse.</p> <p>... stellen den Strahlenschutz für alle an der Diagnostik beteiligten Personen unter Beachtung der räumlichen Gegebenheiten sicher, erkennen Probleme des Strahlenschutzes und der Personensicherheit und leiten adäquate Maßnahmen ein.</p> <p>... beschreiben die Wechselwirkungen zwischen ionisierender Strahlung und Materie.</p>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<p>I. 1 a          III.1 a, c, d          V. 3 c, d</p>	
<b>Strahlenschutzkunde (80 Std.)</b>	
<p><b><u>Schwerpunkt theoretische Grundlagen:</u></b></p> <p>Physikalische Dosisgrößen und Strahlenschutzgrößen und zugehörige Einheiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Beschreibung von Dosisverteilungen und ihr Zustandekommen für die unterschiedlich verwendeten Strahlenarten</li> <li>– Ausnutzen der Wechselwirkungen zum Nachweis von Strahlung</li> <li>– Strahlenschutz für Personen und Arbeitsbereiche</li> </ul> <p>Aufbau und Wirkungsweise von Messsystemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ionisationskammern</li> <li>– Zählrohre</li> <li>– Halbleiterdetektoren</li> <li>– Thermolumineszenzdosimeter</li> <li>– Szintillationszähler</li> <li>– chemische Verfahren</li> </ul>	

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Messungen von Ortsdosisleistungen und Ortsdosen

Bestimmungen von:

- der Handhabung eines tragbaren Dosismessgeräts
- Kenndosisleistungen
- Rückstrefaktoren
- Tiefendosisverläufen
- Querprofilen

Messungen in der Nuklearmedizin:

- Identifizierung eines unbekanntes Nuklids
- Aktivitätsbestimmung unter Verwendung des Bohrlochs

Dosismessungen in der Röntgendiagnostik:

- Eintritts- und Austrittsdosen
- Dosisleistungen bei Durchleuchtung
- Dosiswerte in der Bildauffangebene
- Flächendosisprodukt

Messungen:

- Umgebungsstrahlung und Strahlenexposition in der Umwelt
- Spektrum einer Röntgenröhre und seine Variationen
- Bestimmung der charakteristischen Linien einer Röntgenröhre
- Bestimmung von charakteristischen Spektren von z. B. Gamma-Strahlern
- Halbwertschichtdicke, effektive Energie und Homogenitätsgrad von Röntgenstrahlung
- Abstand-Quadrat-Gesetz
- Bestimmung von Geometriefaktoren
- Plattenkondensator als Ionisationskammer
- Energieabhängigkeit von Ionisationskammern

<b>LERNFELD 2.6 Naturwissenschaft und Technik anwenden II</b>	<b>ZRW: 100 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>... verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens, um die berufsspezifische Diagnostik- und Therapieverfahren sicher und richtig durchzuführen. Dazu erarbeiten sie sich Grundlagenwissen und praktische Fertigkeiten aus den Bezugswissenschaften (insbesondere Statistik und Physik), die sie befähigen, die Geräte aus Radiologie, Strahlentherapie und Nuklearmedizin fachgerecht zu bedienen.</p> <p>... berechnen, bewerten und dokumentieren berufsspezifische Analyseergebnisse und stellen diese anschaulich dar. Sie analysieren Fehlerquellen, erkennen Grenzen und Abweichungen, wenden Kontrollmaßnahmen an und führen bei Bedarf Korrekturen durch.</p> <p>... schätzen das Gefährdungspotenzial von diagnostischen und therapeutischen Geräten unter Berücksichtigung der Strahlenphysik fachgerecht ein. Sie arbeiten sorgfältig und regelgeleitet mit diesen und treffen geeignete Maßnahmen zum Schutz von Mensch und Umwelt.</p> <p>... sind in der Lage, naturwissenschaftliche Daten und Informationen mithilfe wissenschaftlicher Herangehensweisen zu recherchieren, zu identifizieren und zu bewerten, um daraufhin evidenzbasierte Entscheidungen zu treffen.</p>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<p>I. 1 a  I. 2 a  II. 1 a  II. 2 a  II. 3 a  V. 1 a, b</p>	
<b>Naturwissenschaft und Technik (100 Std.)</b>	
<p><b>Physik</b></p> <p>In allen Bereichen sollen berufsspezifische Geräte und Arbeitsweisen behandelt werden</p> <p>Akustik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schwingungen und Wellen</li> <li>– Frequenz und Amplitude</li> <li>– Entstehung von Schall</li> <li>– Modellvorstellung für die Ausbreitung des Schalls, Sender-Empfänger-Modell, Schallgeschwindigkeiten</li> <li>– Empfang von Schall, Hörbereich bei Menschen und Tieren</li> </ul>	

- Anwendungen, z. B. Ultraschallbildgebung, Sonar, Kommunikation von Meeressäugern, Doppler-Effekt

#### Elektrizitätslehre und Magnetismus:

- Ladungsträger
- elektrische Kraftwirkung
- Gleichspannung, -strom und Messung
- Wechselspannung, -strom und Messung
- Widerstand
- Magnetismus
- Kapazität
- elektrische Energie
- elektrische Leistung

#### Magnetische Erscheinungen:

- Permanentmagnet
- Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters
- Lorentz-Kraft
- Induktionsgesetz
- berufsrelevante Anwendungsbeispiele, z. B. MRT

#### Wellenoptik:

- Beugung und Interferenz an Spalt und Gitter
- Abhängigkeit der Brechzahl von der Wellenlänge

### **Statistik**

#### Grundlagen der statistischen Betrachtungsweise:

- Einsatzgebiete und Problemstellungen
- Begriffe
- beschreibende Statistik

#### Grundlagen der Wahrscheinlichkeitslehre

#### **Informationsgehalt und Grenzen der Statistik**

Auswertung von sozialwissenschaftlichen Methoden: Test, Befragung, Interview, Beobachtung, Experiment

<b>LERNFELD 2.7 Therapieverfahren bei Erkrankungen des respiratorischen Systems durchführen</b>	<b>ZRW: 30 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... übertragen ihr evidenzbasiertes theoretisch fundiertes Wissen aus der Anatomie und Physiologie des respiratorischen Systems auf die strahlentherapeutische Behandlung (Tele- und Brachytherapie).</li> <li>... planen, organisieren, realisieren, dokumentieren und steuern sowohl die Bestrahlungsplanung als auch die technische Durchführung der Bestrahlung eines Bronchialkarzinoms. Dazu gehören die notwendigen Vorbereitungen des Patienten für den Bestrahlungsvorgang, die fachgerechte Lagerung und letztlich die korrekte Ausführung der Therapiesitzung unter Beachtung des Strahlenschutzes und der Personensicherheit.</li> <li>... wirken im interprofessionellen Team mit und sind für die kompetente Betreuung und Überwachung des Patienten und seines Allgemeinzustandes während der strahlentherapeutischen Behandlung im Thorax Bereich mit zuständig. Besondere Beachtung gilt der Ersteinstellung am Bestrahlungsgerät (Überprüfung jeglicher Daten), der besonderen psychosozialen Situation und damit Betreuung des Patienten.</li> <li>... führen passende Feldkontrollen durch und beurteilen die Bildgebung hinsichtlich Lagerung, Risikoorgane und Planungszielvolumina.</li> <li>... erkennen mögliche Komplikationen, Grenzsituationen sowie Abweichungen der Dosisparameter, und richten ihr Handeln situationsadäquat danach aus.</li> <li>... sind an der sachgerechten Dokumentation jeglicher notwendiger Bestrahlungsdaten des einzelnen Patienten beteiligt.</li> <li>... übertragen standardisiert im Rahmen der Bestrahlungsplanung erhobene digitale Datensätze an unterschiedliche Modalitäten, dokumentieren, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese.</li> <li>... bearbeiten erhobene digitale Datensätze von den einzelnen Therapiesitzungen standardisiert, beurteilen und dokumentieren diese.</li> </ul>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>II. 1 a, b, c</li> <li>II. 2 a, b</li> </ul>	

**Strahlentherapie (30 Std.)****Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Tumorentitäten im respiratorischen System, u. a. NSCLC, SCLC

- Ätiologie, Inzidenz, Symptomatik, Diagnose, Histologie und Stadieneinteilung
- Behandlungsschemata
- Therapiestrategie bei bösartigen Tumoren:
  - interdisziplinäre Maßnahmen (Chemotherapie, Immuntherapie etc.)
  - kurative und palliative Behandlungsmethoden
  - Prognose, Lebensqualität, Nebenwirkungen, Nachsorge
  - therapiebegleitende Maßnahmen

Dreidimensionale Bestrahlungsplanung:

- Zahl der Computerplanungsschnitte
- Einzeichnung des Zielvolumens in allen Ebenen des zu bestrahlenden Gebiets
- Bestrahlungstechniken und Dosis-Volumen-Histogramme
- physikalische Planung einer Brachytherapie

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Einstellung bedeutsamer klinischer Standard- und Spezialtechniken im Thorax Bereich anhand vorliegender Bestrahlungsprotokolle und -pläne

Zuhilfenahme aller notwendigen Geräte und Hilfsmittel

<b>LERNFELD 2.8 Diagnoseverfahren bei Erkrankungen des Herz-Kreislauf- und des lymphatischen Systems durchführen</b>	<b>ZRW: 110 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... beschreiben die Anatomie und Physiologie des Herz-Kreislauf- und lymphatischen Systems. Sie charakterisieren davon ausgehend die Pathophysiologie häufiger Erkrankungen.</li> <li>... gleichen angeforderte Untersuchungen in der radiologischen und nuklearmedizinischen Diagnostik mit der Indikation oder Fragestellung hinsichtlich ihrer Darstellbarkeit und der sich daraus ergebenden Methodenauswahl ab.</li> <li>... beurteilen die Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der technischen Bildqualität zur Befundung in Abhängigkeit von der Fragestellung und erkennen diagnostische Abweichungen von Normbefunden, die eine Rücksprache mit dem ärztlichen Dienst notwendig machen.</li> <li>... planen und realisieren die Durchführung der medizinisch-technologischen Aufgaben in der radiologischen und nuklearmedizinischen Diagnostik unter Aufsicht.</li> <li>... erkennen Komplikationen und Abweichungen, die einen Einfluss auf die Personensicherheit und die Untersuchung haben, richten ihr Handeln danach aus, reflektieren und dokumentieren ihr Handeln.</li> <li>... bearbeiten, beurteilen und dokumentieren Daten innerhalb des Postprocessings.</li> <li>... planen, organisieren, realisieren und steuern die berufsspezifischen Aufgaben bei diagnostischen Interventionen und Punktionen und begründen ihre Ergebnisse, insbesondere unter Berücksichtigung der hygienischen Anforderungen.</li> <li>... verfügen über Kenntnisse aus der Sonografie. Sie planen, organisieren realisieren und dokumentieren Arbeitsprozesse der Ultraschalldiagnostik.</li> <li>... verfügen über Kenntnisse aus anderen medizinischen Fachgebieten und der Funktionsdiagnostik und wenden diese im Rahmen der bildgebenden Diagnostik an.</li> <li>... verfügen über Kenntnisse zu Kontrastmitteln, anderen Pharmaka und deren indikationsabhängiger Anwendung. Sie dokumentieren und steuern die relevanten Daten nach dem Stand von Wissenschaft und Technik und unter besonderer Berücksichtigung der Aspekte des Strahlenschutzes.</li> </ul>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>I. 1 a - d, f</li> <li>I. 2 a - c</li> <li>III. 2 a</li> </ul>	

**Medizinische Grundlagen (30 Std.)****Anatomie****Gefäßsystem:**

- Bau und Funktion des kardiovaskulären Systems
- Herz: Binnenstrukturen und Wandaufbau, Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem, Grundzüge des EKG, mechanische Herzaktion
- Gefäße: Topografie und Nomenklatur relevanter Gefäße von Stamm und Extremitäten, allgemeiner Wandaufbau der Blutgefäße und funktionelle Differenzierung der Gefäßtypen, -physiologie der Mikrozirkulation, Grundzüge der Kreislaufregulation, Blutdruck und Blutdruckmessung
- lymphatisches System: Organisation und Kooperation zentraler und peripherer lymphatischer Organe, Knochenmark und Thymus, Lymphgefäße und -knoten, Mandeln, Milz
- hämatopoetisches System: Blutbestandteile, Blutbildung und -abbau, Blutstillung, Blutgruppen

**Krankheitslehre**

Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems (Ätiologie, Risikofaktoren, Symptome, Diagnostik, Therapie), z. B. koronare Herzerkrankung (KHK), Herzinfarkt, Herzrhythmusstörungen, Thrombose, Embolie, arterielle Verschlusskrankheit (AVK), Aneurysmen

**Funktionsdiagnostik**

Belastungs-EKG bzw. ergometrische Belastung zur Erkennung und Prognoseabschätzung bei KHK:

- Durchführung (Fahrrad-Ergometer, Laufband)
- Indikationen und Kontraindikationen
- Abbruchkriterien
- Monitoring des Patienten (EKG, EKG-Triggerung, RR-Messung)
- typische EKG-Befunde (ST-Senkungen/-Hebungen, ventrikuläre und supraventrikuläre Extrasystolen, ventrikuläre Tachykardie, AV-Block, Links-/Rechtsschenkelblock)
- Kombination mit anderen Belastungsmethoden (Stress-Echo, Myokard-SPECT, Cardio-MRT)
- Alternativen zur ergometrischen Belastung (Adenosin, Dobutamin)

Erkrankungen des lymphatischen Systems (Ätiologie, Risikofaktoren, Symptome, Diagnostik, Therapie)

Hämatologische Erkrankungen (Ätiologie, Risikofaktoren, Symptome, Diagnostik, Therapie)

**Radiologie (60 Std.)****Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Krankheitsbilder

Lage und Orientierung der abgebildeten Körperregion

Anatomische Strukturen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Projektionen und Einstelltechniken und möglicher Überlagerungen

Häufige und lebensbedrohliche Krankheitsbilder

Zusammenhang von Indikation, Einstelltechnik und diagnostischer Aussagekraft eines Bildes

Pathologische Befunde

Sonografie, Dopplersonografie

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Angiografie

CT

Lymphografie

Sonografie

Erkennen wichtiger anatomischer Strukturen

Beurteilen der Bildqualität (Belichtungstechniken, aufnahmetechnische Leitlinien)

Durchführung von Fehleranalysen

Benennen der Kriterien einer gut eingestellten Aufnahme

Beachtung der Grundlagen und verschiedener Besonderheiten, z. B. Pädiatrie, Gefäßchirurgie, Herzchirurgie

**Nuklearmedizin (20 Std.)****Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung:**

Myokardperfusions-Szintigrafie mit/ohne körperliche bzw. pharmakologische Belastung

- Diagnostik der myokardialen Ischämie und LV-Funktion

Radionuklid-Ventrikulografie mit <sup>99m</sup>Tc-markierten Erythrozyten

- Diagnostik der LV-Funktion

Sentinel-Lymph-Node (SLN), z. B. Mamma-, Vulvakarzinom oder malignes Melanom

PET/CT mit F18-markiertem Fluor-Deoxy-Glukose (FDG)

- Diagnostik der myokardialen Vitalität („winterschlafendes Myokard“)

PET/CT in der Diagnostik und Therapieplanung bei malignen Lymphomen

<b>LERNFELD 2.9 Therapieverfahren bei Erkrankungen des Lymphsystems durchführen</b>	<b>ZRW: 20 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... übertragen ihr evidenzbasiertes theoretisch fundiertes Wissen aus der Anatomie und Physiologie des Lymphsystems auf die strahlentherapeutische Behandlung (Tele- und Brachytherapie).</li> <li>... wirken im interprofessionellen Team mit und sind für die kompetente Betreuung und Überwachung des Patienten und seines Allgemeinzustandes während der strahlentherapeutischen Behandlung bei malignen Lymphomen mit zuständig. Besondere Beachtung gilt der Ersteinstellung am Bestrahlungsgerät (Überprüfung jeglicher Daten), der besonderen psychosozialen Situation und damit Betreuung des Patienten.</li> <li>... planen, organisieren, realisieren, dokumentieren und steuern sowohl die Bestrahlungsplanung als auch die technische Durchführung der Bestrahlung des Lymphsystems. Dazu gehören die notwendigen Vorbereitungen des Patienten für den Bestrahlungsvorgang, die fachgerechte Lagerung und letztlich die korrekte Ausführung der Therapiesitzung unter Beachtung des Strahlenschutzes und der Personensicherheit.</li> <li>... führen passende Feldkontrollen durch und beurteilen die Bildgebung hinsichtlich Lagerung, Risikoorgane und Planungszielvolumina.</li> <li>... sind an der sachgerechten Dokumentation jeglicher notwendiger Bestrahlungsdaten des einzelnen Patienten beteiligt.</li> <li>... übertragen standardisiert im Rahmen der Bestrahlungsplanung erhobene digitale Datensätze an unterschiedliche Modalitäten, dokumentieren, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese.</li> <li>... bearbeiten erhobene digitale Datensätze von den einzelnen Therapiesitzungen standardisiert, beurteilen und dokumentieren diese.</li> </ul>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>II. 1 a, b, c</li> <li>II. 2 a, b</li> </ul>	
<b>Strahlentherapie (20 Std.)</b>	
<p><b><u>Schwerpunkt theoretische Grundlagen:</u></b></p> <p>Tumorentitäten im Lymphsystem in Bezug auf Ätiologie, Inzidenz, Symptomatik, Diagnose, Histologie, Stadieneinteilung und Behandlungsschemata</p> <p>Therapiestrategie bei bösartigen Tumoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– interdisziplinäre Maßnahmen (Chemotherapie, Immuntherapie etc.)</li> <li>– kurative und palliative Behandlungsmethoden:</li> </ul>	

- Prognose, Lebensqualität, Nebenwirkungen
- therapiebegleitende Maßnahmen

Involved Field; Extended Field

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Einstellung bedeutsamer klinischer Standard- und Spezialtechniken beim Lymphsystem anhand vorliegender Bestrahlungsprotokolle und -pläne

Zuhilfenahme aller notwendigen Geräte und Hilfsmittel, z. B. Ganzhautbestrahlung

<b>LERNFELD 2.10 Diagnoseverfahren bei Erkrankungen der Urologie, Andrologie und Gynäkologie durchführen</b>	<b>ZRW: 70 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>... beschreiben die Anatomie und Physiologie der Nieren, der harnleitenden Wege sowie der weiblichen und männlichen Geschlechtsorgane. Sie charakterisieren davon ausgehend die Pathophysiologie häufiger Erkrankungen aus den Fachgebieten von Urologie, Andrologie und Gynäkologie. Sie planen und realisieren die Durchführung der medizinisch-technologischen Aufgaben in der radiologischen und nuklearmedizinischen Diagnostik unter Aufsicht.</li><li>... gleichen angeforderte Untersuchungen in der radiologischen und nuklearmedizinischen Diagnostik mit der Indikation oder Fragestellung hinsichtlich ihrer Darstellbarkeit und der sich daraus ergebenden Methodenauswahl ab. Sie beurteilen, welche Daten zur Untersuchungsdurchführung nötig sind und fordern, gegebenenfalls, Vorbefunde an.</li><li>... erkennen mögliche Abweichungen der Dosisparameter, die einen Einfluss auf die Untersuchung haben, und richten ihr Handeln situationsadäquat aus.</li><li>... bearbeiten im Rahmen des Postprocessing erhobene digitale Datensätze von Untersuchungen standardisiert.</li><li>... informieren, beraten und leiten Menschen aller Altersstufen personen- und situationsadäquat bei Untersuchungen an und leisten die notwendige Unterstützung.</li><li>... planen, organisieren, realisieren und steuern die berufsspezifischen Aufgaben bei diagnostischen Interventionen und Punktionen und begründen ihre Ergebnisse, insbesondere unter Berücksichtigung der hygienischen Anforderungen.</li><li>... verfügen über grundlegende Kenntnisse zur Technik der Ultraschalldiagnostik und deren Bedeutung innerhalb der bildgebenden Diagnostik, einschließlich der relevanten Anatomie und (Patho-)Physiologie und deren Darstellbarkeit in der Ultraschalldiagnostik.</li><li>... planen, organisieren, realisieren, dokumentieren und steuern berufsrelevante Aufgaben im Rahmen der Ultraschalldiagnostik.</li><li>... verfügen über Kenntnisse zu Kontrastmitteln, anderen Pharmaka und deren indikationsabhängiger Anwendung.</li><li>... planen, organisieren, realisieren, dokumentieren und steuern die Applikation der Pharmaka nach ärztlicher Anordnung unter Berücksichtigung der möglichen unerwünschten Nebenwirkungen und sich daraus ergebenden Sicherheitsmaßnahmen.</li><li>... gestalten professionelle Beziehungen mit Menschen aller Altersstufen und ihren Bezugspersonen zielführend und empathisch während des diagnostischen Prozesses, insbesondere im Kontext der Information, Beratung und Anleitung bei diagnostischen Verfahren.</li><li>... erkennen und reflektieren Kommunikationsfähigkeiten von Menschen aller Altersstufen, insbesondere bei Gesundheitsstörungen in der Urologie, Andrologie sowie</li></ul>	

Gynäkologie, und wenden kommunikative Maßnahmen an, um den diagnostischen Prozess zielführend zu unterstützen.

### Kompetenzen lt. MTAPrV

I. 1 a - f  
I. 2 a, b  
III. 2 a, b  
IV. 1 b, c

### Medizinische Grundlagen (Theorie 30 Std.)

#### Anatomie

Urosystem:

- Topografie, Bau und Funktion der Nieren und ableitenden Harnwege

Genitalsystem:

- Topografie, Bau und Funktion der weiblichen und männlichen Geschlechtsorgane

#### Krankheitslehre

- Erkrankungen des Urogenitalsystems, z. B. Pyelonephritis, Glomerulonephritis, Urolithiasis, Cystitis, Prostatitis, Orchitis/Epididymitis, Hodentorsion
- Tumoren des Urogenitalsystems, z. B. Nierenzellkarzinom, Blasentumoren, Prostatakarzinom, Hodentumoren
- gynäkologische Erkrankungen und gynäkologische Tumoren, z. B. Zyklusstörungen, Entzündungen, Tumoren: Mammakarzinom, Ovarialkarzinom, Korpuskarzinom, Zervixkarzinom

### Radiologie (20 Std.)

#### Schwerpunkt theoretische Grundlagen:

Krankheitsbilder

Lage und Orientierung der abgebildeten Körperregion

Anatomische Strukturen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Projektionen und Einstelltechniken und möglicher Überlagerungen

Vorbereitende Maßnahmen, z. B. Aufklärung des Patienten, Vorbereitung des Patienten, Vorbereitung des Arbeitsplatzes

Zusammenhang von Indikation, Einstelltechnik und diagnostischer Aussagekraft eines Bildes

Pathologische Befunde

Sonografie

Mammografie

CT

MRT

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Kontrastmitteluntersuchungen

Sonografie

Mammografie

CT

MRT

**Nuklearmedizin (20 Std.)**

**Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Der nuklearmedizinischen Diagnostik zugängliche Krankheitsbilder und wichtige pathologische Befunde:

- Nierenfunktionsszintigrafie (Vorbereitung, Ablauf, Clearance-Berechnung, zusätzliche Provokationstests – Furosemid-Belastung, Captopril-Test)
- seltenere Untersuchungen der Nieren und der ableitenden Harnwege (statische Nierenszintigrafie, Nierenperfusionsszintigrafie, Prüfung auf vesiko-renalen Reflux)
- Hodenperfusions-Szintigrafie
- Sentinel-Lymphknoten-Szintigrafie (Protokolle, Ablauf, Strahlenschutzaspekte, intra-operative Sondenmessungen) bei Mammakarzinom
- PET/CT in der Tumordiagnostik, v. a. bei Prostatakarzinom (Vorbereitung, Ablauf, Auswertung und Dokumentation, Bildüberlagerung bei Hybrid-Bildgebung)

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Patientenvorbereitung, Radiopharmaka, Untersuchungsablauf/Akquisition der Bilddaten, Bildauswertung und -dokumentation etc.:

- bei der Nierenfunktionsszintigrafie
- bei der statischen Nierenszintigrafie
- bei der Hodenszintigrafie
- bei der Sentinel-Lymphknoten-Szintigrafie
- bei PET/CT (18F-FDG und 68Ga-PMSA)

<b>LERNFELD 2.11 Therapieverfahren bei Erkrankungen der Urologie, Andrologie und Gynäkologie durchführen</b>	<b>ZRW: 100 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>... planen, organisieren und realisieren die vorbereitenden Maßnahmen von nuklearmedizinischen Therapien, bereiten Radiopharmaka zur Applikation vor, dokumentieren und steuern die relevanten Daten und übertragen evidenzbasiertes theoretisches Wissen aus den Bezugswissenschaften auf den Prozess der nuklearmedizinischen Therapie.</li><li>... planen, organisieren und realisieren therapiebegleitende Untersuchungen innerhalb der Nuklearmedizin, erkennen Abweichungen und Störungen, leiten bei Bedarf weitere Maßnahmen ein, dokumentieren, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese.</li><li>... verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten zu strahlenschutztechnischen Messmethoden im Umgang mit ionisierender Strahlung, führen die erforderlichen Messungen durch, werten die Ergebnisse technisch aus, beurteilen diese und leiten bei Bedarf weiterführende Maßnahmen ein.</li><li>... stellen den Strahlenschutz für alle beteiligten Personen unter Beachtung der räumlichen Gegebenheiten sicher, dokumentieren ihre Ergebnisse und tragen zur Bewertung der Wirksamkeit bei.</li><li>... verfügen über Kenntnisse zu Infektionskrankheiten, deren Ursachen und Übertragungswegen sowie zur Infektionshygiene, planen, organisieren und realisieren die jeweiligen hygienischen Maßnahmen, greifen, sofern erforderlich, korrigierend ein und wirken verantwortlich an der Infektionsprävention mit.</li><li>... organisieren das Bestellwesen, die Lagerung und Entsorgung von verwendeten Materialien, unter besonderer Berücksichtigung der Radiopharmaka.</li><li>... übertragen ihr evidenzbasiertes theoretisch fundiertes Wissen aus der Anatomie und Physiologie aus dem Bereich der Urologie, Andrologie und Gynäkologie auf die strahlentherapeutische Behandlung (Tele- und Brachytherapie).</li><li>... planen, organisieren, realisieren, dokumentieren und steuern sowohl die Bestrahlungsplanung als auch die technische Durchführung der Bestrahlung. Dazu gehören die notwendigen Vorbereitungen des Patienten für den Bestrahlungsvorgang, die fachgerechte Lagerung und letztlich die korrekte Ausführung der Therapiesitzung unter Beachtung des Strahlenschutzes und der Personensicherheit.</li><li>... wirken im interprofessionellen Team mit und sind für die kompetente Betreuung und Überwachung des Patienten und seines Allgemeinzustandes während der strahlentherapeutischen Behandlung im Brust- und Beckenbereich mit zuständig. Besondere Beachtung gilt der Ersteinstellung am Bestrahlungsgerät (Überprüfung jeglicher Daten), der besonderen psychosozialen Situation und damit Betreuung des Patienten.</li><li>... führen passende Feldkontrollen durch und beurteilen die Bildgebung hinsichtlich Lagerung, Risikoorgane und Planungszielvolumina.</li></ul>	

- ... erkennen mögliche Komplikationen, Grenzsituationen sowie Abweichungen der Dosisparameter und richten ihr Handeln situationsadäquat danach aus.
- ... sind an der sachgerechten Dokumentation jeglicher notwendiger Bestrahlungsdaten des einzelnen Patienten beteiligt.
- ... übertragen standardisiert im Rahmen der Bestrahlungsplanung erhobene digitale Datensätze an unterschiedlichen Modalitäten, dokumentieren, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese.
- ... bearbeiten erhobene digitale Datensätze von den einzelnen Therapiesitzungen standardisiert, beurteilen und dokumentieren diese.

### Kompetenzen lt. MTAPrV

- II. 1 a, b, c
- II. 2 a, b
- II. 3 a, b
- III. 1 c, d
- III. 2 c, d

### Strahlentherapie (80 Std.)

#### **Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Tumorentitäten

Urologische, andrologische und gynäkologische Tumoren in Bezug auf:

- Ätiologie, Inzidenz, Symptomatik, Diagnose, Histologie und Stadieneinteilung
- Behandlungsschemata

Therapiestrategie bei bösartigen Tumoren:

- interdisziplinäre Maßnahmen
- kurative und palliative Behandlungsmethoden
- Prognose
- Lebensqualität
- Nebenwirkungen therapiebegleitender Maßnahmen

Dreidimensionale Bestrahlungsplanung (als Grundlage!):

- Zahl der Computerplanungsschnitte
- Einzeichnung des Zielvolumens in allen Ebenen des zu bestrahlenden Gebiets
- Bestrahlungstechniken und Dosis-Volumen-Histogramme
- physikalische Planung einer Brachytherapie

#### **Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Einstellung bedeutsamer klinischer Standard-, und Spezialtechniken von Tumorerkrankungen im Bereich Urologie, Andrologie und Gynäkologie anhand vorliegender Bestrahlungsprotokolle und -pläne in der Tele- und Brachytherapie, z. B.:

- beim Mann: Blase, Prostata (und Gynäkomastie), Hoden (RT LKs), Penis
- bei der Frau: Cervix, Mamma, vaginal, Vulva, ovarial

Zuhilfenahme aller notwendigen Geräte und Hilfsmittel, atemgesteuerte Bestrahlung (gating)

Alternative Behandlungsmethoden, z. B. Hormontherapie, IORT, Vorbeugung mit HPV-Impfung etc.

### **Nuklearmedizin (20 Std.)**

#### **Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Der nuklearmedizinischen Therapie zugängliche Krankheitsbilder, Indikationsstellung und Therapieergebnisse:

- palliative Radionuklid-Therapie bei Skelett-Metastasen des Prostatakarzinoms und Mammakarzinoms, verschiedene verwendete Radiopharmaka
- Radionuklidtherapie mit PMSA bei metastasiertem Prostatakarzinom
- Prinzip der „Theranostik“ (Anwendung spezifischer molekularer Bildgebung zur Überprüfung der Indikation der entsprechenden molekularen Therapieverfahren, z. B. Ga-68-PMSA-PET/CT und Lu-177-PMSA-Therapie)

#### **Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Patientenvorbereitung und Ablauf der palliativen Radionuklidtherapie (Radiopharmaka, Strahlenschutzaspekte, begleitende Bildgebung, Dokumentation, Qualitätssicherung, Nachsorge)

Patientenvorbereitung und Ablauf der PMSA-Therapie (Radiopharmakon, Strahlenschutzaspekte, begleitende Bildgebung, Dokumentation, Qualitätssicherung, Nachsorge), z. B. Besuch einer nuklearmedizinischen Therapiestation

## LERNFELDER UND FÄCHER DES 3. SCHULJAHR

Die Lernfelder spiegeln in Verbindung mit den Unterrichtsprinzipien beruflich relevante Handlungsfelder wider.

<b>LERNFELD 3.1 Institutionelle und rechtliche Rahmenbedingungen im Beruf beachten und Entwicklungen kritisch verfolgen</b>	<b>ZRW: 40 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... analysieren Einflussmöglichkeiten der Bürgerinnen und Bürger auf das politische Geschehen und reflektieren ihr eigenes politisches Handeln. Sie diskutieren die Aufgaben und Einflussmöglichkeiten von beruflichen Interessensvertretungen auf gesundheitspolitische Entwicklungen und ziehen Rückschlüsse für ihren beruflichen Alltag.</li> <li>... reflektieren berufliche Erfahrungen in verschiedenen Institutionen des Gesundheitswesens hinsichtlich aktueller Problemstellungen und möglicher gesundheitspolitischer Entwicklungen. Dabei begründen sie die Unterschiede im stationären und ambulanten Versorgungsbereich mit Grundlagen der staatlichen Ordnung, mit dem Einfluss von Staat, Parteien, Einrichtungen und Organisationen auf die medizin-diagnostischen Leistungen.</li> <li>... überprüfen rechtliche Vorgaben und bewerten mögliche Sachlagen, die das Straf- und Zivilrecht berühren.</li> <li>... vergleichen, im Hinblick auf zukünftige Arbeitsmöglichkeiten im Ausland, Versorgungsstrukturen des deutschen Gesundheitswesens mit denen in Europa und weltweit bezüglich der Auswirkungen auf die Patientenversorgung sowie auf die eigene berufliche Situation. Sie nehmen Stellung zu aktuellen gesundheitspolitischen und Entwicklungen der medizinischen Technologie in Deutschland und international, dabei berücksichtigen sie den Einfluss von weltweiten Organisationen.</li> <li>... analysieren die Möglichkeit, sich als Medizinische Technologinnen bzw. als Medizinische Technologen in eigener Praxis niederzulassen. Dabei stellen sie Rechte und Pflichten als Arbeitgeber und Arbeitnehmer gegenüber und entwickeln Lösungsstrategien, um als selbständige Medizinische Technologen im Spannungsfeld zwischen betriebswirtschaftlichem Unternehmertum und Versorgungsauftrag als Heilmittelerbringer agieren zu können.</li> <li>... differenzieren Maßnahmen der Qualitätssicherung und leiten daraus ausgewählte Instrumente des Qualitätsmanagements für ihren Berufsalltag ab. Sie engagieren sich in intra- und interdisziplinären Qualitätszirkeln, um ihre Arbeitsqualität stetig zu verbessern, dafür recherchieren sie deutsche und internationale wissenschaftliche Publikationen.</li> <li>... diskutieren die Bedeutung von Medien und digitalen Technologien für den beruflichen Alltag. Sie betrachten kritisch die Entwicklungen der Digitalisierung im Gesundheitswesen und entscheiden sich auf der Grundlage von Standards, Evidenz und</li> </ul>	

Datenschutzverordnung, wann und wofür sie digitale Gesundheitsanwendungen im medizinisch-diagnostischen Prozess einsetzen.

... entwickeln eine reflektierte aktuelle und zukunftsorientierte berufsethische Haltung unter Berücksichtigung der berufsrelevanten ethischen Kodizes weiter. Diese wenden sie unter Einbezug sozialer, kultureller und religiöser Dimensionen in beruflichen Situationen sowie bei zu treffenden Entscheidungen in der täglichen Arbeit an.

### **Kompetenzen lt. MTAPrV**

III. 4 a, b, c

V. 1 a

V. 2 d, e

V. 3 d, e

### **Arbeits- und Beziehungsprozesse (40 Std.)**

Notwendigkeit und Aufgaben einer Rechtsordnung:

- Rechtsquellen und Rechtsgebiete
- Grundrechte, soziale Marktwirtschaft, politische Parteien

Merkmale demokratischer Entscheidungsprozesse und Möglichkeiten der politischen Einflussnahme, z. B. über Parteien, Verbände, Wahlen, Bürgerinitiativen, Petitionen

Aufgaben und Zuständigkeiten beruflicher Interessensvertretungen auf nationaler und internationaler Ebene: Berufsverbände, Heilmittelverbände, Gewerkschaften, Kammern

Möglichkeiten und Grenzen des Sozialstaatsprinzips und sozialpolitische Maßnahmen, z. B.:

- Besteuerung
- Familienfürsorge
- Sozialhilfe

Grundlegende Vorschriften des BGB:

- Rechtsfähigkeit
- Geschäftsfähigkeit
- natürliche und juristische Personen
- Rechtsgeschäfte, insbesondere Vertragsrecht
- wichtige Vertragsarten des Schuldrechts, insbesondere Dienstvertrag und Krankenhausbehandlungsvertrag
- Haftungsrecht

Grundsätze und Ziele des deutschen Strafrechts

Einzelvorschriften des Allgemeinen Teils des StGB:

- Abgrenzung: Vergehen – Verbrechen

- Strafbarkeit des Versuchs
- Unterlassungstaten

Einzelvorschriften des Besonderen Teils des StGB:

- Verletzung von Privatgeheimnissen
- Tötungsdelikte, z. B. fahrlässige Tötung, Totschlag
- Körperverletzungsdelikte
- unterlassene Hilfeleistung

Jugendstrafrecht im Vergleich zum Erwachsenenstrafrecht

Strafprozessrecht, z. B. Aussagepflicht und Zeugnisverweigerungsrecht

Grundsätze der Qualitätssicherung und Qualitätssicherungsprogramme:

- gesetzliche Grundlagen und Verordnungen
- StrSchG, StrSchV, Qualitätssicherungsrichtlinie, Sachverständigenrichtlinie
- Meldekettens und Meldung von Vorkommnissen
- Messung und Überprüfung von Strahlenschutzmitteln

Qualitätsmanagement und -prozesse:

- QM-Systeme und -Prozesse
- Audit
- Zertifizierung
- QMB
- Datenschutz
- SOPs
- Dosisüberwachungssysteme

Einführung in das Sozial- und Rehabilitationsrecht:

- Krankenversicherung, Pflegeversicherung, Rentenversicherung, Unfallversicherung
- Privatkassen, Kreis der versicherten Personen, Finanzierung, Leistungen, versicherte Risiken
- Sozialhilfegesetz, Sozialgesetzbücher (SGB) V, VII, IX, XI, XII, Pflegestärkungsgesetz

Professionalisierung der Medizinischen Technologen

Akademisierung

**Datenverarbeitung**

Datenmanagement

Datenschutzgrundverordnung

Bewertung des Einsatzes/der Verwendung von:

- Teleradiologie
- eHealth
- Telematik-Infrastruktur
- digitale Technologien, z. B. Gesundheits-Apps, Fitnessstracking

<b>LERNFELD 3.2 Qualitätssicherung in der radiologischen Diagnostik, Strahlentherapie und Nuklearmedizin durchführen</b>	<b>ZRW: 90 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten der radiologischen Diagnostik, des Strahlenschutzes und der Nuklearmedizin, im Umgang mit strahlenschutztechnischen Messmethoden und ionisierender Strahlung.</li> <li>... organisieren, realisieren, dokumentieren, steuern Konstanz- und Qualitätsprüfungen zur Sicherstellung der Anwendung ionisierender Strahlung am Menschen in der radiologischen Diagnostik, des Strahlenschutzes und der Nuklearmedizin, führen die erforderlichen Messungen durch, werten die Ergebnisse technisch aus, beurteilen diese und leiten bei Bedarf weiterführende Maßnahmen ein.</li> <li>... planen, organisieren, realisieren und dokumentieren Maßnahmen des Qualitäts-, Risiko-, Prozess- und Datenmanagements bei der radiologischen Diagnostik, des Strahlenschutzes und der Nuklearmedizin, um die Qualität und Wirksamkeit der Abläufe im Sinne einer Patientensicherheit und Gefahrenabwehr zu gewährleisten, beteiligen sich an der Weiterentwicklung der Qualität in unterschiedlichen berufsrelevanten Leistungsprozessen.</li> <li>... erstellen Qualitätsdokumente nach Vorgaben, wenden Instrumente des Qualitäts-, Risiko-, Prozess- und Datenmanagements und CIRS an, leiten entsprechende Maßnahmen bei Abweichungen folgerichtig ein und tragen zur Bewertung der Wirksamkeit der radiologischen Diagnostik, des Strahlenschutzes und der Nuklearmedizin bei.</li> <li>... verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten zu strahlenschutztechnischen Messmethoden im Umgang mit ionisierender Strahlung; sie organisieren, realisieren, dokumentieren, steuern Konstanz- und Qualitätsprüfungen zur Sicherstellung der Anwendung ionisierender Strahlung am Menschen.</li> <li>... kennen die gesetzlichen Vorgaben zur Pflicht der Durchführung von Konstanz- und Qualitätsprüfungen in der radiologischen Diagnostik und setzen Änderungen richtig um.</li> <li>... planen und steuern Konstanz- und Qualitätsprüfungen zur Sicherstellung der Anwendung ionisierender Strahlung und führen die erforderlichen Messungen verantwortungsvoll durch.</li> <li>... werten die Ergebnisse technisch aus, dokumentieren und beurteilen diese und leiten bei Bedarf weiterführende Maßnahmen ein.</li> <li>... organisieren Bestellwesen, Lagerung und Entsorgung von (Radio-)Pharmaka.</li> </ul>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>III. 1 c</li> <li>III. 2 d</li> <li>III. 4 a, b</li> </ul>	

**Radiologie (30 Std.)**

Grundsätze der Qualitätssicherung und Qualitätssicherungsprogramme in der Röntgendiagnostik kennen

Qualitätsmerkmale unterschiedlicher bildgebender Verfahren erklären

Gesetze, Richt- und Leitlinien sowie Normen hinsichtlich der Qualitätssicherung kennen und deren Inhalte anwenden, z. B. StrSchG, StrSchV, Qualitätssicherungsrichtlinie, Sachverständigenrichtlinie, DIN-Normen

Allgemeine Qualitätskriterien laut Leitlinie der Bundesärztekammer

Bedeutung und Bestimmung der Bildgütequalitätsparameter im Röntgen (objektiv: Belichtung, Zentrierung, Positionierung, Einblendung; subjektiv: Abgrenzbarkeit der anatomischen Strukturen)

Durchführung und Auswertung aller rechtlich geforderten Konstanzprüfungen an röntgendiagnostischen Geräten

Qualitätssicherungsprogramme:

- in der Angiografie, z. B. DeGIR
- in der DL
- in der Mammografie, kurativ und Screening
- Protokollempfehlungen von Diagnostische Zentren

Qualitätsbeurteilungsrichtlinie Kernspintomografie, z. B. Spulen, Wichtung, Schichtlag, Artefakte, SAR, SNR

Qualitätssicherung in der Teleradiologie

Qualitätssicherung bei Monitorprüfungen

Anforderungen der Ärztlichen Stelle und der KVB

Inbetriebnahme, Abnahme und Genehmigung neuer Geräte

Qualitätsmaßnahmen bei der Anwendung von (Radio-)Pharmaka

Meldekettens und Meldung von Vorkommnissen

Messung und Überprüfung von Strahlenschutzmitteln

**Strahlentherapie (30 Std.)**

Qualitätssicherung an den Geräten der Strahlentherapie:

Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation klinischer Messaufgaben im Bereich der Strahlentherapie, vgl. *LF 1.5*

Überprüfung:

- der bildgebenden Verfahren zur Bestrahlungsplanung
- der mechanischen und geometrischen Sicherheit von Bestrahlungsgeräten
- der Dosisverteilung

Tägliche Konstanzprüfung am Linearbeschleuniger (Sicherheit, Abschaltssysteme, Umgebungsparameter, Dosismessungen, Dosisleistung, Monitorkalibrierung, Doppelmonitor-system etc.)

Weitere Konstanzprüfungen, z. B. Brachytherapiegeräte

Qualitätssicherung am Patienten:

- Kontrolle Bestrahlungsfeld, z. B. visuell oder Imaging
- Veränderungen am Patienten realisieren und optimieren, z. B. Gewichtsabnahme, Blutbild etc.
- Dosisleistung am Patienten

Dokumentation:

- Bildqualität
- Gerätesicherheit

Qualitätsmanagement (Risiko-, Fehlermanagement):

- SOP
- Leitlinien, Richtlinien (allgemeine Qualitätskriterien laut Leitlinie der Bundesärztekammer)
- Weiterentwicklung der Qualität

Strahlenschutzmessungen, Messungen von Ortsdosisleistungen und Ortsdosen:

- Bedeutung und Bestimmung der Bildgütequalitätsparameter
- Anforderungen der Ärztlichen Stelle und der KVB
- Inbetriebnahme, Abnahme und Genehmigung neuer Geräte

### **Nuklearmedizin (30 Std.)**

Qualitätssicherung (Messgeräte):

- ständige Rechenkorrekturen
- Untergrundeffekt
- Kalibriermethoden
- Methoden der Qualitätssicherung bei Strahlungsmessgeräten, z. B. Hand-Fuss-Monitor

Qualitätssicherung (Radiopharmaka):

- z. B. radiochemische Reinheit
- Methoden, z. B. Chromatografie

Qualitätssicherung (Gammakamera):

- z. B. Kontrolle von Untergrund, Arbeitsspannung, Homogenität, Linearität, Ortsauflösung, Ausbeute, Center-of-Rotation (SPECT)

Qualitätssicherung (nuklearmedizinische Therapie):

- Biokinetik
- Berechnungsgrundlagen
- Erfassung der therapielevanten Parameter
- relevante Methoden der Therapie mit offenen radioaktiven Präparaten, z. B. Radiojodtherapie, Radiopeptidtherapie, SIRT

Allgemeine Qualitätskriterien laut Leitlinie der Bundesärztekammer:

- Bedeutung und Bestimmung der Bildgütequalitätsparameter
- Anforderungen der Ärztlichen Stelle und der KVB
- Inbetriebnahme, Abnahme und Genehmigung neuer Geräte

Einhaltung der Vorschriften nach Strahlenschutzgesetz im Hinblick auf

- Beschaffung und Annahme radioaktiver Arzneimittel und radioaktiver Präparate wie Prüfstrahler
- Lagerung und Verwahrung radioaktiver Arzneimittel und radioaktiver Präparate wie Prüfstrahler
- Entsorgung radioaktiver Arzneimittel und radioaktiver Präparate wie Prüfstrahler, radioaktive Abwässer, radioaktives OP-Material wie SLN-Gewebe
- Freigrenzen für „Nichtkontrollbereiche“

<b>LERNFELD 3.3 Strahlenschutz vertieft anwenden</b>	<b>ZRW: 60 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>... wenden Strahlenschutzmaßnahmen bei Anwendungen in der Therapie sicher auf den Patienten, das Personal und die Umwelt an. Dabei berücksichtigen sie relevante Gesetze und Verordnungen.</p> <p>... führen dosimetrische Messungen durch und evaluieren und dokumentieren die Ergebnisse. Bei fehlerhaften Messergebnissen leiten sie fachgerechte Maßnahmen ein. Sie optimieren die Strahlendosis unter Berücksichtigung aktueller strahlenbiologischer Kenntnisse.</p> <p>... stellen den Strahlenschutz für alle an der Untersuchung beteiligten Personen unter Beachtung der räumlichen Gegebenheiten sicher, erkennen Probleme des Strahlenschutzes und der Personensicherheit, leiten adäquate Maßnahmen ein, dokumentieren ihre Ergebnisse und tragen zur Bewertung der Wirksamkeit bei.</p>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<p>III. 1 c, d V. 3 c</p>	
<b>Strahlenschutzkunde (60 Std.)</b>	
<p><b><u>Schwerpunkt theoretischen Grundlagen und praktische Anwendung:</u></b></p> <p>Künstliche Strahlenexposition und deren biologische Strahlenwirkung</p> <p>Grundsätze des praktischen Strahlenschutzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– in der Diagnostik, z. B. bei CT-Techniken, MRT-Techniken, digitalen Aufnahmetechniken, Positronen-Emissions-Tomografie (PET)</li> <li>– bei Therapien, z. B. bei Protonentherapie, Neutronentherapie, Schwerionentherapie</li> <li>– bei der Erstellung von Bestrahlungsplänen</li> </ul> <p>Messung der Wirksamkeit von Strahlenschutzmaßnahmen in Abhängigkeit von z. B. Strahlenart und Strahlenqualität, Abstand, Abschirmungsmaterial und -dicke</p>	

Anwendung, Überprüfung der Funktionstüchtigkeit und aktuellen Empfindlichkeit von Ionisationsdosimetern

Therapeutische Verfahren und Anwendungen:

- Erstellen von Bestrahlungsplanungen in der Strahlentherapie
- Dosisabschätzung und Dosisberechnung bei Patienten

Messungen:

- Messungen mit radioaktiven Substanzen
- zur Strahlenexposition in der Medizin
- zu Tiefendosiscurven und Querprofil, z. B. eines Beschleunigers
- zur Qualitätssicherung, z. B. am Beschleuniger

<b>LERNFELD 3.4 Erweiterte Diagnose- und Therapieverfahren bei Erkrankungen des respiratorischen Systems durchführen</b>	<b>ZRW: 40 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>... planen, realisieren die Durchführung und dokumentieren medizinisch-technologische Aufgaben in der weiterführenden Diagnostik bei Erkrankungen des respiratorischen Systems selbständig. Sie übertragen evidenzbasiertes theoretisch fundiertes Wissen aus den Bezugswissenschaften.</li><li>... beurteilen, welche Daten zur Untersuchungsdurchführung nötig sind und fordern, gegebenenfalls, Vorbefunde an. Sie erkennen diagnostische Abweichungen von Normbefunden, die eine Rücksprache mit dem ärztlichen Dienst notwendig machen.</li><li>... gleichen angeforderte Untersuchungen und Therapien mit der Indikation oder Fragestellung hinsichtlich ihrer Darstellbarkeit und der sich daraus ergebenden Methodenwahl ab.</li><li>... beurteilen die Untersuchungs- und Therapieergebnisse hinsichtlich der technischen Bildqualität zur Befundung oder Therapiekontrolle in Abhängigkeit von der Fragestellung und erkennen Abweichungen von Normbefunden, die eine Rücksprache mit dem ärztlichen Dienst notwendig machen.</li><li>... erkennen mögliche Komplikationen, Grenzsituationen sowie Abweichungen der Dosisparameter, die einen Einfluss auf die Personensicherheit und die Untersuchung haben und richten ihr Handeln situationsadäquat danach aus. Sie tragen zur Wirksamkeit ihres Handelns bei.</li><li>... bearbeiten im Rahmen des Postprocessing erhobene digitale Datensätze von Untersuchungen standardisiert, beurteilen und dokumentieren diese.</li><li>... informieren, beraten und leiten Menschen aller Altersstufen personen- und situationsadäquat bei Untersuchungen an und leisten die notwendige Unterstützung.</li><li>... planen, organisieren, realisieren und steuern die berufsspezifischen Aufgaben bei diagnostischen Interventionen und Punktionen und begründen ihre Ergebnisse, insbesondere unter Berücksichtigung der hygienischen Anforderungen.</li><li>... verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten zu den die Bildgebung unterstützenden Verfahren aus anderen medizinischen Fachgebieten und der Funktionsdiagnostik sowie deren Bedeutung für die bildgebende Diagnostik. Sie führen berufsspezifische Aufgaben durch, werten ihre Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese.</li><li>... planen, organisieren, realisieren und steuern die technische Durchführung in der Bestrahlungsplanung, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen Maßnahmen zur Bildgebung in der Bestrahlungsplanung. Sie identifizieren Risikoorgane.</li><li>... beurteilen die Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der technischen Bildqualität zur Verwendung im interprofessionellen Team der Strahlentherapie.</li><li>... übertragen standardisiert im Rahmen der Bestrahlungsplanung erhobene digitale Datensätze an unterschiedlichen Modalitäten, dokumentieren, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese.</li></ul>	

... planen, organisieren und realisieren die Therapiesitzungen und bewerten die Qualität der technischen Durchführung. Sie führen Bestrahlungen verantwortlich durch, dokumentieren und steuern die relevanten Bestrahlungsdaten nach dem Stand von Wissenschaft und Technik.

### Kompetenzen lt. MTAPrV

I. 1 a, b, c, d, e, f  
I. 2 c  
II. 1 a, c  
II. 2 a

### Radiologie (24 Std.)

#### **Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Spezielle Krankheitsbilder

Anatomische Strukturen in der Schnittbilddiagnostik

Vorbereitende Maßnahmen, z. B. Aufklärung des Patienten, Vorbereitung des Patienten, Vorbereitung des Arbeitsplatzes

Zusammenhang von Indikation und Auswahl von Untersuchungsprotokollen

Pathologische Befunde

#### **Schwerpunkt praktische Anwendung:**

CT

CT-Intervention

MRT

Erkennen wichtiger anatomischer Strukturen

Beurteilen der Bildqualität (Belichtungstechniken, aufnahmetechnische Leitlinien)

Postprocessing der Bilder

Durchführung von Fehleranalysen

### Strahlentherapie (10 Std.)

#### **Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Erweiterte Therapiemöglichkeiten des respiratorischen Systems:

- VMAT/IMRT
- Stereotaxie
- Behandlungen mit Atem-Gating etc.

#### **Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Planung und Durchführung der erweiterten Therapie des respiratorischen Systems

**Nuklearmedizin (6 Std.)****Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung:**

PET/CT mit F18-markierter Fluor-Deoxy-Glukose zur Diagnostik von Lungentumoren bzw. peripheren Lungenrundherden

<b>LERNFELD 3.5 Erweiterte Diagnose- und Therapieverfahren bei Erkrankungen des muskuloskelettales Systems sowie der Haut durchführen</b>	<b>ZRW: 50 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... übertragen ihr evidenzbasiertes theoretisch fundiertes Wissen aus der Anatomie und Physiologie des muskuloskelettales System sowie der Haut- und Hautanhangsgebilde auf die erweiterte Diagnostik und Therapien des muskuloskelettales Systems.</li> <li>... gleichen angeforderte Untersuchungen und Therapien bei Erkrankungen des muskuloskelettales Systems mit der Indikation oder Fragestellung hinsichtlich ihrer Darstellbarkeit und der sich daraus ergebenden Methodenauswahl ab.</li> <li>... beurteilen, welche Daten zur Untersuchungs- oder Therapiedurchführung bei Erkrankungen des muskuloskelettales Systems und der Haut- und Hautanhangsgebilde nötig sind und fordern, gegebenenfalls, Vorbefunde an.</li> <li>... beurteilen die Untersuchungs- und Therapieergebnisse hinsichtlich der technischen Bildqualität zur Befundung oder Therapiekontrolle in Abhängigkeit von der Fragestellung und erkennen Abweichungen von Normbefunden, die eine Rücksprache mit dem ärztlichen Dienst notwendig machen.</li> <li>... bearbeiten im Rahmen des Postprocessing erhobene digitale Datensätze von Untersuchungen und Therapien standardisiert, beurteilen und dokumentieren diese.</li> <li>... übertragen standardisiert im Rahmen der Bestrahlungsplanung erhobene digitale Datensätze an unterschiedliche Modalitäten, dokumentieren, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese bei Erkrankungen des muskuloskelettales Systems.</li> <li>... planen und realisieren die Durchführung der medizinisch-technologischen Aufgaben in der weiterführenden Diagnostik oder Therapie bei Erkrankungen des muskuloskelettales Systems und der Haut- und Hautanhangsgebilde, inkl. Bestrahlungsplanung.</li> </ul>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>I. 1 a, b, d</li> <li>II. 1 a, c</li> <li>II. 2 a</li> <li>II. 3 a, b</li> </ul>	
<b>Medizinische Grundlagen (10 Std.)</b>	
<p><b>Anatomie</b> Anatomie der Haut und Hautanhangsgebilde</p> <p><b>Krankheitslehre</b> Erkrankungen (Ätiologie, Risikofaktoren, Symptome, Diagnostik, Therapie):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– entzündliche Erkrankungen, u. a. rheumatoide Arthritis</li> </ul>	

- degenerative Veränderungen, u. a. Arthrose
- Hauttumoren

### **Radiologie (20 Std.)**

#### **Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Ablauf wichtiger Untersuchungen der Extremitäten, Gelenke und der Wirbelsäule im CT, MRT und der Angiografie (auch unter Anwendung von Kontrastmittel)

Identifizieren und Benennen anatomischer Strukturen

Auswahl und Interpretation von Untersuchungsparametern in der CT und der MRT

Demonstration wichtiger pathologischer Befunde der verschiedenen Modalitäten

#### **Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Untersuchungs- und Patientenvorbereitung für Interventionen

Erstellen von Schnittbildern mit verschiedenen Parametern und Nachverarbeitungsmöglichkeiten

Beurteilung der Bildqualität

### **Strahlentherapie (10 Std.)**

#### **Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Erweiterte Therapiemöglichkeiten des muskuloskelettales Systems und bei Tumoren der Haut (Basaliom, Spinaliom, Melanom, Merkelzellkarzinom, Hautmetastasen, Plattenepithelkarzinome der Haut)

#### **Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Planung und Durchführung der erweiterten Therapie der Hauttumoren

Qualitätssicherung und Dokumentation der Patientensicherheit

### **Nuklearmedizin (10 Std.)**

#### **Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung:**

Leukozytenszintigrafie

- Ablauf der Untersuchung:
  - Demonstration von Normalbefund und pathologischer Befunde
  - Indikationen und Kontraindikationen (HAMA), der Untersuchung zugängliche Krankheitsbilder
  - Radiopharmaka, Vorbereitung, Qualitätskontrolle

Radiosynoviorthese (RSO)

– Ablauf der Therapie:

- Indikationen und Kontraindikationen, der Therapie zugängliche Krankheitsbilder
- Vorbereitung und Nachsorge
- Radiopharmaka, Vorbereitung, Qualitätskontrolle

Palliative Skelett-Therapie mit offenen Radionukliden

– Ablauf der Therapie:

- Indikationen und Kontraindikationen, der Therapie zugängliche Krankheitsbilder
- Vorbereitung und Nachsorge
- Radiopharmaka, Vorbereitung, Qualitätskontrolle

<b>LERNFELD 3.6 Erweiterte Diagnoseverfahren bei Erkrankungen des gastrointestinalen und endokrinologischen Systems durchführen</b>	<b>ZRW: 50 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... planen, realisieren die Durchführung und dokumentieren medizinisch-technologische Aufgaben in der weiterführenden Diagnostik bei Erkrankungen des gastrointestinalen Systems selbständig. Sie übertragen evidenzbasiertes theoretisch fundiertes Wissen aus den Bezugswissenschaften.</li> <li>... beurteilen, welche Daten zur Untersuchungsdurchführung nötig sind und fordern, gegebenenfalls, Vorbefunde an.</li> <li>... erkennen diagnostische Abweichungen von Normbefunden, die eine Rücksprache mit dem ärztlichen Dienst notwendig machen. Sie gleichen angeforderte Untersuchungen und Therapien mit der Indikation oder Fragestellung hinsichtlich ihrer Darstellbarkeit und der sich daraus ergebenden Methodenauswahl ab.</li> <li>... beurteilen die Untersuchungs- und Therapieergebnisse hinsichtlich der technischen Bildqualität zur Befundung oder Therapiekontrolle in Abhängigkeit von der Fragestellung und erkennen Abweichungen von Normbefunden, die eine Rücksprache mit dem ärztlichen Dienst notwendig machen.</li> <li>... erkennen mögliche Komplikationen, Grenzsituationen sowie Abweichungen der Dosisparameter, die einen Einfluss auf die Personensicherheit und die Untersuchung haben und richten ihr Handeln situationsadäquat danach aus. Sie tragen zur Wirksamkeit ihres Handelns bei.</li> <li>... bearbeiten im Rahmen des Postprocessing erhobene digitale Datensätze von Untersuchungen standardisiert, beurteilen und dokumentieren diese.</li> <li>... informieren, beraten und leiten Menschen aller Altersstufen personen- und situationsadäquat bei Untersuchungen an und leisten die notwendige Unterstützung.</li> <li>... planen, organisieren, realisieren und steuern die berufsspezifischen Aufgaben bei diagnostischen Interventionen und Punktionen und begründen ihre Ergebnisse, insbesondere unter Berücksichtigung der hygienischen Anforderungen.</li> <li>... verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten zu den die Bildgebung unterstützenden Verfahren aus anderen medizinischen Fachgebieten und der Funktionsdiagnostik sowie deren Bedeutung für die bildgebende Diagnostik. Sie führen berufsspezifische Aufgaben durch, werten ihre Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese.</li> </ul>	
<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>	
I. 1 a, b, c, d, e, f I. 2 c	

**Medizinische Grundlagen (10 Std.)**

## Gastrointestinales System:

- Lage, Bau und Funktion der Abschnitte und Organe des gastrointestinalen Systems sowie deren anhängende Organe wie Leber, Gallenblase, Pankreas
- Aufbau und Anatomie der Organe des gastrointestinalen Systems
- Physiologie und Pathophysiologie

## Endokrines System:

- Physiologie und Pathophysiologie (Hormonstoffwechsel, Wasser- und Elektrolythaushalt, Fortpflanzung und Wachstumsprozesse)
- Lage, Bau und Funktion von Organen und Drüsen und Zellen des endokrinen Systems

Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes: Ätiologie, Risikofaktoren, Symptome, Diagnostik, Therapie

## Erkrankungen des endokrinologischen Systems:

- Über- und Unterfunktion der Schilddrüse
- Nebenschilddrüse, z. B. HPT, Hypoparathyreoidismus
- Nebenniere, z. B. Phäochromozytom
- Pankreas, z. B. Diabetes mellitus, Pankreasinsuffizienz
- neuroendokrine Tumoren, z. B. Karzinoid
- spezielle Stoffwechselerkrankungen, z. B. M. Cushing, Insulinom

**Radiologie (20 Std.)****Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Anatomische Strukturen in der Schnittbilddiagnostik

Vorbereitende Maßnahmen, z. B. Aufklärung des Patienten, Vorbereitung des Patienten, Vorbereitung des Arbeitsplatzes

Häufige und lebensbedrohliche Krankheitsbilder

Zusammenhang von Indikation und Auswahl von Untersuchungsprotokollen

Pathologische Befunde

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

CT

CT-Intervention

MRT

Erkennen wichtiger anatomischer Strukturen

Beurteilen der Bildqualität (Belichtungstechniken, aufnahmetechnische Leitlinien)

Postprocessing der Bilder  
Durchführung von Fehleranalysen

### **Nuklearmedizin (20 Std.)**

#### **Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Wichtige pathologische Befunde bei der nuklearmedizinischen Diagnostik, zugänglichen Krankheitsbildern (Nebenschilddrüse, Speicheldrüse, Ösophagus Passage, Magenentleerung, NET)

Szintigrafische Methodik: planare Aufnahmen, Ganzkörper-Scan, Single-Photon-Emissions-Tomografie (SPECT)

Methoden der Bildrekonstruktion, Bildüberlagerung mit radiologischen Verfahren (SPECT-CT, PET-CT)

Diagnostische Aussagekraft, Fehlerquellen

Qualitätssichernde Maßnahmen

Dokumentation

Pharmakologie in der Nuklearmedizin: bei Erkrankungen des GI-Traktes verwendete Radiopharmaka

#### **Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Gastrointestinaltrakt:

- Speicheldrüsenszintigrafie
- Ösophagus-Funktionsszintigrafie
- Magen-Funktionsszintigrafie
- Leber-, Gallenwege- und Milzsintigrafie
- Darm-Blutungsquellensuche mit Szintigrafie
- Meckel'sches Divertikel
- Tumordiagnostik mit PET/CT

Endokrine Organe:

- Nebenschilddrüsenszintigrafie
- Nebennierenmark-Szintigrafie
- neuroendokrine Tumoren (Octreotid-Szintigrafie)

<b>LERNFELD 3.7 Erweiterte Diagnose- und Therapieverfahren bei Erkrankungen des Herz-Kreislauf- und des lymphatischen Systems durchführen und dabei mitwirken</b>	<b>ZRW: 40 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>... planen und realisieren die Durchführung der medizinisch-technologischen Aufgaben in der weiterführenden Diagnostik.</li><li>... beurteilen, welche Daten zur Untersuchungs- oder Therapiedurchführung nötig sind und fordern, gegebenenfalls, Vorbefunde an.</li><li>... gleichen angeforderte Untersuchungen und Therapien mit der Indikation oder Fragestellung hinsichtlich ihrer Darstellbarkeit und der sich daraus ergebenden Methodenwahl ab.</li><li>... beurteilen die Untersuchungs- und Therapieergebnisse hinsichtlich der technischen Bildqualität zur Befundung oder Therapiekontrolle in Abhängigkeit von der Fragestellung und erkennen Abweichungen von Normbefunden, die eine Rücksprache mit dem ärztlichen Dienst notwendig machen,</li><li>... erkennen mögliche Komplikationen, Grenzsituationen sowie Abweichungen der Dosisparameter und Therapieverläufe und richten ihr Handeln situationsadäquat danach aus.</li><li>... bearbeiten im Rahmen des Postprocessing erhobene digitale Datensätze von Untersuchungen und Therapien standardisiert, beurteilen und dokumentieren diese.</li><li>... informieren, beraten und leiten Menschen aller Altersstufen personen- und situationsadäquat bei Untersuchungen und Therapie an und leisten die notwendige Unterstützung.</li><li>... planen, organisieren, realisieren und steuern die berufsspezifischen Aufgaben bei diagnostischen Interventionen und Punktionen und begründen ihre Ergebnisse, insbesondere unter Berücksichtigung der hygienischen Anforderungen.</li><li>... übertragen ihr evidenzbasiertes theoretisch fundiertes Wissen aus der Anatomie und Physiologie des respiratorischen Systems auf die erweiterten Therapien des respiratorischen Systems.</li><li>... planen, organisieren, realisieren und evaluieren die vorbereitenden Maßnahmen von nuklearmedizinischen Therapien für Menschen aller Altersstufen unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren und bewerten die Qualität der technischen Durchführung; bereiten Radiopharmaka zur Applikation vor, dokumentieren und steuern die relevanten Daten.</li><li>... planen, organisieren und realisieren therapiebegleitende Untersuchungen innerhalb der nuklearmedizinischen Bildgebung und Methoden zur Messung der Restaktivität; erkennen Abweichungen oder Störungen der Therapie- und Aktivitätsparameter und leiten bei Bedarf situationsgerecht weitere Maßnahmen ein; dokumentieren, werten die Ergebnisse technisch aus und beurteilen diese.</li></ul>	

<b>Kompetenzen lt. MTAPrV</b>
I. 1 a, b, c, d, e, f II. 1 a II. 2 a II. 3 a, b
<b>Radiologie (36 Std.)</b>
<b><u>Schwerpunkt theoretische Grundlagen:</u></b> Kennenlernen des prinzipiellen Ablaufes wichtiger Untersuchungen des Thorax im CT, MRT und in der Angiografie (auch unter Anwendung von Kontrastmitteln) Identifizieren und Benennen anatomischer Strukturen Auswahl und Interpretation von Untersuchungsparametern in CT und MRT Demonstration wichtiger pathologischer Befunde der verschiedenen Modalitäten  <b><u>Schwerpunkt praktische Anwendung:</u></b> Untersuchungs- und Patientenvorbereitung für Interventionen Erstellen von Schnittbildern mit verschiedenen Parametern und Nachverarbeitungsmöglichkeiten Beurteilung der Bildqualität
<b>Nuklearmedizin (4 Std.)</b>
<b><u>Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung:</u></b> Radioimmuntherapie mit Jod-131- / Yttrium-90-markierten monoklonalen Antikörpern bei malignen Lymphomen, z. B. anti-CD20 bei Non-Hodgkin-Lymphomen

<b>LERNFELD 3.8 Diagnose- und Therapieverfahren bei neurologischen bzw. psychiatrischen Erkrankungen durchführen</b>	<b>ZRW: 130 Std.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... beschreiben die Anatomie und Physiologie des neurologischen Systems, des Nervensystems und der Sinnesorgane. Sie charakterisieren davon ausgehend die Pathophysiologie häufiger Erkrankungen.</li> <li>... gleichen angeforderte Untersuchungen in der radiologischen und nuklearmedizinischen Diagnostik mit der Indikation oder Fragestellung hinsichtlich ihrer Darstellbarkeit und der sich daraus ergebenden Methodenauswahl ab. Sie beurteilen, welche Daten zur Untersuchungsdurchführung nötig sind und fordern, gegebenenfalls, Vorbefunde an.</li> <li>... planen und realisieren die Durchführung der medizinisch-technologischen Aufgaben in der radiologischen und nuklearmedizinischen Diagnostik unter Aufsicht. Sie erkennen mögliche Komplikationen und Grenzsituationen und richten ihr Handeln situationsadäquat danach aus.</li> <li>... informieren, beraten und leiten Menschen aller Altersstufen personen- und situationsadäquat bei Untersuchungen an und leisten die notwendige Unterstützung.</li> <li>... planen, organisieren, realisieren und steuern berufsspezifische Aufgaben bei diagnostischen Interventionen und Punktionen und berücksichtigen die hygienischen Aspekte.</li> <li>... erkennen die Bedeutung unterstützender Verfahren aus anderen medizinischen Fachgebieten und der Funktionsdiagnostik für die bildgebende Diagnostik und planen, organisieren, dokumentieren und steuern diese Verfahren zur Unterstützung der Bildgebung. Sie werten Ergebnisse technisch aus und bewerte diese.</li> <li>... sie dokumentieren und steuern die relevanten Daten nach dem Stand von Wissenschaft und Technik und unter besonderer Berücksichtigung der Aspekte des Strahlenschutzes.</li> <li>... sie bearbeiten im Rahmen des Postprocessing erhobene digitale Datensätze von Untersuchungen standardisiert, beurteilen und dokumentieren diese.</li> <li>... sie stellen den Strahlenschutz für alle an der Untersuchung beteiligten Personen sicher.</li> <li>... verfügen über Kenntnisse zu Kontrastmitteln und Pharmaka und deren Anwendungsgebiete.</li> <li>... planen, organisieren, realisieren, dokumentieren und steuern die Applikation von Pharmaka nach ärztlicher Anweisung, unter Berücksichtigung möglicher Nebenwirkungen und Sicherheitsmaßnahmen und leiten weiterführende Maßnahmen ein.</li> <li>... sie kennen den Umgang mit Sterilgut und alle hygienischen Maßnahmen für die Untersuchungen, verfügen über entsprechende hygienische Kenntnisse und betreiben Infektionsprävention.</li> <li>... organisieren das Bestellwesen, die Lagerung und Entsorgung von infektiösem Material und Sterilgut sowie von Radiopharmaka.</li> <li>... gestalten professionelle Beziehungen mit Menschen aller Altersstufen und ihren</li> </ul>	

Bezugspersonen zielführend und empathisch während des diagnostischen Prozesses, insbesondere im Kontext der Information, Beratung und Anleitung bei diagnostischen Verfahren.

... erkennen und reflektieren Kommunikationsfähigkeiten von Menschen aller Altersstufen, insbesondere bei Nervenerkrankungen, und wenden kommunikative Maßnahmen an, um den diagnostischen Prozess zielführend zu unterstützen.

### Kompetenzen lt. MTAPrV

I. 1 a, b c, d, e, f  
I. 2 c  
II. 1 a, b, c  
II. 2 a, b  
III. 1 a, b, d  
III. 2 a, b, c, d  
IV. 1 b, c

### Medizinische Grundlagen (38 Std.)

#### Anatomie

Anatomie und Physiologie des neurologischen Systems und des Nervensystems und der Sinnesorgane:

- Cranium, Neurocranium (Groß-, Zwischen- und Kleinhirn), Hirnstamm, Liquor, Rückenmark, Hirnnerven
- zentrales Nervensystem (ZNS)
- peripheres Nervensystem (PNS)
- somatisches Nervensystem
- vegetatives Nervensystem
- Auge, Ohr, Nase, Mund

#### Krankheitslehre

Pathologien des neurologischen Systems und des Nervensystems und der Sinnesorgane (Ätiologie, Risikofaktoren, Symptome, Diagnostik):

- vaskuläre Erkrankungen, u. a. Blutungen, Schlaganfall, Gefäßmalformationen, Stenosen
- Trauma und Schädelhirntrauma
- Tumoren des ZNS und PNS
- pädiatrische Pathologien
- degenerative Veränderungen, u. a. Alzheimer-Demenz, Parkinson-Syndrom
- Neuralgien
- Epilepsie
- Fazialisparese

- Multiple Sklerose und Amyotrophe Lateralsklerose
- Funktionen, Einschränkungen und Störungen der Sinnesorgane
- psychische Erkrankungen und Störungen
- Hirntoddiagnostik

Untersuchungsmöglichkeiten:

- Elektroenzephalografie (EEG)
- Lumbalpunktion

### **Radiologie (60 Std.)**

#### **Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Auswahl diagnostischer Krankheitsbilder auf der Grundlage vorgegebener Krankheitsbilder

Identifizieren und Benennen von anatomischen Strukturen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Projektionen und Einstelltechniken und möglicher Überlagerungen

Erkennen häufiger und lebensbedrohlicher Krankheitsbilder

Kennen des Zusammenhangs von Indikation und Untersuchungstechnik, diagnostischer Aussagekraft eines Bildes

Demonstration wichtiger pathologischer Befunde

radiologische Diagnostik

Magnetresonanztomografie (MRT)

Computertomografie (CT)

Sonografie

neuroradiologische Interventionen

Besonderheiten bei der Hirntoddiagnostik

Radiologische Therapieverfahren:

- Vorbereitung des Patienten
- Vorbereitung des Arbeitsplatzes für Interventionen in der Angiografie und in der CT

#### **Schwerpunkt praktische Anwendung:**

konventionelle Radiografie

Angiografie

Sonografie

CT

MRT

**Strahlentherapie (20 Std.)****Schwerpunkt theoretische Grundlagen:**

Tumorentitäten im neurologischen System in Bezug auf

- Ätiologie, Inzidenz, Symptomatik, Diagnose, Histologie und Stadieneinteilung
- Behandlungsschemata
- Therapiestrategie bei bösartigen Tumoren:
  - interdisziplinäre Maßnahmen – kurative und palliative Behandlungsmethoden – Prognose, Lebensqualität, Nebenwirkungen – therapiebegleitende Maßnahmen
  - Teletherapie und Stereotaxie

**Schwerpunkt praktische Anwendung:**

Einstellung bedeutsamer klinischer Standard-, Rotations- und Großfeldtechniken beim neurologischen System anhand vorliegender Bestrahlungsprotokolle und -pläne

Zuhilfenahme aller notwendigen Geräte und Hilfsmittel

Ganzhirnbestrahlung, Neuroachse, Stereotaxie (Cyberknife)

**Nuklearmedizin (12 Std.)****Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung:**

PET-Tumordiagnostik

Demenz-Parkinson-Diagnostik: DAT-Scan

Durchblutungsuntersuchungen rCBF-Untersuchung SPECT

z. B. Epilepsiediagnostik, Hirntoddiagnostik

## **ANHANG**

### **Lehrplankommission**

Birgit Bartenwerffer	Staatl. BFS für Technische Assistenten in der Medizin am Universitätsklinikum Erlangen
Thomas Capponi	Staatl. BFS für Technische Assistenten in der Medizin am Universitätsklinikum Erlangen
Prof. Uwe Cremerius	BBZ Gesundheit Ingolstadt
Stephanie Friedel	Staatl. BFS für Med.-Techn. Radiologieassistenten am Klinikum der Universität München – Campus Großhadern
Alexander Häckl	BBZ Gesundheit Ingolstadt
Simone Heiligenthal	Staatl. BSZ für Gesundheitsberufe Würzburg
Margit Winkel	Berufsfachschule für Medizinisch-Technische Radiologieassistenten/innen der Kliniken der Stadt und des Landkreises Rosenheim GmbH

### **Beratung der Lehrplankommission**

Miriam Kammler	Verband der medizinisch-technischen Radiologieassistenten (VMTRO)
----------------	---

### **Leitung der Lehrplankommission**

Alexandra Karg	Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB) München
Veronika Seiler	Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB) München