

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS

Lehrpläne für die Berufsfachschule für technische Assistenten in der Medizin:  
Medizinisch-technischer Radiologieassistent/Medizinisch-technische Radiologieassistentin

Theoretischer und praktischer Unterricht

1. – 3. Schuljahr

Die Lehrpläne wurden mit KMBek vom 28. Juni 2004 Nr. VII.5-5 S 9410.2M4-3-7.61 541 in Kraft gesetzt und gelten für das 1. Schuljahr mit Beginn des Schuljahres 2004/2005, für das 2. Schuljahr mit Beginn des Schuljahres 2005/2006 und für das 3. Schuljahr mit Beginn des Schuljahres 2006/2007.

Herausgeber:

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, Rosenkavalierplatz 2, 81925 München, Telefon 089/9214-2183, Telefax 089/9214-3602

Internet: [www.isb.bayern.de](http://www.isb.bayern.de)

Herstellung und Vertrieb:

Offsetdruckerei + Verlag Alfred Hintermaier, Inh. Bernhard Hintermaier, Nailastr. 5, 81737 München, Telefon 089/6242970, Telefax 089/6518910

E-Mail: [shop@hintermaier-druck.de](mailto:shop@hintermaier-druck.de)

---

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINFÜHRUNG	
1	1
2	2
3	4
4	6
5	6
LEHRPLÄNE	
Berufs- und Staatskunde	11
Mathematik, Statistik, Dokumentation und Datenverarbeitung	19
Chemie und Biochemie	26
Physik	30
Fachenglisch	35
Biologie und Ökologie	38
Psychologie	43
Krankheitslehre und Hygiene	49
Anatomie und Physiologie	58
Bildverarbeitung	67
Diagnostische Radiologie	71
Strahlentherapie	83
Nuklearmedizin	93
Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz	102

---

Übungen zur Ersten Hilfe	111
Übungen zur Physik	114
Übungen zur Chemie und Biochemie	117
Übungen zur Dokumentation und Datenverarbeitung	120
Übungen im Strahlenschutz und in der Dosimetrie	123
Übungen zur diagnostischen Radiologie	127
Übungen zur Nuklearmedizin	137
Übungen zur Strahlentherapie	145
Übungen zur Bildverarbeitung	150
ANHANG	
Kinästhetik	153
Mitglieder der Lehrplankommission	155

---

## EINFÜHRUNG

### 1 Bildungs- und Erziehungsauftrag der Berufsfachschule für medizinisch-technische Radiologieassistenten

Die Berufsfachschule ist gemäß Art. 13 Bay EUG 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 allgemein bildenden Unterricht, und soweit es im Rahmen berufsbezogenen Unterrichts möglich ist, auf die Kernprobleme unserer Zeit eingehen, wie z. B.

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

**2 Organisatorische Rahmenbedingungen und Stundentafel**

Die Lehrpläne beinhalten die Fächer der Schulordnung für die Berufsfachschule für technische Assistenten in der Medizin, Zytologieassistenten, Diätassistenten und pharmazeutisch-technische Assistenten (BFSO MTA PTA) vom 3. September 1987 (KWMBI I S. 242), zuletzt geändert durch Verordnung vom 7. August 1998 (KWMBI I S. 438), Anlage 2, und umfassen die in der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für technische Assistenten in der Medizin vom 25. April 1994 (BGBI I S. 922) in der Anlage 2 aufgeführten Themenbereiche.

**Studentafel**

Den Lehrplänen liegt die folgende Studentafel zugrunde:

<u>Fächer</u>	Erstes Schuljahr	Zweites Schuljahr	Drittes Schuljahr	Stunden gesamt
<i>Theoretischer und praktischer Unterricht</i>				
Berufs- und Staatskunde	40	0	0	40
Mathematik, Statistik, Dokumentation und Datenverarbeitung	40	40	20	100
Chemie und Biochemie	60	0	0	60
Physik	80	0	0	80
Fachenglisch	0	40	0	40
Biologie und Ökologie	60	0	0	60
Psychologie	0	40	0	40
Krankheitslehre und Hygiene	60	40	0	100
Anatomie und Physiologie	80	40	20	140
Bildverarbeitung	0	40	0	40
Diagnostische Radiologie	80	60	60	200
Strahlentherapie	40	60	40	140
Nuklearmedizin	40	60	40	140
Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz	60	40	40	140
Übungen zur Ersten Hilfe	20	0	0	20
Übungen zur Physik	80	0	0	80
Übungen zur Chemie und Biochemie	40	0	0	40
Übungen zur Dokumentation und Datenverarbeitung	0	60	0	60
Übungen im Strahlenschutz und in der Dosimetrie	0	80	40	120
Übungen zur diagnostischen Radiologie	240	120	120	480
Übungen zur Nuklearmedizin	120	60	60	240
Übungen zur Strahlentherapie	120	60	60	240
Übungen zur Bildverarbeitung	0	80	0	80
Zur Verteilung auf obige Fächer				120
				<b>2800</b>

<u>Praktische Ausbildung</u>	Erstes Schuljahr	Zweites Schuljahr	Drittes Schuljahr	Stunden gesamt
Diagnostische Radiologie	0	340 <sup>1</sup>	340 <sup>1</sup>	680
Strahlentherapie	0	170 <sup>1</sup>	170 <sup>1</sup>	340
Nuklearmedizin	0	170 <sup>1</sup>	170 <sup>1</sup>	340
Zur Verteilung auf obige Fächer				10
Krankenhauspraktikum	230	0	0	230
				<b>1600</b>

### 3 Leitgedanken für den Unterricht an der Berufsfachschule für medizinisch-technische Radiologieassistenten

Lernen hat die Entwicklung der individuellen Persönlichkeit zum Inhalt und zum Ziel. Geplantes schulisches Lernen erstreckt sich dabei auf vier Bereiche:

- Aneignung von bildungsrelevantem Wissen,
- Einüben von manuellen bzw. instrumentellen Fertigkeiten und Anwenden einzelner Arbeitstechniken, aber auch gedanklicher Konzepte;
- produktives Denken und Gestalten, d. h. vor allem selbstständiges Bewältigen berufstypischer Aufgabenstellungen;
- Entwicklung von Wertorientierungen unter besonderer Berücksichtigung berufsethischer Aspekte.

Diese vier Bereiche stellen Schwerpunkte dar, die einen Rahmen für didaktische und methodische Entscheidungen geben. Im konkreten Unterricht werden sie oft ineinander fließen.

Die enge Verknüpfung von Theorie und Praxis ist das grundsätzliche didaktische Anliegen der Berufsausbildung. Für die Berufsfachschule heißt das: Theoretische Grundlagen und Erkenntnisse müssen praxisorientiert vermittelt werden und zum beruflichen Handeln befähigen. Neben der Vermittlung von fachlichen Kenntnissen und der Einübung von Fertigkeiten sind im Unterricht verstärkt überfachliche Qualifikationen anzubahnen und zu fördern.

---

<sup>1</sup> Die endgültige Verteilung der Gesamtstundenzahl des jeweiligen Praktikums auf das zweite und dritte Schuljahr liegt in der Verantwortung der Schule.



Lernen wird erleichtert, wenn der Zusammenhang zur Berufs- und Lebenspraxis immer wieder deutlich zu erkennen ist. Dabei spielen konkrete Handlungssituationen, aber auch die Simulation sowie das gedankliche Nachvollziehen und Bewerten von Handlungen eine wichtige Rolle. Methoden, die Handlungskompetenz unmittelbar fördern, sind besonders geeignet und sollten deshalb in der Unterrichtsplanung angemessen berücksichtigt werden. Handlungskompetenz wird verstanden als die Bereitschaft und Fähigkeit des Einzelnen, sich in gesellschaftlichen, beruflichen und privaten Situationen sachgerecht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten.

Handlungsorientierter Unterricht ist ein didaktisches Konzept, das fach- und handlungssystematische Strukturen miteinander verschränkt. Dieses Konzept lässt sich durch unterschiedliche Unterrichtsmethoden verwirklichen.

Im Unterricht ist zu achten auf

- eine sorgfältige und rationelle Arbeitsweise,
- Sparsamkeit beim Ressourceneinsatz,
- die gewissenhafte Beachtung aller Maßnahmen, die der Unfallverhütung und dem Umweltschutz dienen;
- sorgfältigen Umgang mit der deutschen Sprache in Wort und Schrift.

Im Hinblick auf die Fähigkeit, Arbeit selbstständig zu planen, durchzuführen und zu kontrollieren, sind vor allem die bewusste didaktische und methodische Planung des Unterrichts, die fortlaufende Absprache der Lehrer für die einzelnen Fächer bis hin zur gemeinsamen Planung fächerübergreifender Unterrichtseinheiten erforderlich. Darüber hinaus ist im Sinne einer bedarfsgerechten Berufsausbildung eine kontinuierliche personelle, organisatorische und didaktisch-methodische Zusammenarbeit mit den anderen Lernorten sicherzustellen.

In den Fächern des fachtheoretischen Lernbereichs werden Kenntnisse und Einsichten vermittelt, die für das berufliche Handeln wichtig sind. Bei allen Unterrichtsgegenständen kommt es darauf an, ihre Bedeutung für die praktische Arbeit aufzuzeigen.

Der Unterricht in den Fächern des fachpraktischen Lernbereichs vermittelt die für die Berufsausübung notwendigen Fähigkeiten und Fertigkeiten. Dabei steht die Selbsttätigkeit der Schülerinnen<sup>2</sup> im Mittelpunkt. Die Erfahrungen aus der fachpraktischen Ausbildung sollen hier ausgewertet und vertieft werden.

---

<sup>2</sup> Im Folgenden sind die Schüler in der weiblichen Form genannt, da überwiegend Schülerinnen die Berufsfachschule für medizinisch-technische Radiologieassistenten besuchen.

#### **4 Aufbau und Verbindlichkeit der Lehrpläne**

Jeder Fachlehrplan wird durch ein Fachprofil eingeleitet. Es charakterisiert den Unterricht des betreffenden Fachs im Ganzen, begründet didaktisch-methodische Entscheidungen, inhaltliche Schwerpunktsetzungen sowie organisatorische Notwendigkeiten und zeigt Verzahnungen zu anderen Fächern auf. Hierauf folgt jeweils eine Übersicht über die Lerngebiete. Die einzelnen Fachlehrpläne enthalten Ziele, Inhalte und Hinweise zum Unterricht.

Die Ziele und Inhalte bilden zusammen mit den Prinzipien des Grundgesetzes für die Bundesrepublik Deutschland, der Verfassung des Freistaates Bayern und des Bayerischen Gesetzes über das Erziehungs- und Unterrichtswesen die verbindliche Grundlage für den Unterricht und die Erziehungsarbeit. Im Rahmen dieser Bindung trifft der Lehrer seine Entscheidungen in pädagogischer Verantwortung.

Die Ziele und Inhalte der Lehrpläne werden in der Reihenfolge behandelt, die sich aus der gegenseitigen Absprache der Lehrkräfte zur Abstimmung des Unterrichts ergibt; die in den Lehrplänen gegebene Reihenfolge innerhalb einer Jahrgangsstufe ist nicht verbindlich. Die Hinweise zum Unterricht sowie die Zeitrichtwerte sind als Anregungen gedacht.

Die Lehrpläne sind so angelegt, dass ein ausreichender pädagogischer Freiraum bleibt, insbesondere achten sie die Freiheit des Lehrers bei der Methodenwahl im Rahmen der durch die Ziele ausgedrückten didaktischen Absichten.

#### **5 Übersicht über die Fächer und Lerngebiete**

Die Zahlen in Klammern geben Zeitrichtwerte an, d. h. die für das betreffende Lerngebiet empfohlene Zahl von Unterrichtsstunden.

1. Schuljahr

<u>Berufs- und Staatskunde</u>		<u>Mathematik, Statistik, Dokumentation und Datenverarbeitung</u>		<u>Chemie und Biochemie</u>		<u>Physik</u>	
1.1 Berufs- und Rechtskunde	(20)	1.1 Rechenverfahren und Algebra	(25)	1.1 Aufbau und Eigenschaften von Stoffen	(18)	1.1 Mechanik	(25)
1.2 Staatskunde	(18)			1.2 Chemische Reaktionen	(18)	1.2 Wärmelehre	(15)
1.3 Projektlerngebiet	<u>( 2)</u>	1.2 Funktionen und ihre grafische Darstellung	<u>(15)</u>	1.3 Organische Chemie	(20)	1.3 Elektrizitätslehre und Magnetismus	(15)
	40		40	1.4 Projektlerngebiet	<u>( 4)</u>	1.4 Optik	(10)
					60	1.5 Projektlerngebiet	<u>(15)</u>
							80
<u>Biologie und Ökologie</u>		<u>Krankheitslehre und Hygiene</u>		<u>Anatomie und Physiologie</u>		<u>Diagnostische Radiologie</u>	
1.1 Lebewesen als offene Systeme und ihre ökologischen Beziehungen	(15)	1.1 Allgemeine Krankheitslehre	(20)	1.1 Einführung	( 5)	1.1 Grundlagen der Röntgendiagnostik	(40)
1.2 Systemelement Zelle	(20)	1.2 Grundlagen aus der Hygiene	(34)	1.2 Funktionelle Systeme, Teil 1	(70)	1.2 Prinzipien konventioneller röntgendiagnostischer Untersuchungen	<u>(40)</u>
1.3 Vererbung und Selbstorganisation lebender Systeme	(20)	1.3 Projektlerngebiet	<u>( 6)</u>	1.3 Projektlerngebiet	80		80
			60				
1.4 Projektlerngebiet	<u>( 5)</u>						
	60						
<u>Strahlentherapie</u>		<u>Nuklearmedizin</u>		<u>Stahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz</u>		<u>Übungen zur Ersten Hilfe</u>	
1.1 Grundlagen der Strahlentherapie	(20)	1.1 Physikalische, messtechnische und apparative Grundlagen	(24)	1.1 Medizinisch verwendete Strahlenarten	(45)	1.1 Ziele, Grundsätze und rechtliche Aspekte der Ersten Hilfe	( 4)
1.2 Apparative Grundlagen	(15)	1.2 Herstellung und Handhabung von Radiopharmaka	<u>(16)</u>	1.2 Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie	<u>(15)</u>	1.2 Durchführung von Ersthilfe-Maßnahmen	<u>(16)</u>
1.3 Projektlerngebiet	<u>( 5)</u>		40		60		20
	40						

<u>Übungen zur Physik</u>		<u>Übungen zur Chemie und Biochemie</u>		<u>Übungen zur diagnostischen Radiologie</u>		<u>Übungen zur Nuklearmedizin</u>		
1.1	Quantitatives experimentelles Arbeiten	(75)	1.1	Analysemethoden im chemischen Labor	(36)	1.1	Messtechnische und apparative Grundlagen	(60)
1.2	Projektlerngebiet	<u>( 5)</u>	1.2	Projektlerngebiet	<u>( 4)</u>	1.2	Radiopharmaka und In-vitro-Diagnostik	(55)
		80			40	1.3	Projektlerngebiet	<u>( 5)</u>
								120

Übungen zur Strahlentherapie

1.1	Die strahlentherapeutische Abteilung	(10)
1.2	Bedienen von Bestrahlungsanlagen und des Simulators	(55)
1.4	Einstellen von Standardtechniken	(50)
1.5	Projektlerngebiet	<u>( 5)</u>
		120

2. Schuljahr

<u>Mathematik, Statistik, Dokumentation und Datenverarbeitung</u>		<u>Fachenglisch</u>		<u>Psychologie</u>		<u>Krankheitslehre und Hygiene</u>		
2.1	Statistik und Wahrscheinlichkeit	(20)	2.1	Kommunizieren und Informieren im berufsbezogenen Kontext	(35)	2.1	Erkrankungen des Bewegungsapparats	(15)
2.2	Grundlagen der Datenverarbeitung	(15)	2.2	Projektlerngebiet	<u>( 5)</u>	2.2	Ausgewählte Organerkrankungen	<u>(25)</u>
2.3	Projektlerngebiet	<u>( 5)</u>			40			40
		40				2.3	Kommunikatives Verhalten	(10)
						2.4	Projektlerngebiet	<u>( 5)</u>
								40

<u>Anatomie und Physiologie</u>	<u>Bildverarbeitung</u>	<u>Diagnostische Radiologie</u>	<u>Strahlentherapie</u>
2.1 Funktionelle Systeme, Teil 2 (35)	2.1 Bildempfängersysteme (25)	2.1 Spezielle bildgebende Verfahren (20)	2.1 Therapeutische Anwendungsgebiete, Teil 1 (40)
2.2 Projektlerngbiet (5)	2.2 Qualitätssicherung (10)	2.2 Kontrastmitteluntersuchungen (20)	2.2 Bestrahlungsplanung (20)
40	2.3 Patientenidentifikation, Bildverteilung und Archivierung (5)	2.3 Konventionelle Radiologie und Schnittbild-diagnostik (20)	60
	40	60	
<u>Nuklearmedizin</u>	<u>Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz</u>	<u>Übungen zur Dokumentation und Datenverarbeitung</u>	<u>Übungen im Strahlenschutz und in der Dosimetrie</u>
2.1 Immunologie und radiochemische Untersuchungsmethoden (30)	2.1 Strahlungsnachweis (15)	2.1 Aufbau und Bedienung einer Datenverarbeitungsanlage (20)	2.1 Messungen in der Nuklearmedizin und in der Röntgendiagnostik (40)
2.2 In-vivo-Diagnostik, Teil 1 (30)	2.2 Dosisgrößen und Messprinzipien (25)	2.2 Durchführung und Dokumentation berufsrelevanter Aufgabenstellungen (36)	2.2 Klinische Dosimetrie für Radioonkologie, Teil 1 (40)
60	40	60	80
		60	
<u>Übungen zur diagnostischen Radiologie</u>	<u>Übungen zur Nuklearmedizin</u>	<u>Übungen zur Strahlentherapie</u>	<u>Übungen zur Bildverarbeitung</u>
2.1 Radiologische Einstellungstechniken, Teil 2 (75)	2.1 In-vivo-Diagnostik, Teil 1 (60)	2.1 Feldeinstellungen (60)	2.1 Bildempfängersysteme (75)
2.2 Mammographie (15)	60	60	2.2 Projektlerngbiet (5)
2.3 Kontrastmitteluntersuchungen (10)			80
2.4 Digitale Radiologie, Teil 1 (20)			

120

3. Schuljahr

<u>Mathematik, Statistik, Dokumentation und Datenverarbeitung</u>	<u>Anatomie und Physiologie</u>	<u>Diagnostische Radiologie</u>	<u>Strahlentherapie</u>
3.1 Datenverarbeitung im Krankenhaus (15)	3.1 Funktionelle Systeme, Teil 3 (15)	3.1 Kinderradiologie, Neuro-radiologie, interventionelle Radiologie (50)	3.1 Therapeutische Anwendungsgebiete, Teil 2 (35)
3.2 Projektlerngebiet ( <u>5</u> )	3.2 Projektlerngebiet ( <u>5</u> )	3.2 Projektlerngebiet ( <u>10</u> )	3.2 Projektlerngebiet ( <u>5</u> )
20	20	60	40
<u>Nuklearmedizin</u>	<u>Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz</u>	<u>Übungen im Strahlenschutz und in der Dosimetrie</u>	<u>Übungen zur diagnostischen Radiologie</u>
3.1 In-vivo-Diagnostik, Teil 2 (24)	3.1 Strahlenwirkungen und Strahlenschutz (20)	3.1 Klinische Dosimetrie für Radioonkologie, Teil 2 (40)	3.1 Radiologische Einstellungstechniken, Teil 3 (90)
3.2 Qualitätskontrolle (8)	3.2 Spezielle Verfahren (10)		3.2 Digitale Radiologie, Teil 2 (20)
3.3 Therapie mit radioaktiven Arzneimitteln ( <u>8</u> )	3.3 Projektlerngebiet ( <u>10</u> )	40	3.3 Projektlerngebiet ( <u>10</u> )
40	40		120
<u>Übungen zur Nuklearmedizin</u>	<u>Übungen zur Strahlentherapie</u>		
3.1 In-vivo-Diagnostik, Teil 2 ( <u>60</u> )	3.1 Arbeiten mit Bestrahlungsplänen ( <u>60</u> )		
60	60		

**LEHRPLÄNE**

## BERUFS- UND STAATSKUNDE

Fachprofil: Das Fach Berufs- und Staatskunde setzt sich mit dem politischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Aufbau unseres Gemeinwesens sowie mit für den Beruf bedeutenden Rechtsvorschriften auseinander. Die enge Verflechtung der beruflichen Tätigkeit mit gesellschaftlichen Bedingungen wird dabei deutlich.

Den Schülerinnen wird insbesondere die Bedeutung von Normen und Werten, die in den Berufen des Gesundheitswesens und besonders im Bereich der medizinisch-technischen Assistenz eine elementare Rolle spielen, bewusst. Sie erkennen, dass die medizinisch-technische Assistententätigkeit ein fest integrierter Bestandteil des Gesundheitswesens ist. Dabei wird ein Bogen von der langen Geschichte des Berufs über die Anforderungen in der Gegenwart bis hin zu den Erwartungen und Erfordernissen der Zukunft gespannt. Der Unterricht motiviert die Schülerinnen insgesamt dazu, sich mit berufsrechtlichen und -ethischen Fragen sowie mit Fragen des Gesundheitsrechts auseinander zu setzen.

Der Unterricht bietet Gelegenheit, aktuelle Entwicklungen einzubauen, sodass die Schülerinnen ständig in die immer raschere Entwicklung des Gesundheitswesens eingebunden sind und jeweils den aktuellen Rechtsstand kennen.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 1 (Berufs-, Gesetzes- und Staatskunde) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

## 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1	Berufs- und Rechtskunde	20 Std.
	1.2	Staatskunde	18 Std.
	1.3	Projektlerngebiet	<u>2 Std.</u>
			40 Std.



LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
1.1 Berufs- und Rechtskunde	<p>Historischer Abriss zur Entwicklung, aktueller Stand und Tätigkeitsbereiche der medizinisch-technischen Assistenzberufe</p> <p>Aufbau und Aufgaben nationaler und internationaler Berufsorganisationen und Organisationen im Gesundheitswesen, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Träger und Institutionen</li> <li>– Wohlfahrtsverbände</li> <li>– Säulen des Gesundheitswesens</li> <li>– Weltgesundheitsorganisation (WHO), Einrichtungen der EU</li> </ul> <p>Zusammenarbeit mit anderen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Standesorganisationen</li> <li>– Berufen im Gesundheitswesen</li> </ul> <p>Wesentliche Bestimmungen aus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– dem Gesetz über technische Assistenten in der Medizin</li> <li>– der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung</li> <li>– der Schulordnung</li> </ul>	<p style="text-align: right;">20 Std.</p> <p>Veröffentlichungen in Fachzeitschriften heranziehen</p> <p>Auf aktuelle berufs- und gesundheitspolitische Fragen eingehen</p> <p>Anhand von Gesetzestexten und Kommentaren setzen sich die Schülerinnen mit wesentlichen Bestimmungen auseinander.</p>

### Berufliche Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten

Aktuelle Berufsfragen, vor allem im Zusammenhang mit folgenden Bereichen:

- Kompetenz und Verantwortung in Abgrenzung zu anderen Berufen
- Probleme im Beruf, z. B. Gewohnheit, Abstumpfung, Überlastung, Berufskrankheiten
- psychische, physische und fachliche Anforderungen an die medizinisch-technischen Assistentinnen

Erfahrungsberichte von medizinisch-technischen Assistenten im Unterricht auswerten

### Arbeitsschutz und Unfallverhütung:

- Unfallverhütungsvorschriften
- Vorschriften zum Eigen- und Fremdschutz, z. B. Schutzkleidung, Arbeitshandschuhe, Schmuck
- Verhalten bei Unfällen
  
- Vorschriften über die Sicherheit medizinisch-technischer Geräte, insbesondere Pflichten für den Anwender
- verantwortliche Personen und Institutionen zur Überwachung der Unfallverhütungsvorschriften im Krankenhaus und ihre Aufga-

Krankenhausbegehung durchführen  
Alarmplan zeigen, Selbsthilfemaßnahmen durchführen lassen  
Überblick über allgemeine Bestimmungen bei erhöhter Infektionsgefährdung geben  
Erläutern des Umgangs mit dem Feuerlöscher  
Aufzeigen von Unfallgefahren im Krankenhaus an Fallbeispielen  
Besondere Vorschriften sollen beim jeweiligen fachspezifischen Unterricht mitbehandelt werden.  
Auf das Medizinproduktegesetz eingehen, Strahlenschutzverordnung in Absprache mit Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz  
Auf Gefahrstoffverordnung und Arbeitsstättenverordnung eingehen

ben, z. B. Betriebsarzt, Sicherheitsbeauftragter, Fachkräfte für Arbeitssicherheit, Hygienefachkraft

- weitere berufsrelevante Regelungen aus der/dem
  - . Strahlenschutzverordnung
  - . Röntgenverordnung
  - . Medizinproduktegesetz
  - . Infektionsschutzgesetz
  
  - . Betäubungsmittelgesetz

Gesetzestexte, juristische Kommentare und Aufsätze aus Fachzeitschriften einsetzen

Auf die Meldepflichten, Richtlinien des Robert-Koch-Instituts eingehen

Berufsrelevante Regelungen aus dem

- Krankenhausfinanzierungsgesetz
  - Bayerischen Krankenhausgesetz
- Pflegesatzregelungen

Auf Diagnosis Related Groups (DRG) - Fallpauschalen-/Vergütungssystem eingehen

Arbeitsrecht:

- Arbeitsvertrag
- Tarifvertragsrecht, z. B. Bundesangestelltentarif, Arbeitsvertragsrichtlinien
- tarifliche Interessensvertretungen
- 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

In Absprache mit Psychologie

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

Diskussion, inwieweit Werte und Normen die Berufsausübung bestimmen und wie man zu einer selbstverantwortlichen Haltung gelangen kann  
In Absprache mit Psychologie

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

Erwartungshaltung und Zwänge bei einem übermächtigen Kinderwunsch problematisieren

Das Spannungsfeld zwischen ethischem Anspruch und Berufswirklichkeit aufzeigen

## 1.2 Staatskunde

18 Std.

Die Schülerinnen kennen die wesentlichen Prinzipien eines demokratischen Staates und seiner Rechtsordnung. Sie setzen sich mit ausgewählten Normen des privaten und öffentlichen Rechts, die bei der Be-

Merkmale der Bundesrepublik Deutschland:

- Grundrechte
- demokratischer und sozialer Bundesstaat, z. B. Gewaltenteilung und Machtkontrolle
- Rechtsstaat, Rechtssicherheit, Rechtswege

Unterrichtsmaterial von der Bayer. Landeszentrale für politische Bildungsarbeit und von weiteren Institutionen einsetzen  
Die historische Entwicklung berücksichtigen

rufsausbildung von Bedeutung sind, auseinander. Sie kennen die Merkmale demokratischer Entscheidungsprozesse und beurteilen Möglichkeiten und Grenzen der Sozialpolitik. Sie erhalten einen Überblick über die Wirtschaftssysteme.

Verfassungsorgane

Notwendigkeit und Aufgaben einer Rechtsordnung

Rechtsquellen und Rechtsgebiete

Rechtsgebiete anhand von Einzelfällen darstellen

Grundlegende Vorschriften des BGB:

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

Von den Schülerinnen abgeschlossene Verträge besprechen

Anhand von Fallbeispielen die Bedeutung des Haftungsrechts eindringlich erläutern

Ausgewählte allgemeine und berufsrelevante Gesichtspunkte des Straf- und Ordnungswidrigkeitenrechts:

- Grundsätze und Ziele des deutschen Strafrechts
- Einzelvorschriften des Allgemeinen Teils des StGB:
  - . Abgrenzung: Vergehen – Verbrechen
  - . Strafbarkeit des Versuchs
  - . Unterlassungstaten

Z. B. auf Betäubungsmittelgesetz, Infektionsschutzgesetz eingehen

- 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

Problematik zum Thema Schwangerschaftsabbruch diskutieren

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

Auf die Mitwirkung des Einzelnen anhand konkreter Beispielsituationen eingehen und Möglichkeiten der Einflussnahme diskutieren

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

- Besteuerung
- Familienfürsorge
- Sozialhilfe

Aktuelle Probleme der Sozialpolitik im Unterricht diskutieren

Broschüren des Sozialministeriums einsetzen  
Auf Subsidiaritätsprinzip eingehen

„Europäische Sozialcharta“:

- Bestrebungen, Ziele
- Bedeutung von Mindeststandards

Aufbau, Prinzipien und Ziele des Sozialversicherungssystems in Deutschland

Mit Materialien der Sozialversicherungsträger arbeiten

Bedeutung der sozialen Sicherung in einer sich wandelnden Gesellschaft

Notwendigkeit einer zusätzlichen privaten Vorsorge      Problematik anhand der demografischen Entwicklung diskutieren

Ziele und Grundsätze der sozialen Marktwirtschaft:

- freiheitliches Prinzip
- soziales Prinzip

Gesamtwirtschaftliche Ziele und Zielkonflikte      Unterschiedliche Wirtschaftsordnungen vergleichen

### 1.3 Projektlerngbiet

2 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

---

**MATHEMATIK, STATISTIK, DOKUMENTATION UND DATENVERARBEITUNG**

**Fachprofil:** Die Kombination der Bereiche Mathematik, Statistik, Dokumentation und Datenverarbeitung baut systematisch aufeinander auf. In Mathematik wird die Fähigkeit vermittelt, grundlegende mathematische Rechenmethoden anzuwenden und die Ergebnisse grafisch darzustellen. Dies ist eine unerlässliche Voraussetzung für die Anwendung mathematischer Methoden in einer Vielzahl der übrigen Fächer.

Statistische Methoden spielen eine entscheidende Rolle bei der quantitativen Bearbeitung vieler medizinischer Fragestellungen. Das erfordert die Vermittlung der speziellen Begriffe und Methoden des Rechnens mit zufallsverteilten Größen.

Der Unterricht in Datenverarbeitung hat die Aufgabe, ausgehend von den Kenntnissen im Umgang mit Computern, die Schülerinnen grundsätzlich auch mit komplizierten Computersystemen, wie sie in der Radiologie verwendet werden, vertraut zu machen. Dadurch werden sie in die Lage versetzt, sich später bei der Ausübung ihres Berufes auf spezielle Systeme einzustellen. Eine wichtige Rolle beim Verständnis der mit Daten befassten Arbeitsabläufe spielt auch das Wissen über die speziellen Aufgaben und die Anforderungen vernetzter Computersysteme in Krankenhäusern.

Der Lehrplan umfasst die Themengebiete 2 (Mathematik), 6 (Statistik) und 7 (EDV und Dokumentation) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

**1. Schuljahr**

Lerngebiete:	1.1 Rechenverfahren und Algebra	25 Std.
	1.2 Funktionen und ihre grafische Darstellung	<u>15 Std.</u> 40 Std.

---

**LERNZIELE**
**LERNINHALTE****HINWEISE ZUM UNTERRICHT**


---



## 1.1 Rechenverfahren und Algebra

25 Std.

Die Schülerinnen sind in der Lage, Gleichungen umzuformen und nach einer Unbekannten aufzulösen. Sie sind mit abkürzenden Schreibweisen vertraut und rechnen damit. Sie rechnen mit trigonometrischen Funktionen und Exponentialfunktionen. Sie nutzen den Taschenrechner als wichtiges Hilfsmittel zur Lösung unterschiedlichster mathematischer Fragestellungen.

Lineare und quadratische Gleichungen

Prozentrechnungen

Rechnen mit Zehnerpotenzen

Umrechnen von Einheiten

Rechtwinkliges Dreieck:  
Sinus-, Kosinus- und Tangensfunktion

Exponentialfunktion in Vergleich zu Zehnerpotenzen und ihre Umkehrfunktion

Beispiele aus der Chemie und Biochemie sowie der Physik heranziehen

Steigung einer Geraden; Normalkraft und Hangabtriebskraft auf der schiefen Ebene

Zerfallsgesetz, pH-Wert-Berechnungen heranziehen

## 1.2 Funktionen und ihre grafische Darstellung

15 Std.

Die Schülerinnen erkennen die prinzipiellen Unterschiede zwischen linearen Funktionen, quadratischen Funktionen und Exponentialfunktionen und sind in der Lage, diese grafisch darzustellen.

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

## MATHEMATIK, STATISTIK, DOKUMENTATION UND DATENVERARBEITUNG, 2. Schuljahr

Lerngebiete:	2.1 Statistik und Wahrscheinlichkeit	20 Std.
	2.2 Grundlagen der Datenverarbeitung	15 Std.
	2.3 Projektlerngebiet	<u>5 Std.</u>
		40 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 2.1 Statistik und Wahrscheinlichkeit

20 Std.

Die Schülerinnen lernen die Einsatzbereiche statistischer Verfahren und der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Sie verstehen die Bedeutung wichtiger Begriffe und wenden sie bei statistischen Verfahren an. Sie führen Auswertungen durch und wählen für eine gegebene Menge von Daten eine geeignete Darstellungsform. Sie beschreiben statistische Daten durch geeignete Größen.

Grundlagen der statistischen Betrachtungsweise:

- Einsatzgebiete und Problemstellungen
- Begriffe
- beschreibende Statistik

Grundlagen der Wahrscheinlichkeitslehre

Wahrscheinlichkeitsanalysen aufgrund statistischer Daten:

- Verteilungen
- Regression und Korrelation
- fachbezogene Anwendungen

Zufällige und determinierte Ereignisse

Unabhängige und abhängige Ereignisse

Unterschied zwischen Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit herausarbeiten

## 2.2 Grundlagen der Datenverarbeitung

15 Std.

Die Schülerinnen verstehen die Arbeitsweise und den Aufbau von Datenverarbeitungsanlagen und ihrer wichtigsten Komponenten. Sie kennen wichtige Begriffe aus der Datenverarbeitung und wenden sie richtig an. Sie sind sich der Verantwortung beim Umgang mit Daten bewusst. Sie sind sich der Bedeutung des Datenschutzes und der Datensicherung bewusst.

Darstellung von Daten in binärer Form

Begriffe

Bit, Byte etc.

Aufbau von Datenverarbeitungsanlagen

Hardware-, Softwarekomponenten herausarbeiten

Organisation von Daten

Dateien, Datenbanken anlegen

Datenschutz und Datensicherung

## 2.3 Projektlernggebiet

5 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

## MATHEMATIK, STATISTIK, DOKUMENTATION UND DATENVERARBEITUNG, 3. Schuljahr

Lerngebiete:	3.1 Datenverarbeitung im Krankenhaus	15 Std.
	3.2 Projektlerngebiet	<u>5 Std.</u>
		20 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
3.1 Datenverarbeitung im Krankenhaus		15 Std.
Die Schülerinnen kennen die Bedeutung des Datenaustauschs für den Betriebsablauf im Krankenhaus. Sie haben konkrete Vorstellungen vom Datenfluss im administrativen und operationalen Bereich.	Datenfluss und Datenaustausch anhand ausgewählter Beispiele: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Patientenverwaltung</li> <li>– Radiologie-Informationssystem (RIS)</li> <li>– Patientenablaufsteuerung</li> <li>– Handhabung von Patientendaten</li> </ul>	Komplexe Struktur der Datenverarbeitungsanlage eines Krankenhauses am Beispiel eines Patienten herausarbeiten
3.2 Projektlerngebiet		5 Std.
Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtung	Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels) <p>Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die selbstständige Arbeitsweise</li> <li>– die Ausrichtung auf die Zielgruppe</li> </ul>	Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

- tungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
  - die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
  - die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
  - eine abschließende Ergebnisdiskussion

## CHEMIE UND BIOCHEMIE

**Fachprofil:** Im Fach Chemie und Biochemie werden berufsbezogene chemische Grundkenntnisse vermittelt. Im Vordergrund stehen Zusammenhänge zwischen dem Aufbau und den Eigenschaften von Stoffen und ausgewählte chemische Reaktionen. Die Schülerinnen gehen sicher mit der chemischen Formelschreibweise um. Die im Unterricht verwendeten Stoff- und Reaktionsbeispiele stehen in enger Verbindung zu anderen Fächern. Der Einsatz von Modellen sowie Demonstrationen und Versuche unterstützen den naturwissenschaftlichen Anspruch des Unterrichts.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 8 (Chemie und Biochemie) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

## 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1 Aufbau und Eigenschaften von Stoffen	18 Std.
	1.2 Chemische Reaktionen	18 Std.
	1.3 Organische Chemie	20 Std.
	1.4 Projektlerngebiet	<u>4 Std.</u>
		60 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

1.1 Aufbau und Eigenschaften von Stoffen

18 Std.

Die Schülerinnen erwerben Kenntnisse vom Teilchenaufbau der Materie. Sie kennen – Stoffe und Stoffumwandlungen: Gemische, Reinstoffe

nen den Zusammenhang zwischen Atombau und Periodensystem und charakterisieren Elemente aufgrund ihrer Stellung im Periodensystem. Sie erwerben Kenntnisse über die verschiedenen Bindungsarten und erläutern den Zusammenhang zwischen Bindungsart und Stoffeigenschaften.

– chemische Vorgänge

Atombau:

- Grundbausteine
- Atommodelle
- Isotope

Größenverhältnisse Atomkern – Atomdurchmesser herausarbeiten

Linienspektren der Atome mit dem Bohr'schen Atommodell erläutern

Bedeutung von Isotopen in der Medizin an Beispielen wie Jod 131 und Chrom 51 erklären

Aufbau und Aussagen des Periodensystems (PSE)

Wichtige Haupt- und Nebengruppenelemente, die im Organismus von Bedeutung sind, heranziehen

Bindungsarten und Stoffeigenschaften:

- Oktettregel
- Atombindung und zwischenmolekulare Kräfte

Am Beispiel einfacher Moleküle erarbeiten, räumlichen Bau der Moleküle mit Modellen demonstrieren

Bindungen aufgrund der Elektronegativität der Bindungspartner einordnen

Wasser als Dipolmolekül

- Ionenbindung

Ionengittermodelle zeigen, z. B. Kochsalzgitter

Als Beispiele für Komplexionen Nitrat-, Carbonat-, Sulfat-, Hydroxid-, Ammonium-Ionen aufgreifen

- Metallbindung

## 1.2 Chemische Reaktionen

18 Std.

Die Schülerinnen lernen Säure-Base-Reaktionen als Reaktionen mit einem Protonenübergang und Redoxreaktionen als Reaktionen mit einem Elektronenübergang

Energieverhältnisse chemischer Reaktionen

Auf Enzyme hinweisen

Den freiwilligen Ablauf von Reaktionen in Abhängigkeit von Enthalpie und Entropie erarbeiten



<p>kennen. Sie können Reaktionen als Säure-Base-Reaktion oder Redoxreaktion einordnen. Sie erkennen den Zusammenhang zwischen chemischer Reaktion und Energieumsatz. Sie können das Massenwirkungsgesetz auf Gleichgewichtsreaktionen anwenden und chemische Gleichgewichte beurteilen.</p>	<p>Chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (MWG)</p> <p>Ausgewählte Reaktionstypen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Säure-Base-Reaktionen:             <ul style="list-style-type: none"> <li>. Säure-Base-Begriff nach Brönstedt</li> <li>. Autoprotolyse von Wasser, pH-Wert</li> </ul> </li> <li>– Redoxreaktionen</li> </ul>	<p>Erklären, wie Konzentrations- und Temperaturänderungen das Gleichgewicht beeinflussen</p> <p>Auf chemische Vorgänge beim Fotografieren eingehen</p>
<p>1.3 Organische Chemie <span style="float: right;">20 Std.</span></p>		
<p>Die Schülerinnen erwerben Grundkenntnisse in der organischen Chemie. Sie erkennen den Zusammenhang zwischen Aufbau und Eigenschaften organischer Verbindungen. Das erworbene Wissen wird angewendet und vertieft, indem die Eigenschaften der Kohlenhydrate, Lipide und Proteine in Abhängigkeit von ihrem Aufbau erarbeitet werden. Dabei lernen sie wichtige Vertreter dieser Verbindungsklassen kennen.</p>	<p>Grundlagen der organischen Chemie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sonderstellung von Kohlenstoff</li> <li>– Grundgerüste organischer Verbindungen</li> <li>– gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe</li> <li>– funktionelle Gruppen</li> </ul> <p>Aufbau und Eigenschaften von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kohlenhydraten</li> <li>– Lipiden</li> <li>– Proteinen</li> </ul>	<p>Verbindung zur Verdauung herstellen In Absprache mit Anatomie und Physiologie sowie Biologie und Ökologie</p>
<p>1.4 Projektlerngebiet <span style="float: right;">4 Std.</span></p>		
<p>Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur</p>	<p>Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)</p>	<p>Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten</p>

eine berufsbezogene Aufgabenstellung.

Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

## PHYSIK

**Fachprofil:** Der Unterricht im Fach Physik vermittelt die Fähigkeit, komplexe Vorgänge im Betrieb medizinischer Geräte in ihre physikalisch-technischen Einzelbereiche zu zerlegen, um so die Wirkungsweise dieser Geräte leichter zu verstehen. Diese Fähigkeit zur Analyse steht in allen Teilbereichen der Physik im Vordergrund. Durch Querverbindungen zwischen den einzelnen Gebieten sind zunächst schwierige Sachverhalte im Vergleich mit bekannten Abläufen leichter einzuordnen.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 5 (Physik) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

## 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1 Mechanik	25 Std.
	1.2 Wärmelehre	15 Std.
	1.3 Elektrizitätslehre und Magnetismus	15 Std.
	1.4 Optik	10 Std.
	1.5 Projektlerngebiet	<u>15 Std.</u>
		80 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 1.1 Mechanik

25 Std.

Die Schülerinnen erfahren, dass zur Beschreibung einer Größe neben der Maß-

Bestimmung von Länge, Fläche und Volumen verschiedenartig geformter Körper

Umfang und Fläche von Rechteck und Kreis, Oberfläche und Volumen von Quader und Kugel

zahl gleichwertig die physikalische Einheit stehen muss. Diese physikalische Einheit lässt den Typ der Messgröße erkennen und hilft Fehler bei Berechnungen zu vermeiden. Die Schülerinnen erkennen grundlegende physikalische Phänomene und sind in der Lage, diese zu beschreiben, d. h. komplizierte Erscheinungen in einfache Teilschritte zu zerlegen und diese grafisch darzustellen und auszuwerten. Dieses Verständnis nutzen sie als Grundlage für weitere physikalische Disziplinen.

Physikalische Größen und Einheiten:

- skalare Größen
- vektorielle Größen

Ausgewählte Bewegungsvorgänge:

- lineare Bewegungen
- Drehbewegungen
- Schwingungen und Wellen

Gleichgewicht

Impuls- und Energieerhaltungssatz

Dichte und Druck in

- festen Körpern
- Flüssigkeiten
- Gasen

Strömung von Flüssigkeiten und Gasen

Abschätzen von Größenordnungen, z. B. der Dicke einer Buchseite bis zur Höhe eines Hauses, Volumen eines Wasserglases bis zum Volumen einer Badewanne

Masse, Beschleunigung, Kraft, Gewicht

Grafische Darstellungen

Drehmoment aufgreifen  
Zentrifuge als Beispiel heranziehen

Schwerpunkt

Energieerhaltung in Absprache mit Chemie und Biochemie sowie Biologie und Ökologie  
Elastischer und inelastischer Stoß am Beispiel des Billardspiels bzw. des Kugelstoßes erarbeiten  
Drehimpuls im Hinblick auf Elektronenspin erläutern

Hydraulik, Blutdruck  
Atmosphärischer Druck

Hydrodynamisches Paradoxon  
Blutzirkulation, gefäßverengende bzw. -erweiternde Wirkung von Medikamenten und Alkohol aufgreifen

	Gravitationsgesetz	Z. B. ortsfester Satellit, Mondbeschleunigung, Sonnensystem, Gezeiten heranziehen
1.2 Wärmelehre		15 Std.
Die Schülerinnen erkennen, dass Wärme eine Energieform ist, die auch dem Energiesatz unterliegt. Ihnen wird bewusst, dass die Temperatur nur eine Messgröße ist. Sie unterscheiden die verschiedenen Aggregatzustände und wissen, dass zur Umwandlung Energie notwendig ist. Sie beschreiben das Verhalten von Gasen bei Temperatur-, Druck- und Volumenänderungen. Sie unterscheiden die verschiedenen Transportwege der Wärmeenergie.	Wärmemengen, Innere Energie und Temperatur	Wärmeenergie als kinetische Energie des Mikrokosmos Mischtemperatur, Prinzipien der Temperaturmessung erarbeiten
	Wirkungsgrad	Wärmekapazität verschiedener Stoffe, temperaturbestimmende Wirkung großer Seen
	Aggregatzustände und Umwandlungswärmen	Dampfverbrennungen erläutern, Phasendiagramme einsetzen
	Ideale Gasgleichung Loschmidtsche Zahl Molvolumen	Am Beispiel des Heißluftballons erarbeiten
	Wärmestrahlung, Wärmeleitung, Konvektion	Infrarotstrahler, gute und schlechte Wärmeleiter, Radiatoren, Röntgenröhre als Beispiele heranziehen
1.3 Elektrizitätslehre und Magnetismus		15 Std.
Den Schülerinnen ist bewusst, dass Ladungen existieren und die Kraft zwischen ihnen die Gravitationskraft vernachlässig-	Ladungsträger	Plattenkondensator, statische Aufladung, Wirkung elektrischer Felder auf den Menschen
	Elektrische Kraftwirkungen	

bar macht. Sie erkennen, dass ein Feld vorliegen muss, um Kraftwirkungen über große Distanzen zu erklären. Sie verstehen, dass Ladungstransport oder Stromfluss mit Materietransport verbunden ist und daher zwischen elektrischem Strom und dem Verhalten von Wasser eine große Analogie besteht. Sie beschreiben, wie es zur elektrischen Leitfähigkeit kommt. Sie verstehen die Kraftwirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern auf ruhende und bewegte Ladungen.

Spannung

Kapazität

Bewegungen von Ladungen:

- Stromstärke
- elektrischer Widerstand
- elektrische Energie und Leistung

Ohm'sches Gesetz im Gegensatz zum veränderlichen Widerstand der Glühlampe  
Leitungsvorgänge im menschlichen Körper  
Gefahren durch elektrischen Strom  
Drehstrom, Effektivwert, Energieverluste bei der Stromübertragung

Magnetische Erscheinungen:

- Permanentmagnet
- Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters
- Lorentz-Kraft
- Induktionsgesetz
- berufsrelevante Anwendungsbeispiele

Bedeutung der magnetischen Kraftwirkung in der Technik; auf NMR hinweisen  
Drehstrom, Effektivwert, Energieverluste bei der Stromübertragung

Z. B. Elektromotor, Generator, Spule und Kondensator im Wechselstromkreis, Transformator  
Ablenkung eines Elektronenstrahls, e/m-Bestimmung des Elektrons, Oszilloskop

Unterschied zwischen Wechselstrom und Gleichstrom am Beispiel des Transformators

Die Schülerinnen erkennen die Gesetzmäßigkeiten der Ausbreitung des Lichtes und dass für bestimmte optische Erscheinungen das Licht als elektromagnetische Welle aufgefasst werden muss.

Geometrische Optik:

- Brechungs- und Reflexionsgesetz
- Totalreflexion
- einfache optische Geräte

Wellenoptik:

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

Lichtgeschwindigkeit

Einsatz von Spiegel, Linse, Lupe, Mikroskop und Fernrohr

Monochromasie, Polarisation, Wellenlängenbestimmung erarbeiten

Einsatz von Prismen und Gitterspektralapparaten

## 1.5 Projektlerngebiet

15 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

## FACHENGLISCH

Fachprofil: Der Englischunterricht an der Berufsfachschule ist berufsbezogener Unterricht und baut auf dem Niveau eines mittleren Schulabschlusses auf. Sprachliche Kenntnisse und Fertigkeiten werden anhand konkreter beruflicher Situationen vermittelt. Darüber hinaus motiviert und befähigt der Unterricht die Schülerinnen zu einem selbstständigen Fremdsprachenlernen bzw. -weiterlernen.

Die gezielte Verwendung von Englisch als Unterrichtssprache verstärkt den kommunikativen Aspekt.

Durch Einblicke in die Lebensverhältnisse in anderen Ländern wird bei den Schülerinnen ein Bewusstsein für kulturelle Vielfalt geweckt und die Bereitschaft zur Toleranz aufgebaut.

Die Zusammenarbeit mit anderen Fächern ist ausdrücklich gewünscht.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 14 (Fachenglisch) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

## 2. Schuljahr

Lerngebiet:	2.1 Kommunizieren und Informieren im berufsbezogenen Kontext	35 Std.
	2.2 Projektlerngebiet	<u>5 Std.</u>
		40 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

2.1 Kommunizieren und Informieren im berufsbezogenen Kontext

35 Std.

Die Schülerinnen lernen in berufstypischen Situationen in englischer Sprache zu

Themenbezogener Wortschatz:  
– medizinische Fachbegriffe

Vokabelkarteien anlegen lassen  
Einsatz von englischsprachigen Gesundheitsbüchern



kommunizieren. Sie üben sich insbesondere im genauen Hinhören und Verstehen des gesprochenen Englisch. Sie werden zum Sprechen ermutigt und lernen, sich unter Zuhilfenahme kommunikativer Strategien verständlich zu machen – u. U. auch auf Kosten der sprachlichen Richtigkeit. Die Schülerinnen lernen, fachspezifisches Informationsmaterial zu erschließen und auszuwerten. Im Zusammenhang mit der Kommunikation bzw. Information eignen sie sich einen Grundstock an relevantem Fachvokabular an.

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

#### Idiomatische Wendungen:

- verschiedenartige Korrespondenzen
- Einnahmemodalitäten

#### Kommunikationsstrategien:

- aktives Zuhören und situationsgerechtes Reagieren
- angemessene Intonation und Aussprache sowie Gestik und Mimik als Ausdruckshilfe

#### Sprechen aus beruflichem Anlass:

- Beratung und Betreuung von Patienten
- Bestellung von Waren, Laborartikeln

#### Erschließen von Texten, z. B.

- Gebrauchsanweisungen
- Werbetexte
- Sachtexte
- Zeitungstexte
- Fachartikel
- Berichte

Vergleich, z. B. von Krankenhäusern, Kliniken in Deutschland, Großbritannien, den Vereinigten Staaten von Amerika

Rollenspiele, Präsentationen, Kurzreferate

## 2.2 Projektlerngebiet

5 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

## BIOLOGIE UND ÖKOLOGIE

**Fachprofil:** Der Unterricht nutzt Vernetzungsmöglichkeiten zwischen den theoretischen und praktischen Unterrichtsinhalten der naturwissenschaftlichen Grundlagenfächer und den medizinischen Disziplinen Anatomie und Physiologie. Er vermittelt notwendiges zytologisches Basiswissen für die Strahlenbiologie und Strahlentherapie. Auf der Grundlage von fachspezifischem (biologischem) Wissen steht daher die fächerübergreifende und fächerverbindende Funktion im Vordergrund. Im Hinblick auf das Berufsziel sollen die Lerninhalte so erarbeitet werden, dass der Bezug zum menschlichen Körper im Vordergrund steht. Die Schülerinnen erweitern ihr grundlegendes biologisches Schulwissen in Anwendung auf immer komplexere Zusammenhänge. Bei der Umsetzung ist das Orientierungswissen höher als das Vertiefungswissen zu bewerten.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 3 (Biologie und Ökologie) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

## 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1 Lebewesen als offene Systeme und ihre ökologischen Beziehungen	15 Std.
	1.2 Systemelement Zelle	20 Std.
	1.3 Vererbung und Selbstorganisation lebender Systeme	20 Std.
	1.4 Projektlerngebiet	<u>5 Std.</u>
		60 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

1.1 Lebewesen als offene Systeme und ihre ökologischen Beziehungen	15 Std.
--	---------

Die Schülerinnen erfassen die Elemente der belebten Natur in ihren wechselseitigen Beziehungen auf ökologischer, bioenergetischer und molekularer Ebene. Sie erkennen, dass alle lebenden Organismen als offene Systeme vor dem Problem der Energiezufuhr stehen. Sie erhalten einen Überblick der unterschiedlichen Lösungsstrategien und verstehen den komplexen Vernetzungsgrad von Stoff- und Energieumwandlungen. Dabei erweitern sie ihre bioenergetischen und molekularen Grundkenntnisse.

Ökosystem Erde – Systemelemente und Verflechtungen

Bioenergetische und biochemische Grundlagen:

- prinzipielle Unterschiede von Energie- und Stoffumwandlungen bei Pflanzen und Tieren
- Rolle der Sonne als zentraler Energielieferant
- energetische Vernetzung der Lebensformen
- Auf-, Ab- und Umbau von Kohlenhydraten, Lipiden, Proteinen im Rahmen des Bau- und Energiestoffwechsels
- Adenosintriphosphat als biologisch verfügbare Energieform
  
- Ort der Energiegewinnung – Zelle

Gemeinsames Erstellen von Übersichten (Folien, Poster o. Ä.). Als Vorwissen vorhandene Begriffe (z. B. Photosynthese, Atmung, Produzenten, Konsumenten, Destruenten, Auto- und Heterotrophie) können hier zugeordnet bzw. ergänzt werden.

Über beeinflussende Faktoren bietet sich im Unterrichtsgespräch eine Diskussion um die Rolle/Auswirkungen des Menschen innerhalb des Systems als „Störfaktor“ an.

In Absprache mit Chemie und Biochemie sowie Physik

Betonung der beiden Funktionen des Stoffwechsels: als Energietransport, -umwandlung, -entwertung und Produzent von komplexen Molekülen

Keine biochemischen Details, sondern Bedeutung als biologisch universelle Energieform herausstellen  
Einen Ansatz bietet die menschliche Nahrungsaufnahme und -verdauung, hierbei können gleichzeitig die Stationen des Verdauungstrakts (inkl. grober Funktionen) wiederholt werden.

## 1.2 Systemelement Zelle

20 Std.

Die Schülerinnen lernen die Zelle als kleinste dynamische Systemeinheit des Organismus kennen, erfassen ihre Bedeutung im hierarchischen Prinzip von Zelle – Organ – Organsystem und erwerben über den Aspekt der Zelldifferenzierung Grundkenntnisse der Histologie.

Zelle als Funktionseinheit:

- Aufbau von Membranen: Membranlipide, -proteine
- Bau und Funktion der Organellen

Zelle als offenes System:

- Stoff- und Flüssigkeitstransporte durch Membranen
- Zusammenwirken energieliefernder und -verbrauchender Reaktionen

Zelle in Geweben und Organen:

- Gewebearten im Überblick
- Blutbestandteile

Die Bedeutung der „funktionellen Arbeitsteilung“ in der Zelle (Kompartimentierung) als Voraussetzung für das Nebeneinander von unterschiedlichen biochemischen Reaktionen hervorheben

Die Besprechung der Zelle als offenes System bietet den Ansatz zur Erklärung der Transportmechanismen sowie des Zusammenwirkens der Organellen bei energieliefernden und -verbrauchenden Reaktionen.

In Absprache mit Strahlentherapie  
In Absprache mit Anatomie und Physiologie

## 1.3 Vererbung und Selbstorganisation lebender Systeme

20 Std.

Die Schülerinnen verstehen den molekularen Aufbau der Erbinformation (DNA) und erkennen die Mechanismen zur Erhaltung der genetischen Kontinuität sowie der Kontrolle und Steuerung. Sie erfassen die Funktion der Zellteilungsformen im Rahmen der Fortpflanzung und der Individualentwicklung. Sie wenden die Regeln der Vererbung an, erkennen ihren statistischen

Molekulare und zytologische Grundlagen:

- DNA-Aufbau und zelluläre Organisation
- Bedeutung der DNA bei Vererbung (Replikation) und Selbstorganisation (Wirkungsweise der Gene, Proteinsynthese)

Zellzyklus und Zellteilungsformen

In Absprache mit Strahlentherapie

In Absprache mit Anatomie und Physiologie  
Vergleich Mitose/Meiose – Zuordnung zu Individualentwicklung (Wachstum, Regeneration, aber auch Be-

Charakter und festigen grundlegende genetische Fachbegriffe. Zusätzlich erwerben sie Kenntnisse über die Ursachen genetisch bedingter Erkrankungen anhand ausgewählter, berufsrelevanter Beispiele, über Methoden der pränatalen Diagnostik sowie einen Einblick in die Ansätze der Gentherapie.

Keimzellenbildung, Befruchtung und Entwicklung beim Menschen

Genetische Grundbegriffe und Vererbungsregeln

Autosomal und X-chromosomal bedingte Erbkrankheiten in berufsrelevanter Auswahl, z. B.

- autosomal rezessiv – Mukoviszidose, Phenylketonurie (PKU)
- autosomal dominant – Osteogenesis imperfecta, Polyposis coli
- X-chromosomal rezessiv – Hämophilie A, Rot-Grün-Sehschwäche
- X-chromosomal dominant – Phosphatdiabetes
- numerische Chromosomenaberrationen:
  - . gonosomal – Turner-, Klinefelter-Syndrom
  - . autosomal – Down-, Edwards-, Patau-Syndrom

Genetische Beratung:

- Indikationen

deutung von Stammzellen) und Arterhaltung (Keimzellenbildung)

Geschlechtsspezifische Unterschiede im zeitlichen Ablauf und deren Bedeutung heranziehen

In Absprache mit Anatomie und Physiologie Vererbung im AB0-Blutgruppensystem Schematische Darstellung

Schematische Anwendung der verschiedenen Erbgänge in Kreuzungsquadraten

Statistische Aussagemöglichkeiten über Erkrankungshäufigkeiten bei verschiedenen elterlichen/genetischen Ausgangssituationen  
Nach Möglichkeit Bildmaterial (evtl. auch Röntgenbilder) zu den einzelnen Erkrankungen einsetzen

Unter Einbeziehung der eigenen Erlebniswelt (Familie, Bekannte etc.) mögliche Gründe im Unterrichtsgespräch entwickeln

- pränatale Diagnostik
- aktuelle Themen der Gentherapie

Amniozentese, Chorionzottenbiopsie  
 Unterschiede zwischen somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie, ethische Aspekte erörtern  
 Aktueller Bezug, z. B. Stammzellentherapie

#### 1.4 Projektlerngebiet

5 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

## PSYCHOLOGIE

**Fachprofil:** Das Unterrichtsfach Psychologie bereitet die Schülerinnen auf ihre spätere Tätigkeit im Hinblick auf unterschiedliches menschliches Verhalten im Umfeld von Patient und Technik vor und bietet ihnen Erklärungsmodelle dafür. Aufbauend auf persönlichen Erfahrungen erweitert der Unterricht die Handlungsspielräume der Schülerinnen. Sie werden mit grundlegenden psychologischen Erkenntnissen vertraut und lernen, diese bei ihrer Tätigkeit zu berücksichtigen. Dies ermöglicht ein Verständnis für unterschiedliche Verhaltensweisen und erweitert dieses mit alternativen Möglichkeiten des eigenen Handelns. Damit trägt das Fach Psychologie dazu bei, die Persönlichkeitsentwicklung sowie die soziale und kommunikative Kompetenz der Schülerinnen zu fördern, und befähigt sie, im Alltag eigenständig und beruflich kompetent zu arbeiten.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 13 (Psychologie) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

## 2. Schuljahr

Lerngebiete:	2.1 Grundlagen der Sozialwissenschaften	10 Std.
	2.2 Betreuung kranker Menschen	15 Std.
	2.3 Kommunikatives Verhalten	10 Std.
	2.4 Projektlerngebiet	<u>5 Std.</u>
		40 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

2.1 Grundlagen der Sozialwissenschaften

10 Std.



Die Schülerinnen unterscheiden zwischen Alltagswissen und sozialwissenschaftlichem Wissen und eignen sich einen Überblick über grundlegende Fragestellungen und Vorgehensweisen verschiedener Disziplinen der Psychologie an. Sie werden sich der Einflüsse bewusst, die das Zusammenleben mit anderen Menschen auf die eigene Persönlichkeit hat. Sie werden befähigt, menschliches Erleben und Verhalten mit Hilfe von Persönlichkeitstheorien zu verstehen, und werden für die soziale Bedingtheit individuellen Handelns und Erlebens sensibilisiert.

Unterschiede zwischen Natur- und Sozialwissenschaften

Wissenschaftliche Gegenstandsbestimmung, Fragestellung und Aussagen

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

Sozialwissenschaftliche Methoden: Test, Befragung, Interview, Beobachtung, Experiment

Das Gedächtnis

Behalten und Vergessen

Lern- und Gedächtnishemmung

Einsicht in die Bedeutung der Lernpsychologie, Lern- und Arbeitstechniken:

- Lernrhythmus, Lernhemmungen
- Lesetechniken
- Zeitplanung, Arbeitsplatzgestaltung
- Selbstmotivierung
- Neuromentale Trainingsmethoden

Sammlung und Gegenüberstellung von Beispielen aus dem persönlichen Umfeld der Schülerinnen

Die unterschiedlichen Betrachtungsweisen der drei Disziplinen an Fallbeispielen herausarbeiten und die interdisziplinären Standpunkte darstellen

## Lerntheorien

Z. B. Konditionierung, Modell- und Verstärker-Lernen, Kognitives Lernen aufgreifen

## Persönlichkeitsbegriff:

- Selbst- und Fremdwahrnehmung
- soziale und personale Identität

Auf mögliche Beobachtungsfelder hinweisen, z. B. erster Eindruck, Vorurteil, Projektion

Aufgaben der Persönlichkeitspsychologie, z. B. Beschreibung, Erklärung, Vorhersage und Veränderung von Erleben und Verhalten einer Person

Beeinflussung von Wahrnehmung durch Kippbilder demonstrieren

## Persönlichkeit und Entwicklung:

- persönliche und soziale Entwicklungsfaktoren
- Entwicklungsbereiche: Denken, Intelligenz, Fühlen

## 2.2 Betreuung kranker Menschen

15 Std.

Die Schülerinnen gewinnen Einsicht in die Bedeutung psychosozialer und medizinischer Faktoren für das Erleben von Krankheit und lernen, die Problematik von Krisensituationen zu erfassen.

Durch Krankheit bedingte Veränderungen im Erleben im Hinblick, z. B. auf Identität, Körpererleben

Auf Unterschiede im Erleben von Gesundheit und Krankheit eingehen

## Unterschiedliche Patientengruppen:

- Kinder, alte Menschen
- chronisch Kranke

Die Schülerinnen im taktvollen Umgang mit Menschen in Krisensituationen sensibilisieren

Schwerkranke und Sterbende begleiten

## 2.3 Kommunikatives Verhalten

10 Std.

Die Schülerinnen sind fähig und bereit, kommunikationstheoretisches Wissen in berufstypischen Situationen anzuwenden. Den Schülerinnen ist die Bedeutung gruppendynamischer Prozesse im beruflichen Team bewusst. Sie erwerben Fähigkeiten, eigene Schwierigkeiten im Team zu bewältigen.

Bedeutung von Sprache, Sprechen und Zuhören

Auf die Bedeutung von verbalen und nonverbalen Inhalten eingehen

Kommunikation und Kommunikationsprozesse:

- Kommunikationsmodelle
- erfolgreiche und gestörte Kommunikation
- Vorbeugen und Beheben von Kommunikationsstörungen

Z. B. nach Watzlawik, Schulz v. Thun

Anhand von z. B. Dialekten, Fremdsprachen, Fachausdrücken erörtern

Beachten von Grundsätzen der Gesprächsführung

Z. B. nach Rogers

Anwenden von Gesprächstechniken in berufstypischen Situationen:

- Gespräche mit Vorgesetzten
- Gespräche mit Mitschülern und Kollegen
- Gespräche mit (ausländischen) Patienten

Gruppendynamische Prozesse im beruflichen Team

Wechselwirkung zwischen dem Einzelnen und dem Geschehen in der Gruppe bei

- Gesprächssituationen
- Entscheidungssituationen

- Positionen in der Gruppe
- Entstehung, Funktion und Abbau von Vorurteilen

Möglichkeiten zur Bewältigung von Konflikten und Krisensituationen bei

- emotionalen Belastungen
- beruflichen Belastungen
- Rollenkonflikten

Auf die Bedeutung eigener Möglichkeiten bei der Beseitigung von Konfliktsituationen im Unterricht oder bei Vorurteilen gegen Arbeitskollegen eingehen  
Die Stressproblematik kann mit Hilfe eines Modells zum Stresserleben und -bewältigen dargestellt werden.  
Auf Burn-out und Mobbing eingehen!

Konsequenzen des medizinisch-technischen Fortschritts für die spätere Berufsausübung und die Patienten:

- Einstellung zur Technik
- Angst und Aggression

## 2.4 Projektlerngebiet

5 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Prä-

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

- sentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

## KRANKHEITSLEHRE UND HYGIENE

**Fachprofil:** Die Zusammenlegung von Krankheitslehre und Hygiene ermöglicht eine direkte Gegenüberstellung der beiden polaren Lebensphänomene Gesundheit und Krankheit und damit tiefere Einsichten in deren wechselseitige Bedingungen. Krankheitslehre vermittelt Grundlagen vom Wesen, den Ursachen und dem Entstehungsprozess von Krankheiten, deren Ausdruck Krankheitssymptome sind. Letztere stehen in Zusammenhang mit physischen, psychischen oder sozialen Phänomenen auf dem Boden veränderter Physiologie oder Anatomie. Diese Veränderungen sind der Gegenstand radiologischer Diagnostik und Therapie. Hygiene ist auf Gesundheit ausgerichtet und nutzt die der Krankheitslehre entspringenden Erkenntnisse zur Erhaltung oder Verbesserung des Gesundheitsstandes, in dem z. B. Krankheitsursachen oder -frühzeichen unter der Betrachtungsweise der Hygiene Risiken darstellen, denen durch entsprechende Maßnahmen wie Vorsicht, Gesundheitsförderung, Vermeidung oder Früherkennung aktiv entgegengetreten werden kann. Diese Kenntnisse zielen auf eine Meinungsbildung und deren konkrete Umsetzung im beruflichen und privaten Lebensumfeld ab.

Der Lehrplan umfasst die Themengebiete 4 (Hygiene) und 11 (Krankheitslehre) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

## 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1	Allgemeine Krankheitslehre	20 Std.
	1.2	Grundlagen aus der Hygiene	34 Std.
	1.3	Projektlerngebiet	<u>6 Std.</u>
			60 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 1.1 Allgemeine Krankheitslehre

20 Std.

Die Schülerinnen setzen sich mit den Begriffen Gesundheit und Krankheit auseinander. Sie kennen die wesentlichen Ursachen von Krankheiten, erklären exemplarisch die Vorgänge der Krankheitsentstehung und bringen diese in Zusammenhang mit den Krankheitssymptomen und -zeichen. Sie überblicken das Spektrum der verschiedenen Krankheitsarten, die Methoden der Diagnostik und die Grundzüge ihrer Behandlung. Sie bekommen einen Einblick in die Bedingungen des Alterns und werden sich der Bedeutung von Prävention und Rehabilitation bewusst.

Begriffsklärung: Gesundheit und Krankheit

Krankheitsursachen (Ätiologie)

Bedingungen der Krankheitsentstehung (Pathogenese):

- Konstitution
- Disposition
- Exposition

Allgemeine Symptomenlehre:

Häufig vorkommende Krankheitssymptome:  
Entzündung, Fieber, Ödem, Schmerz, Atemnot

Krankheitsarten:

- Anlagestörungen, Missbildungen
- funktionelle Störungen
- entzündliche Erkrankungen
- vaskuläre Erkrankungen
- degenerative Krankheiten
- Tumorerkrankungen
- traumatologische Krankheiten
- psychiatrische Erkrankungen

WHO-Definition von 1946

Unter Einbeziehung der Suchtkrankheiten

Verlaufsformen von Krankheiten (akut, chronisch) und Krankheitsausgänge: Heilung, Defektheilung, Tod

Altersbedingte Störungen

Grundzüge der Diagnostik

Grundzüge der Therapie

Prävention und Rehabilitation

## 1.2 Grundlagen aus der Hygiene

34 Std.

Die Schülerinnen vertiefen in ausgewählten Themenbereichen die bereits gewonnenen Erkenntnisse zur Ätiologie und Pathogenese von Krankheiten. Sie begreifen diese als Grundlagen für Strategien bzw. Maßnahmen zur Vorbeugung bzw. Bekämpfung von Krankheiten bzw. der Gesundheitsförderung. Gleichzeitig entwickeln sie die Bereitschaft, die gewonnenen Einsichten im beruflichen Alltag sowie im persönlichen Verhalten umzusetzen.

Infektionskrankheiten

Krankheitserreger und wichtige durch sie verursachte Infektionskrankheiten

Auf die wesentlichen Entdeckungen im Bereich der Infektionskrankheiten eingehen

Ansteckungswege

Am Beispiel der Verbreitung von Aids darstellen, diaplazentare Infektion Neugeborener mit einbeziehen

Ausbreitungsmuster:

- Endemie
- Epidemie
- Pandemie

Schutzmaßnahmen

Bedeutung von Impfungen hervorheben



## Lebensmittelhygiene

Mikrobiologische und chemische Kontamination von Lebensmitteln      Erkrankungsbeispiele nennen

Verfahren zur Lebensmittelkonservierung      Problematik der Konservierung ansprechen

Lagerung und Vorratshaltung von Lebensmitteln

## Umwelthygiene

Wechselwirkung zwischen Mensch und Umwelt:  
– Boden/Nahrung  
– Wasser/Abwasser  
– Luft (Wetter/Klima)      Auf die Psychohygiene bezüglich Klima, Wetter, Licht und Lärm hinweisen

Umwelteinflüsse und Krankheit:  
– Hauterkrankungen  
– Krebs  
– Herz-Kreislauf-Erkrankungen  
– Allergien      Die Gefährdung durch Rauchen anhand von Statistiken, Broschüren und Filmen darstellen

Verantwortung für die Umwelt

Umwelttechnische Verfahren:  
– Trinkwasseraufbereitung und Abwasserbeseitigung  
– Luftreinhaltung      Besichtigung entsprechender Einrichtungen  
Beispiele für gesundheitliche Risiken bei verunreinigtem Wasser

- Vermeidung, Beseitigung und Recycling von Abfällen

Krankenhaushygiene:

Klassischer und moderner Hospitalismus

Methoden zur Keimminderung:

- Sanitation
- Desinfektion
- Sterilisation

Schutzmaßnahmen:

- prophylaktische Maßnahmen
- Schutzkleidung
- Schutzimpfungen
- Unfallverhütungsvorschriften

Mögliche Folgen bei Nichtbeachtung der Hygienemaßnahmen ansprechen

Infektionsschutzgesetz in Absprache mit Berufs- und Staatskunde

Hygienegerechter Umgang mit Arzneimitteln und Geräten:

- Aufbewahrung
- Anwendung
- Reinigung
- Entsorgung

Verwendung von Einmalartikeln, Aufbewahrungsvorschriften, Verfallsdaten, Vorbereiten eines sterilen Arbeitsplatzes

Umgang mit offenen radioaktiven Substanzen in Absprache mit Nuklearmedizin

Auswirkung von Hygienefehlern auf Patienten und Personal

Am Beispiel von Hepatitis und HIV-Infektionen besprechen

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

## KRANKHEITSLEHRE UND HYGIENE, 2. Schuljahr

Lerngebiete:	2.1 Erkrankungen des Bewegungsapparats	15 Std.
	2.2 Ausgewählte Organerkrankungen	<u>25 Std.</u>
		40 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 2.1 Erkrankungen des Bewegungsapparats

15 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten sich fundierte Kenntnisse bezüglich der für sie besonders relevanten Störungen und Erkrankungen des Bewegungsapparats.

Frakturen:

- Frakturzeichen
- Bruchformen
- Frakturbehandlung
- Frakturheilung
- Komplikationen

In Absprache mit Diagnostische Radiologie

Z. B. Kompartment-Syndrom, Osteomyelitis, Pseudarthrose, Sudeck'sche Atrophie aufgreifen

Erkrankungen der Wirbelsäule und Extremitäten:

- Fehlbildungen
- traumatische Erkrankungen
- entzündliche Erkrankungen
- degenerative Erkrankungen

Häufig vorkommende Krankheitsbilder heranziehen:

Z. B. Hüftluxationen

Z. B. Halswirbelsäulen (HWS)-Schleudertrauma, Schenkelhalsfraktur

Z. B. Spondylitis

Z. B. Osteochondrose, Spondylarthrose, Discusprolaps, Coxarthrose

## 2.2 Ausgewählte Organerkrankungen

25 Std.

Die Schülerinnen verschaffen sich einen Überblick bezüglich weiterer für sie bedeutsamer Erkrankungen aus den einzelnen Organsystemen.

Herzerkrankungen, z. B.

- koronare Herzerkrankung (KHK)
- Herzinfarkt
- Herzrhythmusstörungen

Gefäßerkrankungen:

- Thrombose
- Embolie
- arterielle Verschlusskrankheit (AVK)
- Aneurysmen

Hämatologische Erkrankungen:

- Anämien
- Leukämien

Immunologische Erkrankungen

Atemwegserkrankungen:

- chronisch obstruktive Erkrankungen
- Pneumonien
- Tumoren

In Absprache mit Diagnostische Radiologie

Percutane coronare Angioplastie (PTCA) aufgreifen  
Bedeutung der Röntgenthoraxkontrolle nach Schrittmacherimplantation hervorheben

Virchow-Trias ansprechen  
Risikofaktoren und Schweregrade verdeutlichen

Gewebeverträglichkeitssystem, z. B. Human-Leukozyten-Antigen (HLA)-System, Polyarthritiden erörtern

Z. B. Bronchialkarzinom, Hypopharynxkarzinom

Erkrankungen des Verdauungstrakts:

- Ulcuserkrankungen
- Morbus Crohn, Colitis ulcerosa
- Pankreatitis, Hepatitis, Leberzirrhose
- Tumoren

Bedeutung von Enteroclysmen für Dünndarmdiagnostik erwähnen

Z. B. Kolonkarzinom aufgreifen

Erkrankungen des Urosystems:

- Pyelonephritis, Glomerulonephritis, Niereninsuffizienz
- Urolithiasis
- Miktionsstörungen

Z. B. Erkrankungen der Prostata aufgreifen

Gynäkologische Erkrankungen:

- Zyklusstörungen
- Entzündungen
- Tumoren

Z. B. Mammakarzinom aufgreifen

## ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE

**Fachprofil:** Das Fach Anatomie und Physiologie vermittelt ein Grundwissen von Bau und Funktionen des menschlichen Körpers und erlaubt davon ausgehend die Erkennung pathologischer Abweichungen. Darauf baut die praktische Tätigkeit der medizinisch-technischen Radiologieassistentinnen im diagnostischen wie auch therapeutischen Bereich auf. Zum Verständnis der klinischen Fächer werden neben der klassischen makroskopisch und topografisch geprägten Betrachtungsweise der Organe baulich-funktionelle Kenntnisse aus tieferen Ebenen erforderlich. Begriffe aus der Anatomie und Physiologie stellen einen wichtigen Teil der im Bereich der Radiologie verwendeten Fachsprache. Die Inhalte sollen grundsätzlich praxisorientiert vermittelt werden, also den Bezug zu den diagnostischen Verfahren und den aus der Anwendung resultierenden Befunden herstellen.

Der Lehrplan umfasst die Themengebiete 9 (Anatomie), 10 (Physiologie) und 21 (Elektrodiagnostik) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

## 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1 Einführung	5 Std.
	1.2 Funktionelle Systeme, Teil 1	70 Std.
	1.3 Projektlerngebiet	<u>5 Std.</u>
		80 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

1.1 Einführung

5 Std.

Die Schülerinnen definieren die Begriffe Anatomie und Physiologie. Sie erhalten Einsicht in den hierarchischen Aufbau des Körpers, teilen diesen in große Regionen ein und gewinnen einen ersten Überblick über die funktionellen Systeme des Organismus, den Sitz der wichtigsten Organe und deren Bedeutung sowie die topographischen Beziehungen zueinander. Dabei eignen sie sich die anatomischen Fachbezeichnungen sowie Richtungs- und Lagebezeichnungen an.

Begriffsklärung und Definitionen  
Orientierung am menschlichen Körper  
Organisationsebenen  
Funktionelle Systeme:  
– Nomenklatur und  
– Topographie  
der besonders relevanten Organe und deren Aufgaben im Überblick

Anlegen von Karteikarten zu medizinischen Fachbegriffen

In Absprache mit Biologie und Ökologie  
Organe – Gewebe – Zelle und subzelluläre Strukturen und ihre physiologischen Aspekte aufgreifen  
Zelldifferenzierung, Gewebeentstehung und Grundprinzipien der Zellphysiologie aufzeigen  
Auf unterschiedliche Regenerationsfähigkeit von Gewebe und Zellen hinweisen

## 1.2 Funktionelle Systeme, Teil 1

70 Std.

Gebündelt nach funktionellen Systemen erarbeiten sich die Schülerinnen die für ihre Berufsgruppe relevanten Inhalte. Sie lokalisieren Organe bzw. anatomische Strukturen, beschreiben deren typische Gestalt oder grundlegenden Verlauf sowie die Beziehung zur Nachbarschaft. Sie erklären den inneren Aufbau der jeweiligen Gebilde und leiten aus diesem die wesentlichen Funktionen ab.

Bewegungsapparat:  
– allgemeiner Aufbau und Funktion  
– spezielle Anatomie und Physiologie von  
. Wirbelsäule und Thorax  
. Schultergürtel und oberen Extremitäten  
. Beckengürtel und unteren Extremitäten  
. Schädel  
– Bezeichnung besonders relevanter Skelettmuskeln und Bandstrukturen

Mechanismen des Knochenwachstums und der Knochenheilung diskutieren  
Hinweisen auf die Unterschiede bezüglich der Stoffwechselsituation von Knochen bzw. Knorpelgewebe

Einsatz von Skelett und Skeletteilen, Demonstration der Gelenkbeweglichkeit am Probanden

Kardiovaskuläres System:  
– Herz:  
. Lage und topographische Beziehungen

Demonstration eines Herzmodells



- . Binnenstrukturen und Wandaufbau
  - . Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem
  - . Grundzüge des EKG
  - . mechanische Herzaktion
- In Absprache mit Diagnostische Radiologie  
Hinweis auf sichtbare, palpatorische und auskultatorische Phänomene der Herzaktion
- Blutgefäße:
    - . Topographie 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
- Demonstration von entsprechendem Bildmaterial, Hinweis auf DSA, Angio- und Phlebographie (vgl. Diagnostische Radiologie)  
Windkesselfunktion und Blutstrommechanismen besprechen
- Hämatopoetisches System:
- Blutbestandteile, Blutbildung und -abbau
  - Blutstillung
  - Blutgruppen
- Abgrenzung Plasma und Serum, Eingehen auf die Bedeutung der Blutzellen und Gerinnungsfaktoren für Diagnostik und Therapie  
Auf die unterschiedliche Verteilung des blutbildenden Marks bei den unterschiedlichen Altersgruppen unter dem Aspekt des Strahlenschutzes besonders hinweisen
- Lymphatisches System:
- Organisation und Kooperation zentraler und peripherer lymphatischer Organe
  - Knochenmark und Thymus
  - Lymphgefäße und -knoten
  - Mandeln
  - Milz
- Bezüglich der immunologischen Aspekte Absprache mit Nuklearmedizin

## Respiratorisches System:

- 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

Den Begriff Totraum erläutern

Bezug zum kardiovaskulären System herstellen  
Bedeutung für Regulation des Säure-Basen-Haushalts herausarbeiten

## 1.3 Projektlerngebiet

5 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

## ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE, 2. Schuljahr

Lerngebiete:	2.1 Funktionelle Systeme, Teil 2	35 Std.
	2.2 Projektlerngebiet	<u>5 Std.</u>
		40 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 2.1 Funktionelle Systeme, Teil 2

35 Std.

Gebündelt nach funktionellen Systemen erarbeiten sich die Schülerinnen die für ihre Berufsgruppe relevanten Inhalte. Sie lokalisieren Organe bzw. anatomische Strukturen, beschreiben deren typische Gestalt oder grundlegenden Verlauf sowie die Beziehung zur Nachbarschaft. Sie erklären den inneren Aufbau der jeweiligen Gebilde und leiten aus diesem die wesentlichen Funktionen ab.

Verdauungssystem:  
Bau und Funktion des Verdauungstraktes sowie seiner Anhangsdrüsen

Bezug zu diagnostischen Verfahren herstellen

Urosystem:  
Topographie, Bau und Funktion der Nieren und ableitenden Harnwege

Eingehen auf Anomalien und Missbildungen der Nieren und ableitenden Harnwege  
Auf die Bedeutung der Nieren für Wasserhaushalt und Diagnostik hinweisen

Genitalsystem:  
Weibliche und männliche Geschlechtsorgane:  
– Topographie  
– Bau und Funktion

Auf die Lage der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane (Strahlenschutz) im Kindes- und Erwachsenenalter sowie auf Veränderungen der Geschlechtsorgane in der Schwangerschaft hinweisen  
Schwangerschaftsbedingte Veränderungen erörtern

Endokrines System:

- Topographie, Bau und Funktion der endokrinen Organe
  - Hypothalamus
  - Hypophyse
  - periphere Organe:
    - . Schilddrüse
    - . Epithelkörperchen
    - . Nebennieren
    - . Inselorgan der Bauchspeicheldrüse
    - . Ovar und Hoden
- Haut:
- Bau und Funktion
  - Hautanhangsgebilde
  - Brust und Brustdrüse

Synergistische Effekte einzelner endokriner Organe bezüglich bestimmter Körperfunktionen, z. B. Blutdrucksteuerung, ansprechen  
Kontrastmitteleffekte auf die Schilddrüsenfunktion

Hormonelle Steuerung des weiblichen Zyklus und der Schwangerschaft aufgreifen

Haut als natürliche Barriere und größtes Sinnesorgan  
Aktinische Schädigung (Radioderm)  
Auf Bedeutung des Stillens eingehen

## 2.2 Projektlerngebiet

5 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Prä-

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

- sentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

## ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE, 3. Schuljahr

Lerngebiete:	3.1 Funktionelle Systeme, Teil 3	15 Std.
	3.2 Projektlerngebiet	<u>5 Std.</u>
		20 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 3.1 Funktionelle Systeme, Teil 3

15 Std.

Gebündelt nach funktionellen Systemen erarbeiten sich die Schülerinnen die für ihre Berufsgruppe relevanten Inhalte. Sie lokalisieren Organe bzw. anatomische Strukturen, beschreiben deren typische Gestalt oder grundlegenden Verlauf sowie die Beziehung zur Nachbarschaft. Sie erklären den inneren Aufbau der jeweiligen Gebilde und leiten aus diesem die wesentlichen Funktionen ab.

Nervensystem:

- Einteilung
- Nervengewebe
- Elektrophysiologie der Nervenzelle
- Hirnhäute
- Gehirn
- Rückenmark
- Gefäßversorgung und Liquorsystem

Sinnesorgane:

Bau und Funktion von Auge und Ohr

## 3.2 Projektlerngebiet

5 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

eine berufsbezogene Aufgabenstellung.

Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf eine Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

## BILDVERARBEITUNG

**Fachprofil:** Das Fach Bildverarbeitung vermittelt das Verständnis für die Entstehung und die Eigenschaften der Bilder in der radiologischen Diagnostik. Die Schülerinnen sind in der Lage, die Auswirkungen der bildgütebestimmenden Parameter zu verstehen und diese so zu wählen, dass die resultierende Bildqualität der jeweiligen Fragestellung angepasst ist. Sie beherrschen Methoden zur Beschreibung und Beurteilung der Bildqualität und werden vertraut mit den Verfahren der Qualitätssicherung, die in der Routine durchzuführen sind. Für den späteren Umgang mit modernen Bildverteilungs- und Archivierungssystemen werden die Schülerinnen mit den Grundlagen vertraut gemacht.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 16 (Bildverarbeitung) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

## 2. Schuljahr

Lerngebiete:	2.1	Bildempfängersysteme	25 Std.
	2.2	Qualitätssicherung	10 Std.
	2.3	Patientenidentifikation, Bildverteilung und Archivierung	<u>5 Std.</u>
			40 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 2.1 Bildempfängersysteme

25 Std.

Die Schülerinnen kennen Aufbau und Wirkungsweise verschiedener konventioneller und digitaler Bildempfängersysteme

Grundlagen der fotografischen Bildaufzeichnung auf Film:  
– lichtempfindliche Substanzen

Kurzen Abriss über die historische Entwicklung geben



me. Sie beurteilen diese aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten und Eignung für bestimmte Fragestellungen bzw. Untersuchungen. Sie kennen die Parameter und Methoden zur Beschreibung und Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Bildempfängersystemen und deren einzelner Komponenten.

- fotografischer Prozess
- Technik der Filmverarbeitung
- Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten von Filmmaterialien im Bereich der Röntgendiagnostik

In Absprache mit Chemie und Biochemie  
Einstieg mit der Handverarbeitung

Quantitative Erfassung der Eigenschaften von Filmen:

- Densitometrie
- Sensitometrie

Konventionelle radiographische Verfahren:

- Film-Folien-Kombinationen
- Indirekt-Technik (BV-Aufnahmen)

Aufbau und Eigenschaften von konventionellen Bildempfängersystemen:

- Kassetten
- Verstärkungsfolien
- Empfindlichkeitsklassen
- spektrale Unterschiede
- Spannungsgang (Energieabhängigkeit)

Film als Bildempfänger (Direktradiographie) und als Dokumentationsmedium

Grundlagen der digitalen Bildverarbeitung:

- Kenngrößen digitaler Bilder:
  - . binäres Zahlensystem
  - . Matrix
  - . Speichertiefe
  - . Speicherplatzbedarf
- Verfahren zur Bildbeeinflussung:

Zusammenhang mit der Bildauflösung erläutern

- . Mittelung, Filterung, Kantenanhebung
- . Kontrastverarbeitung

Funktion und Aufbau digitaler Bildempfängersysteme

## 2.2 Qualitätssicherung

10 Std.

Die Schülerinnen entwickeln ein Bewusstsein für die Bedeutung der Qualitätssicherung bezüglich der Bilderzeugung und Bildverarbeitung. Sie beschreiben Bildeigenschaften qualitativ durch geeignete Parameter. Zur Charakterisierung bestimmter Bildmerkmale (Qualitätsmerkmale) wählen sie geeignete Parameter aus. Sie sind in der Lage, Methoden der fortlaufenden Qualitätssicherung im klinischen Betrieb anzuwenden. Sie sind in der Lage, Ergebnisse der Konstanzprüfungen zu beurteilen und zu bewerten. Sie kennen die Aufgabe der ärztlichen Stelle als Instanz zur Überwachung der Qualität radiologischer Leistungen.

Struktur und Prinzipien der Qualitätssicherung

Bedeutung und Bestimmung der Bildgütequalitätsparameter:

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

Methoden der Qualitätssicherung bei

- Film-Folien-Systemen
- konventionellen und digitalen Systemen
- Filmbetrachtungsgeräten
- Bildwiedergabegeräten

Vorschriften zur Qualitätssicherung und deren Überwachung

Bedeutung von Richtlinien, Normen und Leitlinien  
Ärztliche Stellen

### 2.3 Patientenidentifikation, Bildverteilung und Archivierung

5 Std.

Die Schülerinnen lernen den Aufbau und die Möglichkeiten vernetzter Systeme für die Verarbeitung der unterschiedlichen Daten in radiologischen Abteilungen kennen. Sie wählen für die in der Routine anfallenden Aufgaben entsprechende Datenstationen aus und sind in der Lage, die in der Praxis erforderlichen Handgriffe durchzuführen.

Grundsätzliche Kommunikationsabläufe in der Radiologie:

- Patientenaufnahme
- Anforderungen von Leistungen
- Verteilung der Bilder und Befunde
- Picture Archiving and Communication System (PACS)
- Radiologie-Informationssystem (RIS)
- Archivierungsmedien

In Absprache mit Übungen zur Dokumentation und Datenverarbeitung

## DIAGNOSTISCHE RADIOLOGIE

**Fachprofil:** Den Schülerinnen werden die Grundlagen und die Prinzipien der Röntgendiagnostik und der röntgendiagnostischen Untersuchungstechniken vermittelt. Sie lernen die verschiedenen speziellen bildgebenden Verfahren der Röntgendiagnostik und die Kontrastmitteluntersuchungen kennen. Auf dieser Basis werden den Schülerinnen die konventionelle Radiologie und die Schnittbildverfahren – Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) – näher gebracht. Die Besonderheiten der Kinderradiologie, der Neuroradiologie und der interventionellen Radiologie werden aufgegriffen.

Der Lehrplan umfasst die Themengebiete 17 (Radiologische Diagnostik und andere bildgebende Verfahren) und 21 (Elektrodiagnostik) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

## 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1 Grundlagen der Röntgendiagnostik	40 Std.
	1.2 Prinzipien konventioneller röntgendiagnostischer Untersuchungen	<u>40 Std.</u>
		80 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 1.1 Grundlagen der Röntgendiagnostik

40 Std.

Die Schülerinnen lernen die Grundlagen der Radiologie und den prinzipiellen Aufbau eines radiologischen Instituts kennen. Sie verstehen den prinzipiellen Aufbau

Entwicklung der Diagnostischen Radiologie und spezieller Untersuchungsmethoden

Entdeckung der Röntgenstrahlen und Entwicklung, z. B. der Angiographie, Computertomographie, Durchleuchtung

einer Röntgenanlage und das Zusammenwirken ihrer Bestandteile bei der Erstellung eines Röntgenbildes. Sie erkennen, dass die Bildqualität von verschiedenen Parametern abhängt, und verstehen den Zusammenhang zwischen klinischer Fragestellungen und der Wahl der Belichtungsparameter. Sie kennen die Möglichkeiten zur Optimierung des Strahlenschutzes.

Organisation einer Röntgenabteilung

Aufbau einer Röntgeneinrichtung:

- Röntgeneratorsystem
- Bedieneinrichtungen
- Röntgenstrahler:
  - . Aufbau und Funktion
  - . Einsatzmöglichkeiten im Aufnahme-, Durchleuchtungs- und Pulsbetrieb
  - . Röhrenbelastbarkeit
  - . Einfluss der Anode und des Brennflecks
- Bildempfängersystem:
  - . Aufgabe
  - . Film-Folien-System
  - . Speicherfolie
  - . Bild-Verstärker-Fernseh-Kette
  - . Festplattendetektor

Typische röntgendiagnostische Arbeitsplätze:

- Rastertisch
- Rasterwandgerät
- Durchleuchtung

Qualitätsmerkmale von Röntgenbildern:

- Kontrast
- Auflösung, Schärfe
- Rauschen

Auf RIS- und PACS-Systeme eingehen, das „filmlose Krankenhaus“

In Absprache mit Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz  
Röhrenstromkreis und Heizstromkreis aufgreifen

Entstehung von Röntgenstrahlen  
Unterschied zwischen Nutz- und Streustrahlung  
Bedeutung der Blenden herausarbeiten

Auf die zunehmende Bedeutung digitaler Bildverarbeitung eingehen

In Absprache mit Bildverarbeitung

- 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
- extrafokale Strahlung

Demonstration von Röntgenbildern, an denen die genannten Parameter verändert wurden

Auf die Notwendigkeit hinweisen, dass diese Parameter entsprechend der klinischen Fragestellung angepasst werden müssen

Belichtungstechniken:

- freie Belichtung
- standardisierte Belichtungstabellen
  
- Belichtungsautomatik

Arbeitsanweisungen in Übungen zur diagnostischen Radiologie

Auch für CT möglich

Aufnahmetechnische Leitlinien

Strahlenschutz versus diagnostische Zielsetzung:

- Strahlenschutzmittel
- Abdeckung von Risikoorganen
- Einblendung des Nutzstrahlenfeldes
- Wahl geeigneter Aufnahmebedingungen

## 1.2 Prinzipien konventioneller röntgen- diagnostischer Untersuchungstechniken

40 Std.

Die Schülerinnen werden mit den allgemeinen Grundsätzen der Röntgenaufnahme vertraut und erkennen aus einem vorgegebenen Röntgenbild die Lage und Orientierung der abgebildeten Körperregion. Sie kennen den Zusammenhang von Indikation, Einstelltechnik und diagnostischer Aussagekraft eines Bildes und wissen um die Bedeutung und Notwendigkeit qualitätssichernder Maßnahmen.

Auswahl diagnostischer Einstelltechniken auf der Grundlage vorgegebener Krankheitsbilder:

- Klärung des Aufnahmezwecks
- Projektionsbedingungen
- Wahl des Untersuchungsgeräts und der Einstelltechnik
- Bedeutung der Abbildungsebenen
- prinzipielle Vorgehensweise bei Untersuchungen:
  - . des gesamten Skeletts
  - . innerer Organe und Weichteile
  - . des Atmungs- und Verdauungstrakts
- Identifizieren und Benennen von anatomischen Strukturen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Projektionen und Einstelltechniken und möglicher Überlagerungen

Thorax p. a. versus a. p. (p = posterior, a = anterior)

Kontrastmittelgabe ansprechen

Qualitätskriterien röntgendiagnostischer Untersuchungen

Siehe Leitlinien; qualitätssichernde Maßnahmen in Absprache mit Bildverarbeitung

Überprüfen der Röntgenaufnahme unter röntgenanatomischen und röntgenpathologischen Gesichtspunkten

Besondere Anforderungen bei polytraumatisierten Patienten

Qualitätssicherung:

- Vorschriften und Normen
- Prüfparameter, Prüfkörper und Hilfsmittel
- prinzipieller Ablauf von Qualitätskontrollen
- Anforderungen an die Protokollierung und Aufbewahrung von konventionellen und digitalen Röntgenbildern



## DIAGNOSTISCHE RADIOLOGIE, 2. Schuljahr

Lerngebiete:	2.1 Spezielle bildgebende Verfahren	20 Std.
	2.2 Kontrastmitteluntersuchungen	20 Std.
	2.3 Konventionelle Radiologie und Schnittbilddiagnostik	<u>20 Std.</u>
		60 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
2.1 Spezielle bildgebende Verfahren		20 Std.
Die Schülerinnen erlernen die physikalischen und apparativen Grundlagen für die Durchführung spezieller bildgebender Verfahren und kennen ihre medizinischen Einsatzgebiete.	Arbeitsplätze für spezielle Untersuchungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Thoramat</li> <li>– Knochenarbeitsplatz</li> <li>– Mammographie</li> <li>– Durchleuchtung</li> <li>– digitale Subtraktionsangiographie</li> <li>– Computertomographie</li> <li>– Kernspintomographie</li> <li>– Ultraschall</li> </ul>	Zusammenhang zwischen der medizinischen Fragestellung und den zum Einsatz kommenden Untersuchungsverfahren herstellen  Hinweis auf die konventionelle Tomographie  Nur auf Grundlagen eingehen
2.2 Kontrastmitteluntersuchungen		20 Std.
Die Schülerinnen lernen die Bedeutung von Kontrastmitteln, typischen Kontrastmitteluntersuchungen und deren Anwen-	Eigenschaften und Applikationsformen von Kontrastmitteltypen bei <ul style="list-style-type: none"> <li>– Röntgenuntersuchungen</li> </ul>	

dungsgebiete kennen. Sie sind sich der Gefahren bei der Anwendung der Kontrastmittel bewusst und wissen, wie diese Gefahrenpotenziale vermieden werden.

- kernspintomographischen Untersuchungen:
  - . Gadolinium-DTPA T1-Verkürzung
  - . supraparamagnetische Kontrastmittel T2-Verkürzung

Dynamik von Kontrastmitteln, Kontrastmittelausscheidung Auf die Nierenfunktion eingehen

Vorbereitende Maßnahmen:

- Aufklärung des Patienten Rechtsgrundlagen beachten
- Vorbereitung des Patienten Besonderheiten bei Patienten mit Kontrastmittelallergien, Schilddrüsenüberfunktion oder Nierenfunktionsstörungen; alternative Untersuchungsverfahren aufzeigen
- Vorbereitung des Arbeitsplatzes

Betreuung und Überwachung während und nach der Untersuchung

Prinzipieller Ablauf wichtiger Kontrastmittlungsuntersuchungen:

- CT Einsatz von verschiedenen Materialien und Umgang mit Sterilgütern
- MRT
- Angiographie
- Urogramm
- Ösophagus-Magen-Darmtrakt

Kontraindikationen und Risiken der Kontrastmittel

Maßnahmen bei Kontrastmittelzwischenfällen Cortison, H1- und H2-Blocker, Adrenalin  
Hilfe organisieren (Notfallnummer)

### 2.3 Konventionelle Radiologie und Schnittbilddiagnostik

20 Std.

Die Schülerinnen lernen die Bedeutung der konventionellen Radiologie im Vergleich zu den Schnittbildtechniken CT und MRT kennen. Sie kennen den grundlegenden Ablauf und die Besonderheiten dieser Untersuchungen. Die Gefahren bei der Anwendung dieser Untersuchungen sind ihnen bewusst.

Identifizieren und Benennen anatomischer Strukturen bei Röntgenuntersuchungen des

- Thorax
- Abdomens
- Skeletts

und Erkennen häufiger und lebensbedrohlicher Krankheitsbilder

Abgrenzen von Herz, Rippe, Wirbelsäule  
Leeraufnahme und Linksseitenlage heranziehen

Untersuchungen mit CT an

- Schädel
- Thorax
- Abdomen
- Wirbelsäule

Unterscheiden von Einzeilen- und Mehrzeilen-CT  
Demonstration wichtiger pathologischer Befunde

Nachverarbeitung der Volumendatensätze

Fenstereinstellung und Multi-Planare-Reformation (MPR) aufgreifen

Strahlenbelastung durch CT-Untersuchungen

Untersuchungen mit MRT

- Auswahl und Interpretation der Untersuchungsparameter
- an Schädel

T1- und T2-Wichtung

Demonstration wichtiger pathologischer Befunde

- an Leber
- an z. B.
  - . Herz
  - . Gelenke
  - . Wirbelsäule

Auf EKG-Triggerung (Anlage und Ableitungstechnik)  
eingehen

## DIAGNOSTISCHE RADIOLOGIE, 3. Schuljahr

Lerngebiete:	3.1 Kinderradiologie, Neuroradiologie und interventionelle Radiologie	50 Std.
	3.2 Projektlerngebiet	<u>10 Std.</u>
		60 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

3.1 Kinderradiologie, Neuroradiologie  
und interventionelle Radiologie

50 Std.

Die Schülerinnen lernen die besonderen Anforderungen an röntgendiagnostische Untersuchungen bei Kindern, in der Neurologie und bei der Intervention kennen. Sie kennen den grundlegenden Verlauf dieser Untersuchungen und sind sich der Gefahrenpotenziale bewusst.

## Kinderradiologie:

- besondere Anforderungen aufgrund
  - . anatomischer Gegebenheiten
  - . psychischer Voraussetzungen
  - . spezifischer Strahlenschutznotwendigkeiten
- technischen Ausführungen von Röntgeneinrichtungen
- prinzipieller Ablauf von Routineuntersuchungen
- Identifizieren und Benennen anatomischer Strukturen

Auf die Alternative Ultraschall hinweisen

## Neuroradiologie:

- Auswahl diagnostischer und therapeutischer Verfahren und Geräte unter Berücksichti-

- Identifizieren und Benennen anatomischer Strukturen im Röntgenbild unter Berücksichtigung
  - . unterschiedlicher Schnittebenen und Einstelltechniken
  - . möglicher Überlagerungen
- spezielle Vorgehensweise bei Untersuchungen mit
  - . Angiographie
  - . Myelographie
  - . CT und MRT

Bedeutung der MRT hervorheben

#### Interventionelle Radiologie:

- Auswahl diagnostischer und therapeutischer Verfahren und Geräte unter Berücksichtigung vorgegebener Krankheitsbilder
- spezielle Vorgehensweise bei z. B.
  - . Wiederöffnung von Gefäß- und Gangsystemen: Ballondilatation, Stentimplantation, Lyse
  - . Occlusion und Embolisation
  - . percutane Punktion, CT-gesteuerte Drainage
- Maßnahmen der Aufklärung, Vorbereitung, Betreuung und Überwachung des Patienten bei Interventionen

Materialgewinnung zur Histologie

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

## STRAHLENTHERAPIE

**Fachprofil:** Der Unterricht in Strahlentherapie orientiert sich an berufsrelevanten Aufgabenstellungen, d. h. im medizinischen Bereich wird das Hauptaugenmerk auf die am häufigsten vorkommenden Tumorentitäten und Krankheitsbilder gelegt. Im technischen Bereich werden die Grundlagen moderner Bestrahlungsgeräte aufgegriffen. Zudem werden Grundlagen zum Verständnis der Bestrahlungsplanung vermittelt.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 18 (Strahlentherapie) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

## 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1 Grundlagen der Strahlentherapie	20 Std.
	1.2 Apparative Grundlagen	15 Std.
	1.3 Projektlerngebiet	<u>5 Std.</u>
		40 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 1.1 Grundlagen der Strahlentherapie

20 Std.

Die Schülerinnen lernen die Grundbegriffe der Strahlentherapie und der Radioonkologie kennen und unterscheiden zwischen diagnostischem und therapeutischem Einsatz ionisierender Strahlung. Sie erfahren

Gemeinsamkeiten und unterschiedliche Zielsetzungen der bei Anwendung von Strahlung:  
– Stellung der Radioonkologie im Gesamtkonzept der Tumorbehandlung neben Chirurgie, Chemotherapie

Geschichte der Radioonkologie aufzeigen  
Auf natürliche Strahlenbelastung hinweisen  
Abgrenzen der Gefahren gegenüber dem Nutzen beim Einsatz ionisierender Strahlung  
Nebenwirkungen und Strahlenschutz mit einfachen



die Grundsätze der Tumorbehandlung und begreifen die medizinische Bedeutung der Strahlentherapie bei der Krebsbekämpfung. Dabei wird ihnen bewusst, welche Verantwortung der Mensch für seine Gesundheit übernimmt.

- Berechtigungsgrundlagen für den Einsatz von Strahlung in der Onkologie sowie bei gutartigen Erkrankungen

Beispielen verdeutlichen

Epidemiologie und Ätiologie:

- Zusammenhänge zwischen Ursachen und Wirkung bei der Entstehung von bösartigen Krankheiten
- Einfluss auf die Lebenserwartung der Menschen
- Prophylaxe und Prävention

Typische Beispiele für Krebsursachen nennen  
Auf Vorsorgeuntersuchungen hinweisen

Tumorpathologie:

- Entstehungsformen
- Bezug zur Histologie
- Wachstumsformen maligner und benigner Tumore
- Stadieneinteilung maligner Tumore nach dem TNM-System
- Klassifikation von Tumoren
- Metastasierungsformen
- Rezidivität

Unterscheidung zwischen soliden Tumoren und Systemerkrankungen vornehmen  
Onkologische Behandlungskonsequenzen  
Die Bedeutung für Prognose, Therapieentscheidung und Vergleich von Behandlungsergebnissen hervorheben und Bedeutung der Früherkennung betonen

Diagnoseverfahren:

- klinische Untersuchungen
- Laboruntersuchungen
- histologische Untersuchungen
- Röntgendiagnostik, Magnetresonanztomographie (MRT), Ultraschall, nuklearmedizinische Untersuchungen

Bildmaterial einsetzen

Ausschlaggebende Bedeutung der Histologie erörtern

## 1.2 Apparative Grundlagen

15 Std.

Die Schülerinnen 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. Ihnen wird bewusst, dass eine Fehlbedienung schwerwiegende Folgen für den Patienten haben kann.

Ausstattung des Bestrahlungsraumes und des Simulationsraumes:

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

Strahlentherapiegeräte für die Teletherapie:

- Linearbeschleuniger mit Zubehör
- weitere konventionelle berufsrelevante Bestrahlungsgeräte

Strahlentherapiegeräte für die Brachytherapie:

- Afterloading-Geräte mit Zubehör
- Unterschied von Highdoserate (HDR) und Lowdoserate (LDR)

Grundlagen der Dosisverteilung

Auf die Bedeutung identischer Ausstattung hinweisen

Z. B. spezielle Haltevorrichtungen bei Präzisionsschädelbestrahlung aufgreifen

Strahlenschutzprobleme bei der Verwendung von Cobalt-60 erwähnen

Vor- und Nachteile dieser Anwendungsart  
Auf die Geschichte der Brachytherapie eingehen

Die physikalische Bestrahlungsplanung wird im 2. Schuljahr aufgegriffen

## 1.3 Projektlerngebiet

5 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

## STRAHLENTHERAPIE, 2. Schuljahr

Lerngebiete:	2.1 Therapeutische Anwendungsgebiete, Teil 1	40 Std.
	2.2 Bestrahlungsplanung	<u>20 Std.</u>
		60 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
2.1 Therapeutische Anwendungsgebiete, Teil 1		40 Std.
Die Schülerinnen erhalten einen Einblick in die Mechanismen der Strahlenwirkung auf die Zellfunktionen. Sie erkennen die Folgen direkter und indirekter Einwirkung der ionisierenden Strahlung, die physikalischen sowie die radiochemischen Vorgänge auf den menschlichen Organismus. Anhand ausgewählter maligner Erkrankungen lernen sie verschiedene Tumormanifestationen kennen. Sie begreifen die verschiedenen Wirkungsmechanismen, die bei der Behandlung von bösartigen und gutartigen Krankheiten verwendet werden, und die daraus resultierenden unterschiedlichen Behandlungsmethoden.	<p>Strahlenbiologische Einflüsse auf die Zellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau des Zellkerns und des DNA-Moleküls, Zellteilungsvorgänge, Mutationen</li> <li>– stochastische und deterministische Prozesse</li> <li>– Strahlenchemie, besonders die Wasserradiolyse</li> <li>– Proliferationshemmung, Zelltod, Dosis-effektkurven</li> <li>– Reparaturmechanismen</li> <li>– Apoptose</li> <li>– Fraktionierung und Protahierung</li> </ul> <p>Biologie der Strahlentherapie von Tumoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tumorwachstum, Strahlensensibilität</li> <li>– Strahlenresistenz, Strahlentoleranz</li> </ul>	<p>In Absprache mit Biologie und Ökologie</p> <p>An typischen Beispielen zeigen, welche unterschiedliche Wirkung Strahlung ausüben kann Auf die „4-R-Regel“ (Reparatur, Repopulierung,</p>

- Dosisgrößen und Schädigung des Gewebes in Zusammenhang bringen
- Reoxygenierung, Redistribution) in der Strahlentherapie hinweisen  
Regel von Bergonie und Tribondeau
- Strahlensensibilisierende Maßnahmen
- simultane Radiochemotherapie
  - Hyperthermie
- Tumorentitäten 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
- Solide Tumore aus den Bereichen
- HNO
  - Lungen
  - Magen-Darm-Trakt
  - Gynäkologie
  - Brust
- Besonders das Rektumkarzinom und die Behandlung des Brustkrebses hervorheben
- Bestrahlungen bei gutartigen Erkrankungen:
- akute Entzündungen
- Aus jeder Gruppe mehrere Beispiele aufgreifen

- chronisch inflammatorische Erkrankungen
- degenerative Veränderungen
- hypertrophische Prozesse
- endokrine Exophthalmopathie
- dermatologische Erkrankungen

## 2.2 Bestrahlungsplanung

20 Std.

Die Schülerinnen beschreiben die optimale Bestrahlungsplanung als Kombination aller medizinischen und technischen Überlegungen zur Strahlenbehandlung. Die Schülerinnen bekommen einen Einblick in die Zusammenhänge und interpretieren einfache physikalische Pläne.

Medizinische und biologische Bestrahlungsplanung:

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

Physikalisch-technische Bestrahlungsplanung:

- Patientenquerschnitte am CT und MRT
- Lokalisation der Felder am Simulator
- Rechenplan mit Isodosenverteilung
- Zielvolumenkonzept
- Fraktionierung
- Bestrahlungstechnik
- Einsatz von Blöcken und Multileaf-Kollimatoren

In Absprache mit Übungen zur Strahlentherapie und Übungen zur Dokumentation und Datenverarbeitung die Erstellung der Bestrahlungspläne üben

## STRAHLENTHERAPIE, 3. Schuljahr

Lerngebiete:	3.1 Therapeutische Anwendungsgebiete, Teil 2	35 Std.
	3.2 Projektlerngebiet	<u>5 Std.</u>
		40 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

3.1 Therapeutische Anwendungsgebiete,  
Teil 2

35 Std.

Die Schülerinnen lernen weitere Tumorerkrankungen und ihre Behandlung kennen. Sie werden mit speziellen und komplizierten Methoden vertraut gemacht und sind in der Lage, physikalische Pläne einer Behandlung auf den Patienten zu übertragen. Dabei erfassen sie die Bedeutung der dreidimensionalen Planung.

Tumorentitäten 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

Maligne Erkrankungen/solide Tumore

- des Urogenitalsystems
- der Haut
- des Hirns

- der Knochen und des Stützgewebes

Systemische Erkrankungen:

- maligne Lymphome
- Leukämien

Auf die historische Bedeutung für die Entwicklung der Großfeldtechnik bei den malignen Lymphomen hinweisen

Kindliche Tumore, die für Bestrahlung in Betracht kommen

Dreidimensionale Bestrahlungsplanung:

- Zahl der Computerplanungsschnitte
- Einzeichnung des Zielvolumens in allen Ebenen des zu bestrahlenden Gebiets
- Dosis-Volumen-Histogramme

Intensitätsmodulierte Radiotherapie (IMRT) als neueste Entwicklung in der konformalen Therapie erklären

Physikalische Planung einer Brachytherapie

### 3.2 Projektlerngebiet

5 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Prä-



- sentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

## NUKLEARMEDIZIN

**Fachprofil:** Das Fach vermittelt nuklearmedizinische Grundlagen und deren Anwendung im diagnostischen sowie therapeutischen Bereich. Der Unterricht baut auf den Grundlagen der Chemie und Strahlenphysik auf, um kernphysikalische Zusammenhänge und die Markierungs-Chemie zu verstehen. Im Vordergrund stehen aber auch die konsequente Umsetzung der Strahlenschutzverordnung sowie der Umgang mit den kranken Menschen. Dazu ist das Verständnis der entsprechenden Krankheitsbilder und nuklearmedizinischen Indikationen notwendig. Zudem ist die verantwortungsbewusste Durchführung von Qualitätskontrollen und Untersuchungstechniken wichtig, die in der Nuklearmedizin und Immunologie eine entscheidende Rolle spielen.

Der Lehrplan umfasst die Themengebiete 15 (Immunologie) und 19 (Nuklearmedizin) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

## 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1 Physikalische, messtechnische und apparative Grundlagen	24 Std.
	1.2 Herstellung und Handhabung von Radiopharmaka	<u>16 Std.</u>
		40 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

1.1 Physikalische, messtechnische und apparative Grundlagen

24 Std.

Die Schülerinnen lernen physikalische, messtechnische und apparative Grundla-

Anwendung strahlenphysikalischer Grundlagen auf die nuklearmedizinische Messtechnik

In Absprache mit Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz

gen der Nuklearmedizin kennen. Sie erarbeiten sich einen Überblick über Aufgaben der Messsysteme und der elektronischen Datenverarbeitung.

Prinzipieller Aufbau eines nuklearmedizinischen Messsystems:

- Detektorarten
- Kollimatoren

Überblick über die Geschichte der Nuklearmedizin

In Absprache mit Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz

Spezielle nuklearmedizinische Messsysteme und ihre Einsatzgebiete:

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

Führung durch eine nuklearmedizinische Abteilung

Koinzidenzprinzip erläutern

Dynamische Studien:

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

Grundlagen der rechnergestützten Bildauswertung an Einzelbeispielen

In Absprache mit Übungen zur Dokumentation und Datenverarbeitung

1.2 Herstellung und Handhabung von Radiopharmaka

16 Std.

Die Schülerinnen lernen die nuklearmedizinischen Einsatzmöglichkeiten von Radionukliden und Radiopharmaka kennen. Sie sind sich des verantwortlichen Umgangs mit radioaktiven Substanzen bewusst und beachten dabei qualitätssichernde Maßnahmen.

Gewinnung von Radionukliden

- Reaktor
- Zyklotron
- Generatorsysteme

Einsatz und Aufbau von Radionuklidgeneratoren:

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

Kontrolle auf Molybdändurchbruch, Berechnungsbeispiele

Methoden, Herstellung und Einsatzgebiete radioaktiver Pharmaka, Aktivitätsberechnungen

In Absprache mit Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz

Applikationsmengen und -formen:

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

Dokumentationspflichten:

- Radionuklidbuchführung
- Aufbewahrung von Unterlagen

Gesetzliche Vorschriften sowie Strahlenschutzverordnung beachten

## NUKLEARMEDIZIN, 2. Schuljahr

Lerngebiete:	2.1 Immunologie und radiochemische Untersuchungsmethoden	30 Std.
	2.2 In-vivo-Diagnostik, Teil 1	<u>30 Std.</u>
		60 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 2.1 Immunologie und radiochemische Untersuchungsmethoden

30 Std.

Die Schülerinnen erschließen sich die Grundlagen der Immunologie und wenden diese auf die Chemie der Markierungen und den Reaktionsablauf immunologischer Untersuchungen an. Sie erarbeiten sich Kriterien zur Beurteilung diagnostischer In-vitro-Verfahren und sind mit radiochemischen Arbeitsmethoden vertraut.

Chemische und biologische Voraussetzungen der Antigenität

Antikörper (Immunglobulin), Aufbau und Einteilung der Immunglobuline

Antigen – Antikörper – Reaktionen und Mechanismen der Immunabwehr

Chemisches Prinzip der Tracerherstellung:

- Fremdjodierung
- Isotopenaustausch
- Komplexbildner
- Markierung mit körpereigenen Blutbestandteilen und Antikörpern

Z. B. Markierung von Erythrozyten (bei der Radionuklidventrikulographie) oder Anti-Granulozyten (bei der Knochenmarkszintigraphie)

Präzipitationsreaktionen bei der Antigen-Antikörper-Komplexbildung

Trennmethoden

Spezielle Methoden der In-vitro-Diagnostik      Z. B. Radio-Immuno-Assay (RIA)

Begriffe:

- spezifische Aktivität
- Aktivitätskonzentration

Auf nicht-immunologische Methoden hinweisen, z. B. Isotopen-Verdünnungsanalysen

Gesetzliche Vorschriften der Qualitätssicherung

## 2.2 In-vivo-Diagnostik, Teil 1

30 Std.

Die Schülerinnen sind sich der Vorschriften für den verantwortungsvollen Umgang mit Patienten bewusst und lernen biokinetische Grundbegriffe nuklearmedizinischer Diagnosemethoden kennen. Sie erarbeiten sich die wichtigsten Diagnoseverfahren in der Nuklearmedizin und beurteilen dabei ihre spezifischen Arbeitsaufgaben.

Information des Patienten vor der Applikation

Auf die Vorschriften der Strahlenschutzverordnung und die berufsrelevanten Richtlinien in der Medizin verweisen

Strahlenanamnese

Physikalische, biologische und effektive Halbwertszeiten (HWZ)

Am Beispiel des Radiojod-Zweiphasen-Tests mit Jod-131 erklären

Methoden der nuklearmedizinischen Diagnostik unter den Gesichtspunkten:

- Indikationsstellung

- Vorbereitung des Patienten
- appliziertes Nuklid und Aktivität
- chemische Form und Verteilungsmuster des Radiopharmakons im Patienten
- Untersuchungsablauf

Beurteilung des Untersuchungsergebnisses für die Standarduntersuchungen an Skelett, Schilddrüse, Lunge, Niere, Leber und Milz

## NUKLEARMEDIZIN, 3. Schuljahr

Lerngebiete:	3.1 In-vivo-Diagnostik, Teil 2	24 Std.
	3.2 Qualitätskontrolle	8 Std.
	3.3 Therapie mit radioaktiven Arzneimitteln	<u>8 Std.</u>
		40 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 3.1 In-vivo-Diagnostik, Teil 2

24 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten sich spezielle Diagnoseverfahren in der Nuklearmedizin und beurteilen dabei ihre Arbeitsaufgaben.

Methoden der nuklearmedizinischen Diagnostik unter den Gesichtspunkten

- Indikationsstellung
- Vorbereitung des Patienten
- appliziertes Nuklid und Aktivität
- chemische Form und Verteilungsmuster des Radiopharmakons im Patienten

Abschätzen der Strahlenbelastung von Patient und Personal bei den verschiedenen Untersuchungsmethoden; Kontraindikation erläutern

Unterscheiden der Diagnoseverfahren bei Untersuchungen am

- zentralen Nervensystem
- Herz-Kreislauf-System
- hämatogenen System
- lymphatischen System
- Verdauungssystem
- Immunsystem

Auf andere Verfahren verweisen: Wertigkeit nuklearmedizinischer Untersuchungen, z. B. Elektrokardiographie, Echokardiographie, Magnetresonanztomographie



Spezialverfahren:

- Single-Photonen-Emissions-Computer-Tomographie (SPECT)
  - Datenerfassung, Rekonstruktion, Datenfilterung, klinischer Einsatz
- Positronen-Emissions-Tomographie (PET)
  - Grundlagen der Tracer-Chemie an Desoxy-Glukose mit Fluor-18
  - Grundlagen der Pathophysiologie
  - exemplarische Untersuchungen: Glukosestoffwechsel des Gehirns, der Tumorzelle, Darstellung von vitalem/avivalem Herzmuskelgewebe

Einsatzmöglichkeiten von SPECT und PET auf die Diagnoseverfahren übertragen

Bildbeispiele der verschiedenen Untersuchungen

### 3.2 Qualitätskontrolle

8 Std.

Die Schülerinnen lernen die qualitätssichernden Maßnahmen für die Nuklearmedizin kennen. Sie beachten die gesetzlichen Vorschriften.

Ständige Rechenkorrekturen

- Untergrundeffekt
- Kalibriermethoden

Auf Umgebungs- und Geräteabhängigkeit des Untergrunds sowie die Abhängigkeit der Untergrundkorrektur von der Untersuchungstechnik verweisen

Methoden der Qualitätssicherung bei Strahlungsmessgeräten im Labor, der Radiopharmakaherstellung sowie der Gammakamera

Kontrolle von Untergrund, Arbeitsspannung, Homogenität, Linearität, Ortsauflösung, Ausbeute, Center-of-Rotation bei SPECT

Demonstration von Aufnahmen, z. B. Photomultiplierausfall, Aufnahmen vor und nach Rechnerausgleich für Flachfeld- und Linearitätsphantome, Artefakte

Die Durchführung der qualitätssichernden Maßnahmen

---

erfolgt in den Übungen zur Nuklearmedizin

### 3.3 Therapie mit radioaktiven Arzneimitteln

8 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten sich einen Einblick in die Therapie mit radioaktiven Arzneimitteln sowie der dosimetrischen Grundlagen.

Biokinetik  
Berechnungsgrundlagen  
Erfassung der therapielevanten Parameter

Wiederholung der strahlenbiologischen Grundlagen und Indikationen in Absprache mit Strahlentherapie  
Z. B. Berechnung der zu applizierenden Aktivität bei Schilddrüsenerkrankungen

Methoden der Therapie mit offenen radioaktiven Präparaten bei benignen und malignen Erkrankungen

Besichtigen einer Therapiestation  
Z. B. Antikörpertherapien, Schilddrüsentherapien, Radiosynoviorthesen aufgreifen

## STRAHLENPHYSIK, DOSIMETRIE UND STRAHLENSCHUTZ

**Fachprofil:** Das Fach Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz vermittelt grundlegendes Wissen für die Röntgendiagnostik, die Nuklearmedizin und die Strahlentherapie. Es zeigt die Zusammenhänge der Erzeugung und der Anwendung von ionisierender Strahlung, wobei stets die Belange des praktischen Strahlenschutzes zu berücksichtigen sind. Des Weiteren entwickeln die Schülerinnen die Fähigkeit, technische Neuentwicklungen zu verstehen und fortzuschreiben. Dies ist bei dem rasanten technischen Fortschritt für das spätere Arbeitsleben unbedingt notwendig.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 20 (Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

## 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1 Medizinisch verwendete Strahlenarten	45 Std.
	1.2 Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie	<u>15 Std.</u>
		60 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

1.1 Medizinisch verwendete Strahlenarten

45 Std.

Die Schülerinnen erhalten einen Einblick in die Verknüpfungen der Strahlenphysik mit den Fachgebieten der medizinischen

Überblick über die Fachgebiete  
Strahlungsquellen:

Gliederung und die wichtigsten Fachgebiete erarbeiten

Strahlenanwendung. Sie entwickeln ein realistisches Verständnis für die Notwendigkeit des Strahlenschutzes und die Anwendung angemessener Maßnahmen. Sie kennen den prinzipiellen Aufbau von Atomen. Sie unterscheiden die unterschiedlichen Strahlungsarten und die verschiedenen Möglichkeiten ihrer Erzeugung.

- Röntgenröhre
- medizinische Beschleuniger
- Radionuklide

Ionisierende Strahlung, Strahlenschutzmaßnahmen und Strahlenschutzmittel in den Fachgebieten

- Diagnostische Radiologie
- Nuklearmedizin
- Strahlentherapie

Aufbau von Atomkern und Atomhülle:

- Eigenschaften der Atombausteine:
  - . Masse
  - . Größe
  - . elektrische Ladung
- Bindungsenergien

Einordnung der ionisierenden und nicht ionisierenden Strahlung in die Energieskala

Äquivalenz von Masse und Energie

Erzeugung von Röntgenstrahlung in der Röntgenröhre:

- Prinzip der Röntgenröhre:

Halbwertszeit (HWZ)

Einige wichtige Radionuklide und ihre Herkunft benennen lassen

Auf Abteilungsbesuche in Absprache mit Diagnostischer Radiologie, Nuklearmedizin und Strahlentherapie zurückgreifen

Wichtigkeit der gesetzlichen Regelungen zum Strahlenschutz hervorheben

In Absprache mit Chemie und Biochemie

Zusammenhang zwischen Bindungsenergien und Energie ionisierender Strahlung erläutern

Umrechnungen von Energie in Ruhemasse der Atombausteine

In Absprache mit Diagnostische Radiologie

- . 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      Z. B. Hochfrequenz- und Hochspannungserzeugung
- Sicherheitsprobleme und -maßnahmen
- Strahlenschutz an Beschleunigern

Phänomene stabiler und instabiler Kerne:

- Neutronen-Protonen-Gleichgewicht
- natürliche und künstliche Radioaktivität
- Aufbau der Nuklidkarte

In Absprache mit Übungen zur Nuklearmedizin

Arten der Kernumwandlung:

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

Beispiele der klinisch relevanten sowie wichtiger natürlicher Radionuklide aufgreifen; besonderen Wert auf die eventuellen Zerfallsprodukte und Folgezerfälle (PET = Positronen-Emissions-Tomographie) legen. Energiespektren der unterschiedlichen Zerfälle (diskret, kontinuierlich) für jede Zerfallsart darstellen

- innere Konversion  
einschließlich der Auswirkungen auf die Hülle  
der jeweiligen Atome

Zerfallsgesetz  
Definition der Aktivität  
Metastabile Zustände von Atomkernen

Berechnungen und grafische Darstellungen in Absprache mit Übungen zur Nuklearmedizin

## 1.2 Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie

15 Std.

Die Schülerinnen beschreiben die Wechselwirkungen zwischen ionisierender Strahlung und Materie.

Wechselwirkung von Korpuskularstrahlung mit Materie

Ionisationsdichte erläutern

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

Reichweiten verschiedener Teilchen erläutern

Wechselwirkung von Photonenstrahlung mit Materie:

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

Hinweis auf die dominierenden Wechselwirkungsmechanismen in der Röntgendiagnostik und der perkutanen Strahlentherapie in Abhängigkeit von der Photonenenergie und dem bestrahlten Material  
Am Beispiel des Billardspiels erläutern  
Hinweis, dass Röntgenstrahlung auch beim Auftreffen von  $\beta$ -Teilchen aus radioaktivem Zerfall auf schwere Absorber entstehen kann  
Abhängigkeit der Absorption und Schwächung von Photonenenergie, Ordnungszahl und Dichte des Absorbers qualitativ erläutern  
Problematik der Streustrahlung im Strahlenschutz an-

sprechen

Vorschriften zur Grundfilterung diagnostisch verwendeter Röntgenstrahlungen beachten

Sekundärprozesse bei der Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie:

- Anregung
- Lumineszenz
- chemische Wirkung

Technische Beispiele aufgreifen, die auf diesen Effekten beruhen

## STRAHLENPHYSIK, DOSIMETRIE UND STRAHLENSCHUTZ, 2. Schuljahr

Lerngebiete:	2.1 Strahlungsnachweis	15 Std.
	2.2 Dosisgrößen und Messprinzipien	<u>25 Std.</u>
		40 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 2.1 Strahlungsnachweis

15 Std.

Die Schülerinnen erwerben Einsicht in die Prinzipien des Strahlungsnachweises.

Ausnutzen der Wechselwirkungen zum Nachweis von Strahlung

Korrelation zwischen Wechselwirkung und Detektor herstellen  
Bei den Detektoren Bauformen und bevorzugte Einsatzmöglichkeiten behandeln

Aufbau und Wirkungsweise von Messsystemen:

- Ionisationskammern
- Zählrohre
- Halbleiterdetektoren
- Thermolumineszenzdosimeter
- Szintillationszähler
- fotografischer Film

In Absprache mit Übungen im Strahlenschutz und in der Dosimetrie, Nuklearmedizin sowie Übungen zur Nuklearmedizin

Methoden und Anwendungsbereiche der Signalverarbeitung

Auf die Bedeutung der Messgeräte im klinischen Einsatz und im Strahlenschutz eingehen



## 2.2 Dosisgrößen und Messprinzipien

25 Std.

Die Schülerinnen definieren die Dosisgrößen und beurteilen den Einfluss von Strahlungsart, Strahlungsqualität und Strahlungsgeometrie auf die Dosisverteilung im Patienten. Sie kennen Messaufgaben und Messprinzipien, die in der klinischen Dosimetrie und im Strahlenschutz angewendet werden.

Physikalische Dosisgrößen und Strahlenschutzgrößen und zugehörige Einheiten

Auf einschlägige Normen und die dortigen Definitionen hinweisen

Auf die Herkunft der Wichtungsfaktoren eingehen  
Alte, bisher gebräuchliche Einheiten erwähnen, Umrechnungsmöglichkeiten angeben

Beschreibung von Dosisverteilungen und ihr Zustandekommen für die unterschiedlich verwendeten Strahlenarten

Beispiele aus der klinischen Dosimetrie heranziehen und dabei vorzugsweise die an der Ausbildungsstätte verwendeten Strahlenarten und -qualitäten berücksichtigen

Messaufgaben und Messprinzipien in der Strahlentherapie

Messaufgaben und Messprinzipien in der Nuklearmedizin und diagnostischen Radiologie:

Auf die unterschiedliche Eignung der Messprinzipien entsprechend der Fragestellung eingehen; Geräteausstattung berücksichtigen

- Aktivität
- Energiespektren
- charakteristische Dosisgrößen
- Strahlenschutz für Personen und Arbeitsbereiche

## STRAHLENPHYSIK, DOSIMETRIE UND STRAHLENSCHUTZ, 3. Schuljahr

Lerngebiete:	3.1 Strahlenwirkungen und Strahlenschutz	20 Std.
	3.1 Spezielle Verfahren	10 Std.
	3.2 Projektlerngebiet	<u>10 Std.</u>
		40 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
3.1 Strahlenwirkungen und Strahlenschutz		20 Std.
Die Schülerinnen haben Einsicht in die biologischen Wirkungen unterschiedlicher Strahlung. Sie kennen die Erfordernisse und gesetzlichen Regelungen des Strahlenschutzes.	<p>Künstliche und natürliche Strahlenexposition sowie biologische Strahlenwirkungen</p> <p>Dosisgrenzwerte</p> <p>Vorschriften und ihre Bedeutung für den Strahlenschutz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Röntgenverordnung</li> <li>– Strahlenschutzverordnung</li> <li>– Normen und internationale Regelungen</li> </ul> <p>Grundsätze des praktischen Strahlenschutzes</p>	<p>Typische Körperdosen bei verschiedenen radiologischen Anwendungen abschätzen und daraus die „Effektive Dosis“ berechnen</p> <p>Fraktionierte Bestrahlung aufgreifen</p> <p>Bedeutung der Qualitätskontrolle für die medizinische Anwendung und den Strahlenschutz herausarbeiten</p> <p>In Absprache mit Nuklearmedizin und Übungen zur Nuklearmedizin; auch auf Lagerung und Entsorgung radioaktiver Stoffe eingehen</p>

## 3.2 Spezielle Verfahren

10 Std.

Die Schülerinnen erhalten Einsicht in die physikalischen Grundlagen neuerer Techniken in den verschiedenen Teilbereichen.

Aktuelle Entwicklungen

- in der Diagnostik, z. B. bei
  - . CT-Techniken
  - . MRT-Techniken
  - . digitalen Aufnahmetechniken
  - . Positronen-Emissions-Tomographie (PET)
- bei Therapien, z. B. bei
  - . Protonentherapie
  - . Neutronentherapie
  - . Schwerionentherapie

## 3.3 Projektlerngebiet

10 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

## ÜBUNGEN ZUR ERSTEN HILFE

**Fachprofil:** Die Schülerinnen lernen als Ersthelfer eigenständig tätig zu werden und können Ärzte sowie Rettungsassistenten in Notfallsituationen unterstützen.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 12 (Erste Hilfe) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

### 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1 Ziele, Grundsätze und rechtliche Aspekte der Ersten Hilfe	4 Std.
	1.2 Durchführung von Erste-Hilfe-Maßnahmen	<u>16 Std.</u> 20 Std.

---

### LERNZIELE

### LERNINHALTE

### HINWEISE ZUM UNTERRICHT

---

1.1 Ziele, Grundsätze und rechtliche Aspekte der Ersten Hilfe

4 Std.

Die Schülerinnen erfassen die Bedeutung einer sach- und situationsgerechten Ersten Hilfe und kennen die einschlägigen rechtlichen Regelungen sowie die Ziele und Organisation der Ersten Hilfe.

Rechtliche und ethische Verpflichtung zur Hilfeleistung

Erläuterung des § 323 StGB

Rechtliche Situation und Folgen bei Schäden durch Erste Hilfe für Helfer und Betroffene

Ziele der Ersten Hilfe bei Notfällen:

---

- Kontrolle lebensbedrohender Zustände durch Sofortmaßnahmen
- Verhinderung weiterer Schäden
- Alarmierung von professionellen Hilfskräften

## Grundsätze der Ersten Hilfe:

- Sichten
- an der konkreten Situation ausgerichtetes Handeln
- zielgerichtetes Verhalten am Unfallort, z. B. Hinweis auf mögliche Gefährdungen durch Aids und mögliche Gefährdung beachten, Bergungstechnik beherrschen

## Bedeutung und Gliederung der Rettungskette

## 1.2 Durchführung von Erste-Hilfe-Maßnahmen

16 Std.

Die Schülerinnen wenden Erste-Hilfe-Maßnahmen sach- und situationsgerecht an.

Erkennen von Gesundheitsgefahren, die Erste-Hilfe-Maßnahmen notwendig machen, z. B. durch

- Störungen des Bewusstseins und epileptische Anfälle
- Störungen der Atmung
- Störungen des Herz-Kreislauf-Systems
- Verletzungen (Wunden, Knochenverletzungen)
- Verstrahlungen

Die einzelnen Erste-Hilfe-Maßnahmen sollen am geeigneten Phantom eingeübt und soweit wie möglich auch durch Partnerübungen ergänzt werden. Bergegriffe, stabile Seitenlage, Herzdruckmassage, Atemspende einüben. Den Inhalt eines Standard-Erste-Hilfe-Kastens besprechen und zeigen. Die Zwischenfälle können anhand von Fallbeispielen vorgestellt und die erforderlichen Maßnahmen im Unterrichtsgespräch und in Gruppenarbeit abgeleitet werden.

- Vergiftungen
- Verätzungen
- Verbrennungen
- Fremdkörper
- Schockzustände

## ÜBUNGEN ZUR PHYSIK

**Fachprofil:** Die Übungen zur Physik vermitteln die Fähigkeit, selbstständig Messungen durchzuführen, auszuwerten, in geeigneter Form darzustellen und Messfehler zu bestimmen. Der grundlegende Ablauf einer Versuchsdurchführung ist stets zu beachten. Die Versuche sind dabei so zu gestalten, dass alle möglichen Messfehler bestimmt werden können, um den Schülerinnen deutlich zu machen, dass es keine Messung ohne Fehler gibt. Die Schülerinnen beurteilen die Versuchsergebnisse kritisch.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 5 (Physik) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

### 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1 Quantitatives experimentelles Arbeiten	75 Std.
	1.2 Projektlerngebiet	<u>5 Std.</u>
		80 Std.

---

### LERNZIELE

### LERNINHALTE

### HINWEISE ZUM UNTERRICHT

1.1 Quantitatives experimentelles Arbeiten

75 Std.

Die Schülerinnen erschließen sich selbstständig die für die Durchführung der Versuche notwendigen theoretischen Grundlagen und analysieren die zu erwartenden Einflussgrößen. Sie machen sich mit dem

Versuche und Aufgabenstellungen:

- Mechanik, z. B.
  - . lineare Bewegungen
  - . Drehbewegungen
  - . Schwingungen

Aufbau der Versuche vertraut. Sie führen die Messungen unter Beachtung der nötigen Sicherheitsvorschriften selbstständig durch und dokumentieren ihre Ergebnisse. Sie werten die Aufgaben quantitativ aus, bestimmen die Messfehler und unterscheiden zwischen systematischen und statistischen Fehlern.

- Wärmelehre, z. B.
  - . spezifische Wärmekapazität
  - . ideales Gasgesetz
- Elektrizitätslehre, z. B.
  - . elektrischer Widerstand von Metallen
  - . Umgang mit Spannungs- und Strommessgeräten
  - . Umgang mit dem Oszilloskop
- Optik, z.B.
  - . Linsen
  - . Mikroskop
  - . Fernrohr
  - . Gitter-, Prismenspektralapparat

Physikalisches Teilgebiet der Aufgabenstellung herausarbeiten und eingrenzen	Schülerinnen eine Literaturliste anbieten
Funktionsweise der benötigten Geräte	Bedienungsanleitungen und Sicherheitshinweise beachten
Auswertung von Einzel- und Serienmessungen	Umrechnen der Einheiten
Wahl der grafischen Auswertung/Darstellung	Achsenbeschriftung und Nullpunktunterdrückung beachten; grafische Darstellungen linearisieren
Mittelwertbestimmung	Überprüfung von Messgrößen mit Literaturwerten
Fehlerbestimmung der Messgröße	Fehlerfortpflanzung bei zusammengesetzten Größenbestimmungen, statistische Fehler bei Mehrfachmessungen



Kritik an der Versuchsdurchführung

Optimierungsvorschläge zur Fehlerreduzierung erarbeiten

## 1.2 Projektlerngebiet

5 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

## ÜBUNGEN ZUR CHEMIE UND BIOCHEMIE

**Fachprofil:** Im Fach Übungen zur Chemie und Biochemie bekommen die Schülerinnen einen Einblick in die Aufgabenstellungen und Arbeitsmethoden im chemischen Labor. Sie erlernen den Umgang mit Laborgeräten und Chemikalien, wobei besonderes Augenmerk auf die Einhaltung der Bestimmungen des Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutzes gelegt wird. Durch das selbstständige Arbeiten der Schülerinnen im Labor werden die in der Theorie erworbenen Kenntnisse gefestigt und vertieft; eine enge Zusammenarbeit der verantwortlichen Lehrkräfte ist von großer Wichtigkeit.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 8 (Chemie und Biochemie) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

### 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1 Analysemethoden im chemischen Labor	36 Std.
	1.2 Projektlerngebiet	<u>4 Std.</u>
		40 Std.

### LERNZIELE

### LERNINHALTE

### HINWEISE ZUM UNTERRICHT

1.1 Analysemethoden im chemischen Labor

36 Std.

Die Schülerinnen erlernen den Umgang mit gebräuchlichen Laborgeräten. Sie erkennen die Grundlagen der Isolierung von Stoffen und führen ausgewählte Trennme-

Umgang mit Chemikalien, Geräten und Labor-einrichtungen

Maßnahmen zur sach- und umweltgerechten

thoden durch. Die Schülerinnen kennen die Vorschriften des Arbeits- und Gesundheitsschutzes im chemischen Labor und halten sie ein. Sie erwerben Kenntnisse über die Grundlagen ausgewählter Analysemethoden. Sie führen qualitative Analysen selbstständig durch und werten diese aus. Sie erkennen die Bedeutung der quantitativen Analyse in der Klinischen Chemie. Sie bestimmen selbstständig den Gehalt an Säuren und Basen durch Säure-Base-Titrationsen. Sie führen pH-Wert-Messungen durch und können den pH-Wert ausgewählter Lösungen abschätzen.	Entsorgung	
	Pipettierübungen	Die in Übungen zur Nuklearmedizin verwendeten Pipetten aufgreifen
	Herstellen verschiedener Arten von Mischungen	Begriffe heterogene und homogene Mischungen an Beispielen erklären Auf Lösungen als homogene Mischungen hinweisen
	Trennverfahren	Verschiedene Trennverfahren durchführen, z. B. Dekantieren, Filtrieren, Destillieren, Extrahieren
	Ausgewählte Methoden der qualitativen Analyse:	
	– spektroskopische Methoden	Flammenfärbung, Fällungs- und Farbreaktionen zum Nachweis von Kationen und Anionen durchführen
	– chemische Nachweisreaktionen	Einfache Nachweise ungesättigter organischer Verbindungen
	Ausgewählte Methoden der quantitativen Analyse:	
	– gravimetrische Bestimmungen	
	– Säure-Base-Titrationsen:	
	. Gehaltsberechnungen	Mehrere Bestimmungen mit starken und schwachen Säuren durchführen; Auswahl geeigneter Indikatoren
	. Titrationskurven	
	– pH-Wert-Messungen	

## 1.2 Projektlerngebiet

4 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

(eines Fallbeispiels)

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

## ÜBUNGEN ZUR DOKUMENTATION UND DATENVERARBEITUNG

**Fachprofil:** Die Schülerinnen erlernen und üben anhand ausgewählter Themen den Umgang mit Datenverarbeitungsanlagen und sind in der Lage, berufsrelevante Aufgabenstellungen selbstständig und korrekt durchzuführen. Im Vordergrund stehen dabei der Praxisbezug und die sich schnell verändernden technischen Neuerungen.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 7 (EDV und Dokumentation) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

### 2. Schuljahr

<b>Lerngebiete:</b>	2.1 Aufbau und Bedienung einer Datenverarbeitungsanlage	20 Std.
	2.2 Durchführung und Dokumentation berufsrelevanter Aufgabenstellungen	36 Std.
	2.3 Projektlerngebiet	<u>4 Std.</u>
		60 Std.

### LERNZIELE

### LERNINHALTE

### HINWEISE ZUM UNTERRICHT

2.1 Aufbau und Bedienung einer Datenverarbeitungsanlage

20 Std.

Die Schülerinnen erkennen den grundsätzlichen Aufbau eines Computersystems und die mögliche Anpassung an berufsbezogene Erfordernisse. Die Bedienung dieser Computersysteme wird praktisch eingeübt

Aufbau und Bedienung verschiedener Hardwarekomponenten  
Bedienung von Betriebssystemen

Unterschiede und Gemeinsamkeiten im Aufbau und der Bedienung der Computersysteme der einzelnen Fachbereiche: Diagnostik, Nuklearmedizin, Strahlentherapie sowie Dosimetrie und Strahlenschutz sind dabei zu vermitteln.

und vertieft.

Datei- und Ordnerverwaltung

## 2.2 Durchführung und Dokumentation berufsrelevanter Aufgabenstellungen

36 Std.

Die Schülerinnen lernen berufsbezogene Aufgaben sachgerecht mit entsprechenden Anwenderprogrammen zu lösen.

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

Die Übungen können sowohl an allgemeiner Software als auch an speziellen berufsbezogenen Programmen durchgeführt werden.

Verbindung zu Messwerten aus der Dosimetrie und Qualitätskontrolle aller Fachbereiche herstellen

## 2.3 Projektlerngbiet

4 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Prä-

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

- sentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

## ÜBUNGEN IM STRAHLENSCHUTZ UND IN DER DOSIMETRIE

**Fachprofil:** Die Übungen im Strahlenschutz und in der Dosimetrie knüpfen an berufstypischen Situationen an und vertiefen die erworbenen Kenntnisse aus dem theoretischen Unterricht.  
Die selbstständige, fachgerechte und genaue Arbeitsweise der Schülerinnen bei der Planung, Durchführung und Auswertung einschließlich der Dokumentation dosimetrischer Versuche und die Beachtung und Anwendung der Strahlenschutzvorschriften stehen im Vordergrund. Diese Versuche zeigen den Schülerinnen die geometrische Dosisverteilung auf. Die Schülerinnen entwickeln ein ausgeprägtes Bewusstsein für den Strahlenschutz von Patienten und Personal.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 20 (Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

### 2. Schuljahr

Lerngebiete:	2.1 Messungen in der Nuklearmedizin und in der Röntgendiagnostik	40 Std.
	2.2 Klinische Dosimetrie für Radioonkologie, Teil 1	<u>40 Std.</u>
		80 Std.

### LERNZIELE

### LERNINHALTE

### HINWEISE ZUM UNTERRICHT

2.1 Messungen in der Nuklearmedizin und in der Röntgendiagnostik		40 Std.
--	--	---------

Die Schülerinnen lernen, Messungen in der Nuklearmedizin einschließlich grund-	Messungen in der Nuklearmedizin: – Identifizierung eines unbekanntes Nuklids	In Absprache mit Übungen zur Nuklearmedizin
--	---	---



<p>legender Strahlenschutzmessungen durchzuführen, und interpretieren die daraus resultierenden Ergebnisse. Sie führen Dosismessungen und grundlegende Strahlenschutzmessungen in der Röntgendiagnostik nach den Richtlinien der Qualitätssicherung durch.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aktivitätsbestimmung unter Verwendung des Bohrlochs</li> </ul> <p>Strahlenschutzmessungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Abschätzen der möglichen Strahlenexposition für Mitarbeiter aus den ermittelten Messwerten</li> <li>– Messung der Wirkung von Strahlenschutzmaßnahmen in Abhängigkeit von z. B. Strahlenart und Strahlenqualität, Abstand, Abschirmungsmaterial und -dicke</li> </ul>	<p>Z. B. Dosismessungen an nuklearmedizinischen Therapiepatienten demonstrieren und erörtern</p>
	<p>Dosismessungen in der Röntgendiagnostik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Eintritts- und Austrittsdosen</li> <li>– Dosisleistungen bei Durchleuchtung</li> <li>– Dosiswerte in der Bildauffangebene</li> <li>– Flächendosisprodukt</li> </ul> <p>Strahlenschutzmessungen Messungen von Ortsdosisleistungen und Ortsdosen</p>	<p>Dabei können auch Messungen aus Abnahmeprüfungen nachvollzogen werden</p>
<p>2.2 Klinische Dosimetrie für Radioonkologie, Teil 1</p>	<p>Anwendung von Ionisationsdosimetern in der Strahlentherapie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Auswahl der für eine Messaufgabe geeigneten Kammer</li> </ul>	<p>40 Std.</p> <p>Erläuterung der Thermolumineszenzdosimeter (TLD) bei einer Besichtigung oder bei Demonstrationsversuchen</p>
<p>Die Schülerinnen führen selbstständig klinisch wichtige Messaufgaben unter Beachtung aller Strahlenschutzmaßnahmen durch. Dabei lernen sie den Umgang mit</p>		

gebräuchlichen Dosimetern. Die Plausibilität der Messergebnisse wird überprüft. Sie verstehen, welche Bedeutung die Dosimetrie für die strahlentherapeutische Anwendung ionisierender Strahlen hat.

- Überprüfung der Funktionstüchtigkeit und aktuellen Empfindlichkeit
- Handhabung eines tragbaren Dosismessgeräts

Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation klinischer Messaufgaben im Bereich der Strahlentherapie

Durchführen der Übungen in kleinen Gruppen

Bestimmungen von

- Strahlungsqualitäten
- Halbwertschichtdicken
- Kenndosisleistungen
- Rückstreufaktoren
- Tiefendosisverläufen
- Querprofilen

## ÜBUNGEN IM STRAHLENSCHUTZ UND IN DER DOSIMETRIE, 3. Schuljahr

Lerngebiete: 3.1 Klinische Dosimetrie für Radioonkologie, Teil 2 40 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

3.1 Klinische Dosimetrie für Radioonkologie, Teil 2

40 Std.

Die Schülerinnen führen selbstständig klinisch wichtige Messaufgaben unter Beachtung aller Strahlenschutzmaßnahmen durch. Dabei lernen sie den Umgang mit gebräuchlichen Dosimetern. Die Plausibilität der Messergebnisse wird überprüft. Sie verstehen, welche Bedeutung die Dosimetrie für die strahlentherapeutische Anwendung ionisierender Strahlen hat.

Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation klinischer Messaufgaben im Bereich der Strahlentherapie

Weitere Bestimmungen von

- Strahlungsqualitäten
- Halbwertschichtdicken
- Kenndosisleistungen
- Rückstreufaktoren
- Tiefendosisverläufen
- Querprofilen

Durchführen der Übungen in kleinen Gruppen

## ÜBUNGEN ZUR DIAGNOSTISCHEN RADIOLOGIE

**Fachprofil:** Den Schülerinnen werden umfassende und fachbezogene Wissensinhalte vermittelt, die sich sowohl auf die routinemäßigen Untersuchungsmöglichkeiten als auch auf die sich immer schneller entwickelnden neuen digitalen Technologien beziehen. Eine enge Verzahnung zwischen den Fächern Bildverarbeitung, Übungen zur Bildverarbeitung und Diagnostische Radiologie ist unerlässlich. Dabei darf nicht außer Acht gelassen werden, dass trotz modernster Technologien der Patient im Mittelpunkt steht.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 17 (Radiologische Diagnostik und andere bildgebende Verfahren) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

### 1. Schuljahr

Lerngebiete: 1.1 Radiologische Einstelltechniken, Teil 1 240 Std.  
240 Std.

---

#### LERNZIELE

#### LERNINHALTE

#### HINWEISE ZUM UNTERRICHT

---

1.1 Radiologische Einstelltechniken,  
Teil 1

240 Std.

Die Schülerinnen erwerben einen Überblick über die unterschiedlichen Untersuchungsmethoden in der diagnostischen Radiologie. Sie erwerben Fertigkeiten der technischen Durchführung einer Röntgen-

Tätigkeitsbereich der medizinisch-technischen Radiologieassistentinnen in einer diagnostischen Abteilung

Demonstration von verschiedenen Untersuchungen, z. B. anhand von Bildern und Videos

Routine- und Spezialeinstellungen am

Unterschiedliche Röntgenaufnahmen demonstrieren

---

aufnahme. Sie erlernen und unterscheiden die verschiedenen anatomischen Strukturen und Ebenen, Strahlengangrichtungen und Projektionen. Sie erfassen die unterschiedliche Auswirkung in der Bildgebung. Sie erlernen die routinemäßigen Einstelltechniken der konventionellen Radiologie, die sachgerechte Dokumentation, Aufzeichnung und Archivierung von Röntgenaufnahmen unter Beachtung der rechtlichen Vorgaben und setzen die theoretisch erworbenen Kenntnisse in die Praxis um.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– gesamtes Skelett</li> <li>– Thorax</li> <li>– Abdomen</li> </ul>	Verschiedene Fehltaufnahmen demonstrieren
	und Erkennen wichtiger anatomischer Strukturen, Beurteilen der Bildqualität, Durchführen von Fehleranalysen, Benennen der Kriterien einer gut eingestellten Aufnahme	
	Anatomische Ebenen, z. B. Frontal-, Sagittal-, Transversal- oder Axialebene	Demonstration an Röntgenbildern, Skizzen oder am Skelett
	Strahlengangrichtungen, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>– a. p./p. a.</li> <li>– senkrechte und schräge Positionen</li> </ul>	a. = anterior, p. = posterior
	Lagebezeichnung, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>– distal – proximal</li> <li>– cranial – caudal</li> <li>– volar – plantar</li> </ul>	
	Richtige Buchstabenlegung	Hinweis auf DIN-Normen und auf Konsequenzen für den Patienten bei Fehlern aufmerksam machen
	Bedeutung einer stabilen und schmerzfreien Lagerung	Üben an Mitschülerinnen und am Phantom
	Beurteilung der Bildqualität, Durchführung von Fehleranalysen und Wiederfinden wichtiger anatomischer Strukturen, Benennung der Kriterien einer gut eingestellten Aufnahme	Unterschiedliche Röntgenaufnahmen demonstrieren Verschiedene Fehltaufnahmen demonstrieren

Beachtung z. B.

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

Auf verschiedene Anwendungs- und Fehlermöglichkeiten bei der Handhabung hinweisen

Auf Konsequenzen für den Patienten bei Fehlern aufmerksam machen

Digitale Systeme in Absprache mit Diagnostische Radiologie

Beachtung verschiedener rechtlicher Vorgaben:

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

Hinweis auf Leitlinien der Bundesärztekammer, European Guidelines und Röntgenverordnung und ihre Richtlinien, wobei auf die Röntgenverordnung in Strahlenphysik genauer eingegangen wird

In Absprache mit Übungen zur Bildverarbeitung

Beachtung der Grundlagen und verschiedener Besonderheiten, z. B. aus der

- Pädiatrie
- Orthopädie
- Chirurgie (polytraumatisierte Patienten)
- Onkologie

Unterschiedliche Röntgenaufnahmen demonstrieren und auf unterschiedliche Pathologien hinweisen

Auf spezielle Einstelltechniken und den besonderen Strahlenschutz in der Pädiatrie eingehen

## ÜBUNGEN ZUR DIAGNOSTISCHEN RADIOLOGIE, 2. Schuljahr

Lerngebiete:	2.1 Radiologische Einstelltechniken, Teil 2	75 Std.
	2.2 Mammographie	15 Std.
	2.3 Kontrastmittelsuchungen	10 Std.
	2.4 Digitale Radiologie, Teil 1	<u>20 Std.</u>
		120 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

2.1 Radiologische Einstelltechniken,  
Teil 2

75 Std.

Die Schülerinnen wiederholen und festigen unter Berücksichtigung der qualitätssichernden Maßnahmen die Durchführung der Standard- und Spezialaufnahmen.

Routine- und Spezialeinstellungen am

- gesamtes Skelett
- Thorax
- Abdomen

und Benennen wichtiger anatomischer Strukturen, Beurteilen der Bildqualität, Durchführen von Fehleranalysen, Benennen der Kriterien einer gut eingestellten Aufnahme

Die im ersten Schuljahr erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten gezielt festigen  
Aufnahmen unter Aufsicht am Patient und/oder am Phantom anfertigen  
Unterschiedliche Röntgenaufnahmen demonstrieren und auf unterschiedliche Pathologien hinweisen

Beachtung der Grundlagen und verschiedener Besonderheiten, z. B. aus der

- Pädiatrie
- Orthopädie
- Chirurgie (polytraumatisierte Patienten)

Auf spezielle Einstelltechniken und den besonderen Strahlenschutz eingehen

## – Onkologie

## 2.2 Mammographie

15 Std.

Die Schülerinnen erkennen die Bedeutung der Mammographie in der Radiologie und erlernen die Grundlagen und die Durchführung dieser Untersuchungstechnik unter Berücksichtigung der Leitlinien.

Besonderheiten der Mammographie:

- Technik:
  - . Weichstrahltechnik
  - . Anoden- und Filtermaterial
  - . Kompression
  - . Film-Folien-System
  - . digitale Mammographie
- Durchführung:
  - . Standardeinstellungen
  - . spezielle Einstellungen
  - . Positionierung
- . richtiger Umgang mit den Patienten
- . psychologische Aspekte vor, während und nach der Untersuchung
- . Benennen wichtiger anatomischer Strukturen, Beurteilen der Bildqualität, Durchführen von Fehleranalysen, Benennen der Kriterien einer gut eingestellten Aufnahme

Demonstration verschiedener technischer Hilfsmittel und Filmmaterialien, Vergleich zur herkömmlichen diagnostischen Radiologie

Demonstration, z. B. anhand von Videos  
 Demonstration von Aufnahmen mit Fehleranalysen; auf Pathologien eingehen  
 Üben an Mitschülerinnen und/oder am Phantom  
 Anfertigen von Standardaufnahmen am Patienten unter Aufsicht  
 Hinweis auf Konsequenzen für die Patientin/den Patienten bei nicht korrekter Durchführung  
 In Absprache mit Psychologie

Hinweis auf weitere Untersuchungsmöglichkeiten, z. B.  
 – Ultraschall  
 – MRT

Qualitätssichernde Maßnahmen:

- Leitlinien der Bundesärztekammer (BÄK)
- European Guidelines

Hinweis auf Screeningmodelle



## 2.3 Kontrastmittelsuchungen

10 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten sich einen Überblick über die verschiedenen Kontrastmitteluntersuchungen und erkennen deren Bedeutung. Sie erwerben die Fähigkeiten, diese Untersuchungen vorzubereiten, durchzuführen bzw. bei der Durchführung zu assistieren und eine korrekte Nachsorge durchzuführen. Sie verinnerlichen die Verhaltensweisen bei Kontrastmittelzwischenfällen.

Kontrastmitteluntersuchungen, z. B.

- Magen-Darm-Passage
- Phlebographie

Verschiedene Kontrastmittel und deren Wirkungsweise

Spezielle Vorbereitung der Patienten, z. B.

- bei grünem Star
- Schilddrüsenhyperthyreose
- Niereninsuffizienz

Spezielle Erste-Hilfe-Maßnahmen bei Kontrastmittelzwischenfällen

Demonstration verschiedener Bildmaterialien  
Alte Untersuchungsverfahren aufgreifen  
Hinweis auf mögliche Ansteckungsgefahr, z. B. Aids oder Hepatitis

Anschauungsmaterial verwenden

Auf besonderen Strahlenschutz für Patienten und Personal eingehen

Demonstrieren der Erste-Hilfe-Materialien

## 2.4 Digitale Radiologie, Teil 1

20 Std.

Die Schülerinnen machen sich mit den speziellen Anforderungen der digitalen Radiographie vertraut und erwerben die Fähigkeit, digitale Bilder zu erstellen bzw. digitale Untersuchungen unter Beachtung der rechtlichen Vorgaben vorzubereiten, durchzuführen und nachzuverarbeiten.

Speicherfolien- und Detektortechnik:

- technische Besonderheiten
- Handhabung
- Nachverarbeitungsmöglichkeiten

Digitale-Subtraktions-Angiographie:

- Untersuchungsvorbereitung und -ablauf

Auf verschiedene Systeme eingehen, z. B. Radiologisches Informationssystem (RIS), Picture Archiving and Communication System (PACS)

Auf die Kontrastmittel, ihre Wirkungsweise, spezifische Vorbereitung des Patienten und die Kontrastmit-

- Erstellen von Volumendatensätzen mit verschiedenen Nachverarbeitungsmöglichkeiten, z. B.
    - . Remasking
    - . Pixelshift
  - Beurteilen der Bildqualität
  - Benennen wichtiger anatomischer Strukturen
- telzwischenfälle eingehen  
Auf Unterschiede zwischen diagnostischen und therapeutischen Untersuchungen eingehen  
Hinweis auf verschiedene Interventionen  
Auf besonderen Strahlenschutz für Patienten und Personal eingehen  
Demonstration verschiedener Bildmaterialien und anderem Anschauungsmaterial, z. B. Katheter, Guides, Schleusen

## ÜBUNGEN ZUR DIAGNOSTISCHEN RADIOLOGIE, 3. Schuljahr

Lerngebiete:	3.1 Radiologische Einstelltechniken, Teil 3	90 Std.
	3.2 Digitale Radiologie, Teil 2	20 Std.
	3.3 Projektlerngebiet	<u>10 Std.</u>
		120 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

3.1 Radiologische Einstelltechniken,  
Teil 3

90 Std.

Die Schülerinnen führen die Standard- und Spezialaufnahmen unter Berücksichtigung der qualitätssichernden Maßnahmen selbstständig durch.

Routine- und Spezialeinstellungen am  
– gesamtes Skelett  
– Thorax  
– Abdomen  
und Benennen wichtiger anatomischer Strukturen, Beurteilen der Bildqualität, Durchführen von Fehleranalysen, Benennen der Kriterien einer gut eingestellten Aufnahme

Aufnahmen unter Aufsicht am Patient und/oder am Phantom anfertigen  
Unterschiedliche Röntgenaufnahmen demonstrieren und auf unterschiedliche Pathologien hinweisen

Beachtung der Grundlagen und verschiedener Besonderheiten, z. B. aus der  
– Pädiatrie  
– Orthopädie  
– Chirurgie (polytraumatisierte Patienten)

Auf spezielle Einstelltechniken und den besonderen Strahlenschutz eingehen

- Onkologie

### 3.2 Digitale Radiologie, Teil 2

20 Std.

Die Schülerinnen erwerben die Fähigkeit digitale Bilder zu erstellen bzw. digitale Untersuchungen unter Beachtung der rechtlichen Vorgaben vorzubereiten, durchzuführen und nachzuverarbeiten.

Untersuchungen mit CT:

- Vorbereitung und Ablauf der wichtigsten Untersuchungen, z. B.
  - . Thorax
  - . Abdomen
  - . Schädel
  - . Wirbelsäule
  - . Nasennebenhöhlen
- Erstellen digitaler Bilder mit verschiedenen Nachverarbeitungsmöglichkeiten, z. B.
  - . Window/Center verändern
  - . verschiedene Umrechnungen
- Beurteilen der Bildqualität
- Benennen wichtiger anatomischer Strukturen

Auf die unterschiedlichen Schnittführungen eingehen (transversal, sagittal, koronar)

Auf unterschiedliche Geräte (Einzeiler, Mehrzeiler) mit ihren Besonderheiten eingehen (Pitch, Kollimation, Increment)

Verschiedene Nachverarbeitungsmöglichkeiten demonstrieren (Bolustraking, Multi-Planare-Reformation – MPR, Volume Rendering)

Auf die Kontrastmittel (oral und intravenös), ihre Wirkungsweise, spezifische Vorbereitung des Patienten und die Kontrastmittelzwischenfälle eingehen

Strahlenschutz für Patient und Personal

Demonstration von verschiedenen Untersuchungen mittels Röntgenbilder oder am PC

Unterschiedliche Speichermedien aufgreifen

Auf pädiatrische Besonderheiten eingehen

Untersuchungen mit MRT:

- Vorbereitung und Ablauf der wichtigsten Untersuchungen, z. B.
  - . Schädel
  - . Wirbelsäule
  - . Gelenke
- Erstellen digitaler Bilder mit unterschiedli-

Hinweis auf die spezifischen Sicherheitsaspekte und Kontraindikationen

Auf die unterschiedlichen Schnittführungen und Wichtungen, abhängig von den jeweiligen Indikationen, eingehen

Unterschiedliche Kontrastmittel (oral, intravenös, positive, negative), ihre Wirkungsweise, spezielle Vorberei-

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Beurteilen der Bildqualität und Zuordnen der verschiedenen Wichtungen</li> <li>– Benennen wichtiger anatomischer Strukturen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– chen Parametern</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– tung der Patienten und Zwischenfälle ansprechen</li> <li>– Auf Vor- und Nachteile des Kernspins eingehen</li> <li>– Mit anderen Schnittbildverfahren vergleichen</li> <li>– Demonstration verschiedener Untersuchungen anhand von Aufnahmen oder am PC</li> <li>– Unterschiedliche Speichermedien einsetzen</li> </ul> |
|---|---|---|

### 3.3 Projektlerngebiet

10 Std.

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <p>Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.</p> | <p>Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)</p> <p>Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die selbstständige Arbeitsweise</li> <li>– die Ausrichtung auf die Zielgruppe</li> <li>– der fächerübergreifende Aspekt der Thematik</li> <li>– die Einbeziehung von Praxiserfahrungen</li> <li>– die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse</li> <li>– eine abschließende Ergebnisdiskussion</li> </ul> | <p>Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten</p> |
|--|---|--|

## ÜBUNGEN ZUR NUKLEARMEDIZIN

**Fachprofil:** Im Mittelpunkt des Unterrichts stehen fachbezogene praktische Übungen. Die Schülerinnen erarbeiten sich den verantwortungsvollen Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen und Radiopharmaka unter Berücksichtigung der Strahlenschutzverordnung. Die Schülerinnen lernen die Bedienung moderner Geräte einer nuklearmedizinischen Abteilung sowie den verantwortungsvollen Umgang mit kranken Menschen.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 19 (Nuklearmedizin) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

### 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1 Messtechnische und apparative Grundlagen	60 Std.
	1.2 Radiopharmaka und In-vitro-Diagnostik	55 Std.
	1.3 Projektlerngebiet	<u>5 Std.</u>
		120 Std.

### LERNZIELE

### LERNINHALTE

### HINWEISE ZUM UNTERRICHT

#### 1.1 Messtechnische und apparative Grundlagen

60 Std.

Die Schülerinnen erwerben physikalische, messtechnische und apparative Grundlagen der Nuklearmedizin. An den Strahlungsmessgeräten wenden sie die Messtech-

Messgeräte der Nuklearmedizin:

- Gasionisationsgeräte
- Szintillationszähler

In Absprache mit den Übungen im Strahlenschutz und in der Dosimetrie  
Demonstration der Strahlungsmessgeräte sowie deren Einsatz

nik an. Sie unterscheiden die Messgeräte und sind in der Lage, das richtige Messgerät in der entsprechenden Arbeitssituation einzusetzen. Sie arbeiten an Gammakamera und mit routineüblicher Software.

Zusammensetzung und Abhängigkeiten einer Zählrate im Detektor:

Abhängigkeit der Nachweiswahrscheinlichkeit der Zählrate von der

- Hochspannung des Szintillationszählers
- Lage des Schwellenwerts
- Energiediskriminierung

Demonstration einer typischen Kennlinie eines Szintillationszählers im betriebsbereiten Zustand und im defekten Zustand

Darstellung eines Impulshöhenspektrums:

- grafische Darstellung
- Einfluss der Kanalbreite

Wirkungsweise von Diskriminatoren

Demonstration eines Einkanalzählers, Vielkanalzählers

Anwenden der Grundlagen der Energiediskriminierung auf die jeweils verfügbaren Geräte

Auf den Szintillationszähler und die Gammakamera eingehen

Vergleich der Messgeometrie von Strahlungsmessgeräten

Messungen von Aktivitäten mit den entsprechenden Geräten durchführen

Abhängigkeit des Nachweises vom Aktivitätsvolumen und vom Abstand zum Messgerät

Messanordnungen mit und ohne Abstandshalter

Berechnung von relativen Geometriefaktoren für Mehrfachmessplätze

Berechnung von gerätespezifischen Kalibrierfaktoren

Aufbau und Arbeitsweise der Gammakamera	In Absprache mit Nuklearmedizin
Anwendung der Energiediskriminierung auf die Gammakamera	
Kenngößen von Kollimatoren	Parallellochkollimatoren und Spezialkollimatoren unterscheiden
Aufnahmeparameter:	
– Matrixgröße, Speichertiefe, Zeitinkrement bei der statischen Szintigraphie, dynamische Untersuchungen und Ganzkörperszintigraphien	Anwendung dieser Größen anhand von Übungen am Schilddrüsenphantom
– Erstellen von Region-of-Interest (ROI)	Dokumentationsbeispiele und Auswertungsbeispiele anhand der Routinesoftware

## 1.2 Radiopharmaka und In-vitro-Diagnostik

55 Std.

Die Schülerinnen entwickeln Gewissenhaftigkeit beim Umgang mit radioaktiven Stoffen sowie radioaktiven/inaktiven humanen Untersuchungsmaterialien. Sie beachten bei ihren Arbeiten Hygienemaßnahmen, Unfallverhütungsvorschriften und Strahlenschutzvorschriften. Sie erarbeiten sich Fertigkeiten zur Qualitätssicherung von Radionuklidpräparaten. Sie füh-	Sicherheitsvorschriften und Erste Hilfe im Labor	In Absprache mit Übungen zur Ersten Hilfe
	Umgang mit radioaktivem Material sowie mit Reagenzien und Geräten	Übungen zuerst mit farbigen inaktiven Flüssigkeiten durchführen Pipettieren und Zentrifugieren
	Verhalten bei Stör- und Unfällen	
	Steriles Arbeiten	



ren radioimmunologische Analysen durch.

Beachtung aller Strahlenschutzmaßnahmen:  
– Aufzeigen möglicher Gefahrenquellen  
– Aktivitätsmessungen  
– Herstellung von Verdünnungen vorgegebener Aktivitätskonzentrationen

Berücksichtigung der verschiedenen Möglichkeiten des persönlichen Strahlenschutzes

Bestimmung der Radionuklidreinheit  
(Molybdändurchbruch)

Markierung von chemischen Verbindungen mit  
Pertechnetat (Radiopharmaka)

Prüfung der radiochemischen Reinheit, z. B.  
durch Dünnschichtchromatographie

Demonstration verschiedener Auswertemethoden, z. B.  
mit dem Aktivimeter oder der Gammakamera

Dekontamination und Entsorgung radioaktiver  
Abfälle

In Absprache mit Strahlenphysik, Doismetrie und  
Strahlenschutz

Kontaminationskontrolle von Arbeitsplatz und  
Personen:

- Kontaminationsmessung
- Dekontaminationsmaßnahmen
- praktische Maßnahmen zum Strahlenschutz

Besprechen eines Strahlenschutzplans

Durchführung radioimmunologischer Analy-  
sen:

- Lagerung
- Vorbereitung
- Messung im Probenwechsler

- Auswertung
- Erstellen einer Grafik und eines Datenblatts
- Interpretation von Messergebnissen und Fehlermöglichkeiten
- Maßnahmen der Qualitätskontrolle

Statistik der Messergebnisse (Diagramme, Markierung der Fehlerbereiche), Ringversuche

### 1.3 Projektlerngebiet

5 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen

- die selbstständige Arbeitsweise
- die Ausrichtung auf die Zielgruppe
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
- die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
- die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
- eine abschließende Ergebnisdiskussion

## ÜBUNGEN ZUR NUKLEARMEDIZIN, 2. Schuljahr

Lerngebiete: 2.1 In-vivo-Diagnostik, Teil 1

60 Std.

60 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 2.1 In-vivo-Diagnostik, Teil 1

60 Std.

Die Schülerinnen erwerben Kenntnisse über unterschiedliche Arbeitsabläufe bei gängigen nuklearmedizinischen Untersuchungen und wenden diese unter Berücksichtigung der qualitätssichernden Maßnahmen an.

Auswahl und Vorbereitung des Radiopharmakons

Vorbereitung des Arbeitsplatzes und Auswahl der Untersuchungsmethode, z. B.

- statische Szintigraphie
- Sequenzszintigraphie
- Funktionsszintigraphie

Anwenden dieser Schemata auf Routineuntersuchungen, z. B. Skelett, Schilddrüse, Niere, Lunge

Durchführung von täglichen, wöchentlichen und monatlichen Qualitätskontrollen und deren Dokumentation

Der Unterricht sollte am Patienten stattfinden. Wo dies nicht möglich ist, kann auf Simulationen bzw. die Verwendung von Phantomen ausgewichen werden.

Arbeitsnuklidkalibrierung und Untergrund Homogenität, Linearität, Abbildungsmaßstabskontrolle anhand der ortsüblichen Phantome

## ÜBUNGEN ZUR NUKLEARMEDIZIN, 3. Schuljahr

Lerngebiete: 3.1 In-vivo-Diagnostik, Teil 2

60 Std.

60 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 3.1 In-vivo-Diagnostik, Teil 2

60 Std.

Die Schülerinnen beschreiben spezielle nuklearmedizinische Untersuchungen und führen sie selbstständig durch. Sie entwickeln die Fähigkeit, Grundschemata auf noch unbekannte Untersuchungen zu übertragen. Sie erwerben einen Überblick über die Positronen-Emissions-Tomographie.

Auswahl und Vorbereitung des Radiopharmakons

Vorbereitung des Arbeitsplatzes

Vorbereitung des Patienten

Auswahl der Untersuchungsmethode:

- statische Szintigraphie
- Sequenzszintigraphie
- Funktionsszintigraphie
- Single-Photonen-Emissions-Computer-Tomographie (SPECT)

Auswertung und Dokumentation  
Fehlermöglichkeiten besprechen

Anwendung bei Untersuchungen, z. B. Immun-

Der Unterricht sollte am Patienten stattfinden. Wo dies nicht möglich ist, kann auf Simulationen bzw. die Verwendung von Phantomen ausgewichen werden.

Durchführung einer ergometrischen Belastungsuntersuchung

szintigraphie, Herzbinnenraumszintigraphie,  
Hirnszintigraphie, Rezeptorszintigraphie

Positronen-Emissions-Tomographie (PET):

- Scannertechniken
- kalte/heiße Transmission
- Organisationsablauf von Untersuchungen  
anhand ausgewählter Beispiele

Wenn ein Arbeiten am PET-Scanner nicht möglich ist,  
Besichtigung eines PET-Zentrums

## ÜBUNGEN ZUR STRAHLENTHERAPIE

**Fachprofil:** Die Schülerinnen vertiefen durch die Übungen zur Strahlentherapie ihr theoretisches Wissen, erkennen anhand ausgewählter berufsrelevanter Themen ihre Stellung innerhalb eines Strahlentherapieteams und führen ihre Aufgaben selbstständig aus. Im Vordergrund steht dabei die tägliche Praxis mit Ausblick auf zukünftige Bestrahlungstechniken. Die Schülerinnen üben die exakte Einstellung von Bestrahlungsfeldern und erkennen ihre besondere Verantwortung für ihr Handeln im Rahmen der Dokumentation und Qualitätssicherung. Fürsorgliche Patientenbetreuung und -begleitung wird zur Selbstverständlichkeit.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 18 (Strahlentherapie) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

### 1. Schuljahr

Lerngebiete:	1.1 Die strahlentherapeutische Abteilung	10 Std.
	1.2 Bedienen von Bestrahlungsanlagen und des Simulators	55 Std.
	1.3 Einstellen von Standardtechniken	50 Std.
	1.4 Projektlerngebiet	<u>5 Std.</u>
		120 Std.

### LERNZIELE

### LERNINHALTE

### HINWEISE ZUM UNTERRICHT

#### 1.1 Die strahlentherapeutische Abteilung

10 Std.

Die Schülerinnen erkennen Aufbau und Struktur einer Strahlentherapie. Sie werden sich ihrer Stellung innerhalb des

Struktur einer strahlentherapeutischen Abteilung

Auf die verschiedenen Funktionsbereiche eingehen

Strahlentherapieteams und ihrer Aufgaben gegenüber den Patienten bewusst.	Stellung und Aufgaben innerhalb des Strahlentherapieteams	
	Funktionsabläufe bei der Patientenbetreuung	Auf das Zusammenspiel zwischen Medizin, Physik, Pflegestation, Hausarzt und Sozialdienst hinweisen Die Bedeutung der Strahlentherapie im Gesamttherapiekonzept verdeutlichen Durch Abteilungsbesichtigungen vertiefen
1.2 Bedienen von Bestrahlungsanlagen und des Simulators		55 Std.
Die Schülerinnen bedienen die gebräuchlichsten Bestrahlungsgeräte einschließlich des Simulators. Sie führen selbstständig die Qualitätskontrollen durch und dokumentieren die Ergebnisse.	Bedienen von Anlagen – für die Teletherapie einschließlich des Simulators – für die Brachytherapie	Der Schwerpunkt liegt hier auf der apparativen Bedienung dieser Geräte.
	Verhalten bei Stör- und Unfällen  Protokollierung aller notwendigen Patienten- und Bestrahlungsdaten	Einsicht in die Forderungen der technischen Vorschriften und deren Umsetzung in verschiedenen Protokollformularen und computerspezifischen Protokollierungssystemen
1.3 Einstellen von Standardtechniken		50 Std.
Die Schülerinnen erlernen die reproduzierbare Lagerung und Einstellung eines	Anfertigung von Lagerungshilfsmitteln, z. B. – Vakuumkissen	Besichtigung oder Arbeiten in einer Werkstatt

Bestrahlungsfeldes unter Einbeziehung bestehender Protokolle.	– Masken	Reproduzierbare Lagerung unter Anwendung von selbstgefertigten und vorgefertigten Lagerungshilfsmitteln und Zuhilfenahme von Positionslasern	Erstrebenswert ist das Arbeiten an einem Simulator
		Standardeinstellungen durchführen	

## 1.4 Projektlerngebiet

5 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.	Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)	Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten
	Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– die selbstständige Arbeitsweise</li> <li>– die Ausrichtung auf die Zielgruppe</li> <li>– der fächerübergreifende Aspekt der Thematik</li> <li>– die Einbeziehung von Praxiserfahrungen</li> <li>– die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse</li> <li>– eine abschließende Ergebnisdiskussion</li> </ul>	



## ÜBUNGEN ZUR STRAHLENTHERAPIE, 2. Schuljahr

Lerngebiete: 2.1 Feldeinstellungen

60 Std.

60 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 2.1 Feldeinstellungen

60 Std.

Die Schülerinnen erlernen, anhand vorliegender Bestrahlungsprotokolle und -pläne komplizierte Feldeinstellungen selbstständig vorzunehmen. Sie erkennen die Notwendigkeit eines präzisen eigenverantwortlichen Arbeitens allein und im Team unter Berücksichtigung einer fürsorglichen Patientenbetreuung. Sie führen qualitätssichernde Maßnahmen durch und beachten die Strahlenschutzvorschriften.

Einstellung bedeutsamer klinischer Standard-, Rotations- und Großfeldtechniken  
Zuhilfenahme aller notwendigen Geräte und Hilfsmittel

Diese Einstellungen können sowohl am Beschleuniger als auch am Simulator durchgeführt werden.  
Einüben am Phantom  
Qualitätskontrollen durchführen

## ÜBUNGEN ZUR STRAHLENTHERAPIE, 3. Schuljahr

Lerngebiete: 3.1 Arbeiten mit Bestrahlungsplänen

60 Std.

60 Std.

## LERNZIELE

## LERNINHALTE

## HINWEISE ZUM UNTERRICHT

## 3.1 Arbeiten mit Bestrahlungsplänen

60 Std.

Die Schülerinnen erstellen Bestrahlungspläne oder wirken dabei mit und erkennen die Hintergründe für bestimmte Bestrahlungstechniken. Sie erlernen, nach den Angaben eines Bestrahlungsplans die Felder korrekt zu übertragen und zu dokumentieren.

Einfache Bestrahlungspläne mit Berechnung von Dosisverteilungen, Bestrahlungszeiten bzw. Monitoreinheiten für typische Feldanordnungen

Anfertigen eines Simulatorprotokolls  
Übertragen der Daten des Bestrahlungsprotokolls in ein Patientenprotokoll  
Anfertigen von Feldfotos und Lagerungsfotos

Einsatz eines Planungssystems  
Übernahme dieser Daten in computergestützte Protokollierungssysteme

Durch Abteilungsbesichtigungen, Videofilme etc. vertiefen

## ÜBUNGEN ZUR BILDVERARBEITUNG

**Fachprofil:** Die Schülerinnen wenden das in der Bildverarbeitung erworbene theoretische Fachwissen in Übungen, Versuchen und Qualitätskontrollen an, um diese Kenntnisse in der radiologischen, praktischen Tätigkeit einzusetzen. Sie erarbeiten sich die Eigenschaften der konventionellen und digitalen Bildempfängersysteme und erkennen die Wichtigkeit der laut Röntgenverordnung vorgeschriebenen Qualitätskontrollen.

Der Lehrplan umfasst das Themengebiet 16 (Bildverarbeitung) der Anlage 2 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung.

### 2. Schuljahr

Lerngebiete:	2.1 Bildempfängersysteme	75 Std.
	2.2 Projektlerngebiet	<u>5 Std.</u>
		80 Std.

### LERNZIELE

### LERNINHALTE

### HINWEISE ZUM UNTERRICHT

#### 2.1 Bildempfängersysteme

75 Std.

Die Schülerinnen kennen die Eigenschaften von konventionellen und digitalen Bildempfängersystemen. Sie sind in der Lage, die Belichtungsparameter zu wählen und zu optimieren. Sie erkennen abhängig vom Bildempfängersystem die Auswir-

Vergleich der Filmeigenschaften  
Zeichnen von Dichtekurven

Vergleich von unterschiedlichen Film-Folien-Systemen zur Beurteilung und Optimierung der

Unterschiedliche Filme verwenden, z. B. Diagnostikfilme, Dokumentationsfilme, Therapiefilme  
Datenblätter der Hersteller einbeziehen

Hierzu eignen sich Phantome und Bildgütetests, z. B. Linienraster.

kungen auf das Bild unter Berücksichtigung der Betrachtungsbedingungen und führen selbstständig die vorgeschriebenen Qualitätskontrollen durch.

- Anwendung auf das Bild, z. B.
- Spannung (kV), Stromzeitprodukt (mAs), Filterung
  - Auflösungsvermögen, Unschärfe, Kontrast
  - Verstärkungsfaktor

- Erkennen und Bewerten der Filmverarbeitungsmethoden und ihrer Fehlermöglichkeiten:
- Umgang mit Entwicklungsmaschinen
  - Filmverarbeitungskontrollen

Umgang mit Entwicklungsmaschinen im Vergleich zur Handverarbeitung  
Hinweis auf Sicherheitsvorschriften

- Softwareabhängige Bildbearbeitung digital erzeugter Bilder, z. B.
- Kontrastanhebung
  - Gamma-Korrektur
  - Kantenanhebung

Je nach vorhandener digitaler Einrichtung üben die Schülerinnen an gespeicherten Untersuchungsdaten oder mit Übungsprogrammen am PC.

Durchführung der vorgeschriebenen Qualitätskontrollen

Vgl. Röntgenverordnung und weitere Richtlinien  
In Absprache mit Übungen zur diagnostischen Radiologie

## 2.2 Projektlerngbiet

5 Std.

Die Schülerinnen erarbeiten selbstständig und unter Benutzung von Fachliteratur eine berufsbezogene Aufgabenstellung. Dabei beziehen sie auch Informationen verwandter Fachgebiete ein. Zielsetzung ist einerseits die umfassende Betrachtung

Praxisorientierte Bearbeitung einer Aufgabe (eines Fallbeispiels)

Das gewählte Projekt in Kleingruppen bearbeiten

- Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen
- die selbstständige Arbeitsweise
  - die Ausrichtung auf die Zielgruppe

- tungsweise der gestellten Aufgaben, andererseits die gezielte Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenz.
- der fächerübergreifende Aspekt der Thematik
  - die Einbeziehung von Praxiserfahrungen
  - die fachgerechte Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
  - eine abschließende Ergebnisdiskussion

**ANHANG****KINÄSTHETIK**

Dieses Angebot wird für die von der Schule zu gestaltenden Unterrichtsbereiche zur Auswahl gestellt.

Hier reflektieren die Schülerinnen die Bedeutung der Bewegungskontrolle. Sie lernen, dies zur Gesunderhaltung bzw. zur Gesundheitsförderung für Patienten und für sich selbst im beruflichen Alltagsgeschehen anzuwenden. Es ist sinnvoll, mit dieser Thematik vor Beginn der praktischen Ausbildung zu beginnen.

**LERNZIELE****LERNINHALTE****HINWEISE ZUM UNTERRICHT**

ca. 40 Std.

Die Schülerinnen kennen die Bedeutung der Bewegungskontrolle in ihrem Umgang mit Patienten. Sie kennen die grundlegenden Konzepte der Kinästhetik und reflektieren deren Bedeutung für ihr Arbeitsfeld. Sie sind in der Lage, Menschen einfacher zu bewegen und in ihrer Position zu unterstützen; hierdurch fördern sie deren Gesundheitsentwicklung. Für ihre eigene Gesunderhaltung entwickeln sie persönliche Bewegungs- und Handlungsfähigkeiten,

Interaktion  
Funktionale Anatomie  
Menschliche Bewegung  
Anstrengung als Kommunikationsmittel  
Menschliche Funktion  
Umgebung

Inhalte anhand der eigenen Körpererfahrung erarbeiten  
Bewegungsanleitung an und mit gesunden Menschen in Partnerarbeit üben  
Praktische Anwendungen aus dem jeweiligen Arbeitsfeld bearbeiten  
Bewegungserfahrungen und ihre Bedeutung reflektieren

um das Risiko von berufsbedingten Verletzungen und Überlastungsschäden zu reduzieren.

Woldecke und bequeme Kleidung sind für die praktischen Übungen notwendig.

## Mitglieder der Lehrplankommission:

Roland Böhm	BFS für medizinisch-technische Radiologieassistenten des Krankenhauszweckverbands Ingolstadt
Petra Borschosch	BFS für medizinisch-technische Radiologieassistenten des Krankenhauszweckverbands Ingolstadt
Susanne Burow-Epple	BFS für technische Assistenten in der Medizin des Klinikums Kempten-Oberallgäu gGmbH
Ingeborg Fenzl	BFS für technische Assistenten in der Medizin des Klinikums Kempten-Oberallgäu gGmbH
Berndt Fiebig	BFS für medizinisch-technische Radiologieassistenten des Krankenhauszweckverbands Ingolstadt
Dr. Holger Greeß	Staatliche BFS für technische Assistenten in der Medizin am Klinikum der Universität Erlangen-Nürnberg
Siegfried Hofbauer	BFS für technische Assistenten in der Medizin des Klinikums Kempten-Oberallgäu gGmbH
Hanna Hoornweg	BFS für medizinisch-technische Radiologieassistenten des Klinikums Nürnberg
Elisabeth Kampfrath	BFS für technische Assistenten in der Medizin des Klinikums Kempten-Oberallgäu gGmbH
Wolfgang Lamprecht	BFS für medizinisch-technische Radiologieassistenten des Krankenhauszweckverbands Ingolstadt
Pal Nagyivan	Staatliche BFS für medizinisch-technische Radiologieassistenten am Klinikum der Universität München
Katja Röhr	BFS für medizinisch-technische Radiologieassistenten des Klinikums Nürnberg
Dr. Manfred Schätzl	Staatliche BFS für medizinisch-technische Radiologieassistenten am Klinikum der Universität München
Dr. Ulrich Scheib	Staatliche BFS für technische Assistenten in der Medizin am Klinikum der Universität Erlangen-Nürnberg
Dr. Marianne Strehle-Fries	Regierung von Oberbayern, benannt vom Bayerischen Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz

## Berater:

Josef Biro                                      ISB, München

## Vorsitzender der Lehrplankommission:

Johann Bux                                    ISB, München