

Std.	Inhaltliche Schwerpunkte	Prozessbezogene Kompetenzen	Thema im Schülerbuch	Seite
32	<b>Grundlagen der Mechanik: Kinematik</b>		<b>1 Bewegungen</b>	
	Die Lernenden...			
	gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> <li>• erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),</li> </ul>	1.1 Beschreiben von Bewegungen	8/9
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9),</li> <li>• beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7),</li> </ul>	Methode: Umgang mit Messunsicherheiten	10/11
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> <li>• ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),</li> <li>• planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5),</li> </ul>	1.2 Geradlinige Bewegungen mit konstanter Geschwindigkeit	12/13
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4),</li> <li>• ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),</li> <li>• bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7)</li> </ul>	Methode: Koordinatentransformation beim Wechsel des Bezugssystems	14/15
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),</li> <li>• bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7),</li> <li>• interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9),</li> </ul>	Training: Bewegungen mit konstanter Geschwindigkeit	16/17

Std.	Inhaltliche Schwerpunkte	Prozessbezogene Kompetenzen	Thema im Schülerbuch	Seite
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> <li>• planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5),</li> <li>• ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),</li> </ul>	Experiment: Untersuchung nicht gleichförmiger Bewegungen	18
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> <li>• unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S4, S7),</li> <li>• begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4),</li> </ul>	1.2 Geradlinige Bewegungen mit veränderlicher Geschwindigkeit	19-21
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7)</li> <li>• planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5),</li> <li>• beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7),</li> </ul>	Methode: Auswerten von Beschleunigungsvorgängen	22
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),</li> <li>• bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7).</li> </ul>	Training: Bewegungen mit veränderlicher Geschwindigkeit	23/24
	freier Fall	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),</li> <li>• begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4),</li> </ul>	Experiment: Untersuchung von Fallbewegungen	25
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S4, S7),</li> </ul>	1.4 Fallbewegungen	26/27

Std.	Inhaltliche Schwerpunkte	Prozessbezogene Kompetenzen	Thema im Schülerbuch	Seite
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4).</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe einfacher mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge (E4),</li> </ul>	Methode: Die numerische Rechenmethode durch Schrittverfahren	28
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• veranschaulichen Informationen und Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge (K6),</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),</li> <li>• veranschaulichen Informationen und Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge (K6),</li> <li>• beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7),</li> </ul>	Methode: Videoanalyse	29/30

	Kreisbewegung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S4, S7),</li> <li>• bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7).</li> </ul>	Training: Freier Fall und Kreisbewegung	38
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7),</li> <li>• erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),</li> </ul>	Bewegungen in zwei Dimensionen	31/32
			Methode: Regeln für den Umgang mit Vektoren	32
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> <li>• stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7),</li> <li>• unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S4, S7),</li> </ul>	1.6 Wurfbewegungen	33/34
			Methode: Konstruktion von Bahnkurven beim schiefen Wurf	35
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander (S1, S7, K4),</li> <li>• begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4),</li> <li>• bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7)</li> </ul>	1.7 Die Kreisbewegung	36
			1.8 Beschleunigung bei der Kreisbewegung	37
			Methode: Herleitung der Zentripetalbeschleunigung	37
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S4, S7),</li> <li>• stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7),</li> <li>• ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),</li> </ul>	Training: Freier Fall und Kreisbewegung	38/39

16	Grundlagen der Mechanik: Dynamik		2 Ursache von Bewegungen	
	Die Lernenden...			
	beschleunigende Kräfte Kräftegleichgewicht Reibungskräfte Newton'sche Gesetze	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, S4, K7),</li> <li>erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> </ul>	2.1 Kräfte	42/43
		<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4),</li> <li>stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7),</li> </ul>	2.2 Reibung	44/45
		<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, S4, K7),</li> <li>erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4),</li> </ul>	2.3 Trägheit	46
	Newton'sche Gesetze	<ul style="list-style-type: none"> <li>ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),</li> </ul>	Experiment: Kräfte beschleunigen Körper	47
		<ul style="list-style-type: none"> <li>untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4),</li> <li>erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> </ul>	2.4 Kraft, Masse, Beschleunigung	48
		<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4),</li> <li>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, S4, K7),</li> <li>erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> </ul>	Experiment: Untersuchung der Wechselwirkung von Körpern	49
			2.5 Kraft und Gegenkraft	50
			Exkurs: Die Newton'schen Axiome	51
			Training: Kräfte, Massen und Beschleunigung	52/53
		<ul style="list-style-type: none"> <li>interpretieren Messergebnisse aus Experimenten zur quantitativen Untersuchung der Zentripetalkraft (E4, E6, S6, K9),</li> </ul>	Experiment: Untersuchung von Kreisbewegungen	54

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• konzipieren erste Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung unter Beachtung der Variablenkontrolle (E5).</li> </ul>		
<b>12</b>	<b>Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder: Kreisbewegung</b>			
	Die Lernenden...			
	Gleichförmige Kreisbewegung Zentripetalkraft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3),</li> <li>• stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7),</li> </ul>	2.6 Kräfte bei der Kreisbewegung	55
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• konzipieren erste Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung unter Beachtung der Variablenkontrolle (E5).</li> <li>• bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7).</li> </ul>	Experiment: Einsatz von Apps zur Messung physikalischer Größen	56
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B3, B6, B7, E1, K5),</li> </ul>	Exkurs: Kreisbewegungen im Verkehr	57
		(Ergänzende Inhalte)	Exkurs: Scheinkräfte	58
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4),</li> <li>• erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),</li> <li>• analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, S4, K7),</li> </ul>	2.7 Rotation von Körpern	59
			2.8 Das Trägheitsmoment	60
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander (S1, S7, K4),</li> <li>• erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4).</li> </ul>	Training: Kreis- und Drehbewegungen	61

18	Grundlagen der Mechanik: Erhaltungssätze		3 Erhaltungsgrößen	
	Die Lernenden...			
Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie) Energiebilanzen	<ul style="list-style-type: none"><li>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, S4, K7),</li><li>erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li><li>ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),</li><li>planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5),</li><li>konzipieren geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung unter Beachtung der Variablenkontrolle (E5).</li><li>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, S4, K7),</li><li>untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4),</li><li>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, S4, K7),</li><li>erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4),</li><li>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, S4, K7),</li><li>erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li><li>erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li></ul>	3.1 Energieerhaltung	64/65	
		Experiment: Die Bewegungsenergie	66	
		Experiment: Die Spannenergie	67	
		3.2 Anwendung des Energiekonzepts	68	
		Methode: Problemlösung mit dem Energiekonzept	69	
		Training: Energieüberführung	70/71	
		3.3 Energieübertragung	72/73	
		3.4 Die Leistung	74	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, S4, K7),</li> </ul>	Training: Energie, Arbeit und Leistung	75/76
	Impuls Stoßvorgänge	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieübertragung (S1, S2, K3),</li> </ul>	3.5 Impuls	77/78
		<ul style="list-style-type: none"> <li>ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),</li> <li>konzipieren geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung unter Beachtung der Variablenkontrolle (E5).</li> </ul>	Experiment: Untersuchung von Stoßvorgängen	79
		<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieübertragung (S1, S2, K3),</li> </ul>	3.6 Impuls und Kraft	80
		<ul style="list-style-type: none"> <li>bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B3, B6, B7, E1, K5),</li> </ul>	Exkurs: Kraftverlauf bei einem Unfall	81
		<ul style="list-style-type: none"> <li>(Ergänzende Inhalte)</li> <li>erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander (S1, S7, K4),</li> <li>erklären Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien, Modellen und Gesetzen auch auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens (S1),</li> </ul>	3.7 Drehimpuls und Drehimpulserhaltung	82/83
			Exkurs: Rotation um freie Achsen	83
		<ul style="list-style-type: none"> <li>bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7).</li> <li>untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4),</li> </ul>	Training: Impuls und Kraftübertragung	84/85

14	Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder: Wandel physikalischer Weltbilder und Gravitation		4 Gravitationsfeld	
	Die Lernenden ...			
	geo- und heliozentrische Weltbilder	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Änderungen bei der Beschreibung von Bewegungen der Himmelskörper beim Übergang vom geozentrischen Weltbild zu modernen physikalischen Weltbildern auf der Basis zentraler astronomischer Beobachtungsergebnisse dar (S2, K1, K3, K10),</li> <li>ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild für die Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion ein (B8, K3),</li> <li>beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10).</li> </ul>	4.1 Weltmodelle	88-90
	Kepler'sche Gesetze	<ul style="list-style-type: none"> <li>ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Newton'schen Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E4, E8, E10),</li> </ul>	4.2 Bewegungen am Himmel	91/92
	Newton'sches Gravitationsgesetz	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander (S1, S7, K4),</li> <li>beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3),</li> </ul>	4.3 Das Gravitationsgesetz	93
		<ul style="list-style-type: none"> <li>deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ als direkten Nachweis der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6),</li> </ul>	Experiment: Bestimmung der Gravitationskonstanten nach Cavendish	94/95
			Exkurs: Das Entstehen der Gezeiten	96
		<ul style="list-style-type: none"> <li>bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7).</li> </ul>	Methode: Punktweise Berechnung von Planetenbahnen	97
		<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander (S1, S7, K4),</li> <li>beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3),</li> </ul>	Training: Gravitationsgesetz und Gravitationskräfte	98/99

	Gravitationsfeld	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton'schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts (S2, S3, K4),</li> <li>• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> </ul>	4.4 Das Gravitationsfeld	100/101
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3),</li> <li>• untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4),</li> <li>• erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton'schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts (S2, S3, K4),</li> </ul>	Training: Gravitationsfeld und Potenzial	102
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien, Modellen und Gesetzen auch auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens (S1),</li> </ul>	Exkurs: Felder	103

10	Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder: Wandel physikalischer Weltbilder		5 Relativitätstheorie	
	Die Lernenden...			
	Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),</li> </ul>	5.1 Ereignisse, Bezugssysteme und Beobachter	106/107
			Exkurs: Synchronisation von Uhren	107
	Zeitdilatation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4),</li> </ul>	5.2 Die Einstein'schen Postulate	108/109
			Experiment: Das Michelson-Morley-Experiment	110
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),</li> </ul>	5.3 Relativität der Gleichzeitigkeit	111
			5.4 Zeitdilatation	112
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären mit dem Gedankenexperiment der Lichtuhr unter Verwendung grundlegender Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie das Phänomen der Zeitdilatation zwischen bewegten Bezugssystemen qualitativ und quantitativ (S3, S5, S7).</li> <li>• ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1).</li> </ul>	Exkurs: Das Hafele-Keating-Experiment	113
			5.5 Längenkontraktion	114
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären mit dem Gedankenexperiment der Lichtuhr unter Verwendung grundlegender Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie das Phänomen der Zeitdilatation zwischen bewegten Bezugssystemen qualitativ und quantitativ (S3, S5, S7).</li> <li>• ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1).</li> </ul>	Methode: Gedankenexperimente	115
			Exkurs: Die Raumzeit	115
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),</li> <li>• erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4),</li> </ul>	Experiment: Thermoskannenversuch zum Myonenzerfall	116
			Training: Relativität der Gleichzeitigkeit, Zeitdilatation und Längenkontraktion	117/118
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Konzepten, übergeordneten Prinzipien, Modellen und Gesetzen (S1),</li> </ul>	Exkurs: Orientierung und Positionsbestimmung mit Satellitennavigation	119