

V BY
-72(1978)

Georg-Eckert-Institut

BS78



1 126 808 5

80/4901

Amtsblatt

des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus

Teil I

Sondernummer 24

Ausgegeben in München am 21. Juni 1978

Jahrgang 1978

Inhalt

	Seite
Lehrpläne der vierjährigen Realschule	921
Curricularer Lehrplan Erdkunde, 9. Jgst.	922
Curricularer Lehrplan Mathematik, 7. Jgst.	929
Curricularer Lehrplan Physik, 8. Jgst.	959
Lehrplan Geschichte, 8. Jgst.	999
Änderungen Mathematik, 8. bis 10. Jgst.	1000

Georg-Eckert-Institut
für internationale Schulbuchforschung
Braunschweig
Bibliothek

K 80/4901

Lehrpläne der vierjährigen Realschule

Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus

vom 27. Februar 1978 Nr. III A 9 - 11 a/31 252

- Mit Wirkung vom 1. August 1978 treten weitere neue Lehrpläne an die Stelle der bisher gültigen:
 - Erdkunde (Curricularer Lehrplan zur Erprobung), 9. Jahrgangsstufe (bisher KMBI 1969 S. 180),
 - Mathematik (Curricularer Lehrplan zur Erprobung), 7. Jahrgangsstufe (bisher KMBI I 1976 Sondernummer 23, geändert in KMBI I 1977 Sondernummer 24).
 - Physik (Curricularer Lehrplan zur Erprobung), 8. Jahrgangsstufe (bisher KMBI I 1976 Sondernummer 23)
 - Geschichte, 8. Jahrgangsstufe (bisher KMBI 1969 S. 164).

- In Mathematik (8.—10. Jahrgangsstufe) wurde durch die Einführung des elektronischen Taschenrechners eine Änderung des im KMBI I 1977, Sondernummer 24 geänderten Lehrplans erforderlich. Die Änderung tritt mit Wirkung vom 1. August 1978 in Kraft.
- Die vorstehenden Lehrpläne sowie die Lehrplanänderung gelten auch für die Schulen, die jetzt noch nach den „Anschlußlehrplänen“ (Orientierungsstufen-Versuch) unterrichten.
- Die Direktoren werden gebeten, für eine eingehende Besprechung der Neuerungen in den Kollegien und auf Fachsitzungen Sorge zu tragen.
- Die Lehrpläne und die Änderung (s. Ziffer 1 und 2 dieser Bekanntmachung) werden nachstehend bekanntgegeben.

I. A. Dr. Karl Böck
Ministerialdirektor

KMBI I 1978 So.-Nr. 24 S. 921

ERDKUNDE
Curricularer Lehrplan

9. Jahrgangsstufe

I. Vorbemerkungen zum Curricularen Lehrplan

Der vorliegende Curriculare Lehrplan orientiert sich an Lernzielen und ist in vier Spalten gegliedert:

- Lernziel (verbindlich)
- Lerninhalt (verbindlich)
- Unterrichtsverfahren (Empfehlung)
- Lernzielkontrolle (Empfehlung)

1. Lernziele

Die Lernziele des Curricularen Lehrplans sind Grobziele. Durch diese Festlegung hat der Lehrer die Freiheit, die Grobziele im Unterricht durch Feinziele eigener Wahl zu konkretisieren.

Die Formulierung dieser Grobziele erfolgt mit Begriffen, die in den „Lernzielbeschreibungen“ definiert sind. Dadurch werden die Lernziele

- den Kategorien Wissen, Können, Erkennen und Werten zugeordnet und
- innerhalb der jeweiligen Lernzielklasse nach ihrer Anforderungshöhe beschrieben.

Die Beherrschung der Begriffsinhalte der Lernzielbeschreibungen ist unbedingte Voraussetzung für das Verständnis des Curricularen Lehrplans.

2. Lerninhalte

Den Lernzielen sind bestimmte Lerninhalte zugeordnet. Das sind die ausgewählten Stoffbereiche, mit deren Hilfe die jeweiligen Lernziele erarbeitet werden. Sind mehrere Lerninhalte angegeben, die durch „oder“ verbunden sind bzw. mit „z. B.“ eingeleitet werden, so ist die Auswahl der Inhalte freigestellt.

3. Unterrichtsverfahren

In dieser Spalte werden unverbindliche Hinweise zur Methodik, Lernorganisation und Zeiteinteilung des Unterrichts gegeben. In der Unterrichtspraxis können sich selbstverständlich Abweichungen ergeben.

Bei diesem Lehrplan ist von der zeitlichen Planung her ein „pädagogischer Freiraum“ berücksichtigt, der in erster Linie dem erzieherischen Bereich des Unterrichts dienen soll.

4. Lernzielkontrolle

Die Lernzielkontrolle dient der Überprüfung, ob der Schüler das Lernziel erreicht hat. Neben den aufgeführten Vorschlägen sind weitere Lernzielkontrollen möglich.

Lernzielbeschreibungen (Begriffssystem)

1. Wissen	2. Können	3. Erkennen	4. Werten
1.1 Einblick (flüchtiger Einblick bei der ersten Begegnung mit dem Wissensgebiet)	2.1 Fähigkeit (= dasjenige Können, das zum Vollzug einer Tätigkeit notwendig ist)	3.1 Bewußtsein (bedeutet eine Vorstufe des Erkennens, die zum Weiterdenken anregt)	4.1 Bereitschaft (entsteht, wenn Werte anerkannt, als persönliche Ziele gesetzt werden)
1.2 Überblick (systematischer Überblick, den sich der Schüler erst verschaffen kann, wenn er in mehrere Teilbereiche des Wissensgebietes Einblick gewonnen hat)	2.2 Fertigkeit (= ein durch reichliche Übung geschliffenes, sicheres, fast müheloses Können)	3.2 Einsicht (= eine grundlegende Anschauung, die erworben und beibehalten wird, wenn ein Problem eingehend erörtert und einer Lösung zugeführt ist)	4.2 Freude bzw. Interesse an bestimmten Lerngegenständen (Operationalisierung der Lernzielkontrolle schwierig, nur in psychologischen Tests, Fragebogen oder noch problematischer im „Gesinnungsaufsatz“ möglich)
1.3 (genaue) Kenntnis (eines Sachverhaltes oder eines Wissensgebietes setzt den Überblick voraus, fordert aber zusätzlich detailliertes Wissen und einen Grad gedächtnismäßiger Verankerung, der zu einer zutreffenden Beschreibung befähigt)	2.3 Beherrschung (= hoher Grad von Können)	3.3 Verständnis (ist die Ordnung von Einsichten und ihre weitere Verarbeitung zu einem begründeten Urteil)	
1.4 Vertrautheit (= erweiterte und vertiefte Kenntnisse über einen Sachverhalt oder ein Wissensgebiet — geläufiges Verfügen darüber)			

Z-V BY
A-72(1978)

II. Ziele des Erdkundeunterrichts

Früher vermittelte die „Erd-Kunde“ dem Schüler Kenntnisse über Länder und Völker durch eine Fülle von Informationen. Bei der neuorientierten Erdkunde dagegen tritt an die Stelle des überwiegend stoffbestimmten Unterrichts der lernzielorientierte Unterricht.

Der geographische Unterricht muß also so konzipiert sein, daß er im Hinblick auf die Zukunft dem Verhältnis Mensch-Raum und der notwendigen Auseinandersetzung des Menschen mit seiner Umwelt besondere Bedeutung zuerkennt.

Dabei geht es vor allem um

- Erarbeitung allgemeiner Orientierungskennnisse
- Einsichten in Probleme, Systeme und Strukturen
- Fähigkeiten zu selbständiger Verarbeitung, Ordnung und Beurteilung von Problemen und
- Kritikfähigkeit.

Im Erdkundeunterricht bedingen sich kognitive und instrumentale Lernziele gegenseitig; das bedeutet, daß bei den einzelnen Lernzielen des Lehrplans selbstverständlich immer entsprechende geographische Arbeitstechniken (Arbeit mit Karten, Plänen, graphischen Darstellungen, Skizzen, geographischen Texten, geographischem Bildmaterial und statistischem Material; Arbeit bei Besichtigungen und Exkursionen) verwendet werden müssen, auch wenn dies nicht ausdrücklich durch die Lernzielformulierungen gefordert wird.

III. Vorbemerkungen zum Curricularen Lehrplan der 9. Jahrgangsstufe

Der Lehrplan der 9. Jahrgangsstufe wird unter ein Jahresthema gestellt, das wiederum in zwei Teilthemen gegliedert ist.

Jahresthema: Industriestaaten — Strukturen und Probleme hochentwickelter Räume sowie Formen staats- und sozialräumlicher Differenzierung

- Teilthemen:**
1. Ausprägung von Räumen unter verschiedenen wirtschaftlichen und gesellschaftspolitischen (sozio-ökonomischen) Bedingungen (21 Unterrichtsst.)
 2. Konflikträume der Erde (7 Unterrichtsst.)

Vorwiegende regionale Zuordnung:

Nordamerika, Europa, Nord- und Ostasien

Innerhalb des Jahresthemas sind folgende fachspezifische Richtziele zu erreichen:

1. Kenntnis der wichtigsten Strukturmerkmale hochentwickelter Industriestaaten
2. Einsicht in die Struktur- und Wachstumsprobleme von Industrieländern
3. Überblick über die unterschiedliche Ausprägung von Räumen nach den jeweils herrschenden sozio-ökonomischen Bedingungen

4. Bewußtsein, daß staatliche und gesellschaftliche Aktivitäten einen Raum entscheidend prägen
5. Überblick über die bedeutendsten Industrieräume der Erde und ihr Potential
6. Kenntnis von Konflikträumen der Erde als Durchdringungszonen unterschiedlicher sozialer Gruppen
7. Kenntnis alternativer Modelle zur Überwindung von Konfliktsituationen in ihrer Raumwirksamkeit
8. Bewußtsein, daß die Nutzung unseres Lebensraumes verantwortungsvolles Handeln erfordert
9. Fähigkeit, die behandelten Raumbespiele und Probleme einzuordnen

9. Jahrgangsstufe

Teilthema 1: Ausprägung von Räumen unter verschiedenen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen (sozio-ökonomischen) Bedingungen

Hauptanliegen des 1. Teilthemas ist es, aufzuzeigen, daß die Aktivitäten des wirtschaftenden Menschen den Naturraum in einer Weise überformen, die sehr stark vom jeweiligen gesellschaftlichen Umfeld abhängt. So wird am Anfang der Behandlung einer Nutzungs- oder Siedlungsform oder auch eines bestimmten Raumes jeweils das Erarbeiten und Begründen der charakterisierenden Merkmale stehen. Im weiteren Verlauf der Darstellung kommt es jedoch mehr und mehr auf eine vergleichende Gegenüberstellung der Räume und der sie prägenden sozio-ökonomischen Faktoren an, ferner auf eine intensive Auseinandersetzung mit den verschiedenen Aspekten der jeweiligen Lebens- und Arbeitsbedingungen in unterschiedlichen Gesellschaftssystemen.

Die im Lehrplan aufgezeigte Abstufung

- landwirtschaftlich geprägte Räume,
- städtische Siedlungen,
- Industriemächte

sollte dabei in der vorgegebenen Reihenfolge eingehalten werden, da sie von relativ einfachen zu sehr komplexen Strukturen überleitet. Am Ende des ersten Teilthemas steht in einer Art synthetischer Betrachtung eine Zusammenschau über die Grenzen des menschlichen Wirtschaftens.

Im Rahmen dieses Teilthemas soll der Schüler befähigt werden, die Merkmale des eigenen Lebensraumes zu erkennen und Unterschiede zu anderen Lebensräumen festzustellen. Dabei wird er sehen, daß menschliche Wirksamkeit auch auf weltanschaulich-ideologischer Haltung basiert. So gewinnt er mehr Verständnis für die räumliche Entwicklung, er lernt den Wert einer Landschaft zu schätzen und entwickelt Gespür für die Individualität von Räumen.

Der erzieherische Wert der Beschäftigung mit der Raumprägung durch verschiedene Wirtschafts- und Gesellschaftssysteme liegt also darin, daß der Schüler seinen engen Erfahrungshorizont verläßt, um anschließend aus der gewonnenen Distanz — von einer höheren Plattform — seinen eigenen Lebensraum und seine persönliche Situation zu beurteilen und zu gestalten.

Unterrichtszeit: 21 Stunden

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
1. Überblick über die Differenzierung von Räumen durch unterschiedliche Gesellschaftssysteme	Prägung von Agrarlandschaften — in Europa — in Anglo-Amerika — in romanischen Ländern — in sozialistischen Ländern	Aufzeigen der unterschiedlichen Raumprägung durch Auswerten von Hofgrundrissen, Dorfplänen, Flur- und Bodennutzungskarten	Typische Merkmale unterschiedlicher Agrarräume anhand von Flurplänen nennen
2. Fähigkeit, Agrarräume nach ihren prägenden Merkmalen zu klassifizieren		Kennzeichnen der verschiedenen Agrarlandschaften durch Auswerten von Luftbildern	Unterschiedliche agrarische Siedlungsformen anhand von Bild- und Kartenmaterial beschreiben
3. Bewußtsein, daß in unterschiedlichen Systemen verschiedene Arbeits- und Lebensbedingungen herrschen	Unterschiedliche landwirtschaftliche Betriebsformen am Beispiel von — privatem Bauerntum — Farmsystem — Pachtsystem — Kollektivwirtschaft	Vergleichendes Gegenüberstellen der verschiedenen Organisationsformen Auswerten von Tabellen und Graphiken über — Größenverhältnisse — Mechanisierungsgrad — Ernteerträge	Kennzeichnende Merkmale des privaten Bauerntums aufzählen Die Marktorientierung im Farmsystem erklären Die Bodennutzung im Pachtsystem erläutern Die Kennzeichen von Sowchosen und Kolchosen nennen Gründe für unterschiedliche Ernteerträge bei verschiedenen Betriebsformen nennen
	Lebens- und Arbeitsbedingungen der ländlichen Bevölkerung — im privaten Bauerntum — im Farmsystem — im Pachtsystem — in der Kollektivwirtschaft	Aufzeigen der unterschiedlichen historischen und politischen Bedingungen Vergleichen von Agrarstrukturkarten vor und nach einer landschaftsverändernden Maßnahme (z. B. Kollektivierung)	Lebensbedingungen auf einem europäischen Bauernhof und einer amerikanischen Farm vergleichen Auswirkungen des Pachtsystems auf die Sozialstruktur begründen
		Herausstellen der Lebens- und Arbeitsbedingungen der ländlichen Bevölkerung	Lebens- und Arbeitsbedingungen in der kollektiven Landwirtschaft nennen
4. Fähigkeit, die Verbreitung der Agrarräume zu beschreiben und ihre weltwirtschaftliche Stellung zu bewerten	Agrarlandschaften — Verbreitung — weltwirtschaftliche Bedeutung	Topographisches Einordnen der behandelten Raumbeispiele Herausstellen der weltwirtschaftlichen Leistungskraft	Bedeutsame Agrarräume der Erde einordnen Wirtschaftsdaten zur Agrarproduktion auswerten
5. Fähigkeit, Grundstrukturen und Entwicklungsphasen städtischer Siedlungen aufzuzeigen	Städtische Siedlungen — Stadttypen aus verschiedenen Kulturteilen (höchstens 2 Beispiele)	Erarbeiten der Grundstrukturen von städtischen Siedlungen nach historischer Entwicklung anhand von Plänen, Karten und Luftbildern	Grundstrukturen und Entwicklungsphasen städtischer Siedlungen beschreiben

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
		Erarbeiten der funktio- nalen Gliederung städti- scher Siedlungen anhand graphischer Darstellun- gen	Aus Bildern städtischer Bereiche auf die zutref- fende Funktion schließen
		Auswerten von unter- schiedlichen Stadtgrund- rissen (Plan, Karte, Luftbild)	Unterschiedliche Stadt- grundrisse beschreiben und ihre Anlage erklären
		Herausstellen der unter- schiedlichen Prägung von Städten in verschie- denen Gesellschafts- systemen	Orientierungsaufgaben unter Verwendung von Stadtplänen lösen
	— Entwicklungstenden- zen: Verdichtung, Ausuferung, Verein- heitlichung	Erarbeiten von Entwick- lungsproblemen beim Wachstum von Städten anhand von Diagrammen und durch Vergleich von Städtebildern	Unterschiedliche Merk- male von städtischen Siedlungen in verschie- denen Kulturerdteilen nennen
	— Neuanlage geplanter Städte („Stadt vom Reißbrett“)	Darlegen der Motive, die zur Neuanlage von städ- tischen Siedlungen führen	Erscheinungsformen und Folgen des Ballungspro- zesses beschreiben
		Herausstellen der Funk- tionsgliederung in kon- struierten Städten	Gründe für das Ausufer städtischer Siedlungen aufzählen
		Vergleichen von Merk- malen geplanter Siedlun- gen und gewachsenen Siedlungstypen	Vereinheitlichungsten- denzen beschreiben
	— Städteballung (Megalopolis)	Darstellen von Lage, Aus- dehnung und Erschei- nungsbild nordamerikani- scher Städteballungen	Die Ursachen für die Pla- nung und Anlage von Städten nennen
		Erörtern der besonderen Schwierigkeiten, die sich aus der Zusammenballung großstädtischer Siedlun- gen ergeben	Den jeweiligen Siedlungs- typen (gewachsen, kon- struiert) Grundrisse zu- ordnen
			Beispiele für konstruierte Städte aufzählen
			Das Erscheinungsbild ei- ner Großstadtlandschaft beschreiben
			Probleme nennen, die sich aus dem Zusammenwach- sen großstädtischer Sied- lungen ergeben
6. Kenntnis der Struk- turen und Potentiale der Industrieländer	Bedeutende Wirtschaftsmächte		
7. Einsicht in den Zusam- menhang von natür- lichen Ressourcen, Industrialisierung und politischer Macht	USA und UdSSR; Japan oder China; europäische Wirtschaftsmächte zum Vergleich — Naturpotentiale	Vergleichen der Wirt- schaftsmächte bezüglich Naturbedingungen, Staatsentwicklung und Staatsaufbau	Größe und natürliche Ausstattung von Staats- räumen beschreiben und vergleichen
8. Fähigkeit, hochindu- strialisierte Räume länderkundlich dar- zustellen und einzu- ordnen	— staatsräumliche Entwicklung		Die Gliederung von Staatsgebieten beschrei- ben

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
	— landwirtschaftliche Produktivität	Erarbeiten der landwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten und der Landbauzonen der Wirtschaftsmächte	Geographische Leitlinien der Landnahme erläutern Beispiele für die raumerschließende Tätigkeit von Staaten nennen Unterschiedliche Landbauzonen abgrenzen und ihre Nutzung erklären
	— Stellung als Industriemacht	Gegenüberstellen der Wirtschaftsmächte bezüglich — industrieller Produktion — Industrialisierungsgrad — Verkehrsnetz	Die Rohstoffförderung unter verschiedenen Bedingungen beschreiben und erklären Den unterschiedlichen Industrialisierungsgrad begründen Unterschiedliche Verkehrsnetze beschreiben und erläutern
		Erarbeiten einzelner Industriegebiete nach Standortfaktoren	Standortbedingungen von Industrieräumen nennen
		Aufzeigen des Zusammenhangs zwischen Wirtschaftskraft und politischer Macht	Die weltwirtschaftliche Stellung von Industriestaaten aus Tabellen erschließen
	— Lebens- und Arbeitsbedingungen	Aufzeigen der Lebens- und Arbeitsbedingungen in unterschiedlichen Gesellschaftssystemen	Den Einfluß von Gesellschaftssystemen auf Wirtschafts- und Lebensweise der Bevölkerung angeben Die soziale Gliederung der Bevölkerung darlegen
	Einordnung bedeutender Industriegebiete	Sichern topographischer Grundkenntnisse bezüglich der Lage bedeutender Industriegebiete	Die Industriegebiete der einzelnen Staaten nennen und abgrenzen
9. Einsicht in die Begrenztheit des menschlichen Wirtschaftsraumes und in die Gefahren übermäßiger Industrialisierung	Grenzen des menschlichen Wirtschaftens: — in der landwirtschaftlichen Produktion (Grenzen der Ökumene, Tragfähigkeit der Erde)	Aufzeigen der natürlichen Grenzen der Ökumene (Kälte-, Trocken-, Höhengrenze)	Grenzen der Ökumene beschreiben und erklären
10. Bereitschaft zu verantwortungsbewußtem Handeln bei der Nutzung des Lebensraumes		Erörtern des begrenzten Ernährungspotentials der Erde Erarbeiten der Bedeutung der Meere für die Ernährung der Menschheit	Möglichkeiten und Grenzen der Ertragssteigerung und Neulandgewinnung aufzeigen Nahrungsmittel aus dem Meer nennen
	— in der industriellen Produktion (Rohstoff- und Energielage)	Auswerten von Tabellen hinsichtlich des Verbrauchs und der Vorräte an Rohstoffen Diskussion der Möglichkeiten von Energiegewinnung	Aus Produktions- und Vorrattabellen berechnen, wie lange Rohstoffe ausreichen Möglichkeiten der Energiegewinnung aufzählen

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
		Hinweis auf die Bedeutung der Weltmeere als Energie- und Rohstofflieferanten	
		Anlegen einer Sammelmappe bzw. Herstellen einer Wandzeitung zum Thema „Energie“	
	— durch die Belastbarkeit der Umwelt	Erarbeiten der Unabdingbarkeit von Industrie zur Sicherung des Lebensstandards	Beispiele für die Belastung der Umwelt nennen
		Herausstellen der Gefährdung des menschlichen Lebensraumes durch — Ausbeutung der Rohstoffreserven — verschwenderischen Umgang mit Rohstoffen — Vernichtung lebenswichtiger Anbauflächen	
		Nach Möglichkeit Einsatz eines Planspiels	

9. Jahrgangsstufe

Teilthema 2: Konflikträume der Erde

Das Teilthema 2 beschäftigt sich mit permanenten oder akuten Spannungsgebieten, die überall dort zu verzeichnen sind, wo unterschiedliche soziale Gruppen sich in einem eng umgrenzten Raum gegenseitig durchdringen. Neben dem kognitiven wird hier in der unterrichtlichen Behandlung besonders stark der affektive Bereich zu berücksichtigen sein. Gerade bei diesem Thema muß neben allge-

mein-geographischen Lernzielen auch die Erziehung zu Weltoffenheit und Toleranz, aber auch zu persönlichem Engagement im Vordergrund stehen. Ausgewogenheit und Objektivität tragen wesentlich zur Verwirklichung dieser Ziele bei. Schließlich muß es Ziel dieses Teilthemas sein, den Schüler auch auf Konflikte im persönlichen Erfahrungsbereich vorzubereiten; er soll Aufgeschlossenheit zeigen für Konflikte und für Konfliktlösung durch Diskussion.

Unterrichtszeit: 7 Stunden

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
11. Einsicht, daß beim Zusammenleben unterschiedlicher sozialer Gruppen in einem Raum Konflikte entstehen können	Krisen- und Konflikt-räume der Erde: — Ursachen und Erscheinungsformen — räumliche Auswirkungen	Die Auswahl der Raumbeispiele soll sich an aktuellen Ereignissen orientieren. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der Auswertung von Veröffentlichungen in Massenmedien	
12. Kenntnis der Raumwirksamkeit von Konflikten	Mögliche Beispiele für ethnische, ideologische, soziale Spannungen: — Rassenprobleme in USA — Rassenprobleme in Südafrika — Stammeskonflikte in Afrika — Probleme von Mehrvölkerstaaten — Probleme von Minderheiten	Zusammenstellen möglicher Ursachen von Konflikten Aufzeigen, daß die Konflikte eine historische Komponente haben Veranschaulichen der Raumwirksamkeit von Konflikten	Ursachen für Konflikte nennen und darlegen Entstehung und Entwicklung eines Konfliktes beschreiben Veränderungen des Raumes durch Konflikte beschreiben

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
	<p>— Völkerwanderungen der Neuzeit (Flüchtlingsströme)</p>	<p>Anfertigen einer Karte von Krisenräumen der Erde</p> <p>Gegenüberstellen der unterschiedlichen Standpunkte der an Konflikten beteiligten Gruppen</p> <p>Debatte der Schüler, die jeweils unterschiedliche Gruppen repräsentieren</p> <p>Diskussion über mögliche Lösungen von Konflikten</p>	<p>Konfliktträume in eine stumme Karte eintragen und benennen</p> <p>Konflikte von verschiedenen Standpunkten aus darstellen</p> <p>Aufgabenvorschläge zu den genannten Raumbeispielen:</p> <p>Die räumliche Verteilung der Farbigen in den USA beschreiben und begründen</p> <p>Die Konzentration von Arbeitslosigkeit, Armut und Kriminalität in Gettos der Farbigen begründen</p> <p>Die Politik der Apartheid erklären und ihre Folgen an Beispielen aufzeigen:</p> <p>Die Vielschichtigkeit des nordirischen Konflikts erläutern</p> <p>Auswirkungen willkürlicher Grenzziehung nennen</p> <p>Die Probleme von Flüchtlingen aufzeigen</p>
<p>14. Überblick über Versuche und Möglichkeiten der räumlichen Organisation des Zusammenlebens</p>	<p>Möglichkeiten der Koexistenz auf nationaler und internationaler Ebene</p>		
<p>15. Bereitschaft, Einstellungen und Lebensweisen anderer zu tolerieren und Vorurteile abzubauen</p>	<p>Raumbeispiele:</p> <p>— Kibbuz in Israel oder</p> <p>— Volkskommune in der Volksrepublik China oder</p> <p>— Ujama — Dorf in Tansania</p>	<p>Aufzeigen von unterschiedlichen Versuchen kollektiven Zusammenlebens anhand von Bildern, Karten, Quellentexten, Zeitungsartikeln</p>	<p>Kennzeichnende Merkmale den jeweiligen kollektiven Lebensformen zuordnen</p>
		<p>Erörtern der Vorzüge und Nachteile verschiedener Organisationsformen</p>	<p>Vorzüge und Nachteile kollektiven Lebens aufzeigen</p>
		<p>Aufzeigen der raumprägenden Wirkungen kollektiver Lebensformen</p>	<p>Die räumliche Ausprägung kollektiver Lebensformen beschreiben</p>

M A T H E M A T I K

Curricularer Lehrplan

1. Allgemeine Zielsetzung des Curricularen Lehrplans

Der Curricularer Lehrplan legt didaktische Schwerpunkte für den Unterricht fest. Im Rahmen dieser Vorgaben bleibt eine beträchtliche Entscheidungsfreiheit des Lehrers für die persönliche Unterrichtsgestaltung erhalten. Nach wie vor trägt jeder Lehrer eine hohe erzieherische Verantwortung, die sich vor allem aus Art. 131 Abs. 1 der Bayerischen Verfassung ableitet. Wenn dieser Lehrplan darauf verzichtet, erzieherische Handlungen bis ins einzelne festzulegen, soll dies keineswegs eine Verengung des Unterrichts auf intellektuelle oder instrumentelle Lernziele bewirken.

2. Struktur des Lehrplans

Der Lehrplan ist nach vier didaktischen Kategorien geordnet:

Ein Lernziel wird anhand eines Lerninhalts mittels bestimmter Unterrichtsverfahren angestrebt; die Lernzielkontrolle zeigt auf, inwieweit das Lernziel auf dem eingeschlagenen Weg erreicht worden ist. Mit dieser Gliederung entspricht der Curricularer Lehrplan weitgehend der Unterrichtspraxis, die in der Regel nach einem solchen Modell verläuft.

3. Lernzielbeschreibungen

Lernziele müssen möglichst eindeutig und differenziert formuliert werden, um die Schüler vor Überforderung zu schützen, Leistungsbewertung vergleichbar zu machen und einheitliche Grundlagen für weiteres Lernen zu schaffen.

Wie die nachfolgende Übersicht zeigt, werden daher zur Beschreibung der Lernziele im Curricularen Lehrplan einheitliche Begriffe verwendet, die zwar der Alltagssprache entnommen sind, aber — aufbauend auf lerntheoretischen Erkenntnissen — in ihrer Bedeutung präzisiert wurden. Ein Lernziel wie „Fähigkeit, achsensymmetrische Figuren zu finden“ besteht aus einem persönlichkeitsbezogenen Teil (Fähigkeit) und einem inhaltsbezogenen Teil (Figuren zu finden). Die Begriffe, die den erwünschten Lerngewinn beim Schüler beschreiben, haben einen zweifachen Aussagewert:

- (1) Sie geben Auskunft über die Zugehörigkeit des Lernziels zu einer der vier Zielklassen (Wissen, Können, Erkennen, Werten).

Das Lernziel „Kenntnis der Eigenschaften des Parallelogramms“ z. B. gehört jener Klasse von Zielen an, die sich besonders auf den Erwerb von Informationen bezieht (Zielklasse Wissen); das Lernziel „Fähigkeit, den Verschiebungsvektor zu ermitteln und in Berechnungen anzuwenden“ hingegen bezieht sich vornehmlich auf das Durchführen von Operationen (Zielklasse Können).

Je nach Zielklasse wird also durch das Lernziel ein didaktischer Schwerpunkt festgelegt, der auch das maßgebliche Kriterium für die Lernzielkontrolle bildet. In der Unterrichtspraxis greifen die Zielklassen allerdings weitgehend ineinander und bedingen sich oft gegenseitig. So kann es nicht Absicht sein, Wissen ohne Einsicht, Können ohne Kenntnis oder Verständnis ohne Wertung zu vermitteln.

- (2) Sie geben Auskunft über den gewünschten Intensitätsgrad des Lernens innerhalb einer Zielklasse.

Der Begriff „Überblick“ z. B. bezeichnet die Anforderungsstufe, auf der ein Lerngegenstand gelehrt werden soll. Überblick ist in dem zugrundeliegen-

den Beschreibungssystem Ausdruck für eine erste Begegnung mit einem Wissensgebiet, verlangt kein tieferes Eindringen. Hingegen würde „Vertrautheit“ eingehende Spezialkenntnisse bedingen.

Bei Lernzielen, die mit einem * gekennzeichnet sind, handelt es sich um „Anbahnungsziele“, die an der durch die Stellung innerhalb des Lehrplans gekennzeichneten Stelle angebahnt werden sollen, während die beschriebene Anforderungshöhe erst im weiteren Verlauf des Unterrichts durch laufende Beachtung des betreffenden Ziels erreicht werden kann.

4. Verbindlichkeit und Freiheit

Der vorliegende Lehrplan ist von Lehrern entworfen und mit Vertretern der Wissenschaft abgestimmt worden. Der Entwurf entstand in einem Arbeitskreis des Staatsinstituts für Schulpädagogik (ISP) in München. Durch seine Veröffentlichung wird der Lehrplan hiermit zur Erprobung freigegeben.

Lernziele und Lerninhalte des Lehrplans sind verbindlich, nicht jedoch ihre Reihenfolge. So ist beispielsweise die Reihenfolge der Zahlenbereichserweiterungen durch den vorliegenden Lehrplan nicht vorgeschrieben. Als Erweiterungsreihenfolge bietet sich z. B. $\mathbb{N}_0 \rightarrow \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Q}$ an, zumal in der 6. Jahrgangsstufe bereits zu \mathbb{Q}_+ erweitert wurde.

Die Zusammenfassung der Lernziele der Geometrie (Abschnitt 1 bis 7) und der Algebra (Abschnitt 8 bis 14) zu jeweils einem Block bedeutet nicht, daß Geometrie und Algebra jeweils als Block zu behandeln sind. Die notwendige enge Verflechtung zwischen Algebra und Geometrie ist zwar in den Lernzielformulierungen vorgezeichnet, muß aber vom Lehrer ständig beachtet werden. So muß beispielsweise vor Behandlung der Parallelverschiebung die Zahlenbereichserweiterung auf \mathbb{Z} erfolgt sein.

Die Hinweise zur Lernzielkontrolle dürfen nicht als Aufforderung zu ständiger Leistungsbewertung (Benotung) mißverstanden werden. Vielmehr sollen Lehrer und Schüler auf besonders geeignete Möglichkeiten hingewiesen werden, sich über den Erfolg ihres Lehrens und Lernens selbst Rechenschaft zu geben.

Lernzielformulierung und Auswahl der Lerninhalte sind darauf ausgerichtet, das Leistungsvermögen der Schüler nicht zu überfordern. Die unverbindlichen Zeitrichtwerte, die als Hinweise für die angemessene Verteilung der Unterrichtszeit auf die einzelnen Lernziele und Inhalte zu verstehen sind, sind so berechnet, daß eine Zeitreserve von rund einem Fünftel der laut Stundenplan zur Verfügung stehenden Zeit für den erzieherischen Bereich des Unterrichts und für Tätigkeiten, die nicht unmittelbar mit der Vermittlung der vorgegebenen Lerninhalte in Zusammenhang stehen, genutzt werden kann.

5. Dem Lehrplan liegen folgende übergeordnete Zielvorstellungen zugrunde:

1. Grundwissen

Überblick über Ordnungsprinzipien der Mathematik
Kenntnis von Gesetzmäßigkeiten und Verfahren
Kenntnis von Veranschaulichungsmöglichkeiten

2. Unmittelbar produktives Können

Fertigkeit im Erkennen, exakten Beschreiben, im Ordnen und im Darstellen von Sachverhalten

Fähigkeit zur Abstraktion

Fähigkeit, Regeln und Gesetzmäßigkeiten zu finden und anzuwenden

3. Einsichten

Einsicht in die enge Verflechtung von Algebra und Geometrie

Verständnis für die Notwendigkeit einer kritischen Haltung gegenüber Aussagen und für die Notwendigkeit strenger Begründungen

4. Einstellungen

Interesse an der Mathematik und Bereitschaft, sich mit Fragestellungen mathematischen Gehalts zu beschäftigen

Anmerkung: Lernziele dieser Kategorie werden zwar im Lehrplan nicht ausdrücklich genannt, durch die Wahl entsprechender Unterrichtsverfahren wird jedoch gezeigt, auf welche Weise auch diese Ziele erreicht werden können.

6. Die Lehrplanabschnitte 9 bis 12 sind hauptsächlich unter dem Gesichtspunkt der Einübung zum Teil bereits in der 6. Jahrgangsstufe angestrebter Lernziele zu behandeln. Die Intensität der Behandlung richtet sich in jedem Fall nach der konkreten Situation in der Klasse.

7. Übersicht über die Lernzielbeschreibungen

Zielklassen →	WISSEN Informationen	KÖNNEN Operationen	ERKENNEN Probleme	WERTEN Einstellungen
Anforderungsstufen	<p>Einblick: (in Ausschnitte eines Wissensgebiet)</p> <p>Überblick: (über den Zusammenhang wichtiger Teile)</p>	<p>Fähigkeit: bezeichnet dasjenige Können, das zum Vollzug von Operationen notwendig ist.</p>	<p>Bewußtsein: Die Problemlage wird in ihren wichtigen Aspekten erfaßt.</p>	<p>Offenheit Neigung Interesse </p>
	<p>Kenntnis: verlangt stärkere Differenzierung der Inhalte und Betonung der Zusammenhänge</p> <p>Vertrautheit: bedeutet souveränes Verfügen über über möglichst viele Teilinformationen und Zusammenhänge</p>			

* Besondere Anforderungen, aus denen eine Stufung des Begriffs Fähigkeit hervorgeht, werden durch Zusätze (z. B. bezüglich der geforderten Selbständigkeit, Genauigkeit oder Geschwindigkeit) angegeben.

7. Jahrgangsstufe

1. Einführung in die Geometrie (9 Stunden)

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
1.1 Kenntnis der Möglichkeit, geometrische Figuren als Punktmengen aufzufassen	Linien (Strecke, Halbgerade, Gerade, Kreislinie) und Flächen (Ebene, Halbebene, Kreisscheibe) als Punktmengen Wiederholung bzw. Ergänzung der Symbole	Veranschaulichen der Zeichenebene als Punktmenge durch Übereinanderlegen von Transparentfolien; Zeichnen der im Lerninhalt angesprochenen Punktmengen und Aufzeigen derselben als Teilmengen der Zeichenebene; Einführen und Interpretieren erforderlicher Symbole	Nennen der im Lerninhalt angesprochenen Punktmengen unter Angabe der zugehörigen Symboldarstellung
1.2 Fähigkeit, geometrische Figuren auf Grund der Beschreibung mit Symbolen oder Texten zu zeichnen	Zeichnen von Linien und Flächen	1. In einem Text werden verschiedene geometrische Figuren beschrieben (ggf. Bezug auf Probleme des Alltags), der Schüler übersetzt diese Beschreibung in eine Zeichnung. 2. Transparentfolie und Arbeitsblatt enthalten Punkte. Es werden geometrische Figuren eingezeichnet, die durch Symbole beschrieben werden.	Selbständiges Ausführen von Arbeitsaufträgen entsprechend dem Lernziel
1.3 Fähigkeit, Beziehungen zwischen geometrischen Figuren durch Aussagen zu beschreiben	1. Elementbeziehung zwischen Punkt und Punktmenge mit den Symbolen \in und \notin 2. Teilmengenbeziehung zwischen Punktmengen mit den Symbolen \subseteq ; \subset ; \subsetneq	Zunächst werden die Elementbeziehung ($A \in g$; $B \notin g$; $C \in g$; $D \notin g$) und die Teilmengenbeziehung ($[AB] \subset g$; $[CD] \subsetneq g$) aufgezeigt. Die Schüler beschreiben sodann den Zusammenhang zwischen vorgegebenen geometrischen Figuren durch Aussagen.	Selbständiges Lösen von Aufgaben entsprechend dem Lernziel
1.4 Überblick über die Tatsache, daß sich durch Schnittmengen- bzw. Vereinigungsmengenbildung aus bekannten Punktmengen neue Punktmengen erzeugen lassen	1. Winkel und Streifen als Schnittmenge bzw. Vereinigungsmenge zweier abgeschlossener Halbebenen 2. Dreieck, Viereck als Schnittmenge von drei bzw. vier abgeschlossenen Halbebenen	Anhand von Folien wird aufgezeigt, auf welche Weise sich abgeschlossene Halbebenen überdecken können. Mit Hilfe des Projektionsbildes werden die Begriffe „Streifen“, „Winkel“, „Dreieck“, „Viereck“ geklärt.	Erklären der Begriffe „Streifen“, „Winkel“, „Dreieck“ und „Viereck“.
1.5 Fähigkeit, die Schnittmenge von Punktmengen zu bestimmen	Schnittmenge von Kreislinien, Geraden und Kreisflächen	Bei vorgegebenen Kreislinien, Geraden und Kreisflächen werden unter Verwendung von Folien und Arbeitsblättern die Schnittmengen bestimmt.	Lösen von Aufgaben entsprechend dem Lernziel

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
1.6 Kenntnis der verschiedenen Lagebeziehungen von Geraden der Ebene zueinander	1. Gegenseitige Lage von zwei Geraden 2. Parallelenschar und Geradenbüschel	Nach Vorgabe geeigneter Punktepaare im Gitternetz werden die Lagebeziehungen von Geraden in der Ebene erläutert. Die Parallelität zweier Geraden wird wie folgt definiert: $g \parallel h \Leftrightarrow g \perp s \wedge h \perp s$	1. Erklären der Begriffe „Geradenbüschel“, „Parallelenschar“ und „identische Geraden“ 2. Wiedergabe der Definition der Parallelität zweier Geraden in der Zeichenebene 3. Wiedergabe der Bedeutung einzelner Symbole
1.7 Kenntnis der Beziehungen zwischen den Winkeln an zwei sich schneidenden Geraden	Scheitel- und Nebenwinkelbeziehung	Messen der vier Winkel am Schnittpunkt zweier Geraden und Aufstellen einer Vermutung über Beziehungen zwischen den Winkelmaßen; Begründen der Beziehungen mit Hilfe der Grundkenntnisse (z. B. gestreckter Winkel); Einführen der Begriffe „Scheitelwinkel“ und „Nebenwinkel“ sowie der Symbole $\sphericalangle (g; h)$ und $\sphericalangle (\overline{g}; h)$ Hinweis auf die Orientierung des Winkels	1. Wiedergabe der Begriffe „Scheitelwinkel“ und „Nebenwinkel“ 2. Beschreiben der Beziehungen zwischen den Maßen von Scheitel- und Nebenwinkeln
1.8 Fertigkeit, das Winkelmaß von Winkeln an zwei sich schneidenden Geraden zu bestimmen	Bestimmung von Winkelmaßen, wenn ein Winkelmaß gegeben ist	Es werden Aufgaben gelöst, bei denen das Maß von Winkeln an sich schneidenden Geraden gesucht ist. Dabei kann gegeben sein — das Maß eines Winkels — eine einfache Beziehung zwischen benachbarten Winkeln (z. B. ein Winkel ist dreimal so groß wie sein Nebenwinkel).	1. Ermitteln des Maßes fehlender Winkel, wenn sich drei Geraden in einem Punkt schneiden und die Maße von zwei der sechs auftretenden Winkel gegeben sind. 2. Ermitteln des Innenwinkelmaßes bzw. Außenwinkelmaßes eines Dreiecks, wenn jeweils die anderen Winkelmaße gegeben sind
1.9* Beherrschung der eindeutigen Kennzeichnung jedes Punktes der Ebene	1. Erweiterung des Gitternetzes zum Koordinatensystem 2. Geordnetes Zahlenpaar — Punkt	Durch mehrmaliges Umklappen des Gitternetzes mit dem Punkt P (r h) um die Achsen ergibt sich die Notwendigkeit, zur Bezeichnung der Lage der neuen Punkte die Begriffe „Linkswert (l)“ und „Tiefwert (t)“ einzuführen. Nach Erweiterung von \mathbb{N}_0 auf \mathbb{Z} (bzw. \mathbb{Q}) werden positive Koordinaten für Rechts- und Hochwert sowie negative Koordinaten für Links- und Tiefwert eingeführt. Auf die festgelegte Reihenfolge der Koordinaten wird hingewiesen.	Bestimmen der Koordinaten vorgegebener Punkte

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
1.10* Beherrschung der Darstellung von Punkten im Koordinatensystem	Zeichnen von Punkten, deren Koordinaten gegeben sind	Es werden Punkte gezeichnet, deren Koordinaten zahlenmäßig gegeben sind oder deren Koordinaten durch eine Vorschrift bestimmt werden können (z. B. $P(x 2x)$; $x \in \mathbb{Z}$).	Selbständiges Darstellen von Punkten im Koordinatensystem
2. Achsenspiegelung (10 Stunden)			
2.1 Fähigkeit, eine Punktmenge durch Falten zu übertragen	Übertragung von Punkten, Strecken, Geraden, Winkeln und Kreisen	Das Zeichenblatt wird durch eine beliebige Gerade g in zwei Teile H_1 und H_2 zerlegt. Punkte aus H_1 und H_2 werden markiert. Nach dem Falten von Folie bzw. Zeichenblatt längs g werden die markierten Punkte durchgestochen und die noch nicht markierten „Löcher“ — unter Beachtung der Zusammengehörigkeit — markiert. In einer neuen Zeichnung werden vorgegebene Punktmenge gezeichnet und übertragen. Besondere Aufmerksamkeit sollte den Punkten auf geschenkt werden.	Durchführen von Durchstechübungen
2.2 Kenntnis der Tatsache, daß bei einer Achsenspiegelung jeder Punkt P der Ebene umkehrbar eindeutig auf jeweils genau einen Punkt P' der Ebene abgebildet wird	Abbildung durch Achsenspiegelung	Aufzeigen der Zugehörigkeit jedes Ursprungspunkts zu genau einem Bildpunkt der gleichen Zeichenebene mit Hilfe der Zeichnung aus 2.1; Einführen des Begriffs „Abbildung durch Achsenspiegelung“	Nennen der Lage von Ur- und Bildpunkten bei der Abbildung durch Achsenspiegelung
2.3 Kenntnis von Fundamentalsätzen der Achsenspiegelung	Geradentreue, Kreistreue, Längentreue und Winkeltreue	Feststellen der Maße von Strecken und Winkeln sowie von zugehörigen Bildstrecken und Bildwinkeln; Darstellen der Begriffe „Längentreue“ und „Winkeltreue“	Nennen der Fundamentalsätze der Abbildung durch Achsenspiegelung
2.4 Einsicht in die Tatsache, daß man die Bildpunkte zu vorgegebenen Ursprungspunkten ohne Falten finden kann	Abbildungsvorschrift der Achsenspiegelung	Auffinden der zu Ursprungspunkten zugehörigen Bildpunkte mit Hilfe des Geodreiecks; Einzeichnen der Verbindungsstrecke in der Zeichnung aus 2.1; Darstellen der Abbildungsvorschrift	Nennen und Erklären der Abbildungsvorschrift der Achsenspiegelung

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
2.5 Fertigkeit, Punktmengen durch Achsenspiegelung abzubilden	Abbildung geometrischer Figuren (z. B. Punkt, Strecke, Gerade, Kreis, Dreieck)	Abbilden von im Lerninhalt genannten Punktmengen durch Anwenden der Abbildungsvorschrift Die Beschränkung auf die Abbildung charakteristischer Punkte wird mit Hilfe der Fundamentalsätze begründet.	Anwenden der Abbildungsvorschrift und der Fundamentalsätze auf Punktmengen entsprechend dem Lerninhalt
2.6 Kenntnis der Tatsache, daß bei der Achsenspiegelung zwischen Ur- und Bildfigur ein Zusammenhang besteht	1. Kongruenz von Ur- und Bildfigur 2. Umkehrung des Umlaufsinnns bzw. Drehsinns	Ein Dreieck wird an einer Achse gespiegelt, Urdreieck und Bilddreieck werden miteinander verglichen. Definition des Kongruenzbegriffs Durch Vergleich erkennt man die Umkehrung des Umlaufsinnns bei Ur- und Bildfigur sowie die Umkehrung der Orientierung bei Ur- und Bildwinkel.	Wiedergabe der Eigenschaften von Ur- und Bildfigur bei der Achsenspiegelung
2.7 Kenntnis weiterer Eigenschaften der Achsenspiegelung, die sich aus den Fundamentalsätzen ableiten lassen	1. Entfernungsgleichheit jedes Achsenpunktes von Ur- und entsprechendem Bildpunkt 2. Lagen von Ur- und Bildgeraden (auch Fixpunktgerade und Fixgerade)	1. Nach Spiegelung eines Punktes an einer Achse werden die Entfernungen des Ursprunges und des Bildpunktes von einem beliebigen Achsenpunkt verglichen. Die Entfernungsgleichheit wird mit Hilfe der Längentreue der Abbildung begründet. 2. Eine Gerade g wird an einer Achse s gespiegelt. Dabei lassen sich vier Fälle unterscheiden: $\sphericalangle (g;s) \neq 90^\circ; \quad g \perp s; \\ g \parallel s; \quad g = s;$ Die sich jeweils ergebenden Eigenschaften werden mit Hilfe der Fundamentalsätze und weiterer Eigenschaften der Achsenspiegelung begründet.	Wiedergabe der Eigenschaften von Ur- und Bildpunkt bzw. von Ur- und Bildgerade bei der Achsenspiegelung
2.8 Fähigkeit, die Folgesätze aus 2.7 anzuwenden	Fundamentalaufgaben (Zirkel und Lineal; Geodreieck): Halbierung — einer Strecke — eines Winkels Errichten einer Senkrechte Fällen eines Lotes; Länge der Lotstrecke als Abstand	Wiederholung wichtiger Eigenschaften der Achsenspiegelung Bei den im Lerninhalt genannten Grundaufgaben wird der Lösung mit Zirkel und Lineal jeweils die Lösung mit dem Geodreieck gegenübergestellt. Beschreiben der Lösung und Begründen mit Hilfe der Eigenschaften der Achsenspiegelung Einführung des Zeichens $d(P; g)$ für den Abstand eines Punktes P von einer Geraden g	Bestimmen der Mittelpunkte von Dreiecksseiten

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
2.9 Einsicht in die Tatsache, daß die Spiegelachse einer Achsenspiegelung durch ein Punktepaar festgelegt ist	Aufsuchen der Spiegelachse bei vorgegebenem Ur- und Bildpunkt	Untersuchen der Frage, ob durch Angabe eines Punktepaars (Urpunkt Bildpunkt) eine Achsenspiegelung festgelegt ist Zeichnen der Achse	Untersuchen der Frage, ob durch Angabe von zwei Punktepaaren bzw. von zwei Strecken eine Achsenspiegelung festgelegt ist
2.10 Kenntnis der Tatsache, daß es Figuren (Punktmengen) gibt, die auf sich selbst abgebildet werden können	1. Begriff der achsensymmetrischen Figur 2. Begriff der Symmetrieachse	1. Buchstaben und Bilder von Gegenständen werden daraufhin untersucht, ob sie durch Achsenspiegelung auf sich selbst abgebildet werden können. 2. Die Begriffe „achsensymmetrische Figur“ und „Symmetrieachse“ werden definiert, der Begriff „involutorische Abbildung“ wird geklärt.	Erklären der Begriffe „achsensymmetrische Figur“ und „Symmetrieachse“
2.11 Fähigkeit, achsensymmetrische Figuren zu finden	Auffinden und Erzeugen achsensymmetrischer Figuren	1. Aus einer Anzahl von geometrischen Figuren werden diejenigen herausgesucht, die eine Symmetrieachse besitzen. 2. Achsensymmetrische Figuren werden durch Scherenschnitt bzw. Abbildung von Dreiecken an einer Seite als Spiegelachse erzeugt.	Selbständiges Auffinden achsensymmetrischer Figuren
2.12 Fähigkeit, achsensymmetrische Dreiecke zu finden	Gleichschenkliges und gleichseitiges Dreieck	Schrittweise wird ein allgemeines Dreieck in seiner Form so abgeändert, daß es bezüglich einer zu findenden Geraden achsensymmetrisch wird. Das gleichseitige Dreieck ergibt sich als Spezialfall des gleichschenkligen Dreiecks.	Herausfinden gleichschenkliger oder gleichseitiger Dreiecke aus einer Reihe vorgegebener Dreiecke
2.13 Fähigkeit, Eigenschaften der achsensymmetrischen Dreiecke zu finden und anzuwenden	Winkelmaß der Basiswinkel, Länge der Schenkel und Anzahl der Symmetrieachsen	Herleiten von Aussagen über die Maße der Basiswinkel, die Länge der Schenkel und die Anzahl der Symmetrieachsen anhand der Eigenschaften der Achsenspiegelung; Klären auftretender neuer Begriffe	1. Wiedergabe der Eigenschaften des gleichschenkligen oder gleichseitigen Dreiecks 2. Zeichnen von gleichseitigem und gleichschenkligen Dreieck mit Hilfe der Symmetrieeigenschaften

3. Punktspiegelung (11 Stunden)

	Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
3.1	Kenntnis der Tatsache, daß die Verknüpfung von Achsenspiegelungen zu Abbildungen führt, bei denen Eigenschaften der Achsenspiegelung erhalten bleiben	1. Verknüpfung von zwei Achsenspiegelungen an beliebigen Geraden als neue Abbildung 2. Geradentreue, Kreistreue und Winkeltreue bei Verknüpfung von zwei Achsenspiegelungen 3. Erhaltung des Umlaufsinns einer Figur bei einer Doppelachsenspiegelung	Der Begriff „Hintereinanderausführung“ wird im Unterrichtsgespräch geklärt. Die Ausführung der Abbildung einer Figur an zwei beliebigen Achsen führt auf das Problem der Ersatzabbildung. Es wird gezeigt, daß jedem Punkt der Ebene bei der Doppelachsenspiegelung genau ein Bildpunkt der Ebene zugeordnet ist. Durch Vergleichen von Ur- und zweiter Bildfigur werden Eigenschaften abgeleitet, die bei der Verknüpfung von zwei Achsenspiegelungen erhalten bleiben. Die Begründung erfolgt jeweils mit den Sätzen der Achsenspiegelung.	1. Begründen, daß eine Verknüpfung von Achsenspiegelungen wieder eine Abbildung sein muß. 2. Nennen der Eigenschaften, die bei einer Verknüpfung von Achsenspiegelungen erhalten bleiben.
3.2	Fähigkeit, eine Doppelachsenspiegelung an zwei orthogonalen Achsen auszuführen	Konstruktion der Bildpunkte zu gegebenen Ursprüngen	Abbildung eines Dreiecks an einem Achsenpaar $(g h)$ mit $g \perp h$ durch Doppelachsenspiegelung (Hilfsmittel: Geodreieck)	Durchführen einer Doppelachsenspiegelung einer anderen Figur an zwei orthogonalen Achsen
3.3	Einblick in die Tatsache, daß bei Doppelspiegelung an orthogonalen Achsen die Reihenfolge der Achsenspiegelungen keine Rolle spielt	Vertauschbarkeit der Achsenspiegelungen	Der Schüler untersucht in einer Zeichnung das im Lernziel aufgeworfene Problem.	Wiedergabe des formulierten Ergebnisses
3.4	Kenntnis der Tatsache, daß sich eine Doppelachsenspiegelung an orthogonalen Achsen durch eine neue Abbildung ersetzen läßt	Abbildungsvorschrift der Punktspiegelung	Bei geeigneter Anordnung der Eckpunkte der Ausgangsfigur (z. B. ein Eckpunkt ist Element der erstabbildenden Achse) wird die Abbildungsvorschrift der Ersatzabbildung erarbeitet. Die Abbildungsvorschrift sollte nicht nur verbal formuliert werden. Der Begriff „Punktspiegelung“ wird anschaulich erläutert (Vergleich mit der Achsenspiegelung).	Wiedergabe der Abbildungsvorschrift der Punktspiegelung
3.5	Kenntnis der Tatsache, daß sich spezielle Eigenschaften der Punktspiegelung herleiten lassen	1. Parallelität von Ur- und Bildgerade 2. Existenz von Fixgeraden	Die wechselweise Abbildung von Ursprung und Bildpunkt sowie die Existenz von Fixgeraden wird unmittelbar erkannt. Der Nachweis der Parallelität von Urgerade und Bildgerade erfolgt über eine dritte Gerade, die auf der Urgeraden senkrecht steht und gleichzeitig Fixgerade ist.	Nennen der gefundenen Eigenschaften

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
3.6 Fertigkeit, Punktmengen durch Punktspiegelung abzubilden	Punktspiegelung von Figuren (z. B. Geraden, Strecken, Kreisen und Dreiecken)	Die im LI genannten Punktmengen (in verschiedenen Lagen) werden abgebildet, wobei die Arbeit im Koordinatensystem bevorzugt wird. Auf verschiedenartige Lösungswege bei den Aufgaben wird hingewiesen (z. B. bei Abbildung von Geraden)	Selbständiges Lösen von Arbeitsaufträgen zum Lernziel
3.7 Fähigkeit, das Zentrum einer Punktspiegelung aufzufinden	Konstruktion des Zentrums aus einem gegebenen Punktepaar	Konstruktion des Zentrums durch Interpretation der Abbildungsvorschrift; angebracht ist der Hinweis zur Fundamentalaufgabe „Halbieren einer Strecke“	1. Ermitteln des Zentrums bei vorgegebenem Bild-dreieck A' B' C' und Ursprung A 2. Ermitteln des Zentrums bei Vorgabe von Urstrecke und Bildstrecke
3.8 Kenntnis des Parallelenaxioms und besonderer Eigenschaften paralleler Geraden	1. Parallelenaxiom 2. Parallele Geraden haben keinen Schnittpunkt 3. Zwei parallele Geraden haben überall gleichen Abstand	1. Mitteilen des Parallelenaxioms 2. Mit Hilfe der Achsen Spiegelung begründen, daß sich parallele Geraden nicht schneiden 3. Begründen der Gleichabständigkeit mit Hilfe des Parallelenaxioms und den Eigenschaften des Rechtecks	Wiedergabe des Parallelenaxioms und der Eigenschaften von parallelen Geraden
3.9 Kenntnis der Tatsache, daß zwischen den Winkeln an zwei Parallelen, die von einer Geraden geschnitten werden, besondere Beziehungen bestehen	Gesetzmäßigkeit über Stufenwinkel und Wechselwinkel an Parallelen sowie die Umkehrung dieser Gesetzmäßigkeit als Eigenschaft paralleler Geraden	Vergleich der Maße der Winkel an den beiden Schnittpunkten; Begründen der Beziehung durch Winkel-treue der Abbildung (Wechselwinkel an Parallelen); Begründen der Gleichheit von Stufenwinkeln mit Hilfe von Wechselwinkeln und Scheitelwinkeln; Umkehrbarkeit der Sätze über Stufenwinkel und Wechselwinkel	1. Erklären der Begriffe Stufenwinkel und Wechselwinkel an Parallelen 2. Angabe der Eigenschaft von Stufenwinkeln bzw. Wechselwinkeln an Parallelen 3. Angabe der Eigenschaft von parallelen Geraden
3.10 Fähigkeit, die Winkelmaße von Winkeln an Parallelen, die von einer Geraden geschnitten werden, zu bestimmen	Bestimmung weiterer Winkelmaße aus der Kenntnis eines Winkelmaßes	Gemeinsames Bestimmen von Stufenwinkel- bzw. Wechselwinkel-paaren; liegen zwei Parallelen und eine Schnittgerade vor, so werden aus dem Maß eines der acht auftretenden Winkel die Maße aller anderen Winkel berechnet.	Selbständiges Bestimmen von Winkelmaßen
3.11 Kenntnis der Tatsache, daß für Innen- und Außenwinkel eines Dreiecks besondere Gesetzmäßigkeiten bestehen	1. Summe der Maße der Innenwinkel 2. Beziehung zwischen dem Maß eines Außenwinkels und den Maßen der beiden nichtanliegenden Innenwinkel	Die Maße der Innenwinkel beliebiger Dreiecke (Arbeitsteilung) werden gemessen, woraus sich eine Vermutung ergibt. Mit Hilfe einer Parallelen zu einer Dreiecksseite durch die gegenüberliegende Ecke wird unter	Beschreiben des Zusammenhangs zwischen den Maßen der Innenwinkel sowie des Zusammenhangs zwischen dem Maß eines Außenwinkels und den Maßen der beiden nichtanliegenden Innenwinkel

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
		<p>Verwendung der Eigenschaft von Wechselwinkeln gezeigt, daß die Summe der Maße der Innenwinkel den Wert 180° hat.</p> <p>Analog wird eine Vermutung über die Beziehung zwischen dem Maß eines Außenwinkels und den Maßen der beiden nicht-anliegenden Innenwinkel aufgestellt. Die Behauptung wird mit Hilfe der Nebenwinkelbeziehung und des vorhergehenden Satzes bewiesen.</p>	
<p>3.12 Fertigkeit, die Gesetzmäßigkeiten über die Winkel am Dreieck anzuwenden</p>	<p>1. Beziehung im Viereck: $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 360^\circ$</p> <p>2. Berechnung fehlender Winkel im Dreieck und Viereck</p> <p>3. Winkelmaße in Dreiecks Sonderformen</p>	<p>1. Auffinden der Beziehung $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 360^\circ$ durch Zerlegung des Vierecks in zwei Dreiecke</p> <p>2. Mit Hilfe der im LI 3.10 genannten Gesetzmäßigkeiten werden</p> <ul style="list-style-type: none"> — aus den Maßen zweier Innenwinkel eines Dreiecks das Maß des dritten Innenwinkels, — aus dem Maß eines Innen- und eines nichtanliegenden Außenwinkels eines Dreiecks die Maße der beiden anderen Innenwinkel, — aus den Maßen dreier Innenwinkel eines Vierecks das Maß des vierten Innenwinkels bestimmt. <p>3. Mit Hilfe der im LI 3.10 genannten Gesetzmäßigkeiten werden</p> <ul style="list-style-type: none"> — aus dem Maß eines Basiswinkels eines gleichschenkligen Dreiecks das Maß des Winkels an der Spitze, — die Maße der Winkel im gleichseitigen Dreieck bestimmt. 	<p>Berechnen fehlender Winkelmaße im Dreieck und Viereck</p>
<p>3.13 Kenntnis der Tatsache, daß es Figuren gibt, die durch Punktspiegelung auf sich selbst abgebildet werden</p>	<p>Begriff der punktsymmetrischen Figur</p>	<p>1. Betrachten von Buchstaben, Bildern von Gegenständen u. dgl., die durch Punktspiegelung auf sich abgebildet werden können</p> <p>2. Gemeinsame Definition des Begriffs „punktsymmetrische Figur“</p>	<p>Erklären des Begriffs „punktsymmetrische Figur“</p>

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
3.14 Fähigkeit, punktsymmetrische Figuren zu finden	Auffinden bzw. Erzeugen punktsymmetrischer Figuren	1. Heraussuchen von Figuren mit Zentrum aus einer Anzahl geometrischer Figuren 2. Punktsymmetrische Figuren werden durch Punktspiegelung beliebiger Figuren erzeugt	Selbständiges Auffinden punktsymmetrischer Figuren
3.15 Fähigkeit, punktsymmetrische Vierecke zu erzeugen	Punktspiegelung eines Dreiecks an einem Seitenmittelpunkt	Ein beliebiges Dreieck wird durch Punktspiegelung an einem Seitenmittelpunkt abgebildet. Das gleiche wird für ein gleichschenkliges Dreieck (Zentrum: Mittelpunkt der Basis) und eine rechtwinkliges Dreieck (Zentrum: Mittelpunkt der Hypotenuse) durchgeführt.	Durchführen einer Punktspiegelung eines gleichschenkligen-rechtwinkligen Dreiecks am Mittelpunkt der Basis
3.16 Kenntnis der Eigenschaften des Parallelogramms	Beziehungen zwischen den Seiten, den Winkeln und den Diagonalen eines Parallelogramms	Die erste Zeichnung aus dem UV 3.15 wird dazu verwendet, die Eigenschaften des Parallelogramms aufzufinden. Die Beziehungen zwischen den Seiten, den Winkeln und den Diagonalen werden mit Hilfe der Eigenschaften der Punktspiegelung bewiesen.	Beschreiben der Eigenschaften des Parallelogramms
4. Parallelverschiebung (7 Stunden)	Hinweis: Dieser Abschnitt kann erst nach der Erweiterung des Zahlenbereichs auf \mathbb{Z} behandelt werden		
4.1 Fähigkeit, eine Doppelachsenspiegelung an parallelen Achsen durchzuführen	Konstruktion der Bildpunkte zu gegebenen Ursprüngen	Sonderfall einer Doppelachsenspiegelung an parallelen Achsen Zur Vorbereitung von LZ 4.2 werden die Ursprünge so gewählt, daß alle möglichen Lagen abgedeckt sind. Die Abbildung wird im Koordinatensystem durchgeführt (Hilfsmittel: Geodreieck).	Konstruieren von Bildpunkten bei vorgegebenen Ursprüngen
4.2 Kenntnis der Tatsache, daß sich eine Doppelachsenspiegelung an parallelen Achsen durch eine neue Abbildung ersetzen läßt	1. Abbildungsvorschrift der neuen Abbildung, die man Parallelverschiebung nennt 2. Der Vektor als Kennzeichen der Parallelverschiebung	Ausgehend von UV 4.1 wird die Lage von Ursprüngen P und Bildpunkten P' unter Außerachtlassung der Zwischenpunkte P* betrachtet. Aus der Abbildungsvorschrift der Achsenspiegelung werden Parallelität und Längengleichheit der Strecken von Ursprung zu Bildpunkt begründet. Die Orientierung dieser Strecken wird durch die Reihenfolge der Achsenspiegelungen an (g h)	1. Nennen der neuen Abbildung 2. Wiedergeben der Abbildungsvorschrift 3. Erklären des Begriffs „Vektor“; Schreibweise für den Vektor und für seine Elemente

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
4.3 Kenntnis von Möglichkeiten, einen Verschiebungsvektor in einem kartesischen Koordinatensystem festzulegen	Festlegung eines Verschiebungsvektors durch ein Punktepaar bzw. durch ein Zahlenpaar (Vektorkoordinaten) in der Schreibweise einer Spaltenmatrix	<p>bzw. (h g) festgelegt. Die neue Abbildung wird als Parallelverschiebung wiedererkannt. Der aus der 6. Jahrgangsstufe bekannte Verschiebungspfeil wird zum Vektor als Menge aller parallelen, gleichlangen und gleichorientierten Strecken [PP'] verallgemeinert.</p> <p>Der Vektor $\vec{PP'}$ bzw. \vec{a} beschreibt demnach vollständig die neue Abbildung Parallelverschiebung, die Ersatzabbildung für die Doppelspiegelung an parallelen Achsen ist.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nennen der verschiedenen Festlegungsmöglichkeiten für einen Vektor 2. Angeben der Schreibweisen für einen Vektor
4.4 Fertigkeit, Punktmengen durch Parallelverschiebung abzubilden	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konstruktion von Bildpunkten aus Urpunkten 2. Rückführung der Verschiebung von Punktmengen auf die Verschiebung charakteristischer Punkte 	<p>Aus UV 4.1 ergibt sich, daß ein Vektor durch ein geordnetes Punktepaar (P P') festgelegt werden kann. In einer neuen Zeichnung werden einige zu einer Parallelverschiebung gehörende Punktepaare durch Angabe der Punktkoordinaten festgelegt. Zur Untersuchung, ob auch der zugehörige Vektor durch Koordinaten festgelegt werden kann, wird jedem Punktepaar ein rechtwinkliges Dreieck zugeordnet, dessen Katheten parallel zu den Koordinatenachsen verlaufen. Durch Angabe der orientierten Kathetenlängen dieser Dreiecke gewinnt man ein charakteristisches geordnetes Zahlenpaar $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ für den zugehörigen Vektor.</p> <p>Die Schreibweisen $P(x y)$ für einen Punkt der Ebene und $\vec{a} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ für einen Vektor werden einander gegenübergestellt. (Begriff der Spaltenmatrix)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verschieben von Punkten, die durch Koordinaten festgelegt sind, durch Vektoren, die ebenfalls durch Koordinaten festgelegt sind; Zeichnerische Ermittlung der zugehörigen Bildpunkte 2. Die Punkte aus 1. werden dazu benützt, um andere Punktmengen 	Selbständiges Abbilden von Punktmengen durch Parallelverschiebung

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
4.5 * Fertigkeit, den Verschiebungsvektor zu ermitteln und in Berechnungen anzuwenden	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zeichnerische Ermittlung des Verschiebungsvektors und rechnerische Bestimmung der Spaltenmatrix des Verschiebungsvektors aus den Koordinaten von Ursprung und Bildpunkt 2. Ermittlung der Bildpunktkoordinaten aus den Ursprungskoordinaten bei vorgegebenem Vektor 	<p>(Geraden, Strecken, Halbgeraden, Winkel, Dreiecke, Kreise) festzulegen. Diese Punktmengen werden sodann mit vorgegebenen Vektoren verschoben, wobei zum Zeichnen nur charakteristische Punkte dieser Punktmengen verschoben werden müssen (Begründung!).</p> <p>In einer Zeichnung werden geeignete Punkte durch ihre Koordinaten festgelegt. Dabei werden einige zu Ursprüngen, andere zu Bildpunkten von Parallelverschiebungen erklärt und die zugehörigen Vektoren zeichnerisch und rechnerisch bestimmt.</p> <p>Die rechnerische Ermittlung wird in einer Regel festgeschrieben. Mit Hilfe dieser Regel lassen sich Bildpunktkoordinaten bestimmen.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selbständiges Ermitteln des Verschiebungsvektors 2. Anwenden des Verschiebungsvektors in Berechnungen
4.6 Kenntnis spezieller Eigenschaften der Parallelverschiebung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Parallelität von Ursprung- und Bildgerade 2. Existenz von Fixgeraden 	<p>Durch im Koordinatensystem festgelegte Geraden und Vektoren läßt sich die Existenz von Fixgeraden bereits im UV 4.4 aufzeigen. Die Parallelität von Ursprung- und Bildgerade wird aus bekannten Sätzen über Winkel an sich schneidenden Geraden und aus der Winkeltreue der Parallelverschiebung hergeleitet.</p>	<p>Nennen spezieller Eigenschaften der Parallelverschiebung im Vergleich zu anderen Abbildungen</p>
4.7 Kenntnis der Tatsache, daß sich jede Parallelverschiebung umkehren läßt	<p>Vektor — Gegenvektor Gegenvektor auch als Spaltenmatrix</p>	<p>Mehrere Punktepaare werden gegeben, ohne daß eine Aussage über Ursprung- und Bildpunkt im Hinblick auf die Parallelverschiebung gemacht wird. Daraus ergeben sich zwei Vektoren. Bei Untersuchung der rechtwinkligen Dreiecke gem. UV 4.3 erkennt man die den Vektoren zuzuordnenden Spaltenmatrizen. Der Begriff Vektor — Gegenvektor wird gemeinsam erklärt, die Darstellung vorgestellt:</p> $\vec{a} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix};$ <p>Gegenvektor zu \vec{a}:</p> $\vec{a}^* = \begin{pmatrix} -x \\ -y \end{pmatrix}$	<p>Wiedergabe des Begriffs Gegenvektor zu einem Vektor und der Schreibweise als Spaltenmatrix</p>

5. Drehung (4 Stunden)

Hinweis: Dieser Abschnitt kann erst nach der Erweiterung des Zahlenbereichs auf \mathbb{Z} behandelt werden

	Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
5.1	Fähigkeit, eine Doppelachsen-spiegelung an sich schneidenden Achsen durchzuführen	Konstruktion der Bildpunkte aus gegebenen Ursprüngen	Durch Angabe von drei Punkten P, Q, Z werden im Koordinatensystem zwei sich in Z schneidende Geraden g und h festgelegt. Ein vorgegebenes Dreieck ABC wird durch Achsen-spiegelung an den beiden Geraden auf Dreieck A'B'C' abgebildet (Hilfsmittel: Geodreieck)	Selbständiges Durchführen von Doppelachsen-spiegelungen an sich schneidenden Achsen
5.2	Kenntnis der Tatsache, daß sich eine Doppelachsen-spiegelung an sich schneidenden Achsen durch eine neue Abbildung ersetzen läßt	Abbildungsvorschrift der neuen Abbildung, die man Drehung nennt	Aus UV 5.1 ergibt sich eine Vermutung über Art und Abbildungsvorschrift der Ersatzabbildung, die mit Hilfe der Eigenschaften der Achsen-spiegelung bestätigt wird. Die Abbildungsvorschrift sollte nicht nur verbal formuliert werden.	Nennen der Abbildungsvorschrift der Drehung
5.3	Fertigkeit, Punkt-mengen durch Drehung abzubilden	Abbildung von Punkt-mengen bei gegebenem Drehpunkt und gegebenem Drehwinkel	Festlegen einer Geraden bzw. eines Dreiecks sowie eines Zentrums Z (außerhalb des Dreiecks) durch Punkte im Koordinatensystem. Das Maß des Drehwinkels wird vorgegeben, wobei auch Drehungen mit negativem Drehwinkel definiert werden. Zum Zeichnen der Bildfigur werden nur charakteristische Punkte abgebildet.	Abbilden weiterer Figuren durch Drehung
5.4	Einsicht in die Tatsache, daß es besondere Drehungen gibt	1. Punktspiegelung als Drehung 2. Identische Abbildung	Bei gegebenem Punkt P und gegebenem Zentrum Z werden die Probleme — durch welche Drehung P auf sich selbst abgebildet wird und — welche Besonderheiten sich bei Drehung um $\pm 180^\circ$ ergeben, jeweils anhand einer Zeichnung erörtert und gelöst.	1. Lösen des Problems, welche Abbildung sich für einen Drehwinkel mit dem Maß $n \cdot 360^\circ$, $n \in \mathbb{N}_0$ ergibt 2. Vergleich der Eigenschaften der Drehung um $\pm 180^\circ$ mit denen der Punktspiegelung

6. Addition von Vektoren (3 Stunden)

Hinweis: Dieser Abschnitt kann erst nach der Erweiterung des Zahlenbereichs auf \mathbb{Z} behandelt werden

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
<p>6.1 Kenntnis der Tatsache, daß man Parallelverschiebungen verknüpfen kann</p>	<p>Übertragung des Verknüpfungsgedankens auf Parallelverschiebungen</p>	<p>Ausgehend von der Hintereinanderausführung zweier Achsenspiegelungen wird ein im ersten Quadranten gegebenes Dreieck ABC zunächst \xrightarrow{a} mit a auf das Dreieck $A^*B^*C^*$ und anschließend \xrightarrow{b} mit b auf das Dreieck $A'B'C'$ abgebildet. Die Pfeile $\xrightarrow{AA^*}$, $\xrightarrow{BB^*}$ und $\xrightarrow{CC^*}$ sind Repräsentanten von \xrightarrow{a}, $\xrightarrow{A^*A'}$, $\xrightarrow{B^*B'}$ und $\xrightarrow{C^*C'}$ Repräsentanten des Vektors \xrightarrow{b}. Die nacheinander ausgeführte, zweimalige Parallelverschiebung wird als Verknüpfung von zwei Parallelverschiebungen vorgestellt.</p>	<p>Beschreiben der Verknüpfung zweier Parallelverschiebungen</p>
<p>6.2 Fähigkeit, Parallelverschiebungen zu verknüpfen</p>	<p>Hintereinanderausführung von Parallelverschiebungen</p>	<p>Abilden eines gegebenen Quadrats im Koordinatensystem nacheinander mit vier Vektoren so, daß die letzte Bildfigur mit dem Ausgangsquadrat zusammenfällt</p>	<p>Abilden der Diagonalen und des Umkreises des im UV vorgestellten Quadrats mit den gegebenen Vektoren</p>
<p>6.3 Einsicht in die Tatsache, daß Verknüpfungen von Parallelverschiebungen durch eine einzige Parallelverschiebung ersetzt werden können</p>	<p>Ermittlung der Ersatzabbildung (Ermittlung der Spaltenmatrix des resultierenden Vektors aus den Koordinaten von Ursprungspunkten und zugehörigen Bildpunkten)</p>	<p>Anhand der Zeichnung aus UV 6.1 werden die Koordinaten der Punkte A', B' und C' bestimmt sowie die Spaltenmatrizen $\xrightarrow{AA'}$, $\xrightarrow{BB'}$ und $\xrightarrow{CC'}$ berechnet und verglichen. Erkennen der Pfeile $\xrightarrow{AA'}$, $\xrightarrow{BB'}$ und $\xrightarrow{CC'}$ als Repräsentanten eines neuen Vektors \xrightarrow{c}</p>	<p>Selbständiges Ermitteln der Ersatzabbildung</p>
<p>6.4 Kenntnis der Tatsache, daß man den resultierenden Vektor aus den ursprünglichen Vektoren errechnen kann</p>	<p>Addition von Vektoren</p>	<p>Ausgehend von UV 6.3 wird die additive Verknüpfung von Spaltenmatrizen vorgestellt: $\begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix} \oplus \begin{pmatrix} b_x \\ b_y \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} a_x + b_x \\ a_y + b_y \end{pmatrix}$ Die Verallgemeinerung des aufgezeigten Sachverhalts läßt sich an bereits erstellten Bildern verifizieren.</p>	<p>Wiedergabe der Definition der Vektoraddition</p>

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
6.5 * Fertigkeit, den resultierenden Vektor rechnerisch zu ermitteln	1. Anwendung der Vektoraddition 2. Kommutativgesetz und Assoziativgesetz der Vektoraddition	Aus zwei im Koordinatensystem gegebenen Vektoren \vec{a} und \vec{b} werden die Vektoren $\vec{a} \oplus \vec{b}$ und $\vec{b} \oplus \vec{a}$ zeichnerisch ermittelt; rechnerische Bestätigung des Ergebnisses Analog verfährt man bei der Herleitung des Assoziativgesetzes.	Rechnerisches Ermitteln des resultierenden Vektors in geeigneten Aufgaben
7. Anwendung der Abbildungen (4 Stunden)	Lösen geometrischer Probleme, z. B. Einzeichnen einer Verbindungsstrecke zwischen den Schenkeln eines Winkels bei vorgegebenem Mittelpunkt der Verbindungsstrecke	Ausgehend von den Punkten eines Schenkels werden Strecken mit dem vorgegebenen Punkt als Mittelpunkt gezeichnet. Über die Lage der anderen Endpunkte wird eine Vermutung aufgestellt, die nach Finden der Abbildungsvorschrift der Punktspiegelung bestätigt wird. Die gesuchte Strecke ist damit festgelegt.	Z. B. — „Einpassen“ eines gegebenen Pfeils zwischen zwei sich schneidenden Geraden — Auffinden von Verbindungsstrecken mit besonderen Eigenschaften mit Hilfe der Achsen Spiegelung — Einzeichnen eines gleichschenkligen rechtwinkligen Dreiecks in einen Winkel, wobei die Spitze festliegt und die Basisendpunkte auf je einem Schenkel des Winkels liegen
8. Aussageformen und Aussagen (3 Stunden)	1. Begriff der Aussage 2. Begriff der Aussageform	1. Auf einem Arbeitsblatt und/oder Folie werden dem Schüler eine Reihe von Sätzen vorgelegt, unter denen sich auch Frage-, Befehls- und nicht entscheidbare Aussagesätze befinden. Anhand dieser Beispiele werden die Begriffe „Aussage“, „wahre Aussage“ und „falsche Aussage“ geklärt. 2. Dem Schüler werden Sätze mit Leerstellen vorgelegt. Anhand dieser Beispiele wird der Begriff „Aussageform“ geklärt. Die Leerstellen werden durch Zeichen	Erklären der Begriffe „Aussage“ und „Aussageform“

Hinweis: Dieser Abschnitt sollte erst nach der Erweiterung des Zahlenbereichs auf \mathbb{Z} behandelt werden.

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.2 Fertigkeit, die Art der in LZ 8.1 angesprochenen sprachlichen Gebilde zu bestimmen	Identifizierung von Aussagen bzw. Aussageformen	gekennzeichnet, die man Platzhalter bzw. Variable nennt. Im Vordergrund stehen Aussageformen mit einer Leerstelle. Die zum Belegen von Variablen geeigneten Elemente werden zur Grundmenge der Aussageform zusammengefaßt.	Identifizieren von Aussagen bzw. Aussageformen
8.3* Fertigkeit, Aussageformen über einer Grundmenge zu lösen	Bestimmung der Lösungsmenge von Gleichungen und Ungleichungen über einer Grundmenge durch Belegung der Variablen (probierendes Verfahren)	Es werden Gleichungen und Ungleichungen mit einer Variablen betrachtet. Aus der Definition der Aussageform folgt, daß auch hier Aussageformen vorliegen. Bei vorgegebener Gleichung bzw. Ungleichung mit zugehöriger Grundmenge wird die Variable nacheinander mit den Elementen der Grundmenge belegt, wodurch wahre bzw. falsche Aussagen entstehen. Hierbei werden die Begriffe „Lösungselement“ und „Lösungsmenge“ geklärt. Die Teilmengenbeziehung zwischen Lösungsmenge und Grundmenge ergibt sich zwanglos aus der Definition der Lösungsmenge	Bestimmen der Lösungsmenge von Gleichungen und Ungleichungen über der Grundmenge \mathbb{N}_0
9. Erweiterung des Zahlenbereichs von \mathbb{N}_0 auf \mathbb{Q}_0^+ (5 Stunden)			
9.1 Einsicht in die Tatsache, daß $b \cdot x = a$ immer ein Lösungselement besitzt, wenn die Grundmenge in geeigneter Weise erweitert wird	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der Bruch $\frac{a}{b}$ als Lösungselement der Gleichung $b \cdot x = a$ 2. Zahlenbereichserweiterung von \mathbb{N}_0 auf \mathbb{Q}_0^+ 3. Teilmengenbeziehung zwischen \mathbb{N}_0 und \mathbb{Q}_0^+ 	Der Schüler soll die Lösungsmenge von Gleichungen des Typs $a \cdot x = b$ mit $a \in \mathbb{N}$ und $b \in \mathbb{N}_0$ über der Grundmenge \mathbb{N}_0 durch Probieren bestimmen. Dabei ergibt sich, daß nicht jede solche Gleichung über $\mathbb{G} := \mathbb{N}_0$ ein Lösungselement besitzt. Nach Hinweis auf die dem Schüler bekannten positiven rationalen Zahlen gelingt es, durch systematisches Probieren die angegebene Gleichung über $\mathbb{G} := \mathbb{Q}_0^+$ zu lösen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lösen von Gleichungen des Typs $a \cdot x = b$ mit $a \in \mathbb{N}$ und $b \in \mathbb{N}_0$ über \mathbb{Q}_0^+ 2. Angabe aller Teilmengenbeziehungen zwischen den Mengen \mathbb{N}, \mathbb{N}_0, \mathbb{Q}^+ und \mathbb{Q}_0^+

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
		<p>Weitere Beispiele erhärten die Einsicht, daß jede Gleichung des angegebenen Typs über $\mathbb{Q} := \mathbb{Q}_0^+$ lösbar ist, wobei sich das Lösungselement in der Form $\frac{b}{a}$ darstellen läßt.</p> <p>Es sollte herausgestellt werden, daß die Zahlenbereicherweiterung von \mathbb{N}_0 auf \mathbb{Q}_0^+ notwendig ist, wenn jede Gleichung des angesprochenen Typs lösbar sein soll. Beispiele zeigen, daß sich jede Zahl aus \mathbb{N}_0 in der Form $\frac{b}{a}$ darstellen läßt. Hieraus ergibt sich die Teilmengenbeziehung zwischen \mathbb{N}_0 und \mathbb{Q}_0^+.</p>	
9.2 Kenntnis der Tatsache, daß es verschiedene Arten von Bruchzahlen in Dezimalschreibweise gibt	Endlichkeit und Periodizität von Brüchen in dezimaler Schreibweise	<p>Erarbeiten, daß sich das Lösungselement des Gleichungstyps aus 9.1 sowohl in Form eines Bruches $\frac{b}{a}$ als auch in Form eines Quotienten $(b : a)$ darstellen läßt. Letzteres ergibt sich aus der Tatsache, daß die Division die Umkehrung der Multiplikation ist. Es gilt somit $\frac{b}{a} = b : a$.</p> <p>Damit besteht die Möglichkeit, gemeine Brüche durch Division in Dezimalbrüche umzuwandeln. Bei der Umwandlung erhält man endliche und nichtendliche periodische Dezimalbrüche. Die Periodizität aller bei der Umwandlung von gemeinen Brüchen sich ergebenden nichtendlichen Dezimalbrüchen läßt sich durch eine Betrachtung der bei der Division auftretenden Reste nachweisen.</p>	Erklären der Begriffe „endlicher Dezimalbruch“ und „nichtendlich periodischer Dezimalbruch“
9.3 Fähigkeit, gemeine Brüche in Dezimalbrüche umzuformen	Umwandlung durch Division des Zählers durch den Nenner	Aus dem UV 9.2 ergibt sich sofort die Möglichkeit der Umwandlung eines gemeinen Bruches durch Division des Zählers durch den Nenner. Die Umwandlung wird an einigen einfachen Beispielen geübt.	Umwandeln gemeiner Brüche in Dezimalbrüche

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
9.4 Einblick in die Tatsache, daß sich Dezimalbrüche als gemeine Brüche darstellen lassen	Umkehrbarkeit der Umwandlung gem. LZ 9.3	Es wird nur die Umwandlung von endlichen und nichtendlichen sofortperiodischen Dezimalbrüchen untersucht. Zur Umwandlung nichtendlicher sofortperiodischer Dezimalbrüche betrachtet man eine Tabelle, in der die zu den echten Brüchen mit dem Nenner 9, 99, 999, ... gehörenden nichtendlichen periodischen Dezimalbrüche angegeben sind. Dabei ergibt sich eine einfache Umwandlungsregel.	Wiedergabe der Umwandlungsregeln für endliche und nichtendliche sofortperiodische Dezimalbrüche
9.5 Einblick in den Größenvergleich von Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+	Gegenseitige Lage von Punkten auf der Zahlenhalbgeraden, die Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+ veranschaulichen	Die Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+ lassen sich — wie bereits bekannt — auf der Zahlenhalbgeraden veranschaulichen. Dabei wird jeder Zahl aus \mathbb{Q}_0^+ ein Punkt auf der Zahlenhalbgeraden zugeordnet. Zu zwei gegebenen Zahlen werden die entsprechenden Punkte gezeichnet. Die in \mathbb{N}_0 geltende Größer-kleiner-Beziehung wird auf \mathbb{Q}_0^+ übertragen.	Wiedergabe der Regel zum Größenvergleich von Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+ mit Hilfe der Darstellung auf der Zahlenhalbgeraden
9.6 Fähigkeit, Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+ größenmäßig zu vergleichen	Angabe der Größer-kleiner-Beziehung von Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+ anhand der Darstellung auf der Zahlenhalbgeraden	Das im UV 9.5 dargestellte Verfahren kann der Schüler nun selbst anwenden. Es empfehlen sich auch Aufgaben, bei denen mehr als zwei Zahlen verglichen und in einer Ungleichungskette geordnet werden sollen. Auf die Wahl eines geeigneten Maßstabes für die Zeichnung sollte eingegangen werden.	Vergleichen von Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+ hinsichtlich ihrer Größe
9.7 Einblick in die Tatsache, daß es besondere Teilmengen von \mathbb{Q}_0^+ gibt	Begriff und Schreibweise von Intervallen in \mathbb{Q}_0^+	Bestimmung der Lösungsmenge einer Doppelungleichung über der Grundmenge \mathbb{Q}_0^+ . Die Lösungsmenge kann nicht in aufzählender Form angegeben, aber auf der Zahlenhalbgeraden als Punktmenge dargestellt werden. Die beiden Schreibweisen für Intervalle werden vorgestellt und erläutert. Bei der Untersuchung der Zugehörigkeit der Grenzzahlen zum Intervall ergibt sich die Möglichkeit, die Begriffe „abgeschlossenes Intervall“, „halboffenes Intervall“ und „offenes Intervall“ einzuführen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erklären der Begriffe „Intervall“, „abgeschlossenes Intervall“, „halboffenes Intervall“ und „offenes Intervall“ 2. Erklären der beiden Schreibweisen für Intervalle

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
9.8 Fähigkeit, besondere Teilmengen aus \mathbb{Q}_0^+ zu finden	Darstellen von Intervallen auf der Zahlenhalbgeraden und ihre Schreibweise	Intervalle (Schreibweise mit und ohne Mengenbildungoperator) sollen auf der Zahlenhalbgeraden dargestellt werden. Umgekehrt sollen zu Darstellungen von Intervallen auf der Zahlenhalbgeraden die zugehörigen Beschreibungen angegeben werden.	Auffinden besonderer Teilmengen aus \mathbb{Q}_0^+
10. Addition und Subtraktion in \mathbb{Q}_0^+ (9 Stunden)			
10.1 * Fertigkeit, die Rechenregeln für die Addition und Subtraktion positiver rationaler Zahlen (einschließlich der Zahl Null) anzuwenden	Addition und Subtraktion von Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+ in dezimaler und nicht-dezimaler Schreibweise	Zur Wiederholung werden Terme, die Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+ in dezimaler und nichtdezimaler Schreibweise enthalten, vorgegeben. Unter Beachtung bereits aus der 6. Jahrgangsstufe bekannter Rechenregeln werden die zugehörigen Termwerte ermittelt.	Ermitteln von Termwerten
10.2 Kenntnis der Tatsache, daß die Addition und Subtraktion positiver rationaler Zahlen auf der Zahlenhalbgeraden dargestellt werden kann	Verknüpfung von Pfeilen, die positive rationale Zahlen vertreten	Unter Beachtung der Orientierung auf der Zahlenhalbgeraden werden den Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+ rechtsgerichtete Pfeile zugeordnet, die je nach der Zahlenverknüpfung „+“ bzw. „-“ durch Spitze - Fuß bzw. Spitze - Spitze gekoppelt werden.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe der Darstellung von Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+ durch Pfeile 2. Nennen der Pfeilkoppelungen unter Beachtung der Zahlenverknüpfungen
10.3 Kenntnis der Gesetze für Addition und Subtraktion positiver rationaler Zahlen (einschließlich der Zahl Null)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abgeschlossenheit bezüglich der Addition 2. Kommutativgesetz der Addition 3. Assoziativgesetz der Addition 4. Neutrales Element der Addition 5. Nichtabgeschlossenheit bezüglich der Subtraktion 	Mit Hilfe von Termberechnungen bzw. Pfeildarstellungen von Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+ werden die im LI genannten Gesetze aufgezeigt.	Nennen der Gesetze und Wiedergabe dieser Gesetze in Platzhalterschreibweise
10.4 Fähigkeit, die Gesetze der Addition in Aufgaben anzuwenden	Berechnung von Termwerten	Nach Vorgabe geschickt zusammengesetzter Terme wird der Schüler aufgefordert, unter Verwendung der Gesetze der Addition von Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+ die Werte dieser Terme möglichst einfach und vorteilhaft zu berechnen.	Berechnen von Termwerten durch Anwenden der Gesetze der Addition

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
<p>10.5 Fähigkeit, die Lösungsmenge von Aussageformen mit einer Variablen ohne Äquivalenzumformungen zu bestimmen</p>	<p>Lösung linearer Gleichungen und Ungleichungen der Art: $x \pm a \square b$ mit $a, b \in \mathbb{Q}^+$ $\square \in \{ =, <; >; \leq; \geq \}$</p>	<p>Mit Hilfe von Belegungen der Variablen aus der vorgegebenen Grundmenge werden probierend die Belegungen ermittelt, die die Aussageformen in wahre Aussagen überführen.</p>	<p>Selbständiges Lösen linearer Gleichungen durch Probieren</p>
<p>10.6 Einsicht in die Abhängigkeit der Lösungsmenge von der Grundmenge</p>	<p>Lösung einer Gleichung bzw. Ungleichung über verschiedenen Grundmengen</p>	<p>Eine Gleichung bzw. Ungleichung wird vorgegeben. Bei verschiedenen vorgewählten Grundmengen wird jeweils die zugehörige Lösungsmenge bestimmt. Als Grundmengen können \mathbb{N}_0, \mathbb{Q}_0^+ und Intervalle aus diesen Mengen gewählt werden.</p>	<p>Lösen von Gleichungen bzw. Ungleichungen über verschiedenen Grundmengen durch Probieren</p>
<p>10.7 Bewußtsein der Tatsache, daß es Gleichungen bzw. Ungleichungen mit gleicher Lösungsmenge über der gleichen Grundmenge gibt</p>	<p>Begriff der äquivalenten Gleichungen bzw. Ungleichungen</p>	<p>Lösen von Gleichungen bzw. Ungleichungen, die die gleiche Lösungsmenge über der gleichen Grundmenge besitzen. Einführen des Begriffs der „Äquivalenz“ von Gleichungen bzw. Ungleichungen</p>	<p>Erklären des Begriffs „Äquivalenz von Gleichungen bzw. Ungleichungen“</p>
<p>10.8 Kenntnis der Tatsache, daß sich aus Gleichungen bzw. Ungleichungen durch Umformungen äquivalente Gleichungen bzw. Ungleichungen herleiten lassen</p>	<p>Addition bzw. Subtraktion einer Zahl (oder einer Variablen) zu Linksterm und Rechtsterm einer Gleichung bzw. Ungleichung</p>	<p>Gegenüberstellen von je zwei Gleichungen bzw. Ungleichungen, die gem. LZ 10.7 äquivalent sind. Eine der Gleichungen bzw. Ungleichungen sollte die Form $x = a$ bzw. $x < b$ mit $a, b \in \mathbb{Q}_0^+$ besitzen. Durch Addieren bzw. Subtrahieren einer Zahl (oder einer Variablen) können die Gleichungen bzw. Ungleichungen ineinander übergeführt werden. Dieses Ineinanderüberführen wird als „Äquivalenzumformung“ bezeichnet.</p>	<p>Nennen der Möglichkeiten, eine Gleichung bzw. Ungleichung in eine dazu äquivalente Gleichung bzw. Ungleichung überzuführen</p>
<p>10.9 Fertigkeit im Lösen von Gleichungen und Ungleichungen mit Hilfe von Äquivalenzumformungen</p>	<p>Lösen von Gleichungen bzw. Ungleichungen der Art: $\left. \begin{matrix} x \pm a \square b \\ a \pm x \square b \end{matrix} \right\}$ mit $a, b \in \mathbb{Q}_0^+$, $\square \in \{ <; =; >; \leq; \geq \}$</p>	<p>Vom probierenden Verfahren her ist bekannt, daß die Form $x = a$ bzw. $x < b$ mit $a, b \in \mathbb{Q}_0^+$ besonders schnell zur Lösungsmenge führt. Jetzt wird diese Form durch Äquivalenzumformung der im UV 10.8 beschriebenen Art erreicht</p>	<p>Lösen von Gleichungen bzw. Ungleichungen durch Äquivalenzumformungen</p>

11. Multiplikation und Division in \mathbb{Q}_0^+ (6 Stunden)

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
11.1 * Fertigkeit, die Rechenregeln für die Multiplikation und Division positiver rationaler Zahlen (einschließlich der Zahl Null) anzuwenden	Multiplikation und Division von Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+ in dezimaler und nichtdezimaler Schreibweise	Berechnen von Termwerten, indem die bereits aus der Hauptschule bekannten Regeln angewendet werden. Dabei sollen auch Zahlen in dezimaler Schreibweise verwendet werden.	Überprüfen des Wahrheitsgehalts von Aussagen
11.2 Kenntnis der Gesetze für die Multiplikation und Division positiver rationaler Zahlen (einschließlich der Zahl Null)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abgeschlossenheit bezüglich der Multiplikation 2. Kommutativgesetz der Multiplikation 3. Assoziativgesetz der Multiplikation 4. Neutrales Element der Multiplikation 5. Abgeschlossenheit bezüglich der Division 6. Inverses Element bezüglich der Multiplikation 7. Die Zahl Null bei Multiplikation und Division 	Erarbeiten der im LI aufgeführten Gesetze anhand von Zahlenbeispielen. Besonders nachdrücklich wird auf die Besonderheiten der Zahl Null bei den Verknüpfungen Multiplikation und Division hingewiesen.	Wiedergabe der für die Multiplikation und Division in \mathbb{Q}_0^+ gültigen Gesetze, auch in Platzhalterschreibweise
11.3 Fähigkeit, die Gesetze der Multiplikation und Division bei Aufgaben anzuwenden	Berechnung von Termwerten	Die in LZ 11.2 gefundenen Gesetzmäßigkeiten werden nunmehr bei der Berechnung von Termwerten angewendet. Besonderer Wert wird hierbei auf Terme gelegt, bei denen sich durch die Anwendung der Gesetze eine einfachere Berechnung ergibt.	Untersuchen des Wahrheitsgehalts von Aussagen
11.4 Fähigkeit, die Lösungsmenge von Aussageformen mit einer Variablen ohne Äquivalenzumformung zu bestimmen	<p>Lösung linearer Gleichungen und Ungleichungen der Art:</p> $\left. \begin{array}{l} x \cdot a \square b \\ x : a \square b \end{array} \right\} \text{ mit } a, b \in \mathbb{Q}^+$ $\square \in \{ <; >; =; \leq; \geq \}$	Der Schüler führt Aussageformen der im LI angegebenen Art in wahre Aussagen über, indem er die Lösungselemente durch Probieren findet.	Selbständiges Lösen von linearen Gleichungen und Ungleichungen durch Probieren
11.5 Einsicht in die Tatsache, daß sich Gleichungen bzw. Ungleichungen durch Äquivalenzumformungen lösen lassen	Multiplikation und Division von Linksterm und Rechtsterm einer Gleichung bzw. Ungleichung mit einer Zahl (oder einer Variablen)	Der Schüler untersucht durch Probieren, ob sich auch durch Multiplikation oder Division äquivalente Umformungen erreichen lassen.	Formulieren der Umformungsregeln für Gleichungen und Ungleichungen
11.6 * Fertigkeit im Lösen von Gleichungen und Ungleichungen mit Hilfe von Äquivalenzumformungen	<p>Lösen von Gleichungen bzw. Ungleichungen der Art:</p> $\left. \begin{array}{l} x \cdot a \square b \\ x : a \square b \\ a : x = b \end{array} \right\} \text{ mit } a, b \in \mathbb{Q}^+$ $\square \in \{ <; >; \leq; \geq; = \}$	Die im LZ 11.5 erarbeiteten Umformungsregeln werden in Aussageformen angewendet. Dabei soll auch die dezimale Schreibweise Verwendung finden.	Lösen von Gleichungen und Ungleichungen durch Äquivalenzumformungen

12. Verbindung der vier Grundrechenarten in \mathbb{Q}_0^+ (4 Stunden)

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
<p>12.1 Fähigkeit, bei der Berechnung zusammengesetzter Terme über \mathbb{Q}_0^+ bestimmte Vereinbarungen anzuwenden</p>	<p>1. Klammerregel 2. „Punkt vor Strich“</p>	<p>Im Rahmen der Berechnung des Wertes von Zahltermen wird die bereits bekannte Regel „Klammern werden zuerst berechnet“ wiederholt und gefestigt. In gleicher Weise bietet sich bei vorgegebenen Termen eine Behandlung der bereits bekannten Regel „Punkt vor Strich“ an.</p>	<p>Berechnen des Wertes von Zahltermen etwa der Art: $(a+b) - (c+d)$ $a \cdot b - c \cdot d$ $a, b, c, d \in \mathbb{Q}_0^+$</p>
<p>12.2 Kenntnis der Tatsache, daß sich das Produkt aus einer Zahl und einer Summe (Differenz) ohne Verwendung der Klammerregel berechnen läßt</p>	<p>Distributivgesetz</p>	<p>Bei der Suche nach der einfachen Berechnungsmöglichkeit der Produktwerte von z. B. $8 \cdot 43$ gelangt man zur Lösung $8 \cdot 43 = 8 \cdot (40+3)$ $= 8 \cdot 40 + 8 \cdot 3$ Die Gültigkeit des zuerst in \mathbb{N}_0 erarbeiteten Distributivgesetzes wird für Zahlen aus \mathbb{Q}_0^+ überprüft und sodann auf \mathbb{Q}_0^+ übertragen.</p>	<p>Wiedergabe des Distributivgesetzes, auch in Schreibweise mit Platzhaltern</p>
<p>12.3 Fähigkeit, das Distributivgesetz anzuwenden</p>	<p>1. Umformung von Termen 2. Rechenvorteile durch Anwendung des Distributivgesetzes</p>	<p>Ausgehend von LZ 12.2 bietet sich die Umformung von Termen einfacher Art an. Ein prägnantes Erfassen des Faktorisierens erfolgt anschließend bei der Anwendung des Distributivgesetzes bei der Berechnung von Zahltermen.</p>	<p>Anwenden des Distributivgesetzes bei der Umformung von Termen</p>
<p>12.4 Einsicht in die Tatsache, daß sich Gleichungen und Ungleichungen durch Äquivalenzumformungen lösen lassen</p>	<p>Aufeinanderfolge mehrerer Äquivalenzumformungen bei der Lösung von Gleichungen bzw. Ungleichungen etwa der Art: $a \cdot x \pm b \square c$ $b \pm a \cdot x \square c$ mit $\begin{cases} a \in \mathbb{Q}_0^+ \\ b, c \in \mathbb{Q}_0^+ \end{cases}$ $\square \in \{<; >; =; \leq; \geq\}$</p>	<p>Die Verwendung von Termen der Art $a \cdot (x+b)$, $a, b, \in \mathbb{Q}_0^+$ bei Aussageformen, wie etwa $2 \cdot (x+3) < 15$; $G := \mathbb{Q}_0^+$ führt zu Aussageformen des im LI angegebenen Typs. Der Schüler erarbeitet durch schrittweises Umformen die Lösungsmenge.</p>	<p>1. Nennen des Weges zur Bestimmung der Lösungsmenge zusammengesetzter Aussageformen 2. Bestimmen der Lösungsmenge bei vorgegebenen Gleichungen bzw. Ungleichungen durch Äquivalenzumformungen 3. Nachweis der Äquivalenz zweier vorgegebener Ungleichungen, etwa $2(x+3,3) < 8,3 \cdot 7 - 32,5$ $\Leftrightarrow 4x + 3,5 < 41,5$ $G := \mathbb{Q}_0^+$</p>

13. Potenzen (4 Stunden)

	Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
13.1	Einblick in die Tatsache, daß ein Produkt mit gleichen Faktoren abgekürzt geschrieben werden kann	Begriff der Potenz a^n mit $a \in \mathbb{Q}_0^+$ und $n \in \mathbb{N}$ einschließlich der Begriffe Basis (Grundzahl), Exponent (Hochzahl) und Potenzwert	Im Rahmen einer Aufstellung, etwa bei der Bestimmung der Anzahl der Vorfahren oder bei Betrachtung des Aufbaus unseres Maßsystems ergibt sich die Zweckmäßigkeit für die Einführung einer abgekürzten Schreibweise. Die im Lerninhalt aufgeführten Begriffe werden erläutert, auf den Sonderfall ($n : = 1$) wird eingegangen.	Erklären der Begriffe „Basis“, „Exponent“ und „Potenzwert“
13.2	Kenntnis der Tatsache, daß es spezielle Potenzen gibt	<ol style="list-style-type: none"> Potenzen mit der Basis 10 Potenzen mit der Hochzahl 2 bzw. 3 („Quadratzahl“ bzw. „Kubikzahl“) 	<p>Unter Rückgriff auf die Aufstellung des Maßsystems (Dezimalsystems) werden, ausgehend vom UV 13.1, Zehnerpotenzen ermittelt.</p> <p>Unter Hinweis auf die Praxis ergeben sich — in Anknüpfung an die Vorkenntnisse — die besonderen Potenzen mit der Hochzahl 2 bzw. 3.</p>	Erklären der Begriffe „Quadratzahl“ und „Kubikzahl“
13.3	Fähigkeit, die Potenzdefinition anzuwenden	<ol style="list-style-type: none"> Berechnung von Potenzwerten durch Zurückführung auf die Multiplikation Umformung von Produkten mit Hilfe der Potenzschreibweise Lösung von Aussageformen, etwa vom folgenden Typ durch Probieren: $x^a \square b \mid \text{mit } a \in \mathbb{N};$ $c^x \square b \mid b, c \in \mathbb{Q}_0^+$ $\square \in \{<; >; \leq; \geq; =\}$ 	<p>Vorgegebene Produkte werden in Potenzschreibweise dargestellt. Durch Umkehrung der Aufgabenstellung werden, unter Anwendung der Definition der Potenz, Potenzwerte berechnet. Auf die Darstellung von Zahlen als Produkt aus Dezimalzahl und Zehnerpotenz wird hingewiesen. Mit Hilfe der Definition der Potenz werden einfache Aussageformen der im LI angegebenen Art gelöst.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Berechnen von Potenzwerten Umformen von Produkten Lösen von Aussageformen durch Probieren
13.4	Einsicht, daß sich Produkte und Quotienten spezieller Potenzen vereinfacht darstellen lassen	<ol style="list-style-type: none"> Regeln für die Multiplikation bzw. Division von Potenzen mit gleicher Basis Definition von Potenzen mit dem Exponenten Null 	<p>Unter Anwendung des Assoziativgesetzes der Multiplikation und der Definition der Potenz werden gemeinsam Regeln für das Rechnen mit Potenzen erarbeitet. Die Erweiterung des Potenzbegriffs auf Potenzen der Form a^n mit $a \in \mathbb{Q}^+$ und $n : = 0$ schließt sich an.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Wiedergabe der gefundenen Regeln Herleiten der vereinfachten Schreibweise für die Potenz einer Potenz. z. B. $(a^3)^4$; Interpretieren des Ergebnisses
13.5	Fähigkeit, die Potenzregeln anzuwenden	<ol style="list-style-type: none"> Berechnung von Termwerten Lösung von Aussageformen, etwa vom Typ: $\left. \begin{array}{l} a^b \cdot a^x = a^c \\ a^x : a^b = a^c \\ x \cdot a^b = a^c \end{array} \right\} \text{ mit } a, b, c \in \mathbb{N}$ 	<p>Mit Hilfe der im LI 13.4 aufgeführten Gesetzmäßigkeiten werden Termwerte berechnet. Die Lösung der im LI aufgeführten Aussageformen erfolgt durch Vergleich der Exponenten.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Berechnen von Termwerten Bestimmen der Lösungsmenge einer Aussageform wie $2^x \cdot 2^3 = 32$

14. Negative Zahlen (21 Stunden)

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
14.1 Einsicht in die Tatsache, daß eine Erweiterung des Zahlenbereichs \mathbb{N}_0 nötig ist, wenn die Gleichung $a + x = b$ für alle $a, b \in \mathbb{N}_0$ lösbar sein soll	1. Lösung der Gleichung $a + x = b$ mit $a > b$, $a, b \in \mathbb{N}_0$ mit Hilfe von Zahlpfeilen und deren Verknüpfung 2. Negative ganze Zahlen (\mathbb{Z}^-) und ihre Darstellung auf der Zahlengeraden; Menge der ganzen Zahlen \mathbb{Z}	Ausgehend von der Kenntnis, daß sich $a, b \in \mathbb{N}_0$ als Rechtspfeile darstellen lassen, können mit Hilfe der Spitze-Fuß-Koppelung Gleichungen der im LI genannten Art dann zeichnerisch gelöst werden, wenn $a < b$ gilt. $x = b - a$ stellt ebenfalls einen Rechtspfeil dar. Über den Sonderfall $a = b$ kommt man zum Fall $a > b$, wobei die Lösung nur bei Einführung eines Linkspfeiles gelingt. Entsprechend folgt aus dem Beispiel $1 + x = 0$ die Lösung $x = 0 - 1$, wobei $(0 - 1)$ als neue Zahl (-1) definiert und als Linkspfeil dargestellt wird. Aus der Darstellung ergibt sich z. B. die wahre Aussage $1 + (-1) = 0$ und somit die Motivation für die Einführung der negativen Zahlen. Um (-1) und alle anderen negativen Zahlen darstellen zu können, wird die Zahlenhalbgerade nach links hin erweitert.	Begründen der Einführung der Linkspfeile und der Erweiterung der Zahlenhalbgeraden
14.2 Einsicht in die Tatsache, daß sich die Ordnung in \mathbb{N}_0 auf \mathbb{Z} übertragen läßt	1. Größenvergleich von Zahlen aus \mathbb{Z} anhand der Darstellung auf der Zahlengeraden 2. Absoluter Betrag	Durch Spiegelung der positiven Zahlenhalbgeraden am Ausgangspunkt kann man sich die Entstehung der negativen Zahlenhalbgeraden vorstellen. Jedem Rechtspfeil kann ein gleichlanger Linkspfeil zugeordnet werden. Die Einführung des absoluten Betrages erfolgt, indem man bei einem Zahlpfeil nicht seine Richtung, sondern nur seine Länge betrachtet. Wie bereits auf der (positiven) Zahlenhalbgeraden ist diejenige von zwei Zahlen die größere, die weiter rechts auf der Zahlenhalbgeraden liegt (Permanenzprinzip).	1. Größenvergleiche von Zahlen anhand von Darstellungen auf der Zahlenhalbgeraden 2. Aufzählen der Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Zahl und Gegenzahl

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
14.3 Einsicht in die Tatsache, daß sich mit Hilfe des Permanenzprinzips Regeln und Gesetze für das Rechnen in \mathbb{Z} finden lassen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Regeln für die Addition und Subtraktion von Zahlen aus \mathbb{Z} 2. Inverses Element bezüglich der Addition 	<p>Unter Anwendung des Permanenzprinzips lassen sich wie bei den natürlichen Zahlen Addition und Subtraktion ganzer Zahlen zeichnerisch durchführen. Aus der zeichnerischen Darstellung werden die Regeln für die Addition in \mathbb{Z} erarbeitet und die Existenz des inversen Elements bezüglich der Addition nachgewiesen. Die Subtraktion läßt sich auf die Addition zurückführen, sobald nachgewiesen ist, daß jede Differenz durch eine Summe dargestellt werden kann.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formulieren der Rechenregeln für die Addition und Subtraktion in \mathbb{Z} 2. Rechnerisches Durchführen der Addition und Subtraktion in \mathbb{Z}
14.4 * Fertigkeit in der Anwendung der Rechenregeln für Addition und Subtraktion	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berechnung von Termwerten 2. Lösung von Gleichungen und Ungleichungen des Typs $x \pm a \square b; a, b \in \mathbb{Z}$ $\square \in \{<; >; \leq; \geq; =\}$ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Die erarbeiteten Rechenregeln für die Addition und Subtraktion in \mathbb{Z} werden bei Termwertberechnungen angewandt, wobei auch Klammern und vermischte Rechenoperationen auftreten. Auf die Unterscheidung von Vor- und Rechenzeichen ist zu achten; im weiteren Verlauf kann zur vereinfachten Schreibweise übergegangen werden. 2. Aus dem Berechnen von Termwerten wird zu Aussageformen übergeleitet, indem man Terme zueinander in Beziehung setzt. Die Vermutung, daß sich Gleichungen und Ungleichungen mit Zahlen aus \mathbb{Z} äquivalent umformen lassen, wird an einfachen Beispielen aufgezeigt und durch Stichprobenbelegung erhärtet. 	<p>Berechnen von Termwerten und Lösen von Gleichungen und Ungleichungen durch Addition und Subtraktion</p>
14.5 Einsicht in die Tatsache, daß sich mit Hilfe des Permanenzprinzips Regeln für das Rechnen in \mathbb{Z} herleiten lassen	<p>Regeln für die Multiplikation und Division von Zahlen aus \mathbb{Z}</p>	<p>Wie schon bei Summen, so müssen auch bei der Bildung von Produkten und Quotienten in \mathbb{Z} wegen des Permanenzprinzips die bereits bekannten Rechenregeln Anwendung finden können. Die Regeln für die Multiplikation ganzer Zahlen werden mit Hilfe des Distributivgesetzes in Verbindung mit der Regel $a \cdot 0 = 0$ gefunden.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nennen der Regeln für die Multiplikation ganzer Zahlen 2. Herleiten der Regeln für die Division ganzer Zahlen

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
14.6 Kenntnis der Tatsache, daß bereits bekannte Gesetze und Regeln aus \mathbb{Q}_+^* auch in \mathbb{Z} gültig sind	1. Kommutativgesetz Assoziativgesetz Distributivgesetz 2. Regeln für das Rechnen mit 0 und 1	An geeigneten Beispielen wird die Gültigkeit von Kommutativ- und Assoziativgesetz sowie der Regeln für das Rechnen mit Null und Eins in \mathbb{Z} aufgezeigt. Die Gültigkeit des Distributivgesetzes wurde bereits im Unterrichtsverfahren 14.5 gefordert (Permanenzprinzip).	Nennen der Gesetze und Rechenregeln, die in \mathbb{N} , \mathbb{N}_0 und \mathbb{Z} gelten, sowie deren Wiedergabe auch in verbaler Form
14.7 Fertigkeit, die Gesetze und Rechenregeln aus 14.5 und 14.6 anzuwenden	Berechnung von Termwerten	Unter Verwendung der gefundenen Regeln und Gesetze werden an geeigneten Aufgaben die Termwerte rechnerisch bestimmt.	Selbständiges Berechnen von Termwerten
14.8 Einsicht in die Tatsache, daß sich Äquivalenzumformungen auch auf Gleichungen mit Zahlen aus \mathbb{Z} übertragen lassen	Lösung von Gleichungen des Typs $x \cdot a = b; a \in \mathbb{Z}^-, b \in \mathbb{Z},$ $ a $ ist Teiler von $ b $ $x : a = b; a \in \mathbb{Z}^-, b \in \mathbb{Z}$	Durch Probieren werden zunächst Gleichungen des Typs $\frac{x}{a} = b$ gelöst. Sodann wird überprüft, ob die bisher bekannten Äquivalenzumformungen zur gleichen Lösungsmenge führen.	1. Nennen der Regeln für Äquivalenzumformungen bei Gleichungen 2. Lösen von Gleichungen des Typs $a \cdot x = b$ mit Hilfe von Äquivalenzumformungen
14.9 Einsicht in die Tatsache, daß bei Ungleichungen mit Zahlen aus \mathbb{Z} beim äquivalenten Umformen Besonderheiten gelten	1. Multiplikation bzw. Division von Linksterm und Rechtsterm einer Ungleichung mit einer negativen ganzen Zahl bei gleichzeitiger Umkehrung des Relationszeichens (Inversionsgesetz) 2. Lösung von Ungleichungen des Typs $x \cdot a \square b; a \in \mathbb{Z}^-, b \in \mathbb{Z},$ $ a $ ist Teiler von $ b $ $x : a \square b; a \in \mathbb{Z}^-, b \in \mathbb{Z}$ $\square \in \{<, >, \leq, \geq\}$	Nachdem die Regeln für äquivalente Umformungen bei Gleichungen im Bereich \mathbb{N} auf den Bereich \mathbb{Z} voll übernommen werden konnten, folgt die Vermutung, daß dies auch bei Ungleichungen der Fall sein müßte, z. B. $x \cdot (-2) < (-6);$ $G := \{1; 2; 3; 4; 5\}$ Durch Belegen erhält man die Lösungsmenge $L_1 = \{4; 5\}.$ Durch Aufspalten und Division mit (-2) erhält man jedoch $x \cdot (-2) < 3 \cdot (-2) \mid : (-2)$ und damit $L_2 = \{1; 2\}.$ Durch Vergleich der unterschiedlichen Lösungsmengen ergibt sich die Notwendigkeit, das Relationszeichen umzukehren, was an weiteren Beispiel erhärtet wird. Bei der Multiplikation verfährt man analog.	1. Nennen des Inversionsgesetzes 2. Lösen von Ungleichungen

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
14.10 Einsicht in die Tatsache, daß die Gleichung $a + x = b$ mit $a, b \in \mathbb{Q}_0^+$ nur bei Einführung neuer Zahlen stets lösbar ist	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erweiterung der Zahlenmenge \mathbb{Q}_0^+ zur Zahlenmenge \mathbb{Q} 2. Teilmengenbeziehungen zwischen \mathbb{Q}_0^+ und \mathbb{Q} bzw. zwischen \mathbb{Z} und \mathbb{Q} 3. Größer-kleiner-Beziehung für Zahlen aus \mathbb{Q} 	<p>Beim Versuch, die Lösungsmenge von Gleichungen des Typs $a + x = b$ mit $a \in \mathbb{Q}_0^+$ und $b \in \mathbb{Q}_0^+$ über der Grundmenge \mathbb{Q}_0^+ zu bestimmen, ergibt sich, daß nicht jede solche Gleichung ein Lösungselement besitzt. Unter Hinweis auf die Lösung von Gleichungen des Typs $a + x = b$ mit $a, b \in \mathbb{Z}$ und $a > b$ erkennt der Schüler, daß eine Erweiterung von \mathbb{Q}_0^+ um eine Menge mit negativen Bruchzahlen nötig ist. Die Vereinigungsmenge dieser neuen Menge mit \mathbb{Q}_0^+ wird mit \mathbb{Q} gekennzeichnet und heißt Menge der rationalen Zahlen. Die rationalen Zahlen lassen sich auf der Zahlengeraden darstellen. Unter Beibehaltung der Ordnung auf der Geraden ergibt sich die Größer-kleiner-Beziehung zwischen Zahlen aus \mathbb{Q}.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Angabe der Teilmengenbeziehungen zwischen den Mengen $\mathbb{N}, \mathbb{N}_0, \mathbb{Z}, \mathbb{Q}^+, \mathbb{Q}_0^+$ und \mathbb{Q} 2. Größenvergleich von Zahlen aus \mathbb{Q} 3. Lösen von Gleichungen des Typs $a + x = b$ mit $a, b \in \mathbb{Q}_0^+$ über $\mathbb{Q} := \mathbb{Q}$
14.11 Einsicht in die Tatsache, daß sich die bekannten Rechenregeln auf das Rechnen in \mathbb{Q} übertragen lassen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Regeln für die Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division von Zahlen aus \mathbb{Q} 2. Gültigkeit von Kommutativgesetz, Assoziativgesetz und Distributivgesetz in \mathbb{Q} 	<p>Anhand von Aufgaben erkennt der Schüler, daß die gefundenen Rechenregeln für Zahlen aus \mathbb{Z} und \mathbb{Q}_0^+ auch auf Zahlen aus \mathbb{Q} anwendbar sind. Die Gültigkeit der im LI genannten Gesetze wird an einfachen Beispielen überprüft.</p>	Begründen der Gesetze für das Rechnen in \mathbb{Q}
14.12* Fertigkeit im Rechnen mit Zahlen aus \mathbb{Q}	Bestimmung von Termwerten	Anhand nicht zu komplizierter Terme bestimmt der Schüler unter Berücksichtigung der Gesetze und Rechenregeln für Zahlen aus \mathbb{Q} die entsprechenden Termwerte.	Anwenden der Rechenregeln in \mathbb{Q}
14.13 Einsicht in die Tatsache, daß sich der Potenzbegriff erweitern läßt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definition der Potenz mit rationaler Basis und ganzzahligem Exponenten 2. Berechnung von Potenzwerten bei rationaler Basis und ganzzahligem Exponenten 3. Darstellung beliebiger Zahlen mit Hilfe einer Zehnerpotenz 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Die Regel für die Division von Potenzen mit gleicher Basis ($a^m : a^n = a^{m-n}$) wird nun auch für $n > m$ angewendet. Dabei ergibt sich durch Vergleich mit der Division in Bruchschreibweise folgende Definition: $a^{-n} = \frac{1}{a^n}, n \in \mathbb{N}_0$ 2. Mit Hilfe dieser Definition werden Termwerte berechnet; eine Betrachtung des Vorzeichens des Potenzwertes schließt sich an. 3. Bei der Darstellung von Zahlen mit Hilfe 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Herleiten der Beziehung $\left(\frac{1}{a}\right)^{-n} = a^n$Anhand eines Zahlenbeispiels 2. Berechnen von Potenzwerten 3. Darstellen von Größen mit Hilfe von Zehnerpotenzen

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
14.14 Fertigkeit im Lösen von Gleichungen und Ungleichungen mit Hilfe von Äquivalenzumformungen	Lösung von Aussageformen des Typs $\left. \begin{array}{l} x \pm a \square b \\ a \pm x \square b \\ x \cdot a \square b \\ x : a \square b \\ a : x = b \\ a (x \pm b) \square c \end{array} \right\} \text{mit } a, b, c \in \mathbb{Q}$ $\square \in \{=; <; >; \leq; \geq\}$	einer Zehnerpotenz werden vor allem geeignete Beispiele aus der Physik herangezogen. Die im LI aufgeführten Aussageformen werden schrittweise durch äquivalentes Umformen gelöst. Dabei wird die Grundmenge so gewählt, daß hier noch auf den Begriff der Definitionsmenge verzichtet werden kann. Die Lösungsmenge einer Ungleichung sollte gelegentlich auf der Zahlengeraden veranschaulicht werden.	Lösen von Gleichungen und Ungleichungen mit Hilfe von Äquivalenzumformungen
15. Proportionalität (12 Stunden)			
15.1 Einsicht in die Tatsache, daß bei Aussageformen mit zwei Variablen die Lösungselemente eine besondere Form haben	Geordnetes Zahlenpaar	Ausgehend von einer Gleichung mit den Variablen x und y wird durch Probieren ein Lösungselement bestimmt. Dieses Lösungselement besteht aus zwei Zahlen a und b , die man zu einem geordneten Zahlenpaar $(a b)$ zusammenfaßt. Dabei wird vereinbart, daß die 1. Zahl eine Belegung für x , die 2. Zahl eine Belegung für y darstellt.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erklären des Begriffs „geordnetes Zahlenpaar“ 2. Angabe eines Lösungselementes einer Gleichung mit drei Variablen
15.2 Fähigkeit, die Lösungsmenge für Aussageformen mit zwei Variablen anzugeben und graphisch darzustellen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lösung von Aussageformen des folgenden Typs durch Probieren: $\left. \begin{array}{l} x + y = a \\ x - y = b \\ x \cdot y = c \\ x : y = d \end{array} \right\} \begin{array}{l} a, b, c, d \in \mathbb{N} \\ x \in \mathbb{Z}, y \in \mathbb{Z} \end{array}$ 2. Veranschaulichung der Lösungsmenge durch eine Punktmenge im Koordinatensystem 	Durch Probieren werden Gleichungen des angegebenen Typs gelöst. Die Lösungsmengen bestehen aus geordneten Zahlenpaaren. Weil Zahlenpaare bereits früher durch Punkte in einem Koordinatensystem veranschaulicht worden sind, kann der Schüler nun die Lösungsmenge graphisch darstellen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lösen von Aussageformen mit zwei Variablen 2. Veranschaulichen der Lösungsmenge im Koordinatensystem
15.3 Kenntnis der Erkennungsmerkmale der direkten bzw. indirekten Proportionalität	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zuordnung des n-fachen der zweiten Größe bzw. des n-ten Teils der zweiten Größe jeweils zum n-fachen der ersten Größe 2. Quotientengleichheit bzw. Produktgleichheit der Größenpaare; Definition der direkten und indirekten Proportionalität 3. Proportionalitätsfaktor bei der direkten Proportionalität 4. Halbgerade bzw. Hyperbelast als Graph 	Ausgangspunkt ist jeweils der Zusammenhang zwischen zwei Größen. Nach Vorgabe eines Größenpaares werden weitere Größenpaare durch Schließen gewonnen und in eine Tabelle eingetragen bzw. graphisch dargestellt. Anhand von Tabelle und graphischer Darstellung werden die im Lerninhalt genannten Erkennungsmerkmale wiederholt bzw. erarbeitet.	Nennen der Erkennungsmerkmale einer direkten bzw. indirekten Proportionalität; Wiedergabe der Definition

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
15.4 Fähigkeit, Größenpaare zu einer direkten bzw. indirekten Proportionalität zu bestimmen	<ol style="list-style-type: none"> Bestimmung fehlender Größen mit Hilfe der graphischen Darstellung Berechnung fehlender Größen durch Bildung von Aussageformen und deren Lösung 	<p>Die graphischen Darstellungen aus UV 15.3 werden dazu verwendet, fehlende Größen zu bestimmen. Bei der Berechnung fehlender Größen knüpft man an die Quotientengleichheit bzw. Produktgleichheit der Größenpaare an. Dadurch ergeben sich Gleichungen der Form</p> $\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \text{ bzw.}$ $a \cdot b = c \cdot d,$ <p>wobei b, c und d gegebene Größen darstellen. Nach Übergang zu Maßzahlgleichungen werden diese mit Hilfe der bekannten Äquivalenzumformungen gelöst.</p>	Bestimmen fehlender Größen bei der direkten bzw. indirekten Proportionalität
15.5 Einsicht in die Tatsache, daß bei der Prozentrechnung bzw. Promillerechnung Proportionalitäten die Grundlage bilden	Bestimmung fehlender Größen durch Bildung von Aussageformen und deren Lösung	<p>Im Anschluß an eine kurze Wiederholung der Begriffe der Prozentrechnung (z. B. beim Vergleich von Größenpaaren) wird die Prozentrechnung als Sonderfall der Proportionalität erkannt. Entsprechend dem UV 15.4 werden bei Aufgaben Aussageformen erstellt und die Lösungsmenge durch Umformung bestimmt.</p> <p>Im Rahmen einer praxisbezogenen Aufgabe, etwa aus dem Versicherungswesen, wird die Promillerechnung erläutert.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Nennen der Begriffe der Prozentrechnung Lösen von Aufgaben zu Prozent- und Promillerechnung
15.6 Kenntnis der Begriffe der Zinsrechnung	Begriffe: Kapital; Zins; Zinssatz; Laufzeit	<p>In einem einführenden Gespräch werden die Begriffe der Zinsrechnung erläutert. Dabei wird hervorgehoben, daß sich Kapital und Grundwert, Zins und Prozentwert, Zinssatz und Prozentsatz entsprechen. Als neue Größe kommt die Laufzeit hinzu.</p>	Nennen und Erläutern der Begriffe der Zinsrechnung im Vergleich zu den Begriffen der Prozentrechnung
15.7 Fähigkeit, bei der Zinsrechnung fehlende Größen zu bestimmen	Berechnung von Kapital, Zins, Zinssatz oder Laufzeit unter Verwendung der Proportionalität	<p>Zinsrechnungen werden wie Prozentrechnungen über Aussageformen gelöst. Dabei werden fehlende Größen in der Regel (Laufzeit \neq 1 Jahr) über zwei Gleichungen bestimmt, wobei im 1. Schritt die Rückführung auf 1 Jahr erfolgt. (Eine Herleitung der Zinsformel unterbleibt.)</p>	Selbständiges Anwenden der Zinsrechnung

PHYSIK

Curricularer Lehrplan

1. Allgemeine Zielsetzung des Curricularen Lehrplans

Der Curricularer Lehrplan legt didaktische Schwerpunkte für den Unterricht fest. Im Rahmen dieser Vorgaben bleibt eine beträchtliche Entscheidungsfreiheit des Lehrers für die persönliche Unterrichtsgestaltung erhalten. Nach wie vor trägt jeder Lehrer eine hohe erzieherische Verantwortung, die sich vor allem aus Art. 131 Abs. 1 der Bayerischen Verfassung ableitet. Wenn dieser Lehrplan darauf verzichtet, erzieherische Handlungen bis ins einzelne festzulegen, soll dies keineswegs eine Verengung des Unterrichts auf intellektuelle oder instrumentelle Lernziele bewirken.

2. Struktur des Lehrplans

Der Lehrplan ist nach vier didaktischen Kategorien geordnet:

Ein Lernziel wird anhand eines Lerninhalts mittels bestimmter Unterrichtsverfahren angestrebt; die Lernzielkontrolle zeigt auf, inwieweit das Lernziel auf dem eingeschlagenen Weg erreicht worden ist. Mit dieser Gliederung entspricht der Curricularer Lehrplan weitgehend der Unterrichtspraxis, die in der Regel nach einem solchen Modell verläuft.

3. Lernzielbeschreibungen

Lernziele müssen möglichst eindeutig und differenziert formuliert werden, um die Schüler vor Überforderung zu schützen, Leistungsbewertung vergleichbar zu machen und einheitliche Grundlagen für weiteres Lernen zu schaffen.

Wie die nachfolgende Übersicht zeigt, werden daher zur Beschreibung der Lernziele im Curricularen Lehrplan einheitliche Begriffe verwendet, die zwar der Alltagssprache entnommen sind, aber — aufbauend auf lerntheoretischen Erkenntnissen — in ihrer Bedeutung präzisiert wurden. Ein Lernziel wie „Fähigkeit, das Reflexionsgesetz in Zeichnungen anzuwenden“ besteht aus einem persönlichkeitsbezogenen Teil (Fähigkeit) und einem inhaltsbezogenen Teil (anzuwenden). Die Begriffe, die den erwünschten Lerngewinn beim Schüler beschreiben, haben einen zweifachen Aussagewert:

- (1) Sie geben Auskunft über die Zugehörigkeit des Lernziels zu einer der vier Zielklassen (Wissen, Können, Erkennen, Werten).

Das Lernziel „Kenntnis des Strahlenverlaufs durch dünne sphärische Linsen“ z. B. gehört jener Klasse von Zielen an, die sich besonders auf den Erwerb von Informationen bezieht (Zielklasse Wissen); das Lernziel „Fähigkeit, elastische Verformungen experimentell zu untersuchen“ hingegen bezieht sich vornehmlich auf das Durchführen von Operationen (Zielklasse Können).

Je nach Zielklasse wird also durch das Lernziel ein didaktischer Schwerpunkt festgelegt, der auch das maßgebliche Kriterium für die Lernzielkontrolle bildet. In der Unterrichtspraxis greifen die Zielklassen allerdings weitgehend ineinander und bedingen sich oft gegenseitig. So kann es nicht Absicht sein, Wissen ohne Einsicht, Können ohne Kenntnis oder Verständnis ohne Wertung zu vermitteln.

- (2) Sie geben Auskunft über den gewünschten Intensitätsgrad des Lernens innerhalb einer Zielklasse.

Der Begriff „Überblick über die Wirkungen des elektrischen Stromes“ z. B. bezeichnet die Anforderungsstufe, auf der ein Lerngegenstand gelehrt werden soll. Überblick ist in dem zugrundeliegenden Beschreibungssystem Ausdruck für eine erste Be-

gegnung mit einem Wissensgebiet, verlangt kein tieferes Eindringen. Hingegen würde „Vertrautheit mit den Wirkungen des elektrischen Stromes“ eingehende Spezialkenntnisse bedingen.

4. Verbindlichkeit und Freiheit

Der vorliegende Lehrplan ist von Lehrern entworfen und mit Vertretern der Wissenschaft abgestimmt worden. Der Entwurf entstand in einem Arbeitskreis des Staatsinstituts für Schulpädagogik (ISP) in München. Durch seine Veröffentlichung wird der Lehrplan hiermit zur Erprobung freigegeben.

Lernziele und Lerninhalte des Lehrplans sind verbindlich, nicht jedoch ihre Reihenfolge. Die Hinweise zu Unterrichtsverfahren, Lernzielkontrolle und Zeitplanung sind dagegen unverbindliche Empfehlungen.

Die Hinweise zur Lernzielkontrolle dürfen nicht als Aufforderung zu ständiger Leistungsbewertung (Benotung) mißverstanden werden. Vielmehr sollen Lehrer und Schüler auf besonders geeignete Möglichkeiten hingewiesen werden, sich über den Erfolg ihres Lehrens und Lernens selbst Rechenschaft zu geben.

Lernzielformulierung und Auswahl der Lerninhalte sind darauf ausgerichtet, das Leistungsvermögen der Schüler nicht zu überfordern. Die unverbindlichen Zeitrichtwerte, die als Hinweise für die angemessene Verteilung der Unterrichtszeit auf die einzelnen Lernziele und Inhalte zu verstehen sind, sind so berechnet, daß eine Zeitereserve von rund einem Fünftel der laut Stundentafel zur Verfügung stehenden Zeit für den erzieherischen Bereich des Unterrichts und für Tätigkeit, die nicht unmittelbar mit der Vermittlung der vorgegebenen Lerninhalte in Zusammenhang stehen, genutzt werden kann.

5. Dem Lehrplan liegen folgende übergeordnete Zielvorstellungen zugrunde:

1. Grundwissen

Überblick über Ordnungsprinzipien der Physik
Kenntnis physikalischer Gesetze und Verfahrensweisen
Kenntnis der physikalischen Fachsprache
Kenntnis der Verflechtung von Physik und Technik

2. Produktives Können

Fertigkeit in der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten
Fähigkeit, Gesetzmäßigkeiten in Berechnungen anzuwenden bzw. aufgrund von Gesetzen Voraussagen zu machen

3. Einsichten

Einsicht, daß sich Aussagen der Physik stets auf Ergebnisse von Experimenten stützen
Einsicht, daß jede Messung mit Fehlern behaftet ist

4. Einstellungen

Interesse an der Physik und Bereitschaft, sich mit physikalischen Fragestellungen zu beschäftigen
Anmerkung: Lernziele dieser Kategorie werden zwar im Lehrplan nicht ausdrücklich genannt, durch die Wahl entsprechender Unterrichtsverfahren wird jedoch gezeigt, auf welche Weise auch diese Ziele erreicht werden können. Hierbei kommt dem Schülerexperiment eine besondere Bedeutung zu.

6. Die Übersicht über die Lernzielbeschreibungen ist in dieser Sondernummer auf S. 930 veröffentlicht.

8. Jahrgangsstufe

Wahlpflichtfächergruppe I

1. Einführung (3 Stunden)

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.1 Einsicht in Wesen und charakteristische Arbeitsweise der Physik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Physik als Naturwissenschaft 2. Einführungsversuch zur Arbeitsweise der Physik: die zentrale Stellung des Experiments 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mitteilung über die Stellung der Physik im Rahmen der Naturwissenschaften Im Lehrerexperiment und Unterrichtsgespräch werden folgende Schritte vollzogen: <ul style="list-style-type: none"> — Vorstellen eines einfachen Problems (z. B. Abhängigkeit der Schwingungsdauer eines Fadenpendels) — Äußerung von Vermutungen, die der Überprüfung bedürfen (vermuteter Einfluß von Masse des Pendelkörpers, Fadenlänge, Amplitude) — Planung geeigneter Experimente: es darf jeweils nur eine der vermuteten Einflußgrößen verändert werden; Messungen sind erforderlich! — Durchführung der Experimente — Auswertung der Experimente — Als Vorteile der experimentellen Arbeitsweise werden erkannt: Möglichkeit der Wiederholung Möglichkeit planmäßiger Veränderung der Bedingungen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe der für die Erkenntnisgewinnung durch das Experiment wesentlichen Teilschritte 2. Aufzählen der Vorteile des Experiments 3. Erläutern der charakteristischen Merkmale der experimentellen Arbeitsweise
8.2 Kenntnis der Länge als (Basis-)Größe	<ol style="list-style-type: none"> 1. Länge l 2. Schülergemäße Definition der Einheit 1 m 3. Physikalische Größe als Produkt aus Zahlenwert und Einheit 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Herstellen verschiedener Vergleichslängen im Schülerversuch, Vergleich der zu messenden Länge mit der gewählten Einheit 2. Festsetzung der üblichen Einheit der Länge 1 Meter (m) als der Abstand zweier Marken auf dem Meterprototyp; Hinweis auf die seit 1969 gültige Definition 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe der Kennzeichen einer physikalischen Größe 2. Wiedergabe der Längeneinheit und ihrer Definition

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.3 Fähigkeit, Vorsätze und Vorsatzzeichen für Zehnerpotenzen anzuwenden	Darstellung dezimaler Vielfacher und Teile von 1 m	3. Darstellung des Meßergebnisses bei k-maligem Abtragen der Einheit: $l = k \cdot m$ (z. B. $l = 7,85 \text{ m}$)	Umrechnungen der Art: $1 \text{ mm} = 10^{-1} \text{ cm}$ $3,2 \mu\text{m} = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ $25,2 \text{ km} = 25,2 \cdot 10^3 \text{ m}$
8.4 Fähigkeit, Messungen durchzuführen und die Genauigkeit einer Messung anzugeben	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selbständiges Messen von Längen mittels Bandmaß, Meterstab, Schieblehre (Nonius), Mikrometerschraube und Meßuhr 2. Abschätzen der Genauigkeit von Längenmessungen aufgrund der verwendeten Geräte 3. Schreibweise: $l = l_w \pm \Delta l$ (l_w = wahrscheinlichster Wert) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verwendung von Bandmaß, Meterstab, Schieblehre (Nonius), Mikrometerschraube und Meßuhr zur Längenmessung im Schülerversuch; Aufsuchen von Fehlerquellen 2. Erarbeitung der sicheren Ziffern und der unsicheren, geschätzten Ziffer eines Meßergebnisses bei Verwendung von Meterstab (Lineal) und Mikrometerschraube; Vereinbarung der Regel, so genau wie möglich zu messen, aber bei Angabe des Meßergebnisses nur sichere Ziffern und eine geschätzte Ziffer zu berücksichtigen 3. Mehrmaliges Messen eines Drahtdurchmessers im Schülerversuch: Erkennen der „Streuung“ der Meßwerte; Mittelwertbildung (Arithmetisches Mittel) und Angabe des Meßergebnisses 4. Wiederholung der Messungen mit Schieblehre; Vergleich beider Messungen führt zur Abgrenzung der Ergebnisse mathematischer Operationen von Ergebnissen physikalischer Messungen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aufzählen von Fehlerquellen, die bei der Längenmessung mit verschiedenen Meßgeräten auftreten können 2. Durchführen von Messungen mit verschiedenen Meßgeräten, Mittelwertbildung und Angabe des Meßergebnisses 3. Interpretieren von Meßergebnissen

2. Grundlagen der Optik (3 Stunden)

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.5 Einsicht in den Zusammenhang von Licht und optischer Wahrnehmung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selbstleuchtende Körper 2. Nichtselbstleuchtende Körper 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstration der Tatsache, daß ein Körper optisch erst wahrgenommen werden kann, wenn Licht von ihm in unser Auge gelangt 2. Vergleich verschiedener Körper und Finden der Begriffe — selbstleuchtend — nichtselbstleuchtend 3. Erkennen der Problematik des optischen Wahrnehmungsvorganges 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe und Erklärung der Begriffe 2. Klassifikation von Körpern 3. Erläutern des optischen Wahrnehmungsvorganges
8.6 Kenntnis der verschiedenen Formen von Lichtbündeln	Divergente, parallele und konvergente Lichtbündel	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experimentelle Erzeugung der verschiedenen Arten von Lichtbündeln mit Hilfe von Punktlichtlampe, Blende und Linse und deren Sichtbarmachung 2. Festlegung der Begriffe — divergentes — paralleles — konvergentes Lichtbündel 	Erläutern der Begriffe divergentes, paralleles und konvergentes Lichtbündel
8.7 Kenntnis der Eigenschaften des Lichtstrahls	Lichtstrahl als Modellvorstellung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experimentelle Erzeugung eines schmalen Lichtbündels durch Blenden 2. Gedankliche Idealisierung des Lichtbündels zum Lichtstrahl (Achse des Bündels) 3. Gedankliche Zerlegung des Lichtbündels in Teilstrahlen 4. Darstellung von Lichtstrahlen durch Halbgeraden als Folge der geradlinigen Ausbreitung des Lichtes 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe der Eigenschaften des Lichtstrahls 2. Erläutern, inwiefern der Lichtstrahl eine Modellvorstellung ist
8.8 Einblick, daß das Licht für seine Ausbreitung Zeit braucht	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lichtgeschwindigkeitsbestimmung nach O. Römer oder A. Fizeau 2. Größenordnung der Lichtgeschwindigkeit: $3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$ 	Lehrervortrag: Mitteilung einer Methode zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit unter Verwendung geeigneter Medien	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nachvollziehen der einzelnen Schritte der betreffenden Methode zur Bestimmung von c mit Angabe der Größe von c 2. Berechnung der Laufzeit des Sonnenlichts, z. B. für die Strecke Sonne—Erde

3. Reflexion (5 Stunden)

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.9 Kenntnis des Verhaltens des Lichts beim Auftreffen auf undurchsichtige Körper	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diffuse Reflexion 2. Regelmäßige Reflexion (Spiegelung) 3. Bedeutung der diffusen Reflexion für die Orientierung des Menschen in seiner Umwelt 4. Begriffe bei der Spiegelung: Einfallender und reflektierter Strahl, Einfallslot, Einfallswinkel und Reflexionswinkel 5. Reflexionsgesetz (für die Spiegelung an einer ebenen Fläche): $\epsilon = \epsilon'$; Einfallender Strahl, Einfallslot und reflektierter Strahl liegen in der gleichen Ebene. 6. Deutung der diffusen Reflexion mit Hilfe des Reflexionsgesetzes 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schülerversuch: Einbringen undurchsichtiger Körper unterschiedlicher Oberflächenbeschaffenheit in den Strahlengang 2. Aufzählen von Beispielen, bei denen die diffuse Reflexion eine Rolle spielt (Kinoleinwand, indirekte Beleuchtung, Fahrt im Nebel u. dgl.) 3. Demonstrationsversuch und Zeichnung zur regelmäßigen Reflexion; Klärung der Begriffe 4. Schülerversuch zur quantitativen Abhängigkeit des Reflexionswinkels vom Einfallswinkel 5. Formulierung des Reflexionsgesetzes 6. Deutung der diffusen Reflexion anhand einer Zeichnung im Unterrichtsgespräch 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe des Unterschiedes zwischen diffuser und regelmäßiger Reflexion 2. Wiedergabe der Überlegungen zur Bedeutung der diffusen Reflexion; Aufzählen von Beispielen 3. Identifizieren der bei der regelmäßigen Reflexion eingeführten Begriffe 4. Wiedergabe des Reflexionsgesetzes 5. Wiedergabe der Überlegungen zur Deutung der diffusen Reflexion
8.10 Fähigkeit, das Reflexionsgesetz in Zeichnungen anzuwenden	Konstruktion des Verlaufs von Lichtstrahlen und Lichtbündeln bei der regelmäßigen Reflexion	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konstruktion des reflektierten Strahles durch Winkelübertragung 2. Konstruktion des reflektierten Lichtbündels durch Ermittlung der begrenzenden Strahlen 	Konstruieren des reflektierten Bündels bei vorgegebenem einfallendem Bündel
8.11 Verständnis der Übertragung des Reflexionsgesetzes auf die Reflexion an gekrümmten Spiegeln mit der Einschränkung auf kleine Öffnungswinkel	<ol style="list-style-type: none"> 1. Begriffe: Sphärischer Spiegel (Hohl- und Wölbspiegel); Krümmungsmittelpunkt M; Krümmungsradius r; Optische Achse; Optischer Mittelpunkt (Scheitel); Brennpunkt F; Brennweite f; Hauptstrahlen bei sphärischen Spiegeln 2. Brennweite beim sphärischen Spiegel: $f = \frac{r}{2}$ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Unterscheidung von Hohl- und Wölbspiegel durch Versuche (mit Zeichnung) 2. Klärung der Begriffe im Unterrichtsgespräch 3. Experimentelle Herleitung der Beziehung $f = \frac{r}{2}$ 4. Experimentelle Untersuchung des Verlaufs von Hauptstrahlen (achsenparallele Strahlen, Brennpunktstrahlen, Mittelpunktstrahlen) und achsenparallelen Licht- 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifizieren der Begriffe des Lerninhalts 2. Wiedergabe der Versuchsergebnisse 3. Rückführen der Verhältnisse am Wölbspiegel auf das Reflexionsgesetz anhand einer Zeichnung

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
	3. Verlauf der Hauptstrahlen nach der Reflexion am sphärischen Hohlspiegel 4. Verlauf von achsenparallelen Bündeln nach der Reflexion am sphärischen Hohlspiegel (mit Umkehrung) 5. Verlauf der Hauptstrahlen nach der Reflexion am sphärischen Wölbspiegel	bündeln nach der Reflexion am sphär. Hohlspiegel; Hinweis auf sammelnde Wirkung 5. Rückführung der Verhältnisse am Hohlspiegel auf das Reflexionsgesetz anhand einer Zeichnung Einschränkung auf hinreichend kleine Öffnungswinkel 6. Experimentelle Untersuchung des Verlaufs von Hauptstrahlen nach der Reflexion am Wölbspiegel	
4. Brechung und Totalreflexion (6 Stunden)			
8.12 Kenntnis des Verhaltens von Lichtstrahlen an der Grenzfläche zweier durchsichtiger Medien	1. Begriffe: Medium; Einfallender Strahl; Gebrochener Strahl; Einfallswinkel; Brechungswinkel; Brechzahl n ; Optische Dichte 2. Brechungsgesetz: $\frac{a}{b} = n;$ Einfallender Strahl, Einfallslot und gebrochener Strahl liegen in der gleichen Ebene. 3. Umkehrbarkeit des Strahlenganges 4. Teilweise Reflexion des auffallenden Lichtes; Zunahme des reflektierten Anteils bei wachsendem Einfallswinkel 5. Totalreflexion bei Erreichen bzw. Überschreiten des Grenzwinkels der Totalreflexion 6. Gültigkeit des Reflexionsgesetzes für den reflektierten Anteil und für den totalreflektierten Strahl	1. Demonstrationsversuch: Verlauf eines schräg auf die Grenzfläche Luft—Wasser auftreffenden Parallelbündels — von Luft in Wasser — von Wasser in Luft 2. Festlegung und Klärung der Begriffe anhand einer Zeichnung 3. Schülerversuch Meßreihe 1: Einfallswinkel ϵ , Brechungswinkel β Meßreihe 2: Halbsehnen a und b Graphische Auswertung beider Meßreihen, rechnerische Auswertung der Meßreihe 2 (Quotientengleichheit) Es empfiehlt sich der Hinweis auf die Äquivalenz der beiden Verfahren 4. Formulierung des Brechungsgesetzes 5. Schülerversuch: Umkehrung des Strahlenganges im Versuchsaufbau UV 3: Variation des Einfallswinkels — Totalreflexion	1. Wiedergabe des Brechungsgesetzes 2. Angabe der Voraussetzungen für das Auftreten der Totalreflexion

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.13 Fähigkeit, den Strahlenverlauf bei der Brechung anzugeben	1. Parallelverschiebung bei der planparallelen Platte 2. Richtungsänderung des Lichtstrahls im Prisma	1. Schülerversuch: Lichtweg durch eine dicke Glasplatte mit parallelen Flächen Ergebnis: Abhängigkeit der Größe der Parallelverschiebung vom Einfallswinkel und von der Dicke des Glases 2. Versuch: Lichtbrechung am Prisma 3. Skizzieren des Strahlenverlaufs an der planparallelen Platte und am Prisma	Skizzieren und Beschreiben des Lichtweges durch planparallele Platte und Prisma
8.14 Kenntnis von Erscheinungen und Anwendungen, die auf Brechung und Totalreflexion beruhen	Scheinbare Gegenstandshebung im Wasser Flimmern der Luft Atmosphärische Strahlenbrechung Lichtleitung im gebogenen Glasstab — Faseroptik Totalreflektierendes Prisma	Klärung einiger ausgewählter Beispiele durch — Experimente — Zeichnungen — medienunterstützten Lehrervortrag	Wiedergabe der Überlegungen zu den ausgewählten Beispielen
5. Bilder bei Spiegeln und Linsen (10 Stunden)			
8.15 Kenntnis des Strahlenverlaufs durch dünne sphärische Linsen	1. Begriffe: Konkav- und Konvexlinsen; Scheitelpunkt S ; Hauptebene (Mittalebene); Brennebene 2. Verlauf der Hauptstrahlen nach Durchgang durch eine sphärische Linse, Deutung des Strahlenverlaufs	1. Erarbeitung bzw. Mitteilung der Begriffe mit Hilfe von Schnittzeichnungen und Experimenten 2. Experimentelle Erarbeitung des qualitativen Zusammenhangs zwischen dem Krümmungsradius und der Brennweite einer dünnen Linse 3. Experimentelle Klärung des Verlaufs der Hauptstrahlen und Deutung des Strahlenverlaufs anhand einer Schnittzeichnung durch Zerlegung der Linse in Prismen 4. Mitteilung: Ersetzen der zweimaligen Brechung durch eine Brechung an der Hauptebene	1. Zuordnen der Begriffe an einer unbeschrifteten Schnittzeichnung 2. Wiedergabe des Zusammenhangs gem. UV 2 3. Wiedergabe der Deutung des Strahlenverlaufs an der Modelllinse
8.16 Kenntnis des Verlaufs von Lichtbündeln durch dünne sphärische Linsen	1. Divergente, konvergente und achsenparallele Bündel durch sphärische Linsen 2. Blendenwirkung	1. Klärung der Funktion der Linse als Bündelbegrenzung anhand von Schnittzeichnungen und im Demonstrationsversuch	Wiedergabe des Verlaufs von Bündeln unter Verwendung von Skizzen

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.17 Kenntnis der Begriffe — optische Abbildung — optisches Bild	3. Schräge Bündel durch sphärische Linsen 4. Sammelnde Wirkung von Konvexlinsen, zerstreue Wirkung von Konkavlinsen 5. Begriffe: Sammellinsen; Zerstreuungslinsen; Zerstreuungspunkt;	2. Experimentelle Erzeugung verschiedener Bündelarten durch Verwendung von Konvex- und Konkavlinsen 3. Mitteilung der Unterscheidungsmerkmale von Sammel- und Zerstreuungslinsen	Wiedergabe der Definition für das optische Bild eines Punktes sowie eines Gegenstandes bei einer Sammellinse
8.18 Überblick über die verschiedenen Eigenschaften von optischen Bildern	Bei Sammellinsen sowie ebenen und sphärischen Spiegeln: Lage, Größe, Stellung und Art des Bildes	1. Experimentelle Klärung der Begriffe mit Hilfe einer Sammellinse 2. Hinweis auf Analogie beim Konkavspiegel 3. Hinweis auf die Besonderheiten beim Plan- und Wölbspiegel	Wiedergabe der verschiedenen Eigenschaften von optischen Bildern
8.19 Kenntnis der Zuordnung von abgegrenzten Bildräumen zu abgegrenzten Gegenstandsräumen bei Sammellinsen	Gegenseitige Lage von Gegenstand und Bild unter Berücksichtigung der Lage des Brennpunktes	Experimentelle Klärung durch Annäherung eines leuchtenden Objekts an die Linse und Aufsuchen des jeweiligen Bildes	Wiedergabe der Bildräume, die vorgegebenen Gegenstandsräumen zugeordnet sind, und umgekehrt
8.20 Kenntnis der Abbildungsgleichungen für Sammellinsen	1. Abbildungsmaßstab: $\frac{B}{G} = \frac{b}{g}$ 2. Abbildungsgleichung (Linsenformel) nur für reelle Bilder $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$	1. Herleitung der Beziehung $\frac{B}{G} = \frac{b}{g}$ durch Messung; Bildung von quotientengleichen Zahlenpaaren 2. Messung der Entfernung Gegenstand — F_1 und zugehöriger Entfernung Bild — F_2 , graphische Auswertung 3. Herleitung der Linsenformel über $x \cdot y = f^2$	Wiedergabe der Abbildungsgleichungen für Sammellinsen
8.21 Fähigkeit, die Abbildungsgleichungen in Berechnungen anzuwenden	Berechnung einer Größe unter Verwendung von Abbildungsmaßstab oder Linsenformel	Bei den Berechnungen ist auf die ausschließliche Verwendung physikalischer Größen (Zahlenwert mal Einheit) zu achten	Durchführen von Berechnungen unter Verwendung von Abbildungsmaßstab oder Linsenformel

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.22 Fähigkeit zur Konstruktion von Bildpunkten und ausgedehnten Bildern	Konstruktion von Bildern bei Sammellinsen und ebenen Spiegeln	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zeichnerische Ermittlung des Bildpunktes zu einem Gegenstandspunkt als Schnittpunkt von zwei Hauptstrahlen nach dem Durchgang durch die Linse 2. Hinweis, daß die Hauptstrahlen auch dann zur Konstruktion von Bildpunkten verwendet werden können, wenn sie die Linse nicht treffen 3. Hinweis, daß Bilder ausgedehnter Gegenstände durch die Bildpunkte der Randpunkte festgelegt sind 4. Konstruktion von Bildpunkten und Bildern beim ebenen Spiegel mit Hilfe bündelbegrenzender Strahlen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ermitteln eines reellen und eines virtuellen Bildes bei der Sammellinse durch Konstruktion 2. Ermitteln eines virtuellen Bildes am Planspiegel durch Konstruktion
8.23 Kenntnis der wichtigeren Anwendungen des ebenen sowie des sphärischen Spiegels	Umlenkspiegel Drehspiegel Rasierspigel Beleuchtungsspiegel Rückspiegel	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experimentelle Klärung der Funktion des Umlenkspiegels (am Tageslichtprojektor) und des Drehspiegels; experimentelle Ermittlung des Zusammenhangs zwischen Drehwinkel und Ablenkwinkel 2. Klärung der Funktion des Hohlspiegels als Rasier- oder Kosmetikspiegel, als Beleuchtungsspiegel und als Augenspiegel 3. Klärung der Funktion des Wölbspiegels als Rückspiegel zur „Gesichtsfelderweiterung“ 	Wiedergabe der ausgewählten Anwendungsbeispiele mit Erklärung der jeweiligen Funktion
6. Optische Geräte (3 Stunden)			
8.24 Kenntnis des Aufbaus und der Funktion optischer Geräte	Die prinzipiellen Bauteile sowie deren Anordnung und Funktion bei — Photoapparat oder Projektor — Mikroskop oder Fernrohr	<p>Photoapparat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Schülerexperimente zur Klärung des Zusammenhangs zwischen Brennweite des Objektivs und Größe des Bildausschnitts (auch Anwendung der Linsenformel) 2. Experimentelle Erarbeitung der Begriffe Bildscharfe 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beschreiben von Aufgabe und Wirkungsweise der Bauteile 2. Zeichnen des Bündelverlaufs

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.25 Einsicht, daß optische Geräte technische Hilfsmittel zur Erzeugung von Bildern oder zur Veränderung des Sehwinkels sind	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bilder bei Photoapparat oder Projektor 2. Sehwinkel bei Lupe und Mikroskop oder Fernrohr (Kepler-, Prismenfernrohr) 	<p>und Schärfentiefe sowie der Funktion der Blende hinsichtlich der Schärfentiefe.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Experimente zum Einfluß der Blendenöffnung und der Belichtungszeit auf die Lichtmenge; Klärung im Unterrichtsgespräch <p>alternativ Projektor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vergleich des Bündelverlaufs Lichtquelle — Dia — Objektiv — Schirm mit dem Bündelverlauf Lichtquelle — Kondensator — Dia — Objektiv — Schirm 2. Erarbeitung von Objektiv- und Kondensatorfunktion mit Hilfe von Skizzen <p>Mikroskop: Erzeugung und Betrachtung virtueller Bilder sowie Erzeugung und Auffangen stark vergrößerter reeller Bilder von kleinen Gegenständen im Schülerexperiment durch Verwendung einer sehr kurzbrennweitigen Linse; Betrachten der Bilder durch eine Lupe</p> <p>alternativ Fernrohr</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zeichnen des Strahlenverlaufs im Kepler-Fernrohr 2. Hinweis auf Bildumkehr durch gekreuzte totalreflektierende Prismen <ol style="list-style-type: none"> 1. Wiederholung: Bildentstehung bei Photoapparat oder Projektionsapparat; Abbildungsmaßstab 2. Klärung des Begriffs Sehwinkel im Unterrichtsgespräch 3. Herausstellen des Zusammenhangs zwischen Sehwinkel und Größe des Netzhautbildes; Vergrößerung des Sehwinkels durch die opt. Geräte Lupe und Mikroskop oder Fernrohr 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verdeutlichen der Bildentstehung sowie der Vergrößerung des Sehwinkels mit Hilfe von Skizzen 2. Angabe der Parameter, die die Vergrößerung des Sehwinkels bestimmen (qualitativ)

7. Farben (4 Stunden)

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.26 Kenntnis der Tatsache, daß die Brechzahl von der Farbe des Lichts abhängt (Dispersion)	$n_{\text{rot}} < n_{\text{grün}} < n_{\text{blau}}$	Im Versuch fällt der Reihe nach rotes, grünes und blaues Licht mit gleichem Einfallswinkel auf ein Prisma. Aufgrund der unterschiedlichen Ablenkwinkel wird auf die Unterschiedlichkeit der Brechzahlen für farbige Lichter geschlossen.	Wiedergabe der Versuchsergebnisse und Deutung
8.27 Kenntnis der Zerlegung von weißem Licht	<ol style="list-style-type: none"> 1. Begriffe: Kontinuierliches Spektrum; monochromatisches Licht; 2. Kontinuierliches Spektrum, erzeugt am Prisma 3. Anwendung, z. B. Regenbogen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rotes, grünes, blaues und weißes Licht fällt der Reihe nach mit gleichem Einfallswinkel auf ein Prisma. Die Auswertung führt zur Erkenntnis, daß weißes Licht (Glühlicht) aus farbigen Lichtern zusammengesetzt ist. 2. Experimentelles Aufzeigen der Tatsache, daß Spektrallichter nicht weiter zerlegt werden können 3. Festlegen der Begriffe anhand der Versuchsbeobachtungen 4. Verwendung eines mit Wasser gefüllten Rundkolbens als Modell eines Regentropfens 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe der Begriffe 2. Beschreiben der Versuche und Wiedergabe der Versuchsergebnisse
8.28 Einsicht, daß durch die Vereinigung von Spektrallichtern Mischlichter entstehen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vereinigung der Spektrallichter zu weißem Licht 2. Additive Farbmischung; Komplementärlichter 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedervereinigung der Spektrallichter durch Sammellinse oder Hohlspiegel zu weißem Licht 2. Ausblendung eines Spektrallichtes aus einem kontinuierlichen Spektrum und Vereinigung der restlichen Spektrallichter führt zu den Begriffen „Mischlicht“ und „Komplementärlichter“. 3. Experimentelle Unterscheidung zwischen Spektral- und Mischlichtern durch Verwendung eines Prismas 4. Beobachtung additiver Mischlichter und Mitteilung, daß Licht jeder beliebigen Farbe durch additive Farbmischung aus Lichtern dreier Grundfarben erhalten werden kann 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beschreiben der Versuche und Wiedergabe der Versuchsergebnisse 2. Experimentelles Bestimmen zueinander komplementärer Spektral- und Mischlichter 3. Erklären der Art und Entstehung additiver Mischlichter

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.29 Überblick über unsichtbare Teile des Spektrums	Infrarote und ultraviolette Strahlung und ihre Verwendung	<ol style="list-style-type: none"> Demonstrationsversuch: Abtasten des sichtbaren Bereiches eines kontinuierlichen Spektrums sowie der angrenzenden Bereiche mit sehr empfindlichem Temperaturmeßgerät bzw. mit Zinksulfidschirm Hinweis auf weitere angrenzende Bereiche Beispiele für Anwendungen infraroter und ultravioletter Strahlen: <ul style="list-style-type: none"> — Temperaturstrahler — Infrarotphotographie — bräunende Wirkung von UV-Licht 	<ol style="list-style-type: none"> Wiedergabe der Tatsache, daß Infrarotstrahlen und Ultraviolettstrahlen unsichtbare Lichtstrahlen sind Wiedergabe von Beispielen für die Anwendung infraroter und ultravioletter Strahlen
8.30 Kenntnis der Entstehung von Körperfarben	Farben durchsichtiger und undurchsichtiger Körper	<ol style="list-style-type: none"> Beleuchtung <ul style="list-style-type: none"> — durchsichtiger — undurchsichtiger Körper mit verschiedenfarbigen Lichtern Auswertung führt zum Begriff „subtraktive Farbmischung“ 	<ol style="list-style-type: none"> Wiedergabe der Entstehung der Farben durchsichtiger und undurchsichtiger Körper Erläutern des Begriffs „subtraktive Farbmischung“
8. Kraft und Masse (3 Stunden)			
8.31 Überblick über verschiedene Kräfte	Kräfte, z. B. Muskelkraft <ul style="list-style-type: none"> — elastische Kraft — magnetische Kraft — elektrische Kraft 	Benennen verschiedener Kräfte mit Hilfe von Versuchen und Äußerungen über entsprechende Alltagserfahrungen, ausgehend vom Beispiel der Muskelkraft	Aufzählen verschiedener Kräfte
8.32 Einsicht, daß Kräfte Körper verformen und/oder ihren Bewegungszustand verändern	<ol style="list-style-type: none"> Statische und dynamische Kraftwirkung Kraft als Ursache der Änderung des Bewegungszustands oder der Form von Körpern Gleichheit von Kräften 	<ol style="list-style-type: none"> Aufzeigen der Kraftwirkungen mit Hilfe der Einwirkungen von z. B. magnetischen Kräften und/oder Muskelkräften im Experiment Rückschluß von den Wirkungen auf die Kraft als Ursache Festlegung: Zwei Kräfte sind gleich, wenn sie dieselbe Schraubenfeder gleich weit dehnen. 	<ol style="list-style-type: none"> Wiedergabe der Kraftwirkungen Lösungsversuch zu Problemstellungen aus dem Erfahrungsbereich
8.33 Einsicht, daß alle Körper von der Erde angezogen werden	<ol style="list-style-type: none"> „Schwere“ als Eigenschaft aller Körper Wirkungen der Schwerkraft oder Gewichtskraft 	<ol style="list-style-type: none"> Handversuche zur Schwerkraft fester und flüssiger Körper; Demonstrationsversuch zur Schwerkraft gasförmiger Körper 	<ol style="list-style-type: none"> Wiedergabe der Wirkungen, der Richtung und der Ursache für die Ortsabhängigkeit der Gewichtskraft

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.34 Einsicht, daß alle Körper träge sind	Trägheitssatz	2. Experimente zu den Wirkungen der Gewichtskraft: — Kraft auf aufgehängte Körper, — Kraft auf die Unterlage, — kräftefreier Zustand während des freien Falls 3. Mitteilung anhand von Skizzen über Richtung und Ortsabhängigkeit der Gewichtskraft 4. Hinweis auf die Wechselwirkung der Anziehungskräfte von Erde und Körper, die Gravitation und die Schwerelosigkeit	2. Übertragen der Überlegungen zu UV 4 in einem Gedankenversuch auf den Mond
9. Messung von Kraft und Masse (8 Stunden)			
8.35 Kenntnis von Begriff und Meßmethode der Masse	1. Die Masse m als Körpereigenschaft 2. Die Meßmethode für die Masse: — Gleichheit — Vielfachheit — Einheit 3. Die Masse als Basisgröße	1. Einführung der Basisgröße Masse als Größe, welche die Eigenschaften eines Körpers, schwer und träge zu sein, beschreibt 2. Versuche zur Gleichheit und Vielfachheit von Massen mit Hilfe der Balkenwaage 3. Mitteilung: Die Einheit der Masse — 1 kg — ist als Masse eines Normkörpers festgelegt.	1. Wiedergabe der Überlegungen zur Einführung des Massenbegriffs 2. Beschreiben des Meßverfahrens
8.36 Fertigkeit, Massen zu bestimmen	Massenbestimmung mit der Balkenwaage	Bestimmung der Masse verschiedener Körper mit Balkenwaage und Wägesatz im Schülerversuch	Durchführen von Massenbestimmungen
8.37 Kenntnis des Meßverfahrens für Kräfte	Die Meßmethode für die Kraft F als Basisgröße: — Gleichheit — Vielfachheit — Einheit	Festlegung 1: Auf zwei gleiche Massestücke wirkt am selben Ort die gleiche Gewichtskraft. Festlegung 2: Auf beide Massestücke zusammen wirkt am	Wiedergabe des Meßverfahrens für Kräfte

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
		<p>selben Ort die doppelte Gewichtskraft. Festlegung 3: Die Einheit der Kraft ist 1 Newton (1 N). 1 N ist die Gewichtskraft des 9,81-ten Teils des Normkörpers an einem Normort.</p>	
8.38 Kenntnis der Verformungen von Körpern	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plastische Verformungen 2. Elastische Verformungen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Klärung der Begriffe mit Hilfe der Verformung z. B. von Plastilinkugel und Gummiball 2. Klärung des Sachverhalts mittels einiger Beispiele aus dem täglichen Leben 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erläutern der Begriffe 2. Aufzählen und Erläutern von Beispielen für plastische und elastische Verformungen von Körpern aus dem täglichen Leben
8.39 Fähigkeit, elastische Verformungen experimentell zu untersuchen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untersuchung der Verformung elastischer Körper — Hookesches Gesetz: $\Delta l \sim F$ 2. Federkonstante D als abgeleitete Größe: $D = \frac{F}{\Delta l}$ 3. Federkonstante als Maß für die Härte einer Feder 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schülerversuch: Graphische oder rechnerische Auswertung der an mindestens zwei Schraubenfedern gewonnenen Meßwerte 2. Verbale und mathematische Formulierung des Hookeschen Gesetzes 3. Definition der Federkonstante 4. Hinweis auf Gültigkeitsbereich des Gesetzes durch Lehrerversuch 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beschreiben der Versuchsdurchführung 2. Wiedergabe des Hookeschen Gesetzes und der Definition der Federkonstante 3. Bestimmen einer Federkonstante im Experiment
8.40 Fähigkeit, die Beziehung $F = D \cdot \Delta l$ in Berechnungen anzuwenden	Exemplarische Berechnungen einer Größe, wenn die beiden anderen bekannt sind	Auf die Darstellung in Größengleichungen ist besonders zu achten	Durchführen von Berechnungen mittels Größengleichungen
8.41 Einsicht in Bau und Funktion eines Kraftmessers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Herstellung und Eichung eines Kraftmessers (Federwaage) 2. Begründung der Linearität der Skala 3. Kraftbestimmungen mit Hilfe der Federwaage 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schülerversuch: Eichung verschiedener Schraubenfedern mit Hilfe des vereinbarten Meßverfahrens 2. Schülerversuch: Bestimmung der Gewichtskräfte verschiedener Körper mit der geeichten Schraubenfeder oder mit einer Federwaage 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beschreiben des Baus und des Eichverfahrens für einen Kraftmesser 2. Eichen eines Kraftmessers 3. Messen von Kräften mit der Federwaage

10. Dichte und Wichte (4 Stunden)

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.42 Fähigkeit, Volumina von festen Körpern und Flüssigkeiten zu messen und zu berechnen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Volumen V als abgeleitete Größe 2. Berechnung des Volumens regelmäßiger Körper 3. Messung des Volumens flüssiger und unregelmäßiger Körper 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mitteilung: Volumen eines Quaders als Produkt von Längen 2. Berechnung der Volumina von Quader und Zylinder aufgrund von Längenmessungen (Schülerversuch) 3. Diskussion der Ungenauigkeit des Ergebnisses bei Produktbildung von Faktoren, die mit Meßunsicherheit behaftet sind: $\left \frac{\Delta V}{V} \right = \left \frac{\Delta a}{a} \right + \left \frac{\Delta b}{b} \right + \left \frac{\Delta c}{c} \right$ (für Quader) 4. Volumenbestimmung von Flüssigkeiten mit Meßzylinder, von unregelmäßigen festen Körpern mit Verdrängungsmethode 	Durchführen von Volumenberechnungen und Volumenmessungen, auch unter Berücksichtigung des relativen Fehlers
8.43 Kenntnis der Dichte ρ als stoffkennzeichnende Größe	Die Dichte ρ als abgeleitete Größe: $\rho = \frac{m}{V}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schülerversuch: Experimentelle Bestimmung verschiedener Massen und zugehöriger Volumina von Körpern aus demselben Material; graphische oder rechnerische Auswertung 2. Festlegung des Quotienten $\frac{m}{V}$ als Dichte ρ 3. Festlegung der Einheit der Dichte: $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ mit Hinweis auf übliche Einheiten 4. Hinweis auf Ortsunabhängigkeit der Dichte 5. Vergleich der Dichten verschiedener Stoffe anhand einer Tabelle 	Wiedergabe der Definition der Dichte sowie der üblichen Einheiten
8.44 Kenntnis der Wichte γ als stoffkennzeichnende Größe	Die Wichte γ als abgeleitete Größe: $\gamma = \frac{F_G}{V}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Festlegung des Quotienten $\frac{F_G}{V}$ als Wichte 2. Festlegung der Einheit der Wichte $1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-3}$ mit Hinweis auf übliche Einheiten 3. Hinweis auf Ortsabhängigkeit der Wichte 	Wiedergabe der Definition der Wichte sowie der üblichen Einheiten

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.45 Fähigkeit, Dichte oder Wichte von Körpern zu bestimmen und bei Berechnungen zu verwenden	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experimentelle und rechnerische Bestimmung von Dichte oder Wichte 2. Berechnung einer Größe, wenn die beiden anderen gegeben sind 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experimentelle Bestimmung verschiedener Massen bzw. Gewichtskräfte und zugehöriger Volumina, rechnerische Auswertung 2. Berechnungen von V und m oder F_G sowie ρ oder γ 	Bestimmen und Berechnen von Dichte und Wichte verschiedener Körper
11. Vektorcharakter der Kraft (6 Stunden)			
8.46 Kenntnis der Bestimmungsstücke einer Kraft	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abhängigkeit der Wirkung einer Kraft von Angriffspunkt, Betrag und Richtung 2. Pfeildarstellung von Kräften; Symbol: \vec{F} 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Variation von jeweils einem Bestimmungsstück bei der Einwirkung von Gewichtskräften und/oder Muskelkräften auf eine Blattfeder mit zwischengeschaltetem Kraftmesser 2. Unterrichtsgespräch über die Zweckmäßigkeit der Darstellung durch Pfeile mit bestimmtem Anfangspunkt, bestimmter Richtung und bestimmter Länge (Kräftemaßstab) Schreibweise für den Betrag der Kraft: F 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe der Bestimmungsstücke einer Kraft 2. Zeichnerisches Darstellen von Kräften
8.47 Einsicht in die Tatsache, daß die Wirkung einer Kraft eine Gegenwirkung zur Folge hat	Paarweises Auftreten von Kräften: Gesetz von Kraft und Gegenkraft (Wechselwirkungsgesetz)	Problematisierung und Nachweis des Wechselwirkungsgesetzes durch Experimente (z. B. Magnet und Eisenkugel) und anhand von Skizzen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nennen von Beispielen zum Wechselwirkungsgesetz 2. Erläutern des Wechselwirkungsgesetzes
8.48 Kenntnis der Bedingungen für das Gleichgewicht von Kräften	Gleichgewicht von zwei Kräften mit gleicher Wirkungslinie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experimentelle Erarbeitung der Bedingungen, die für das Gleichgewicht von zwei an einem Körper angreifende Kräfte gelten (z. B. Messungen mit Kraftmessern an einem Seil, einem frei beweglichen Wagen o.ä.) 2. Abgrenzung des Ergebnisses zum Begriff Gleichheit von Kräften 3. Zeichnerische Darstellung des Versuchsergebnisses 	Wiedergabe der Versuchsergebnisse

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.49 Einsicht in die vektorielle Addition von Kräften	Kräfteparallelogramm	Experiment: Die Verformung eines Körpers (z. B. Gummiband), die durch zwei Kräfte erfolgte, kann durch eine einzige Kraft hervorgerufen werden; die Ermittlung von Größe und Richtung dieser Resultierenden führt zum Kräfteparallelogramm	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nennen von Beispielen von Kräfteaddition, Erklärung unter Verwendung des Kräfteparallelogramms 2. Zeichnerische Addition von zwei Kräften
8.50 Einsicht, daß eine Kraft auf beliebig viele Arten in zwei Teilkräfte zerlegt werden kann	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teilkräfte (Komponenten) einer Kraft 2. Konstruktive Zerlegung einer Kraft in Teilkräfte 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experiment: Bestimmung der zwei Teilkräfte bei veränderlichem Winkel zwischen den Wirkungslinien, wobei die ursprüngliche Kraft beibehalten wird 2. Rückgriff auf Kenntnisse aus dem Mathematikunterricht über die Konstruierbarkeit von Parallelogrammen 3. Zeichnerische Lösung von Problemstellungen zur Kräftezerlegung 	Zeichnerisches Lösen ausgewählter Probleme mit veränderlichem Winkel und Erklären der Lösung
12. Reibung (5 Stunden)			
8.51 Fähigkeit, verschiedene Reibungskräfte zu unterscheiden, zu messen und die Entstehung der Reibungskraft (zwischen festen Körpern) im Modell zu deuten	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gleitreibungskraft, Haftreibungskraft, Rollreibungskraft 2. Reibungskraft F_R als Gegenkraft der Zugkraft 3. Messung der Reibungskräfte; Vergleich der Beträge bei den Reibungsarten 4. Modellvorstellung: Verformung der Berührungsstellen der reibenden Flächen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meßversuch zur Bestimmung von Reibungskräften 2. Festlegung der Arten und Vergleich der Beträge der Reibungskräfte 3. Deutung der Entstehung der Reibungskraft bei Haft- und Gleitreibung anhand von Skizzen oder Handversuchen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe der Arten der Reibungskräfte 2. Wiedergabe der Deutung der Entstehung der Reibungskraft 3. Messen von Reibungskräften 4. Nennen von Beispielen, in denen die verschiedenen Reibungskräfte auftreten
8.52 Kenntnis der für die Gleitreibungskraft geltenden Gesetzmäßigkeiten	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einfluß des Materials, der Oberflächenbeschaffenheit, der Relativgeschwindigkeit und der Größe der Berührungsflächen auf die Gleitreibungskraft 2. Abhängigkeit der Gleitreibungskraft von der Anpresskraft (Normalkraft) $F_R \sim F_N$ 3. Gleitreibungszahl μ $\frac{F_R}{F_N} = \mu; \mu = \text{const.}$ 	Meßversuche zur Untersuchung der Abhängigkeit der Gleitreibungskraft von den vermuteten Einflußgrößen	Wiedergabe des Reibungsgesetzes und der Definition von μ

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.53 Fähigkeit, eine Gleitreibungszahl zu bestimmen und bei Berechnungen zu verwenden	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experimentelle Ermittlung der Gleitreibungszahl für ein Materialpaar 2. Berechnung einer Größe aus dem Reibungsgesetz 	<ol style="list-style-type: none"> 1. μ-Bestimmung im Schülerversuch 2. Bei allen Berechnungen ist auf eine sinnvolle Stellenzahl zu achten 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beschreiben des Versuches 2. Berechnungen unter Beachtung des Hinweises in UV 2
8.54 Kenntnis von Beispielen, bei denen das Auftreten von Reibungskräften erwünscht bzw. unerwünscht ist	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vorteile der Reibung und Vergrößerung der Reibungskraft 2. Nachteile der Reibung und Verminderung der Reibungskraft 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Versuche zur Vergrößerung und Verringerung von Reibungskräften 2. Behandlung einiger Beispiele aus dem täglichen Leben und der Technik zum Auftreten von Reibungskräften sowie zu deren Vergrößerung bzw. Verringerung anhand von Zeichnungen und Modellen 3. Vergleich von Reibungszahlen anhand einer Tabelle 4. Hinweis, daß Reibungskräfte auch zwischen Festkörpern und Flüssigkeiten oder Gasen auftreten 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe von Beispielen und Anwendungen, bei denen die Reibung erwünscht bzw. unerwünscht ist 2. Wiedergabe von Möglichkeiten zur Vergrößerung bzw. zur Verringerung von Reibungskräften und von entsprechenden Anwendungen
13. Bewegungen (7 Stunden)			
8.55 Bewußtsein, daß zur Beschreibung von Bewegungsabläufen die Angabe eines Bezugssystems erforderlich ist	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beschreibung einiger Bezugssysteme 2. Erdoberfläche als Bezugssystem 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gedankenversuch mit Skizzen: z. B. Reisender im Eisenbahnabteil in bezug auf einen mitbewegten und einen ruhenden Beobachter 2. Vereinbarung der Erdoberfläche als Bezugssystem 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erläutern der Begriffe — Ruhe — Bewegung (relativ zu einem Bezugssystem) anhand eines ausgewählten Beispiels 2. Nennen des vereinbarten Bezugssystems
8.56 Kenntnis des Zusammenhangs zwischen dem Weg s und der zugehörigen Zeit t bei einer gleichförmigen Bewegung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einheit der Zeit: 1 s 2. $s \sim t$ bei der gleichförmigen Bewegung 3. Geschwindigkeit v als abgeleitete Größe: $v = \frac{s}{t}$ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrationsversuch: Messung der verschiedenen Zeitintervallen zugehörigen Wegstrecken auf der Fahrbahn. Hinweis auf die Basisgröße Zeit t, Einheit 1 s 2. Graphische oder rechnerische Auswertung von mindestens zwei verschiedenen Meßreihen; Festlegung des Quotienten $\frac{s}{t}$ als Geschwindigkeit 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beschreiben der Versuchsanordnung 2. Wiedergabe des gesetzmäßigen Zusammenhangs zwischen s und t und der Definition der Geschwindigkeit sowie deren Einheiten 3. Wiedergabe der Kennzeichen einer gleichförmigen Bewegung

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.57 Fähigkeit, Berechnungen zur gleichförmigen Bewegung durchzuführen	Rechnerische Bestimmung von s , v oder t	<ol style="list-style-type: none"> 3. Festlegung der Einheit der Geschwindigkeit: $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ mit Hinweis auf andere übliche Einheiten 4. Mitteilung, daß Geradlinigkeit und Konstanz des Quotienten $\frac{s}{t}$ Kennzeichen der gleichförmigen Bewegung sind 5. Hinweis auf den Vektorcharakter der Geschwindigkeit anhand eines Beispiels einer zusammengesetzten Bewegung 	Berechnen einer Größe, wenn die beiden anderen gegeben sind
8.58 Kenntnis des Begriffs der Momentangeschwindigkeit bei ungleichförmigen Bewegungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ungleichförmige Bewegung 2. Definition der Durchschnittsgeschwindigkeit: $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 3. Begriff der Momentangeschwindigkeit 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrationsversuch: Vorführung einer Bewegung, bei der in gleichen Zeitabschnitten verschiedene Wegstrecken zurückgelegt werden. Die Anwendung der Beziehung $v = \frac{s}{t}$ auf solche Bewegungen führt zum Begriff Durchschnittsgeschwindigkeit. 2. Graphische Veranschaulichung im Weg-Zeit-Diagramm 3. Klärung des Begriffs „Momentangeschwindigkeit“ durch Übergang zu hinreichend kleinen Zeitintervallen 	Wiedergabe der Definitionen von Durchschnittsgeschwindigkeit und Momentangeschwindigkeit
8.59 Kenntnis der gesetzmäßigen Zusammenhänge bei einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung	<ol style="list-style-type: none"> 1. $v \sim t$ 2. $s \sim t^2$ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Versuch: Beschleunigung des Wagens auf einer Fahrbahn mit konstanter Kraft und Messung der Größen s und t; graphische oder rechnerische Auswertung 2. Versuch: Bestimmung der Endgeschwindigkeiten nach verschiedenen langen, mit konstanter Kraft erfolgten Beschleunigungen; graphische oder rechnerische Auswertung 3. Mitteilung: Definition der gleichmäßig beschleunigten Bewegung 	Wiedergabe der Definition einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung und der zugehörigen Gesetzmäßigkeiten

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.60 Kenntnis der Tatsache, daß der freie Fall eine idealisierte, gleichmäßig beschleunigte Bewegung ist	1. Gesetzmäßigkeit (im Vakuum): $h \sim t^2$ 2. Konstante Endgeschwindigkeit beim Fall im luftgefüllten Raum	1. Demonstrationsversuch: Einfluß des Luftwiderstandes bei verschiedener Form und gleicher Gewichtskraft auf die Fallbewegung 2. Meßversuch: Bestimmung der Fallzeiten zu bestimmten Fallstrecken; graphische oder rechnerische Auswertung ergibt die für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung charakteristische Gesetzmäßigkeit 3. Hinweis: Anwachsen des Luftwiderstandes mit der Geschwindigkeit, Gleichgewicht Luftwiderstand—Gewichtskraft, also konstante Endgeschwindigkeit	Wiedergabe der Gesetzmäßigkeiten beim freien Fall sowie der zugehörigen Überlegungen
14. Einfache Maschinen (9 Stunden)			
8.61 Kenntnis des Verwendungszwecks einfacher Maschinen	1. Verlegung des Angriffspunktes einer Kraft 2. Änderung der Richtung einer Kraft 3. Änderung des Betrages einer Kraft	Aufzeigen der Eigenschaften eines Kraftwandlers durch Lehrerexperimente mit Hilfe eines funktionsfähigen Flaschenzuges (komplexes technisches Gerät)	Wiedergabe der Eigenschaften des Kraftwandlers
8.62 Kenntnis von Möglichkeiten, die Bestimmungsstücke einer Kraft zu ändern	Kraftübertragung mit Hilfe von — Seil, Stange — fester Rolle mit Seil — loser Rolle mit Seil — Flaschenzug	Wiedererkennen der Eigenschaften des Kraftwandlers an Seil, Stange und Rolle im Schülerexperiment	Differenzierte Angabe der Kraftwandler-eigenschaften
8.63 Kenntnis der Gleichgewichtsbedingungen bei der losen Rolle und beim Flaschenzug	1. Lose Rolle: $F_Z = \frac{1}{2} \cdot F_L$ 2. Flaschenzug: $F_Z = \frac{1}{n} \cdot F_L$	1. Zusammenhang zwischen Zugkraft und Gewichtskraft der Last durch Variieren der Parameter F_L und n im Experiment 2. Deutung durch die gleichmäßige Verteilung der Last auf n Seilstücke (bei n Rollen) 3. Hinweis auf einige Anwendungen in der Technik	Wiedergabe der Gesetzmäßigkeiten bei loser Rolle und Flaschenzug mit Deutung

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.64 Einsicht in den Begriff der Schwerlinie und des Schwerpunktes eines Körpers	<ol style="list-style-type: none"> Schwerlinie als Wirkungslinie der Gewichtskraft Schwerpunkt als Angriffspunkt der Gewichtskraft des Körpers Experimentelle Bestimmung des Schwerpunkts 	<ol style="list-style-type: none"> Demonstrationsversuch: Mehrmaliges Aufhängen und Auflegen eines flächenhaften Körpers führt zu den Begriffen Schwerlinie und Schwerpunkt Bestimmung des Schwerpunktes von flächenhaften Körpern im Schülerexperiment Hinweis auf den Modellcharakter des Schwerpunkts 	<ol style="list-style-type: none"> Wiedergabe der Definitionen von Schwerlinie und Schwerpunkt Experimentelles Bestimmen des Schwerpunkts flächenhafter Körper Erklären der Ruhelage weiterer aufgehängter Körper
8.65 Einsicht in die Gleichgewichtsarten eines Körpers	Indifferentes, stabiles und labiles Gleichgewicht bei Körpern und ihre Unterscheidungsmerkmale	<ol style="list-style-type: none"> Aufzeigen der drei Gleichgewichtsarten und ihrer Merkmale mit Hilfe einer an verschiedenen Punkten gelagerten Hebelstange Besprechung einiger Beispiele anhand von Versuchen und Zeichnungen 	<ol style="list-style-type: none"> Wiedergabe der drei Gleichgewichtsarten und ihrer Merkmale Angabe der Gleichgewichtsart bei vorgegebenen Beispielen und Begründung
8.66 Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten am Hebel	<ol style="list-style-type: none"> Begriffe: — Physikalischer Hebel; — Einseitiger und zweiseitiger Hebel; Drehwirkung einer Kraft auf einen Hebel Drehgröße $M = F \cdot a$ Hebelgesetz $M_1 = M_2$ Verallgemeinerung: Die Summe der im Uhrzeigersinn wirkenden Drehgrößen ist im Gleichgewichtsfall gleich der Summe der im Gegenuhrzeigersinn wirkenden Drehgrößen 	<ol style="list-style-type: none"> Klärung des Begriffs „physikalischer Hebel“ durch Handversuch; Unterscheidung der Hebelarten Schülerversuch: Messungen zum Gleichgewicht am Hebel; rechnerische Auswertung Definition der Drehgröße, wobei die Krafrichtung senkrecht zu a steht. Einheit der Drehgröße: 1 Nm 	<ol style="list-style-type: none"> Wiedergabe und Erläutern der Begriffe Beschreiben der Versuchsdurchführung Wiedergabe des Hebelgesetzes
8.67 Fähigkeit, das Hebelgesetz anzuwenden	<ol style="list-style-type: none"> Anwendungen des Hebels Berechnungen am Hebel 	<ol style="list-style-type: none"> Aufsuchen von Drehpunkt, Hebelarm und Wirkungslinie der Kraft in Geräten, Modellen und Zeichnungen Berechnung einer Größe aus den übrigen Größen 	<ol style="list-style-type: none"> Wiedergabe und Erläuterung einiger Anwendungsbeispiele des Hebels Durchführen von Berechnungen zum Hebelgesetz
8.68 Einsicht, daß mit Hilfe der schiefen Ebene Kraft gespart werden kann	<ol style="list-style-type: none"> $F_H < F_G$ Technische Anwendungen, z. B. Schrotleiter, Keil, Schraube, Serpentinstraße 	<ol style="list-style-type: none"> Vergleich der Größe der Hangabtriebskraft mit der Gewichtskraft im Experiment und in Skizzen 	<ol style="list-style-type: none"> Erläuterung des Zusammenhangs von Hangabtriebskraft und Gewichtskraft

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
		2. Verdeutlichung der schiefen Ebene im jeweiligen Anwendungsbeispiel anhand von Modellen und Zeichnungen 3. Erläuterung der Kraftersparnis	2. Aufzählen von technischen Anwendungsbeispielen mit Erklärung der jeweiligen Kraftersparnis
8.69 Einsicht in den Zusammenhang zwischen Kraft und Weg bei Kraftwandlern	Goldene Regel der Mechanik	Experimentelle Klärung der Tatsache, daß eine Kraftersparnis stets eine Vergrößerung des Kraftweges bedingt (z. B. bei loser Rolle, Flaschenzug oder schiefer Ebene)	1. Wiedergabe der Goldenen Regel der Mechanik 2. Erklären des Zusammenhangs von Kraft und Weg 3. Bestätigen der Goldenen Regel der Mechanik an einem neuen Beispiel
15. Arbeit; Leistung; Energie (7 Stunden)			
8.70 Kenntnis der physikalischen Größe Arbeit	Definition: $W = F \cdot s$, wobei F den Betrag der Kraftkomponente in Wegrichtung bedeutet; Einheit der Arbeit: $1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}$	1. Demonstrationsversuch: Heben der gleichen Last um die gleiche Höhe mit verschiedenen einfachen Seilmaschinen: Es ist sinnvoll und zweckmäßig, das Produkt aus dem Betrag F der in Wegrichtung wirkenden Kraftkomponente und dem zugehörigen Weg s als Maß für die verrichtete physikalische Arbeit festzusetzen 2. Abgrenzung des physikalischen Begriffs „Arbeit“ gegen den in der Umgangssprache verwendeten 3. Festlegung der Einheit 1 Nm für die mechanische Arbeit mit Hilfe der Definitionsgleichung 4. Experimentelle Klärung der Tatsache, daß die wirksame Kraft durch die in Wegrichtung wirkende Kraftkomponente gegeben ist	Wiedergabe der Definition und der Einheit für die Arbeit W
8.71 Kenntnis der verschiedenen Arten mechanischer Arbeit	Hubarbeit Reibungsarbeit Beschleunigungsarbeit Verformungsarbeit	Aufzeigen der verschiedenen Arten mechanischer Arbeit in Handversuchen und in Beispielen aus Alltag und Technik	Aufzählen von Vorgängen, bei denen Arbeit im physikalischen Sinn verrichtet wird, sowie Beschreiben der jeweiligen Arbeit

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.72 Kenntnis der physikalischen Größe Leistung	Definition: $P = \frac{W}{t}$ Einheit der Leistung: $1 \text{ Nm} \cdot \text{s}^{-1} = 1 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1} = 1 \text{ W}$	1. Unterrichtsgespräch: Aufzeigen, daß es sinnvoll ist, die Leistung als Quotient von Arbeit und Zeit festzulegen, an einem Beispiel, bei dem die gleiche Arbeit in verschieden großen Zeiten verrichtet wird 2. Festlegung der Einheit 1 W aufgrund der Definitionsgleichung	Wiedergabe von Definition und Einheit der Leistung
8.73 Vertrautheit mit der Definition des Energiebegriffs und der mechanischen Energieformen	1. Mechanische Energie 2. Bewegungsenergie Lageenergie Spannenergie (elastische Energie)	1. Handversuche: Aufzeigen der Tatsache, daß Arbeitsverrichtung an einem Körper zur Folge hat, daß der Körper selbst Arbeit verrichten kann 2. Mitteilung: Die Fähigkeit zur Arbeitsverrichtung wird durch die physikalische Größe Energie beschrieben 3. Unterrichtsgespräch: Beschleunigungsarbeit bewirkt Zuwachs an Bewegungsenergie, Hubarbeit bewirkt Zuwachs an Lageenergie, Verformungsarbeit bewirkt Zuwachs an Spannenergie	1. Wiedergabe der Definition des Energiebegriffs 2. Identifizieren der Energieformen an Beispielen
8.74 Einsicht in den Zusammenhang zwischen Energie und Arbeit	1. Messung der Energie durch die Arbeit, die ein Körper verrichten kann 2. Einheit der Energie: $1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}$	Unterrichtsgespräch, daß z. B. die Hubarbeit $W_{\text{Hub}} = F_G \cdot h$, verrichtet an einem Körper, gleichbedeutend mit der Erhöhung seiner Lageenergie um ΔW_{Lage} ist	1. Erläutern des Zusammenhangs zwischen Energie und Arbeit an Beispielen 2. Klären des Zusammenhangs zwischen Arbeit und Energie an einem weiteren vorgegebenen Beispiel
8.75 Fähigkeit, Berechnungen zu Arbeit, Leistung und Energie durchzuführen	Einfach Berechnungen zu — Hubarbeit — Reibungsarbeit — Leistung — Lageenergie	Einübung anhand verschiedener Texte	Durchführen von Berechnungen
8.76 Einsicht in die Aussage des Arbeitssatzes und Energieerhaltungssatzes	1. Satz von der Erhaltung der Arbeit 2. Satz von der Erhaltung der Energie 3. Wirkungsgrad: $\eta = \frac{W_2}{W_1}$	1. Formulierung der goldenen Regel der Mechanik mit Hilfe des Arbeitsbegriffs 2. Experimentelles Aufzeigen möglicher mechanischer Energieumwandlungen 3. Mitteilung der Erfahrungstatsache, daß die Gesamtenergie	1. Wiedergabe der Sätze von der Erhaltung der Arbeit und der Energie 2. Beschreibung der in einem Beispiel auftretenden Energieumwandlungen 3. Wiedergabe der Definition des Wirkungsgrades

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
		bei Energieumwandlungen erhalten bleibt	
		4. Erörterung des prinzipiellen Aufbaus und der Wirkungsweise von Energiewandlern mit Hilfe von Modellen und Medien	
		5. Erklärung der auftretenden Energiedifferenzen durch Reibungsarbeit	
		6. Festlegung des Wirkungsgrades η als Quotient aus Nutzarbeit und zugeführter Arbeit	
		7. Hinweis auf die Unmöglichkeit der Konstruktion eines Perpetuum Mobile anhand einer Abbildung	

8. Jahrgangsstufe

Wahlpflichtfächergruppe II/III

1. Einführung (3 Stunden)

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.1 Einsicht in Wesen und charakteristische Arbeitsweise der Physik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Physik als Naturwissenschaft 2. Einführungsversuch zur Arbeitsweise der Physik: die zentrale Stellung des Experiments 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mitteilung über die Stellung der Physik im Rahmen der Naturwissenschaften Im Lehrerexperiment und Unterrichtsgespräch werden folgende Schritte vollzogen: <ul style="list-style-type: none"> — Vorstellen eines einfachen Problems (z. B. Abhängigkeit der Schwingungsdauer eines Fadenpendels) — Äußerung von Vermutungen, die der Überprüfung bedürfen (vermuteter Einfluß von Masse des Pendelkörpers, Fadenlänge, Amplitude) — Planung geeigneter Experimente: es darf jeweils nur eine der vermuteten Einflußgrößen verändert werden; Messungen sind erforderlich! 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe der für die Erkenntnisgewinnung durch das Experiment wesentlichen Teilschritte 2. Aufzählen der Vorteile des Experiments 3. Erläutern der charakteristischen Merkmale der experimentellen Arbeitsweise

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.2 Kenntnis der Länge als (Basis-Größe)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Länge l 2. Schüलगemäße Definition der Einheit 1 m 3. Physikalische Größe als Produkt aus Zahlenwert und Einheit 	<ul style="list-style-type: none"> — Durchführung der Experimente — Auswertung der Experimente — Als Vorteile der experimentellen Arbeitsweise werden erkannt: Möglichkeit der Wiederholung — Möglichkeit planmäßiger Veränderung der Bedingungen <ol style="list-style-type: none"> 1. Herstellen verschiedener Vergleichslängen im Schülerversuch, Vergleich der zu messenden Länge mit der gewählten Einheit 2. Festsetzung der üblichen Einheit der Länge 1 Meter (m) als der Abstand zweier Marken auf dem Meterprototyp; Hinweis auf die seit 1969 gültige Definition 3. Darstellung des Meßergebnisses bei k-maligem Abtragen der Einheit: $l = k \cdot m$ (z. B. $l = 7,85 \text{ m}$) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe der Kennzeichen einer physikalischen Größe 2. Wiedergabe der Längeneinheit und ihrer Definition
8.3 Fähigkeit, Vorsätze und Vorsatzzeichen für Zehnerpotenzen anzuwenden	Darstellung dezimaler Vielfacher und Teile von 1 m	Beschränkung auf die Umrechnung in dm, cm, mm, μm , km und Zusammenstellung der Vorsätze und Vorsatzzeichen	Umrechnungen der Art: $1 \text{ mm} = 10^{-1} \text{ cm}$ $3,2 \mu\text{m} = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ $25,2 \text{ km} = 25,2 \cdot 10^3 \text{ m}$
8.4 Fähigkeit, Messungen durchzuführen und die Genauigkeit einer Messung anzugeben	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selbständiges Messen von Längen mittels Bandmaß, Meterstab, Schieblehre (Nonius), Mikrometerschraube und Meßuhr 2. Abschätzen der Genauigkeit von Längenmessungen aufgrund der verwendeten Geräte 3. Schreibweise: $l = l_w \pm \Delta l$ (l_w = wahrscheinlichster Wert) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verwendung von Bandmaß, Meterstab, Schieblehre (Nonius), Mikrometerschraube und Meßuhr zur Längenmessung im Schülerversuch; Aufsuchen von Fehlerquellen 2. Erarbeitung der sicheren Ziffern und der unsicheren, geschätzten Ziffer eines Meßergebnisses bei Verwendung von Meterstab (Lineal) und Mikrometerschraube; Vereinbarung der Regel, so genau wie möglich zu messen, aber bei Angabe des Meßergebnisses nur sichere Ziffern und eine geschätzte Ziffer zu berücksichtigen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aufzählen von Fehlerquellen, die bei der Längenmessung mit verschiedenen Meßgeräten auftreten können 2. Durchführen von Messungen mit verschiedenen Meßgeräten, Mittelwertbildung und Angabe des Meßergebnisses 3. Interpretieren von Meßergebnissen

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
2. Modell des Lichtstrahls (1 Stunde)	Divergente, parallele und konvergente Lichtbündel	<ol style="list-style-type: none"> 3. Mehrmaliges Messen eines Drahtdurchmessers im Schülerversuch: Erkennen der „Streuung“ der Meßwerte; Mittelwertbildung (Arithmetisches Mittel) und Angabe des Meßergebnisses 4. Wiederholung der Messungen mit Schiebellehre; Vergleich beider Messungen führt zur Abgrenzung der Ergebnisse mathematischer Operationen von Ergebnissen physikalischer Messungen 	Erläutern der Begriffe divergentes, paralleles und konvergentes Lichtbündel
8.5 Kenntnis der verschiedenen Formen von Lichtbündeln	Divergente, parallele und konvergente Lichtbündel	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experimentelle Erzeugung der verschiedenen Arten von Lichtbündeln mit Hilfe von Punktlichtlampe, Blende und Linse und deren Sichtbarmachung 2. Festlegung der Begriffe <ul style="list-style-type: none"> — divergentes — paralleles — konvergentes Lichtbündel 	Erläutern der Begriffe divergentes, paralleles und konvergentes Lichtbündel
8.6 Kenntnis der Eigenschaften des Lichtstrahls	Lichtstrahl als Modellvorstellung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experimentelle Erzeugung eines schmalen Lichtbündels durch Blenden 2. Gedankliche Idealisierung des Lichtbündels zum Lichtstrahl (Achse des Bündels) 3. Gedankliche Zerlegung des Lichtbündels in Teilstrahlen 4. Darstellung von Lichtstrahlen durch Halbgeraden als Folge der geradlinigen Ausbreitung des Lichtes 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe der Eigenschaften des Lichtstrahls 2. Erläutern, inwiefern der Lichtstrahl eine Modellvorstellung ist

3. Brechung und Totalreflexion (8 Stunden)

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.7 Kenntnis des Verhaltens von Lichtstrahlen an der Grenzfläche zweier durchsichtiger Medien	<ol style="list-style-type: none"> Begriffe: Medium; Einfallender Strahl; Gebrochener Strahl; Einfallswinkel; Brechungswinkel; Brechzahl n; Optische Dichte Brechungsgesetz: $\frac{a}{b} = n$; Einfallender Strahl, Einfallslot und gebrochener Strahl liegen in der gleichen Ebene Umkehrbarkeit des Strahlenganges Teilweise Reflexion des auffallenden Lichtes; Zunahme des reflektierten Anteils bei wachsendem Einfallswinkel Totalreflexion bei Erreichen bzw. Über- schreiten des Grenz- winkels der Total- reflexion Gültigkeit des Reflexionsgesetzes für den reflektierten Anteil und für den totalreflektierten Strahl 	<ol style="list-style-type: none"> Demonstrations- versuch: Verlauf eines schräg auf die Grenz- fläche Luft—Wasser auftreffenden Parallel- bündels — von Luft in Wasser — von Wasser in Luft Festlegung und Klärung der Begriffe anhand einer Zeich- nung Schülerversuch Mefreihe 1: Einfallswinkel ϵ, Brechungswinkel β Mefreihe 2: Halbsehnen a und b Graphische Auswer- tung beider Meß- reihen, rechnerische Auswertung der Meß- reihe 2 (Quotienten- gleichheit) Es empfiehlt sich der Hinweis auf die Äquivalenz der beiden Verfahren. Formulierung des Brechungsgesetzes Schülerversuch: Umkehrung des Strahlengangs im Versuchsaufbau UV 3: Variation des Ein- fallswinkels — Totalreflexion 	<ol style="list-style-type: none"> Wiedergabe des Brechungsgesetzes Angabe der Voraus- setzungen für das Auftreten der Total- reflexion
8.8 Fähigkeit, den Strahlenverlauf bei der Brechung anzugeben	<ol style="list-style-type: none"> Parallelverschiebung bei der planparallelen Platte Richtungsänderung des Lichtstrahls im Prisma 	<ol style="list-style-type: none"> Schülerversuch: Lichtweg durch eine dicke Glasplatte mit parallelen Flächen Ergebnis: Abhängig- keit der Größe der Parallelverschiebung vom Einfallswinkel und von der Dicke des Glases Versuch: Licht- brechung am Prisma Skizzieren des Strahlenverlaufs an der planparallelen Platte und am Prisma 	Skizzieren und Beschreiben des Lichtweges durch planparallele Platte und Prisma
8.9 Kenntnis der Tatsache, daß die Brechzahl von der Farbe des Lichts abhängt (Dispersion)	$n_{\text{rot}} < n_{\text{grün}} < n_{\text{blau}}$	Im Versuch fällt der Reihe nach rotes, grünes und blaues Licht mit gleichem Einfallswinkel auf ein Prisma. Aufgrund der unterschiedlichen Ablenkungswinkel wird auf die Unterschiedlichkeit der Brechzahlen für farbige Lichter geschlossen.	Wiedergabe der Versuchsergebnisse und Deutung

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.10 Kenntnis der Zerlegung von weißem Licht	<ol style="list-style-type: none"> 1. Begriffe: Kontinuierliches Spektrum; monochromatisches Licht; 2. Kontinuierliches Spektrum, erzeugt am Prisma 3. Anwendung, z. B. Regenbogen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rotes, grünes, blaues und weißes Licht fällt der Reihe nach mit gleichem Einfallswinkel auf ein Prisma. Die Auswertung führt zur Erkenntnis, daß weißes Licht (Glühlicht) aus farbigen Lichtern zusammengesetzt ist. 2. Experimentelles Aufzeigen der Tatsache, daß Spektrallichter nicht weiter zerlegt werden können 3. Festlegen der Begriffe anhand der Versuchsbeobachtungen 4. Verwendung eines mit Wasser gefüllten Rundkolbens als Modell eines Regentropfens 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe der Begriffe 2. Beschreiben der Versuche und Wiedergabe der Versuchsergebnisse
8.11 Kenntnis von Erscheinungen und Anwendungen, die auf Brechung und Totalreflexion beruhen	<p>Erscheinungen aus dem Alltag, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> — scheinbare Gegenstandshebung im Wasser — Flimmern der Luft — Atmosphärische Strahlenbrechung — Lichtleitung im gebogenen Glasstab — Faseroptik — totalreflektierendes Prisma 	<p>Klärung einiger ausgewählter Beispiele durch</p> <ul style="list-style-type: none"> — Experimente — Zeichnungen — medienunterstützten Lehrervortrag 	<p>Wiedergabe der Überlegungen zu den ausgewählten Beispielen</p>
4. Bilder bei Linsen (6 Stunden)			
8.12 Kenntnis des Strahlenverlaufs durch dünne sphärische Linsen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Begriffe Konvex- und Konkavlinen; Optische Achse; Scheitelpunkt S; Hauptebene (Mittalebene); Brennpunkt F, Brennweite f; Brennebene 2. Verlauf der Hauptstrahlen nach Durchgang durch eine sphärische Linse, Deutung des Strahlenverlaufs 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erarbeitung bzw. Mitteilung der Begriffe mit Hilfe von Schnittzeichnungen und Experimenten 2. Experimentelle Erarbeitung des qualitativen Zusammenhangs zwischen dem Krümmungsradius und der Brennweite einer dünnen Linse 3. Experimentelle Klärung des Verlaufs der Hauptstrahlen und Deutung des Strahlenverlaufs anhand einer Schnittzeichnung durch Zerlegung der Linse in Prismen 4. Mitteilung: Ersetzen der zweimaligen Brechung durch eine Brechung an der Hauptebene 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zuordnen der Begriffe an einer unbeschrifteten Schnittzeichnung 2. Wiedergabe des Zusammenhangs gem. UV 2 3. Wiedergabe der Deutung des Strahlenverlaufs an der Modelllinse

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.13 Kenntnis des Verlaufs von Lichtbündeln durch dünne sphärische Linsen	1. Divergente, konvergente und achsenparallele Bündel durch sphärische Linsen 2. Blendenwirkung 3. Schräge Bündel durch sphärische Linsen 4. Sammelnnde Wirkung von Konkavlinsen, zerstreuende Wirkung von Konkavlinsen 5. Begriffe: Sammellinsen; Zerstreulinsen; Zerstreupunkt;	1. Klärung der Funktion der Linse als Bündelbegrenzung anhand von Schnittzeichnungen und im Demonstrationsversuch 2. Experimentelle Erzeugung verschiedener Bündelarten durch Verwendung von Konkav- und Konkavlinsen 3. Mitteilung der Unterscheidungsmerkmale von Sammel- und Zerstreulinsen	Wiedergabe des Verlaufs von Bündeln unter Verwendung von Skizzen
8.14 Kenntnis der Begriffe — optische Abbildung — optisches Bild	Bei Sammellinsen: Gegenstandspunkt → Bildpunkt Gegenstand → Bild	Experimentelle Klärung der Zuordnung — Gegenstandspunkt — Bildpunkt — Gegenstandsebene — Bildebene	Wiedergabe der Definition für das optische Bild eines Punktes sowie eines Gegenstandes bei einer Sammellinse
8.15 Überblick über die verschiedenen Eigenschaften von optischen Bildern	1. Lage, Größe, Stellung und Art des Bildes bei Sammellinsen 2. Gegenseitige Lage von Gegenstand und Bild unter Berücksichtigung der Lage des Brennpunktes	1. Experimentelle Klärung der Begriffe mit Hilfe einer Sammellinse 2. Experimentelle Klärung der Eigenschaften optischer Bilder durch Annäherung eines leuchtenden Objekts an die Linse und Aufsuchen des jeweiligen Bildes	1. Wiedergabe der verschiedenen Eigenschaften von optischen Bildern 2. Wiedergabe der Bildräume, die vorgegebenen Gegenstandsräumen zugeordnet sind und umgekehrt
8.16 Kenntnis der Abbildungsgleichungen für Sammellinsen	1. Abbildungsmaßstab: $\frac{B}{G} = \frac{b}{g}$ 2. Abbildungsgleichung (Linsenformel) nur für reelle Bilder $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$	1. Herleitung der Beziehung $\frac{B}{G} = \frac{b}{g}$ durch Messung; Bildung von quotientgleichen Zahlenpaaren 2. Messung der Entfernung Gegenstand — F_1 und zugehöriger Entfernung Bild — F_2 , graphische Auswertung 3. Herleitung der Linsenformel über $x \cdot y = f^2$	Wiedergabe der Abbildungsgleichungen für Sammellinsen
8.17 Fähigkeit, die Abbildungsgleichungen in Berechnungen anzuwenden	Berechnung einer Größe unter Verwendung von Abbildungsmaßstab oder Linsenformel	Bei den Berechnungen ist auf die ausschließliche Verwendung physikalischer Größen (Zahlenwert mal Einheit) zu achten	Durchführen von Berechnungen unter Verwendung von Abbildungsmaßstab oder Linsenformel

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.18 Fähigkeit zur Konstruktion von Bildpunkten und ausgedehnten Bildern	Konstruktion von Bildern bei Sammellinsen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zeichnerische Ermittlung des Bildpunktes zu einem Gegenstandspunkt als Schnittpunkt von zwei Hauptstrahlen nach dem Durchgang durch die Linse 2. Hinweis, daß die Hauptstrahlen auch dann zur Konstruktion von Bildpunkten verwendet werden können, wenn sie die Linse nicht treffen 3. Hinweis, daß Bilder ausgedehnter Gegenstände durch die Bildpunkte der Randpunkte festgelegt sind 	Ermitteln eines reellen und eines virtuellen Bildes bei der Sammellinse durch Konstruktion
5. Optische Geräte (2 Stunden)			
8.19 Kenntnis des Aufbaus und der Funktion optischer Geräte	Die prinzipiellen Bauteile sowie deren Anordnung und Funktion bei — Photoapparat oder Projektor — Mikroskop oder Fernrohr	<p>Photoapparat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Schülerexperimente zur Klärung des Zusammenhanges zwischen Brennweite des Objektivs und Größe des Bildausschnitts (auch Anwendung der Linsenformel) 2. Experimentelle Erarbeitung der Begriffe Bildschärfe und Schärfentiefe sowie der Funktion der Blende hinsichtlich der Schärfentiefe. 3. Experimente zum Einfluß der Blendöffnung und der Belichtungszeit auf die Lichtmenge; Klärung im Unterrichtsgespräch <p>alternativ Projektor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vergleich des Bündelverlaufs Lichtquelle — Dia — Objektiv — Schirm mit dem Bündelverlauf Lichtquelle — Kondensator — Dia — Objektiv — Schirm 2. Erarbeitung von Objektiv- und Kondensatorfunktion mit Hilfe von Skizzen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beschreiben von Aufgabe und Wirkungsweise der Bauteile 2. Zeichnen des Bündelverlaufs

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
		<p>Mikroskop: Erzeugung und Betrachtung virtueller Bilder sowie Erzeugung und Auffangen stark vergrößerter reeller Bilder von kleinen Gegenständen im Schülerexperiment durch Verwendung einer sehr kurzbrennweitigen Linse; Betrachten der Bilder durch eine Lupe</p>	
		<p>alternativ Fernrohr: 1. Zeichnen des Strahlenverlaufs im Kepler-Fernrohr 2. Hinweis auf Bildumkehr durch gekreuzte totalreflektierende Prismen</p>	
6. Kraft und Masse (3 Stunden)			
8.20 Überblick über verschiedene Kräfte	<p>Kräfte, z. B. Muskelkraft — elastische Kraft — magnetische Kraft — elektrische Kraft</p>	<p>Benennen verschiedener Kräfte mit Hilfe von Versuchen und Äußerungen über entsprechende Alltagserfahrungen, ausgehend vom Beispiel der Muskelkraft</p>	<p>Aufzählen verschiedener Kräfte</p>
8.21 Einsicht, daß Kräfte Körper verformen und/oder ihren Bewegungszustand verändern	<p>1. Statische und dynamische Kraftwirkung 2. Kraft als Ursache der Änderung des Bewegungszustands oder der Form von Körpern 3. Gleichheit von Kräften</p>	<p>1. Aufzeigen der Kraftwirkungen mit Hilfe der Einwirkungen von z. B. magnetischen Kräften und/oder Muskelkräften im Experiment 2. Rückschluß von den Wirkungen auf die Kraft als Ursache 3. Festlegung: Zwei Kräfte sind gleich, wenn sie dieselbe Schraubenfeder gleich weit dehnen.</p>	<p>1. Wiedergabe der Kraftwirkungen 2. Lösungsversuch zu Problemstellungen aus dem Erfahrungsbereich</p>
8.22 Einsicht, daß alle Körper von der Erde angezogen werden	<p>1. „Schwere“ als Eigenschaft aller Körper 2. Wirkungen der Schwerkraft oder Gewichtskraft 3. Richtung und Ortsabhängigkeit der Gewichtskraft</p>	<p>1. Handversuche zur Schwerkraft fester und flüssiger Körper; Demonstrationsversuch zur Schwerkraft gasförmiger Körper 2. Experimente zu den Wirkungen der Gewichtskraft: — Kraft auf aufgehängte Körper, — Kraft auf die Unterlage,</p>	<p>1. Wiedergabe der Wirkungen, der Richtung und der Ursache für die Ortsabhängigkeit der Gewichtskraft 2. Übertragung der Überlegungen zu UV 4 in einem Gedankenversuch auf den Mond</p>

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
		— kräftefreier Zustand während des freien Falls	
		3. Mitteilung anhand von Skizzen über Richtung und Ortsabhängigkeit der Gewichtskraft	
		4. Hinweis auf die Wechselwirkung der Anziehungskräfte von Erde und Körper, die Gravitation und die Schwerelosigkeit	
8.23 Einsicht, daß alle Körper träge sind	Trägheitssatz	Aufzeigen des Beharungsvermögens der Körper anhand von Versuchen (z. B. rasches Anfahren oder Abbremsen eines Wagens, auf dem ein gefülltes Wassergefäß steht) und Beispielen aus dem täglichen Leben	1. Wiedergabe des Trägheitssatzes 2. Auffinden von Beispielen, welche die Trägheit der Körper beweisen
7. Messung von Kraft und Masse (6 Stunden)			
8.24 Kenntnis von Begriff und Meßmethode der Masse	1. Die Masse als Körpereigenschaft 2. Die Meßmethode für die Masse: — Gleichheit — Vielfachheit — Einheit 3. Die Masse als Basisgröße	1. Einführung der Basisgröße Masse als Größe, welche die Eigenschaften eines Körpers, schwer und träge zu sein, beschreibt 2. Versuche zur Gleichheit und Vielfachheit von Massen mit Hilfe der Balkenwaage 3. Mitteilung: Die Einheit der Masse – 1 kg – ist als Masse eines Normkörpers festgelegt.	1. Wiedergabe der Überlegungen zur Einführung des Massenbegriffs 2. Beschreiben des Meßverfahrens
8.25 Kenntnis des Meßverfahrens für Kräfte	Die Meßmethode für die Kraft F als Basisgröße: — Gleichheit — Vielfachheit — Einheit	Festlegung 1: Auf zwei gleiche Massestücke wirkt am selben Ort die gleiche Gewichtskraft. Festlegung 2: Auf beide Massestücke zusammen wirkt am selben Ort die doppelte Gewichtskraft. Festlegung 3: Die Einheit der Kraft ist 1 Newton (1 N). 1 N ist die Gewichtskraft des 9,81-ten Teils des Normkörpers an einem Normort.	Wiedergabe des Meßverfahrens für Kräfte
8.26 Kenntnis der Verformungen von Körpern	1. Plastische Verformungen 2. Elastische Verformungen	1. Klärung der Begriffe mit Hilfe der Verformung z. B. von Plastilinkugel und Gummiball	1. Erläutern der Begriffe 2. Aufzählen und Erläutern von Bei-

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.27 Fähigkeit, elastische Verformungen experimentell zu untersuchen	1. Untersuchung der Verformung elastischer Körper — Hookesches Gesetz: $\Delta l \sim F$ 2. Federkonstante D als abgeleitete Größe: $D = \frac{F}{\Delta l}$ 3. Federkonstante als Maß für die Härte einer Feder	2. Klärung des Sachverhalts mittels einiger Beispiele aus dem täglichen Leben 1. Schülerversuch: Graphische oder rechnerische Auswertung der an mindestens zwei Schraubenfedern gewonnenen Meßwerte 2. Verbale und mathematische Formulierung des Hookeschen Gesetzes 3. Definition der Federkonstante 4. Hinweis auf Gültigkeitsbereich des Gesetzes durch Lehrerversuch	spielen für plastische und elastische Verformungen von Körpern aus dem täglichen Leben 1. Beschreiben der Versuchsdurchführung 2. Wiedergabe des Hookeschen Gesetzes und der Definition der Federkonstante 3. Bestimmung einer Federkonstante im Experiment
8.28 Fähigkeit, die Beziehung $F = D \cdot \Delta l$ in Berechnungen anzuwenden	Exemplarische Berechnungen einer Größe, wenn die beiden anderen bekannt sind	Auf die Darstellung Größengleichungen ist besonders zu achten	Durchführen von Berechnungen mittels Größengleichungen
8.29 Einsicht in Bau und Funktion eines Kraftmessers	1. Herstellung und Eichung eines Kraftmessers (Federwaage) 2. Begründung der Linearität der Skala 3. Kraftbestimmungen mit Hilfe der Federwaage	1. Versuch: Eichung verschiedener Schraubenfedern mit Hilfe des vereinbarten Meßverfahrens 2. Versuch: Bestimmung der Gewichtskräfte verschiedener Körper mit der geeichten Schraubenfeder oder mit einer Federwaage	1. Beschreiben des Baus und des Eichverfahrens für einen Kraftmesser 2. Eichen eines Kraftmessers 3. Messen von Kräften mit der Federwaage
8. Dichte und Wichte (3 Stunden)			
8.30 Fähigkeit, Volumina von festen Körpern und Flüssigkeiten zu messen und zu berechnen	1. Volumen V als abgeleitete Größe 2. Berechnung des Volumens regelmäßiger Körper 3. Messung des Volumens flüssiger und unregelmäßiger Körper	1. Mitteilung: Volumen eines Quaders als Produkt von Längen 2. Berechnung der Volumina von Quader und Zylinder aufgrund von Längenmessungen (Schülerversuch) 3. Volumenbestimmung von Flüssigkeiten mit Meßzylinder, von unregelmäßigen festen Körpern mit Verdrängungsmethode	Durchführen von Volumenberechnungen und Volumenmessungen

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.31 Kenntnis der Dichte ρ als stoffkennzeichnende Größe	Die Dichte ρ als abgeleitete Größe: $\rho = \frac{m}{V}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Versuch: Experimentelle Bestimmung verschiedener Massen und zugehöriger Volumina von Körpern aus demselben Material; graphische oder rechnerische Auswertung 2. Festlegung des Quotienten $\frac{m}{V}$ als Dichte ρ 3. Festlegung der Einheit der Dichte: $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ mit Hinweis auf übliche Einheiten 4. Hinweis auf Ortsunabhängigkeit der Dichte 5. Vergleich der Dichten verschiedener Stoffe anhand einer Tabelle 	Wiedergabe der Definition der Dichte sowie der üblichen Einheiten
8.32 Kenntnis der Wichte γ als stoffkennzeichnende Größe	Die Wichte γ als abgeleitete Größe: $\gamma = \frac{F_G}{V}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Festlegung des Quotienten $\frac{F_G}{V}$ als Wichte 2. Festlegung der Einheit der Wichte $1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-3}$ mit Hinweis auf übliche Einheiten 3. Hinweis auf Ortsabhängigkeit der Wichte 	Wiedergabe der Definition der Wichte sowie der üblichen Einheiten
8.33 Fähigkeit, Dichte oder Wichte von Körpern zu bestimmen und bei Berechnungen zu verwenden	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experimentelle und rechnerische Bestimmung von Dichte oder Wichte 2. Berechnung einer Größe, wenn die beiden anderen gegeben sind 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experimentelle Bestimmung verschiedener Massen bzw. Gewichtskräfte und zugehöriger Volumina, rechnerische Auswertung 2. Berechnungen von V und m oder F_G sowie ρ oder γ 	Bestimmen und Berechnen von Dichte und Wichte verschiedener Körper
9. Vektorcharakter der Kraft (6 Stunden)			
8.34 Kenntnis der Bestimmungsstücke einer Kraft	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abhängigkeit der Wirkung einer Kraft von Angriffspunkt, Betrag und Richtung 2. Pfeildarstellung von Kräften; Symbol: \vec{F} 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Variation von jeweils einem Bestimmungsstück bei der Einwirkung von Gewichtskräften und/oder Muskelkräften auf eine Blattfeder mit zwischengeschaltetem Kraftmesser 2. Unterrichtsgespräch über die Zweckmäßigkeit der Darstellung 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe der Bestimmungsstücke einer Kraft 2. Zeichnerisches Darstellen von Kräften

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.35 Einsicht in die Tatsache, daß die Wirkung einer Kraft eine Gegenwirkung zur Folge hat	Paarweises Auftreten von Kräften: Gesetz von Kraft und Gegenkraft (Wechselwirkungsgesetz)	<p>durch Pfeile mit bestimmtem Anfangspunkt, bestimmter Richtung und bestimmter Länge (Kräftemaßstab)</p> <p>Schreibweise für den Betrag der Kraft: F</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nennen von Beispielen zum Wechselwirkungsgesetz 2. Erläutern des Wechselwirkungsgesetzes
8.36 Kenntnis der Bedingungen für das Gleichgewicht von Kräften	Gleichgewicht von zwei Kräften mit gleicher Wirkungslinie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experimentelle Erarbeitung der Bedingungen, die für das Gleichgewicht von zwei an einem Körper angreifende Kräfte gelten (z. B. Messungen mit Kraftmessern an einem Seil, einem frei beweglichen Wagen o. ä.) 2. Abgrenzung des Ergebnisses zum Begriff Gleichheit von Kräften 3. Zeichnerische Darstellung des Versuchsergebnisses 	Wiedergabe der Versuchsergebnisse
8.37 Einsicht in die vektorielle Addition von Kräften	Kräfteparallelogramm	Experiment: Die Verformung eines Körpers (z. B. Gummiband), die durch zwei Kräfte erfolgte, kann durch eine einzige Kraft hervorgerufen werden; die Ermittlung von Größe und Richtung dieser Resultierenden führt zum Kräfteparallelogramm	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nennen von Beispielen von Kräfteaddition, Erklärung unter Verwendung des Kräfteparallelogramms 2. Zeichnerische Addition von zwei Kräften
8.38 Einsicht, daß eine Kraft auf beliebig viele Arten in zwei Teilkraften zerlegt werden kann	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teilkraften (Komponenten) einer Kraft 2. Konstruktive Zerlegung einer Kraft in Teilkraften 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experiment: Bestimmung der zwei Teilkraften bei veränderlichem Winkel zwischen den Wirkungslinien, wobei die ursprüngliche Kraft beibehalten wird 2. Rückgriff auf Kenntnisse aus dem Mathematikunterricht über die Konstruierbarkeit von Parallelogrammen 3. Zeichnerische Lösung von Problemstellungen zur Kräftezerlegung 	Zeichnerische Lösung ausgewählter Probleme mit veränderlichem Winkel und Erklären der Lösung

10. Reibung (4 Stunden)

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.39 Fähigkeit, verschiedene Reibungskräfte zu unterscheiden, zu messen und die Entstehung der Reibungskraft (zwischen festen Körpern) im Modell zu deuten	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gleitreibungskraft, Haftreibungskraft, Rollreibungskraft 2. Reibungskraft F_R als Gegenkraft der Zugkraft 3. Messung der Reibungskräfte; Vergleich der Beträge bei den Reibungsarten 4. Modellvorstellung: Verformung der Berührungsstellen der reibenden Flächen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meßversuch zur Bestimmung von Reibungskräften 2. Festlegung der Arten und Vergleich der Beträge der Reibungskräfte 3. Deutung der Entstehung der Reibungskraft bei Haft- und Gleitreibung anhand von Skizzen oder Handversuchen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe der Arten der Reibungskräfte 2. Wiedergabe der Deutung der Entstehung der Reibungskraft 3. Messen von Reibungskräften 4. Nennen von Beispielen, in denen die verschiedenen Reibungskräfte auftreten
8.40 Kenntnis der für die Gleitreibungskraft geltenden Gesetzmäßigkeiten	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einfluß des Materials, der Oberflächenbeschaffenheit, der Relativgeschwindigkeit und der Größe der Berührungsflächen auf die Gleitreibungskraft 2. Abhängigkeit der Gleitreibungskraft von der Anpreßkraft (Normalkraft) $F_R \sim F_N$ 3. Gleitreibungszahl μ $\frac{F_R}{F_N} = \mu; \mu = \text{const.}$ 	Meßversuche zur Untersuchung der Abhängigkeit der Gleitreibungskraft von den vermuteten Einflußgrößen	Wiedergabe des Reibungsgesetzes und der Definition von μ
8.41 Kenntnis von Beispielen, bei denen das Auftreten von Reibungskräften erwünscht bzw. unerwünscht ist	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vorteile der Reibung und Vergrößerung der Reibungskraft 2. Nachteil der Reibung und Verminderung der Reibungskraft 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Versuche zur Vergrößerung und Verringerung von Reibungskräften 2. Behandlung einiger Beispiele aus dem täglichen Leben und der Technik zum Auftreten von Reibungskräften sowie zu deren Vergrößerung bzw. Verringerung anhand von Zeichnungen und Modellen 3. Vergleich von Reibungszahlen anhand einer Tabelle 4. Hinweis, daß Reibungskräfte auch zwischen Festkörpern und Flüssigkeiten oder Gasen auftreten 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe von Beispielen und Anwendungen, bei denen die Reibung erwünscht bzw. unerwünscht ist 2. Wiedergabe von Möglichkeiten zur Vergrößerung bzw. zur Verringerung von Reibungskräften und von entsprechenden Anwendungen

11. Bewegungen (3 Stunden)

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.42 Bewußtsein, daß zur Beschreibung von Bewegungsabläufen die Angabe eines Bezugssystems erforderlich ist	1. Beschreibung einiger Bezugssysteme 2. Erdoberfläche als Bezugssystem	1. Gedankenversuch mit Skizzen: z. B. Reisender im Eisenbahnabteil in bezug auf einen mitbewegten und einen ruhenden Beobachter 2. Vereinbarung der Erdoberfläche als Bezugssystem	1. Erläutern der Begriffe — Ruhe — Bewegung (relativ zu einem Bezugssystem) anhand eines ausgewählten Beispiels 2. Nennen des vereinbarten Bezugssystems
8.43 Kenntnis des Zusammenhangs zwischen dem Weg s und der zugehörigen Zeit t bei einer gleichförmigen Bewegung	1. Einheit der Zeit: 1 s 2. $s \sim t$ bei der gleichförmigen Bewegung 3. Geschwindigkeit v als abgeleitete Größe: $v = \frac{s}{t}$	1. Demonstrationsversuch: Messung der verschiedenen Zeitintervallen zugehörigen Wegstrecken auf der Fahrbahn. Hinweis auf die Basisgröße Zeit t , Einheit 1 s 2. Graphische oder rechnerische Auswertung von mindestens zwei verschiedenen Meßreihen; Festlegung des Quotienten $\frac{s}{t}$ als Geschwindigkeit 3. Festlegung der Einheit der Geschwindigkeit: $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ mit Hinweis auf andere übliche Einheiten 4. Mitteilung, daß Geradlinigkeit und Konstanz des Quotienten $\frac{s}{t}$ Kennzeichen der gleichförmigen Bewegung sind 5. Hinweis auf den Vektorcharakter der Geschwindigkeit anhand eines Beispiels einer zusammengesetzten Bewegung	1. Beschreiben der Versuchsanordnung 2. Wiedergabe des gesetzmäßigen Zusammenhangs zwischen s und t und der Definition der Geschwindigkeit sowie deren Einheiten 3. Wiedergabe der Kennzeichen einer gleichförmigen Bewegung
8.44 Fähigkeit, Berechnungen zur gleichförmigen Bewegung durchzuführen	Rechnerische Bestimmung von s , v oder t	Einübung anhand unterschiedlicher Aufgabentexte	Berechnen einer Größe, wenn die beiden anderen gegeben sind

12. Hebel und schiefe Ebene (4 Stunden)

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.45 Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten am Hebel	<ol style="list-style-type: none"> Begriffe: <ul style="list-style-type: none"> — Physikalischer Hebel; — Einseitiger und zweiseitiger Hebel; Drehwirkung einer Kraft auf einen Hebel Drehgröße $M = F \cdot a$ Hebelgesetz $M_l = M_r$ Verallgemeinerung: Die Summe der im Uhrzeigersinn wirkenden Drehgrößen ist im Gleichgewichtsfall gleich der Summe der im Gegenuhrzeigersinn wirkenden Drehgrößen 	<ol style="list-style-type: none"> Klärung des Begriffs „physikalischer Hebel“ durch Handversuch; Unterscheidung der Hebelarten Schülerversuch: Messungen zum Gleichgewicht am Hebel; rechnerische Auswertung Definition der Drehgröße, wobei die Kraftrichtung senkrecht zu a steht. Einheit der Drehgröße: 1 Nm 	<ol style="list-style-type: none"> Wiedergabe und Erläutern der Begriffe Beschreiben der Versuchsdurchführung Wiedergabe des Hebelgesetzes
8.46 Fähigkeit, das Hebelgesetz anzuwenden	<ol style="list-style-type: none"> Anwendungen des Hebels Berechnungen am Hebel 	<ol style="list-style-type: none"> Aufsuchen von Drehpunkt, Hebelarm und Wirkungslinie der Kraft in Geräten, Modellen und Zeichnungen Berechnung einer Größe aus den übrigen Größen 	<ol style="list-style-type: none"> Wiedergabe und Erläutern einiger Anwendungsbeispiele des Hebels Durchführen von Berechnungen zum Hebelgesetz
8.47 Einsicht in den Zusammenhang zwischen Kraft und Weg bei der schiefen Ebene	<ol style="list-style-type: none"> $F_H < F_G$ Goldene Regel der Mechanik 	<ol style="list-style-type: none"> Vergleich der Größe der Hangabtriebskraft mit der Gewichtskraft im Experiment und in Skizzen Experimentelle Klärung der Tatsache, daß eine Kraftersparnis stets eine Vergrößerung des Kraftweges bedingt (h der schiefen Ebene konstant) Produktgleichheit von Kraft und Weg 	<ol style="list-style-type: none"> Wiedergabe der Goldenen Regel der Mechanik Bestätigen der Goldenen Regel der Mechanik an einem neuen Beispiel

13. Arbeit; Leistung; Energie (7 Stunden)

8.48 Kenntnis der physikalischen Größe Arbeit	Definition: $W = F \cdot s$, wobei F den Betrag der Kraftkomponente in Wegrichtung bedeutet; Einheit der Arbeit: $1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}$	<ol style="list-style-type: none"> Es ist sinnvoll und zweckmäßig, das Produkt aus dem Betrag F der in Wegrichtung wirkenden Kraftkomponente und dem zugehörigen Weg s als Maß für verrichtete physikalische Arbeit festzusetzen Abgrenzung des physikalischen Begriffs 	Wiedergabe der Definition und der Einheit für die Arbeit W
---	--	---	--

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.49 Kenntnis der verschiedenen Arten mechanischer Arbeit	Hubarbeit Reibungsarbeit Beschleunigungsarbeit Verformungsarbeit	<p>„Arbeit“ gegen den in der Umgangssprache verwendeten</p> <ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="713 323 985 449">3. Festlegung der Einheit 1 Nm für die mechanische Arbeit mit Hilfe der Definitionsgleichung <li data-bbox="713 482 985 657">4. Experimentelle Klärung der Tatsache, daß die wirksame Kraft durch die in Wegrichtung wirkende Kraftkomponente gegeben ist 	Aufzählen von Vorgängen, bei denen Arbeit im physikalischen Sinn verrichtet wird, sowie Beschreiben der jeweiligen Arbeit
8.50 Kenntnis der physikalischen Größe Leistung	Definition: $P = \frac{W}{t}$ Einheit der Leistung: $1 \text{ Nm} \cdot \text{s}^{-1} = 1 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1} = 1 \text{ W}$	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="713 952 985 1203">1. Unterrichtsgespräch: Aufzeigen, daß es sinnvoll ist, die Leistung als Quotient von Arbeit und Zeit festzulegen, an einem Beispiel, bei dem die gleiche Arbeit in verschieden großen Zeiten verrichtet wird <li data-bbox="713 1229 985 1301">2. Festlegung der Einheit 1 W aufgrund der Definitionsgleichung 	Wiedergabe von Definition und Einheit der Leistung
8.51 Vertrautheit mit der Definition des Energiebegriffs und der mechanischen Energieformen	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="387 1378 644 1399">1. Mechanische Energie <li data-bbox="387 1426 644 1530">2. Bewegungsenergie Lageenergie Spannenergie (elastische Energie) 	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="713 1378 985 1546">1. Handversuche: Aufzeigen der Tatsache, daß Arbeitsverrichtung an einem Körper zur Folge hat, daß der Körper selbst Arbeit verrichten kann <li data-bbox="713 1579 985 1727">2. Mitteilung: Die Fähigkeit zur Arbeitsverrichtung wird durch die physikalische Größe Energie beschrieben <li data-bbox="713 1760 985 1980">3. Unterrichtsgespräch: Beschleunigungsarbeit bewirkt Zuwachs an Bewegungsenergie, Hubarbeit bewirkt Zuwachs an Lageenergie, Verformungsarbeit bewirkt Zuwachs an Spannenergie 	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1040 1378 1270 1447">1. Wiedergabe der Definition des Energiebegriffs <li data-bbox="1040 1476 1270 1546">2. Identifizieren der Energieformen an Beispielen

Lernziele	Lerninhalte	Unterrichtsverfahren	Lernzielkontrollen
8.52 Einsicht in den Zusammenhang zwischen Energie und Arbeit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Messung der Energie eines Körpers durch die Arbeit, die er verrichten kann 2. Einheit der Energie: 1 Nm = 1 J 	<p>Unterrichtsgespräch, daß z. B. die Hubarbeit $W_{\text{Hub}} = F_G \cdot h$, verrichtet an einem Körper, gleichbedeutend mit der Erhöhung seiner Lageenergie um ΔW_{Lage} ist</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erläutern des Zusammenhangs zwischen Energie und Arbeit an Beispielen 2. Klären des Zusammenhangs zwischen Arbeit und Energie an einem weiteren vorgegebenen Beispiel
8.53 Fähigkeit, Berechnungen zu Arbeit, Leistung und Energie durchzuführen	<p>Einfache Berechnungen zu</p> <ul style="list-style-type: none"> — Hubarbeit — Reibungsarbeit — Leistung — Lageenergie 	<p>Berechnungen anhand praxisnaher Aufgabenstellungen</p>	<p>Durchführen von Berechnungen</p>
8.54 Einsicht in die Aussage des Arbeits- und Energieerhaltungssatzes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Satz von der Erhaltung der Arbeit 2. Satz von der Erhaltung der Energie 3. Wirkungsgrad: $\eta = \frac{W_2}{W_1}$ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formulierung der goldenen Regel der Mechanik mit Hilfe des Arbeitsbegriffs 2. Experimentelles Aufzeigen möglicher mechanischer Energieumwandlungen 3. Mitteilung der Erfahrungstatsache, daß die Gesamtenergie bei Energieumwandlungen erhalten bleibt 4. Erörterung des prinzipiellen Aufbaus und der Wirkungsweise von Energiewandlern mit Hilfe von Modellen und Medien 5. Erklärung der auftretenden Energiedifferenzen durch Reibungsarbeit 6. Festlegung des Wirkungsgrades η als Quotient aus Nutzarbeit und zugeführter Arbeit 7. Hinweis auf die Unmöglichkeit der Konstruktion eines Perpetuum Mobile anhand einer Abbildung 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedergabe der Sätze von der Erhaltung der Arbeit und der Energie 2. Beschreiben der in einem Beispiel auftretenden Energieumwandlungen 3. Wiedergabe der Definition des Wirkungsgrades

GESCHICHTE

Übergangslehrplan für die 8. Jahrgangsstufe
an Realschulen**Vorbemerkungen:**

Der nachfolgende Lehrplan ist eine Auflistung der für die 8. Jahrgangsstufe verbindlichen Themen und setzt die Anzahl der Unterrichtsstunden fest.

Mit diesem Lehrplan wird mit Beginn des Schuljahres 1978/79 der Anschluß an den am 1. August 1977 in Kraft getretenen Lehrplan für die 7. Jahrgangsstufe hergestellt (s. KMBI I So.-Nr. 24/1977).

Weltliche Macht und Kirche im Mittelalter

- 1 Deutsche Stämme und Königtum
- 2 König und Kirche zur Zeit der Ottonen
- 3 Die Reichsinsignien: Die deutsche Kaiseridee
- 4 Abendländisches Mönchtum
- 5 Kirchenreform
- 6 Investiturstreit und Wormser Konkordat
- 7 Staufer und Welfen
- 8 Die Herrschaft Friedrichs I.
- 9 Kreuzzüge
- 10 Formen mittelalterlicher Weltherrschaft: Heinrich VI.; Innozenz III.
- 11 Friedrich II.: Formen des politischen Kampfes

Leben im Mittelalter

- 12 Bäuerliches Leben und Agrartechnik im Mittelalter
- 13 Grundherrschaft
- 14 Binnenkolonisation und Ostsiedlung
- 15 Der Krieg im Mittelalter — Vom Aufstieg des Rittertums
- 16 Ritterlicher Lebensstil: Vorbild, Ideal, Wirklichkeit
- 17 Das Werden der mittelalterlichen Stadtverfassung — Das Bürgertum
- 18 Vom sozialen Leben in der Stadt: Ehrliche und unehrliche Berufe
- 19 Produktion und Handel im Mittelalter
- 20 Die Hanse
- 21 Wandel des religiösen Weltbildes: Mystik und Scholastik
- 22 Schulen und Universitäten im Mittelalter
- 23/24 Bautechniken und Baustile im Mittelalter: Von der Romanik zur Gotik
- 25 Krankheit und Tod im Mittelalter
- 26 Die Pest und ihre wirtschaftlichen und sozialen Folgen

Vom Spätmittelalter zur Neuzeit

- 27 Das Werden des modernen Territorialstaates am Beispiel Bayerns
- 28 Reichsverfassung im späten Mittelalter (Ludwig der Bayer, Karl IV.)
- 29 Friedensidee und Reichsreform
- 30 Vom byzantinischen zum osmanischen Reich
- 31 Der Ursprung von Renaissance und Humanismus in Florenz
- 32 Renaissance und Humanismus als europäische Erscheinungen
- 33 Das neue Weltbild: Von Kopernikus bis Galilei
- 34 Gesellschaftliche Entwicklungstendenzen 1350—1800 (Bevölkerung, Einkommen, Konsum, Energiequellen)
- 35 Von der christlichen Staatsethik zur Staatsraison
- 36 Entdeckungen europäischer Seefahrer
- 37 Das spanische Weltreich
- 38 Die wachsende Bedeutung des Meeres in der Neuzeit
- 39 Europa und Übersee

Reformation und katholische Reform

- 40 Der Kampf Habsburgs und Frankreichs um die Vorherrschaft in Europa (bis 1529)
- 41 Luthers Weg vom Theologieprofessor zum Reformator
- 42 Soziale Krise: Der Bauernkrieg
- 43 Politik und Reformation (1521—1555)
- 44 Der Genfer Gottesstaat
- 45 Die katholische Reform
- 46 Konfessionalisierung Europas

Religionskriege

- 47 Politik und Religion: England im 16. Jahrhundert
- 48 Staatliche Einheit und Religion: Frankreich im 16. Jahrhundert
- 49 Bayern unter Maximilian I.
- 50 Der Dreißigjährige Krieg als Religionskrieg
- 51 Der Dreißigjährige Krieg als europäischer Krieg
- 52 Der Mensch im Krieg: Landsknechte, Bauern, Bürger
- 53 Der Westfälische Friede und seine Folgen für Europa

Änderungen der Lehrpläne für Mathematik

8.—10. Jahrgangsstufe

1. Im Lehrplan Mathematik 1976 für die 9. Jahrgangsstufe der Wahlpflichtfächergruppe I wird der Hinweis „(mit Rechenstab und Tafel)“ unter Buchstabe a) (Algebra) ersetzt durch „(mit dem elektronischen Taschenrechner)“.
 2. Im Lehrplan Mathematik 1976 für die 10. Jahrgangsstufe der Wahlpflichtfächergruppe I wird unter Buchst. b) der Lehrstoff „Logarithmentafel und Rechenstab“ sowie der zugehörige Hinweis „Beschränkung . . . Beispiele“ gestrichen, die Hinweise unter Buchst. d) „Trigonometrische Werte auf dem Rechenstab . . . Funktionen“ und „Tangenswerte . . . Tabellen“ ersetzt durch „Werte trigonometrischer Terme mit Hilfe des elektronischen Taschenrechners“ und der Hinweis unter Buchst. g) „mit Rechenstab“ ersetzt durch „mit dem elektronischen Taschenrechner“.
 3. Im Lehrplan Mathematik 1976 für die 9. Jahrgangsstufe der Wahlpflichtfächergruppen II/III (Algebra) wird der Hinweis unter Buchst. a) „Verhältnisgleichungen am Rechenstab“ gestrichen.
 4. In der Anlage zum KMS vom 13. Januar 1977 Nr. III A 14 - 11/1 696 wird auf S. 1 der „Hinweise zur Abschlußprüfung Mathematik I“ in der drittletzten bzw. vorletzten Zeile gestrichen „den Rechenstab und andere“.
Auf S. 3 — Lehrplanabschnitt d, Ziff. 1 wird „(Rechenstab und Tafel)“ ersetzt durch „(elektronischer Taschenrechner)“.
Auf S. 7/8 „der Hinweise zur Abschlußprüfung Mathematik II“ wird in der letzten bzw. ersten Zeile gestrichen „den Rechenstab und andere“.
Auf S. 9 — Lehrplanabschnitt a, Ziff. 1 wird „Anwendungen des Rechenstabes beim Tabellarisieren“ ersetzt durch „Anwendung des elektronischen Taschenrechners beim Tabellarisieren“.
- B) Hingewiesen wird in diesem Zusammenhang auch auf folgende Änderungen, die den Schulen mit KMS v. 7. Februar 1978 Nr. III A 9 - 11 a/17489 zuzugingen und ab 15. 2. 78 in Kraft traten:
1. In den „Didaktisch-methodischen Hinweisen“ zum Lehrplan Mathematik 1969 (KMBI 1969, S. 614—639) erhält der Absatz 5 folgende Fassung:
 5. Besondere Beachtung verdienen die numerischen Rechenverfahren: das Näherungsrechnen und der Umgang mit Näherungswerten bedürfen der Pflege. Auch bei Verwendung des elektronischen Taschenrechners ist gleichermaßen wie vor seiner Einführung dafür Sorge zu tragen, daß das schriftliche sowie das Überschlags- und Kopfrechnen hinreichend geübt und der Grad der Fertigkeit in geeigneter Weise regelmäßig überprüft wird.
 2. Der Absatz 11 erhält folgende Fassung:
 11. Die Schüler sind frühzeitig zum Gebrauch einer Formelsammlung anzuhalten.
 3. Der Abschnitt e) des Lehrplans Mathematik 1976 für die 7. Jahrgangsstufe (Algebra) (KMBI I 1976, SoNr. 23, S. 792) wird gestrichen.
 4. In den Hinweisen zu Abschnitt b) des Lehrplans Mathematik 1976 für die 8. Jahrgangsstufe der Wahlpflichtfächergruppe I (Algebra) werden gestrichen: „Hierbei ist der Rechenstab in angemessener Form zu verwenden“ und „Verhältnisgleichungen am Rechenstab“.
 5. In den Hinweisen zu Abschnitt b) des Lehrplans Mathematik 1976 für die 8. Jahrgangsstufe der Wahlpflichtfächergruppe II/III (Algebra) wird der Satz gestrichen „Hierbei ist der Rechenstab in angemessener Form zu verwenden“.
 6. In den mit KMS vom 3. Dez. 1976 Nr. III A 9 - 11/181 278 veröffentlichten Hinweisen zum Lehrplan wird bei der 7. Jahrgangsstufe (Algebra) in der Spalte „zum Lehrstoff“ der Hinweis „e) Rechenstab“, in der Spalte „Abgrenzung“ der Hinweis „Der Rechenstab ist nicht isoliert . . . einzuführen“ gestrichen.
 7. In den „Ergänzungen zum Mathematikunterricht gem. Nr. 4 der Bemerkungen zur Stundentafel“ (KMBI 1969 S. 638) werden folgende Hinweise gestrichen:

Unter Buchst. b) (Algebra): „Verwendung des Rechenstabes“,
Unter Buchst. b): „Verwendung des Rechenstabes“.
 8. In den „Ergänzungen zum Mathematikunterricht gem. Nr. 4 der Bemerkungen zur Stundentafel“ (KMBI 1969 S. 638) wird der Hinweis unter Buchst. b) (Algebra) „Bruch- und Verhältnisgleichungen am Rechenstab . . . Produktgleichung“ ersetzt durch „Bruch- und Verhältnisgleichungen“, der Hinweis unter Buchst. d) (Algebra) „Quadrieren und Radizieren graphisch . . . auf dem Rechenstab“ ersetzt durch „Graphisches und rechnerisches Quadrieren und Radizieren.“

