



## 6.4 Mathematik

### 6.4.1 Das Grundlagenfach Mathematik im Überblick

Ausrichtungen der Berufsmaturität ►	Technik, Architektur, Life Sciences			Natur, Landschaft und Lebensmittel	Wirtschaft und Dienstleistungen		Gestaltung und Kunst	Gesundheit und Soziales	
mit dem Beruf (EFZ) verwandte FH-Fachbereiche ►	Technik und Informationstechnologie	Architektur, Bau- und Planungswesen	Chemie und Life Sciences	Land- und Forstwirtschaft	Wirtschaft und Dienstleistungen (Typ Wirtschaft)	Wirtschaft und Dienstleistungen (Typ Dienstleistungen)	Design	Gesundheit	Soziale Arbeit
Mathematik im Grundlagenbereich ▼									
Anzahl Lektionen	200			200	240	200	200	200	
Anzahl Lernstunden (rund)	245			245	295	245	245	245	

### 6.4.2 Allgemeine Bildungsziele

Mathematik im Grundlagenbereich vermittelt fachspezifische und fachübergreifende Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Das Fach leitet die Lernenden an, Problemstellungen zu analysieren, zu bearbeiten und zu lösen. Dadurch werden exaktes und folgerichtiges Denken, kritisches Urteilen sowie präziser Sprachgebrauch ebenso wie geistige Beweglichkeit, Konzentrationsfähigkeit und Ausdauer geübt. Durch die Förderung des mathematisch-logischen Denkens leistet die Mathematik einen wesentlichen Beitrag zu Bildung und Kultur.

Der Unterricht macht die Lernenden mit den spezifischen Methoden der Mathematik vertraut. Die heutigen technischen Hilfsmittel (Taschenrechner, Computer) erlauben die Visualisierung der Mathematik und unterstützen die Erforschung von mathematischen Sachverhalten. Es werden Fertigkeiten erlernt, die auf andere Situationen übertragen und in anderen Wissenschaftsbereichen angewendet werden können.

Mathematik im Grundlagenbereich fördert insbesondere auch Kompetenzen wie Abstrahieren, Argumentieren und experimentelles Problemlösen und schafft damit bei den Lernenden das für ein Fachhochschulstudium erforderliche mathematische Verständnis.

### 6.4.3 Überfachliche Kompetenzen

Die Lernenden werden in den folgenden überfachlichen Kompetenzen besonders gefördert:

- *Reflexive Fähigkeiten*: differenzierend und kritisch denken und urteilen; logisch argumentieren; mathematische Modelle (Formeln, Gleichungen, Funktionen, geometrische Skizzen, strukturierte Darstellungen, Ablaufpläne) in überfachlichen Anwendungen darstellen und kritisch reflektieren
- *Sprachkompetenz*: über die Mathematik als formale Sprache die allgemeine Sprachkompetenz in Wort und Schrift weiterentwickeln; umgangssprachliche Aussagen in die mathematische



Fachsprache übersetzen und umgekehrt; sich in der interdisziplinären Auseinandersetzung mit Fachleuten und Laien sprachlich gewandt und verständlich ausdrücken

- *Arbeits- und Lernverhalten:* Beharrlichkeit, Sorgfalt, Konzentrationsfähigkeit, Exaktheit und Problemlöseverhalten durch mathematische Strenge weiterentwickeln und sich neues Wissen mit Neugier und Leistungsbereitschaft aneignen

#### 6.4.4 Lerngebiete und fachliche Kompetenzen

Im Fach Mathematik sind folgende fachlichen Grundkompetenzen zu erreichen:

- mathematische Gesetzmässigkeiten verstehen, formulieren, interpretieren, dokumentieren und kommunizieren
- numerische und symbolische Rechenverfahren unter Berücksichtigung der entsprechenden Regeln durchführen
- Hilfsmittel nutzbringend einsetzen
- interdisziplinäre Probleme mit mathematischen Methoden bearbeiten

##### 6.4.4.1 Gruppe 1

**Mit dem Beruf (EFZ) verwandte FH-Fachbereiche: Technik und Informationstechnologie; Architektur, Bau- und Planungswesen; Chemie und Life Sciences**

Verwendung von Hilfsmitteln:

- grafikfähiger Rechner mit ComputerAlgebraSystem (CAS), das unter anderem Terme symbolisch umformt, Gleichungen symbolisch löst sowie Funktionen und Diagramme plottet
- Formelsammlung

Fachliche Kompetenzen, die auch ohne Hilfsmittel beherrscht werden müssen, weisen den Vermerk «auch ohne Hilfsmittel» auf.

Lerngebiete und Teilgebiete	Fachliche Kompetenzen
<b>1. Arithmetik/Algebra</b> (35 Lektionen)	Die Lernenden können:
1.1. Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturen von algebraischen Ausdrücken erkennen und beim Berechnen sowie Umformen entsprechend berücksichtigen</li> </ul>
1.2. Zahlen und zugehörige Grundoperationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zahlen darstellen (Bruch-, Prozent- und Dezimaldarstellung), nach Typ klassieren (<math>\mathbb{N}</math>, <math>\mathbb{Z}</math>, <math>\mathbb{Q}</math>, <math>\mathbb{R}</math>) und elementare Eigenschaften erklären (Vorzeichen, Betrag, Rundung, Ordnungsrelationen)</li> <li>• Zahlenmengen symbolisch und grafisch beschreiben, insbesondere Intervalle auf der Zahlengeraden</li> <li>• Grundoperationen in verschiedenen Zahlenmengen unter Einhaltung der Regeln (Vorzeichenregeln, Hierarchie der Operationen) durchführen (auch ohne Hilfsmittel)</li> </ul>



<b>Lerngebiete und Teilgebiete</b>	<b>Fachliche Kompetenzen</b>
1.3. Grundoperationen mit algebraischen Termen	<ul style="list-style-type: none"><li>• algebraische Terme unter Einhaltung der Regeln für die Grundoperationen umformen, ohne Polynomdivision (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• einfache algebraische Terme faktorisieren (auch ohne Hilfsmittel)</li></ul>
1.4. Zehnerpotenzen und Quadratwurzeln	<ul style="list-style-type: none"><li>• die Wurzel- und Potenzgesetze verstehen und anwenden (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• die Hierarchie der Operationen erkennen und anwenden</li></ul>
<b>2. Gleichungen, Ungleichungen und Gleichungssysteme</b> (35 Lektionen)	Die Lernenden können:
2.1. Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"><li>• gegebene Sachverhalte im technischen Kontext als Gleichung, Ungleichung oder Gleichungssystem formulieren</li><li>• algebraische Äquivalenz erklären und anwenden</li><li>• den Typ einer Gleichung bestimmen und beim Lösen entsprechend beachten, Lösungs- und Umformungsmethoden zielführend einsetzen sowie Lösungen überprüfen</li></ul>
2.2. Lineare und quadratische Gleichungen	<ul style="list-style-type: none"><li>• lineare und quadratische Gleichungen lösen, verschiedene Lösungsmethoden erklären und anwenden, inkl. Parameterdiskussion (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• Wurzelgleichungen und rationale Gleichungen lösen, die auf lineare oder quadratische Gleichungen führen (auch ohne Hilfsmittel)</li></ul>
2.3. Ungleichungen	<ul style="list-style-type: none"><li>• lineare Ungleichungen umformen und lösen</li><li>• mithilfe einer Grafik oder der Vorzeichen-tabelle nichtlineare Ungleichungen lösen (auch ohne Hilfsmittel)</li></ul>
2.4. Lineare Gleichungssysteme	<ul style="list-style-type: none"><li>• ein lineares Gleichungssystem mit maximal drei Variablen lösen (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• die Lösungsmenge eines linearen Gleichungssystems mit zwei Variablen grafisch veranschaulichen und interpretieren (auch ohne Hilfsmittel)</li></ul>
<b>3. Funktionen</b> (50 Lektionen)	Die Lernenden können:
3.1. Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"><li>• reelle Funktionen als Zuordnung/Abbildung zwischen dem reellen Definitionsbereich <math>D</math> und dem reellen Wertebereich <math>W</math> verstehen und erläutern</li><li>• mit Funktionen beschreiben, wie sich Änderungen einer Grösse auf eine abhängige Grösse auswirken und damit auch den Zusammenhang als Ganzes erfassen</li><li>• reelle Funktionen verbal, tabellarisch, grafisch (in kartesischen Koordinaten) und (stückweise) analytisch mit beliebigen Symbolen für Argumente und Werte lesen, schreiben und interpretieren</li></ul>



Lerngebiete und Teilgebiete	Fachliche Kompetenzen
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Funktionsgleichung, Wertetabelle und Graph kontextspezifisch anwenden</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• reelle Funktionen (<math>D \rightarrow W</math>) in verschiedenen Notationen lesen und schreiben: Zuordnungsvorschrift <math>x \mapsto f(x)</math> Funktionsgleichung <math>f : D \rightarrow W</math> mit <math>y = f(x)</math> Funktionsterm <math>f(x)</math></li><li>• Gleichungen mithilfe von Funktionen visualisieren und interpretieren</li><li>• Schnittpunkte von Funktionsgraphen grafisch und rechnerisch bestimmen</li></ul>
3.2. Lineare Funktionen	<ul style="list-style-type: none"><li>• den Graphen einer linearen Funktion als Gerade in der kartesischen Ebene darstellen (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• die Koeffizienten der Funktionsgleichung geometrisch interpretieren (Steigung, Achsenabschnitt) (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• die Funktionsgleichung einer Geraden aufstellen (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• eine lineare Funktion algebraisch und grafisch invertieren (auch ohne Hilfsmittel)</li></ul>
3.3. Quadratische Funktionen	<ul style="list-style-type: none"><li>• den Unterschied zwischen den verschiedenen Darstellungsformen der Funktion (Grund-, Scheitel- und Produktform) erläutern und ineinander überführen (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• die verschiedenen Darstellungsformen der Funktion geometrisch interpretieren (Öffnung, Nullstellen, Scheitelpunkt, Achsenabschnitte) (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• die Funktionsgleichung einer quadratischen Funktion aufstellen</li><li>• Extremwertaufgaben lösen (auch ohne Hilfsmittel)</li></ul>
<b>4. Datenanalyse</b> (20 Lektionen)	Die Lernenden können:
4.1. Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grundbegriffe der Datenanalyse (Grundgesamtheit, Urliste, Stichprobe, Stichprobenumfang, Rang) erklären</li><li>• Tabellenkalkulation für die deskriptive Datenanalyse und -auswertung einsetzen</li><li>• Datengewinnung und -qualität diskutieren</li></ul>
4.2. Diagramme	<ul style="list-style-type: none"><li>• univariate Daten charakterisieren (kategorial, diskret, stetig), ordnen, klassieren (Rangliste, Klasseneinteilung) und visualisieren (Balkendiagramm, Kuchendiagramm, Histogramm, Boxplot)</li><li>• Diagramme charakterisieren und interpretieren (symmetrisch, schief, unimodal, multimodal)</li><li>• bivariate Daten charakterisieren, visualisieren und interpretieren</li><li>• entscheiden, wann welches Diagramm angemessen ist</li></ul>



Lerngebiete und Teilgebiete	Fachliche Kompetenzen
4.3. Masszahlen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lagemasse (Mittelwert, Median, Modus) und Streumasse (Standardabweichung, Quartilsdifferenz) von kleinen Stichproben auch ohne Hilfsmittel und von grossen Stichproben mit Hilfsmitteln berechnen, interpretieren sowie auf ihre Plausibilität hin prüfen</li><li>• entscheiden, wann welche Masszahl relevant ist</li></ul>
<b>5. Geometrie</b> (60 Lektionen)	Die Lernenden können:
5.1. Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aufgabenstellungen mit Skizzen visualisieren und diese zur Abschätzung der Plausibilität des berechneten Resultats verwenden</li><li>• Grad und Radiant gleichwertig als Winkelmass einsetzen</li></ul>
5.2. Planimetrie	<ul style="list-style-type: none"><li>• geometrische Sachverhalte von elementaren Objekten (Quadrat, Rechteck, allgemeine und spezielle Dreiecke, Parallelogramm, Rhombus, Trapez, Kreis) beschreiben</li><li>• deren Elemente (Höhen, Seiten- und Winkelhalbierende, Mittelsenkrechte, Mittellinie im Trapez, Sehne, Sekante, Tangente, Sektor, Segment, Winkel und Winkelmass) und Zusammenhänge (Umfang, Flächeninhalt, Abstand) berechnen</li><li>• die Ähnlichkeit für Berechnungen in der Ebene nutzen</li></ul>
5.3. Trigonometrische Berechnungen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Berechnungen im rechtwinkligen und im allgemeinen Dreieck mithilfe der trigonometrischen Funktionen durchführen</li></ul>
5.4. Trigonometrische Funktionen	<ul style="list-style-type: none"><li>• für die Sinus-, Kosinus- und Tangensfunktion Werte für ausgewählte Winkel am Einheitskreis ablesen, ihren Funktionsverlauf visualisieren und elementare trigonometrische Funktionsbeziehungen bestimmen (trigonometrischer Pythagoras, Periodizität, Symmetrien, <math>\sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = \cos(\varphi)</math> usw.) (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• die Arkusfunktionen als Umkehrfunktionen der trigonometrischen Funktionen (mit eingeschränktem Definitionsbereich) interpretieren und grafisch visualisieren (auch ohne Hilfsmittel)</li></ul>
5.5. Trigonometrische Gleichungen	<ul style="list-style-type: none"><li>• elementare trigonometrische Gleichungen am Einheitskreis visualisieren und mithilfe der Arkusfunktionen lösen</li></ul>



## 7.4 Mathematik

### 7.4.1 Das Schwerpunktfach Mathematik im Überblick

Mathematik im Schwerpunktbereich wird nach Abschluss von Mathematik im Grundlagenbereich unterrichtet.

Ausrichtungen der Berufsmaturität ►	Technik, Architektur, Life Sciences			Natur, Landschaft und Lebensmittel	Wirtschaft und Dienstleistungen		Gestaltung und Kunst	Gesundheit und Soziales	
mit dem Beruf (EFZ) verwandte FH-Fachbereiche ►	Technik und Informationstechnologie	Architektur, Bau- und Planungswesen	Chemie und Life Sciences	Land- und Forstwirtschaft	Wirtschaft und Dienstleistungen (Typ Wirtschaft)	Wirtschaft und Dienstleistungen (Typ Dienstleistungen)	Design	Gesundheit	Soziale Arbeit
Mathematik im Schwerpunktbereich ▼									
Anzahl Lektionen	200								
Anzahl Lernstunden (rund)	270								

### 7.4.2 Allgemeine Bildungsziele

Mathematik im Schwerpunktbereich rückt die Vorbereitung auf ein Studium an einer technischen Fachhochschule ins Zentrum, ohne die im Grundlagenbereich angestrebten Ziele zu vernachlässigen.

Entsprechend verlagert sich das Lernen von elementaren Fertigkeiten (z.B. Einsetzen gegebener Zahlenwerte in bekannte Formeln oder Abarbeiten von Algorithmen) hin zur Weiterentwicklung von Kompetenzen, die schon im Grundlagenbereich angelegt worden sind: Abstrahieren, Visualisieren, Beschreiben, Verallgemeinern, logisches Argumentieren, Modellieren und experimentelles Problemlösen. Zur Festigung des Wissens und Könnens eignen sich vorzugsweise praxisnahe und vernetzte Aufgaben, bei deren Lösung die Lernenden durch elektronische Hilfsmittel unterstützt werden. Diese gestatten es, sich auf die Problematik zu konzentrieren, und entlasten von aufwändiger Rechenarbeit. Ziele sind ein differenziertes Fachverständnis und eine ausgeprägte Selbstständigkeit, die es den Lernenden ermöglichen, sich optimal auf die Fachhochschule vorzubereiten und die Verantwortung für das lebenslange Lernen wahrzunehmen.



### 7.4.3 Überfachliche Kompetenzen

Die im Grundlagenbereich gepflegten überfachlichen Kompetenzen werden weiter gefördert. Darüber hinaus wird im Schwerpunktbereich auf folgende Kompetenzen Wert gelegt:

- *Reflexive Fähigkeiten:* die Wirklichkeit mit mathematischen Mitteln beschreiben (modellieren); mathematisch fassbare Probleme strukturieren und erfolgreich bearbeiten; argumentieren; über Mathematik verständlich kommunizieren; gemeinsam an mathematischen Problemen arbeiten; Gegenstandsbereiche und Theoriebildungen, die einer Mathematisierung zugänglich sind und ihrer bedürfen, mithilfe geeigneter Modelle aus unterschiedlichen mathematischen Gebieten erschliessen und darstellen sowie die entsprechenden Probleme mit geeigneten Verfahren lösen
- *Interessen:* Neues mit Interesse und Selbstvertrauen aufnehmen; sich Geduld und Anstrengungsbereitschaft aneignen, um Erfolgserlebnisse zu haben
- *Arbeits- und Lernverhalten:* geistige Beweglichkeit durch das Erlernen von Heuristiken entwickeln (z.B. anforderungsdifferenziertes Üben, Erkennen von Abhängigkeiten, Umkehrung von Gedankengängen, Umstrukturieren von Sachverhalten, Bewusstmachung neuer Strategien, Erweiterung des Kontextes der Strategieanwendung)

### 7.4.4 Lerngebiete und fachliche Kompetenzen

**Mit dem Beruf (EFZ) verwandte FH-Fachbereiche: Technik und Informationstechnologie; Architektur, Bau- und Planungswesen; Chemie und Life Sciences**

Verwendung von Hilfsmitteln:

- grafikfähiger Rechner mit ComputerAlgebraSystem (CAS), das unter anderem Terme symbolisch umformt, Gleichungen symbolisch löst sowie Funktionen und Diagramme plottet
- Formelsammlung

Fachliche Kompetenzen, die auch ohne Hilfsmittel beherrscht werden müssen, weisen den Vermerk «auch ohne Hilfsmittel» auf.

Lerngebiete und Teilgebiete	Fachliche Kompetenzen
<b>1. Arithmetik/Algebra</b> (25 Lektionen)	Die Lernenden können:
1.1. Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturen von algebraischen Ausdrücken erkennen und beim Berechnen sowie Umformen entsprechend berücksichtigen</li> </ul>
1.2. Potenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Potenzgesetze mit ganzzahligen und rationalen Exponenten verstehen und anwenden (auch ohne Hilfsmittel)</li> <li>• die Hierarchie der Operationen erkennen und anwenden</li> </ul>
1.3. Logarithmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eine Exponentialgleichung in die entsprechende Logarithmusgleichung umschreiben und umgekehrt (auch ohne Hilfsmittel): <math>a^x = b \Leftrightarrow x = \log_a(b)</math> mit <math>a, b \in \mathbb{R}^+</math>, <math>a \neq 1</math> die Logarithmengesetze bei Berechnungen sowie bei Umformungen anwenden (auch ohne Hilfsmittel)</li> <li>• Terme mit Logarithmen zu verschiedenen Basen umformen und berechnen</li> </ul>



Lerngebiete und Teilgebiete	Fachliche Kompetenzen
<b>2. Gleichungen</b> ( 40 Lektionen)	Die Lernenden können:
2.1. Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"><li>• den Typ einer Gleichung bestimmen und beim Lösen entsprechend beachten</li><li>• mit geeigneten Lösungsmethoden die Lösung berechnen und überprüfen</li></ul>
2.2. Nichtlineare Gleichungen	<ul style="list-style-type: none"><li>• elementare Potenz- und Wurzelgleichungen lösen (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• elementare Exponential- und Logarithmusgleichungen lösen (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• elementare Betragsgleichungen lösen (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• Polynomgleichungen höheren Grades lösen, wenn das Polynom als Produkt linearer und quadratischer Faktoren vorliegt (auch ohne Hilfsmittel)</li></ul>
<b>3. Funktionen</b> (55 Lektionen)	Die Lernenden können:
3.1. Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"><li>• aus der Gleichung einer elementaren Funktion den Graphen skizzieren und aus dem Graphen einer elementaren Funktion seine Funktionsgleichung bestimmen (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• Schnittpunkte von Funktionsgraphen grafisch bestimmen und berechnen</li><li>• Gleichungen und Ungleichungen mithilfe von Funktionen visualisieren und interpretieren</li><li>• Extremwertaufgaben lösen</li></ul>
3.2. Potenz- und Wurzelfunktionen	<ul style="list-style-type: none"><li>• die Wurzelfunktionen als Umkehrfunktion der Potenzfunktion mit ganzzahligen Exponenten berechnen, interpretieren und grafisch darstellen (auch ohne Hilfsmittel)</li></ul>
3.3. Polynomfunktionen	<ul style="list-style-type: none"><li>• den Zusammenhang zwischen Linearfaktoren und Nullstellen einer Polynomfunktion algebraisch und grafisch herstellen (mehrfache Nullstellen) (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• den Verlauf des Graphen einer Polynomfunktion qualitativ charakterisieren (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• ausgezeichnete Stellen (Nullstellen, lokale und globale Extremwerte) grafisch bestimmen und berechnen</li></ul>
3.4. Exponential- und Logarithmusfunktionen	<ul style="list-style-type: none"><li>• die Koeffizienten <math>a</math>, <math>b</math> und <math>c</math> der Exponentialfunktion <math>f: x \mapsto a \cdot e^{b \cdot x} + c</math> interpretieren (Wachstums-, Zerfalls- und Sättigungsprozesse) (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• die Logarithmusfunktion als Umkehrfunktion der Exponentialfunktion berechnen und visualisieren (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• Exponentialfunktionen vom Typ <math>f: x \mapsto a^x</math> mit <math>a \in \mathbb{R}^+</math>, <math>a \neq 1</math> grafisch darstellen (auch ohne Hilfsmittel)</li></ul>





Lerngebiete und Teilgebiete	Fachliche Kompetenzen
<b>4. Geometrie</b> (80 Lektionen)	Die Lernenden können:
4.1. Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aufgabenstellungen mit Skizzen visualisieren und diese zur Abschätzung der Plausibilität des berechneten Resultats verwenden</li></ul>
4.2. Stereometrie	<ul style="list-style-type: none"><li>• geometrische Sachverhalte von elementaren Objekten (Prisma, Pyramide, Pyramidenstumpf, Kreiszyylinder, Kreiskegel, Kreiskegelstumpf, Kugel) beschreiben</li><li>• deren Elemente (Körperdiagonale, Höhen, Öffnungswinkel, Mantellinie) und Zusammenhänge (Volumen, Oberfläche) berechnen</li><li>• die Ähnlichkeit für Berechnungen im Raum nutzen [ planimetrische Anwendung bei Schnittfiguren, Flächeninhaltsverhältnis = (Streckenverhältnis)<sup>2</sup>, Volumenverhältnis = (Streckenverhältnis)<sup>3</sup> ]</li></ul>
4.3. Koordinatensysteme (zweidimensional)	<ul style="list-style-type: none"><li>• kartesische und polare Koordinatensysteme verwenden</li><li>• Transformationen zwischen polaren und kartesischen Koordinaten durchführen</li></ul>
4.4. Zwei- und dreidimensionale Vektorgeometrie	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vektoren definieren, skalieren, addieren, subtrahieren und normieren (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• einen Vektor grafisch in vorgeschriebene Richtungen zerlegen und Linearkombinationen berechnen (als Übergang zur koordinatenbezogenen Vektorgeometrie) (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• die Begriffe der koordinatenbezogenen Vektorrechnung (Richtung, Norm (Länge, Betrag), inverser Vektor (Gegenvektor), Ortsvektor, Einheitsvektor) erklären, anwenden und visualisieren (auch ohne Hilfsmittel)</li><li>• die Operationen (Addition, Subtraktion, Multiplikation mit einem Skalar, Skalarprodukt) koordinatenbezogen ausführen und grafisch visualisieren, in numerisch einfachen Fällen ohne, in schwierigen mit Hilfsmitteln</li><li>• die Parametergleichung einer Geraden aufstellen und die gegenseitige Lage von zwei Geraden bestimmen, in numerisch einfachen Fällen ohne, in schwierigen mit Hilfsmitteln</li><li>• Längen-, Winkel- und Abstandsprobleme lösen: numerisch einfache Fälle und geometrisch einfache Lagen auch ohne Hilfsmittel, numerisch schwierige Fälle und geometrisch komplizierte Lagen mit Hilfsmitteln</li></ul>