



06/2017

# Lehrplan

## DFG / LFA

# Mathematik

Zweig: L

Klassenstufen  
11 und 12

Lehrplan validiert durch das Ministère de l'Éducation nationale, das Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg und das Ministerium für Bildung und Kultur Saarland

# 1 Leitgedanken

## 1.1 Bildungswert des Faches

Ein allgemeinbildender Mathematikunterricht soll unter anderem

- den Schülerinnen und Schülern die Mathematik als anwendungsbezogene, alltagsrelevante sowie beweisende, deduzierende und experimentelle Wissenschaft näherbringen
- Kreativität und Fantasie fördern
- befähigen Zusammenhänge und ihre Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und mit ihnen umzugehen
- den Schülerinnen und Schülern die kulturelle, historische und philosophische Entwicklung der Mathematik aufzeigen
- als Übungsfeld für Arbeitstechniken sowie Entwicklungsfeld von kognitiven Strategien dienen
- Vernetzungen zwischen den einzelnen Teildisziplinen der Mathematik und mit anderen Wissenschaften verdeutlichen
- zur allgemeinen Studierfähigkeit beitragen.

Daher ergeben sich für einen allgemeinbildenden Mathematikunterricht unter anderem die folgenden **Ziele**:

- Der Unterricht erzieht zu begrifflicher Präzision; er vermittelt die Fähigkeit, Aussagen exakt zu formulieren und logische Schlussfolgerungen zu ziehen.
- Er fördert die Bereitschaft und die Kompetenz zum Argumentieren und Kritisieren.
- Er verwendet verschiedene Stufen des Argumentierens, vom beispielgebundenen Verdeutlichen bis zum formalen Beweisen.
- Der Unterricht schult das Mathematisieren, d.h. die Fähigkeit, reale Situationen in die Sprache der Mathematik zu übersetzen, die entwickelten Modelle mathematisch zu bearbeiten und die Ergebnisse zu interpretieren.
- Der Unterricht fördert das entdeckende Lernen. Die Ausbildung heuristischer Strategien beim Experimentieren und Probieren befähigt die Schülerinnen und Schüler, Beziehungen und Strukturen zu entdecken und sie zu analysieren.
- Der Unterricht versetzt die Schülerinnen und Schüler in die Lage, aus einer Menge von Informationen die für eine anstehende Aufgabe wesentlichen Informationen herauszufiltern.
- Der Unterricht stärkt und erweitert das Kommunikationsvermögen. Mathematische Sachverhalte werden mündlich und schriftlich dargestellt oder graphisch veranschaulicht. Das Übersetzen zwischen verschiedenen Darstellungsformen, das Formalisieren und das algorithmische und kalkülhafte Arbeiten sind spezifische Formen des mathematischen Ausdrucks. Die Beherrschung der Fachsprache öffnet den Zugang zu vielen Disziplinen, insbesondere den naturwissenschaftlichen, technischen und wirtschaftswissenschaftlichen Fächern.
- Der Unterricht fördert die Kreativität und Fantasie, indem er auch Elemente des Spielerischen aufweist und die Ästhetik von Darstellungen betont.
- Der Unterricht gibt exemplarisch Einblicke in die historische Genese der Mathematik und ihre Bedeutung für die Entwicklung unserer Gesellschaft.
- Der Unterricht leitet die Schülerinnen und Schüler sowohl zum selbstständigen als auch zum kooperativen Lernen an. Er trägt zur Entwicklung von Selbstbewusstsein und Selbstdisziplin, von Leistungsbereitschaft und Konzentrationsfähigkeit bei.

## 1.2 Kompetenzen

Der vorliegende Lehrplan berücksichtigt die in den Bildungsstandards zur allgemeinen Hochschulreife für das Fach Mathematik formulierten prozessbezogenen, allgemein-mathematischen Kompetenzen, ohne eine explizite Kennzeichnung und Zuordnung zu diesen vorzunehmen.

Ganz allgemein sollen die Schülerinnen und Schüler fähig sein

- wissenschaftliche Untersuchungen durchzuführen, entsprechende mathematische Modelle zu finden bzw. vorliegende Modelle kritisch zu reflektieren (Modellieren)
- Beweise und Begründungen durchzuführen (Argumentieren und Beweisen)
- geeignete Hilfsmittel zur Problemlösung auszuwählen und einzusetzen (Probleme lösen)
- sich über Mathematik, die Ergebnisse und Wege von Lösungen sowohl mündlich als auch schriftlich auszutauschen (Kommunizieren)
- Informationen aus Darstellungen zu entnehmen und umgekehrt Ergebnisse geeignet darzustellen
- mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umzugehen.

## 1.3 Didaktische Hinweise

Der Lehrplan ist nach einzelnen Lernbereichen gegliedert.

In zwei Spalten werden jeweils der verbindliche Inhalt und die verbindlichen zu erwartenden Kompetenzen aufgeführt. Die Zuordnung der erwarteten Kompetenzen zu den Inhalten schließt nicht aus, dass weitere Fähigkeiten von den Schülerinnen und Schülern erworben werden können.

Es erscheint sinnvoll, verschiedene Inhalte und Kompetenzen zu vernetzen und in anderen Zusammenhängen immer wieder aufzugreifen, sodass ein spiralförmiges vertiefendes Lernen möglich wird.

Die Reihenfolge der einzelnen Themen ist nur insoweit verbindlich, wie es sachlogisch geboten erscheint. Darüber hinaus nimmt sie aber die didaktisch-methodischen Entscheidungen der Lehrkraft bzw. der Fachkonferenzen Mathematik nicht vorweg.

## 1.4 Hinweise zur Abiturprüfung und dem Einsatz elektronischer Hilfsmittel

In weiten Teilen des Alltagslebens und nahezu allen Bereichen des Berufslebens, in denen höher qualifizierte Tätigkeiten ausgeübt werden, ist es von Bedeutung quantitative Zusammenhänge und abstrakte Strukturen zu erfassen und zu bearbeiten. Dabei kommen heuristische Vorgehensweisen, Problemlösestrategien und Verfahren zum Tragen, die weit über die elementaren Rechentechniken hinausgehen. Hier bieten der grafikfähige Taschenrechner (GTR) und entsprechende (dynamische) Mathematiksoftware Möglichkeiten und Hilfestellungen. Der Einsatz von elektronischen Hilfsmitteln fördert zusätzlich das Verstehen der zugrunde liegenden mathematischen Methoden und ermöglicht eine kritische Auseinandersetzung mit Möglichkeiten und Grenzen der Hilfsmittel.

Ein grafikfähiger Taschenrechner ist daher im L-Zweig im Unterricht und in den Prüfungen einzusetzen. Die Schülerinnen und Schüler sind zu einem zielgerichteten und kritischen Umgang mit dem GTR anzuleiten.

## 2 Inhalte und Kompetenzen

### 2.1 Analysis – Fortführung von Funktionen

Verbindlicher Inhalt	Verbindliche Kompetenzen
<b>Verkettungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkettung von Funktionen</li> </ul> <b>Grenzwerte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzwerte von Funktionen im Unendlichen</li> <li>• Grenzwerte von Funktionen an einer Stelle</li> </ul> <b>Weitere Ableitungsregeln</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktregel</li> <li>• Quotientenregel</li> <li>• Kettenregel</li> </ul>	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> <li>• verketteten zwei Funktionen und stellen eine Funktion als Verkettung dar</li> <li>• geben die Grenzwerte grundlegender Funktionen an und können Grenzwerte von Summen, Produkten, Quotienten und Verkettungen dieser Funktionen bestimmen</li> <li>• wenden die neuen Ableitungsregeln an.</li> </ul>

#### Hinweise

- Es ist eher an eine intuitive, qualitative Anwendung des Grenzwertbegriffs gedacht. Beweise sollen daher nicht den Mittelpunkt der Untersuchungen bilden. Die Begriffe und Sätze sind eher an Beispielen zu verdeutlichen.

### 2.2 Analysis – weitere Funktionsklassen

Verbindlicher Inhalt	Verbindliche Kompetenzen
<b>gebrochenrationale Funktionen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionsmenge</li> <li>• Symmetrie (gerade bzw. ungerade Funktionen)</li> <li>• Grenzwerte</li> <li>• Asymptoten</li> <li>• Nullstellen</li> <li>• Monotoniebereiche</li> <li>• Extremstellen</li> <li>• Symmetriemerkmale (Punkt- und Achsensymmetrie)</li> <li>• Wendestellen</li> <li>• Graphen</li> </ul>	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> <li>• führen ausführliche Kurvendiskussionen gebrochenrationaler Funktionen durch.</li> </ul>
<b>Exponentialfunktionen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Exponentialfunktion mit Basis <math>e</math> (e-Funktion)</li> </ul>	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen aus der e-Funktion und ganzrational-</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition der Eulerschen Zahl</li> <li>- Definition der e-Funktion mit <math>f(x) = e^x</math></li> <li>- Eigenschaften der e-Funktion (Ableitung, Monotonie, Krümmung, Grenzwerte, Graph)</li> <li>• <b>zusammengesetzte Funktionen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quotienten, Produkte und Verkettungen der e-Funktion mit ganzrationalen Funktionen</li> <li>- Verhalten von Funktionen mit <math>f(x) = x^n \cdot e^{cx}</math> für <math>x \rightarrow \pm\infty</math>; <math>n \in \mathbb{N}</math></li> </ul> </li> <li>• <b>exponentielles Wachstum</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- charakteristische Merkmale</li> <li>- Quotientengleichheit</li> <li>- Grenzwertverhalten</li> </ul> </li> </ul>	<p>len Funktionen zusammengesetzte Funktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen das Verhalten von Funktionen des Typs <math>f(x) = x^n \cdot e^{cx}</math> für <math>x \rightarrow \pm\infty</math>; <math>n \in \mathbb{N}</math></li> <li>• geben Beispiele exponentiellen Wachstums an und erkennen Unterschiede zwischen exponentiellem und linearem Wachstum.</li> </ul>
<p><b>Logarithmusfunktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>natürliche Logarithmusfunktion (In-Funktion)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition</li> <li>- Eigenschaften (Differenzierbarkeit und Ableitung, Stammfunktionen, Monotonie, Krümmung, Wertemenge, Verhalten für <math>x \rightarrow +\infty</math> bzw. <math>x \rightarrow 0^+</math>, Graph)</li> <li>- Funktionaleigenschaften</li> </ul> </li> <li>• <b>zusammengesetzte Funktionen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quotienten, Produkte und Verkettungen der In-Funktion mit ganzrationalen Funktionen</li> <li>- Verhalten von Funktionen mit <math>f(x) = x^n \cdot \ln(x)</math> für <math>x \rightarrow +\infty</math> bzw. <math>x \rightarrow 0^+</math>; <math>n \in \mathbb{N}</math></li> </ul> </li> <li>• <b>Stammfunktionen zu</b>  <math>f(x) = \frac{g'(x)}{g(x)}</math>  (logarithmisches Integrieren)</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• formulieren die Definition der In-Funktion sowie ihre Eigenschaften und die grundlegenden Funktionaleigenschaften  <math>\ln(x_1 \cdot x_2) = \ln(x_1) + \ln(x_2)</math>  <math>\ln(x^r) = r \cdot \ln(x)</math></li> <li>• untersuchen aus der In-Funktion und ganzrationalen Funktionen zusammengesetzte Funktionen</li> <li>• bestimmen das Verhalten von Funktionen des Typs <math>f(x) = x^n \cdot \ln(x)</math> für <math>x \rightarrow +\infty</math> bzw. <math>x \rightarrow 0^+</math>; <math>n \in \mathbb{N}</math>.</li> </ul>

### Hinweise

- Allgemein sollen bei den gebrochenrationalen Funktionen keine zu komplizierten Nennerfunktionen verwendet werden (Beschränkung bis zum Grad 2) und auf Scharparameter verzichtet werden.
- Wendepunkte werden lediglich durch die Vorzeichenuntersuchung der zweiten Ableitung bestimmt.
- Begründungen wie „Exponentialfunktionen wachsen stärker als Potenzfunktionen“ reichen zur Bestimmung des Verhaltens aus. Eine formale Begründung der Grenzwertsätze wird nicht erwartet.

- Eine qualitative Beschreibung des Verhaltens der Logarithmusfunktion gegenüber den Potenzfunktionen reicht aus.
- Bei den zusammengesetzten Funktionen beschränke man sich auf die Untersuchung einfacher Beispiele.
- Die In-Funktion kann entweder als Umkehrfunktion der e-Funktion eingeführt werden oder alternativ als  $\ln(x) = \int_1^x \frac{1}{t} dt$  – sofern die Integralrechnung schon eingeführt wurde.

### 2.3 Analysis – Integralrechnung

Verbindlicher Inhalt	Verbindliche Kompetenzen
<p><b>Integral und Stammfunktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung des Integrals</li> <li>• Eigenschaften des Integrals (Linearität, Intervalladditivität)</li> <li>• Integrationsregeln</li> <li>• bestimmtes Integral</li> <li>• Stammfunktionen</li> <li>• Hauptsatz der Differenzial- und Integralrechnung</li> <li>• Anwendungen des Integrals bei Flächenberechnungen</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Bedeutung sowie die Eigenschaften des Integrals</li> <li>• erklären den Begriff der Stammfunktion und geben zu einer Funktion eine Stammfunktion an</li> <li>• begründen, dass es zu einer Funktion mehrere Stammfunktionen gibt, die sich durch additive Konstanten unterscheiden</li> <li>• berechnen bestimmte Integrale mit Hilfe der Formel  <math display="block">\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a), \quad a \in \mathbb{R}, b \in \mathbb{R}.</math> </li> <li>• wenden die Integralrechnung zur Flächenberechnung an.</li> </ul>

#### Hinweise

- Es ist kein ausführlicher Beweis des Hauptsatzes nötig.

### 2.4 Vektorielle Geometrie - Grundlagen

Verbindlicher Inhalt	Verbindliche Kompetenzen
<p><b>Vektoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorrechnung im Raum</li> <li>• kartesisches Koordinatensystem im Raum</li> <li>• Komplanarität</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• übertragen die Vektorrechnung aus der Ebene in den Raum</li> <li>• stellen Punkte und Vektoren in einem kartesischen Koordinatensystem dar</li> <li>• weisen die Komplanarität dreier Vektoren ggf. durch das Lösen eines linearen Gleichungssystems rechnerisch nach.</li> </ul>
<p><b>Das Skalarprodukt in der Ebene und im Raum</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition</li> <li>• Eigenschaften</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben das Skalarprodukt analytisch oder mit Hilfe des eingeschlossenen Winkels zwischen zwei Vektoren an</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechenregeln</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wandeln diese Darstellungen ineinander um und wenden sie an</li> <li>• wenden die Rechenregeln für das Skalarprodukt an.</li> </ul>
<p><b>Anwendungen des Skalarprodukts</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Winkelberechnung</li> <li>• Längenberechnung</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• berechnen mit Hilfe des Skalarproduktes einfache Winkel und Längen</li> <li>• weisen die Orthogonalität zweier Vektoren mit Hilfe des Skalarprodukts nach.</li> </ul>
<p><b>Das Vektorprodukt</b></p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen mit Hilfe des Vektorprodukts einen senkrechten Vektor zu zwei gegebenen Vektoren.</li> </ul>

**Hinweise**

- Das Vektorprodukt ist nur als Rechenhilfe einzusetzen.

**2.5 Vektorielle Geometrie – Objekte in der Ebene und im Raum**

Verbindlicher Inhalt	Verbindliche Kompetenzen
<p><b>Der Kreis in der Ebene</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition</li> <li>• Koordinatengleichung des Kreises</li> <li>• Vektorgleichung des Kreises</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wandeln eine Darstellungsform in die andere um.</li> </ul>
<p><b>Geraden im Raum</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung einer Geraden im Raum                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zweipunktgleichung</li> <li>- vektorielle Parametergleichung</li> </ul> </li> <li>• Lage zweier Geraden zueinander</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen eine Parameterdarstellung einer Geraden auf und begründen, dass diese nicht eindeutig ist</li> <li>• bestimmen die Lagebeziehung zweier Geraden zueinander rechnerisch.</li> </ul>
<p><b>Ebenen im Raum</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung einer Ebene im Raum                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dreipunktgleichung</li> <li>- vektorielle Parametergleichung mit zwei nicht kollinearen Spannvektoren</li> <li>- Normalengleichung</li> <li>- Koordinatengleichung</li> </ul> </li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Ebenengleichungen auf und verwenden sie zielführend in verschiedenen Kontexten</li> <li>• wandeln Ebenengleichungen ineinander um.</li> </ul>
<p><b>Lagebeziehungen und Schnitt-</b></p>	

<p><b>winkel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lage einer Geraden zu einer Ebene</li> <li>• Lage zweier Ebenen zueinander</li> <li>• Schnittwinkel zwischen zwei Geraden und zwischen zwei Ebenen</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Lagebeziehungen von Geraden zu Ebenen und zweier Ebenen zueinander und bestimmen sie rechnerisch.</li> <li>• berechnen mit Hilfe des Skalarprodukts den Winkel zwischen zwei Geraden und zwischen zwei Ebenen.</li> </ul>
<p><b>Abstände</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abstand eines Punktes von einer Ebene</li> <li>• Abstand eines Punktes von einer Geraden</li> <li>• Abstand paralleler Geraden</li> <li>• Abstand einer Geraden von einer zu ihr parallelen Ebene</li> <li>• Abstand zweier paralleler Ebenen</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Abstandsberechnungen sicher durch.</li> </ul>

### Hinweise

- Parameterdarstellungen des Kreises sind nicht vorgesehen.

## 2.6 Statistik und Wahrscheinlichkeit

Verbindlicher Inhalt	Verbindliche Kompetenzen
<p><b>Grundlagen zur Wahrscheinlichkeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wichtige Definitionen und Grundbegriffe <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zufallsexperiment</li> <li>- Ergebnisse des Zufallsexperiments</li> <li>- relative Häufigkeit eines Ergebnisses</li> <li>- Empirisches Gesetz der großen Zahlen</li> <li>- Wahrscheinlichkeit</li> <li>- Elementarereignisse</li> <li>- Ereignisse</li> </ul> </li> <li>• einfache Zufallsexperimente <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laplace-Experiment</li> <li>- Bernoulli-Experiment</li> </ul> </li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden die Grundbegriffe und Definitionen sicher an</li> <li>• entscheiden, ob Zufallsexperimente Laplace- bzw. Bernoulli-Experimente sind.</li> </ul>
<p><b>Mehrstufige Zufallsexperimente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pfadregeln <ul style="list-style-type: none"> <li>- Multiplikationsregel</li> <li>- Additionsregel</li> </ul> </li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• drücken bei n-stufigen Zufallsexperimenten die Ergebnisse als n-Tupel aus</li> <li>• verwenden die Pfadregeln (mit oder ohne Hilfe</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baumdiagramm (komplett oder vereinfacht)</li> <li>• Vierfeldertafeln</li> </ul>	<p>eines Baumdiagramms bzw. einer Vierfeldertafel), um Wahrscheinlichkeiten bei n-stufigen Zufallsexperimenten zu berechnen.</p>
<p><b>Kombinatorik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechenregeln, n-Fakultät, k-Permutationen, Kombinationen</li> <li>• Urnenmodelle mit und ohne Beachtung der Reihenfolge <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ziehen mit Zurücklegen</li> <li>- Ziehen ohne Zurücklegen</li> <li>- Permutationen von k Objekten</li> <li>- gleichzeitiges Ziehen von k aus n Objekten</li> </ul> </li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden die Rechenregeln der Kombinatorik an.</li> </ul>
<p><b>Bedingte Wahrscheinlichkeit und Unabhängigkeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bedingte Wahrscheinlichkeit</li> <li>• Unabhängigkeit zweier Ereignisse</li> <li>• Satz von der totalen Wahrscheinlichkeit</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen den Begriff der bedingten Wahrscheinlichkeit und gehen sicher mit der Notation <math>P_A(B)</math> um</li> <li>• stellen eine Situation mit Hilfe eines Baumdiagramms oder einer Vierfeldertafel dar</li> <li>• berechnen die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses mit Hilfe des Satzes von der totalen Wahrscheinlichkeit in der Form <math>P(A) = P(B) \cdot P_B(A) + P(\bar{B}) \cdot P_{\bar{B}}(A)</math>.</li> </ul>
<p><b>Binomialverteilung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bernoulli-Ketten, Binomialverteilung</li> <li>• Verteilungsfunktion</li> <li>• Erwartungswert und Varianz einer Binomialverteilung</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen anhand der Baumdiagrammdarstellung, dass die Binomialkoeffizienten die Anzahl der Pfade für k Treffer bei n Versuchen angeben</li> <li>• berechnen Wahrscheinlichkeiten und kumulierte Wahrscheinlichkeiten mit Hilfe der Binomialverteilung unter Verwendung eines GTR oder von Tabellenwerten</li> <li>• berechnen und interpretieren den Erwartungswert und die Varianz einer Binomialverteilung.</li> </ul>
<p><b>Approximation von Binomialverteilungen durch die Normalverteilung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardisieren einer binomialverteilten Zufallsvariable</li> <li>• näherungsweise Berechnung von Wahrscheinlichkeiten mit Hilfe der Standardnormalverteilung</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben an, dass sich eine Binomialverteilung für <math>\sigma &gt; 3</math> durch eine Normalverteilung approximieren lässt</li> <li>• standardisieren eine binomialverteilte Zufallsvariable X durch <math>Z = \frac{X-\mu}{\sigma}</math></li> <li>• berechnen näherungsweise Wahrscheinlichkeiten für die standardisierte Zufallsvariable Z mit Hilfe des Taschenrechners und von Tabellenwerten der Standardnormalverteilung.</li> </ul>

<b>Testen von Hypothesen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Nullhypothese</li><li>• Alternativhypothese</li><li>• Entscheidungsregeln</li><li>• Fehler 1. und 2. Art</li><li>• Irrtumswahrscheinlichkeit</li></ul>	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"><li>• nutzen Binomialverteilungen, um Hypothesentests durchzuführen</li><li>• formulieren anhand vorgegebener Testanordnungen die Nullhypothese <math>H_0</math> und die Alternativhypothese <math>H_1</math> und geben kritische Bereiche, Entscheidungsregeln und den Fehler 1. und 2. Art an.</li></ul>
---	---

**Hinweise**

- Ein axiomatischer Wahrscheinlichkeitsbegriff ist nicht vorgesehen.
- In der Kombinatorik ist eine Einschränkung auf Situationen mit einfachen kombinatorischen Berechnungen zu beachten.
- Die mit dem Satz von der totalen Wahrscheinlichkeit verbundene Begriffsbildung wird von den Schülerinnen und Schülern nicht erwartet, aber sie sollen sicher sein im Einsatz der Formel.
- Eine theoretische Behandlung der Normalverteilung steht nicht im Vordergrund, vielmehr die Verwendung der Normalverteilung in konkreten Situationen.

### 3 Operatoren

Operator	Definition
angeben, nennen	Ergebnisse numerisch oder verbal formulieren, ohne Darstellung des Lösungsweges und ohne Begründungen
begründen	eine Aussage, einen Sachverhalt durch Berechnung, nach gültigen Schlussregeln, durch Herleitung oder in inhaltlicher Argumentation verifizieren oder falsifizieren
berechnen, bestimmen	Ergebnisse von einem Ansatz oder einer Formel ausgehend durch Rechenoperationen gewinnen
beschreiben	einen Sachverhalt oder ein Verfahren in vollständigen Sätzen unter Verwendung der Fachsprache mit eigenen Worten wiedergeben
beweisen, zeigen	Aussagen unter Verwendung von bekannten mathematischen Sätzen, logischen Schlüssen und Äquivalenzumformungen und unter Beachtung formaler Kriterien verifizieren
darstellen	mathematische Objekte in einer fachlich üblichen oder in einer vorgeschriebenen Form wiedergeben, graphisch darstellen: Anfertigen einer zeichengenaue, graphischen Darstellung auf der Basis der genauen Wiedergabe wesentlicher Punkte, bzw. maßgetreues oder maßstäbliches zeichnerisches Darstellen eines Objekts
deuten, interpretieren	Sachverhalte, Phänomene, Strukturen oder Ergebnisse in eine andere mathematische Sichtweise umdeuten oder rückübersetzen auf das ursprüngliche Problem
entnehmen	aus vorgegebenen Darstellungen Daten zur Beantwortung von Fragen oder zur Weiterverarbeitung aufbereiten
erklären, erläutern	Sachverhalte auf der Grundlage von Vorkenntnissen so darlegen und veranschaulichen, dass sie verständlich werden
verwenden, nutzen, umgehen mit	Fachbegriffe, Regeln, mathematische Sätze, Zusammenhänge oder Verfahren auf einen anderen Sachverhalt beziehen
skizzieren	die wesentlichen Eigenschaften eines Objekts graphisch vereinfacht darstellen
überprüfen	durch Anwendung mathematischer Regeln oder Kenntnisse in einer ergebnisoffenen Situation einen vorgegebenen Sachverhalt verifizieren oder falsifizieren
untersuchen	Sachverhalte, Probleme, Fragestellungen nach bestimmten, fachlich üblichen beziehungsweise sinnvollen Kriterien zielorientiert erkunden
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausarbeiten
zuordnen	einen begründeten Zusammenhang zwischen Objekten oder Darstellungen herstellen