Im Kopf jeder Tabelle stehen die zu erreichenden Kompetenzen. Kursiv geschriebene Fachbegriffe sind im Unterricht verbindlich mit dem Ziel einzusetzen, dass die Schülerinnen und Schüler diese mit eigenen Worten korrekt beschreiben und in unterschiedlichen Kontexten ohne zusätzliche Erläuterung verstehen und anwenden können.
Unter dem Tabellenkopf findet sich das konkrete Vorgehen im Unterricht. Bei den Hinweisen finden sich u.a. unter dem Stichwort MINT Ergänzungen und Vertiefungen, die über das Standardniveau hinausgehen.

Funktionen und ihre Graphen <20>

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Wirkung von *Parametern* in Funktionstermen von *Potenz-*, *Exponential-* und *Wurzelfunktion* auf deren *Graphen* abbildungsgeometrisch als *Streckung, Spiegelung, Verschiebungen* deuten
- *Funktionen* auf ihr Verhalten für $|x| \to \infty$ und deren *Graphen* auf *Symmetrie* (zum Ursprung oder zur y-Achse) untersuchen
- *ganzrationale Funktionen* auf *Nullstellen* (auch mehrfache) untersuchen
- *Funktionsterme ganzrationaler Funktionen* mithilfe von *Nullstellen* in faktorisierter Form angeben
- die Methode der *Substitution* zum Lösen von Gleichungen anwenden
- *Nullstellen* von *Funktionen* näherungsweise mithilfe digitaler Hilfsmittel bestimmen

Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise
Charakteristische Eigenschaften von bekannten Funktionen ➢ Lineare Funktionen ➢ Potenz- und Wurzelfunktionen ➢ Exponentialfunktionen ➢ Verschieben, Strecken und Spiegeln von Funktionsgraphen ➢ Graphen zusammengesetzter Funktionen (Summe und Differenz)	Basiswissen sichern (auch Wiederholung der Bedingung $m_1 \cdot m_2 = -1$ für orthogonale Geraden) Einsatz von GeoGebra zur Visualisierung
Ganzrationale Funktionen und ihre Graphen	Einsatz von GeoGebra zur Visualisierung
➢ Grad einer ganzrationalen Funktion	Erstellen von Wertetabellen mithilfe des WTR
➢ Symmetrie zur y-Achse und zum Ursprung	*MINT: auch Symmetrie zu Parallelen zur y-Achse und zu beliebigen Punkten im Koordinatensystem*
➢ Verhalten für $|x| \to \infty$	Zusammenhang zwischen dem Grad n der Funktion sowie dem Vorzeichen des Koeffizienten von x_n und dem Verlauf des Graphen für $|x| \to \infty$
➢ Nullstellen und Linearfaktoren	Zurückgreifen auch auf binomische Formeln zum Faktorisieren und auf den Satz vom Nullprodukt Quadratische und Biquadratische Gleichungen *MINT: Nullstellenbestimmungen bei ganzrationalen Funktionen vom Grad 3*

Einführung in die Differenzialrechnung <24>	
Die Schülerinnen und Schüler können • die *mittlere Änderungsrate* einer *Funktion* auf einem *Intervall (Differenzenquotient)* bestimmen und auch als *Sekantensteigung* interpretieren • die *momentane Änderungsrate* als *Ableitung* an einer Stelle aus der *mittleren Änderungsrate* durch Grenzwertüberlegungen bestimmen • die *Ableitung* an einer Stelle als *Tangentensteigung* interpretieren • die Gleichung der *Tangente* und der *Normale* in einem Kurvenpunkt aufstellen • die *Tangente* an einen *Graphen* als lineare Approximation einer Funktion nutzen • *Steigungswinkel* mithilfe der *Ableitung* berechnen • die *Ableitungsfunktion* als funktionale Beschreibung der *Ableitung* an beliebigen Stellen erklären • vom *Graphen* einer *Funktion* auf den *Graphen* ihrer *Ableitungsfunktion* schließen und umgekehrt • die *Regel für konstanten Faktor*, die *Potenzregel* sowie die *Summenregel* zum Ableiten von Funktionstermen anwenden • die *Faktorregel* und die *Summenregel* anschaulich begründen	
Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	**Hinweise**
Mittlere und momentane Änderungsrate	
➢ Differenzenquotient berechnen und interpretieren	Mittlere Änderungsrate und Sekantensteigung
➢ Ableitung als Grenzwert des Differenzenquotienten	Zugang über momentane Änderungsrate oder Tangentensteigung
Die Ableitungsfunktion	
➢ Definition	
➢ Zusammenhänge zwischen dem Graph einer Funktion und dem Graph ihrer Ableitungsfunktion	Grafisch ableiten
➢ Lineare Näherung	Möglichkeit zur Prognose des weiteren Verlaufs
Funktionsterme ableiten	Anschauliche Begründungen der Ableitungsregeln
• Potenzregel • Faktorregel • Summenregel	
Tangenten	
• Tangentengleichung • Normalengleichung • Steigungswinkel von Graphen	Schnittwinkel als Anwendung

Extrem- und Wendestellen <14>

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Monotoniesatz erläutern und dessen Nichtumkehrbarkeit begründen
- die Eigenschaften von *Funktionen* und deren *Graphen* mithilfe von *Ableitungsfunktionen* (auch höheren Ableitungen) untersuchen *(Monotonie, Extrempunkte, Krümmungsverhalten, Wendepunkte)*
- den Unterschied zwischen *lokalen* und *globalen Maxima* beziehungsweise *Minima* erklären

Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise
➢ Monotoniesatz	
➢ Extrempunkte	Notwendige und hinreichende Bedingung, Überprüfung sowohl mithilfe des Vorzeichenwechsels der ersten Ableitung als auch über das Vorzeichen der zweiten Ableitung
➢ Wendepunkte	Notwendige und hinreichende Bedingung
➢ Charakteristische Eigenschaften von Funktionstermen und ihren Graphen	Zeichnen von aussagekräftigen Abschnitten eines Funktionsgraphen
➢ Differenzialrechnung in Sachzusammenhängen	Aufgaben mit Realitätsbezug L BO Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt Z.B. Gelände-, Streckenprofile, Sichtbarkeit Prognosen mittels linearer Approximation
➢ Extremwertaufgaben mit Betrachtung der Randwerte	Extremwertaufgaben ohne Nebenbedingungen, z.B. maximaler Gewinn, kürzeste Wegstrecke, Abstand eines Punktes vom Graphen einer Funktion

Trigonometrische Funktionen <12>

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Graphen trigonometrischer Funktionen f mit $f(x) = a \cdot sin(b(x-c)) + d$ unter Verwendung charakteristischer Eigenschaften skizzieren und die Wirkung der Parameter a, b, c, d abbildungsgeometrisch als *Streckung, Spiegelung, Verschiebungen* deuten, auch sin $(x + \pi / 2)$ = cos (x)
- den Zusammenhang zwischen der *Funktion f* mit f(x) = sin (*x*) und ihrer *Ableitungsfunktion f '* mit *f* '(*x*) = cos (*x*) graphisch erläutern
- die *Ableitungsfunktionen* der Funktionen *f* mit *f* (*x*) = sin (*x*) und *g* mit *g* (*x*) = cos (*x*) angeben

Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise
➢ Sinus und Kosinus am Einheitskreis	
➢ Bogenmaß, Sinus- und Kosinusfunktion	
➢ charakteristische Eigenschaften	Symmetrie zur y-Achse; Nullstellen; Periodizität; Wertebereich
➢ Amplitude und Periode	*MINT: auch Symmetriebetrachtungen der Form* $\sin\left(\frac{\pi}{2}+x\right) = \sin\left(\frac{\pi}{2}-x\right)$, bzw. $\sin(\pi + x) = -\sin(\pi - x)$
➢ Allgemeine Sinusfunktion	Verschiebung und Streckung, Einsatz von GeoGebra zur Visualisierung
➢ Ableitung der Sinus- und Kosinusfunktion ➢ Modellierung periodischer Vorgänge	Auch graphisches Differenzieren an ausgewählten Punkten

Binomialverteilung <20>

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Begriffe *Bernoulli-Experiment* und *Bernoulli-Kette* erläutern und *Bernoulli-Experimente* von anderen *Zufallsexperimenten* unterscheiden
- die Bedeutung der Binomialkoeffizienten erläutern
- die *Formel von Bernoulli* [...] erläutern
- Wahrscheinlichkeiten *binomialverteilter Zufallsgrößen* berechnen
- die Kenngrößen *Erwartungswert* und *Standardabweichung* einer *binomialverteilten Zufallsgröße* berechnen und ihren Zusammenhang am *Histogramm* erläutern
- *Binomialverteilungen* in *Histogrammen* graphisch darstellen und die Wirkung der Parameter n, p und k beschreiben
- die graphische Darstellung einer *Binomialverteilung* interpretieren
- bei *Binomialverteilungen* den jeweils fehlenden Parameter (n, p oder k) mit geeigneten Hilfsmitteln bestimmen

Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise
Bernoulli-Experimente	Abgrenzung gegenüber anderen Zufallsexperimenten
➢ Mehrstufige Zufallsexperimente mit nur zwei Ergebnissen durchführen und simulieren	z.B. Galtonbrett Simulationen mit Variation der Parameter n und p
➢ Baumdiagramme für kurze Bernoulli-Ketten erstellen	
Binomialverteilung	
➢ Bedeutung des Binomialkoeffizienten	Kenntnis einzelner Binomialkoeffizienten für kleine Werte von n und k *MINT: Zusammenhang zum Pascal'schen Dreieck*
➢ Formel von Bernoulli	Wertetabelle für P(X=k) für kleine n erstellen
➢ Erwartungswert	
➢ Histogramme erstellen und interpretieren	Einsatz von GeoGebra zur Visualisierung: Veränderungen in Abhängigkeit der Parameter n und p
➢ Kumulierte Wahrscheinlichkeiten	$P(X \le k)$; $P(X \ge k)$; $P(k_1 \le X \le k_2)$ (auch für echt kleiner bzw. echt größer) berechnen
➢ Standardabweichung	Im Hinblick auf Testen: Sigma-Regeln vorbereiten
Problemlösen mit der Binomialverteilung	L PG Sucht und Abhängigkeit
➢ Ermitteln der Kettenlänge	
➢ Ermitteln der Trefferwahrscheinlichkeit	
➢ Ermitteln der Trefferzahl	

<table>
<tr><th colspan="2">Einführung in die analytische Geometrie <20></th></tr>
<tr><td colspan="2">Die Schülerinnen und Schüler können
• Punkte in das Schrägbild eines dreidimensionalen kartesischen Koordinatensystems eintragen
• Vektoren in Tupeldarstellung entsprechend ihrer Verwendung geometrisch als Punkt oder Verschiebung interpretieren
• Vektoren auf Kollinearität untersuchen
• Tupel addieren, mit Skalaren multiplizieren sowie Tupel in einfachen Fällen als Linearkombination anderer Tupel darstellen und die Operationen geometrisch deuten
• den Mittelpunkt einer Strecke berechnen
• den Abstand zweier Punkte bestimmen
• den Betrag eines Vektors berechnen und als Länge deuten
• Geraden und Strecken vektoriell mithilfe von Parametergleichungen beschreiben
• Geraden mithilfe von Spurpunkten im Schrägbild eines dreidimensionalen kartesischen Koordinatensystems veranschaulichen
• die Lagebeziehung von Geraden untersuchen und gegebenenfalls den Schnittpunkt bestimmen
• geradlinige Bewegungen vektoriell beschreiben</td></tr>
<tr><th>Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht</th><th>Hinweise</th></tr>
<tr><td>Orientierung im Raum
➢ Punkte im dreidimensionalen Koordinatensystem
Vektoren
➢ Beschreibung von Verschiebungen
➢ Darstellung als Tupel
➢ Betrag
➢ Länge einer Strecke als Betrag eines Vektors
➢ Linearkombinationen
➢ Mittelpunkt einer Strecke als Linearkombination
Geraden im Raum
➢ Parametergleichung einer Geraden
➢ Gegenseitige Lage
➢ Schnittpunkt zweier Geraden
➢ Modelllieren von geradlinigen Bewegungen</td><td>MINT: lineare Unabhängigkeit von Vektoren
Einschränkung des Parameters bei Beschreibung von Strecken
Deutung des Parameters als „Zeit seit Beobachtungsbeginn“
Umgang mit Maßeinheiten</td></tr>
</table>