



Schulinternes Curriculum der Jahrgangsstufe 9 am städtischen Gymnasium Delbrück im Fach Mathematik

Die in den Tabellen aufgeführten inhaltlichen Schwerpunkte und Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung sind dem KLP für das Gymnasium SI Mathematik entnommen. Die durchgestrichenen Textpassagen werden an anderer Stelle eingeführt. Diese Darstellungsweise unterstützt den Prozess, die Ziele des KLP vollständig zu erreichen.

Planungsgrundlage: 160 Ustd. (4 Stunden pro Woche, 40 Wochen), davon 75% entsprechen 120 UStd. pro Schuljahr.

Lehrmittel	Lambacher Schweizer 9, Mathematik für Gymnasien G9, Nordrhein-Westfalen, Klett Verlag, 2020 GeoGebra	
Unterrichtsvorhaben	I: Kann man das Zählen? Die Irrationalität von Zahlen	
Zeitraum	Ca. 12 Unterrichtsstunden	
Inhaltsfelder	Arithmetik/Algebra <ul style="list-style-type: none"> • Zahlbereichserweiterung: Reelle Zahlen • Begriffsbildung: <i>Potenzen</i>, Wurzeln, <i>Logarithmen</i> • Gesetze und Regeln: <i>Potenzgesetze</i>, <i>Wurzelgesetze</i> 	
Kompetenzen und		Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen
Die Schülerinnen und Schüler		<i>Zur Umsetzung</i>
Konkretisierte Kompetenzerwartungen <ul style="list-style-type: none"> • (Ari-2) unterscheiden rationale und irrationale Zahlen und geben Beispiele für irrationale Zahlen an, 		<ul style="list-style-type: none"> • Periodische und nichtperiodische Dezimaldarstellungen • Begriff der Quadratwurzel und die damit zusammenhängende erste Begegnung mit irrationalen Zahlen



- (Ari-6) nutzen und beschreiben ein algorithmisches Verfahren, um Quadratwurzeln näherungsweise zu bestimmen,
- (Ari-7) berechnen Quadratwurzeln mithilfe der Wurzelgesetze auch ohne digitale Werkzeuge,
- (Ari-9) wenden das Radizieren als Umkehrung des Potenzierens an,

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

- (Ope-4) führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses durch,
- (Ope-8) nutzen schematisierte und strategiegeleitete Verfahren, Algorithmen und Regeln,
- (Ope-13) nutzen analoge und digitale Medien zur Unterstützung und zur Gestaltung mathematischer Prozesse,
- (Arg-7) nutzen verschiedene Argumentationsstrategien (Gegenbeispiel, *direktes Schlussfolgern*, Widerspruch),
- (Arg-8) erläutern vorgegebene Argumentationen und Beweise hinsichtlich ihrer logischen Struktur (Folgerungen/Äquivalenz, Und-/Oder- Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen),
- (Kom-4) geben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren mit eigenen Worten und mithilfe mathematischer Begriffe wieder.

- Beweis durch Widerspruch: Irrationalität der Wurzel
- einfache Intervallschachtelung von Wurzeln
- Näherungsverfahren z.B. Heron-Verfahren als algorithmische Verfahren zur Wurzelbestimmung
- Teilweises Radizieren ohne Hilfsmittel
- Wurzelgesetze zur Quadratwurzel: Produkt und Quotienten Regel

Zur Vernetzung

- Wurzelgesetze als Sonderfall der Potenzgesetze erneut in

Zur Erweiterung und Vertiefung

- Vereinfachung einfacher Wurzelterme
- Näherungsverfahren programmieren
- Goldener Schnitt als besondere Proportion beruhend auf $\sqrt{5}$



Unterrichtsvorhaben	
II: Von Parabelflügen und Brücken: Quadratische Zusammenhänge erkunden	
Zeitraum	
Ca. 16 Unterrichtsstunden	
Inhaltsfelder	Funktionen
	<ul style="list-style-type: none">Quadratische Funktionen: Term (Normalform, Scheitelpunktform, <i>faktorierte Form</i>), Graph, Tabelle, Scheitelpunkt, Symmetrie, Öffnung, <i>Nullstellen</i> und y-Achsenabschnitt, Transformation der Normalparabel, quadratische Ergänzung, <i>Extremwertprobleme</i>
Kompetenzen und	Vorhabenbezogene
	Absprachen und
	Empfehlungen
Die Schülerinnen und Schüler	<i>Zur Umsetzung</i>
Konkretisierte Kompetenzerwartungen <ul style="list-style-type: none">(Fkt-1) stellen Funktionen mit eigenen Worten, in Wertetabellen, als Graphen und als Terme dar,(Fkt-2) verwenden aus Graph, Wertetabelle und Term ablesbare Eigenschaften als Argumente beim Bearbeiten mathematischer Fragestellungen,(Fkt-3) charakterisieren Funktionsklassen und grenzen diese anhand ihrer Eigenschaften ab,(Fkt-4) bestimmen anhand des Graphen einer Funktion die Parameter eines Funktionsterms dieser Funktion,(Fkt-5) erklären den Einfluss der Parameter eines Funktionsterms auf den Graphen der Funktion (Ausnahme bei quadratischen Funktionen der Normalform: nur Streckfaktor und y-Achsenabschnitt),(Fkt-6) erkunden und systematisieren mithilfe dynamischer Geometriesoftware den Einfluss der Parameter von Funktionen.	<ul style="list-style-type: none">Möglicher Einstieg: Flächeninhalt und Umfang des Quadrates in Abhängigkeit von der Seitenlängeweitere Kontexte: Ballwurf videografieren, Brücken, Gebäude, Faustformel zum BremswegAbgrenzung zwischen linear, antiproportional und quadratischexperimentelles Untersuchen der Parameter a, c in $f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$ mit FunktionenplotterSystematisierung der Transformation auch mit Scheitelpunktform, ausgehend von der Normalparabel



Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

- (Ope-5) arbeiten unter Berücksichtigung mathematischer Regeln und Gesetze mit Variablen, Termen, Gleichungen und Funktionen,
- (Ope-6) führen Darstellungswechsel sicher aus,
- (Ope-13) nutzen analoge und digitale Medien zur Unterstützung und zur Gestaltung mathematischer Prozesse,
- (Pro-3) *setzen Muster und Zahlenfolgen fort*, beschreiben Beziehungen zwischen Größen und stellen begründete Vermutungen über Zusammenhänge auf,
- (Arg-5) begründen Lösungswege und nutzen dabei mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente,
- (Kom-6) verwenden in angemessenem Umfang die fachgebundene Sprache.

- Darstellungswechsel zunächst nur zwischen Normal- und Scheitelpunktform zwischen Graph, Wertetabelle und Funktionsterm (z.B. mit Funktionen-Domino oder -Quartett) üben
- Quadratische Ergänzung
- integrierte Wiederholung von 1. binomischer Formel als Grundlage für die Bestimmung der quadratischen Ergänzung

Zur Vernetzung

- Darstellungswechsel über faktorisierte Form erst in

Zur Erweiterung und Vertiefung

- *Steckbriefaufgaben, bei denen Parameter (mit LGS) durch Punktproben ermittelt werden*



Zeitraum	
Ca. 12 Unterrichtsstunden	
Inhaltsfelder	Geometrie <ul style="list-style-type: none">• Kreis: Umfang und Flächeninhalt (Kreis, Kreisbogen, Kreissektor), Tangente
Kompetenzen und	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen
Die Schülerinnen und Schüler Konkretisierte Kompetenzerwartungen <ul style="list-style-type: none">• (Geo-3) berechnen Längen und Flächeninhalte an Kreisen und Kreissektoren,• (Geo-4) erläutern eine Idee zur Herleitung der Formeln für Flächeninhalt und Umfang eines Kreises durch Näherungsverfahren, Prozessbezogene Kompetenzerwartungen <ul style="list-style-type: none">• (Arg-8) erläutern vorgegebene Argumentationen und Beweise hinsichtlich ihrer logischen Struktur (Folgerungen/Äquivalenz, Und-/Oder- Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen),• (Pro-6) entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege, planen Vorgehensweisen zur Lösung eines Problems und führen Lösungspläne zielgerichtet aus,• (Pro-8) vergleichen verschiedene Lösungswege im Hinblick auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede und beurteilen deren Effizienz,• (Kom-6) verwenden in angemessenem Umfang die fachgebundene Sprache.	<i>Zur Umsetzung</i> <ul style="list-style-type: none">• Konstruktion von Kreisen und Tangenten• Kreis als Ortslinie von Punkten mit gemeinsamer Eigenschaft• Experimentelle Untersuchung des Kreisumfangs (Auswertung über proportionale Zuordnung)• Kreisabschnitt als Anteil und seine Berechnung mit dem Dreisatz <i>Zur Vernetzung</i> <ul style="list-style-type: none">• Abhängigkeit von Kreisumfang und -fläche vom Radius als Ergebnis einer zentrischen Streckung deuten• Irrationalität von π• Propädeutik infinitesimaler Verfahren →KLP SII• Tangentenkonstruktion mit dem Satz des Thales• Volumen und Oberflächeninhalte von Zylindern und Kegeln



Städtisches Gymnasium Delbrück
Schulinternes Curriculum Jahrgangsstufe 9
Mathematik

Zur Erweiterung und Vertiefung

- Fläche des Kreisringes und binomische Formeln

Unterrichtsvorhaben	III (2): Verpackungskünstler in Aktion: Oberfläche und Volumen von Prismen und Pyramiden
Zeitraum	Ca. 12 Unterrichtsstunden
Inhaltsfelder	Geometrie



- Körper: *Kugel, Zylinder*, Prisma, *Kegel* und Pyramide, Oberflächeninhalt und Volumen

Kompetenzen und

Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen

Die Schülerinnen und Schüler

Zur Umsetzung

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

- (Geo-5) schätzen und berechnen Oberflächeninhalt und Volumen von Körpern, Teilkörpern sowie zusammengesetzten Körpern,
- (Geo-9) berechnen Größen mithilfe von *Ähnlichkeitsbeziehungen*, geometrischen Sätzen *und trigonometrischen Beziehungen*,
- (Geo-10) ermitteln Maßangaben in Sachsituationen, nutzen diese für geometrische Berechnungen und bewerten die Ergebnisse sowie die Vorgehensweise,

Zur Umsetzung

- Förderung des räumlichen Denkens durch die Arbeit mit Körpern
- Sinnvoll: Unterrichtsvorhaben in Projektform
- Bedeutung von Verpackung(-svermeidung) im Rahmen der Konsumentenbildung.
- Möglicher Kontexte: ägyptische Pyramiden, verpacken von Gebäuden
- Integrierte Wiederholung von Einheiten
- Vorstellung des funktionalen Zusammenhangs von Volumen und von Längen, Höhen oder der Grundfläche auch durch Terme erweitern
- Einführung und Arbeit mit der Formelsammlung: Systematisierte Volumen- und Oberflächenformeln

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

- (Ope-5) arbeiten unter Berücksichtigung mathematischer Regeln und Gesetze mit Variablen, Termen, Gleichungen und Funktionen,
- (Ope-10) nutzen Informationen und Daten aus Medienangeboten (Printmedien, Internet und Formelsammlung) zur Informationsrecherche,
- (Mod-2) stellen eigene Fragen zu realen Situationen, die mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten beantwortet werden können,
- (Mod-3) treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor,
- (Mod-7) beziehen erarbeitete Lösungen auf die reale Situation und interpretieren diese als Antwort auf die Fragestellung,
- (Pro-7) überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen.

Zur Vernetzung

- Berechnung von Vierecksflächen



Städtisches Gymnasium Delbrück
Schulinternes Curriculum Jahrgangsstufe 9
Mathematik

- Aufstellen von Termen für Oberflächen und Volumina bei Quadern
- Volumenberechnung von weiteren Körpern, auch schiefer Körper

Zur Erweiterung und Vertiefung

- heuristische Herleitung des Faktors $\frac{1}{3}$ bei Pyramiden

Unterrichtsvorhaben	IV: Von der Größe eines Bakteriums bis zum Abstand zwischen Sternen: Potenzen und Wurzeln
Zeitraum	Ca. 16 Unterrichtsstunden
Inhaltsfelder	Arithmetik/Algebra



- Zahlbereichserweiterung: Reelle Zahlen
- Begriffsbildung: Potenzen, Wurzeln, *Logarithmen*
- Gesetze und Regeln: Potenzgesetze, Wurzelgesetze

Kompetenzen und

Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen

Die Schülerinnen und Schüler

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

- (Ari-1) stellen Zahlen in Zehnerpotenzschreibweise dar,
- (Ari-3) vereinfachen Terme, bei denen die Potenzgesetze unmittelbar anzuwenden sind,
- (Ari-4) wechseln zwischen Bruchdarstellung und Potenzschreibweise,
- (Ari-5) wechseln zwischen Wurzel- und Potenzschreibweise,
- (Ari-9) wenden das Radizieren als Umkehrung des Potenzierens an,

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

- (Ope-5) arbeiten unter Berücksichtigung mathematischer Regeln und Gesetze mit Variablen, Termen, Gleichungen und Funktionen,
- (Ope-6) führen Darstellungswechsel sicher aus,
- (Ope-8) nutzen schematisierte und strategiegeleitete Verfahren, Algorithmen und Regeln,
- (Pro-5) nutzen heuristische Strategien und Prinzipien ([...] Spezialfälle finden, Analogiebetrachtungen [...], Zurückführen auf Bekanntes, [...] Schlussfolgern, Verallgemeinern),
- (Kom-7) wählen je nach Situation und Zweck geeignete Darstellungsformen.

Zur Umsetzung

- Vorstellung von Größenordnung und das Rechnen mit Größen im Kontext →Physik, Biologie und Chemie
- Potenzschreibweise und eventuell Regel zur Addition von Exponenten aus bekannt
- Beim Rechnen mit Zahlen in Zehnerpotenzschreibweise werden erste Potenzgesetze entdeckt und auf andere Basen verallgemeinert
- Negative Exponenten aus dem Permanenzprinzip folgern
- Wurzelgesetze aus den Potenzgesetzen herleiten

Zur Vernetzung

- Auf Quadratwurzeln und Wurzelgesetze aus zurückgreifen
- Potenzrechenregeln bei Exponentialfunktionen



Unterrichtsvorhaben	V (1): Ein historischer Moment. Der Satz des Pythagoras
Zeitraum	Ca. 16 Unterrichtsstunden
Inhaltsfelder	Geometrie <ul style="list-style-type: none">• geometrische Sätze: Satz des Pythagoras, Kosinussatz Arithmetik/Algebra <ul style="list-style-type: none">• Begriffsbildung: Potenzen, Wurzeln, Logarithmen



Kompetenzen und	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen
<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</p> <ul style="list-style-type: none">• (Geo-1) beweisen den Satz des Pythagoras,• (Geo-9) berechnen Größen mithilfe von <i>Ähnlichkeitsbeziehungen</i>, geometrischen Sätzen und <i>trigonometrischen Beziehungen</i>,• (Geo-10) ermitteln Maßangaben in Sachsituationen, nutzen diese für geometrische Berechnungen und bewerten die Ergebnisse sowie die Vorgehensweise,• (Ari-9) wenden das Radizieren als Umkehrung des Potenzierens an, <p>Prozessbezogene Kompetenzerwartungen</p> <ul style="list-style-type: none">• (Ope-5) arbeiten unter Berücksichtigung mathematischer Regeln und Gesetze mit Variablen, Termen, Gleichungen und Funktionen,• (Arg-6) verknüpfen Argumente zu Argumentationsketten,• (Arg-7) nutzen verschiedene Argumentationsstrategien (Gegenbeispiel, direktes Schlussfolgern, <i>Widerspruch</i>),• (Arg-8) erläutern vorgegebene Argumentationen und Beweise hinsichtlich ihrer logischen Struktur (Folgerungen/Äquivalenz, Und-/Oder- Verknüpfungen, Negation, <i>All- und Existenzaussagen</i>),• (Arg-9) beurteilen, ob vorliegende Argumentationsketten vollständig und fehlerfrei sind,• (Pro-4) wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge, Verfahren und Werkzeuge zur Problemlösung aus,• (Mod-8) überprüfen Lösungen auf ihre Plausibilität in realen Situationen.	<p><i>Zur Umsetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none">• selbstständiges Aufstellen von Argumentationsketten und Präsentation unterschiedlicher Beweise (z.B. als Gruppenpuzzle¹)• Vielfache geometrische Anwendungen auf die Berechnung von Abständen, Höhen und Diagonalen• Existenz von Wurzeln als reelle Zahlen erst in Rechnerergebnisse als Näherung akzeptieren <p><i>Zur Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Pythagoras als Spezialfall des Kosinussatzes in dort Nachweis der Umkehrbarkeit• Beweisvarianten nutzen binomischen Formeln• Berechnung der Länge der Diagonalen im Quader als Vorbereitung auf \rightarrowEF und Höhe einer Pyramide <p><i>Zur Erweiterung und Vertiefung</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Beweis und Anwendung des Höhen- und Kathetensatzes

¹ Vgl. <https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5006>



Aufstellen des Sinus-Satzes in einem beliebigen Dreieck

Unterrichtsvorhaben	V (2): Produktdesign: Volumen und Oberfläche von Kugel, Kegel und Zylinder	
Zeitraum	Ca. 12 Unterrichtsstunden	
Inhaltsfelder	Geometrie <ul style="list-style-type: none">• Körper: Kugel, Zylinder, <i>Prisma</i>, Kegel <i>und</i> <i>Pyramide</i>, Oberflächeninhalt und Volumen	
Kompetenzen und		Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen



Die Schülerinnen und Schüler

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

- (Geo-5) schätzen und berechnen Oberflächeninhalt und Volumen von Körpern, Teilkörpern sowie zusammengesetzten Körpern,
- (Geo-6) begründen Gleichheit von Volumina mit dem Prinzip von Cavalieri,
- (Geo-9) berechnen Größen mithilfe von Ähnlichkeitsbeziehungen, geometrischen Sätzen *und trigonometrischen Beziehungen*,

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

- (Ope-5) arbeiten unter Berücksichtigung mathematischer Regeln und Gesetze mit Variablen, Termen, Gleichungen und Funktionen,
- (Ope-10) nutzen Informationen und Daten aus Medienangeboten (Printmedien, Internet und Formelsammlung) zur Informationsrecherche,
- (Pro-6) entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege, planen Vorgehensweisen zur Lösung eines Problems und führen Lösungspläne zielgerichtet aus,
- (Arg-5) begründen Lösungswege und nutzen dabei mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente.

Zur Umsetzung

- Förderung des funktionalen Denkens durch die Arbeit mit Termen und die Einbeziehung zentrischer Streckungen
- Einbeziehung der Formelsammlung auch zur Erkundung weiterer Körper z.B. Pyramidenstumpf
- Satz des Archimedes über Kugel und Kreiszyylinder: Einsatz von Füllkörpern und Herleitung mit Hilfe des Prinzips von Cavalieri und des Satzes des Pythagoras

Zur Vernetzung

- Körpernetze in
- Vergleich der Terme für Oberflächen und Volumina von Prisma und Pyramide in mit Zylinder und Kegel
- Kugelvolumen Rotationskörper →SII

Zur Erweiterung und Vertiefung

- Herleitung des Kugeloberflächeninhaltes aus dem Volumen dünner Kugelschalen durch Grenzübergang
Verallgemeinerung der Volumenformeln mithilfe des Cavalieri auf schiefe Körpern



Städtisches Gymnasium Delbrück
Schulinternes Curriculum Jahrgangsstufe 9
Mathematik