

Referenzsystem Mathematik: Gegenüberstellung universitärer / schulischer Lehrinhalte

für Studierende der Lehramtsstudiengänge und deren Lehrende

Das vorliegende Referenzsystem stellt in tabellarischer Form die zentralen Kompetenzziele des Mathematikunterrichts an allgemeinbildenden Schulen in Baden-Württemberg in Beziehung zu ausgewählten Lehrinhalten und Kompetenzzielen der Module des Lehramtsstudiums im Fach Mathematik an der Universität Tübingen. Wir folgen dabei dem Bildungsplan für das gymnasiale Lehramt in Baden-Württemberg¹ und unterscheiden zwischen den inhaltsbezogenen Kompetenzen einerseits und den prozessbezogenen Kompetenzen andererseits; entsprechend ist das Referenzsystem in zwei sich ergänzende Teile gegliedert.

Innerhalb des ersten Teils (ab S. 2) zu den inhaltsbezogenen Kompetenzen verwenden wir die Module der beiden Lehramtsstudiengänge B.Ed. und M.Ed. Lehramt Gymnasium zur weiteren Gliederung. Zu jedem Modul werden in drei Spalten allgemeine Bemerkungen sowie die Anknüpfungen zu den inhaltlichen Kompetenzzielen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe I bzw. II angeführt. Im zweiten Teil (ab S. 13) nutzen wir dann die im Bildungsplan aufgeführten prozessbezogenen Kompetenzen für die weitere Gliederung des Abschnitts. In zwei Spalten werden jeweils links die zu vermittelnden Kompetenzen gemäß Bildungsplan und rechts die passenden Bezüge im Studium gemäß Modulhandbuch einander gegenübergestellt.

Zielgruppen des Referenzsystems sind die Studierenden in den Lehramtsstudiengängen mit Fach Mathematik einerseits und die Lehrenden des Fachbereichs Mathematik andererseits. Die Studierenden sollen durch das Referenzsystem für die vielfältigen Beziehungen zwischen den fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen und den für den Schulunterricht relevanten Inhalten und Kompetenzen sensibilisiert werden. Zudem sollen sie erkennen, welche Kompetenzen sie im Studium erlernen, die sie in abgestufter Weise an ihre Schülerinnen und Schüler weitergeben werden. Die Lehrenden soll das Referenzsystem dabei unterstützen, diese Bezüge in ihren Lehrveranstaltungen aktiv aufzuzeigen und so Verknüpfungen zum späteren Berufsfeld ihrer Studierenden und ggf. auch der fachdidaktischen Lehrveranstaltungen herzustellen.

Im Referenzsystem wird immer wieder auf die prozessbezogenen mathematischen Kompetenzen sowie die mathematischen Leitideen der Bildungsstandards Bezug genommen, die wir im folgenden kurz aufführen wollen. Für eine ausführliche Beschreibung verweisen wir auf den Bildungsplan des Gymnasiums².

Mathematische Leitideen³

- L1: Zahl - Variable - Operation
- L2: Messen
- L3: Raum und Form
- L4: Funktionaler Zusammenhang
- L5: Daten und Zufall

Prozessbezogene mathematische Kompetenzen⁴

- K1: Argumentieren und Beweisen
- K2: Probleme lösen
- K3: Modellieren
- K4: Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen
- K5: Kommunizieren

¹Vgl. BP.

²Vgl. BP.

³Vgl. BP, S. 16ff..

⁴Vgl. BP, S. 11ff.

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Inhaltsbezogene Kompetenzen thematisieren zentrale Ideen des Mathematikunterrichts in der Schule.⁵ Im folgenden werden die Module der Studiengänge Bachelor und Master of Education für das Lehramt an Gymnasien an der Universität Tübingen aufgelistet. Für jedes Modul finden sich in der linken Spalte Bemerkungen zum Modul und in den beiden rechten Spalten dann die schulischen Inhalte, die zu dem Modul in Beziehung stehen, nach Sekundarstufe I (zweite Spalte) und Sekundarstufe II (dritte Spalte) unterteilt, nach Klassenstufen gegliedert und mit einer vorangestellten inhaltsbezogenen Kompetenz gekennzeichnet. Die Bemerkungen zu den Modulen (erste Spalte) thematisieren nochmals inhaltliche Bezüge des Moduls zur Schulmathematik.

Grundlagen der Mathematik im Bachelor of Education Lehramt Gymnasium		
Lineare Algebra 1 sowie Analysis 1 und 2		
Bemerkungen	Bezug zum Bildungsplan	
	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
<p>Im Modul Grundlagen der Mathematik lernen die Studierenden die wesentlichen inhaltlichen und methodischen Grundlagen der Linearen Algebra sowie der ein- und der mehrdimensionalen Analysis. Das Modul dient „auch dem Erwerb einer neuen Sprache, die der Mathematik, und dem Erlernen einer präzisen, streng logischen Arbeitsweise.“⁶</p> <p>Inhaltlich werden viele aus der Schule bekannte Themen behandelt. So wird bspw. auf die Differentialrechnung, Integralrechnung und das Arbeiten im dreidimensionalen Raum, welche jeweils einen bedeutenden Raum in der Schulmathematik einnehmen, eingegangen.</p>	<p>Klasse 5/6: (L1) Natürliche, ganze und rationale Zahlen⁷, (L1) Betrag einer Zahl (vgl. Norm)⁸, (L1) Primzahlen⁹, (L4) Koordinatensystem¹⁰, (L1) die Zahl π¹¹, (L2) Volumen¹²</p> <p>Klasse 7/8: (L1) Wurzeln und Quadrieren¹³, (L1) Lösung von Gleichungen durch Äquivalenzumformungen¹⁴, (L1) Lösbarkeit und Lösungsvielfalt linearer Gleichungen/Gleichungssysteme¹⁵, (L3) Dreiecksungleichung¹⁶, (L4) Funktion als eindeutige Zuordnung¹⁷, (L1, L4) Lineare Gleichungen/Funktionen¹⁸, (L4) Linearfaktorstellung einer quadratischen Funktion¹⁹</p>	<p>Klasse 11/12: Dreidimensionaler Raum: (L1, L3) Skalarprodukt, Vektorprodukt²⁰, (L2) Skalarprodukt für die Orthogonalität zweier Vektoren²¹, (L2) Vektorprodukt für den Flächeninhalt²², (L1) Gaußverfahren und Lösungsmengen im \mathbb{R}^3 interpretieren, Matrixschreibweise²³</p> <p>Differentialrechnung: (L1) Ableiten mit Produkt- und Kettenregel²⁴, (L1) Ableiten von gebrochenrationalen Funktionen mit versch. Ableitungsregeln²⁵, (L2) Mittelwert einer Funktion²⁶, (L4) Ableitungsfunktion der Exponential- und Logarithmusfunktion²⁷, (L4) Extremwertprobleme mit Nebenbedingungen²⁸, (L4) Funktionscharen²⁹</p>

⁵Vgl.: BP S.7

⁶Vgl.: MH S.12

⁷Vgl.: BP S.16 f.

⁸Vgl.: BP S.16

⁹Vgl.: BP S.16

¹⁰Vgl.: BP S.21

¹¹Vgl.: BP S.18

¹²Vgl.: BP S.18

¹³Vgl.: BP S.24

¹⁴Vgl.: BP S.24

¹⁵Vgl.: BP S.25

¹⁶Vgl.: BP S.26

¹⁷Vgl.: BP S.27

¹⁸Vgl.: BP S.24 und S.27

¹⁹Vgl.: BP S.28

²⁰Vgl.: BP S.38 und S. 40

²¹Vgl.: BP S.39

²²Vgl.: BP S.38

²³Vgl.: BP S.39

²⁴Vgl.: BP S.38

²⁵Vgl.: BP S.38

²⁶Vgl.: BP S.40

²⁷Vgl.: BP S.40f.

²⁸Vgl.: BP S.42

²⁹Vgl.: BP S.42

	<p>Kasse 9/10: Exponentialfunktion/trigonometrische Funktion/...: (L1) Potenzen³⁰, (L1) Exponential- und Potenzgleichungen, Logarithmus³¹, (L2) Bogenmaß und Gradmaß³², (L3) Sinus, Cosinus, Tangens Zusammenhang³³, (L4) Potenz-, Wurzel- und Exponentialfunktion³⁴, (L4) Linearfaktordarstellung einer ganzrationalen Funktion³⁵</p> <p>Vektoren/Punkte im Raum: (L1) Vektoren als Tupel³⁶, (L3) Abstand zweier Punkte und Vektorbetrag³⁷</p> <p>Ableitung: (L1) Ableitungsregeln: Potenzregel, Summenregel, Ableitung von $\sin(x)$ und $\cos(x)$³⁸, (L4) Differenzenquotient auf einem Intervall³⁹, (L4) Monotonie⁴⁰, (L4) lokale und globale Maxima und Minima⁴¹, (L4) Ableitung als Tangentensteigung, Faktor- und Summenregel, Monotoniesatz, Ableitungsfunktion, höhere Ableitungen und Extrema, Krümmung, Monotonie⁴², (L4) Lineare Approximation einer Funktion⁴³, (L4) Propädeutischer Grenzwertbegriff⁴⁴, (L4) Änderungsrate⁴⁵</p> <p>Messen: (L2) Kreisinhalt und -umfang mittels Grenzprozess⁴⁶, (L2) Kreisbögen und -ausschnitte⁴⁷, (L2) Mantelflächeninhalte und Volumina (Kegel, Zylinder, Pyramide)⁴⁸</p>	<p>Integration: (L1) Stammfunktion mit Potenz-, Summenregel und linearer Substitution bestimmen⁴⁹, (L1, L4) Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung⁵⁰, (L1) uneigentliche Integrale⁵¹, (L2) Integral als Grenzwert einer Summe⁵², (L4) Stammfunktion der Exponentialfunktion sowie charakteristische Eigenschaften⁵³, (L4) Integral als orientierter Flächeninhalt⁵⁴, (L4) Linearität des Integrals⁵⁵, (L2) Flächeninhalte und Volumen⁵⁶, (L4) Zusammengesetzte Funktionen⁵⁷</p>
--	--	---

³⁰Vgl.: BP S.30
³¹Vgl.: BP S.30
³²Vgl.: BP S.31
³³Vgl.: BP S.33
³⁴Vgl.: BP S.34
³⁵Vgl.: BP S.35
³⁶Vgl.: BP S.30
³⁷Vgl.: BP S.31
³⁸Vgl.: BP S.31
³⁹Vgl.: BP S.35
⁴⁰Vgl.: BP S.35
⁴¹Vgl.: BP S.35
⁴²Vgl.: BP S.35
⁴³Vgl.: BP S.35
⁴⁴Vgl.: BP S.34
⁴⁵Vgl.: BP S.35
⁴⁶Vgl.: BP S.31
⁴⁷Vgl.: BP S.31
⁴⁸Vgl.: BP S.32
⁴⁹Vgl.: BP S.38
⁵⁰Vgl.: BP S.38 und S.42
⁵¹Vgl.: BP S.38
⁵²Vgl.: BP S.40
⁵³Vgl.: BP S.40f.
⁵⁴Vgl.: BP S.42
⁵⁵Vgl.: BP S.42
⁵⁶Vgl.: BP S.42
⁵⁷Vgl.: BP S.42

Vertiefung der Grundlagen der Mathematik — Algebraische Strukturen & Mathematische Software		
Bemerkungen	Bezug zum Bildungsplan	
	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
<p>Im Teilmodul Algebraische Strukturen lernen die Studierenden für alle Bereiche der Mathematik wesentliche algebraische Strukturen kennen. Anhand eines beweis- und strukturorientierten Zugangs wird ihr Abstraktionsvermögen gefördert und ihr analytisches Denken geschult.⁵⁸</p> <p>Im Teilmodul Mathematische Software lernen die Studierenden fachspezifische Softwarepakete und Computeralgebrasysteme kennen und schärfen ihr algorithmisches Arbeiten.⁵⁹</p> <p>Inhaltliche Bezüge zur Schulmathematik bestehen insbesondere im Bereich Zahlen und Symmetrie sowie zur Nutzung von Computeralgebrasystemen im Unterricht.</p>	<p>Klasse 5/6: (L1) Natürliche, ganze und rationale Zahlen⁶⁰, (L1) Rechnen mit Zahlen und Zahltermen⁶¹, (L1) Primzahlen⁶², (L4) Koordinatensystem⁶³, (L3) Achsen- und Punktsymmetrie⁶⁴, (L3) Achsen- und Punktspiegelung⁶⁵</p> <p>Klasse 7/8: (L1) Zahlterme⁶⁶, (L1) Assoziativgesetze, Kommutativgesetze, Distributivgesetze, Rechnen mit Variablen⁶⁷, (L1) Zahlbereichserweiterungen⁶⁸, (L3) Geometrische Grundkonstruktionen⁶⁹</p> <p>Kasse 9/10: (L1) Rechengesetze für das Multiplizieren, Dividieren und Potenzieren⁷⁰, (L3) Ähnlichkeit und Kongruenz⁷¹</p>	<p>Klasse 11/12: Gauß-Algorithmus⁷², Spiegelungen⁷³</p>

⁵⁸Vgl.: MH S.17

⁵⁹Vgl.: MH S.17

⁶⁰Vgl.: BP S.16 f.

⁶¹Vgl.: BP S.17 f.

⁶²Vgl.: BP S.16

⁶³Vgl.: BP S.21

⁶⁴Vgl.: BP S.18

⁶⁵Vgl.: BP S.18

⁶⁶Vgl.: BP S.22

⁶⁷Vgl.: BP S.22

⁶⁸Vgl.: BP S.23

⁶⁹Vgl.: BP S.26

⁷⁰Vgl.: BP S.30

⁷¹Vgl.: BP S.33

⁷²Vgl.: BP S.39

⁷³Vgl.: BP S.41

Aufbauende Pflichtmodule im Bachelor of Education Lehramt Gymnasium		
Proseminar Mathematische Vorträge		
Bemerkungen	Bezug zum Bildungsplan	
	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
Die Proseminare haben unterschiedliche thematische Ausrichtungen, so dass keine allgemein gültigen inhaltlichen Bezüge zum Bildungsplan dargestellt werden können. In ihnen lernen die Studierenden mathematische Inhalte aufzubereiten, in einem didaktisch sinnvoll gestalteten Vortrag zu präsentieren und eine fachliche Diskussion zu führen. ⁷⁴		
Algebra		
Bemerkungen	Bezug zum Bildungsplan	
	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
Im Modul Algebra wird das strukturelle und abstrakte Denken in besonderem Maße erlernt. Antike Fragen, wie die Konstruierbarkeit eines Würfels mit Volumen 2 (Würfelverdopplung) oder eines Quadrats mit Flächeninhalt π (Quadratur des Kreises) mit Zirkel und Lineal, werden mit algebraischen Methoden untersucht. Studierende können hierbei den Nutzen der Verknüpfung verschiedener mathematischer Gebiete und des Abstrahierens zur Lösungsfindung erkennen. Zudem wird die Frage der Existenz allgemeiner Formeln für Nullstellen ganzrationaler Funktionen vom Grad n geklärt ($n=2$: Mitternachtsformel; $n=3$: Cardano-Formeln; $n=4$: Ansatz von Ferrari; ab $n=5$: keine allgemeine Formel). ⁷⁵	Klasse 5/6: (L2) Zahl π ⁷⁶ , (L3) Symmetrie: Achsen- und Punktsymmetrie, Spiegelung: Achsen- und Punktspiegelung (vgl. Symmetriegruppen des Quadrates) ⁷⁷ Klasse 7/8: (L1) Assoziativ-, Kommutativ- und Distributivgesetz ⁷⁸ , (L1) Zahlenbereichserweiterung der rationalen Zahlen zu den reellen Zahlen ⁷⁹ , (L1) Beispiel für irrationale Zahlen ⁸⁰ , (L1) Satz vom Nullprodukt ⁸¹ , (L4) Linearfaktordarstellung einer quadratischen Funktion ⁸² , (L1) Formel zur Lösung einer quadratischen Gleichung (bspw. Mitternachtsformel) ⁸³ , (L3) Konstruktion mit Zirkel und Lineal ⁸⁴ Kasse 9/10: (L4) Linearfaktordarstellung einer ganzrationalen Funktion ⁸⁵	Kasse 11/12: (L1) Gauß-Algorithmus ⁸⁶

⁷⁴Vgl.: MH S.23

⁷⁵Vgl.: MH S. 24

⁷⁶Vgl.: BP S.19

⁷⁷Vgl.: BP S.19f.

⁷⁸Vgl.: BP S.23

⁷⁹Vgl.: BP S.24

⁸⁰Vgl.: BP S.24

⁸¹Vgl.: BP S.24

⁸²Vgl.: BP S.28

⁸³Vgl.: BP S.24

⁸⁴Vgl.: BP S.20 und S. 26

⁸⁵Vgl.: BP S.35

⁸⁶Vgl.: BP S.35

Geometrie		
	Bezug zum Bildungsplan	
Bemerkungen	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
<p>In diesem Modul werden unterschiedliche axiomatische Zugänge zur Geometrie beleuchtet: eine Auswahl aus Euklidischer Geometrie, Hilbertscher Geometrie, Hyperbolischer Geometrie, Projektiver Geometrie, Möbius Geometrie oder anderen. Behandelt werden dabei Fragen wie „Ist das euklidische Parallelenaxiom unabhängig von den Hilbert Axiomen?“. Aus der Schule bekannte geometrische Sätze (bspw. Satz des Pythagoras, Strahlensätze) werden genauso bewiesen wie eher unbekanntere Sätze (bspw. Satz von Menelaos, Satz von Ceva, Kleiner Pappos).</p>	<p>Klasse 5/6: (L3) Lagebeziehungen von Strecken/Gerade, (L3) Winkel: rechte, spitze und stumpfe Winkel, (L3) Symmetrie: Achsen- und Punktsymmetrie, (L3) Spiegelung: Achsen- und Punktspiegelung⁸⁷</p> <p>Klasse 7/8: (L3) Winkel: Scheitel- und Nebenwinkel, Stufen- und Wechselwinkel, Winkelsumme für Dreiecke⁸⁸, (L3) Satz des Thales⁸⁹, (L3) Konstruktion mit Zirkel und Lineal von: Mittelsenkrechte, Winkelhalbierende, Umkreis- und Inkreismitelpunkt, Tangenten am Kreis⁹⁰, (L3) Streckung von Figuren⁹¹, (L3) Strahlensätze (insb. Nichtumkehrbarkeit des zweiten Strahlensatzes)⁹², (L4) Lagebeziehungen von Geraden anhand ihrer Gleichungen⁹³</p> <p>Kasse 9/10: (L3) Ähnlichkeit und Kongruenz, insbesondere bei Dreiecken (vgl. Euklids Elemente: SSS, WSW)⁹⁴, (L3) Satz des Pythagoras⁹⁵, (L3) Winkelweiten und Streckenlängen mithilfe von Sinus, Kosinus, Tangens⁹⁶, (L3) Vektoren (bspw. Kollinearität, Mittelpunkt)⁹⁷</p>	<p>Klasse 11/12: (L1, L2, L3) Skalarprodukt: geometrische Interpretation, Berechnungen, Orthogonalität bei Vektoren, Winkelweiten⁹⁸, (L2) Hesse'sche Normalform für den Abstand zwischen Punkt und Ebene, (L2) Schnittwinkel und Abstände zwischen geometrischen Objekten, (L2) Vektorprodukt für den Flächeninhalt (vgl. Spatprodukt und Determinante für das Volumen)⁹⁹, (L3) Ebenendarstellungen (Parameterdarstellung, Koordinatengleichung, Normalengleichung) und Lagebeziehungen von Ebenen und Gerade¹⁰⁰, (L3) Beweise von geometrischen Aussagen (wie bspw. der Satz des Thales)¹⁰¹</p>

⁸⁷ Vgl.: BP S.19f.

⁸⁸ Vgl.: BP S.25

⁸⁹ Vgl.: BP S.25

⁹⁰ Vgl.: BP S.20 und S.26

⁹¹ Vgl.: BP S.26

⁹² Vgl.: BP S.26

⁹³ Vgl.: BP S.27

⁹⁴ Vgl.: BP S.33

⁹⁵ Vgl.: BP S.33

⁹⁶ Vgl.: BP S.33

⁹⁷ Vgl.: BP S.33

⁹⁸ Vgl.: BP S.38 bis S.40

⁹⁹ Vgl.: BP S.39

¹⁰⁰ Vgl.: BP S.40

¹⁰¹ Vgl.: BP S.41

Stochastik		
	Bezug zum Bildungsplan	
Bemerkungen	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
<p>Im Modul Stochastik werden Grundprinzipien der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Statistik vermittelt. Dabei wird auf die Bedeutung(en) von Wahrscheinlichkeit sowie auf viele für die Schule relevante Begriffe eingegangen, wie Laplace-Experimente, Bernoulli-Experimente, Normalverteilungen, Erwartungswert etc. Die Studierenden lernen, stochastische Fragen zu abstrahieren und ihre Kenntnisse auf konkrete Problemstellungen anzuwenden.¹⁰²</p>	<p>Klasse 5/6: (L5) Daten ermitteln, beurteilen und auswerten, Arithmetisches Mittel¹⁰³</p> <p>Klasse 7/8: (L5) Boxplot mit unterem/oberem Quartil und Median¹⁰⁴, (L5) Wahrscheinlichkeitsrechnung: Bedeutung von Wahrscheinlichkeit, Ergebnis, Ereignis, Zufallsexperimente, Möglichkeiten, Laplace-Experimente, Baumdiagramme, mehrstufige Zufallsexperimente mit der Produkt- und Summenregel¹⁰⁵</p> <p>Kasse 9/10: (L5) Bedingte Wahrscheinlichkeit, stochastische Unabhängigkeit, Zufallsgrößen (Ereignisse, Wahrscheinlichkeitsverteilung, Erwartungswert)¹⁰⁶, (L5) Bernoulli-Experiment, Binomialkoeffizient, Binomialverteilung, Erwartungswert und Standardabweichung einer binomialverteilten Zufallsgröße¹⁰⁷</p>	<p>Klasse 11/12: (L5) Hypothesentest: Zugrundeliegende Argumentation des Hypothesentests, Nullhypothese, Signifikanzniveau, Irrtumswahrscheinlichkeit, Fehler 1. und 2. Art¹⁰⁸, (L5) Diskrete und stetige Zufallsgrößen¹⁰⁹, (L5) Normalverteilte Zufallsgröße: Dichtefunktion, Glockenkurve, Erwartungswert, Standardabweichung¹¹⁰</p>
Numerik		
	Bezug zum Bildungsplan	
Bemerkungen	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
<p>Es werden Grundprinzipien der Numerischen Mathematik kennengelernt. Unter anderem werden Verfahren zur numerischen Bestimmung des Integrals, von Nullstellen und von Lösungsmengen (Gaußverfahren) im Hinblick auf Effizienz und Komplexität betrachtet.¹¹¹</p>	<p>Klasse 7/8: (L1) Iteratives Verfahren zur Bestimmung der Wurzel (vgl. Nullstellen mit Newtonverfahren $f(x) = x^2 - q$)¹¹²</p> <p>Kasse 9/10: (L1) Nullstellen näherungsweise bestimmen (mit digitalen Hilfsmitteln)¹¹³</p>	<p>Klasse 11/12: (L1) Iteratives Verfahren für Nullstellen¹¹⁴, (L2) Integral als Grenzwert einer Summe (vgl. numerische Integration bspw. mit der Keplerschen Fassregel)¹¹⁵, (L1) Gaußverfahren, Matrixschreibweise (vgl. LR-Zerlegung)¹¹⁶</p>

¹⁰² Vgl.: MH S.21

¹⁰³ Vgl.: BP S.22

¹⁰⁴ Vgl.: BP S.28

¹⁰⁵ Vgl.: BP S.28f.

¹⁰⁶ Vgl.: BP S.36

¹⁰⁷ Vgl.: BP S.36f.

¹⁰⁸ Vgl.: BP S.43

¹⁰⁹ Vgl.: BP S.43

¹¹⁰ Vgl.: BP S.43

¹¹¹ Vgl.: MH S. 19

¹¹² Vgl.: BP S.24

¹¹³ Vgl.: BP S.30

¹¹⁴ Vgl.: BP S.38

¹¹⁵ Vgl.: BP S.40

¹¹⁶ Vgl.: BP S.39

Fachmodule im Master of Education Lehramt Gymnasium		
Einführung in Funktionentheorie und Gewöhnliche Differentialgleichungen		
Bemerkungen	Bezug zum Bildungsplan	
	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
<p>Im Modul Einführung in Funktionentheorie und Gewöhnlichen Differentialgleichungen werden bekannte Konzepte der reellen Analysis auf die komplexen Zahlen erweitert; dazu zählen Differenzierbarkeit, Potenzreihen und Weintegrale. Es zeigt sich dabei, dass differenzierbare Funktionen im Komplexen bessere Eigenschaften haben als im Reellen. Zudem wird der Fundamentalsatz der Algebra bewiesen, der besagt, dass ganzrationale Funktion von positivem Grad eine Nullstelle besitzt. Da Nullstellenmengen und Linearfaktorzerlegung in der Schule behandelt werden, ist das ein weiteres für die Schule interessantes Resultat. Weiter werden aus der Schule bekannte Funktionen durch Potenzreihen wie die Exponentialfunktion, Kosinus und Sinus auf die komplexen Zahlen erweitert und für bekannte Aussagen wie die Additionstheoreme ergeben sich durch die Erweiterung einfache Beweise.¹¹⁷</p>	<p>Klasse 7/8: (L1) Beispiel für irrationale Zahlen¹¹⁸, (L1) Nullstellen (Satz vom Nullprodukt)¹¹⁹, (L4) Linearfaktorzerlegung einer quadratischen Funktion¹²⁰</p> <p>Kasse 9/10: (L1) Ableitungen¹²¹, (L4) Linearfaktorzerlegung einer ganzrationalen Funktion¹²², (L4) Exponentialfunktion¹²³, (L4) Sinus, Cosinus¹²⁴</p>	<p>Klasse 11/12: (L1, L4) Differentialrechnung¹²⁵ (L1, L4) Integralrechnung¹²⁶</p>
Vertiefung spezielle Gebiete der Mathematik		
Bemerkungen	Bezug zum Bildungsplan	
	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
<p>Das Modul Vertiefung spezielle Gebiete der Mathematik ist ein Wahlpflichtmodul, in dem die Studierenden vertieftes Wissen in einem Teilgebiet der Mathematik erwerben. Hierfür steht ihnen ein abwechslungsreiches und wechselndes Angebot zur Verfügung. Die inhaltlichen Bezüge zum Bildungsplan ergeben sich aus der Wahl des Studierenden.¹²⁷</p>		

¹¹⁷ Vgl.: MH.Master S. 9

¹¹⁸ Vgl.: BP S.24

¹¹⁹ Vgl.: BP S.24

¹²⁰ Vgl.: BP S.28

¹²¹ Vgl.: BP S.31

¹²² Vgl.: BP S.35

¹²³ Vgl.: BP S.34

¹²⁴ Vgl.: BP S.35

¹²⁵ Vgl.: BP S.38ff.

¹²⁶ Vgl.: BP S.38 und S.42

¹²⁷ Vgl.: MH.Master S.12

Seminar Vertiefung Mathematik		
	Bezug zum Bildungsplan	
Bemerkungen	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
Wie die Proseminare haben auch die Seminare unterschiedliche inhaltliche Gewichtungen und es ist kein kein allgemein gültiger inhaltlicher Bezug zum Bildungsplan darstellbar. Die Studierenden vertiefen ihre Kompetenz mathematische Inhalte eigenständig aufzubereiten, in einem didaktisch sinnvoll gestalteten Vortrag zu präsentieren und eine fachliche Diskussion zu führen. ¹²⁸		

Fachdidaktik Mathematik im Bachelor und Master of Education Lehramt Gymnasium		
Fachdidaktik Mathematik 1: Didaktik der Algebra und Arithmetik		
	Bezug zum Bildungsplan	
Bemerkungen	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
Die Studierenden erlernen die didaktische Reduktion wichtiger Grundbegriffe der Algebra und der Arithmetik auf Schulniveau, verschiedene Möglichkeiten wichtige Begriffe der Algebra und der Arithmetik in der Schule einzuführen sowie Motivationsmöglichkeiten für algebraische und arithmetische Grundideen. Wir stellen hier nur einige besonders herausstechende inhaltliche Bezüge zu den Bildungsplänen dar. ¹²⁹	Klasse 5/6: (L1) Stellenwertsysteme ¹³⁰ , (L1) Primzahlen, Teilbarkeitsregeln für 2, 3, 5... ¹³¹ , (L1) Natürliche, ganze und rationale Zahlen ¹³² , (L1) Grundvorstellungen zu Brüchen: Anteil, Maßzahl, Operator, Verhältnis ¹³³ , (L1) mit Brüchen rechnen und umrechnen ¹³⁴ , (L4) einfache funktionale Zusammenhänge ¹³⁵ Klasse 7/8: (L1) Formel zur Lösung einer quadratischen Gleichung (bspw. Mitternachtsformel) ¹³⁶ , (L4) lineare und quadratische Gleichungen ¹³⁷ Klasse 9/10: (L1) Exponentialgleichungen und Logarithmen ¹³⁸ , (L4) mit Variablen, Termen und Gleichungen umgehen ¹³⁹	

¹²⁸Vgl.: MH S.23 und MH.Master S.14

¹²⁹Vgl.: MH S.28

¹³⁰Vgl.: BP S.16

¹³¹Vgl.: BP S.16

¹³²Vgl.: BP S.16 f.

¹³³Vgl.: BP S.16 f.

¹³⁴Vgl.: BP S.17

¹³⁵Vgl.: BP S.21

¹³⁶Vgl.: BP S.24

¹³⁷Vgl.: BP S.27f.

¹³⁸Vgl.: BP S.30f.

¹³⁹Vgl.: BP S.23ff.

Fachdidaktik Mathematik 2 - Teil 1: Didaktik der Geometrie und Linearen Algebra		
	Bezug zum Bildungsplan	
Bemerkungen	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
In diesem Teilmodul steht die didaktische Reduktion wichtiger der Geometrie und der Linearen Algebra auf Schulniveau im Mittelpunkt. Es werden unterschiedliche Möglichkeiten der Einführung wichtiger Begriffe und der Motivation von Grundideen betrachtet. ¹⁴⁰	<p>Klasse 5/6: (L2) mit Größen umgehen¹⁴¹, (L2) bei Figuren und Körpern Größen berechnen¹⁴², (L3) geometrische Objekte zeichnen und konstruieren¹⁴³,</p> <p>Klasse 7/8: (L3) geometrische Figuren untersuchen¹⁴⁴, (L3) Ortslinien konstruieren und mit Ortslinien arbeiten¹⁴⁵, (L3) mit zentrischer Streckung und den Strahlensätzen arbeiten¹⁴⁶</p> <p>Kasse 9/10: (L2) Größen bei Figuren und Körpern berechnen¹⁴⁷, (L3) Geometrische Zusammenhänge beweisen und mit trigonometrischen Beziehungen arbeiten¹⁴⁸, (L3) mit geometrischen Objekten in kartesischen Koordinatensystemen umgehen¹⁴⁹, (L3) Vektorbegriff¹⁵⁰</p>	<p>Klasse 11/12: (L1, L3) Skalarprodukt: geometrisch und arithmetisch¹⁵¹, (L2) Winkelweiten, Abstände und Flächeninhalte in kartesischen Koordinatensystemen berechnen¹⁵², (L2) das Volumen von Körpern berechnen, die durch Rotation von Flächen um die x-Achse entstehen¹⁵³, (L3) Vektorielle Darstellungen beim Beweisen nutzen¹⁵⁴</p>

¹⁴⁰Vgl: MH S.30

¹⁴¹Vgl.: BP S.18

¹⁴²Vgl.: BP S.18f.

¹⁴³Vgl.: BP S.20

¹⁴⁴Vgl.: BP S.25f.

¹⁴⁵Vgl.: BP S.26

¹⁴⁶Vgl.: BP S.26

¹⁴⁷Vgl.: BP S.31f.

¹⁴⁸Vgl.: BP S.33

¹⁴⁹Vgl.: BP S.33

¹⁵⁰Vgl.: BP S.33

¹⁵¹Vgl.: BP S.38 und S.40

¹⁵²Vgl.: BP S.39

¹⁵³Vgl.: BP S.40

¹⁵⁴Vgl.: BP S.40f.

Fachdidaktik Mathematik 2 - Teil 2: Didaktik der Analysis und Stochastik		
Bemerkungen	Bezug zum Bildungsplan	
	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
In diesem Teilmodul steht die didaktische Reduktion wichtiger Grundbegriffe der Analysis und der Stochastik auf Schulniveau im Mittelpunkt. Es werden unterschiedliche Möglichkeiten der Einführung wichtiger Begriffe und der Motivation von Grundideen betrachtet. ¹⁵⁵	<p>Klasse 5/6: (L4) Darstellungen des Funktionalen Zusammenhangs: Graphische Darstellung (ikonisch), Tabellarische Darstellung, Real situative Darstellung (verbal, proportionaler Zusammenhang)¹⁵⁶, (L5) Daten erfassen, darstellen und auswerten¹⁵⁷</p> <p>Klasse 7/8: (L4) Darstellungen einer Funktion und der Wechsel dazwischen: Graphische, Tabellarische, Algebraische und Real situative Darstellung¹⁵⁸, (L4) Grundvorstellung einer Funktion: Zuordnungsvorstellung, Objektvorstellung, Kovariationsvorstellung¹⁵⁹, (L4) Modellieren: quadratische Funktionen.¹⁶⁰, (L5) Wahrscheinlichkeitsrechnung¹⁶¹, (L5) Daten aus- und bewerten¹⁶², (L5) Wahrscheinlichkeiten verstehen und berechnen¹⁶³</p> <p>Kasse 9/10: (L1) Funktionsterme ableiten¹⁶⁴, (L2) Flächeninhalt und Umfang eines Kreises mithilfe eines Grenzprozesses bestimmen¹⁶⁵, (L4) Die Grundidee der Differentialrechnung verstehen und mit Ableitungen umgehen¹⁶⁶, (L4) Modellieren: ganzrationale Funktionen, periodische Vorgänge, Wachstumsvorgänge (Exponentialfunktion)¹⁶⁷ (L5) bedingte Wahrscheinlichkeiten, Unabhängigkeit, Zufallsgrößen, Erwartungswert¹⁶⁸, (L5) Binomialverteilung¹⁶⁹</p>	<p>Klasse 11/12: (L1) Zahlenwerte approximieren¹⁷⁰, (L1) Produkt- und Kettenregel¹⁷¹, (L1) Integrationsregeln¹⁷², (L2) das Integral nutzen¹⁷³, (L3) Modellieren: geometrische Objekte¹⁷⁴, (L4) mit der natürlichen Exponential- und Logarithmusfunktion und mit zusammengesetzten Funktionen umgehen¹⁷⁵, (L4) die Grundidee der Integralrechnung verstehen und mit Integralen umgehen¹⁷⁶, (L5) die Normalverteilung¹⁷⁷, (L5) Modellieren: Hypothesentests¹⁷⁸</p>

¹⁵⁵ Vgl.: MH S.30

¹⁵⁶ Vgl.: BP S.21

¹⁵⁷ Vgl.: BP S.22

¹⁵⁸ Vgl.: BP S.27

¹⁵⁹ Vgl.: BP S.27

¹⁶⁰ Vgl.: BP S.28

¹⁶¹ Vgl.: BP S.28f.

¹⁶² Vgl.: BP S.28

¹⁶³ Vgl.: BP S.29

¹⁶⁴ Vgl.: BP S.31

¹⁶⁵ Vgl.: BP S.31

¹⁶⁶ Vgl.: BP S.35f.

¹⁶⁷ Vgl.: BP S.34f.

¹⁶⁸ Vgl.: BP S.36

¹⁶⁹ Vgl.: BP S.36f.

¹⁷⁰ Vgl.: BP S.38

¹⁷¹ Vgl.: BP S.38

¹⁷² Vgl.: BP S.38

¹⁷³ Vgl.: BP S.40

¹⁷⁴ Vgl.: BP S.41

¹⁷⁵ Vgl.: BP S.41f.

¹⁷⁶ Vgl.: BP S.42

¹⁷⁷ Vgl.: BP S.43

¹⁷⁸ Vgl.: BP S.43

Fachdidaktik Mathematik 3: Professionsbezug		
	Bezug zum Bildungsplan	
Bemerkungen	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
In diesem Teilmodul wird das Praxissemester didaktisch aufbereitet. Es schließt es an die Fachdidaktik 1 und 2 an und nimmt unterschiedlichste inhaltliche Themen auf. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die Planung und Analyse von Mathematikunterricht auf der Basis fachdidaktischer Konzepte. ¹⁷⁹		
Fachdidaktik Mathematik 3: Wahlbereich		
	Bezug zum Bildungsplan	
Bemerkungen	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
In diesem Teilmodul werden wechselnde Themen der Fachdidaktik Mathematik behandelt, die bis zur aktuellen Forschung in der Fachdidaktik führen können. ¹⁸⁰		

¹⁷⁹ Vgl: MH.Master S.15

¹⁸⁰ Vgl: MH.Master S.15

Prozessbezogene Kompetenzen

Der Schulunterricht soll den Schülerinnen und Schülern nicht nur inhaltliche Kompetenzen vermitteln, sondern auch prozessbezogene. Diese nehmen in den Bildungsplänen einen ihrer Bedeutung entsprechenden breiten Raum ein. Wir werden im folgenden diese prozessbezogenen Kompetenzen auflisten und die Bezüge zum Studium tabellarisch darstellen. Jeder der aufgeführten Kompetenzen ist ein Tabellenabschnitt gewidmet. In der ersten Spalte werden die zu vermittelnden Kompetenzen gemäß der Bildungspläne ausgeführt; in der zweiten Spalte wird erläutert, wie die Studierende diese Kompetenzen selbst im Studium der Mathematik weiterentwickeln und auf ihre Vermittlung vorbereitet werden.

Prozessbezogene Kompetenzen	
K1: Argumentieren und Beweisen	
	Bezug zum Modulhandbuch
Bemerkungen	Studium
<p>Argumentieren und Beweisen bedeutet für Schülerinnen und Schüler unter anderem:¹⁸¹</p> <ul style="list-style-type: none"> • in mathematischen Zusammenhängen Vermutungen entwickeln und mathematisch formulieren sowie die Plausibilität prüfen; • mathematische Argumentationsstrukturen nutzen, z.B. Wenn-Dann Sätze formulieren, Umkehrungen von Sätzen bilden und an Beispielen erläutern; • mathematische Verfahren und Vorgehensweisen begründen und erläutern und dabei unterschiedliche Darstellungsformen verwenden; • Beweise nachvollziehen und wiedergeben, Argumentation von Beweisen auf Begründungsbasis zurückführen, ausgehend von Begründungsbasis mehrschrittige Argumentationsketten aufbauen (Beweise führen), Wahrheitsgehalt von Aussagen prüfen; • Beziehung zwischen mathematischen Sätzen aufzeigen. 	<p>Im Mathematikstudium ist Argumentieren und Beweisen der zentrale Inhalt. Es werden in allen Modulen Argumente (meist in Form von Beweisen) geführt. Die Beweise sollen von Studierenden nachvollzogen werden. Die Übungsaufgaben und Übungsstunden dienen dem Erwerb der Kompetenz, selbst Beweise zu führen.¹⁸² Dabei sollen Studierende unter anderem die Fähigkeit entwickeln, stringente Argumentationsketten zu formulieren. In den Grundlagen der Mathematik gehört es zum expliziten Ziel, die Studierenden mit der logisch-formalen Sprache der Mathematik vertraut zu machen und sie ihnen eine „einer präzise, streng logischen Arbeitsweise“¹⁸³ nahe zu bringen. Das korrekte Formulieren von Wenn-Dann Sätzen und Umkehrungen gehört zu Fähigkeiten, die von Beginn des Studiums erlernt und angewendet werden. Der axiomatische Aufbau der Mathematik gehört ebenso zu den elementaren Grundlagen jeder Veranstaltungen. Die in den prozessbezogenen Kompetenzen für die Schüler angesprochene „Begründungsbasis“ kann als Pendant zu den in der Hochschulmathematik verwendeten Axiomen gesehen werden.</p>

¹⁸¹Vgl.: BP S.11

¹⁸²Vgl.: MH S.13

¹⁸³MH S.12

K2: Probleme lösen	
	Bezug zum Modulhandbuch
Bemerkungen	Studium
<p>Modellieren bedeutet für Schülerinnen und Schüler unter anderem:¹⁸⁴</p> <ul style="list-style-type: none"> • Probleme analysieren: Informationen entnehmen und ihre Bedeutung bewerten, durch verschiedene Darstellungen das Problem durchdringen, umformulieren und Hilfsmittel nutzen; • mit Beispielen und systematischem Versuchen probieren, zu Vermutungen zu kommen und die Plausibilität prüfen; • Zerlegen von Problemen in Teilprobleme; • Regelmäßigkeiten oder mathematische Muster für die Problemlösung nutzen, das Problem auf Bekanntes zurückführen oder Analogien herstellen; • durch Vorwärts- oder Rückwärtsarbeiten Lösungsschritte finden; • Sonderfälle und Verallgemeinerungen untersuchen; • Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Teilgebieten der Mathematik zur Lösung nutzen; • Lösung überprüfen: Ergebnisse, auch Zwischenergebnisse, auf Plausibilität oder an Beispielen prüfen, Fehler analysieren und konstruktiv nutzen, Lösungswege vergleichen. 	<p>Bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben trainieren Studierende das Probleme zu lösen. Dabei sind häufig implizit genau die von den Schülerinnen und Schüler verlangten Kompetenzen erfordert. Eine typische Aufgabe auf einem Übungsblatt kann das Zerlegen von Problemen in Teilprobleme, das Erkennen von mathematischen Mustern und Vorwärts- oder Rückwärtsarbeiten zum Beweis erfordern. Das Betrachten von Sonderfällen und Verallgemeinerungen gehört zum Werkzeugkasten mathematischen Arbeitens im Studium.</p> <p>Bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben kann es hilfreich sein, ein Problem umzuformulieren und aus einem anderen Blickwinkel – womöglich in einer anderen mathematischen Disziplin – zu betrachten, wie Studierende es im Modul Algebra kennenlernen.¹⁸⁵ Ebenso müssen Zwischenergebnisse überprüft und Fehler bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben analysiert werden. Es sollte, wie im Modulhandbuch beschrieben, die „mathematische Phantasie“¹⁸⁶ angeregt werden. Insgesamt lässt sich festhalten, dass beim Bearbeiten von Übungsaufgaben das Problemlösen im Fokus steht.</p>
K3: Modellieren	
	Bezug zum Modulhandbuch
Bemerkungen	Studium
<p>Das bedeutet für Schülerinnen und Schüler unter anderem:¹⁸⁷</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realsituationen analysieren und aufbereiten; • mathematisieren: Grundvorstellungen zu mathematischen Operationen nutzen und die Eignung mathematischer Verfahren einschätzen, zu einer Situation passende mathematische Modelle auswählen oder konstruieren; • im mathematischen Modell arbeiten; • interpretieren und validieren: die Ergebnisse aus einer mathematischen Modellierung in die Realität übersetzen, die aus dem mathematischen Modell gewonnene Lösung in der jeweiligen Realsituation überprüfen und die Lösung bewerten und gegebenenfalls Überlegungen zur Verbesserung der Modellierung anstellen. 	<p>Das Modellieren wird im Studium in mehreren Modulen mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung thematisiert: in der Numerik werden „Verfahren auf spezifische Problemstellungen“¹⁸⁸ angewendet; in der Stochastik werden „Kenntnisse auf konkrete Problemstellungen“¹⁸⁹ angewendet; in der Geometrie sind „konkrete Probleme zu lösen“¹⁹⁰. Dabei werden teilweise Realsituationen verwendet, die analysiert, übersetzt (mathematisiert), in der Mathematik gelöst und dann interpretiert werden. Diesen Kreislauf des Modellierens lernen die Studierenden in den Fachdidaktikveranstaltungen kennen und beschäftigen sich genauer damit. Ebenso lernen sie in der Fachdidaktik die Grundprinzipien des Modellierens kennen.</p>

¹⁸⁴ Vgl.: BP S.12

¹⁸⁵ Vgl.: MH S.24

¹⁸⁶ MH S.13

¹⁸⁷ Vgl.: BP S.13

¹⁸⁸ MH S.19

¹⁸⁹ MH S.21

¹⁹⁰ citeMH S.26

K4: Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen	
	Bezug zum Modulhandbuch
Bemerkungen	Studium
<p>Das bedeutet für Schülerinnen und Schüler unter anderem:¹⁹¹</p> <ul style="list-style-type: none"> • zwischen natürlicher Sprache und symbolisch-formaler Sprache der Mathematik wechseln; • mathematische Darstellungen gezielt auswählen, verwenden und zwischen verschiedenen mathematischen Darstellungen wechseln; • Berechnungen ausführen, Routineverfahren anwenden und miteinander kombinieren, Algorithmen reflektiert anwenden, Ergebnisse und die Eignung des Verfahrens kritisch prüfen; • Hilfsmittel (z. B. Geodreieck und Zirkel, Taschenrechner, Software) problemangemessen auswählen und einsetzen, Taschenrechner und mathematische Software (Tabellenkalkulation, Dynamische Geometriesoftware) bedienen und zum Explorieren, Problemlösen und Modellieren einsetzen, und solche Ergebnisse kritisch prüfen. 	<p>In den Fachdidaktikveranstaltungen wird der Umgang mit Hilfsmitteln, allen voran mit dynamischer Geometriesoftware, thematisiert. Im Praktikum zur mathematischen Software lernen die Studierenden fachspezifische Softwarepakete kennen und vertiefen ihre algorithmische Kompetenz.¹⁹² In der Geometrie oder Algebra werden Konstruktionen mit Zirkel und Lineal untersucht. Die Studierenden lernen auf diese Weise verschiedene technische Hilfsmittel zu nutzen.</p> <p>Den Umgang mit symbolischen und formalen Elementen der Mathematik üben die Studierenden in allen Lehrveranstaltungen des Mathematikstudiums.</p>
K5: Kommunizieren	
	Bezug zum Modulhandbuch
Bemerkungen	Studium
<p>Kommunizieren bedeutet für Schülerinnen und Schüler unter anderem:¹⁹³</p> <ul style="list-style-type: none"> • mathematische Einsichten und Lösungswege schriftlich dokumentieren oder mündlich darstellen und erläutern und ihre Ergebnisse strukturiert präsentieren; • eigene Überlegungen in kurzen Beiträgen sowie selbstständige Problembearbeitungen in Vorträgen verständlich darstellen, bei der Darstellung ihrer Ausführungen geeignete Medien einsetzen; • die Fachsprache angemessen und korrekt verwenden: vorläufige Formulierungen zu fachsprachlichen Formulierungen weiterentwickeln und ihre Ausführungen mit geeigneten Fachbegriffen darlegen; • aus Äußerungen anderer mathematische Informationen entnehmen, Äußerungen und Informationen analysieren und beurteilen. 	<p>Der sinnvolle Einsatz von Medien bei der Darstellung ihrer Ausführungen wird im (Pro-)Seminar und den Fachdidaktik Veranstaltungen gefordert, indem Studierende hier eigens erarbeitete Lösungen präsentieren müssen. Das verständliche Darstellen wird dort sowie in den Übungsgruppen durch das Vorrechnen gestärkt. Das angemessene und korrekte Verwenden von Fachsprache lernen die Studierenden innerhalb ihres Mathematikstudiums, insbesondere durch die Bearbeitung der Übungsaufgaben. Das Bearbeiten der Übungsaufgaben und Einreichen der Lösungen übt auch die schriftliche Dokumentation mathematischer Erkenntnisse. Das Verstehen und Beurteilen von Äußerungen anderer wird durch den Austausch der Studierenden untereinander (z.B. beim gemeinsamen Bearbeiten der Übungsaufgaben) sowie in den Übungsstunden gefördert. In fast allen Modulen des Studiums ist die Schulung von „Präsentations- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden“¹⁹⁴ als Qualifikationsziel aufgeführt.</p>

¹⁹¹ Vgl.: BP S.14

¹⁹² Vgl.: MH S.17

¹⁹³ Vgl.: BP S.15

¹⁹⁴ MH S.13.17.19.21.24.35

Literatur

- [BP] *Bildungsplan des Gymnasiums Mathematik*. Baden-Württemberg, 2016.
- [MHB] *Modulhandbuch Mathematik Bachelor of Education: Wintersemester 2022*. Universität Tübingen Fachbereich Mathematik, 2022.
- [MHM] *Modulhandbuch Mathematik Master of Education: Wintersemester 2022*. Universität Tübingen Fachbereich Mathematik, 2022.