TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN

Referenzsystem

Fachwissenschaft – schulische Lehrinhalte

für Studierende der Lehramtsstudiengänge im Fach Mathematik und deren Lehrende

DIDAGMA

Vorwort

Das vorliegende Referenzsystem ist eine Übersicht über Vernetzungen der universitären fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen des lehramtsbezogenen Bachelor-studiengangs sowie einführenden fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen des Masterstudiengangs des Fachbereichs Mathematik mit schulischen Lehrinhalten. Diese Vernetzung erfolgt in Form von Verweisen auf Lehrpläne, Schulbücher sowie (fach-)didaktischen Kommentaren und Literaturhinweisen.

Zum einen sollen damit die Lehrenden der fachwissenschaftlichen Veranstaltungen unterstützt werden, Anknüpfungspunkte für die Studierenden der Lehramtsstudiengänge herzustellen. Zum anderen soll für die Lehramtsstudierenden ein „Roter Faden“ sowohl in der einzelnen Lehrveranstaltung als auch im gesamten Studium erkennbar werden. Die Verwendung des Referenzsystems von Lehrenden und Studierenden soll dazu beitragen, die Relevanz fachwissenschaftlicher Inhalte des Studiums für den Einsatz in der Schule für die Studierenden stärker erkennbar werden zu lassen und die fachwissenschaftlichen Inhalte verstärkt unter fachdidaktischen Aspekten zu betrachten.

Das Referenzsystem wurde als Ergänzung zu den Modulhandbüchern der neuen Bachelor- und Masterstudiengänge erstellt und in der Form diesen angepasst. Dies soll einen übersichtlichen, einfachen Gebrauch für Lehrende und Studierende parallel zu den Modulhandbüchern gewährleisten.

Im Referenzsystem wird an vielen Stellen auf die allgemeinen mathematischen Kompetenzen sowie die mathematischen Leitideen der Bildungsstandards Bezug genommen. In jeder der beschriebenen Lehrveranstaltungen werden die meisten der genannten mathematischen Kompetenzen benötigt und aktiv trainiert und für die Lehre in der Schule nutzbar gemacht. Deshalb wird nicht in jeder der Lehrveranstaltungs-beschreibungen noch einmal explizit darauf hingewiesen.

Eine ausführliche Beschreibung der Kompetenzen und Leitideen findet sich in den Bildungsstandards im Fach Mathematik für den mittleren Schulabschluss sowie im Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10. Zur besseren Übersicht für die Benutzer des Referenzsystems sind die mathematischen Kompetenzen sowie die mathematischen Leitideen im folgenden kurz aufgelistet.

Allgemeine mathematische Kompetenzen:

K1: Mathematisch argumentieren

K2: Probleme mathematisch lösen

K3: Mathematisch modellieren

K4: Mathematische Darstellungen verwenden

K5: Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen

K6: Kommunizieren

Mathematische Leitideen:

L1: Zahl und Zahlbereiche

L2: Messen und Größen

L3: Raum und Form

L4: Funktionaler Zusammenhang

L5: Daten und Zufall

Die Entwicklung des Referenzsystems erfolgte im Rahmen des vom Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz geförderten interdisziplinären Projekts DIDAGMA (www.didagma.de).

Wir danken allen Dozenten des Fachbereichs Mathematik der TU Kaiserslautern, die uns bei der Erstellung dabei unterstützt haben, die Besonderheiten ihrer Lehrveranstaltungen für die Lehramtsstudierenden herauszuarbeiten.

Kaiserslautern, im August 2010

Florentine Bunke, Horst W. Hamacher, Thorsten Rheude

Fachbereich Mathematik der TU Kaiserslautern

Grundlagen der Mathematik A/B: Lineare Algebra und Analysis

Grundlagen der Mathematik I

	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Die Lehrveranstaltung Grundlagen der Mathematik I (GdM I) greift das aus der Schule vorhandene Definitions- und Satzgefüge auf und erweitert dieses schrittweise. Themen der GdM I sind in den nebenstehenden Spalten beispielhaft herausgegriffen.	Zahlen und Zahlbereiche: Orientierungsstufe: (L1) Natürliche Zahlen[1], (L1) Ganze Zahlen[2] (aus der Grundschule sind lediglich die Zahlen von 1-1000000 bekannt), (L1) Bruchzahlen[3] Klasse 7-8: (L1) Prozent- und Zinsrechnung[4], (L1) Rationale Zahlen[5] (in diesem Zusammenhang wird auch die Abgeschlossenheit der Grundrechenarten thematisiert), (L4) Zuordnungen und Funktionen[6], (L5) Daten und Zufall[7] Klasse 9: (L1) Quadratwurzeln[8] Exponentialfunktion: Klasse 9-10: (L4) Nichtlineare Funktionen.[9]	*Grenzwerte/Folgen/Monotonie:* mit 30 Schulstunden sowohl im Leistungskurs als auch im Grundkurs vorgesehen.[10] *vollständige Induktion:* Im Lehrplan der Oberstufe explizit im Rahmen des fächerübergreifenden Blockes „Das Problem des Unendlichen“ erwähnt.[11] Sonst nicht explizit vorgesehen, aber im Anhang vieler Oberstufenbücher als Beweismethode vorgestellt.[12] *Vektorräume/Basis/Dimension/Matrizen:* Im Lehrplan der Oberstufe im Rahmen der Linearen Algebra/Analytischen Geometrie behandelt, dabei ist im Grundkurs einer der drei folgenden Wahlpflichtbausteine zu behandeln: Wahlpflichtgebiet 1: Geraden und Ebenen im Raum – Wahlpflichtgebiet 2: Geometrische Abbildungen und Matrizen – Wahlpflichtgebiet 3: Matrizen in praktischen Anwendungen.[13] Im Leistungskurs ist eines von den folgenden drei Gebieten zu wählen: Wahlpflichtgebiet 1: Vektorielle analytische Geometrie – Wahlpflichtgebiet 2: Vektoren und Matrizen – Wahlpflichtgebiet 3: Vektorräume und Gleichungssysteme − Anwendungen.[14]

1 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 16f
2 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 20f
3 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 23f
4 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 46f
5 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 48f
6 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 59f
7 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 67f
8 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 73f
9 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 99f
10 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 25 bzw. S. 49.
11 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 89
12 z.B. August Schmid u.a. (Hrsg.): LS Mathematik - Analysis Leistungskurs Gesamtausgabe, Stuttgart u.a. 1999, S.306f.
13 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 31ff.
14 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 57ff.

		Differentialrechnung/Integralrechnung: Im Bereich Analysis der Oberstufe.[15]
Grundlagen der Mathematik II		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
GdM II baut auf GdM I auf und führt die Erweiterung des aus der Schule vorhandenen Definitions- und Satzgefüges fort. Themen der GdM II sind in den nebenstehenden Spalten beispielhaft herausgegriffen.	Flächen- und Volumenberechnung: Klasse 5: (L2) Messen und Größen.[16] (Es wird z.B. die Determinante behandelt, die die Flächenberechnung beim Parallelogramm und die Volumenberechnung beim Spat verallgemeinert.)	*Matrizen/Eigenwerte/Vektorräume:* Im Lehrplan der Oberstufe im Rahmen der Linearen Algebra/Analytischen Geometrie behandelt, dabei ist im Grundkurs einer von drei Wahlpflichtbausteinen zu behandeln, wobei sich Wahlpflichtgebiet 2: Geometrische Abbildungen und Matrizen und Wahlpflichtgebiet 3: Matrizen in praktischen Anwendungen mit der Thematik der Matrizen auseinandersetzen.[17] Im Leistungskurs behandeln die Bausteine Wahlpflichtgebiet 2: Vektoren und Matrizen und Wahlpflichtgebiet 3: Vektorräume und Gleichungssysteme − Anwendungen die Thematik rund um Matrizen[18] *Differential- und Integralrechnung:* Im Bereich Analysis der Oberstufe[19], allerdings mit nur einer Veränderlichen.

15 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 26ff. bzw. S. 50 ff.
16 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 28.
17 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 34ff.
18 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 60ff.
19 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 26ff. bzw. S. 50 ff.

Grundlagen der Mathematik C: Geometrie, Elementare Algebra und Zahlentheorie

Algebraische Strukturen

	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Ein ausführliches Skript zur Vorlesung „Algebraische Strukturen“ wurde von Thomas Markwig erstellt.[20] Die Veranstaltung liefert zum Beispiel die Grundlagen, um Fehlererkennungen bei Codes (Strichcode, ISBN) oder um Kryptographische Methoden zu verstehen. Über die direkt dem Lehrplan zuzuordnenden Themen werden auch Einselement und Teilbarkeit durch Null thematisiert, die in der Schule meist als gegeben dargestellt werden.	*Zahlen und Zahlbereiche:* Orientierungsstufe: (L1) Natürliche Zahlen[21] (in diesem Zusammenhang auch Primfaktorzerlegung, Teilen mit Rest, ggT und kgV), (L1) Ganze Zahlen[22] (aus der Grundschule sind lediglich die Zahlen von 1-1000000 bekannt), (L1) Bruchzahlen[23]. (L3) Raum und Form[24] (insbesondere Symmetrieeigenschaften). Klasse 7-8: (L1) Rationale Zahlen[25] (in diesem Zusammenhang wird auch die Abgeschlossenheit der Grundrechenarten thematisiert, eine schöne Zusammenfassung und Aufgaben zur Vertiefung finden sich in „Elemente der Mathematik 7“[26] oder in „Neue Wege 7“[27]); (L1) Prozent- und Zinsrechnung[28] (in diesem Zusammenhang werden Relationen und Zuordnungen angesprochen, die in Form von Äquivalenzrelationen auch Teil der Vorlesung sind)	*Skalarprodukt/Vektorprodukt:* GK: Lineare Algebra, Wahlpflichtgebiet 1: Geraden und Ebenen im Raum[29] LK: Lineare Algebra, Wahlpflichtgebiet 1: Vektorielle analytische Geometrie[30] Die eigentliche Behandlung von Skalar- und Vektorprodukt findet in GdM statt, im Rahmen der AGS wird die Notwendigkeit von abgeschlossenen Operationen und die Eigenschaften von Körpern thematisiert, diese werden bei LehrerInnen als Hintergrundwissen in der Schule benötigt[31] *Polynome / Polynomdivision:* z.B. Differentialrechnung (im Rahmen der Kurvendiskussion)[32] *Abspalten von Nullstellen* z.B. Differentialrechnung (im Rahmen der Kurvendiskussion)[33]

20 http://www.mathematik.uni-kl.de/~keilen/download/Lehre/AGSWS07/skript.pdf
21 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 16ff
22 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 20f
23 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 23f
24 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 30f
25 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 48f
26 Griesel, Heinz u.a. (Hrsg.): Elemente der Mathematik 7 Rheinland-Pfalz, Braunschweig 2007, S. 218.
27 Lergenmüller, Arno u.a. (Hrsg.): Mathematik Neue Wege – Arbeitsbuch für Gymnasien 7, Rheinland-Pfalz, Braunschweig 2007, S.252ff.
28 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 42.
29 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 31ff.
30 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 57ff.
31 Jahnke, Thomas u.a. (Hrsg.): Mathematik - Analytische Geometrie Lineare Algebra gymnasiale Oberstufe, Berlin 2003, S. 85ff.
32 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, GK: S. 26f. LK: S. 50f.
33 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, GK: S. 26f. LK: S. 50f.

Einführung: Algebra		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
In dieser Vorlesung wird die Beziehung zweier grundlegender algebraischer Strukturen (Gruppen und Körper) zueinander untersucht. Dies führt zu Antworten auf klassische (in der Schule unbeantwortete) Fragen der Schulgeometrie (wie die "Quadratur des Kreises" oder die "Winkeldreiteilung") und der Schulalgebra (Verallgemeinerung der pq-Formel für nicht-quadratische Gleichungen). Der angehende Lehrer lernt also, was geht und was nicht, und vor allem auch weshalb. Eine wichtige Rolle spielen dabei auch Symmetriebetrachtungen. Das auch im Abschnitt zum „Proseminar Geometrie“ erwähnte Skript von Labs[34] enthält auch Verknüpfungen zu der Einführung in die Algebra. Die Abstraktionsstufe der behandelten Themen ist höher als bei der Behandlung in der Schule, dieses Wissen ist aber als Hintergrund für das mathematische Verständnis der zukünftigen Lehrer und Lehrerinnen wichtig.	"Konstruktionen mit Zirkel und Lineal", "quadratische Gleichungen und binomische Formeln", "Nullstellen", "Wurzeln", "Symmetrie", "Zahlbereichserweiterung"	Es besteht kein unmittelbarer Bezug zu den Inhalten der Sekundarstufe II. Interessante Anwendungsbeispiele sind Symmetriebetrachtungen bei Kristallen in der Chemie.

Euklidische Geometrie		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Die Geometrie wie sie in der Mittelstufe (inhaltlich im wesentlichen unverändert seit Jahrhunderten) gelehrt wird, basiert auf den Erkenntnissen, die in den 'Elementen' des griechischen Mathematikers Euklid dargelegt sind. Eine Besonderheit des Werkes liegt dar-	Die Vorlesung beschäftigt sich mit Geraden, Dreiecken, Strahlensätzen, dem Satz des Pythagoras und anderen Sätzen zu Dreiecken, Winkeln, Punkt- und Achsenspiegelungen, Drehungen, ggf. auch Kongruenzabbildungen, also im Prin-	

34 Labs, Oliver: Dynamische Geometrie – Grundlagen und Anwendungen, Saarbrücken 2008. http://www.oliverlabs.net/data/0708_DynGeo.pdf

in, dass alle Erkenntnisse durch logische Schlüsse aus einigen wenigen Axiomen abgeleitet werden – Axiome, die Schüler ohne Hinterfragen akzeptieren. In der Vorlesung werden die Axiome und wesentliche Sätze thematisiert. Zudem werden Beweise für zentrale Sätze wie den Satz Pythagoras angesprochen, wie sie auch in der Schule behandelt werden. Der Inhalt der Vorlesung variiert leicht mit dem/der DozentIn, als Einleitungswerk kann man allerdings das schöne Buch von Hartshorne empfehlen.[35]	zip mit der gesamten (koordinatenlosen) Schulgeometrie der Mittelstufe. Die offensichtliche Verknüpfung zum Lehrplan und Schulbüchern erfolgt anhand weniger Beispiele: Klasse 7: Geometrische Abbildungen – Symmetrien: Achsenspiegelungen, Punktspiegelungen, Parallelverschiebungen, Drehungen (mit Zirkel und Lineal)[36] Klasse 8: Kongruenz und Kongruenzabbildungen[37] Klasse 9: Strahlensätze[38]	

Geometrie – ebene Kurven		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Kurven entstehen z.T. aus geometrischen Konstruktionen, können aber auch einfach als Lösung von Gleichungen beschrieben werden. Die Vorlesung untersucht diese Ambivalenz und das Wechselspiel geometrischer Eigenschaften der Kurven mit algebraischen Eigenschaften der Gleichungen. Die geometrische Interpretation algebraischer Sachverhalte trägt ungemein zu deren Verständnis bei, und die Berechnungen auf algebraischer Seite führen zu einem besseren Verständnis der Geometrie. Diese Sichtweise ist auch für den Schulunterricht hilfreich, etwa bei der Behandlung von quadratischen Gleichungen, der Kurvendiskussion rationaler Funktionen oder der analytischen Geometrie. Ein wesentlicher Aspekt ist die Visualisierung der Kurven und ihrer Eigenschaften mit Hilfe von Software wie Cinderella[39] oder Surfex.	Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, Geometriesoftware und Computereinsatz im Mathematikunterricht, Zahlbereichserweiterung, Nullstellen von Polynomen mit Vielfachheit, Diskriminante und quadratische Gleichungen;	Differentialrechnung und Tangenten, Graphen von Funktionen Lineare Algebra: GK: Lineare Algebra, Wahlpflichtgebiet 1: Geraden und Ebenen im Raum[41] LK: Lineare Algebra, Wahlpflichtgebiet 1: Vektorielle analytische Geometrie[42]

35 Robin Hartshorne "Geometry: Euclid and beyond"

36 Griesel, Heinz u.a. (Hrsg.): Elemente der Mathematik Rheinland-Pfalz, Braunschweig 2007, S. 97 ff. Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 53f.

37 Brand, Dieter u.a: Lambacher Schweizer Mathematik für Gymnasien 8, Stuttgart 2008, S. 8 ff. und S. 62 ff. Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 53f.

38 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 73.

T. Markwig stellt auf seiner Webseite ein Skript zur Verfügung, das als Fortbildung für Mathematiklehrer entwickelt wurde und entsprechend Verknüpfungen zu Schule bietet.[40]		
Proseminar „Geometrie“		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Ein Skript aus der Veranstaltungsreihe Elementarmathematik vom höheren Standpunkt der UdS Saarbrücken beschäftigt sich mit den Grundlagen und der Anwendung von dynamischer Geometrie[43]	Klasse 8: Dreiecke und Vierecke – Konstruktionen, Kongruenzsätze, Satz des Thales, Symmetrien[44] Kongruenz und Kongruenzabbildungen[45] Berechnungen an Kreis und Zylinder – Umfang, Flächeninhalt, Zahl π, Oberflächeninhalt, Volumen[46]	

39 http://www.cinderella.de/
40 Stephan Klaus, Oliver Labs, Thomas Markwig: Theorie und Visualisierung algebraischer Kurven und Flächen. Fortbildung für Mathematiklehrer, 2009
42 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 57ff.
41 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 31ff.
43 Labs, Oliver: Dynamische Geometrie – Grundlagen und Anwendungen, Saarbrücken 2008. http://www.oliverlabs.net/data/0708_DynGeo.pdf
44 Griesel, Heinz u.a. (Hrsg.): Elemente der Mathematik 8 Rheinland-Pfalz, Braunschweig 2008, S. 39 ff.
45 Brand, Dieter u.a: Lambacher Schweizer Mathematik für Gymnasien 8, Stuttgart 2008, S. 8 ff. und S. 62 ff.
46 Griesel, Heinz u.a. (Hrsg.): Elemente der Mathematik 8 Rheinland-Pfalz, Braunschweig 2008, S. 199 ff.

Fachwissenschaftliche und fachdidaktische Voraussetzungen

Elementarmathematik vom höheren Standpunkt

	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
In diesem lehramtsspezifischen Proseminar soll ein vertieftes, über die Schulbildung hinaus gehendes Verständnis elementarmathematischer, teils schulmathematischer, Inhalte als solides Fundament für das weitere Studium erarbeitet werden. Durch die Anbindung didaktischer Kommentare an die Inhalte sollen auch fachdidaktische Kenntnisse erworben werden. Als individuelle Zielsetzung für jeden Teilnehmer soll das selbständige Erarbeiten und Aufbereiten eines durch die jeweilige Literatur vorgegebenen mathematischen Themengebietes zu einem Vortrag eingeübt werden, mit dem Ziel, die Inhalte den anderen Teilnehmern bestmöglich und verständlich zu vermitteln. Darüber hinaus sollen Rückmeldungen (Feedback) zum eigenen Vortrag empfangen sowie zu den Vorträgen der anderen Teilnehmer gegeben werden, um einerseits zur Entwicklung eines eigenen guten Vortragstiles beizutragen und andererseits mit der wichtigen Kompetenz des Bewertens und Gebens von Rückmeldungen vertraut zu werden. Der zugrunde liegende Bewertungsbogen wurde im Rahmen des Projektes DIDAGMA erarbeitet. Als mögliche grundlegende Literatur sind u.a. die Bücher [47], [48] und [49] geeignet.	Inhaltlich werden unterschiedliche Fragestellungen aus den Bereichen Geometrie, Zahlen, Kombinatorik, Wahrscheinlichkeitstheorie, Graphentheorie, Mengenlehre, sowie Fragestellungen der Linearen Algebra und Analysis, die in der Vorlesung „Grundlagen der Mathematik“ aus Zeitgründen nicht ausführlich behandelt werden konnten, betrachtet. Die Themen der Präsentationen werden in Absprache mit den Studierenden unter Berücksichtigung von Wunschthemen ausgewählt. Anhand dieser Themenbeispiele wird die Einordnung in den Lehrplan vorgenommen. Durch die variable Kursstruktur – die auch auf die Vorerfahrungen der Teilnehmer eingeht – können aber jederzeit andere Themen und damit andere Verknüpfungen zum Lehrplan gefunden werden. Mögliche Themengebiete sind: *Mengen:* Grundbegriffe, natürliche Zahlen, vollständige Induktion, Äquivalenzrelationen *Zahlen:* Zahlaufbau von N über Z zu Q (und R), Binomialkoeffizienten und Pascalsches Dreieck *Geometrie:* Kongruenzabbildungen in der Ebene, Gruppen von Kongruenzabbildungen – Symmetriegruppen, Geometrische Konstruktionen in der Standortplanung *Wahrscheinlichkeitstheorie:* Kombinatorische Grundaufgaben, Urnenmodelle, Wahrscheinlichkeitsräume und -verteilungen *Graphentheorie:*Kürzeste-Wege-Problem, Minimale Spannende	Inhaltlich werden unterschiedliche Fragestellungen aus den Bereichen Geometrie, Zahlen, Kombinatorik, Wahrscheinlichkeitstheorie, Graphentheorie, Mengenlehre, sowie Fragestellungen der Linearen Algebra und Analysis, die in der Vorlesung „Grundlagen der Mathematik“ aus Zeitgründen nicht ausführlich behandelt werden konnten, betrachtet. Die Themen der Präsentationen werden in Absprache mit den Studierenden unter Berücksichtigung von Wunschthemen ausgewählt. Anhand dieser Themenbeispiele wird die Einordnung in den Lehrplan vorgenommen. Durch die variable Kursstruktur – die auch auf die Vorerfahrungen der Teilnehmer eingeht – können aber jederzeit andere Themen und damit andere Verknüpfungen zum Lehrplan gefunden werden. Mögliche Themengebiete sind: *Mengen:* Grundbegriffe, natürliche Zahlen, vollständige Induktion, Äquivalenzrelationen *Zahlen:* Zahlaufbau von N über Z zu Q (und R), Binomialkoeffizienten und Pascalsches Dreieck *Geometrie:* Kongruenzabbildungen in der Ebene, Gruppen von Kongruenzabbildungen – Symmetriegruppen, Geometrische Konstruktionen in der Standortplanung *Wahrscheinlichkeitstheorie:* Kombinatorische Grundaufgaben, Urnenmodelle, Wahrscheinlichkeitsräume und -verteilungen *Graphentheorie:*Kürzeste-Wege-Problem, Minimale Spannende

47 Hamacher, Korn, Korn, Schwarze: Mathe & Ökonomie – Neue Ideen für den praxisnahen Unterricht, Universum Verlag, 2004
48 Krauter: Erlebnis Elementargeometrie, Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, 2005
49 Hußmann, Lutz-Westphal (Hrsg.): Kombinatorische Optimierung erleben, vieweg Verlag, 2007

	Bäume *Lineare Algebra:* Determinanten, Eigenwertprobleme, Lineare Gleichungssysteme *Analysis:* Polynome, Nichtlineare Gleichungssysteme, Lineare Differentialgleichungen	Bäume *Lineare Algebra:* Determinanten, Eigenwertprobleme, Lineare Gleichungssysteme *Analysis:* Polynome, Nichtlineare Gleichungssysteme, Lineare Differentialgleichungen

Einführung in die Didaktik der Mathematik		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Die Einführung in die Fachdidaktik gibt Beispiele aus allen Bereichen und Altersstufen der Schulmathematik. Die Veranstaltung zielt hauptsächlich auf eine (begriffliche) Meta-Ebene ab und behandelt die fachlichen Aspekte meist nur zur Verdeutlichung des fachdidaktischen Konzeptes. Direkte Verbindung zum Lehrplan bilden die im Lehrplan definierten Kompetenzen der Bildungsstandards[50] (siehe auch Vorwort). Sie werden aktiv trainiert und theoretisch beleuchtet. Die während der Lehrveranstaltung behandlten fachdidaktischen Spezialbegriffe können auch im Begriffsglossar, das ebenfalls im Rahmen des Projektes DIDAGMA entwickelt wurde, nachgeschlagen werden.[51]	Während der Veranstaltung wird eine Vielzahl von Beispielen aus verschiedenen Bereichen des Lehrplans zur Verdeutlichung der behandelten fachdidaktischen Konzepte behandelt. Wegen des großen Umfangs sollen diese an dieser Stelle nicht explizit aufgezählt werden. Es wird auf die zugehörigen Vorlesungsfolien verwiesen.	Während der Veranstaltung wird eine Vielzahl von Beispielen aus verschiedenen Bereichen des Lehrplans zur Verdeutlichung der behandelten fachdidaktischen Konzepte behandelt. Wegen des großen Umfangs sollen diese an dieser Stelle nicht explizit aufgezählt werden. Es wird auf die zugehörigen Vorlesungsfolien verwiesen.

Einführung in wissenschaftliches Programmieren		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Im Normalfall finden eher Programme mit Benutzeroberfläche Anwendung im Mathematikunterricht, im Rahmen von Projekten ist ein Einsatz von MATLAB o.ä.	Siehe „Elektronische Medien im Mathematikunterricht“[52]	Siehe „Computer im Mathematikunterricht“[53] In manchen Büchern der Oberstufe werden konkret Aufgaben zur Verwendung mit dem PC (auch

50 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 4f.
51 http://www.didagma.de
52 Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 9ff.
53 Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 16f.

durchaus denkbar. Generell wird das Umsetzen von mathematischen Algorithmen in eine formale Sprache, die der Computer „versteht“, trainiert. Das hierbei erworbene Wissen ist ebenso hilfreich, wenn einfache mathematische Verfahren z.B. mit Excel umgesetzt werden sollen.		außerhalb von Tabellenkalkulationsprogrammen) vorgeschlagen. Cornelsen arbeitet z.B. mit JavaScript[54] Es ergeben sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten, deren mathematische Hintergründe in den Veranstaltungen „Grundlagen der Mathematik“ bzw. „Praktische Mathematik“ erklärt werden. Als Beispiele seien hier numerisches Bestimmen von Nullstellen bzw. Lösen von Gleichungen, numerische Integration und Differentiation sowie eine Vielzahl möglicher Experimente mit stochastischem Hintergrund genannt.

54 Vgl. Jahnke, Thomas u.a. (Hrsg.): Mathematik – Analysis gymnasiale Oberstufe, Berlin 2006, S. 424.

Fachdidaktische Bereiche

Didaktik der Zahlbereichserweiterungen

	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Das Thema „Zahlen und Zahlbereiche“ ist eine Leitidee der Bildungsstandards des Faches Mathematik[55]	Orientierungsstufe: (L1) Natürliche Zahlen[56], (L1) Ganze Zahlen[57] (aus der Grundschule sind lediglich die Zahlen von 1-1000000 bekannt), (L1) Bruchzahlen[58] Klasse 5: Natürliche und ganze Zahlen[59], Bruchzahlen erkunden[60] Klasse 6: Dezimalzahlen[61], Bruchzahlen[62] Klasse 7-8: (L1) Rationale Zahlen[63] (in diesem Zusammenhang wird auch die Abgeschlossenheit der Grundrechenarten thematisiert)	

Didaktik der elementaren Algebra

	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
	Klasse 7-8: (L1) Prozent- und Zinsrechnung[64], (L4) Zuordnungen und Funktionen[65], (L5) Daten und Zufall[66] Klasse 9: (L1) Quadratwurzeln[67] Klasse 9-10: (L4) nichtlineare Funktionen[68] Problemlösen: Probleme lösen kann an vielen Stellen im Lehrplan angewendet werden, eine exakte Zuordnung zu Mathematischen Themen ist nicht möglich, der Teilbereich ist allerdings deckungsgleich mit K2[69].	Elementare Algebra wird in der Oberstufe nicht explizit behandelt, das Wissen aus der Orientierungs-/Mittelstufe ist Basis für das Arbeiten in der Oberstufe.

55 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 9
56 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 16f.
57 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 20f.
58 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 23f.
59 Esper, Norbert u.a. (Hrsg.): Fokus Mathematik Rheinland-Pfalz Gymnasium Klasse 5, Berlin 2006, S. 45 ff.
60 Esper, Norbert u.a. (Hrsg.): Fokus Mathematik Rheinland-Pfalz Gymnasium Klasse 5, Berlin 2006, S. 193 ff.
61 Esper, Norbert u.a. (Hrsg.): Fokus Mathematik Rheinland-Pfalz Gymnasium Klasse 6, Berlin 2007, S. 5 ff.

Didaktik der Geometrie		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Die Lehrveranstaltung „Didaktik der Geometrie“ orientiert sich grundlegend am Aufbau, der auch bei der Einführung geometrischer Begriffe in der Schule genutzt wird. Gemeinsam mit den Studierenden werden Aufgaben aus der Schule gelöst und deren didaktisches Potential und deren Bedeutung für weiterführende Aufgaben analysiert. Es wird an geeigneten Aufgaben aufgezeigt, wie auch Verbindungen zu fachübergreifendem Unterricht (z.B. Projektionen in der Kunst) möglich sind. Darüber hinaus wird versucht, anhand von Beispielen Antwort auf die Frage „Wozu Geometrie in der Schule?“ zu geben, damit die Lehramtsstudierenden in Unterrichtssituationen geeignete Beispiele auf die gleich lautende Schülerfrage haben.	Die Verknüpfung zum Lehrplan[70] erfolgt anhand einiger Beispiele: Klasse 5/6: Geometrische Figuren, Abbildungen und Symmetrie, Messen Klasse 7/8: Figurenlehre, Kongruenzgeometrie, Messen Klasse 9/10: Ähnlichkeit, Satzgruppe des Pythagoras, Darstellende Geometrie, Messen, Trigonometrie Außerdem sei auf besonders gut aufbereitete Schulbücher zu den einzelnen Themenbereichen verwiesen: Klasse 6: Symmetrie und Abbildungen[71] Klasse 7: Geometrische Abbildungen – Symmetrien: Achsenspiegelungen, Punktspiegelungen, Parallelverschiebungen, Drehungen (mit Zirkel und Lineal)[72] Klasse 8: Dreiecke und Vierecke – Konstruktionen, Kongruenzsätze, Satz des Thales, Symmetrien[73], Kongruenz und Kongruenzabbildungen[74], Berechnungen an Kreis und Zylinder – Umfang, Flächeninhalt, Zahl π, Oberflächeninhalt, Volumen[75] Klasse 9: Strahlensätze[76]	Auch der Lehrplan der Sekundarstufe II enthält mit den Wahlpflichtgebieten GK: Geraden und Ebenen im Raum und geometrische Abbildungen und Matrizen [77], bzw. im LK: Vektorielle analytische Geometrie[78] Bausteine, für die geometrische Kenntnisse benötigt werden. Schwerpunkt der Vorlesung liegt allerdings auf Orientierungs- und Mittelstufe, da dort die Grundlagen für späteres geometrisches Arbeiten gelegt werden.

62 Esper, Norbert u.a. (Hrsg.): Fokus Mathematik Rheinland-Pfalz Gymnasium Klasse 6, Berlin 2007, S. 67 ff.
63 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 48f
64 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 46f
65 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 59f
66 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 67f
67 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 73f
68 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 99f
69 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 4
70 vgl. (L3) Raum und Form, Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 49ff
71 Lergenmüller, Arno u.a. (Hrsg.): Neue Wege 6, S. 148ff.
72 Griesel, Heinz u.a. (Hrsg.): Elemente der Mathematik Rheinland-Pfalz, Braunschweig 2007, S. 97 ff.
Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 53f.
73 Griesel, Heinz u.a. (Hrsg.): Elemente der Mathematik 8 Rheinland-Pfalz, Braunschweig 2008, S. 39 ff.
74 Brand, Dieter u.a: Lambacher Schweizer Mathematik für Gymnasien 8, Stuttgart 2008, S. 8 ff. und S. 62 ff.
75 Griesel, Heinz u.a. (Hrsg.): Elemente der Mathematik 8 Rheinland-Pfalz, Braunschweig 2008, S. 199 ff.
76 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 73.
77 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 31ff.
78 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 57ff.

Mathematik als Lösungspotential A: Modellieren und Praktische Mathematik

Lineare Optimierung

	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Fragestellungen und Methoden der Linearen Optimierung eröffnen Lehrenden und Lernenden neue Möglichkeiten der Unterrichtsgestaltung, in der problemorientierte Zugänge eine wichtige Rolle spielen und selbsttätiges forschend entdeckendes Lernen gefördert wird. Themen aus der Linearen Optimierung sind prinzipiell in allen Stufen (entsprechend aufbereitet) zur Motivation an Mathematik einsetzbar.[79] Ein Buch, das sich mit der linearen Optimierung auseinandersetzt und Vorschläge für praxisnahen Unterricht liefert wurde von Prof. Hamacher et al. 2004 veröffentlicht.[80] In der Veranstaltung werden die Kompetenzen K2, K3 und bei einer Umsetzung im Unterricht auch K6[81] benötigt und aktiv trainiert und für die Lehre in der Schule nutzbar gemacht. In den neu konzipierten Lehrplänen wurde der Kompetenz 3 (Mathematisch modellieren) explizit Gewicht zugesprochen.	Wie bereits erwähnt kann mit Themen der Linearen Optimierung nahezu alle Anforderungen der Kernkompetenzen des Lehrplanes[82] erfüllt werden. Darüber hinaus spielen graphische Methoden zu Optimierung explizit in (L7) Funktionaler Zusammenhang - nichtlineare Funktionen eine Rolle.[83] Darüber hinaus wird bereits in der Mittelstufe auch explizit mit Ungleichungen[84] gearbeitet. Am Beispiel einer Optimierungsaufgabe mit Restriktionen können solche Ungleichungen eingeführt werden.	Nicht als eigenständiges Themengebiet im Lehrplan vorgesehen. Teilaspekte der Linearen Optimierung spielen jedoch in der Mathematik der Oberstufe eine große Rolle. Durch geeignet gewählte Beispiele kann über die Optimierung also eine Motivation für die SchülerInnen generiert werden. Beispiele für thematische Schnittmengen sind: Geraden und Halbräume[85], Schnittpunktberechnung von Geraden[86] und Lösen von Gleichungssystemen[87], und insbesondere auch graphische (geometrische Lösungsmethoden), aber auch mit Aufgaben aus der Differential-/Integralrechnung (z.B. Extremwertaufgaben: Optimierung von Milchkartons[88])). Eine unmittelbare Anwendung des Vorlesungsstoffes ist zudem ggf. in Projektunterricht möglich.

79 Vgl. auch http://optimierung.mathematik.uni-kl.de/mamaeusch/
80 Horst W. Hamacher, u.a.: Mathe & Ökonomie – Neue Ideen für den praxisnahen Unterricht, Wiesbaden, 2004
81 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 4f
82 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 4.
83 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 100.
84 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 60
85 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 31ff und 57ff.
86 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 31ff und 57ff.
87 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 64ff
88 z.B. August Schmid u.a. (Hrsg.): LS Mathematik - Analysis Leistungskurs Gesamtausgabe, Stuttgart u.a. 1999, S.147f.

Netzwerkoptimierung		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Wie in der Linearen Optimierung lassen sich auch in der Netzwerkoptimierung Bereiche finden, die in nahezu allen Klassenstufen als Motivation eingesetzt werden können.[89] Ein Buch, das sich mit der Netzwerkoptimierung auseinandersetzt und Anwendungen von Netzwerkproblemen für SchülerInnen und StudentInnen liefert wurde 2007 veröffentlicht.[90] In der Veranstaltung werden die Kompetenzen K2, K3 und bei einer Umsetzung im Unterricht auch K6[91] benötigt und aktiv trainiert und für die Lehre in der Schule nutzbar gemacht. In den neu konzipierten Lehrplänen wurde der Kompetenz 3 (Mathematisch modellieren) explizit Gewicht zugesprochen. Kürzeste Wege Probleme (bei U-Bahn-Fahrten, Schulwegen oder Datenpaketen im Internet)[92], Minimale aufspannende Bäume (zur Planung von Leitungsnetzen, Straßen oder Computerverkabelungen) und die Grundfrage der Nezwerkoptimierung: „Wie viel passt noch in die Leitung?“, also Fluss-Probleme, sind alltagsnah und den SchülerInnen bekannt.	Modellieren und Probleme mathematisch zu lösen sind wie bereits erwähnt im Lehrplan als Kompetenzen verankert[93]. Darüber hinaus spielen graphische Methoden zu Optimierung explizit in (L7) Funktionaler Zusammenhang - nichtlineare Funktionen eine Rolle.[94] Die Eulersche Polyederformel wird bereits im Lehrplan der Orientierungsstufe aufgegriffen.[95]	Nicht als eigenständiges Themengebiet im Lehrplan vorgesehen. Jedoch durchaus Vernetzungen möglich: Eine unmittelbare Anwendung des Vorlesungsstoffes vor allem in Projektunterricht möglich. Wird im Grundkurs im Gebiet der Linearen Algebra/Analytischen Geometrie das Wahlpflichtgebiet 3: Matrizen in praktischen Anwendungen, bzw. im Leistungskurs das Wahlpflichtgebiet 2: Vektoren und Matritzen gewählt, bietet sich an, einen Exkurs zu Algorithmen[96] zu machen, die mit Matrizen arbeiten (Als relativ intuitiver Algorithmus bietet sich der Algorithmus von Dijkstra an).

89 Vgl. auch http://optimierung.mathematik.uni-kl.de/mamaeusch/
90 Stephan Hußmann, Brigitte Lutz-Westphal: Kombinatorische Optimierung erleben, Wiesbaden, 2007.
91 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 4f
92 Vgl. P. Gritzmann, R. Brandenberg: Das Geheimnis des kürzesten Weges – Ein mathematisches Abenteuer, Berlin, Heidelberg, New York, 2002.
93 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 4.
94 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 100.
95 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 32.
96 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 37ff und 60ff.

Mathematische Modellierung		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Um mathematische Modellierung ernsthaft betreiben zu können, werden die Kompetenzen K1, K2, K3 und K6[97] benötigt und aktiv trainiert. Aufgrund der sehr großen Themenauswahl ist zu praktisch allen Gebieten des Lehrplans ein Bezug herstellbar. Auf einen expliziten Verweis wird allerdings verzichtet. Der Kompetenz 3 (Mathematisch modellieren) wurde bei der Erstellung des Lehrplanes explizit Gewicht zugesprochen. Die Veranstaltung zur mathematischen Modellierung kann also Strategien, Heuristiken und sicher auch Themen für eine spätere Projektarbeit in der Schule liefern. Außerdem liefert sie an einigen Stellen die Motivation zur Einführung von Techniken und Verfahren, die in den weiterführenden mathematischen Vorlesungen vorgestellt werden.	Katja Maaß, Dozentin an der PH Freiburg widmete sich Modellierungsbeispielen im Untericht der Sekundarstufe I[98]. Das Buch enthält konkrete Themenvorschläge mit möglichen Lösungen , die zum Teil einzelne Kompetenzen innerhalb des Modellierungsprozesses ansprechen, teilweise aber auch den gesamten Prozess anstoßen. Im Rahmen von Modellierungstagen am Fachbereich Mathematik wurden mehrere Projekte ausgearbeitet und erprobt, die die Bearbeitung komplexer, authentischer Fragestellungen aus der Erfahrungswelt der Schüler ermöglichen.	Ausgehend von den vielfältigen Erfahrungen der in Kaiserslautern entwickelten *Mathematischen Modellierungswochen* ist inzwischen eine große Sammlung von realen Fragestellungen entstanden, die mit Methoden der Mathematischen Modellierung in kleineren Projekten im Unterricht sowie im Rahmen von Arbeitsgemeinschaften oder Facharbeiten bearbeitet werden können. Verbindungen zu praktisch allen Gebieten der Oberstufenmathematik sind dabei möglich.[99]

Proseminar Mathematische Modellierung		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
In der Veranstaltung *Mathematische Modellierung* werden ausgewählte Bearbeitungen realer Problemstellungen vorgestellt und diskutiert. Um selbst das mathematische Modellieren zu erlernen, ist das eigene Tun unabdingbar! Daher bietet dieses Proseminar die Möglichkeit, durch die konkrete Bearbeitung von realen Fragestellungen in Gruppen zu je 4–5 Teilnehmern einen praktischen Einstieg in die Modellierung zu bekommen und die eigenen Fähigkeiten zu	Es gelten im Grunde dieselben Bemerkungen wie zur Veranstaltung *Mathematische Modellierung*, nur dass hier die Fähigkeit, selbst Probleme mit Methoden der Mathematischen Modellierung zu lösen, erlernt werden soll. Dies ist unbedingte Voraussetzung dafür, später selbst Schüler bei der Mathematischen Modellierung anzuleiten und zu betreuen.	s. Orientierungsstufe & Sekundarstufe I

97 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 4f

98 Maaß, Katja, Mathematisches Modellieren – Aufgaben für die Sekundarstufe I, Berlin 2007.

99 Vgl. auch http://optimierung.mathematik.uni-kl.de/mamaeusch/ und http://wwwagtm.mathematik.uni-kl.de/agtm/home/modelling.html

entwickeln. Speziell für Studierende des Lehramts gibt es die Möglichkeit, die selbst bearbeiteten Projekte bei Modellierungstagen an Schulen von der anderen Seite – der des Betreuers – zu erleben und dabei wertvolle Erfahrungen zu sammeln.		

Mathematik als Lösungspotential B: Einführung in die Stochastik

Stochastische Methoden

	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Die Vorlesung „Praktische Mathematik: Einführung in die stochastischen Methoden“ deckt den Themenbereich für Schulmathematik umfassend ab.	L5 Daten und Zufall bietet viele Anwendungsbereiche, die im Rahmen von anderen Themen behandelt werden sollen. Explizit im Lehrplan genannt sind: Zählstrategien, Daten(-erfassung und -auswertung).[100] In Klassen 7-8 werden erste konkrete Anwendungen von stochastischen Methoden genannt: einstufige Zufallsexperimente und Wahrscheinlichkeiten im Alltag.[101] In Klasse 9 stehen hauptsächlich statistische Daten und Quellen im Mittelpunkt (Schwerpunkt zur Berufsqualifizierung ausgerichtet).[102] In Klasse 9-10 werden außerdem Baumdiagramme, Pfadregeln u.ä. Eingeführt.[103]	Sowohl in Grundkurs[104] als auch im Leistungskurs[105] sind die Themenblöcke „Stochastik“ verpflichtend vorgeschrieben und werden zumeist ein gesamtes Halbjahr lang behandelt, dabei werden nahezu alle Themen der Vorlesung in Ansätzen aufgegriffen.

100 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 35f
101 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 64f
102 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 79
103 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 109f
104 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 40ff
105 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 68ff

Themenmodul A: Mathematik im Wechselspiel zwischen Abstraktion und Konkretisierung

Einführung: Algebra

	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
In dieser Vorlesung wird die Beziehung zweier grundlegender algebraischer Strukturen (Gruppen und Körper) zueinander untersucht. Dies führt zu Antworten auf klassische (in der Schule unbeantwortete) Fragen der Schulgeometrie (wie die "Quadratur des Kreises" oder die "Winkeldreiteilung") und der Schulalgebra (Verallgemeinerung der pq-Formel für nicht-quadratische Gleichungen). Der angehende Lehrer lernt also, was geht und was nicht, und vor allem auch weshalb. Eine wichtige Rolle spielen dabei auch Symmetriebetrachtungen. Das auch im Proseminar „Geometrie“ erwähnte Skript von Labs[106] enthält auch Verknüpfungen zu der Einführung in die Algebra. Die Abstraktionsstufe der behandelten Themen ist höher als bei der Behandlung in der Schule, dieses Wissen ist aber als Hintergrund für das mathematische Verständnis der zukünftigen Lehrer und Lehrerinnen wichtig.	"Konstruktionen mit Zirkel und Lineal", "quadratische Gleichungen und binomische Formeln", "Nullstellen", "Wurzeln", "Symmetrie", "Zahlbereichserweiterung"	Es besteht kein unmittelbarer Bezug zu den Inhalten der Sekundarstufe II. Interessante Anwendungsbeispiele sind Symmetriebetrachtungen bei Kristallen in der Chemie.

Einführung: Funktionalanalysis

	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Im Umgang mit funktional-analytischen Konzepten kann ein angehender Lehrer/eine angehende		„Matrix“, „Konvergenz“, „Abstand“ Der Lehrlpan der Oberstufe be-

106 Labs, Oliver: Dynamische Geometrie – Grundlagen und Anwendungen, Saarbrücken 2008. http://www.oliverlabs.net/data/0708_DynGeo.pdf

Lehrerin ein Zusammenspiel von Methoden der Linearen Algebra, der Analysis und der Topologie erfahren. Die in der Oberstufenmathematik zentralen Begriffe, wie etwa Matrix, Konvergenz und Abstand, werden in der Funktionalanalysis von einem abstrakteren Standpunkt aus beleuchtet und ermöglichen so dem Lehrenden vertiefende Einblicke.		schränkt sich im Bereich Analysis auf die Themen Grenzwerte, Differentialrechnung und Integralrechnung. Die eigentliche Thematik der Funktionalanalysis geht damit über den Stoff der Oberstufe hinaus und bietet wenig Möglichkeiten zur schülergerechten Reduktion.
Einführung: Funktionentheorie		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
In der Schule werden Brüche eingeführt, da es ganze Zahlen gibt, die einander nicht teilen. Wurzeln (und damit die reellen Zahlen) werden eingeführt, weil die Länge geometrisch konstruierbarer Strecken nicht mehr rational ist und weil man positive Zahlen als Quadratzahlen schreiben möchte. Immer wenn ein Problem im bekannten Zahlbereich nicht mehr lösbar ist, erweitern wir den Zahlbereich. Im Schulunterricht hört man damit zwar bei den reellen Zahlen auf, aber ganz natürliche Fragen (z.B. sind auch negative Zahlen Quadratzahlen?) bleiben offen. Dabei ist nur noch ein vergleichsweise kleiner Schritt zu tun – von den reellen zu den komplexen Zahlen –, um zum optimalen Zahlbereich zu kommen. Sowohl in der Algebra, als auch in der Analysis lösen sich viele Probleme über den komplexen Zahlen in Luft auf und wir erhalten eine weit angenehmere Theorie. In der Vorlesung Funktionentheorie wird dabei die Analysis über den komplexen Zahlen untersucht.		"Nullstellen von Polynomen / quadratische Gleichungen", "Zahlbereichserweiterung", "Integration", "Differentiation" Der Lehrplan der Oberstufe beschränkt sich im Bereich Analysis auf die Themen Grenzwerte, Differentialrechnung und Integralrechnung. Die eigentliche Thematik der Funktionentheorie geht damit über den Stoff der Oberstufe hinaus und bietet wenig Möglichkeiten zur schülergerechten Reduktion.

Einführung: Topologie		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Die Topologie untersucht Eigenschaften von geometrischen Gebilden, die unter Dehnung und Stauchung erhalten bleiben. Dazu reduziert sie Begriffe wie die Stetigkeit von Funktionen auf ihre wesentlichen Eigenschaften. Dieser konzeptionelle Zugang ist dem Verständnis, das Schülern etwa für die Stetigkeit vermittelt wird deutlich näher als die Definitionen aus der Analyis.	Keine explizite Verbindung. Mit Topologie wird jedoch im Bereich der 7.-8. Klasse im Zusammenhang von zusammengesetzten Figuren[107] und in (L3) Raum und Form der Orientierungsstufe[108] gearbeitet.	Auch in der Oberstufe keine explizite Verbindung möglich, im Rahmen der Vektoranalysis/Geometrie wird allerdings mit stetigen Abbildungen, Schnitten und Nachbarschaftsbeziehungen gearbeitet.[109]

Elementare Zahlentheorie		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Die Elementare Zahlentheorie beschäftigt sich mit elementaren Fragen zu Eigenschaften ganzer Zahlen und zu ganzzahligen Lösungen von Gleichungen. Die Fragen (z.B. ist jede gerade Zahl größer als zwei Summe zweier Primzahlen?) kann jeder Mittelstufenschüler verstehen, beantworten können selbst die besten Mathematiker die Fragen z.T. nicht. In der Vorlesung werden viele solcher Fragen angesprochen und Methoden zu Lösung entwickelt. Man beachte auch, dass die Suche ganzzahliger Lösungen von Gleichungen für Schüler in aller Regel nahe liegender ist als die Suche beliebiger reeller Lösungen, obwohl sie schwieriger ist.	Orientierungsstufe: (L1) Natürliche Zahlen[111] (hier insbesondere Primzahlen, Primfaktorzerlegung); (L1) Ganze Zahlen[112]; (L1) Bruchzahlen[113] Klasse 7-8: (L1) Rationale Zahlen[114] "quadratische Gleichungen", "ggT", "Division mit Rest", "Zahlbereichserweiterungen"	Im Anhang zum Lehrplan wird für interdisziplinäre Arbeiten der Themenbereich „Das Problem des Unendlichen“ vorgeschlagen und dort konkret die Frage: Gibt es unendlich viele Primzahlen/Primzahlzwillinge?[115] gestellt, die im Skript von T. Markwig zur Elementaren Zahlentheorie auch explizit so gestellt wird.[116]

107 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 51f
108 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 30f
109 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 31ff und 57ff.

Ein Vorlesungsskript, wurde von Thomas Markwig erstellt.[110]		
Gruppentheorie		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Im Schulunterricht werden verschiedenste Rechenoperationen verwendet – die vier sogenannten Grundrechenarten Addition, Multiplikation, Subtraktion und Division, aber auch das sukzessive Ausführen von Spiegelungen und anderen Symmetrieoperationen (d.h. die Komposition von Abbildungen). Welchen Gesetzen diese Operationen genügen, d.h. was erlaubt ist und weshalb, ist eine nahe liegende Frage. Eine strukturelle Untersuchung dieser Frage führt unmittelbar zum Begriff der Gruppe, wie er in der Vorlesung algebraische Strukturen eingeführt wird. Die Reduktion auf das Wesentliche in Kombination mit der nötigen Abstraktion hilft, Gemeinsamkeiten und Zusammenhänge zu erkennen und zugleich neue interessante Strukturen zu finden – Mathematik ist mehr als Rechnen. Der Inhalt der Vorlesung geht weit über das Grundverständnis des Gruppenbegriffs in den algebraischen Strukturen hinaus.	Vermutlich keine direkten Anwendungsmöglichkeiten, allerdings könnte in der Mittelstufe im Zusammenhang mit Zahlbereichserweiterung eine Schnittmenge auftreten (vgl. Fachdidaktik zur Zahlbereichserweiterung) "Symmetrie", "Rechenoperationen"	kein diekter Zusammenhang zum Lehrstoff der Sekundarstufe II

110 http://www.mathematik.uni-kl.de/~keilen/download/Lehre/ZTSS08/skript.pdf
116 Markwig, Thomas: Elementare Zahlentheorie – Vorlesungsskript, Kaiserslautern 2008, S. 5f.
115 Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 89.
114 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 48f
113 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 23f
112 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 20f
111 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 16f

Themenmodul B: Mathematik als fachübergreifende Querschnittswissenschaft

Einführung: Gewöhnliche Differentialgleichungen

	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
	In Orientierungsstufe und Sekundarstufe I ist noch keine Verbindung herstellbar, da keine Differentialrechnung bekannt ist.	Differential- und Integralrechnung wird in der Analysis der Oberstufe behandelt, dabei wird der Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung thematisiert[117] Im Leistungskurs sollen darüber hinaus auch einfache Differentialgleichungen gelöst werden Die Lösungen der Differentialgleichungen sollten (evtl. nach einer einfachen Separation oder Substitution) durch direktes Integrieren ermittelt werden können. Weiterhin sieht der Lehrplan vor, dass ein numerisches Lösungsverfahren für Differentialgleichungen kennen gelernt werden soll.[118]

Einführung in das symbolische Rechnen

	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Viele Gleichungen, die in der Mathematik und in ihren Anwendungen auftreten, lassen sich nicht exakt lösen – sei es, dass die Anzahl der Nachkommastellen der Lösungen unendlich ist, oder sei es, dass die Anzahl der Lösungen selbst unendlich ist. Oft lassen sich aber wesentliche Eigenschaften der Lösungen oder der Geometrie der Lösungsmengen ermitteln, indem man die Lösungen symbolisch berechnet. Zudem können diese symbolischen Lösungen oft verwendet werden, um exakt weiter zu rechnen und Rundungsfehler zu vermeiden. In der	"Polynome", "Nullstellen von Polynomen", "Dimension", "Primzahlen und Primfaktorzerlegung" Der generell für Lehrer geforderte sichere Umgang mit mathematischer Software wird gefördert sowie eigenes Programmieren geübt.	"Polynome", "Nullstellen von Polynomen", "Dimension", "Primzahlen und Primfaktorzerlegung" Der generell für Lehrer geforderte sichere Umgang mit mathematischer Software wird gefördert sowie eigenes Programmieren geübt.

117 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 26ff. bzw. S. 50 ff.
118 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 55.

Vorlesung werden algorithmische Verfahren entwickelt, die für Anwendungen in den Bereichen der algebraischen Geometrie und der Zahlentheorie bedeutsam sind, die z.T. aber auch Bestandteil der Mathematiksoftware sind, die in Schulen eingesetzt wird. In der Vorlesung werden ganz wesentlich die Grundkompetenzen K2 und K5 gefordert und gefördert.		

Lineare Optimierung		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Fragestellungen und Methoden der Linearen Optimierung eröffnen Lehrenden und Lernenden neue Möglichkeiten der Unterrichtsgestaltung, in der problemorientierte Zugänge eine wichtige Rolle spielen und selbsttätiges forschend entdeckendes Lernen gefördert wird. Themen aus der Linearen Optimierung sind prinzipiell in allen Stufen (entsprechend aufbereitet) zur Motivation an Mathematik einsetzbar.[119] Ein Buch, das sich mit der linearen Optimierung auseinandersetzt und Vorschläge für Praxisnahen Unterricht liefert wurde von Prof. Hamacher et al. 2004 veröffentlicht.[120] In der Veranstaltung werden die Kompetenzen K2, K3 und bei einer Umsetzung im Unterricht auch K6[121] benötigt und aktiv trainiert und für die Lehre in der Schule nutzbar gemacht.	Wie bereits erwähnt kann mit Themen der Linearen Optimierung nahezu alle Anforderungen der Kernkompetenzen des Lehrplanes[122] erfüllt werden. Darüber hinaus spielen graphische Methoden zu Optimierung explizit in (L7) Funktionaler Zusammenhang - nichtlineare Funktionen eine Rolle.[123] Darüber hinaus wird bereits in der Mittelstufe auch explizit mit Ungleichungen[124] gearbeitet. Am Beispiel einer Optimierungsaufgabe mit Restriktionen können solche Ungleichungen eingeführt werden.	Nicht als eigenständiges Themengebiet im Lehrplan vorgesehen. Teilaspekte der Linearen Optimierung spielen jedoch in der Mathematik der Oberstufe eine große Rolle. Durch geeignet gewählte Beispiele kann über die Optimierung also eine Motivation für die SchülerInnen generiert werden. Beispiele für thematische Schnittmengen sind: Geraden und Halbräume[125], Schnittpunktberechnung von Geraden[126] und Lösen von Gleichungssystemen[127], und insbesondere auch graphische (geometrische Lösungsmethoden), aber auch mit Aufgaben aus der Differential-/Integralrechnung (z.B. Extremwertaufgaben: Optimierung von Milchkartons[128])). Eine unmittelbare Anwendung des Vorlesungsstoffes ist zudem ggf. in Projektunterricht möglich.

119 Vgl. auch http://optimierung.mathematik.uni-kl.de/mamaeusch/
120 Horst W. Hamacher, u.a.: Mathe & Ökonomie – Neue Ideen für den praxisnahen Unterricht, Wiesbaden, 2004
121 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 4f
122 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 4.
123 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 100.
124 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 60
125 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 31ff und 57ff.
126 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 31ff und 57ff.
127 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 64ff
128 z.B. August Schmid u.a. (Hrsg.): LS Mathematik - Analysis Leistungskurs Gesamtausgabe, Stuttgart u.a. 1999, S.147f.

In den neu konzipierten Lehrplänen wurde der Kompetenz 3 (Mathematisch modellieren) explizit Gewicht zugesprochen.		

Netzwerkoptimierung		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Wie in der Linearen Optimierung lassen sich auch in der Netzwerkoptimierung Bereiche finden, die in nahezu allen Klassenstufen als Motivation eingesetzt werden können.[129] Ein Buch, das sich mit der Netzwerkoptimierung auseinandersetzt und Anwendungen von Netzwerkproblemen für SchülerInnen und StudentInnen liefert wurde 2007 veröffentlicht.[130] In der Veranstaltung werden die Kompetenzen K2, K3 und bei einer Umsetzung im Unterricht auch K6[131] benötigt und aktiv trainiert und für die Lehre in der Schule nutzbar gemacht. In den neu konzipierten Lehrplänen wurde der Kompetenz 3 (Mathematisch modellieren) explizit Gewicht zugesprochen. Kürzeste Wege Probleme (bei U-Bahn-Fahrten, Schulwegen oder Datenpaketen im Internet)[132], Minimale aufspannende Bäume (zur Planung von Leitungsnetzen, Straßen oder Computerverkabelungen) und die Grundfrage der Nezwerkoptimierung: „Wie viel passt noch in die Leitung?“, also Fluss-Probleme, sind alltagsnah und den SchülerInnen bekannt.	Modellieren und Probleme mathematisch zu lösen sind wie bereits erwähnt im Lehrplan als Kompetenzen verankert[133]. Darüber hinaus spielen graphische Methoden zu Optimierung explizit in (L7) Funktionaler Zusammenhang - nichtlineare Funktionen eine Rolle.[134] Die Eulersche Polyederformel wird bereits im Lehrplan der Orientierungsstufe aufgegriffen.[135]	Nicht als eigenständiges Themengebiet im Lehrplan vorgesehen. Jedoch durchaus Vernetzungen möglich: Eine unmittelbare Anwendung des Vorlesungsstoffes vor allem in Projektunterricht möglich. Wird im Grundkurs im Gebiet der Linearen Algebra/Analytischen Geometrie das Wahlpflichtgebiet 3: Matrizen in praktischen Anwendungen, bzw. im Leistungskurs das Wahlpflichtgebiet 2: Vektoren und Matritzen gewählt, bietet sich an, einen Exkurs zu Algorithmen[136] zu machen, die mit Matrizen arbeiten (Als relativ intuitiver Algorithmus bietet sich der Algorithmus von Dijkstra an).

129 Vgl. auch http://optimierung.mathematik.uni-kl.de/mamaeusch/
130 Stephan Hußmann, Brigitte Lutz-Westphal: Kombinatorische Optimierung erleben, Wiesbaden, 2007.
131 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 4f
132 Vgl. P. Gritzmann, R. Brandenberg: Das Geheimnis des kürzesten Weges – Ein mathematisches Abenteuer, Berlin, Heidelberg, New York, 2002.
133 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 4.
134 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 100.
135 Vgl. Rahmenlehrplan Mathematik Klassenstufen 5-9/10, S. 32.
136 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 37ff und 60ff.

Vektoranalysis		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Ein Skript von C. Mayer ist didaktisch sehr gut aufbereitet mit Verweisen zur Schulmathematik [137].	Zu den Inhalten der Orientierungsstufe und Sekundarstufe I kann noch keine explizite Verbindung hergestellt werden.	Im Lehrplan der Oberstufe im Rahmen der Linearen Algebra/Analytischen Geometrie behandelt, dabei ist im Grundkurs einer der drei folgenden Wahlpflichtbausteine zu behandeln: Wahlpflichtgebiet 1: Geraden und Ebenen im Raum – Wahlpflichtgebiet 2: Geometrische Abbildungen und Matrizen – Wahlpflichtgebiet 3: Matrizen in praktischen Anwendungen[138] Im Leistungskurs ist eines von den folgenden drei Gebieten zu wählen: Wahlpflichtgebiet 1: Vektorielle analytische Geometrie – Wahlpflichtgebiet 2: Vektoren und Matrizen – Wahlpflichtgebiet 3: Vektorräume und Gleichungssysteme − Anwendungen.[139] Die in der Vorlesungsbeschreibung angegebenen Parametrisierungen werden im Rahmen der Wahlpflichtbausteine behandelt, die zugehörigen Integrale nicht zwangsläufig. Mannigfaltigkeiten, Tangentialräume, Differentiale differenzierbarer Abbildungen und die klassischen Differentialoperatoren finden keine Anwendung. Die Sätze von Gauß und Stokes können ggf. aus der Physik der Oberstufe bekannt sein.
Kryptographie und Codierungstheorie		
	Bezug zum Lehrplan	
Bemerkungen	**Orientierungsstufe & Sekundarstufe I**	**Sekundarstufe II**
Die Bedeutung von Verfahren zur Verschlüsselung bzw. zur fehlerfreien Übertragung von Daten ist im Zeitalter zunehmender Digitalisierung selbsterklärend. Viele der heute eingesetzten Verfahren beruhen auf einfachen mathemati-	"Primfaktorzerlegung", "ggT", "Rechnen mit Matrizen", "lineare Gleichungssysteme"	"Primfaktorzerlegung", "ggT", "Rechnen mit Matrizen", "lineare Gleichungssysteme"

137 http://www.student.uni-kl.de/~cmayer/Lectures/Vektoranalysis/skript.pdf
138 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 31ff.
139 Vgl. Lehrplan Mathematik Grund- und Leistungsfach der gymnasialen Oberstufe, S. 57ff.

schen Grundprinzipien wie etwa der Primfaktorzerlegung von ganzen Zahlen oder der Lösung linearer Gleichungssysteme, so dass die Verfahren dem Verständnis von Schülern zugänglich sind. In der Vorlesung werden sowohl die Grundprobleme wie auch grundlegende Verfahren angesprochen. Als Literatur zum Einstieg geeignet ist z.B. [140] und[141].		

140 Beutelspacher, A.: Kryptologie – Eine Einführung in die Wissenschaft vom Verschlüsseln, Verbergen und Verheimlichen, vieweg, 2005

141 Schulz, R.-H.: Codierungstheorie: Eine Einführung, vieweg, 2003