

Autoren: Simone Holl, Heike Köppe, Gregor Kuhlmann, Michaela Lücking-Freytag, Ute Schmidt-Kastner,
Peter Schröder

Herausgeber: Gregor Kuhlmann

Mathematik für berufliche Gymnasien

Abiturvorbereitung NRW
Grundkurs und Leistungskurs
Wirtschaft und Verwaltung
mit GTR – CAS

4. Auflage, 2017

Bestellnummer 02012

■ **Bildungsverlag EINS**
westermann

Die in diesem Produkt gemachten Angaben zu Unternehmen (Namen, Internet- und E-Mail-Adressen, Handelsregistereintragen, Bankverbindungen, Steuer-, Telefon- und Faxnummern und alle weiteren Angaben) sind i. d. R. fiktiv, d. h., sie stehen in keinem Zusammenhang mit einem real existierenden Unternehmen in der dargestellten oder einer ähnlichen Form. Dies gilt auch für alle Kunden, Lieferanten und sonstigen Geschäftspartner der Unternehmen wie z. B. Kreditinstitute, Versicherungsunternehmen und andere Dienstleistungsunternehmen. Ausschließlich zum Zwecke der Authentizität werden die Namen real existierender Unternehmen und z. B. im Fall von Kreditinstituten auch deren IBANs und BICs verwendet.

Die in diesem Werk aufgeführten Internetadressen sind auf dem Stand zum Zeitpunkt der Drucklegung. Die ständige Aktualität der Adressen kann vonseiten des Verlages nicht gewährleistet werden. Darüber hinaus übernimmt der Verlag keine Verantwortung für die Inhalte dieser Seiten.

service@bv-1.de
www.bildungsverlag1.de

Bildungsverlag EINS GmbH
Ettore-Bugatti-Straße 6–14, 51149 Köln

ISBN 978-3-427-02012-7

westermann GRUPPE

© Copyright 2017: Bildungsverlag EINS GmbH, Köln
Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages.
Hinweis zu § 52a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen.

Vorwort

Die Abiturprüfung ist eine schwierige Prüfung. Von dem Ergebnis hängt viel für Ihr weiteres Leben ab. Erreichen Sie eine bestimmte Durchschnittsnote nicht, sind Ihnen möglicherweise einige Studiengänge verschlossen. Im schlimmsten Fall bedeutet das Versagen in der Abiturprüfung, dass Sie nicht den Zugang zur Universität oder anderen Hochschulen erreichen. Das hat sicher einschneidende Auswirkungen auf Ihre Karriereplanung.

Das Zentralabitur bringt noch ein weiteres Erschwernis. Sie erhalten Aufgaben, die Ihnen in der Art ihrer Formulierung nicht geläufig sind. Sie haben zwar von Ihrer Lehrkraft die offiziellen Übungsaufgaben erhalten. Diese sind aber nicht deckungsgleich mit den Aufgaben, die Sie in der Abiturprüfung erhalten werden. Deshalb ist es wichtig, ein breites Spektrum von Aufgaben durchgearbeitet zu haben, sodass Ihnen die vielfältigen Formulierungsmöglichkeiten einer Mathematikaufgabe keine Schwierigkeiten mehr bereiten.

Mit diesem Übungsbuch können Sie Ihre Fähigkeit, Mathematikaufgaben aus den prüfungsrelevanten Bereichen zu lösen, überprüfen und gegebenenfalls verbessern. Es werden die Themenbereiche behandelt, die vom Schulministerium als verbindlich für die Abiturprüfung im Fach Mathematik festgelegt worden sind.

Die Aufgaben in diesem Buch sind an die Erfordernisse im Grundkurs und die im Leistungskurs angepasst. Acht Aufgaben sind komplett für den Grundkurs ausgelegt, sie sind im Inhaltsverzeichnis farblich kenntlich gemacht. Große Teile der anderen Aufgaben können ebenfalls von Schülern des Grundkurses zum Üben genutzt werden. Die entsprechenden Nummern der Teilaufgaben sind im Buch farblich hinterlegt.

Das Übungsbuch weist drei große Abschnitte auf. Der erste Teil enthält die Aufgaben, sortiert nach Themen. Vor dem Aufgabenblock wird Ihnen jeweils ein Lerngerüst angeboten, in dem die wichtigsten Inhalte des jeweiligen Aufgabengebietes kurz und knapp wiederholt werden. Wenn Sie Schwierigkeiten haben, das Lerngerüst zu verstehen, sollten Sie unbedingt in Ihrem Lehrbuch die entsprechenden Kapitel nacharbeiten. Das Lerngerüst schließt ab mit einem Quick Quiz, das Ihnen als erster Test Ihres Wissensstandes dienen soll. Eine intensive Bearbeitung erfordert dann der anschließende Aufgabenteil.

Im zweiten Teil des Buches können Sie den Lösungsweg zu den Aufgaben nachlesen. Es empfiehlt sich, dass Sie zunächst die gestellte Aufgabe komplett lösen und erst im Anschluss daran Ihre Lösung anhand der Musterlösung kontrollieren. Bei Abweichungen sollten Sie anhand der Kommentierung nachvollziehen, warum Ihr Lösungsweg nicht zum gewünschten Ergebnis geführt hat.

Schließlich können Sie im dritten Teil an einem Klausurbeispiel prüfen, wie weit Sie den Stoff beherrschen. Bearbeiten Sie die Aufgaben unter Prüfungsbedingungen. Zeitrahmen: 4 ¼ Stunden für die LK-Klausur, drei Stunden für die GK-Klausur.

Wenn Sie bei der Bearbeitung einer Aufgabe zuerst die Lösung nachschlagen, betrügen Sie sich selbst!

Unter <https://verlage.westermanngruppe.de/digital/buchplusweb> finden Sie umfangreiches Zusatzmaterial zu den im Buch behandelten Verfahren wie der Polynomdivision und dem Newton-Verfahren, zudem viele Excel-Sheets, die den Lernstoff grafisch verdeutlichen sowie Tabellen zur Stochastik und weitere Hilfen und Übungsmöglichkeiten.

Viel Erfolg wünschen Ihnen

Die Autoren

Inhalt

1	Mathematik im Abitur	9
1.1	Allgemeine Anforderungen	9
1.1.1	Einheitliche Prüfungsanforderungen Abitur (EPA)	9
1.1.2	Verbindliche Inhalte für die Leistungskursklausur	9
1.1.3	Verbindliche Inhalte für die Grundkursklausur	10
1.2	Formulierungen in Aufgaben	11
1.3	Gestaltung der Abiturprüfung im Fach Mathematik	16
1.4	Vorbereitung auf die Abiturklausur	16
1.5	Bedienhinweise für CAS und GTR-Systeme	19
1.5.1	TI-Nspire	19
1.5.2	Casio fx-CG 20	23
1.5.3	TI 84 und Casio fx-CG20	30
2	Analysis	43
2.1	Ganzrationale und gebrochenrationale Funktionen	43
2.1.1	Lerngerüst	43
2.1.1.1	Mathematische Grundlagen	43
2.1.1.2	Anwendungen	44
2.1.2	Quick Quiz	48
2.1.3	Aufgaben	54
2.1.3.1	Aufgabe 1; Porter-AG	54
2.1.3.2	Aufgabe 2: iNote-AG	55
2.1.3.3	Aufgabe 3: Surfbrett-AG	55
2.1.3.4	Aufgabe 4: Beta-Electronics GmbH	56
2.1.3.5	Aufgabe 5: Liebtreu GmbH	57
2.1.3.6	Aufgabe 6: MaxLeisure	58
2.1.3.7	Aufgabe 7: Swing-AG (Grundkurs)	59
2.1.3.8	Aufgabe 8: Chip-Intelligence (Grundkurs)	60
2.1.3.9	Aufgabe 9: Kurvenschar ganzrational	61
2.1.3.10	Aufgabe 10: My Style Jeans	61
2.2	Exponentialfunktionen	62
2.2.1	Lerngerüst	62
2.2.1.1	Eigenschaften der e-Funktion	62
2.2.1.2	Potenz- und Logarithmengesetze	63
2.2.1.3	Lösen von Exponentialgleichungen	64
2.2.1.4	Differenzieren	65
2.2.1.5	Integrieren	65
2.2.2	Quick Quiz	67
2.2.3	Aufgaben	68
2.2.3.1	Aufgabe 1: Absatzentwicklung bei „Twentyplus“	68
2.2.3.2	Aufgabe 2: T-Shirts zu Fußball-WM	69
2.2.3.3	Aufgabe 3: Produktlebenszyklus „DoPi“	70
2.2.3.4	Aufgabe 4: Angebot und Nachfrage bei Paperback	71
2.2.3.5	Aufgabe 5: K-Tourist	72
2.2.3.6	Aufgabe 6: Umsatzerlöse bei Arsenik (Grundkurs)	73
2.2.3.7	Aufgabe 7: Angebot und Nachfrage bei Chemtek (Grundkurs)	74
2.2.3.8	Aufgabe 8: Allgemeine e-Funktion (CAS)	75
2.2.3.9	Aufgabe 9: Edutainment	76

3	Lineare Algebra	77
3.1	Mehrstufige Produktionsprozesse	77
3.1.1	Lerngerüst	77
3.1.2	Quick Quiz	81
3.1.3	Aufgaben	82
3.1.3.1	Aufgabe 1: Handtaschenproduktion	82
3.1.3.2	Aufgabe 2: Abenteuer-Expedition	83
3.1.3.3	Aufgabe 3: Konditorei Meinhövel	85
3.1.3.4	Aufgabe 4: Möbelfabrik Ohms GmbH	86
3.1.3.5	Aufgabe 5: ElektroScholz KG	88
3.1.3.6	Modeschmuck Vetter GmbH (Grundkurs)	89
3.1.3.7	Aufgabe 7: BonbonDreams GmbH (Grundkurs)	91
3.1.3.8	Aufgabe 8: Bohla Design GmbH	92
3.1.3.9	Aufgabe 9: Braun GmbH	94
3.2	Das Leontief-Modell	95
3.2.1	Lerngerüst	95
3.2.2	Quick Quiz	98
3.2.3	Aufgaben	99
3.2.3.1	Aufgabe 1: CloX GmbH	99
3.2.3.2	Aufgabe 2: Schmidt AG	100
3.2.3.3	Aufgabe 3: Sommer OHG	101
3.2.3.4	Aufgabe 4: Schneider & Schneider AG	102
3.2.3.5	Leonien	103
3.2.3.6	Aufgabe 6: Simulation einer Volkswirtschaft	104
3.3	Lineare Optimierung	105
3.3.1	Lerngerüst	105
3.3.2	Quick Quiz (mit Selbstkontrolle)	108
3.3.3	Aufgaben	109
3.3.3.1	Aufgabe 1: Abitur-T-Shirts und -Poloshirts	109
3.3.3.2	Aufgabe 2: Bungalowpark Marx	109
3.3.3.3	Aufgabe 3: Beste AG	110
3.3.3.4	Aufgabe 4: Bauernhof Kroll	111
4	Stochastik	113
4.1	Lerngerüst	113
4.1.1	Grundbegriffe	113
4.1.2	Zufallsversuche	114
4.1.3	Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten	115
4.1.4	Zufallsvariable	118
4.1.5	Binomialverteilung	119
4.1.6	Binomialverteilungen bei großem Stichprobenumfang	121
4.1.7	Hypothesentests	124
4.1.7.1	Zweiseitige Hypothesentests	125
4.1.7.2	Einseitige Hypothesentests	126
4.2	Quick Quiz	128
4.3	Aufgaben	130
4.3.1	Aufgabe 1: Qualitätsprobleme bei der Auto GmbH	130
4.3.2	Aufgabe 2: Großbäckerei Engelke	131
4.3.3	Aufgabe 3: Ärzte-Tagung	133
4.3.4	Aufgabe 4: Digitalkamera Fabrio	134
4.3.5	Aufgabe 5: Lokalzeitungen	135
4.3.6	Aufgabe 6: Süßwarenhersteller Lempel (Grundkurs)	137
4.3.7	Aufgabe 7: Gartencenter Flauer (Grundkurs)	138
4.3.8	Tabellen: Binomialverteilung und Gaußsche Integralfunktion	140

4.3.8.1	Tabellierte kumulierte Binomialverteilung	140
4.3.8.2	Gaußsche Integralfunktion	142
5	Lösungen	143
5.1	Analysis	143
5.1.1	Ganzrationale und gebrochenrationale Funktionen	143
5.1.1.1	Lösung zu Aufgabe 1: Porter-AG	143
5.1.1.2	Lösung zu Aufgabe 2: iNote-AG	147
5.1.1.3	Lösung zu Aufgabe 3: Surfbrett-AG	152
5.1.1.4	Lösung zu Aufgabe 4: Beta-Electronics GmbH	157
5.1.1.5	Lösung zu Aufgabe 5: Liebtreu GmbH	162
5.1.1.6	Lösung zu Aufgabe 6: MaxLeisure	167
5.1.1.7	Lösung zu Aufgabe 7: Swing-AG (Grundkurs)	170
5.1.1.8	Lösung zu Aufgabe 8: Chip-Intelligence (Grundkurs)	174
5.1.1.9	Lösung zu Aufgabe 9: Kurvenschar ganzrational	178
5.1.1.10	Lösung zu Aufgabe 10: My Style Jeans	184
5.1.2	Exponentialfunktionen	189
5.1.2.1	Lösungen zu Aufgabe 1: „Twentyplus“	189
5.1.2.2	Lösung zu Aufgabe 2: T-Shirts zur Fußball-WM	192
5.1.2.3	Lösung zu Aufgabe 3: Produktlebenszyklus „DoPi“	195
5.1.2.4	Lösung zu Aufgabe 4: Angebot und Nachfrage bei Paperback	198
5.1.2.5	Lösung zu Aufgabe 5: K-Tourist	203
5.1.2.6	Lösung zu Aufgabe 6: Umsatzerlöse bei Arsenik (Grundkurs)	206
5.1.2.7	Lösung zu Aufgabe 7: Angebot und Nachfrage bei Chemtek (Grundkurs)	207
5.1.2.8	Lösung zu Aufgabe 8: Allgemeine e-Funktion (CAS)	210
5.1.2.9	Lösung zu Aufgabe 9: Edutainment	212
5.2	Lineare Algebra	213
5.2.1	Mehrstufige Produktionsprozesse	213
5.2.1.1	Lösung zu Aufgabe 1: Handtaschenproduktion	213
5.2.1.2	Lösung zu Aufgabe 2: Abenteuer-Expedition	215
5.2.1.3	Lösung zu Aufgabe 3: Konditorei Meinhövel	216
5.2.1.4	Lösung zu Aufgabe 4: Möbelfabrik Ohms GmbH	218
5.2.1.5	Lösung zu Aufgabe 5: ElektroScholz KG	220
5.2.1.6	Lösung zu Aufgabe 6: Modeschmuck Vetter GmbH (Grundkurs)	221
5.2.1.7	Lösung zu Aufgabe 7: BonbonDreams GmbH (Grundkurs)	223
5.2.1.8	Lösung zu Aufgabe 8: Bohla Design GmbH	225
5.2.1.9	Lösung zu Aufgabe 9: Braun GmbH	226
5.2.2	Leontief-Modell	228
5.2.2.1	Lösung zu Aufgabe 1: Clox GmbH	228
5.2.2.2	Lösung zu Aufgabe 2: Schmidt AG	229
5.2.2.3	Lösung zu Aufgabe 3: Sommer OHG	231
5.2.2.4	Lösung zu Aufgabe 4: Schneider & Schneider AG	232
5.2.2.5	Lösung zu Aufgabe 5: Leonien	234
5.2.2.6	Lösung zu Aufgabe 6: Simulation einer Volkswirtschaft	236
5.2.3	Lineare Optimierung	238
5.2.3.1	Lösung zu Aufgabe 1: Abitur-T-Shirts und Poloshirts	238
5.2.3.2	Lösung zu Aufgabe 2: Bungalowpark Marx	239
5.2.3.3	Lösung zu Aufgabe 3: Beste AG	241
5.2.3.4	Lösung zu Aufgabe 4: Bauernhof Kroll	242
5.3	Stochastik	244
5.3.1	Lösung zu Aufgabe 1: Qualitätsprobleme bei der Auto GmbH	244
5.3.2	Lösung zu Aufgabe 2: Großbäckerei Engelke	248
5.3.3	Lösung zu Aufgabe 3: Ärzte-Tagung	252
5.3.4	Lösung zu Aufgabe 4: Digitalkamera Fabio	255
5.3.5	Lösung zu Aufgabe 5: Lokalzeitungen	257

5.3.6 Lösung zu Aufgabe 6: Süßwarenhersteller Lempel	260
5.3.7 Lösung zu Aufgabe 7: Gartencenter Flauer (Grundkurs).....	263
6 Klausurbeispiele	266
6.1 Leistungskursklausur	266
6.2 Grundkursklausur	270
6.3 Leistungskursklausur mit CAS.....	276
7 Lösungen der Klausurbeispiele	281
7.1 Lösung Leistungskursklausur	281
7.2 Lösung Grundkursklausur	291
7.3 Lösung: Leistungsklausur mit CAS	303
Sachwortverzeichnis	315

1 Mathematik im Abitur

Bereits in früheren Jahren unterlag die Abiturprüfung einem umfangreichen Regelwerk. Diese Regelungen betrafen vor allem Verfahrensvorschriften wie zum Beispiel die Terminierung von Konferenzen und Klausuren, Festlegung der Zeitpunkte für die Unterrichtung der Abiturienten, Organisationsvorschriften für die mündliche Prüfung. Dieser Regelapparat wird nun erweitert, da die Abiturklausuren zentral gestellt werden. Alle Abiturprüflinge schreiben zum selben Zeitpunkt landesweit dieselbe Arbeit. Das erfordert eine umfangreiche Organisation. Das Schulministerium legt die Themenschwerpunkte fest, die Gegenstand der Prüfung sein werden. Die Schulen werden darüber informiert, sodass die Lehrkräfte den Unterricht darauf ausrichten können. Schließlich soll es für die Prüflinge kein Nachteil sein, dass die Prüfungsaufgaben landesweit einheitlich sind.

1.1 Allgemeine Anforderungen

1.1.1 Einheitliche Prüfungsanforderungen Abitur (EPA)

Die Abiturprüfung ist keine leichte Prüfung. Haben Sie sie geschafft, stehen Ihnen viele Wege offen. Es lohnt sich also, ein gutes Abitur zu machen und vor allem im Fach Mathematik gute Noten zu erzielen. Eine gute Note in diesem Fach auf dem Abiturzeugnis stellt für viele Personalleiter eine besondere Qualifikation dar. Denn im Mathematikunterricht wird entsprechend den einheitlichen Prüfungsanforderungen (EPA) unter anderem

- das Verständnis für den Vorgang der Abstraktion,
- die Fähigkeit zum logischen Schließen,
- die Einsicht in die Mathematisierung von Sachverhalten

vermittelt. Mathematik ist ein ideales Übungsfeld zum Erwerb allgemeiner Problemlösungsfähigkeiten.

Die Themen, aus denen die Aufgaben für die Abiturprüfung kommen, sind bundesweit festgelegt. Gemäß der EPA sind drei Sachgebiete vorgeschrieben:

- **Analysis** als Grundlage fundamentaler mathematischer Begriffe und Verfahren zur Beschreibung von Abhängigkeiten und Veränderungsprozessen
- **Lineare Algebra/Analytische Geometrie** mit ihren Methoden zur Algebraisierung von Objekten und zur analytischen Beschreibung des Raumes
- **Stochastik** mit der Möglichkeit zur quantitativen Beschreibung von Vorgängen, die vom Zufall abhängig sind, und zur Beurteilung ihrer Ergebnisse

1.1.2 Verbindliche Inhalte für die Leistungskursklausur

Analysis	Ganzrationale Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Herleitung von Funktionsgleichungen aus vorgegebenen Bedingungen ■ Extrema und Wendepunkte ■ Kurvenscharen mit Fallunterscheidung ■ Abschnittsweise definierte Funktionen ■ Integralrechnung
-----------------	--------------------------	--

Analysis	Exponentialfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Funktionen vom Typ $f(x) = p(x) \cdot e^{q(x)}$ (p und q sind ganzrationale Funktionen), auch mit Parametern ■ Extrema und Wendepunkte ■ Kurvenscharen mit Fallunterscheidung ■ Integration (ohne partielle Integration, bei CAS auch mit Parametern)
	Ökonomische Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Marktpreistheorie/Produzenten-/Konsumentenrente ■ Modell der vollständigen Konkurrenz ■ Modell Angebotsmonopol ■ Absatzentwicklung/Umsatzentwicklung
Lineare Algebra/ Analytische Geometrie	Der gesamte Themenbereich Lineare Algebra/Analytische Geometrie kann auch die Verwendung von Parametern enthalten.	
	Lineare Gleichungssysteme	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rang einer Matrix ■ Homogene und inhomogene LGS und Kriterien für deren Lösbarkeit ■ Existenz inverser Matrizen
	Ökonomische Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Leontief-Modell mit höchstens drei Sektoren ■ Mehrstufige Produktionsprozesse
Stochastik	Bedingte Wahrscheinlichkeit und stochastische Unabhängigkeit	
	Erwartungswert von Zufallsvariablen	
	Binomialverteilung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bernoulli-Versuch mit Binomialverteilungen ■ Erwartungswert und Varianz der Binomialverteilung ■ Summenfunktion der Binomialverteilung
	Einseitiger Hypothesentest inklusive Fehler 1. und 2. Art	
	Ökonomische Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kostenabwägungen ■ Qualitätsprüfungen ■ Prüfen von Produktionsprozessen

1.1.3 Verbindliche Inhalte für die Grundkursklausur

Die Aufgaben der Grundkursklausur können sowohl innermathematische als auch anwendungsbezogene Fragestellungen beinhalten. Sie müssen ebenfalls den Anforderungen der EPA (Einheitliche Prüfungsanforderungen Abitur) genügen. Die prüfungsrelevanten Gebiete sind Analysis, Lineare

Algebra/Analytische Geometrie und Stochastik. Dabei kommt der Analysis das größte Gewicht mit mindestens einem Drittel der Anforderungen zu.

Analysis	Ganzrationale Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ableitungsregeln ■ Globale und lokale Eigenschaften ■ Herleitung von Funktionsgleichungen aus vorgegebenen Bedingungen ■ Integration/Integrationsregeln
	Exponentialfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Funktionen vom Typ $f(x) = p(x) \cdot e^{\lambda \cdot x}$ mit $\lambda \in \mathbb{R}$ und p ganzrational ■ Ableitungsregeln ■ Globale und lokale Eigenschaften ■ Integration (bestimmte Integrale mit GTR/CAS)
	Ökonomische Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modell der vollständigen Konkurrenz ■ Produktlebenszyklus/Absatzentwicklung ■ Deckungsbeitrag
Lineare Algebra/ Analytische Geometrie	Matrizenoperationen	Matrizenverknüpfung
	Lineare Gleichungssysteme	Lösen homogener und inhomogener linearer Gleichungssystem
	Lineare Optimierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Grafische Lösungsverfahren ökonomischer Maximierungsprobleme ■ Lineares Standard-Maximierungsproblem ■ Simplex-Algorithmus
Stochastik	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gegenereignis, Vereinigung, Durchschnitt und Differenz von Ereignissen und deren Wahrscheinlichkeiten ■ bedingte Wahrscheinlichkeit/stochastische Unabhängigkeit ■ Wahrscheinlichkeitsverteilung (u. a. Binomialverteilung) inkl. Erwartungswert und Standardabweichung 	

1.2 Formulierungen in Aufgaben

Bei dezentralen Aufgabenstellungen, wie sie bei „normalen“ Klausuren üblich sind, steht die Formulierung der Aufgabenstellung im unmittelbaren Zusammenhang mit dem zuvor erfahrenen Unterricht. Notfalls kann man bei einer Klausur nachfragen, wie eine Aufgabenstellung zu verstehen ist. Das ist natürlich bei zentraler Aufgabenstellung nicht möglich. Deshalb hat man sich auf Operatoren geeinigt, die die Anforderungen an die Lösung beschreiben. Die Anforderungen sind in drei **Anforderungsbereiche** (AFB) eingeteilt.

AFB I: Reproduktion

AFB II: Reorganisation und Transfer

AFB III: Reflexion und Problemlösung

Operator	AFB	Erläuterung	Beispiel
analysieren	II – III	Sachverhalte, Probleme, Fragestellungen genauer untersuchen und strukturieren	Analysieren Sie für $a = 0,5$ die folgende Entscheidung der Unternehmensleitung.
angeben, nennen	I – II	Objekte, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen, Begründungen und ohne Darstellung von Lösungsansätzen oder Lösungswegen aufzählen	Nennen Sie die angewandte Ableitungsregel.
anwenden	I – II	Einen bekannten Sachverhalt, eine bekannte Methode auf eine neue Problemstellung beziehen	Wenden Sie das Newtonverfahren zur Bestimmung der Gewinnschwelle an.
aufstellen, bilden	I – II	Daten nutzen, um sie in einem mathematischen Modell darzustellen	Stellen Sie aus den gegebenen Daten eine Matrix auf.
begründen	II – III	Sachverhalte auf Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen. Regeln und mathematische Beziehungen sind hierbei zu nutzen	Begründen Sie, dass die zweite Ableitung als Maß für die Krümmung eines Graphen nicht ausreichend ist.
berechnen	I – II	Von einem Ansatz ausgehend sind Ergebnisse durch Rechenoperationen zu gewinnen	Berechnen Sie die Produktionsmenge, bei der der maximale Gewinn erzielt wird.
beschreiben	I – II	Strukturen, Sachverhalte, Verfahren unter Verwendung der Fachsprache angemessen wiedergeben	Beschreiben Sie das Verfahren des Gauß-Algorithmus.
bestätigen	I – II	Aussagen oder Sachverhalte mathematisch verifizieren	Bestätigen Sie, dass das Marktgleichgewicht bei 4 ME erreicht ist.

Operator	AFB	Erläuterung	Beispiel
bestimmen, ermitteln	II – III	Zusammenhänge bzw. Lösungswege finden und die Ergebnisse formulieren	Bestimmen Sie die Koordinaten des Marktgleichgewichts. Ermitteln Sie die Nachfrage und Angebotselastizität im Marktgleichgewicht.
beurteilen, Stellung nehmen	II – III	Unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden ein eigenständiges Urteil zu einem Sachverhalt formulieren und begründen	Beurteilen Sie die Qualität des vorgeschlagenen Testverfahrens.
bewerten, deuten	I – II	Die Ergebnisse einer mathematischen Überlegung rückübersetzen auf das ursprüngliche Problem; umdeuten in eine andere Sichtweise	Bewerten Sie die Ergebnisse aus Sicht des Unternehmens und der Kunden. Deuten Sie das Ergebnis ökonomisch.
beweisen, widerlegen, nachweisen	II – III	Beweise im mathematischen Sinne unter Verwendung von bekannten mathematischen Sätzen, logischen Schlüssen und Äquivalenzumformungen, ggf. unter Verwendung von Gegenbeispielen und Analogien, führen	Beweisen Sie, dass im Betriebsminimum x_0 gilt: $K'(x_0) = k_v(x_0)$. Beweisen oder widerlegen Sie: Wenn $f'(x^0) = 0$, dann folgt, x^0 ist eine Extremstelle.
definieren	II – III	Kontextabhängige, eigenständige Begriffe bzw. Darstellungen festlegen	Definieren Sie zum Sachverhalt eine geeignete Treppenfunktion.
dokumentieren, darstellen	I – II	Gedankengang bzw. Herleitung der Problemlösung darlegen	Dokumentieren Sie Ihren Lösungsweg.
entscheiden	II – III	Sich bei Alternativen eindeutig und begründet auf eine Möglichkeit festlegen	Entscheiden Sie, ob das Unternehmen mit einem Gewinn von mehr als $x \text{ €}$ rechnen kann.

Operator	AFB	Erläuterung	Beispiel
entwickeln, entwerfen	II – III	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet in einen Zusammenhang bringen, also eine Hypothese, eine Skizze oder ein Modell weiterführen und ausbauen	Entwickeln Sie einen Test zur Überprüfung der folgenden Hypothese.
ergänzen	I – II	Eine vorgegebene Rechnung, Grafik oder Tabelle vervollständigen	Ergänzen Sie die fehlenden Werte in der Tabelle.
erklären	I – II	Sachverhalte mit Hilfe eigener Kenntnisse verständlich und nachvollziehbar machen und in Zusammenhänge einordnen	Erklären Sie den Unterschied zwischen notwendiger und hinreichender Bedingung.
erläutern	I – II	Strukturen und Zusammenhänge erfassen, in Einzelheiten verdeutlichen und durch zusätzliche Informationen verständlich machen	Erläutern Sie die Bedeutung des cournotschen Punktes.
erstellen	I – II	Einen Sachverhalt in übersichtlicher und fachlich angemessener Form ausdrücken	Erstellen Sie eine Wertetabelle für die Funktion f .
herleiten, formulieren	II – III	Eine Formel oder einen Zusammenhang aus bekannten Sachverhalten nachvollziehbar entwickeln	Leiten Sie die Gleichung der Kostenfunktion her. Formulieren Sie für den Kunden auf der Basis eines Hypothesentests eine Entscheidungsregel.
interpretieren	II – III	Zusammenhänge bzw. Ergebnisse begründet auf gegebene Fragestellungen beziehen	Interpretieren Sie das Integral aus ökonomischer Sicht.
klassifizieren	II – III	Eine Menge von Objekten nach vorgegebenen oder sinnvoll selbstständig zu wählenden Kriterien in Klassen einteilen	Klassifizieren Sie die Graphen der Funktionenschar nach der Anzahl der Nullstellen.

Operator	AFB	Erläuterung	Beispiel
prüfen, überprüfen	II – III	Die Gültigkeit einer Aussage, z. B. einer Hypothese oder einer Modellvorstellung, verifizieren, falsifizieren	Prüfen Sie die Aussage des Produktionsleiters.
skizzieren, grafisch darstellen	I – II	Wesentliche Eigenschaften von Sachverhalten oder Objekten grafisch darstellen; Freihandskizzen sind auch möglich.	Skizzieren Sie auf der Basis Ihrer Ergebnisse den Verlauf der Gewinnfunktion.
übertragen	II – III	Einen untersuchten Sachverhalt bzw. allgemeingültige Aussagen auf ähnliche Sachverhalte anwenden	Übertragen Sie den Lösungsansatz auf ...
untersuchen	I – II	Sachverhalte, Probleme, Fragestellungen nach bestimmten, fachlich üblichen bzw. sinnvollen Kriterien bearbeiten	Untersuchen Sie das Verhalten des Funktionsgraphen an den Definitionslücken.
veranschaulichen, verdeutlichen	I – II	Einen Sachverhalt mit verbalen oder grafischen Erläuterungen versehen	Veranschaulichen Sie das Betriebsoptimum grafisch.
vereinfachen, umformen	I – II	Terme, Aussagen, Formeln mittels geeigneter Strategien an den jeweiligen Sachverhalt anpassen	Vereinfachen Sie den Ausdruck so weit wie möglich.
vergleichen	I – II	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln	Vergleichen Sie die unterschiedlichen Lösungsansätze zur Bestimmung des Betriebsminimums.
zeichnen	I – II	Hinreichend exakte grafische Darstellungen von Objekten oder Daten anfertigen	Zeichnen Sie den zugehörigen Gozintographen.
zeigen	II – III	Aussagen oder Sachverhalte unter Nutzung von gültigen Schlussregeln, Berechnungen bestätigen	Zeigen Sie, dass für eine Maschinenzeit der Maschine A von 20 Stunden der Erlös optimiert wird.

1.3 Gestaltung der Abiturprüfung im Fach Mathematik

In der schriftlichen Abiturprüfung haben Sie vier Aufgaben zu bearbeiten. Die Aufgaben teilen sich in einen Aufgabenteil A und einen Aufgabenteil B. Im Aufgabenteil A stehen Ihnen zur Lösung einer Aufgabe mit drei Teilaufgaben keine Hilfsmittel zur Verfügung. Die Teilaufgaben beziehen sich auf Problemstellungen der Analysis, Linearen Algebra/Analytischen Geometrie und Stochastik. In diesem Aufgabenteil sollen Sie nachweisen, dass Sie über grundlegende mathematische Fähigkeiten verfügen.

Im Aufgabenteil B sind die Aufgaben so gestellt, dass Sie einen GTR oder einen CAS einsetzen. In diesem Aufgabenteil müssen Sie jeweils eine Aufgabe zur

- Analysis
- Linearen Algebra/Analytischen Geometrie
- Stochastik

lösen. In Abhängigkeit von den eingesetzten Rechnersystemen gibt es einen GTR-Aufgabensatz sowie einen CAS-Aufgabensatz. Die Aufgaben im Aufgabenteil A sind dagegen gleich.

In beiden Aufgabenteilen weisen mindestens zwei der drei Aufgaben Anwendungsbezüge aus dem Bereich Wirtschaft und Verwaltung auf.

Das Zeitmaß für die Leistungskursklausur beträgt $4\frac{1}{4}$ Stunden. Zunächst werden die Aufgabenblätter für den Aufgabenbereich A ausgegeben. Nach einer maximalen Bearbeitungszeit von 50 Minuten sind die Prüfungsunterlagen und Lösungen zurückzugeben. Dann erfolgt die Ausgabe der Aufgaben für den Aufgabenteil B, zu deren Lösung Hilfsmittel wie GTR oder CAS eingesetzt werden. Bei der Grundkursklausur sind die Zeitanteile für die Bearbeitung der Teilaufgaben A und B entsprechend geringer.

Die Bearbeitung der Aufgaben mittels GTR oder CAS erspart viel händische Rechenarbeit. Es genügt aber nicht, lediglich das Ergebnis hinzuschreiben. Sie müssen vielmehr den Gedankengang der Problemlösung nachvollziehbar dokumentieren. Diese Dokumentation ist integraler Bestandteil der Problemlösung und wird bewertet.

1.4 Vorbereitung auf die Abiturklausur

Viele Schülerinnen und Schüler bleiben in der Abiturprüfung unter ihrem gewohnten Notendurchschnitt. Das liegt möglicherweise daran, dass die Aufgabenstellung ungewohnt oder gar schwieriger als in den Vorbereitungsklausuren ist. In den meisten Fällen – so die Beobachtung der Autoren – beruht das Absinken der Leistung auf mangelnder Sicherheit und Nervosität. Die Unsicherheit ist in der Regel auf eine ungenügende Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler oder ihre nicht kontinuierliche Mitarbeit im Unterricht zurückzuführen.

Die Vorbereitung auf die Abiturprüfung beginnt nicht erst eine Woche vor der Abiturklausur. Der Sportler fängt ja auch nicht erst eine Woche vor dem Wettkampf mit dem Training an. Vielmehr bereitet er sich viele Wochen und Monate auf seine Wettkämpfe vor. Beginnen Sie mit ihren Vorbereitungen also nicht erst in den Weihnachtsferien, sondern schon im Oktober.

Im Gegensatz zu einem Hochleistungssportler müssen Sie in der Abiturprüfung die Leistung nicht binnen Sekunden oder Minuten abrufen. Ihnen werden mehrere Stunden dafür zugebilligt. Sie können den Lösungsweg, wenn Sie ihn nicht sofort wissen, wieder rekonstruieren. Dazu müssen Sie sich Merkstrukturen aufgebaut haben. Bei kleinen Problemfeldern können „Eselsbrücken“ helfen. Bei den recht komplexen Sachverhalten der Analysis oder Stochastik ist das schlechthin nicht möglich.