

Expertise zur Anhörungsfassung des Kerncurriculums für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe im Fach Mathematik

1. Vorbemerkungen

Die Expertise erfolgte für den Landesverband des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Zum Verständnis der aufgezeigten Probleme und abgeleiteten Konsequenzen müssen zunächst die aktuellen Rahmenbedingungen der am Kerncurriculum beteiligten Bundesländer dargelegt werden.

Um Anregungen zur Bewältigung der entstandenen Probleme zu geben, werden auch Vorgehensweisen in anderen Bundesländern dargestellt, die mit Mecklenburg-Vorpommern vergleichbare schulgesetzliche Rahmenbedingungen haben.

2. Zur aktuellen schulgesetzlichen Situation in Berlin, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern und den sich daraus ergebenden Konsequenzen

In *Mecklenburg-Vorpommern* erfolgt gegenwärtig die Umstellung von einer 13-jährigen zu einer 12-jährigen Ausbildung bis zum Abitur. Die Schüler¹ der 10. Jahrgangsstufe im laufenden Schuljahr legen das Abitur erstmalig wieder nach der 12. Klasse ab. Es gibt einen Rahmenplan für die Klassen 7 bis 10 des Gymnasiums in der Erprobungsfassung von 2002 der schrittweise in Kraft gesetzt wurde und einen Rahmenplan für die Jahrgangsstufen 11 bis 13 in der Erprobungsfassung von 1999 für den auslaufenden Jahrgang, der nach der 13. Klasse das Abitur ablegt und der sich gegenwärtig in der Klassestufe 11 befindet.

Mit der Abiturprüfungsverordnung vom 4. Juli 2005 wurde für die gymnasiale Oberstufe an Gymnasien und Gesamtschulen folgendes festgelegt:

Die gymnasiale Oberstufe gliedert sich in eine Einführungsphase in der Jahrgangsstufe 10 und eine Qualifikationsphase in den Jahrgangsstufen 11 und 12. Der Unterricht in der Qualifikationsphase wird in Fächern und Hauptfächern erteilt. Hauptfächer, zu denen das Unterrichtsfach Mathematik zählt, werden vierstündig und Fächer zweistündig unterrichtet. Ein Schüler hat die 6 Hauptfächer Deutsch, Mathematik, Geschichte und politische Bildung sowie entweder zwei Fremdsprachen und eine Naturwissenschaft oder zwei Naturwissenschaften und eine Fremdsprache durchgängig zu belegen.

Der Zugang zur gymnasialen Oberstufe wird am Gymnasium durch die Versetzung in die Jahrgangsstufe 10 und für Schüler an anderen Schularten durch den Erwerb der mittleren Reife erreicht. Das bedeutet, dass Schüler nach dem Abschluss der 10. Klasse an einer Regionalen Schule zum Ablegen des Abiturs an einem Gymnasium dort die 10. Klasse als Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe besuchen müssen.

Die Abiturprüfung besteht aus vier schriftlichen Prüfungen in zwei Hauptfächern und in zwei weiteren Unterrichtsfächern sowie einer mündlichen Prüfung. Unter den fünf Prüfungsfächern muss das Unterrichtsfach Mathematik sein. Wenn Mathematik als Hauptfach für die Prüfung gewählt wird, so erfolgt nach der Abiturprüfungsverordnung die Prüfung „unter Leistungsanforderungen gemäß der einschlägigen Beschlüsse der Kultusministerkonferenz“. Damit ist offensichtlich gemeint, dass es sich um die Anforderungen im Leistungskursfach handelt, da es in dem entsprechenden Absatz (§ 11 (6)) weiter heißt, dass die anderen drei Prüfungen „unter Grundkursanforderungen“ erfolgen sollen.

Dies bedeutet, dass alle Schüler in der Oberstufe den gleichen vierstündigen Mathematikunterricht erhalten, aber im Abitur die notwendige Prüfung im Fach Mathematik auf Grundkurs-

¹ Bei allen Personenbezeichnungen sind immer beide Geschlechter gemeint.

oder auf Leistungskursniveau nach Wahl des Schülers durchgeführt werden kann. Welche Konsequenzen sich daraus für den Unterricht und die Klausuren ergeben ist noch offen.

Eine weitere Besonderheit in Mecklenburg-Vorpommern ist, dass nach einer Verordnung vom 3. Juli 2003 und dem neuen Schulgesetz vom 4. Juli 2005 ein Schüler zum Erwerb der Berechtigung zum Übergang in die Jahrgangsstufe 11 eine Prüfung am Ende der Klasse 10 erfolgreich bestehen muss, die mit dem Erwerb der mittleren Reife gleichgestellt ist. Im Fach Mathematik ist eine dazu schriftliche Prüfung vorgesehen. Es ist ein einmaliger Fall in Deutschland, dass nach dem ersten Jahr der gymnasialen Oberstufe noch durch eine Prüfung eine Berechtigung für den weiteren Verbleib in der Oberstufe erworben werden muss. Hinzu kommt, dass dann Schüler, die die mittlere Reife an einer Regionalen Schule erworben haben und entsprechend den Zugangsberechtigungen in die 10. Klasse des Gymnasiums gewechselt sind, erneut eine Prüfung, die der mittleren Reife entspricht, ablegen müssen.

In dem Rahmenplan von 2002 sind in der Klasse 10, der neuen Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe, als Inhalte bereits Elemente der beurteilenden Statistik sowie eine Einführung in die Arbeit mit Computer-Algebra-Systemen vorgesehen, die im Kerncurriculum nicht als Eingangsvoraussetzungen, sondern für die Qualifikationsphase angegeben werden.

Die Wochenstundenzahl im Fach Mathematik beträgt bisher in den Klassenstufen 7 bis 13 für einen Schüler mit Grundkursbelegung 23 Std. und beim Belegen eines Leistungskurses 27 Std. Mit dem Übergang zum 12-jährigen Abitur wurde die Stundenzahl in den Klassen 7, 9 und 10 um je eine Stunde erhöht. Sie beträgt für alle Schüler in den Klassenstufen 7 bis 12 jetzt 25 Std.

In *Berlin* beginnt die gymnasiale Oberstufe gegenwärtig mit der Einführungsphase in der Klasse 11. Nach dem Schulgesetz vom 23. Juni 2005 soll künftig das Abitur auch schon nach 12 Jahren abgelegt werden können. Diese Schüler befinden sich jetzt erst in Klasse 6. Seit dem laufenden Schuljahr gelten für die aktuelle Oberstufe (Kl. 11 – 13) neue curriculare Vorgaben, die auf das erste Zentralabitur im Schuljahr 2006/2007 vorbereiten sollen. Es wird bereits in Klasse 11 ein zusätzlicher Profilkurs für die potentiellen Leistungskurskandidaten angeboten, ohne dass zu diesem Zeitpunkt eine irreversible Festlegung getroffen werden soll. Als Inhalte für den Fundamentalkurs mit allen Schülern in Klasse 11 (4 Std.) sind 3 Themen vorgesehen: „Stochastik“, „Koordinatengeometrie und Funktionen“ sowie „Einführung in die Differentialrechnung“ und für den zusätzlichen Profilkurs (2 Std.) die zwei Themen: „Entdecken, Begründen, Beweisen“ sowie „Folgen und Reihen, Grenzwerte“.

Gegenwärtig befindet sich ein neuer Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I in der Anhörung, in dem für das Gymnasium in der Doppeljahrgangsstufe 9/10 bereits Inhalte der Stochastik und Analysis aus dem Oberstufenkurs vorgesehen sind.

Die Stundenzahl von Klasse 7 bis 13 beträgt z. Z. beim Belegen eines Grundkurses 24 Std. und beim Belegen eines Leistungskurses 28 Std. (+ 2 Std. Profilkurs).

In *Brandenburg* gibt es wie in Berlin eine dreijährige gymnasiale Oberstufe, die mit der Einführungsphase in Klasse 11 beginnt. Im Januar 2003 wurden vom Bildungsministerium verbindliche curriculare Vorgaben für den Unterricht in der Qualifikationsphase erlassen, die die weiterhin gültigen Vorläufigen Rahmenpläne von 1992 konkretisieren und der Vorbereitung des ersten Zentralabiturs (nach 1990) im Schuljahr 2004/2005 dienen. Die curricularen Vorgaben geben wie in Berlin die Ziele und Inhalte des Mathematikunterrichts in der Oberstufe sehr detailliert an. Für das Zentralabitur wurden weiterhin konkrete Prüfungsschwerpunkte herausgegeben. Das Kurssystem beginnt bereits im 2. Halbjahr der Einführungsphase in Klasse 11. Für die Klasse 11 sind die Themengebiete „Analytische Geometrie I/Koordinatengeometrie“, „Stochastik I“ und „Analysis I“ vorgesehen.

Auch in Brandenburg gibt es Überlegungen zur Umstellung auf ein Abitur nach 12 Jahren. Die Stundenzahl von Klasse 7 bis 13 beträgt beim Belegen eines Grundkurses 24 Std. und beim Belegen eines Leistungskurses 29 Std.

Zusammenfassende Bemerkungen:

Nach den neuen gesetzlichen Festlegungen in Mecklenburg-Vorpommern unterscheiden sich die Rahmenbedingungen für die gymnasialer Oberstufe wesentlich von den aktuellen Bedingungen in den Ländern Berlin und Brandenburg zum Zeitpunkt der geplanten Inkraftsetzung des Kerncurriculums. Sie bestehen vor allem im Folgenden:

- In Mecklenburg-Vorpommern gibt es am Ende der 10. Klasse im Unterschied zu den beiden anderen Ländern für alle Schüler zur Berechtigung des Übergangs in die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe eine Prüfung, die mit dem Erwerb der mittleren Reife gleichgestellt ist. Diese Prüfung beeinflusst den Unterricht in der Klasse 10 durch die erforderlichen Prüfungsvorbereitungen und Prüfungszeiten erheblich.
- In Mecklenburg-Vorpommern beginnt die gymnasiale Oberstufe bereits in der Klasse 10. In dieser Klasse werden bereits wesentliche Inhalte behandelt, die im Kerncurriculum für die Qualifikationsphase vorgesehen sind.
- In Berlin und Brandenburg gibt es neben der Qualifikationsphase, für die das vorliegende Kerncurriculum formuliert wurde, in den nächsten Jahren noch eine Einführungsphase, in der ebenfalls wesentliche Inhalte eines Oberstufenkurses behandelt werden.
- Während in Berlin und Brandenburg in nächster Zeit weiterhin ein System aus Grund- und Leistungskursen existiert, gibt es in Mecklenburg künftig nur einen einheitlichen Mathematikurs für alle Schüler, der auf Leistungskursniveau gestaltet werden soll.
- Trotz eines einheitlichen Kurses soll in Mecklenburg-Vorpommern das Abitur im Fach Mathematik auf zwei Niveaustufen abgelegt werden.
- Für einen Schüler, der ein Abitur auf Leistungskursniveau ablegen soll, stehen von der Klasse 7 bis zum Abitur in Berlin 28 (+2), in Brandenburg 29 und in Mecklenburg nur 25 Wochenstunden zur Verfügung. Das ist etwa ein Schuljahr weniger.

Konsequenzen:

Aufgrund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen der beteiligten Länder ist der dem Vernehmen nach nur auf höchster politischer Ebene entstandene Gedanke eines gemeinsamen Plans für die Qualifikationsphase zumindest für das Fach Mathematik nicht realisierbar.

Auch der aktuelle Handlungsbedarf ist in den beteiligten Ländern völlig unterschiedlich. In Berlin und Brandenburg besteht mit den erlassenen curricularen Vorgaben und Prüfungsschwerpunkten für die aktuelle Situation eine ausreichende Planungssicherheit. Das Kerncurriculum für die Qualifikationsphase ist für diese Länder ein erster Schritt in die absehbare Zukunft einer 12-jährigen Abiturausbildung. Die Einführungsphase wird im Kerncurriculum offensichtlich mit Absicht nicht erwähnt, da dies aktuell in den Ländern die Klasse 11, später aber auch die Klasse 10 betreffen würde. Über die Funktion der Klasse 10 als Einführungsphase und die Konsequenzen für den Unterricht besteht gegenwärtig in diesen Ländern noch keine abschließende Klarheit, wie Gespräche mit Verantwortlichen in den betreffenden Schulaufsichtsbehörden bestätigten.

In Mecklenburg-Vorpommern gibt es einen längst überfälligen Handlungsbedarf bei der Festlegung der curricularen Inhalte für die Klassen 11 und 12 und der damit verbundenen Orientierung für das erste Abitur nach 12 Jahren unter den neuen inhaltlichen Erfordernissen, da sich die Schüler dieses Jahrgangs bereits in der Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe befinden. Im laufenden Schuljahr muss z. B. bereits auf dem Gebiet der Stochastik das Abiturniveau im Wesentlichen erreicht werden. Bisher ist im Land kein inhaltliches Konzept vorhanden, in dem die speziellen Bedingungen wie die Prüfung in der 10. Klasse, der Wegfall des Kurssystems sowie ein Abitur auf zwei Niveaustufen berücksichtigt werden. Diesen besonderen Bedingungen in Mecklenburg-Vorpommern wurde im Kerncurriculum völlig unzureichend Rechnung getragen.

Aus dieser Problemlage sollten folgende *Konsequenzen* gezogen werden, mit denen aus dem vorliegenden Entwurf eines Kerncurriculums noch ein Papier entstehen kann, das den Interessen aller drei Länder an einer zentralen Orientierung für die Oberstufe entsprechen könnte.

1. Es muss zunächst die Hauptfunktion des Kerncurriculums neu bestimmt werden. Sie kann nicht wie bisher darin bestehen, Ziele, Standards und Inhalte für die Qualifikationsphase festzulegen. Die Hauptfunktion des Kerncurriculums sollte die Angabe der Bildungs- und Erziehungsziele der gymnasialen Oberstufe insgesamt sowie die konkrete Festlegung von abschlussorientierten Standards sein.
2. Dies hat zur Folge, dass im 1. Kapitel und 2. Kapitel auf die Bezeichnung Qualifikationsphase verzichtet und nur von gymnasialer Oberstufe gesprochen wird. Dies ist ohne weitere Veränderungen in diesen Kapiteln möglich. Damit bleibt offen, ob (wie) Mecklenburg-Vorpommern die gymnasiale Oberstufe in Klasse 10 oder wie in Berlin laut neuem Schulgesetz in Klasse 11 beginnt.
3. Auf die Angabe von Eingangsvoraussetzungen kann verzichtet werden, da dies für Mecklenburg-Vorpommern aufgrund der Besonderheiten in Klasse 10 nicht relevant ist und es auch für die Festlegung von abschlussorientierten Standards nicht erforderlich ist. Ansonsten sollten die formulierten Eingangsvoraussetzungen nicht für den Eintritt in die Qualifikationsphase, sondern in die gymnasiale Oberstufe gelten.
4. Die abschlussorientierten Standards sollten auf einen Kern reduziert werden, der auch mit allen Schülern in einem vierstündigen Kurs realisierbar ist. Dieser Kern sollte aber möglichst präzise beschrieben werden.
5. Die Bezeichnungen Fach und Hauptfach, die nur in dem ansonsten wortgleichen Entwurf für Mecklenburg-Vorpommern vorkommen, haben keinen Sinn, da es Mathematik als Fach in Mecklenburg-Vorpommern nicht gibt. Da das Abitur bisher aber wie in Berlin und Brandenburg auf zwei Niveaustufen abgelegt werden muss, könnte in den abschlussorientierten Standards auch für Mecklenburg-Vorpommern eine Einteilung in Grundkursniveau und Leistungskursniveau erfolgen.
6. Auf die Angabe von Kompetenzen und Inhalten nur für die Qualifikationsphase, d. h. auf das Kapitel 4 sollte völlig verzichtet werden, da dies für Mecklenburg-Vorpommern nicht relevant ist. Es treten außerdem fast nur wörtliche Wiederholungen aus den abschlussorientierten Standards auf.²
7. Die speziellen Ziele und Inhalte für die einzelnen Phasen der gymnasialen Oberstufe sollten generell in landesspezifischen „curricularen Vorgaben“ festgelegt werden, die den jeweiligen aktuellen Bedingungen der Länder entsprechen.

Aus der Problemlage und den Empfehlungen für das Kerncurriculum ergeben sich weiterhin folgende *Empfehlungen und Konsequenzen für Mecklenburg-Vorpommern*.

1. Es sollten in kürzester Zeit noch im laufenden Schuljahr analog zu den Ländern Berlin und Brandenburg curriculare Vorgaben für den Mathematikunterricht der Klassen 10 bis 12 erstellt werden, die die neuen Bedingungen im Land berücksichtigen.
2. Angesichts der komplizierten Situation sowie der absehbaren qualitativen Veränderungen im Oberstufenunterricht (vgl. Abschnitt 3) sollten analog zu Brandenburg im Interesse der Schüler und Lehrer für die Abiturprüfungen ab 2008 jährlich konkrete Prüfungsschwerpunkte veröffentlicht werden, die eine schrittweise Anpassung an die neuen Anforderungen im Abitur beinhalten.

² Der Entwurf verdeutlicht die Mängel des Kompetenzmodells. Es ist für eine Verständigung viel sinnvoller, die inhaltsbezogenen abschlussorientierten Kompetenzen nach den drei Themenbereichen zu strukturieren, womit aber von der Struktur des Kompetenzmodells abgewichen werden müsste.

3. Die gegenwärtige Funktion und Stellung der Prüfung in Klasse 10 macht nach der Abiturstufenreform wenig Sinn und sollte entweder gestrichen oder verändert werden. Mit den aktuellen Rahmenbedingungen noch am ehesten vereinbar wäre folgender Änderungsvorschlag: Die Prüfung wird auf das Ende des ersten Halbjahres der Klasse 10 verlagert und die Bedingungen werden wesentlich vereinfacht. So kann im Fach Mathematik anstelle einer der obligatorischen Klausuren eine komplexe „Zentrale Klausur“ für die drei Stoffgebiete „Trigonometrie“, „Exponential- und Logarithmusfunktionen“ sowie „Körperberechnung“ mit Auswahlmöglichkeiten für Lehrer und Schüler erfolgen. Bei Nichtbestehen der Prüfung erfolgt eine Rückversetzung in Klasse 9 zum zweiten Halbjahr. Im 2. Halbjahr der Klasse 10 beginnt mit dem Thema Stochastik und der Einführung in das Arbeiten mit CAS dann der Oberstufenkurs. Im Zuge der länderübergreifenden Zusammenarbeit sollte die mecklenburgische Prüfungsidee auch mit den Vertretern der beiden anderen Länder diskutiert werden. Wird sie von diesen Ländern abgelehnt, sollte sie auch bei uns nicht weiter verfolgt werden, zumal die Erfahrungen der ersten Jahre zeigen, dass sie kaum selektiven Charakter hat.

3. Bemerkungen zu inhaltlichen Problemen

Der Entwurf des Kerncurriculums orientiert sich an dem aktuellen *Kompetenzmodell* der Bildungsstandards und den Leitideen in den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) Mathematik vom 24.05.2002. Dazu kann folgendes bemerkt werden.

- Das Kompetenzmodell ist wesentlich konkreter und fachbezogener als das noch im Rahmenplan von 2002 verwendete Modell einer „Handlungskompetenz“ mit den Teilkomponenten Sachkompetenz, Methodenkompetenz, Sozialkompetenz und Selbstkompetenz.
- Aber auch das neue Modell ist noch mit zahlreichen Problemen behaftet, die einer weiteren wissenschaftlichen Klärung bedürfen. So sind die Kompetenzbereiche nicht hinreichend konsistent, vollständig und überscheidungsfrei. Es gibt weitere Modelle, zu denen die „Linienführungen“ als Entwicklungsprozesse von Wissens- und Könnenskomplexen gehören, die auch bisher in den Rahmenplänen für die Sekundarstufe I in Mecklenburg-Vorpommern enthalten sind. Zur Weiterentwicklung des Kompetenzmodells und der Standards ist 2004 ein länderübergreifendes Institut in Berlin gegründet worden. Angesichts dieser Situation sollten aus der Sicht dreier Länder keine Veränderungen an dem Modell erfolgen, auch wenn viele Dinge wünschenswert erscheinen (s. o).
- Ein Grundanliegen der aktuellen „Kompetenzwelle“ muss aber nachdrücklich gerade für den Mathematikunterricht in der gymnasialen Oberstufe hervorgehoben werden. Es ist damit eine bewusste Abkehr von einem eher formalen und verfahrensorientierten Mathematikunterricht und eine Hinwendung zu einem durch inhaltliches Verständnis, stärkeren Realitätsbezug und Problemlösen geprägten Mathematikunterricht intendiert. Dies führt zu völlig neuen Anforderungen an die Unterrichtsgestaltung und zu neuen, meist höheren Anforderungen an Schüler.

Qualitativ neue Anforderungen sowohl für Schüler als auch für Lehrer ergeben sich weiterhin im Mathematikunterricht durch den *Einsatz neuer Technologien*. So wird im Entwurf des Kerncurriculums u. a. gefordert, Probleme durch Variation und Erkundung von Konsequenzen selbstständig zu finden, mit ansonsten nicht behandelbaren realistischen und authentischen Situationen umzugehen, das funktionale Denken wesentlich besser zu entwickeln oder große Datenmengen numerisch zu verarbeiten. Daraus ergeben sich vor allen Dingen höhere geistige Anforderungen an Schüler. Da die Mehrzahl der Lehrer keine Erfahrungen im Umgang mit der neuen Technik und in der entsprechenden Gestaltung des Mathematikunterrichts hat, ist mit erheblichen Problemen bei der Umstellung des Unterrichts auf die Verwendung neuer Technologien zu rechnen, zumal die Geräte oft nicht pädagogischen Erfordernissen gerecht werden. Alle bisherigen Erfahrungen sprechen dafür, dass es beim Einsatz der neuen

Technologien insgesamt nicht zu einer zeitlichen Entlastung des Mathematikunterrichts kommt. Durch den Einsatz von CAS-Rechnern wird der Unterricht in hohem Maße individualisiert, was die Lehrer in der Oberstufe bei einem Klassenunterrichtssystem wie es in Mecklenburg-Vorpommern jetzt festgelegt wurde, vor schwer lösbare Aufgaben stellen wird.

Ein dritter neuer Anforderungskomplex ergibt sich für viele Lehrer durch die verpflichtende und zunehmend prüfungsrelevante Behandlung der Stochastik. Auch auf diesem Gebiet fehlen vielen Lehren ausreichende Unterrichtserfahrungen und teilweise auch fachliche Kenntnisse.

Aus den skizzierten neuen Anforderungen an den Mathematikunterricht in der gymnasialen Oberstufe sowie den veränderten Rahmenbedingungen in Mecklenburg-Vorpommern ergeben sich folgenden *Konsequenzen für ein Kerncurriculum und curriculare Vorgaben*:

- Das gegenwärtig alltäglich realisierte Curriculum muss erheblich stofflich entlastet werden, um Lehrern und Schüler die notwendigen Freiräume zur Umsetzung der neuen Anforderungen zu geben. Mit der neuen Aufgabenkultur, den neuen Unterrichtsmethoden und den neuen Technologien ist für die gleichen stofflichen Themen in der Regel mehr Zeit erforderlich. Das Kerncurriculum sollte sich deshalb auf die nach den EPA unbedingt notwendigen fachlichen Inhalte beschränken.
- In den „curricularen Vorgaben“ oder in weiteren zentralen Handreichungen sollten neben konkreten Inhaltsangaben möglichst detaillierte inhaltliche und auch zeitliche Empfehlungen gegeben werden.

Darüber hinaus sind u. a. durch Bereitstellung weitere Materialien, unterrichtsbegleitende Fortbildungen und die Anregung von Kommunikation und Kooperation der unterrichtenden Lehrer erhebliche Anstrengungen erforderlich, die auch länderübergreifend koordiniert werden könnten.

Ausgehend von den Empfehlungen im Abschnitt 2 erfolgt bei den weiteren Bemerkungen eine Beschränkung auf die Formulierungen in den abschlussorientierten Standards (S. 18 – 27), wobei die Bemerkungen nach den drei Sachgebieten der EPA Analysis, Lineare Algebra/Analytische Geometrie und Stochastik gegliedert sind.

Bemerkungen zu den angegebenen Kompetenzen für den Themenbereich Analysis

- Es fehlen Aussagen zur Behandlung von Folgen und zum Grenzwertbegriff, der eine zentrale Rolle in der Analysis spielt. Auf die bisher übliche ausgedehnte Behandlung von Folgen und Reihen (im LK) sollte im Sinne einer stofflichen Kürzung verzichtet werden. Das Verständnis der inhaltlichen und formalen (nur LK-Niveau) Aspekte des Grenzwertbegriffes muss aber unbedingt aufgenommen werden (S. 24).
- Es sollten weitere Reduzierungen der betrachteten Funktionen erfolgen, da nach den EPA außer x^n , $n \in \mathbb{Z}$, e^x und $\sin x$ nur noch zwei weitere Funktionsklassen gefordert werden.
- Die im Themenbereich erwähnten Mittelwertsätze der Differenzialrechnung sollten nicht in die abschlussbezogenen Kompetenzen übernommen werden.

Bemerkungen zu den angegebenen Kompetenzen für den Themenbereich Lineare Algebra/Analytische Geometrie

- Es sollte im Kerncurriculum entsprechend den EPA stets „Lineare Algebra/Analytische Geometrie“ heißen, da auch Elemente der linearen Algebra behandelt werden und diese für die spätere Ausbildung eine weit größere Bedeutung als die Elemente der analytischen Geometrie haben.
- Es wird nicht klar, welche der drei in den EPA angegebenen Varianten (A1: vektorielle analytische Geometrie, A2: Anwendung von Matrizen bei Abbildungen, A3: Anwendung von Matrizen bei mehrstufigen Prozessen) für diesen Themenbereich im Kerncurriculum vorgesehen ist. Es sind sowohl Elemente der Alternative A1: Schrägbilddarstellungen (S.

25), Anwendungen des Skalarproduktes zur Bestimmung von Winkeln und Abständen (S. 25) als auch der Alternativen A2 und A3: Rechnen mit Matrizen (S. 21), Beschreiben von dynamischen Prozessen mit Matrizen (S. 25) enthalten. Hier sollte man sich generell für nur eine Alternative entscheiden oder explizit mehrere Alternativen zulassen, die dann im Abitur bei den Wahlmöglichkeiten berücksichtigt werden.

Es wird empfohlen, die Verwendung von Matrizen zur Modellierung mehrstufiger Prozesse zumindest als Variante beizubehalten, da dann interessante und praktische bedeutsame Anwendungen aus der Wirtschaft, der Ökonomie, der Natur und der Gesellschaft behandelt werden können. Der mathematische Aufwand ist relativ gering und die oft umfangreichen Rechnungen können mit einem CAS ausgeführt werden.

- Im Vergleich mit dem aktuellen Rahmenplan in Mecklenburg-Vorpommern kommen einige Elemente der Koordinatengeometrie, der analytische Geometrie und der Vektorrechnung im Kerncurriculum nicht mehr vor. Dazu gehören die Themen: Kreise im Koordinatensystem, Lagebeziehungen von Geraden und Ebenen, das Vektorprodukt sowie der Themenbereich Kugel. Dies ist zu begrüßen. Dafür treten im Kerncurriculum neue Inhalte auf, die im Rahmenplan bisher nicht enthalten sind. Dies betrifft das Lösen von Gleichungssystemen, was aber in den EPA gefordert wird, und die Darstellung von linearen dynamischen Prozessen mit Matrizen (s. o.).

Bemerkungen zu den angegebenen Kompetenzen für den Themenbereich Stochastik

- Die Behandlung stochastischer Prozesse (S. 20) ist nur im Zusammenhang mit der Alternative A3 im Themenbereich Lineare Algebra/Analytische Geometrie sinnvoll.
- Es wird begrüßt, dass auch Ziele in Bezug auf eine Datenkompetenz aufgenommen wurden.
- Es fehlen in den abschlussorientierten Standards Aussagen zur Simulation.
- In den EPA ist nur die Behandlung eines Verfahrens der beurteilenden Statistik gefordert. Im Kerncurriculum ist durch die Formulierungen „Fehler 1. und 2. Art“ (S. 23, 26) und „Signifikanzniveau“ (S. 23, 26) eine Festlegung auf einen Signifikanztest in Sinne der klassischen Statistik vorgenommen. Durch die geforderte Ermittlung von Konfidenzintervallen (S. 23, 24) für Mittelwerte wird ein weiteres Schätzverfahren aus der beurteilenden Statistik vorgeschrieben, auf das verzichtet werden könnte.
- Im Kerncurriculum sind im Vergleich zum bisherigen Rahmenplan in Mecklenburg-Vorpommern folgende zusätzliche Anforderungen enthalten: Umgang mit statistischen Daten, Simulation, bedingte Wahrscheinlichkeit, Normalverteilung, zweiseitige Hypothesentests, Arbeit mit Konfidenzintervallen, die nur zum Teil als Ergänzungsthemen für den Kurs 13/2 vorgesehen waren. Es sind nach der Vereinbarung des Abschlussniveaus im Kerncurriculum mit Sicherheit Änderungen am Inhalt des Stochastik-Kurses in Klasse 10 nötig bzw. ein weiteres Stoffgebiet zur Stochastik in Kl. 11 oder 12.
- Die Formulierungen der Kompetenzen sollten überarbeitet werden. Als Orientierung können die Vorschläge des Arbeitskreises „Stochastik“ der GDM verwendet werden, der ein nationales Stochastikcurriculum konzipiert hat, das für die Sekundarstufe II folgende Mindestziele enthält, mit denen an Ziele für die Sekundarstufe I angeknüpft wird:
 1. *Kompetenzen bei der Planung von statistischen Untersuchungen*
Die Schüler verstehen, wie die Art der Planung von Studien die Qualität der Daten und der daraus möglichen Schlussfolgerungen maßgeblich beeinflusst.
 2. *Kompetenzen im Darstellen und Zusammenfassen von Daten*
Die Schüler können zu Datenmengen geeignete Grafiken erstellen, statistische Kennzahlen ermitteln und damit in sinnvoller Weise Fragen beantworten.

Sie kennen einfache Techniken zur Beschreibung und Modellierung von Zusammenhängen zwischen zwei Variablen. Sie verstehen, dass Daten durch Zufall bedingt variieren.

3. *Kompetenzen im Modellieren zufälliger Vorgänge*

Die Schüler sind in der Lage, vom Zufall beeinflusste Vorgänge mit Hilfe von Zufallsvariablen zu modellieren. Sie können durch Simulation Wahrscheinlichkeiten und Erwartungswerte von Zufallsgrößen schätzen. Sie können eine Wahrscheinlichkeitsverteilung im Sachkontext begründet und adäquat zur Modellierung einsetzen. Insbesondere verstehen sie das Konzept der Binomialverteilung.

4. *Kompetenzen im Umgang mit dem Kalkül der Stochastik*

Die Schüler kennen die Grundeigenschaften von Wahrscheinlichkeiten und können daraus einfache Rechenregeln für Wahrscheinlichkeiten ableiten und bei konkreten Problemen anwenden. Sie können Kenngrößen von Zufallsvariablen berechnen. Die Schüler erwerben ein inhaltliches Verständnis für den Begriff "bedingte Wahrscheinlichkeit", und für die Bayessche Formel und können sie in Sachsituationen verständlich anwenden. Die Schüler kennen den Begriff der stochastischen Unabhängigkeit von Ereignissen und können ihn sachbezogen interpretieren. Sie können die Unabhängigkeit in einfachen Fällen als Modellannahme begründen.

5. *Kompetenzen im begründeten Schließen in unsicheren Situationen*

Die Schüler haben an Beispielen grundlegende Probleme stochastischer Schlussweisen kennen gelernt.

Sie verstehen das prinzipielle Vorgehen bei einem Signifikanztest und können anhand eines Beispiels erklären, was eine signifikante Abweichung vom Erwartungswert ist. Insbesondere wissen sie, bei welchen Fragestellungen Signifikanztests ein angemessenes Werkzeug darstellen und bei welchen Problemen diese Tests keine brauchbaren Aussagen liefern. Sie sind imstande, Aussagen über Wahrscheinlichkeiten für Fehler 1. und 2. Art korrekt aufzustellen und zu interpretieren.

4. Informationen zu Bundesländern, die mit Mecklenburg-Vorpommern vergleichbare Rahmenbedingungen haben

In mehreren Bundesländern ist das Gymnasium gegenwärtig höchstens achtjährig bzw. es findet ein Übergang zu einem höchstens achtjährigen Gymnasium statt. Dazu gehören die Länder Baden-Württemberg, Bayern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. In Baden-Württemberg gibt es zudem seit 2001 ebenfalls kein Kurssystem mehr und in Bayern wird die Abschaffung des Kurssystems vorbereitet. Diese Länder sind für das Fach Mathematik auch deshalb von besonderem Interesse, da sie bei PISA 2003 in der Reihenfolge Bayern, Sachsen, Baden-Württemberg, Thüringen, Sachsen-Anhalt die ersten 5 Plätze im Länderranking für die mathematische Kompetenz belegten, weit vor Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Berlin.

Für die Entwicklung landesspezifischer curriculare Vorgaben für Mecklenburg-Vorpommern sollten deshalb die konkreten Bedingungen und Pläne genauer betrachtet werden. Als erster Überblick sollen hier einige Informationen zusammengestellt werden, die auch für die Diskussionen zum Kerncurriculum von Bedeutung sind.

In **Baden-Württemberg** wurde mit der Abiturverordnung vom 24. Juli 2001 die „Neue Gymnasiale Oberstufe“ (NGO) eingeführt, die u. a. durch folgende Merkmale gekennzeichnet ist. Der Unterricht in der Qualifikationsphase besteht aus

- einem Pflichtbereich: Deutsch, Mathematik, eine Fremdsprache mit je 4 Std. sowie zwei Naturwissenschaften, Musik/Bildende Kunst, Geschichte, Gemeinschaftskunde/Erdkunde, Religionslehre/Ethik, Sport) mit je 2 Std.

- einem Wahlpflichtbereich mit einem Profulfach (Fremdsprache oder Naturwissenschaft) und einem Neigungsfach (weiteres Fach aus Pflichtbereich) mit je 4 Std.
- einem Wahlbereich.

Zum Verhältnis der neuen Kurse zu den bisherigen Grund- und Leistungskursen gibt es auf den Internetseiten des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport folgende Aussagen:

- Entsprechend der Kürzung von fünf auf vier Stunden gibt es kein Fach, dessen Stofffülle nicht um mindestens 20 Prozent gekürzt wurde.
- Die neuen vierstündigen Kurse dürfen sich im Hinblick auf die Stofffülle nicht an den alten Leistungskursen orientieren. Umgekehrt kann sich die Arbeitsintensität nicht an den alten Grundkursen orientieren.
- Es gibt keine Benachteiligung der Abiturienten bei der Vergabe von Studienplätzen durch das ZVS-Auswahlverfahren, da die Vergabe von Studienplätzen nach Landesquoten erfolgt.

Es gibt in den Materialien für die NGO keine Aussagen zu einem Abitur im Fach Mathematik auf unterschiedlichem Niveau, d. h. es erfolgt offensichtlich keine Orientierung an den beiden Niveaustufen der EPA.

Nach dem Bildungsplan für das achtjährige Gymnasium sind folgende Themenbereiche für die *Klasse 10* vorgesehen, wobei zur Verdeutlichung der Bezeichnungen der Lehrplaneinheiten in Klammern ausgewählte Inhalte des Planes angegeben werden: Binomialverteilung (Testen von Hypothesen), Funktionen (ganzrationale Funktion, Verhalten bei Definitionslücken und im Unendlichen, anschauliche Deutung der Stetigkeit), Differenzierbarkeit (Ableitung, Ableitungsfunktion, Ableitung von Potenz- und Winkelfunktionen), Funktionsuntersuchung am Beispiel der ganzrationalen Funktion, Mathematik in der Praxis (Extremalprobleme).

Nach dem aktuellen Stand der Diskussion in **Bayern** soll sich die Oberstufe zusammensetzen aus³:

- Pflichtfächern: Deutsch (4 Std.), Mathematik (4 Std.), Religion/Ethik (2 Std.), Geschichte (3 Std.), Sport 2(std.)
- Wahlpflichtfächern: Fremdsprachen (4 Std.), Naturwissenschaften (3 Std.), Gesellschaftswissenschaften (2 Std.), Kunst/Musik (2 Std.)
- freien Profulfächern: 8 bis 10 Wochenstunden – je nach Fächerwahl – zur individuellen Profilbildung in weiteren Fächern aus dem Wahlpflichtbereich und Fächern aus dem Zusatzangebot, z.B. Dramatisches Gestalten, Chor, Orchester, Philosophie usw.; im Rahmen der schulorganisatorischen Möglichkeiten flexibel über die beiden Jahrgangsstufen 11 und 12 verteilbar
- zwei Seminaren, anstelle des bisherigen Leistungskursangebotes

Durch die Seminare sollen die methodischen Kompetenzen und die Studien- und Berufsorientierung der Schüler gezielt verbessert werden. Die Schüler können die Fächerzuordnung der beiden Seminare im Rahmen des Angebots der Schule wählen.

Abwahlmöglichkeiten nach Kl. 11 gibt es nicht, ebenso wenig die bisherige Differenzierung in Grund- und Leistungskurse.

In der Klasse 10 soll bereits die bedingte Wahrscheinlichkeit behandelt und die Analysis durch die Behandlung ganzrationaler Funktionen und eines anschaulichen Grenzwertbegriffs vorbereitet werden. Die Pläne enthalten für alle Themen Stundenrichtwerte.

In **Sachsen** wurde 2004 ein neuer Lehrplan für das Gymnasium für die Klassen 5 bis 12 in Kraft gesetzt. Er enthält für alle Klassenstufen Lernbereiche mit Pflichtcharakter im Umfang von 25 Wochen (Kl. 11: 26 Wo., Kl. 12: 22 Wo.) und Lernbereiche mit Wahlpflichtcharakter im Umfang von 2 Wochen. Der Oberstufenkurs beginnt erst in Klasse 11. In beiden Schuljah-

³ am Beispiel des naturwissenschaftlich-technologischen Gymnasiums

ren gibt es je einen Lernbereich zur Analysis, Linearen Algebra/Analytischen Geometrie und Stochastik. Zu allen Themen gibt es Stundenrichtwerte.

In **Sachsen-Anhalt** wurden zum 1. August 2003 neue Rahmenrichtlinien für das Gymnasium für die Jahrgänge 5 bis 12 eingeführt, mit denen eine Anpassung an die Änderungen des Schulgesetzes vom 27.02.2003 erfolgte (Beginn des Gymnasiums erneut ab Kl. 5, Oberstufe von Kl. 10 bis 12). In der Klasse 10 werden die Themen bedingte Wahrscheinlichkeit/Binomialverteilung und Zahlenfolgen behandelt. Für die Qualifikationsphase sind Kurse zur Analysis, Analytischen Geometrie und Stochastik vorgesehen, ohne dass eine Aufteilung auf die Klassenstufen erfolgt. Zu allen Themen gibt es Stundenrichtwerte.

Nach dem neuen Lehrplan von 1999 für die Klassen 5 bis 12 des Gymnasiums in **Thüringen** beginnt der Oberstufenkurs mit sämtlichen Themen zur Stochastik im zweiten Halbjahr der Klasse 10. In Klasse 11 werden die Themen Zahlenfolgen, Einführung in die Differenzialrechnung, Integralrechnung und Lineare Algebra/Analytische Geometrie behandelt. In Klasse 12 gibt es für das erste Semester das Thema „Anwendungen der Differenzial- und Integralrechnung auf weitere nichtrationale Funktionen“ und im 2. Semester sind zwei Alternativen möglich: Lineare Algebra/Analytische Geometrie II oder Stochastik II. Es gibt für alle Themen Zeitrichtwerte in Form von Unterrichtswochen.

Vergleich von Wochenstundenzahlen für den Mathematikunterricht:

Land	Klassen 7 – 10	Kurstufe		Kl. 7 – 12	
		Grundkurs	Leistungskurs	GK	LK
Mecklenburg-Vorpommern, neu	17	4		25	
Baden-Württemberg, neu ⁴	16	4		24	
Bayern, neu ⁵	14	4		22	
Sachsen	16	4	5	24	26
Sachsen-Anhalt	15	3	5	21	25
Thüringen	16	4	6	24	28

Zusammenfassende Bemerkungen

Folgende Regelungen und Verfahrensweisen in diesen Ländern sollten auch bei den Diskussionen in Mecklenburg-Vorpommern sowie zum Kerncurriculum beachtet werden:

- In Baden-Württemberg und Bayern wird das Fach Geschichte nur mit 2 bzw. 3 Stunden unterrichtet. Die Möglichkeiten der Schüler zur Wahl von Fächern nach ihren Interessen weitaus größer. Die Regelungen für Mecklenburg-Vorpommern sollten entsprechend geändert werden.
- Mit einer Ausnahme (Sachsen) werden bereits in der 10. Klasse Themen des Oberstufenkurses behandelt, was unter den neuen Bedingungen als unabwendbar erscheint.
- In allen Ländern gibt es detaillierte thematische Pläne mit Zeitrichtwerten für die einzelnen Themen, was auch in Mecklenburg-Vorpommern wieder erfolgen sollte.
- Bei Abschaffung des Kurssystems ist eine neue Konzeption für den Mathematikunterricht in der Oberstufe erforderlich, bei der der Stoffumfang zwischen den bisherigen Grund- und Leistungskursen liegen muss.
- Bei einer nicht nach Kursen differenzierten Oberstufe macht es wenig Sinn, das Abitur auf zwei Niveaustufen abzulegen. Diese Regelung für Mecklenburg-Vorpommern sollte vor Beginn der weiteren Arbeit noch einmal gründlich überdacht werden.

⁴ In der Kontingenzstundentafel für Kl. 5 – 10 sind 24 Std. Mathematik vorgesehen.

⁵ Aktueller Diskussionsstand: <http://www.g8-in-bayern.de/g8/ueberblick/oberstufe/index.shtml>